

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zoologie a rybářství



Nepůvodní druhy žížal v ČR

Bakalářská práce

Autor práce: Lucie Studničková

Obor studia: Speciální chovy

Vedoucí práce: Ing. Jakub Hlava, Ph.D.

© 2018 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Nepůvodní druhy žížal v ČR" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 18. dubna 2018

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Jakubovi Hlavovi, Ph.D. nejen za možnost psát tuto bakalářskou práci pod jeho vedením, ale také za cenné rady, čas, ochotu a trpělivost, kterou mi věnoval při zpracování mé práce.

Dále bych chtěla poděkovat svým blízkým za podporu, kterou mi poskytovali při psaní mé bakalářské práce.

Nepůvodní druhy žížal v ČR

Souhrn

Tato bakalářská práce se zabývá nepůvodními druhy žížal v České republice. Cílem práce je poskytnout základní popis těchto půdních živočichů, jejich požadavky na prostředí a ekologické strategie. Práce byla zpracována do dvou částí.

V teoretické části bakalářské práce byly zpracovány dosavadní informace o morfologii a anatomii těchto půdních živočichů. Dále pojednává o životním cyklu a životních ekologických strategiích. Vnější podmínky jsou důležitými faktory, které ovlivňují život žížal, a tak je jim v této práci také věnována samostatná kapitola. V teoretické části je také zpracována problematika nepůvodních druhů v ČR a šíření evropských druhů žížal např. do Severní Ameriky, kde tyto invazní žížaly mohou částečně ovlivňovat mnoho ekosystémů.

Druhá, praktická část bakalářské práce, se věnuje vlastnímu výzkumu. Tento výzkum probíhal na začátku září roku 2016 a spočíval zejména v ručním sběru žížal na Hostivařské přehradě v Praze. Postupně byl prozkoumán celý pravý břeh přehrady. Žížaly byly následně usmrceny v roztoku ethanolu (70%) a převezeny do laboratoře ČZU v Praze, kde probíhal ruční rozbor jedinců a jejich druhová determinace. Celkem bylo nalezeno 58 jedinců, kteří byli zařazeni do pěti druhů. Z celkového počtu získaných žížal bylo 40 juvenilních, 5 subadultních a 13 dospělců. Nejpočetněji zastoupený druh je *Aporrectodea caliginosa* (34 jedinců). Cílem tohoto výzkumu bylo zjistit, zda se mezi druhy vyskytují i nepůvodní druhy žížal a zhodnotit rizikovost etablování v ČR. Z výsledků výzkumu vyplývá, že nebyl nalezen žádný nepůvodní druh žížal. Všichni získaní jedinci patří k původním druhům, vyskytují se hojně na celém území České republiky. V praktické části je také popsán sběr teoretických dat, kdy byl sestaven krátký dotazník. Cílem dotazníku bylo zjistit, zda si rybáři kupují v rybářských potřebách či v e-shopu i nepůvodní druhy žížal (kanadské rousnice, kalifornské žížaly) a zda po skončení rybaření ponechají případné nepůvodní druhy žížal v místě rybaření, které by poté měly možnost se etablovat v našich podmínkách. Součástí praktické části je i stanovení míry možného etablování pěti vybraných druhů žížal v podmínkách ČR. Pro posouzení možnosti etablování druhu v ČR byl použit program Climatch.

Klíčová slova: žížaly, nepůvodní druhy, půdní fauna, společenstvo, bezobratlí

Non-native earthworm species in the Czech Republic

Summary

This bachelor thesis deals with non-native species of earthworms in the Czech Republic. A goal of this thesis is to provide a basic description of annelids, their demands on environment and ecological strategies. The other part of the thesis is dedicated to non-native species.

The theoretical part summarised existing information on morphology and anatomy of these soil animals. It also focuses on life cycles and life ecological strategies. External conditions significantly influence life of the earthworms, and therefore there is one individual chapter dedicated to this topic. As the main topic, the theoretical part deals with the issue of non-native species in the Czech Republic; and spreading European species of earthworms e.g. to North America, where these invasive species can partly influence many ecosystems.

The practical part follows up the research itself. This experiment took place at the beginning of September 2016 and consisted mainly of hand collecting of earthworms at Hostivařská přehrada water reservoir in Prague. Gradually the whole right side of this reservoir was explored. Afterwards, the earthworms were put to 70% ethanol solution and move to the laboratory where they were sorted and identified. In total 58 earthworms (5 species) were found. From the total number, 40 juveniles, 5 subadults and 13 adults of earthworms were collected. The most frequent species was *Aporrectodea caliginosa* (34 specimens). A goal of this experiment was to reveal any non-native earthworms living beside the native ones and evaluate the risk of their establishment in the Czech Republic. The results of this experiment show that any non-native species was not found. All collected species are common in the Czech Republic. The practical part also described collecting theoretical data and a short questionnaire. The questionnaire aimed to discover if fishermen buy also non-native species of earthworms in the fishing gear (*Lumbricus terrestris* – „canadian population“, *Eisenia andrei*) and if they leave them at the place after finishing the fishing so the earthworms could settle in the environment. Also a part of my practical part was to determine an extent of possible establishment five chosen species of earthworms in conditions of Czech Republic. For this determination the Climatch software was used.

Keywords: earthworms, non-native species, soil fauna, biocoenosis, invertebrates

Obsah

1 Úvod	1
2 Cíl práce	2
3 Literární rešerše	3
3.1 Stavba těla žížal	3
3.2 Životní cyklus	7
3.2.1 Rozmnožování a vývoj jedinců.....	7
3.3 Požadavky na prostředí	7
3.3.1 Potrava	7
3.3.2 Teplota	8
3.3.3 Půdní vlhkost	8
3.3.4 Textura půdy	9
3.3.5 Půdní reakce.....	9
3.4 Ekologie	9
3.4.1 Epigeické žížaly	10
3.4.2 Endogeické žížaly	10
3.4.3 Anektické žížaly	10
3.5 Ohrožení predátory a parazity	11
3.5.1 Predátoři.....	11
3.5.2 Parazité.....	11
3.6 Metody sběru a konzervace	12
3.6.1 Metody mechanické.....	12
3.6.1.1 Ruční rozbor	12
3.6.1.2 Prosívání vzorku	12
3.6.2 Behaviorální metody.....	13
3.6.2.1 Formalínová extrakce	13
3.6.2.2 Extrakce elektrickým proudem.....	13
3.6.2.3 Tepelná extrakce.....	13
3.6.3 Konzervace žížal.....	14
3.7 Nepůvodní druhy bezobratlých živočichů v České Republice	14
3.7.1 Nepůvodní druhy žížal v ČR	16
3.7.2 Mapování a monitoring druhů	16
3.7.3 Invazivní druhy žížal	17
4 Materiál a metody	19
4.1 Popis lokality	19
4.2 Metodika sběru dat	19
4.2.1 Teoretický sběr dat.....	19
4.2.2 Praktický sběr žížal.....	20

4.3	Metodika hodnocení.....	20
5	Výsledky	22
5.1	Výsledky internetového dotazníku	22
5.2	Výsledky z terénního průzkumu.....	27
5.3	Etablování vybraných druhů v ČR na základě topografické mapy	28
5.4	Výsledky praktického sběru žížal	32
6	Diskuse	33
7	Závěr.....	35
8	Seznam použité literatury.....	36
9	Přílohy	1

1 Úvod

Žížaly jsou považovány za jedny z nejznámějších bezobratlých živočichů. Dle systematického řazení žížalovitých, řadíme žížaly do kmene Annelida (kroužkovci). Dále do třídy Oligochaeta (máloštětinatci) a řádu Opisthopora (žížaly). V České republice se setkáme se zástupci pouze čeledi Lumbricidae (Pižl, 2002).

Na celém světě je popsáno více než 2500 druhů (Briones et al., 2009). Zároveň se však odhaduje, že minimálně dalších 2000 druhů je dodnes nepopsáno. Jejich rozšíření je celosvětové, avšak většina čeledí se vyskytuje v tropické či subtropické oblasti, popřípadě i v mírném pásu. Ve střední Evropě se vyskytují pouze zástupci čeledi žížalovitých (Lumbricidae), s jedinou výjimkou, kterou je druh *Criodrilus lacuum* Hoffmeister, 1845, který žije ve vodním prostředí (Pižl, 2002).

Žížaly jsou součástí půdní makrofauny spolu s ostatními bezobratlými, kteří jsou větší než 10 mm. Primární rozklad organické hmoty a tvorba humusu patří mezi největší a nejznámější význam žížal (Tomlin et al., 1995). Exkrementy žížal obsahují více živin než okolní půda a zvyšují tak úrodnost půdy (Pommeresche a kol., 2010). Dále se účastní přeměny složitých organických sloučenin v jednoduché formy, které jsou následně lépe využitelné pro rostliny. Jejich prospěšnost spočívá také v provzdušňování půdy (Vrba a Huleš, 2007).

Již Charles Darwin projevil zájem o žížaly, a to v roce 1881. Zabýval se popisnou charakteristikou a morfologií žížal. Nejvíce se však zaměřil na promíchávání půdy žížalami a jeho vlivu na archeologii a na formování povrchu zemského. Na základě měření, které Darwin prováděl, odhaduje, že kamenný blok o rozměrech 170 x 99 x 38 cm může být činností žížal zcela pohřben za 262 let (Frouz a Poklopová, 2011).

2 Cíl práce

Hlavním cílem této práce je zhodnotit rizikovost etablování nepůvodních druhů žížal v ČR v souvislosti s rekreačním rybařením.

Za použití dostupné odborné a vědecké literatury poskytnout základní popis žížal, ekologické strategie těchto půdních živočichů a jejich požadavky na prostředí.

Cílem práce je také zhodnotit výskyt nepůvodních druhů v ČR pomocí vlastního výzkumu a dotazníku.

3 Literární rešerše

3.1 Stavba těla žížal

Žížaly mají válcovitý tvar těla. Zadní část může být na průřezu různého tvaru, příkladem je hranatý, čtvercový, oktogonální či dorsoventrálně zploštělý. Jejich velikost je velice druhově proměnlivá. Nejmenší žížaly dosahují délky asi 1-2 cm a šířky 1-1,5 mm, naopak ty největší jsou dlouhé i přes 100 cm a široké 2-4 cm. Mezi ty největší patří australský druh *Megascolides australis* McCoy, 1878, jehož jedinci dosahují délky 150 cm (Pižl, 2002). Větší druhy se obvykle nachází v jižních zeměpisných šířkách, jako je například jižní Amerika, jižní Afrika, jihovýchodní Asie, Austrálie a Nový Zéland (Edwards, 2004). I v Evropě existují druhy dlouhé přes jeden metr, jedná se o druh *Scherotheca occidentalis* (Michaelsen, 1922) pocházející z jižní Francie. V ČR je nejdelším druhem *Allolobophora hrabei* (Černosvitov, 1935) dosahující až 50 cm (Pižl, 2002). Žádní jiní bezobratlí živočichové nemají takovouto širokou škálu velikostí (Edwards, 2004).

I žížalí zbarvení je velice rozmanité. Jedním ze základních faktorů ovlivňujících barvu je obsah hemoglobinu v krvi, který jim způsobuje tzv. „masové“ zbarvení. Dalším faktorem je obsah pigmentů, které se vyskytují ve svalovině tělní stěny (porfyriny, melanin). Může také docházet k tomu, že se více pigmentů hromadí ve středu jednotlivých tělních segmentů a dochází tak k zebrovitému zbarvení žížal (Pižl, 2002). Barevné pigmenty v pokožce chrání jedince proti UV záření a pomáhá žížalám splynout v jejich přirozeném prostředí (Pommeresche a kol., 2010).

Tělní stěna žížal je tvořena z vnější kutikuly, žláznaté pokožky (epidermis), dále z dvou vrstev svaloviny, která je oddělená sítí nervových vláken a v neposlední řadě peritoneální výstelky coelomové dutiny (Pižl, 2002). Pižl (2002) dále uvádí, že tělo žížal je možné popsat jako dvě soustředné trubice (tělní stěna a střevo). Trubice mezi sebou uzavírají druhotnou tělní dutinu – coelom, která je naplněna tekutinou. Kutikula je nebuněčná a průhledná. Skládá se z několika vrstev kolagenních vláken. Žížaly, stejně jako všichni máloštětinatci, kutikulu nesvlékají jako jeden celek (Pižl, 2002; Smrž, 2013). Epidermis tvoří jen jediná vrstva, jejíž hlavními strukturními buňkami jsou podpěrné buňky válcovitého tvaru (Edwards a Bohlen, 1996). Některé podpěrné buňky jsou přeměněny v jednobuněčné žlázy či smyslové orgány.

Dvě vrstvy svaloviny nacházející se pod epidermis jsou odděleny vrstvou pojivových tkání. Okružní vrstva je tenká a tvoří vnější vrstvu, zatímco masivní podélná svalovina je uvnitř. Vnější a vnitřní vrstva pracují protichůdně (Pižl, 2002).

Tělo žížaly je složené z mnoha tělních článků - segmentů (somitů či metameritů). Tyto segmenty jsou na povrchu těla odděleny mezičlánkovými rýhami, které naznačují přepážky (septy) uvnitř těla (Pižl, 2002). Jelikož se v hlavové části nachází větší množství svalů, jsou zde často segmenty nejsilnější a nejnápadnější (Pommeresche a kol., 2010). Každý tento článek nebo skupina článků vykonávají určitou funkci. Počty segmentů jsou poměrně konstantní v rámci každého druhu (Sims a Gerard, 1999), konečný počet segmentů mají žížaly vyvinutý již při vylíhnutí z kokonu. Každé další zvýšení počtu článků je regenerační náhrada ztracené nebo poškozené ocasní části, regenerace je relativně běžná (Pižl, 2002).

První tělní článek se nazývá peristomium. Hlava žížal není zřetelná a smyslové orgány nejsou nijak výrazné. Peristomium obklopuje ústní otvor a na svrchní straně je situovaný čelní lalok nazvaný prostomium (Pižl, 2002). Prostomium je důležitý při uchopování potravy a u jednotlivých druhů se liší velikostně (Edwards a Bohlen, 1996; Pommeresche a kol., 2010). Na první článek navazuje několik homonomně tvořených segmentů, jejichž počet je druhově specifický. U dospělých jedinců se na 14. – 16. segmentu nachází opasek (clitellum). Segmenty, které tvoří clitellum nejsou zcela zřetelné. Tělo žížaly je zakončeno análním segmentem (periproktem), obsahujícím malý řitní otvor (Pižl, 2002).

Kromě peristomia a periproktu se na každém tělním článku nachází zatažitelné (rektální) štětiny (sety). Většina žížal je opatřena osmi (4 páry) štětinkami umístěných ventrálně a lateroventrálně na každém tělním segmentu. U tropických žížal je znám velký počet štětin (40-200), které jsou rozmístěny v příčné řadě po celém článku. Umístění a vzájemná poloha štětin je druhově odlišná (Edwards a Bohlen, 1996; Pižl, 2002). Štětiny žížalám napomáhají při pohybu a při hloubení chodeb. V jednom směru jsou sety přichýlené k tělu a zároveň ztěžují protisměrné vytažení žížaly z vyhloubené chodbičky, což slouží jako ochrana při útoku predátorů (Pommeresche a kol., 2010). Některé páry mohou být přeměněny na tzv. genitální štětiny, které pomáhají při dráždění a přidržení druhého jedince během kopulace (Edwards a Bohlen, 1996; Pižl, 2002).

Dorsální póry jsou malé otvůrky nacházející se u některých druhů uprostřed svrchní části těla. Tyto póry vylučují coelomovou tekutinu na povrch těla. Tekutina vlhčí a ochraňuje povrch těla (Sims a Gerard, 1999).

Odpadní látky jsou vylučovány párem nenápadných postranních pórů nazývaných jako nefridiopóry (Sims a Gerard, 1999). Tyto póry ve většině případů vytváří řadu podél těla, někdy je však jejich uspořádání nepravidelné (Sims a Gerard, 1999; Pižl, 2002).

Suchozemští máloštětinatci nemají specializované dýchací orgány a dýchají celým povrchem těla. Tento způsob výměny plynů je plně závislý na síti malých krevních cév nacházejících se v tělní dutině. Některé druhy vodních máloštětinatců používají k dýchání žábry (Edwards a Lofty, 1977; Edwards a Bohlen, 1996; Pommeresche a kol., 2010).

Cévní soustava žížal je uzavřená, i když tepny a žíly není však možné rozlišit. Jedná se o systém cév, které distribují krev v různých směrech. Existují tři hlavní krevní cévy: dorzální céva, která probíhá podél svrchní stěny trávicí trubice; a dvě ventrální cévy, které leží pod střevem (Edwards a Bohlen, 1996; Sims a Gerard, 1999). V přední části těla můžeme najít dva až pět párů menších cév, které spojují hřbetní (dorsální) a břišní (ventrální) cévu. Tyto cévy bývají vybavené svalovinou a nazývají se jako tzv. pomocná srdce (Pommeresche a kol., 2010).

Pommeresche a kol. (2010) uvádí, že žížaly mají nervovou soustavu žebříčkovitou, avšak Smrž (2013) tento názor vyvrací a tvrdí, že nervová soustava žížal je provazcovitá s tělními ganglii v každém článku. Nejnápadnější jsou dvě velká propojená mozková ganglia (analogie mozku) v přední části těla (Pommeresche a kol., 2010). Dále lze také v těle žížal nalézt nervovou pásku, která je umístěna pod trávicí trubicí, a uprostřed každého segmentu je rozšířena (Pižl, 2002). Smyslové buňky rozprostřené na povrchu těla zajišťují okamžitou reakci na chemické látky, světlo, pachy, dotek či vibrace (Edwards a Bohlen, 1996).

Velkou část těla žížal zaujímá dlouhý zažívací trakt, tvoří ho rovná trávicí trubice spojující ústní a řitní otvor (Pižl, 2002). Trávicí soustavu tvoří ústní dutina, hltan, jícen (jehož část se přetváří v tzv. žláznatý žaludek), svalnatý žaludek a dlouhé střevo. Trávicí soustava je zakončena řitním otvorem (Pommeresche a kol., 2010).

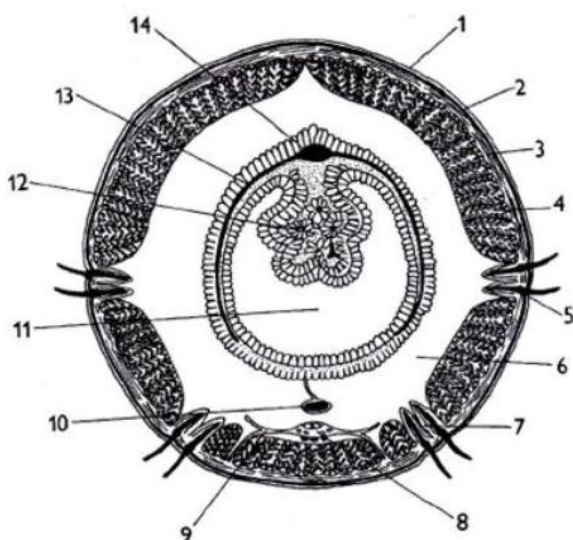
V ústní dutině se u žížal nenachází žádné zuby, a tak potravu drtí a promíchává ve svalnatém žaludku. V této činnosti žížalám napomáhají přijímané půdní částice a drobná zrnka písku (Pommeresche a kol., 2010). Hltan není vždy zřetelně oddělený od dutiny ústní. Svalnatý hltan (pharynx) lze rozlišit v prvních čtyřech tělních segmentech (Edwards a Bohlen, 1996; Pižl, 2002).

Na hltan má návaznost jícen (oesophagus), který zabírá dalších devět až třináct článků. K jícnu mohou být navázány různě vyvinuté kalciferní (Morrenovy) žlázy (Bevelander a Nakahara, 1959; Pižl, 2002). Sims a Gerard (1999) uvádí, že funkcí kalciferních žláz je kontrola hladiny vápníku v krvi. Avšak dle Pižla (2002) není jejich funkce doposud

objasněna, nicméně se domnívá, že hraje důležitou roli při regulaci osmotických poměrů a pH v tělních tekutinách, exkreci cizorodých látek, dále také při neutralizaci pohlčené potravy a při regulaci obsahu vody v těle žížal.

Vylučovací soustava se obvykle skládá z jedné dvojice nefridií v každém tělním článku. Výjimku tvoří první tři a jeden poslední článek (periprokt), v těchto tělních článcích se pár nefridií nevyskytuje (Sims a Gerard, 1999). Párové nefridie zastávají funkci ledvin a vylučují nadbytečnou vodu a rozpustné dusíkaté látky na povrch těla (Pommeresche a kol., 2010).

Žížaly mají složitější pohlavní ústrojí, než nacházíme u ostatních hermafroditních jedinců. Pohlavní orgány se nacházejí v přední části těla v několika málo tělních článcích (Edwards a Bohlen, 1996). Mezi samčí pohlavní orgány žížal řadíme dva páry varlat (testes), velké chámové vaky a párovitý chámovod. U několika druhů žížal se setkáváme s přeměnou chámovodů v složitý stočený orgán, tzv. epididymus, jehož funkce je neznámá (Sims a Gerard, 1999). U evropských druhů se s přídatnými samčími pohlavními žlázami neseškáváme, avšak u některých čeledí došlo k vývoji prostatě podobných žláz či pravé prostaty (Pižl, 2002). Mezi samičí pohlavní orgány patří vaječníky (ovaria). Párové vaječníky jsou uloženy u zadní stěny 13. tělního článku poblíž ventrální nervové pásky (Sims a Gerard, 1999). Vejcovody jsou párové a krátké a vyúsťují do samičích pórů v následujícím tělním segmentu (Pižl, 2002).



Obrázek 1: Příčný řez zadní částí těla žížal (Pižl, 2002).

1 – kutikula, 2 – epidermis, 3 – okružní svalovina, 4 – podélná svalovina, 5 – štětiny, 6 – tělní dutina, 7 – štětínová svalovina, 8 – břišní nervová páska, 9 – segmentální nervy, 10 – ventrální céva, 11 – střevo, 12 – typhlosolis, 13 – peri-intestinální céva, 14 – dorsální céva

3.2 Životní cyklus

3.2.1 Rozmnožování a vývoj jedinců

Žížaly jsou schopné se rozmnožovat a produkovat vajíčka po většinu svého dospělého života a skoro po celý rok, nicméně většina druhů vyčkává na vhodné podmínky. Za příznivé podmínky považujeme vhodnou teplotu, vlhkost půdy, dostatek potravy atd. Největší počet kokonů je produkován na jaře a začátkem léta, naopak nejmenší počet kokonů je produkován v zimě (Edwards a Bohlen, 1996). Za jeden rok může jedinec v závislosti na druhu, množství potravy a klimatu vyprodukovat 3 až 100 kokonů. Jen ve výjimečných případech se z jednoho kokonu vylíhne více než jedna nebo dvě žížaly (Pommeresche a kol., 2010). U různých druhů se kokon odlišuje svým tvarem, velikostí a zbarvením (Edwards a Bohlen, 1996). Inkubační doba se pohybuje v rozpětí od několika dnů (cca 21) do několika měsíců (cca 5). Nejrychleji se žížaly líhnou ve vlhké, ale nikoliv v příliš mokré půdě (Pommeresche a kol., 2010). Některé druhy (např. *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) či *Dendrobaena octaedra* (Savigny, 1826)) se rozmnožují partenogeneticky (Pižl, 2002).

Již mladí jedinci po vylíhnutí z kokonu mají přesně daný počet tělních článků, ani růstem se již počet nemění (Pommeresche a kol., 2010). Růst, doba dospívání i délka života se u různých druhů liší v závislosti na vnějších podmínkách. Žížaly se kvůli vnějším nepříznivým podmínkám dožijí málokdy více než dvou let (Pižl, 2002).

3.3 Požadavky na prostředí

3.3.1 Potrava

Žížaly vybírají své zdroje potravy především dle velikosti a stravitelnosti (Pommeresche a kol., 2010), přičemž preferují potravu bohatou na dusík a cukry (Christy, 2014). Základním zdrojem potravy žížal je organická hmota. Nejčastěji se jedná o organický materiál rostlinného původu, avšak další složky potravy jsou např. mikroorganismy, půdní živočichové malé velikosti, vlákna hub, či půdní řasy přijímané spolu s potravou (Pižl, 2002; Pommeresche a kol., 2010). Instinktivně se vyhýbají jedovatým rostlinám, jimž je například pryskyřník plazivý, jehož látky dráždí pokožku a sliznici (Pommeresche a kol., 2010). Malá pohyblivost žížalám neumožňuje se příliš vzdalovat od potravních zdrojů (Pižl, 2002).

Dle druhu upřednostněné potravy lze rozlišit žížaly detritofágní a geofágní. Detritofágní jedinci konzumují organické zbytky rostlinného původu či savčí exkrementy,

kteřé se vyskytují na povrchu půdy nebo lehce pod povrchem. Geofágní jedinci se žíví velkým množstvím půdy, z které dokáže strávit obsažené organické zbytky a mikroflóru. U některých tropických druhů z čeledi Megascolecidae bylo zaznamenáno požířání jiných druhů žížal z čeledi Eudrilidae (Pižl, 2002).

3.3.2 Teplota

Teplota do značné míry ovlivňuje metabolismus, růst, dýchání i rozmnořování žížal (Edwards a Bohlen, 1996). Teplota vzduchu v rozmezí 10-15 °C je optimální pro vývoj žížal vyskytujících se v České republice. Vyšší teplotní rozmezí 15-20 °C je vyhovující především pro druhy epigeické (Pižl, 2002). Druhy vyskytující se v hlubších vrstvách půdy naopak upřednostňují nižší teploty (Pommeresche a kol., 2010). Evaporace vody z povrchu těla umožňuje žížalám se ochladit, tato schopnost je však omezená. K ochlazování může dojít pouze tehdy, když se žížala vyskytuje ve vlhkém prostředí, kde nehrozí vyschnutí (Pižl, 2002). Vyšší teplota způsobuje zvýšenou aktivitu mikroorganismů v půdě, což má za následek zvýšenou spotřebu kyslíku. Za vysoké teploty pro druhy žijící na území ČR lze považovat teploty nad 25 °C (Hanč a Plíva, 2013). Naopak pro polopouštní a pouštní druhy je teplota do 30 °C v normě. Pro většinu žížal je spodní teplotní hranice okolo bodu mrazu (Pižl, 2002). Nepříznivé počasí, za které lze považovat chlad a sucho, má za následek inhibici růstu nebo opoždění sexuálního vývoje (Dominguez, 2004).

3.3.3 Půdní vlhkost

Voda tvořív 75-90 % z celkové hmotnosti těla. Velká ztráta vody by mohla způsobit vyschnutí a následný úhyn žížaly. Edwards a Bohlen (1996) uvádí, že žížalám nejspíš chybív mechanismus, který by udržoval stálý obsah vody v těle, proto je obsah vody v těle částečně ovlivněn vlhkostí půdy. Avšak Pižl (2010) tvrdív, že tělo žížal je vybaveno nejrůznějšími fyziologickými mechanismy, které regulují ztrátu vody. Mezi tyto mechanismy patří například kutikula s obsahem lipidů, uzavíratelné dorsální póry nebo regulace výdeje moči do střeva a následná resorpce vody. Některé druhy jsou schopné přežit i velkou ztrátu vody, například *Lumbricus terrestris* Linnaeus, 1758 může ztratit až 70 % z celkového množství vody obsažené v jejich těle (Edwards a Bohlen, 1996). U *Eisenia fetida* byla v laboratorních podmínkách zaznamenána ztráta vody až 74,7 %. Tolerance vyschnutí je také rozdílná v odlišných zeměpisných oblastech (Pižl, 2002).

Pouze několik středoevropských druhů žížal upřednostňuje velmi vlhké půdy. Mezi tyto druhy řadíme například *Octolasion tyrtaeum* (Örley, 1885) a *Eiseniella tetraedra*

(Savigny, 1826) (Luthart et al., 2006). Pokud dojde ke krátkodobému zaplavení půdy, máme tím na mysli zaplavení na méně než 10 dní, nedochází k výraznému snížení abundance (Schütz et al., 2008).

3.3.4 Textura půdy

Dalším významným požadavkem na prostředí pro život žížal je textura půdy (Guild, 1948). V písčitých či rašelinových půdách lze nalézt opravdu jen velmi málo zástupců z čeledi žížalovitých (Pommeresche a kol., 2010). Pižl (2002) uvádí, že i šterkovité půdy nejsou nijak zvlášť osidlovány. Písčité a šterkovité půdy tvoří pro žížaly hrozbu v podobě vyschnutí (Hendrix et al., 1992). Žížaly preferují půdy jílovité a hlinité, především upřednostňují humózní půdy. Nejčastěji se jedná o nezamokřené, lehčí a na humus bohaté hlinité až jílovité půdy (Pommeresche a kol., 2010). V silně jílovitých půdách je jejich výskyt omezen z důvodu výskytu anaerobních podmínek po deštích nebo záplavách (Edwards a Bohlen, 1996; Pižl, 2002).

3.3.5 Půdní reakce

Pro většinu druhů je optimální pH v rozmezí 6-7, ovšem mnoho druhů je k pH půdy tolerantní. V mnoha vědecky podložených člancích je zveřejněný výskyt druhů i v půdách silně kyselých (pH 3,5) či v půdách alkalických, kde je pH vyšší než 8 (Pižl, 2002). Obecně se v kyselém prostředí, kde se hodnota pH pohybuje kolem 4, nevyskytuje velké množství žížal (Edwards a Bohlen, 1996; Pommeresche a kol., 2010). Pižl (2002) dělí žížaly podle tolerance pH na několik skupin. Acidotolerantní druhy (např. *Dendrobaena octaedra*, *Dendrobaena attemsi* (Michaelsen, 1902) a *Allolobophora eiseni* (Levinsen, 1884)) se vyskytují v půdě s pH 3,7-4,7, ubikvisté obývají půdy s pH v rozmezí od 4,7 až 7 (*Lumbricus rubellus* (Hoffmeister, 1843) či *Aporrectodea caliginosa* (Savigny, 1826)); a acidointolerantní druhy (např. *Kritodrilus auriculatus* (Rosa, 1897), *Allolobophora hrabei*), které se v půdách s nízkým pH nevyskytují vůbec.

Kromě pH má významný vliv na hojnost žížal také obsah bazických elementů jako např. vápníku, draslíku či hořčíku (Kula a Švarc, 2011).

3.4 Ekologie

Ekologické strategie a adaptace jsou u jednotlivých druhů žížal velice odlišné (Pižl, 2002). Žížaly můžeme rozdělit do tří ekologických skupin: epigeické, endogeické a anektické (Tuf, 2013; Edwards a Bohlen, 1996; Lee, 1985). Pižl (2002) označuje epigeické

druhy jako r-stratégy (kladou důraz na rozmnožování, velké množství potomků, vysoká úmrtnost), endogeické jako K-stratégy (jejich prioritou je kvalita a konkurenceschopnost potomstva) a anektické druhy žížal kombinují vlastnosti obou těchto skupin.

3.4.1 Epigeické žížaly

Epigeické druhy žížal nalezneme v horních vrstvách půdy, kde dostatek opadu neboli nadbytek organické hmoty, kterou se tyto povrchové žížaly živí (Pommeresche a kol., 2010; Tuf, 2013). Netvoří chodby v půdním profilu, jsou malé a silně pigmentované. Patří mezi aktivní a rychle se pohybující žížaly, rychle se množí, ale jejich životní cyklus je krátký (Kula a Švarc, 2011). Nepříznivé podmínky v podobě sucha přechávají ve stadiu kokonu (Römbke a kol., 2005). Jako příklad můžeme uvést druhy *Dendrobaena octaedra*, *Eisenia andrei* Bouché, 1972 a *Eisenia fetida* (Kula a Švarc, 2011; Pommeresche a kol., 2010).

3.4.2 Endogeické žížaly

Označují se též jako podpovrchové. Nalezneme je ve svrchních vrstvách půdního profilu (Kula a Švarc, 2011). Jsou slabě pigmentované až bělavé, velikostně různorodé a pomalu se pohybující. Na rozdíl od epigeických žížal vytvářejí chodbičky, tyto jsou však nestabilní a zasypávají se (Tuf, 2013). Jako potravu upřednostňují více rozloženou organickou hmotu (Pommeresche a kol., 2010). Životní cyklus mají delší než epigeické, ale kratší než anektické. Pižl (2002) je řadí ke K-stratégům. Mezi podpovrchové žížaly patří např. *Octolasion lacteum* (Örley, 1885) a *Aporrectodea caliginosa* (Kula a Švarc, 2011).

3.4.3 Anektické žížaly

Patří mezi hlubinné žížaly a jejich potravou je především čerstvě odumřelá organická hmota (Pommeresche a kol., 2010). V těchto vrstvách půdy už je takové potravy menší množství, a tak si hloubí dlouhé vertikální chodby, které vycházejí až na povrch půdy. V noci zástupci anektických žížal vylézají na povrch půdy, kde vyhledávají organickou hmotu (opad), který přemísťují do svých chodeb a čekají, až se opadu zhostí mikroorganismy a částečně ho tak natráví. Chodbičky jsou trvalé, žížaly je zpevňují vlastními exkrementy (Tuf, 2013). Jsou dlouhé, pohybují se pomalu, ale stáhnout se dovedou rychle (Kula a Švarc, 2011). Mají dlouhý životní cyklus. Nepříznivé období sucha přechávají zástupci anektických žížal v klidovém stádiu (Römbke a kol., 2005). K této skupině patří např. *Aporrectodea longa* (Ude, 1885) a *Lumbricus terrestris* (Pommeresche a kol., 2010; Kula a Švarc, 2011).

3.5 Ohrožení predátory a parazity

Žížaly jsou nedílnou součástí potravy pro mnohé živočichy, mnohdy bývají napadáni i různými parazity a patogeny (Edwards a Bohlen, 1996). Další hrozbu pro populaci žížal představuje člověk, který zasahuje do života žížal např. způsobem hospodaření s půdou (orba, aplikace chemických postřiků), odlesňování a dále např. odvodňovacími systémy (Sims a Gerard, 1999).

3.5.1 Predátoři

Žížaly se stávají složkou potravy pro obratlovce (obojživelníky, plazy, ptáky, savce), i pro spoustu bezobratlých (mravence, krtonožky, drabčíky, střevlíky). Mezi bezobratlými živočichy existují i tzv. potravní specialisté, kteří se živí zejména těmito kroužkovci. Zástupci těchto specialistů jsou ploštěnky, pijavky, měkkýši (z rodu *Testacella*) nebo také stonožky (Pižl, 2002; Kula a Švarc, 2011).

Největší tlak je na populaci vyvíjen od zástupců z třídy ptáků a savců (Pižl, 2002). Za významného predátora žížal lze považovat krčka obecného (*Talpa europaea* Linnaeus, 1758). Krtci upřednostňují půdy s vysokým počtem žijících žížal, za den dokáže jediný krtěk pozřít až 60 jedinců (Sims a Gerard, 1999).

3.5.2 Parazité

Žížalovití patří také mezi hostitele různých druhů parazitů (Edwards a Bohlen, 1996; Pižl, 2002), opravdu zřídka se najde jedinec zcela bez parazitů (Sims a Gerard, 1999). Např. pro hlístice čeledi Rhabditidae slouží jako foretický hostitel, což znamená, že se vajíčka nebo larvy cizopasníků nechávají transportovat do vhodnějšího prostředí (Kratochvíl, 1966). Dočasně přežívají hlístice v nefridiích a v pohlavních vývodech. Dále jsou tyto kroužkovci využíváni jako mezihostitelé pro tasemnice (*Taenia cuneata* Batsch, 1786), prvoky (*Histomonas*) a hlístovky (*Metastrongylus*). Srostlici rodu *Syngamus* slouží žížala jako paratenický hostitel, cizopasník se v tomto případě v hostiteli nijak nevyvíjí, jen v zásadě čeká, až se dostane do definitivního hostitele. Žížaly jsou konečnými hostiteli pro spoustu druhů prvoků, nálevníků, hlístic nebo např. také pro některé larvy dvoukřídlého hmyzu (Pižl, 2002).

3.6 Metody sběru a konzervace

Sběr žížal může být prováděn z několika odlišných důvodů, ať už pro získávání vzorků pro výuku studentů, studium druhového zastoupení, laboratorní výzkumy či jako návnada pro rybáře (Sims a Gerard, 1999).

Pro sběr a následné studium nasbíraných jedinců máme možnost využít celou řadu nejrůznějších metod. Výběr metody sběru spočívá výhradně v tom, co máme s nasbíraným materiálem v úmyslu a k jakému účelu ho chceme použít (Pižl, 2002).

Rozlišujeme metody individuální a kvantitativní. Individuální sběr použijeme v případě, že chceme získat pouze kvalitativní údaje o žížalách vyskytujících se na určitém místě, či získat zástupce různých druhů pro chov, sbírku nebo laboratorní výzkumy. Kvantitativní metody využíváme, když máme v úmyslu zjistit velikost a uspořádání populace nebo aktivitu žížal (Pižl, 2002). Kvantitativní metody se dle Pižla (2002) dále dělí do tří skupin: mechanické, behaviorální, nepřímé. Mnohdy se využívá kombinace kvantitativních metod pro získání, co nejhodnotnějších dat (Pižl, 2002).

3.6.1 Metody mechanické

Tyto metody fungují na principu rozdílných fyzikálních vlastností těla žížal a půdy nebo prostředí, ve kterém se žížaly vyskytují (Pižl, 2002).

3.6.1.1 Ruční rozbor

Ruční rozbor zahrnuje rozbor půdy nebo jiného materiálu, ve kterém se žížaly nachází. Po odejmutí je materiál na místě rozebrán nebo se převáží do laboratoře, kde probíhá samotné ruční třídění (Sims a Gerard, 1999; Tuf, 2013). Mezi pozitiva této metody patří, že kromě aktivních žížal získáváme i žížaly v klidovém stádiu a kokony. Naopak nevýhodou je velká pracnost, časová náročnost a také velká pravděpodobnost, že pracovník přehlédne juvenilní žížaly (Pižl, 2002). Tato metoda je účinná pro endogeické žížaly vytvářející převážně horizontální chodby pod povrchem půdy (Springett, 1981; Callahan a Hendrix, 1997). Pižl (2002) a Gunn (1992) uvádějí, že ruční rozbor je destruktivní metoda pro prostředí a je také omezena hloubkou odebíraných vzorků.

3.6.1.2 Prosívání vzorku

Dochází k prosívání vzorku sadou sít, velikost ok jednotlivých sít se postupně zmenšuje. Výhodou je zachycení kokonů, klidových stadií a malých juvenilních jedinců.

Nevýhodou je pracnost a časová náročnost (Pižl, 2002). Může také dojít k poškození těchto bezobratlých živočichů (Tuf, 2013).

3.6.2 Behaviorální metody

Behaviorální (etologické) metody využívají reakcí žížal na dráždivé látky či na zhoršení podmínek prostředí (Sims a Gerard, 1999).

3.6.2.1 Formalínová extrakce

V této metodě dochází k aplikaci slabého roztoku formaldehydu na vymezený půdní povrch. Využívá se roztok o koncentraci 0,2 - 0,5 % (Pižl, 2002). Formalínová extrakce patří mezi nejpoužívanější a zároveň mezi nejvíce účinné (Sims a Gerard, 1999; Callahan a Hendrix, 1997). Na 1 m² plochy je potřeba 5 - 20 litrů roztoku, přičemž zvolené množství je závislé na teplotě, vlhkosti a textuře půdy. Výhodou je malá pracnost, naopak nevýhodou je různá efektivita metody pro různé druhy a věková stádia žížal (Pižl, 2002). Formaldehyd je klasifikován jako karcinogen, u kterého byly prokázány negativní účinky na půdní faunu (Eichinger et al., 2007).

3.6.2.2 Extrakce elektrickým proudem

Patří mezi méně účinné metody a používá se na místech, kde nemohou být aplikovány chemické látky do půdy. Je to však velice nebezpečná metoda a je nutné ji provádět s velkou opatrností (Sims a Gerard, 1999). Hojně je tato metoda využívána rybáři. Pro vědecké účely vznikla tzv. oktetová metoda. Vymezí se kruhová plocha a do půdy se po obvodu kruhu vpraví osm elektrod napájených autobaterií. Nízká pracnost, časová náročnost a malé narušení prostředí patří mezi klady této metody. Mezi zápory lze zařadit finanční náročnost, nemožnost získat kokony a klidová stádia žížal (Pižl, 2002).

3.6.2.3 Tepelná extrakce

Tato metoda zachycuje hlavně půdní bezobratlé živočichy o velikosti 0,2 – 2 mm. Používají se extrakční aparáty, které způsobují postupné zvyšování teploty a následné vysychání půdního vzorku, který se nachází uvnitř extrakčního aparátu na sítu. Jedinci při snaze uniknout padají do nádoby nacházející se pod víkem. V nádobě je voda či fixační roztok. Aby se tato metoda mohla využít i pro žížaly, je nutností zajistit dostatečnou vlhkost v extrakčních jednotkách. Vhodný je například Kempsonův aparát. Hlavním plusem této

metody je získání malých juvenilních stadií žížal (Pižl, 2002). Tepelnou extrakci lze vhodně kombinovat s formalínovou extrakcí (Tuf, 2013).

Mezi behaviorální metody můžeme také zařadit extrakce hořčičným semínkem, saponáty či manganistanem draselným (Pižl, 2002; Sims a Gerard, 1999). Tuf (2013) uvádí, že pro získání exotických druhů žížal lze využít i vibrační metodu.

Kromě mechanických a behaviorálních metod existují i metody nepřímé sloužící k odhadu velikosti populace žížal. Významnou nepřímou metodou je „mark and recapture“. Při této metodě se označí několik jedinců například potravinářskými barvami, poté dochází k jejich vypuštění a následně k odběru všech žížal (Pižl, 2002).

3.6.3 Konzervace žížal

Pižl (2002) uvádí, že žížaly je nejlepší uchovávat v 7 - 11% roztoku formaldehydu. Sims a Gerard (1999) zjistili, že materiál lze uchovávat i ve 4% roztoku formaldehydu. Avšak dlouhodobé uchovávání v nižších koncentracích formaldehydu způsobuje maceraci. Další možností je použití 70% etanolu, ten ale způsobuje odbarvení a odvodnění žížal a tím jejich následné ztvrdnutí a smrštění (Pižl, 2002). Další alternativou je i 12 – 25% roztok vodky, ginu nebo bílého rumu (Sims a Gerard, 1999). Pokud chceme vzorek dlouhodobě uchovávat, můžeme zmírnit odpařování roztoku tím, že přidáme malé množství glycerolu (Pižl, 2002).

3.7 Nepůvodní druhy bezobratlých živočichů v České Republice

Introdukované či invazivní druhy živočichů byly předmětem studia již v druhé polovině 19. století a od roku 1950 bylo toto studium ještě intenzivnější. Pro nepůvodní druhy se používá několik výrazů, které se však od sebe mírně odlišují. Pojem „invazivní“ někdy označuje nepůvodní druhy, jež osídlily nové oblasti, ve kterých způsobují nějaké estetické či ekonomické škody. Tento pojem také bývá používán k označení pouze těch druhů, jež napadají polopřírodní a přírodní komunity a ovlivňují místní biodiverzitu (biologickou rozmanitost), jelikož při invazi vytlačují druhy původní (Schlaghamerský, 2015; Šefrová a Laštůvka, 2005).

V cizojazyčné, obzvláště anglicky psané, literatuře se často můžeme setkat s pojmem „alien“, v češtině si pod tímto pojmem můžeme představit nějaký cizí organismus. Tento termín se vztahuje na všechny druhy živočichů, které se nevyskytují v určité oblasti a které se do této oblasti dostaly díky přímé či nepřímé činnosti člověka (Manchester a Bullock, 2000).

Tito živočichové se v dané oblasti mohou nekontrolovaně rozmnožovat a alespoň krátkodobě vytvářet populace. Takové druhy mohou být introdukovány buď úmyslně,

nebo náhodně, mohou se také spontánně rozšiřovat v oblastech měst nebo doprovázet jiný introdukovaný druh (rostlinu či živočicha). Tento pojem však nezahrnuje druhy, jež se spontánně rozšiřují přírodními mechanismy z jejich přirozených stanovišť periodicky či neperiodicky na krátká období, jakými jsou např. migrující druhy hmyzu (Šefrová a Laštůvka, 2005).

Podle trvání a charakteru výskytu Šefrová a Laštůvka (2005) rozdělují nepůvodní druhy do pěti kategorií:

První kategorií jsou eusynantropní druhy, které jsou po introdukci schopny přežít po krátkou dobu a rozmnožovat se pouze uvnitř budov, skleníků a jiných vyhřívaných objektech. Tyto druhy postupně mizí, jsou likvidovány nebo na takových místech vytváří dlouhodobé populace. Je pravděpodobné, že jsou rozšiřovány člověkem.

Druhou kategorií tvoří běžné nepůvodní druhy, jejichž zástupci utekli nebo byli vypuštěni do volné přírody člověkem. Jsou schopni vytvářet krátkodobé populace a poté opět vymizet. Tato skupina nezahrnuje jedince, jež utekli ze zajetí, a introdukované jedince člověkem, kteří se dále nerozmnožovali.

Do třetí kategorie zařazujeme zdomácnělé neinvazivní druhy produkující dlouhodobé populace ve venkovním prostředí. Zástupci této kategorie osidlují vhodné prostředí, dále se nerozšiřují vůbec, popřípadě jen do blízkého okolí oblasti, do něž jsou introdukováni.

Čtvrtou kategorií označujeme zdomácnělé, tzv. post-invazivní druhy. Ty v minulosti osídlily určité teritorium na hostitelské rostlině, jsou zcela zdomácnělé a jejich rozšíření se v průběhu času víceméně nemění. U těchto druhů není dokázané, zda se rozšířily se svým hostitelem okamžitě, či až po určité době. Mnoho druhů (např. klíněnka platanová, *Phyllonorycter platani* (Staudinger, 1870)) se pravděpodobně rozšířilo po svém hostiteli s časovým zpožděním, což by mohlo nasvědčovat účasti i jiných faktorů při invazi podobných druhů.

Pátá kategorie představuje část zdomácnělých druhů, které na místě introdukce nezůstávají, ale rozšiřují se z něj do teritorií různých velikostí. Vzdálenost k teritoriu, jež zástupci této skupiny překonávají, čítá ročně až stovky kilometrů, např. u klíněnky jírovcové (*Cameraria ohridella* Deschka a Dimic, 1986) se jedná o přibližně 50 km za rok.

3.7.1 Nepůvodní druhy žížal v ČR

Mezi nepůvodní druhy žížal vyskytující se v České republice patří například: *Dendrobaena hortensis* (Michaelsen, 1889), *Dendrobaena veneta* (Rosa, 1886), *Eisenia andrei* Bouché, 1972.

Dendrobaena hortensis

Dešťovka evropská (*Dendrobaena hortensis*) je mediteránní žížala. V České republice je její výskyt zaznamenán pouze z botanické zahrady v Praze (v kompostech) a na soukromé zahradě ve Vrchlabí. Jako nepůvodní se vyskytuje kromě ČR i např. na Slovensku, v Německu, Maďarsku a Velké Británii. Lze ji nalézt i v Indii, USA a Argentině. V žádné z těchto zemí se dále nerozšiřuje (Mlíkovský a Stýblo, 2006; Pižl, 2002).

Dendrobaena veneta

Tento druh patří mezi nepůvodní druhy žížal v ČR. V ČR byla *Dendrobaena veneta* objevena v botanické zahradě v Praze a v parku v Brně. Také patří ke druhům chovaným ve vermikulturách. Z vermikompostů může být cíleně či omylem zavlečena na další místa v České republice. Dále se jako nepůvodní vyskytuje ve střední Evropě a USA (Mlíkovský a Stýblo, 2006).

Eisenia andrei

Žížala kalifornská (*Eisenia andrei*) patří mezi kosmopolitně rozšířený druh, v ČR se řadí k nepůvodním žížalám. U nás se vyskytuje pouze synantropně v kompostech a hnoji (Pižl, 2002). *Eisenia andrei* patří k nejvíce chovaným druhům ve vermikompostech. Její spontánní šíření je vyloučeno, ale mnoho laiků se pokoušelo o introdukci kalifornské žížaly do agroekosystémů, kde ovšem není schopna dlouhodobě přežít (Mlíkovský a Stýblo, 2006).

3.7.2 Mapování a monitoring druhů

Mapování a monitoring jsou dva rozdílné pojmy. Současné rozšíření druhů na daném území získané zpravidla jednorázovou akcí je tzv. mapování druhů, jehož cílem je stanovit celkovou velikost a rozšíření populace na určitém území. Ať už máme na mysli stát, region či malé území. Určuje tedy, zda se daný druh na daném území vyskytuje či nikoliv, eventuálně v jaké hustotě. Monitoring zahrnuje dlouhodobé a opakované sledování stavu populací, které ve výsledku mohou, ale také nemusí vést k mapám rozšíření. Monitoring má za úkol zjistit změny v rozšíření či v kvalitativních parametrech populace (velikost,

rozšiřování areálu druhu). Mapování a monitoring slouží též k sledování výskytu nepůvodních druhů (Pergl a kol., 2016).

3.7.3 Invazivní druhy žížal

Druhy žížal, které jsou v Evropě původní, způsobují jinde na světě velké problémy. Typickým zástupcem je běžný evropský druh žížala obecná (*Lumbricus terrestris*), která ovlivňuje fyzikální a biotické vlastnosti půdy, hustotu osídlení půdy ostatními bezobratlými a složení rostlinné populace. Jedince tohoto druhu řadíme mezi anektické druhy. Žížala obecná pomáhá dekompozici půdy, neboli rozložení organické hmoty na menší částice, díky čemuž mohou mikroorganismy tyto částice dále rozkládat (Klein et al., 2017; Reynolds, 1994). Žížala obecná se živí zbytky listů různých rostlin a je tolerantní vůči širokému rozmezí klimatických podmínek i jiných parametrů životního prostředí, jakými je například struktura, ruch či znečištění oblasti, ve které žijí, což také souvisí s potenciálem se rozšiřovat do nových oblastí (Klein et al., 2017). Nejznámějším příkladem je osídlení Severní Ameriky evropskými druhy žížal. Invaze evropských druhů žížal se na území Severní Ameriky začaly objevovat již v 17. století během osidlování Evropany, kteří zde založili první kolonie. Tyto invaze mohou částečně ovlivňovat mnoho ekosystémů v Kanadě a v severní části USA, kde se původně žížaly vůbec nevyskytovaly (Schlaghamerský, 2015).

V posledních několika stovkách let se žížala obecná rychle rozšířila téměř po celém území Severní Ameriky, s výjimkou oblasti Velkých planin a států kolem Mexického zálivu. Aktivní rozšiřování tohoto druhu je však velmi omezené, proto se jejich populace autonomně rozšiřuje velmi pomalu (Klein et al., 2017).

Žížaly byly dlouho označovány za skupinu organismů schopnou řídit úroveň ekosystému díky jejich vlivu na rozklad půdy a dynamiku živin v půdě obsažených. Jelikož se žížaly živí velkým množstvím zbytků listů a jiného opadu, mohou mít evropské invazivní žížaly na změnu ekosystémů v Severní Americe velký vliv (Hale et al., 2005).

Již v minulém století během osidlování Evropany začaly např. v oblasti Velkých jezer, v severní části Nové Anglie či na jihu Kanady probíhat invaze evropských druhů žížal, ovšem na intenzitě nabraly až během posledních několika desítek let díky rozšíření rekreačního rybářského průmyslu. Jelikož se v zalesněné oblasti Velkých jezer nachází mnoho jezer užívaných k rybaření, stalo se toto území díky úmyslnému vysazování nepůvodních druhů žížal do přírody významným centrem nepůvodních druhů a zdrojem jejich dalšího šíření (Klein et al., 2017; Schlaghamerský, 2015).

V jižní oblasti státu Minnesota, kde je lidská činnost nejintenzivnější po nejdelsí dobu, jsou téměř všechny lesy zamořené invazivními druhy. Na rozdíl od toho v severní části Minnesoty žádné invaze žížal v mnoha lesích neprobíhají nebo jsou teprve ve svých počátcích (Hale et al., 2005).

4 Materiál a metody

4.1 Popis lokality

Experiment byl proveden v okolí Hostivařské přehrady (vodní nádrž Hostivař) ležící na jihovýchodním okraji hlavního města Prahy. Jedná se o největší vodní plochu na území Prahy o rozloze cca 42 ha, v letních měsících je v důsledku menšího množství vody rozloha cca 35 ha. Maximální hloubka nádrže je 12 m. Nádrž je dvakrát esovitě zakřivená. Na levém břehu hráze se nachází koupaliště a sportoviště. Pravý břeh lemuje stezka pro pěší i cyklisty (Štampachová, 2006). Zde probíhal i sběr žížal a shromažďování dat v terénu s rybáři, kteří jsou rozmístěni po celém pravém břehu Hostivařské přehrady.

4.2 Metodika sběru dat

Součástí mé bakalářské práce bylo shromáždit co nejvíce informací a dat od dotazovaných respondentů, kteří se zabývají sportovním rybařením. Sběr dat probíhal dvěma způsoby a to teoreticky formou dotazníku a prakticky (fyzicky) sběrem žížal.

4.2.1 Teoretický sběr dat

K získání objektivních dat byl vytvořen krátký dotazník (viz příloha č. 1). Dotazník obsahuje třináct uzavřených a polootevřených otázek. U prvních tří otázek jsem zjišťovala obecné informace, které sloužily ke klasickému uvedení dotazníku. Následující otázky se již plně týkaly tématu rybaření a zvolené odpovědi na tyto otázky poskytují přesné informace důležité pro tuto bakalářskou práci. V první fázi šetření byl dotazník vložen na portál www.vyplnto.cz. Průzkum na této internetové stránce probíhal od 28. 5. 2016 – 16. 6. 2016, za tuto dobu byly shromážděny odpovědi od 304 respondentů. Druhá fáze průzkumu probíhala v terénu na Hostivařské přehradě, kde jsem pomocí otázek z dotazníku zjišťovala důležité informace u místních rybářů. V terénu se mnou spolupracovalo 42 rybářů. Průzkum probíhal pět dní, vždy jsem zvolila jinou část dne, aby zastoupení rybářů bylo co nejpestřejší a byly zastoupeny všechny věkové kategorie.

Cílem celého dotazníku bylo zjistit, jestli rybáři používají žížaly jako návnadu a pokud ano, tak jaký druh a jestli po skončení rybaření ponechávají žížaly na místě. Tímto způsobem jsem zjišťovala, zda je možné, aby se na Hostivařské přehradě vyskytovaly nepůvodní druhy žížal, které tam rybáři vypustili, či nikoliv.

4.2.2 Praktický sběr žížal

Sběr žížal probíhal na Hostivařské přehradě v Praze v termínu na začátku září roku 2016. Při průzkumu byl postupně prozkoumán celý pravý břeh přehrady. Žížaly byly získávány pomocí ručního sběru s důrazem na rozbor hrabanky a vrchních vrstev půdy. Získaní jedinci byli ihned usmrceni v roztoku ethanolu (70%) a následně byl materiál převezen do laboratoře ČZU v Praze, kde probíhal ruční rozbor sesbíraných jedinců a jejich následná identifikace.

Jedinci byli determinováni do druhů pomocí morfologických charakteristik a podle klíčů uvedených v pracích Pižla (2002) a Sims a Gerard (1999). Současně byl každý jedinec vážen a byla tak stanovena biomasa (bez vyláčení).

4.3 Metodika hodnocení

Součástí práce je také stanovení míry možného etablování vybraných druhů žížal v podmínkách ČR. Pro toto hodnocení bylo vybráno pět druhů žížal (Tabulka 1), které jsou ve větší míře produkovány komerčně ať už přímo pro potřeby rybářů jako nástrahy, nebo ve formě populací pro zakládání domácích kompostů. Ve všech případech se jedná o druhy, které se rychle množí a jsou v závislosti na podmínkách prostředí schopny za relativně krátký čas výrazně zvětšit svůj areál rozšíření (r-stratégové).

Tabulka 1: Vybrané druhy žížal a jejich stručný popis

Druh	Původní areál rozšíření	Obecné informace	Ekologie
<i>Perionyx excavatus</i>	Indie, Malajsie, Filipíny, Austrálie, J. Amerika	tropický druh	epigeický druh
<i>Eudrilus eugeniae</i>	tropická Afrika	tropický druh	hojně chován v USA a Kanadě jako nástraha
<i>Eisenia fetida</i>	všechny kontinenty kromě Antarktidy	kosmopolitní druh	epigeický druh, hojně v kompostech
<i>Eisenia andrei</i>	všude, pouze jako synantropní prvek	kosmopolitní druh	druh vyskytující se v kompostech
<i>Dendrobaena veneta</i>	od Kaspického moře přes Kavkaz, Balkán, Itálii až do Španělska	jihoevropský druh	epigeický druh, žijící v kompostech

Pro posouzení možnosti etablování druhu v ČR byl využit program Climatch (Australian Bureau of Rural Sciences, 2008). Jako „source region“ se v programu Climatch označuje na topografické mapě oblast původního výskytu vybraného druhu. Jako „target region“ se zvolí na topografické mapě cílová oblast, v tomto případě Česká republika.

V „source“ i „target“ (ČR) regionu jsme vybírali stanice z nižších nadmořských výšek, vynechali jsme stanice z horských oblastí, aby nedošlo ke zkreslení výsledné shody. Po zvolení zdrojové a cílové oblasti program následně vyhodnotí skóre, s jakou pravděpodobností se může daný druh v České republice etablovat.

Skóre nabývá hodnot 0 – 10, když je skóre 0, tak je velice malá pravděpodobnost, že se daný druh v cílové oblasti etabluje. U skóre 10 je naopak možnost etablování daného druhu velice vysoká. Pro lepší a srozumitelnější interpretaci výsledků bylo skóre rozděleno do tří kategorií (viz Tabulka 2).

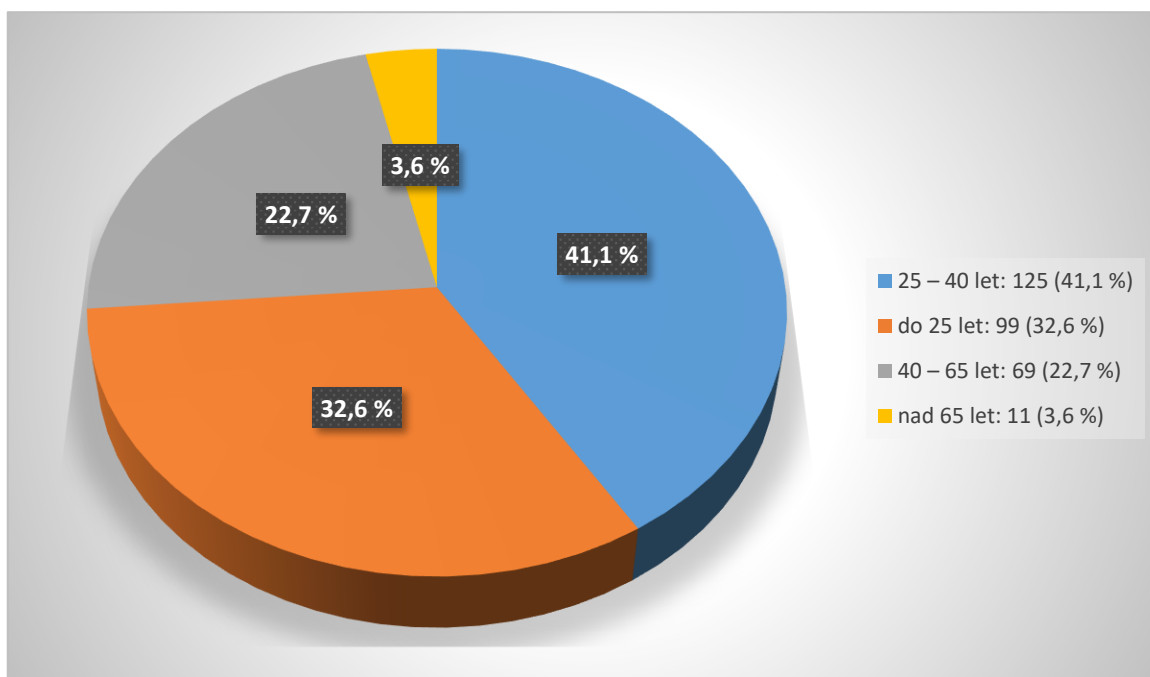
Tabulka 2: Možnost etablování vybraného druhu

Climatch skóre	Možnost etablování druhu
0 – 3	Nízká
3 – 6	Možná
6 – 10	velmi pravděpodobná

5 Výsledky

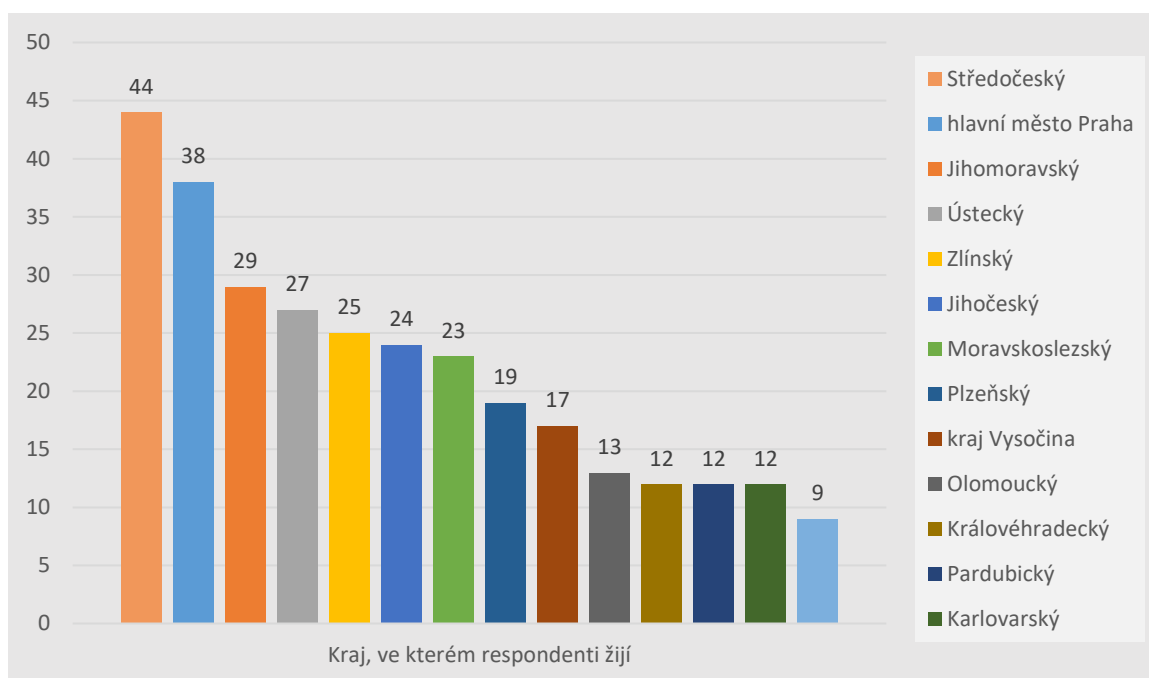
5.1 Výsledky internetového dotazníku

Na webu www.vyplnto.cz dotazník vyplnilo 304 osob, z toho 242 mužů a 62 žen. Nejčastější věkové zastoupení dotazovaných bylo v rozmezí 25 – 40 let (41,1 %), další nejvíce zastoupené věkové skupiny jsou do 25 let (32,6 %) a 40 – 65 let (22,7 %). Pouze 3,7 % respondentů spadalo do věkové skupiny starších 65 let. Věkové kategorie jsou znázorněny v Grafu 1.



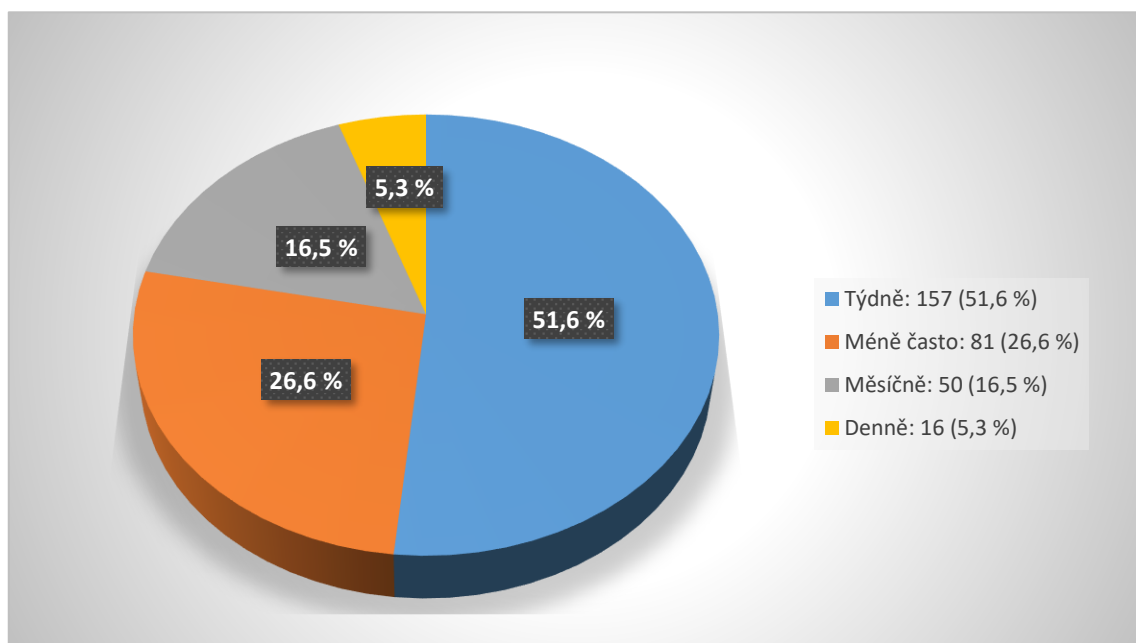
Graf 1: Věkové kategorie respondentů

Z celkového počtu 304 respondentů, pochází 44 ze středočeského kraje. Dalších 38 z hlavního města Prahy. Dále 29 z jihomoravského a 27 z ústeckého kraje. Všechny kraje s počty respondentů jsou uvedeny v Grafu 2.



Graf 2: Místo bydliště (kraj) respondentů

Z výsledků dotazníku vyplývá, že v rybářské sezóně alespoň jednou týdně chodí rybařit více jak polovina rybářů. Méně než jednou měsíčně chodí chytat ryby čtvrtina účastníků dotazníku, dalších 16,5 % chodí rybařit alespoň jednou měsíčně. Denního rybaření se zúčastní pouze 5,3 % respondentů. V Grafu 3 je procentuální vyjádření četnosti rybaření respondentů.

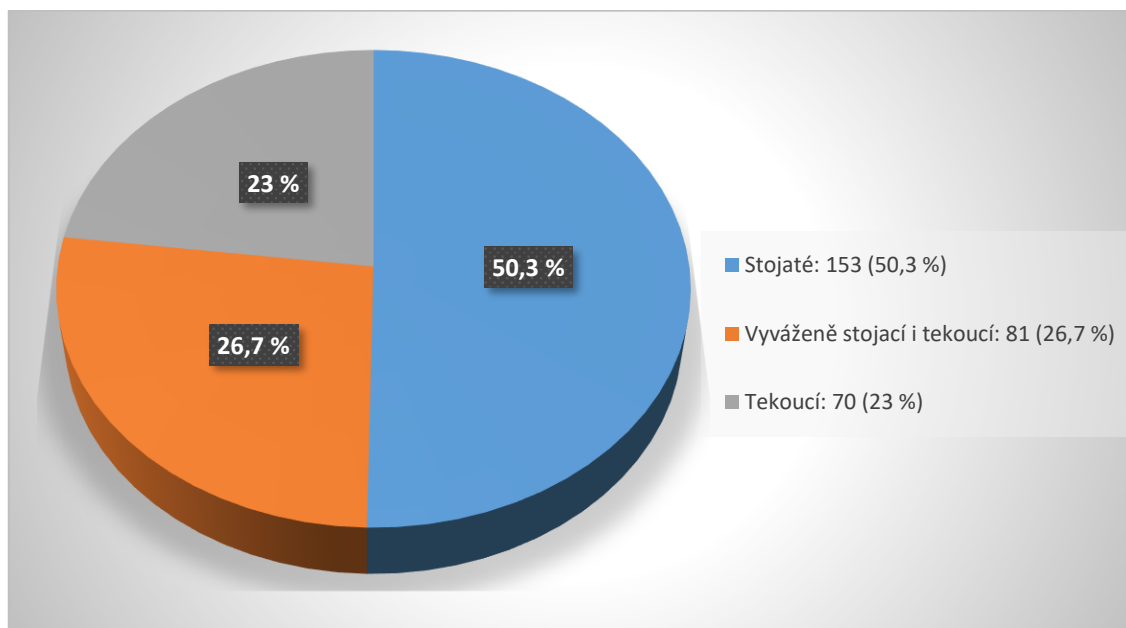


Graf 3: Četnost rybaření respondentů v rybářské sezóně

Z průzkumu vyplývá, že nejčastěji lovené ryby jsou z čeledi kaprovitých (kapr, lín). Odpovědělo tak 65,5 % dotazovaných. Jen necelá pětina (18,8 %) respondentů loví nejčastěji

dravé ryby (štika, candát, okoun) a dalších 9,6 % rybářů dává přednost rybám z čeledi lososovitých (losos, pstruh, lipan). Ostatní odpovědi už nejsou nikterak procentuálně vysoké, jednalo se o druhy ryb, které mohli vyplňující sami vpisovat do dotazníku. Mezi těmito odpověďmi se vyskytoval nejčastěji sumec, cejn či například tloušť.

Podle shromážděných dat z dotazníku rybáři preferují stojaté vody oproti tekoucím, vyváženě stojací i tekoucí navštěvuje čtvrtina respondentů, podobně jako pouze tekoucí vody (Graf 4).

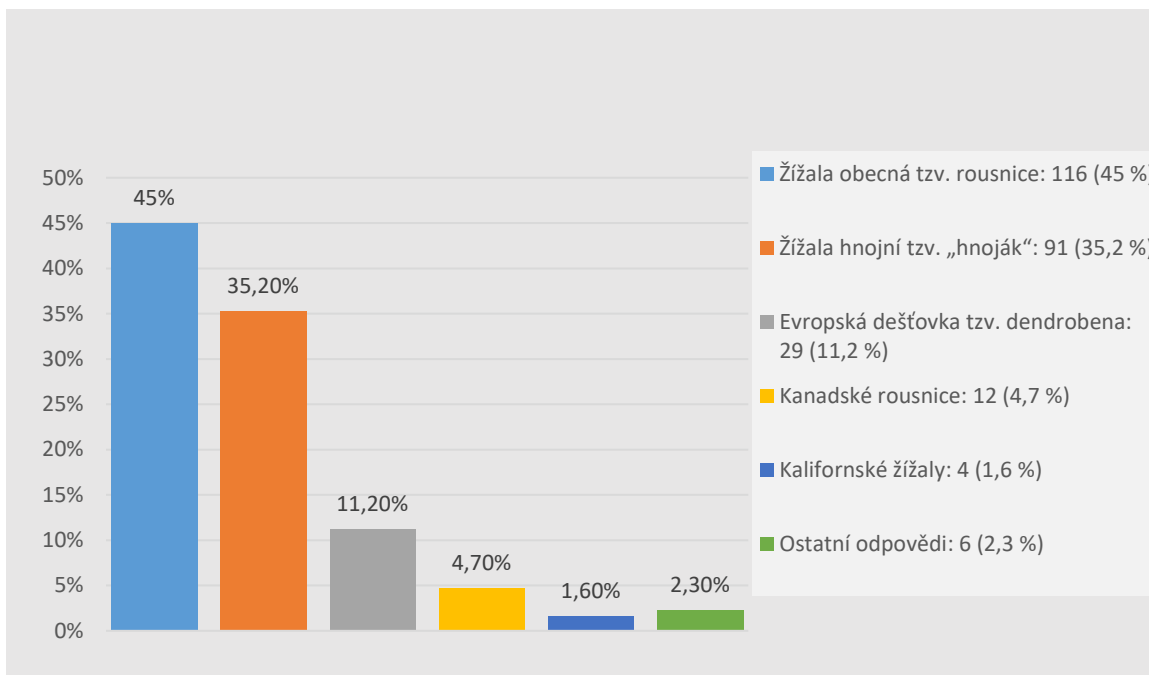


Graf 4: Oblíbenost stojatých a tekoucích vod

U otázky jaký typ návnady/nástrahy používají rybáři nejčastěji, bylo v dotazníku umožněno zaškrtnout jednu nebo více možností či volně do dotazníku dopsat své návnady/nástrahy, které nebyly na výběr. Celkem bylo shromážděno 632 odpovědí, v průměru tedy každý dotazovaný vybral dvě možnosti či nějakou odpověď doplnil. Nejvíce dotazujících (117) zvolilo jako používanou nástrahu žížaly. Masní červi, třpytky a gumové návnady jsou také oblíbenou nástrahou rybářů (94, 52 a 44 odpovědí). Mezi další preferované návnady patří boilies (109) a pečivo (100), těstoviny (39) a kukuřice (15 dotazovaných). Další odpovědi se již vyskytovaly s minimální četností. Mezi tyto odpovědi patří například pelety a mušky.

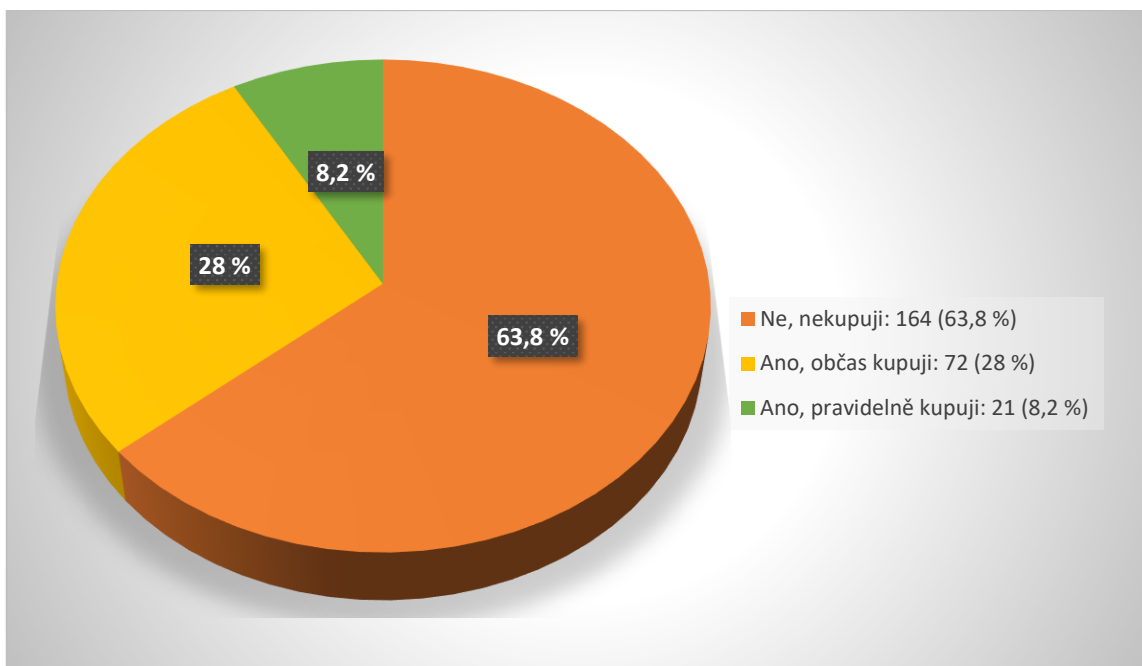
Další otázky byly cílené již přímo na žížaly a na nejčastěji používané druhy. Z nashromážděných dat vyplývá, že 51,3 % respondentů používá jako nástrahy žížaly, pouze příležitostně využívá žížaly 32,9 %. A jen 15,8 % dotazovaných žížaly jako nástrahu nepoužívá vůbec.

Žížala obecná (tzv. rousnice) patří u rybářů-respondentů dotazníku k nejvíce používaným. Nejraději ji používá 45 % respondentů. Mezi další preferovaný druh patří žížala hnojní (tzv. „hnoják“), té dává přednost 35,2 % vyplňovatelů. Evropská dešťovka tzv. dendrobena 11,2 %. Dvanáct dotazovaných (4,7 %) má nejraději kanadské rousnice, kalifornské žížaly jsou oblíbeným druhem u čtyř (1,6 %) rybářů. Procentuální zastoupení jednotlivých druhů je uvedeno v Grafu 5.



Graf 5: Oblíbené druhy žížal

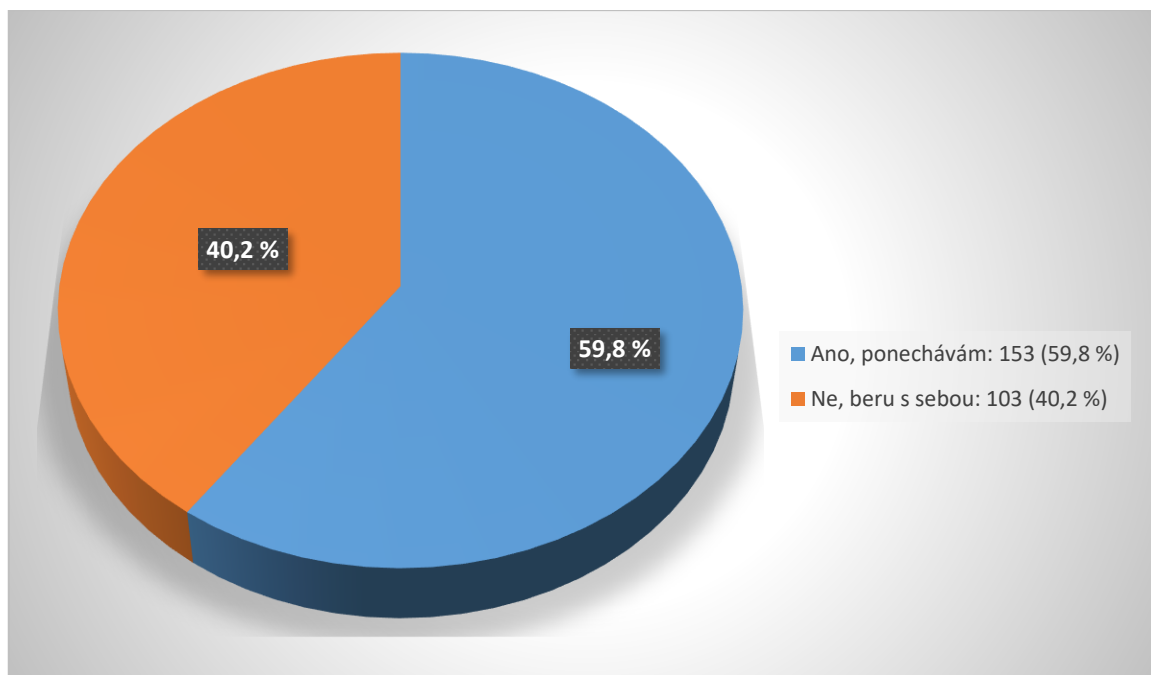
Z průzkumu vyplývá, že většina respondentů, kteří používají jako nástrahy žížaly, nenakupuje žížaly v rybářských potřebách nebo internetovém obchodě, ale obstarává si je svépomocí. Ostatní z dotazovaných si koupí žížaly v rybářských potřebách či v e-shopu, menší procento nakupuje žížaly pravidelně (Graf 6).



Graf 6: Kupujete žížaly v rybářských potřebách nebo v e-shopu?

Pokud respondent zvolil, že kupuje žížaly pravidelně nebo alespoň občas, měl možnost odpovědět na následující otázku týkající se konkrétních druhů (viz otázka 11, Příloha 1). U této otázky zvolilo jednu nebo více z pevně daných odpovědí celkem 93 respondentů (nakupují žížaly). Někteří z nich zvolili dvě nebo více odpovědí, celkem se u této otázky shromáždilo 122 odpovědí. K nejvíce kupovaným žížalám patří žížala obecná (36,9 %), dále žížala hnojní (25,4 %). Evropskou dešťovku nejraději nakupuje 16,4 % dotazovaných. Nákup kanadských rousnic preferuje 13,1 % a nákup kalifornských žížal 5,7 % respondentů. Africká dešťovka patří k nejméně nakupovaným žížalám, upřednostňuje ji jen 2,5 % kupujících. Kanadské rousnice, kalifornské žížaly a africké dešťovky patří k nepůvodním druhům v ČR.

Více než polovina respondentů používající žížaly jako nástrahu ponechává zbylé žížaly v místě rybaření, ostatní z dotazovaných si zbylé žížaly bere s sebou domů pro další užití (Graf 7).



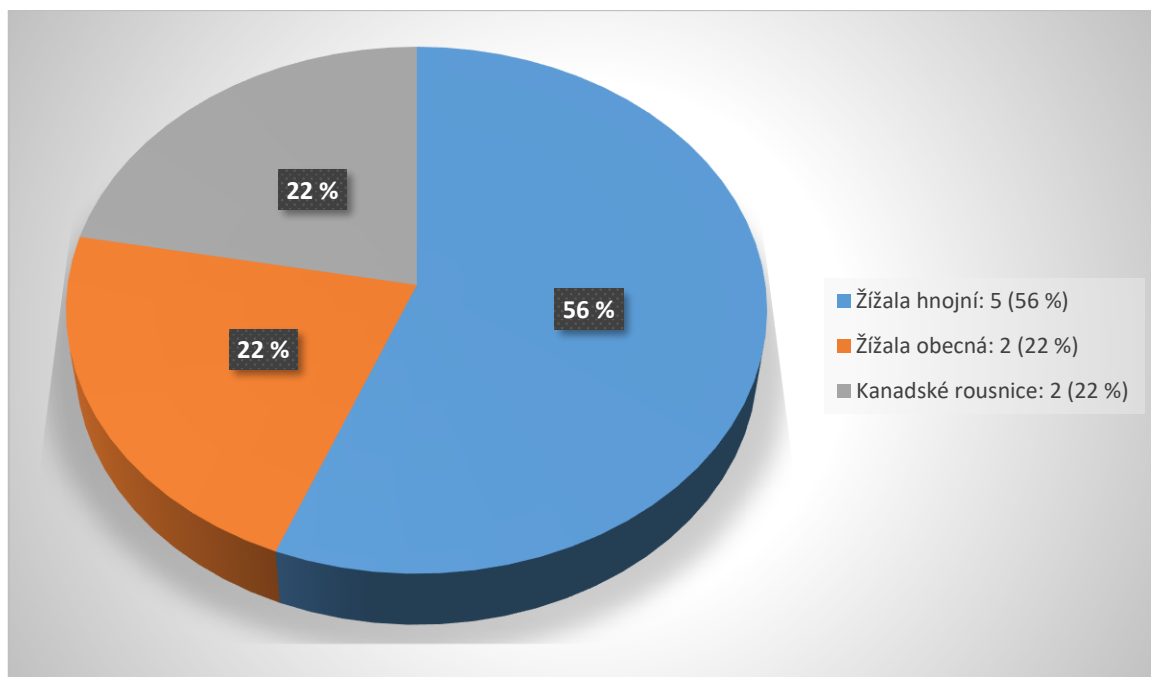
Graf 7: Ponechání zbylých žížal v místě rybaření

Předmětem průzkumu BP byla Hostivařská přehrada, avšak z celkového počtu 304 respondentů internetového dotazníku pouze pět (1,6 %) odpovědělo, že chodí rybařit k vodní nádrži Hostivař. Zbylých 299 (98,4 %) rybařit k Hostivařské přehradě nechodí. Proto byl do šetření zařazen i terénní průzkum mezi rybáři, kteří přímo na Hostivařské přehradě rybaří.

5.2 Výsledky z terénního průzkumu

V terénu se mnou spolupracovalo 42 rybářů. Z mého ranního průzkumu osm dotazovaných rybářů žížaly jako nástrahu k lovu ryb nepoužívá. Tito rybáři tvrdí, že ve vodní nádrži Hostivař je velké množství malých ryb. Malé ryby žížaly pouze okusují a znemožňují tak chycení větších ryb, proto někteří dotazovaní využívají raději jiný typ nástrahy/návnady (pečivo, těstoviny, kukuřice). Pravidelně nebo alespoň občas používá žížaly jako nástrahu při rybaření 27 rybářů.

Na otázku zda si žížaly kupují či získávají svépomocí, 2/3 respondentů odpovědělo, že žížaly získává svépomocí a zbylá 1/3 dotazovaných žížaly kupuje v rybářských potřebách či v internetovém obchodě. Většina kupujících preferuje původní druhy žížal (žížala obecná, žížala hnojní). Pouze dva dotazovaní upřednostňují kanadské rousnice (nepůvodní druh v ČR). Procentuální zastoupení jednotlivých druhů je zobrazeno v Grafu 8.



Graf 8: Preferované druhy žížal v rybářských potřebách a e-shopu

Zbylé žížaly po skončení rybaření ponechá na místě 16 z 27 dotazovaných. Zbýlých 11 rybářů si bere žížaly s sebou domů pro další užití. Občas se rozhodují dle množství žížal, které jim zbylo a také podle toho, zda mají v následujících dnech naplánované další rybaření.

5.3 Etablování vybraných druhů v ČR na základě topografické mapy

Potenciální riziko bylo vyhodnoceno pomocí programu Climatch u pěti vybraných druhů (*Perionyx excavatus* Perrier, 1872, *Eudrilus eugeniae* (Kinberg, 1867), *Eisenia fetida*, *Eisenia andrei*, *Dendrobaena veneta*). Tyto vybrané druhy se řadí k r-stratégům. Pižl (2002) uvádí, že r-stratégové kladou důraz na rozmnožování, velké množství potomků, rychle se šíří a mají vysokou úmrtnost. Vybrané druhy jsou ve větší míře produkovány i komerčně (jako nástrahy, do kompostů).

Perionyx excavatus

Jako „source region“ byla označena Indie, ve které se *Perionyx excavatus* běžně vyskytuje. Jako „target region“ byla vybrána Česká republika, kde tento druh není původní. Z výsledků skóre vyplývá, že pravděpodobnost etablování *Perionyx excavatus* v ČR je minimální. Výsledné skóre 0 – 1 = malá šance etablování (Tabulka 3).

Tabulka 3: Možnost etablování *Perionyx excavatus* v ČR

Skóre	Počet
0	6
1	1
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0
10	0

Eudrilus eugeniae

Eudrilus eugeniae má původní areál výskytu v tropické Africe. V programu Climatch byla jako „source region“ nastaveno Mali, které spadá do tropické Afriky. Jako cílovou oblast jsem označila Českou republiku. Možnost etablování *Eudrilus eugeniae* v ČR je dle výsledků nulová. Výsledné skóre 0 = malá šance etablování (Tabulka 4).

Tabulka 4: Možnost etablování *Eudrilus eugeniae* v ČR

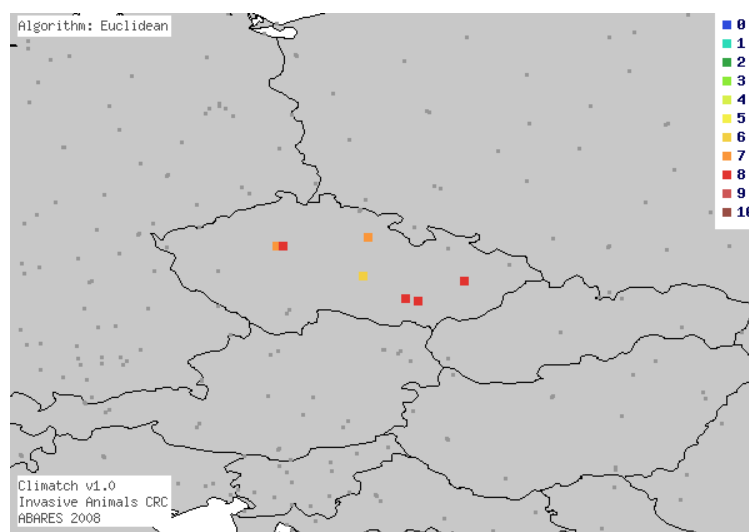
Skóre	Počet
0	7
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0
10	0

Eisenia fetida

Eisenia fetida je kosmopolitní druh vyskytující se na všech kontinentech kromě Antarktidy. Jako „source region“ jsem v programu vybrala Francii, která je podle Pižla (2002) označena jako terra typica. Program vyhodnotil žížalu hnojní jako druh s vysokou šancí etablování v ČR. Výsledné skóre 6 – 8 = vysoká šance etablování (Tabulka 5). Výsledné vysoké skóre není překvapivé, výskyt tohoto druhu již v minulosti popsal Pižl (2002).

Tabulka 5: Možnost etablování *Eisenia fetida* v ČR

Skóre	Počet
0	0
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	1
7	2
8	4
9	0
10	0



Obrázek 2: Vyhodnocení cílové oblasti (ČR)

Eisenia andrei

Eisenia andrei je kosmopolitní druh vyskytující se synantropně v kompostech (Pižl, 2002). Jako „source region“ jsem v programu vyznačila Francii, která je stejně jako u *Eisenia fetida* terra typica i pro tento druh (Pižl, 2002). Z výsledků vyplývá, že šance etablování v ČR je vysoká. Pižl (2002) uvádí, že se *Eisenia andrei* vyskytuje v České republice pouze v kompostech. Výsledné skóre 6 – 8 = vysoká šance etablování (Tabulka 6).

Tabulka 6: Možnost etablování *Eisenia andrei* v ČR

Skóre	Počet
0	0
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	1
7	2
8	4
9	0
10	0

Dendrobaena veneta

Tento druh je původní v jižní Evropě. Jako „source region“ jsem tedy vyznačila Itálii. Pižl (2002) Z výsledků vyplývá, že šance etablování v ČR je vysoká. Pižl (2002) uvádí, že se na našem území *Dendrobaena veneta* vyskytla pouze v Praze a v Brně, na dalších místech je chována pouze ve vermikulturách. Výsledné skóre ukazuje střední šanci na etablování (Tabulka 7).

Tabulka 7: Možnost etablování *Dendrobaena veneta* v ČR

Skóre	Počet
0	0
1	0
2	0
3	0

4	2
5	2
6	3
7	0
8	0
9	0
10	0

5.4 Výsledky praktického sběru žížal

Ručním sběrem bylo získáno 58 jedinců (celková biomasa 9,8 g). Z celkového počtu získaných žížal bylo 40 juvenilních a 18 s již vyvinutými pohlavními znaky (adultní nebo subadultní). V laboratoři ČZU bylo podle určovacích klíčů (Pižl, 2002; Sims a Gerard, 1999) determinováno celkem 5 druhů žížal (Tabulka 8). Všechny druhy patří k původním druhům ČR. Byly nalezeny tyto druhy: *Aporrectodea caliginosa* (34), *Dendrobaena octoedra* (2), *Lumbricus castaneus* (Savigny, 1826) (6), *Lumbricus rubellus* (11), *Octolasion lacteum* (3). Dva jedinci se řadí k rodu *Lumbricus*, ale jejich druhové zařazení není jednoznačně určené. Všichni tito jedinci patří k zcela běžným druhům žížal, které se vyskytují na celém území České republiky (Pižl, 2002). Průměrná biomasa (bez vyláčení) u jednoho jedince činí 0,169 g.

Tabulka 8: Nalezené druhy žížal v lokalitě Hostivařské přehrady

Druh	Vývojové stádium			Průměrná biomasa [g]	Ekologie
	Juvenilní	Subadultní	Adultní		
<i>Aporrectodea caliginosa</i>	31	2	1	0,116	Endogeický
<i>Dendrobaena octoedra</i>	0	0	2	0,091	Epigeický
<i>Lumbricus castaneus</i>	1	2	3	0,168	Epigeický
<i>Lumbricus rubellus</i>	5	1	5	0,320	Epigeický
<i>Lumbricus sp.</i>	2	0	0	0,084	
<i>Octolasion lacrum</i>	1	0	2	0,335	Endogeický

6 Diskuse

Pečlivě sestavený dotazník poskytl důležitá data k této práci. Z výsledků dotazníku vyplývá, že dotazovaní rybáři nejraději používají jako nástrahu žížalu obecnou a žížalu hnojní a také tyto dva druhy patří k nejčastěji kupovaným žížalám v rybářských potřebách či v internetových obchodech. Většina respondentů z internetového dotazníku získává žížaly svépomocí, pouze 36,2 % dotazovaných žížaly kupuje. Oblíbenost těchto druhů u rybářů je způsobena i tím, že oba tyto druhy jsou dobře dostupné. Žížala hnojní se nachází v kompostech či v kupách hnoje, kde ji lze velmi jednoduše nalézt a následně použít jako nástrahu při rybaření. Autoři Pižl (2002) a Pommeresche a kol. (2010) potvrzují, že tyto druhy jsou hojně se vyskytující, a proto patří k nejvíce používaným nástrahám rybářů. Pouze menšina respondentů používá při rybaření kanadské rousnice a kalifornské žížaly, tyto druhy patří k nepůvodním druhům v ČR. Avšak Pižl (2002) uvádí, že i kalifornská žížala (*Eisenia andrei*) se vyskytuje v ČR, ale pouze synantropně v kompostech či hnoji. Tento druh patří mezi nejvhodnější a také k nejčastěji chovaným druhům ve vermikompostérech (Mlíkovský a Stýblo, 2006; Slejška, 1999). *Eisenia andrei* byla přivezena do Evropy v roce 1976 (Zajonc, 1992). Kalina (2004) zmiňuje, že v ČR se začaly kalifornské žížaly využívat k výrobě biohumusu od roku 1985. Samovolné šíření tohoto druhu mimo komposty či hnoje je vyloučeno (Mlíkovský a Stýblo, 2006).

Z přímého dotazování rybářů v okolí Hostivařské přehrady vyplývá, že pouze dva dotazovaní rybáři preferují kanadské rousnice, které pořizují v rybářských potřebách či v internetovém obchodě. Ostatní rybáři využívají jiné druhy zmíněné výše. Více než polovina rybářů ponechává zbylé žížaly v místě rybaření. Existuje tedy malá šance, že mezi ponechanými žížalami by se vyskytovaly i kanadské rousnice. Ruční rozbor sesbíraného materiálu na Hostivařské přehradě výskyt tohoto druhu nepotvrdil.

Programem Climatch bylo vyhodnoceno shodné skóre u druhů *Eisenia fetida* a *Eisenia andrei*. Z výsledků vyplývá, že možnost etablování těchto druhů v ČR je velmi vysoká. Tyto druhy jsou v Evropě zcela běžné (Pižl, 2002). Pommeresche a kol. (2010) sděluje, že oba tyto druhy (*Eisenia fetida* i *Eisenia andrei*) jsou ve větší míře závislé na prostředí vytvořené člověkem (komposty, hnoje), dále taktéž uvádí, že *Eisenia fetida* je v podmínkách ČR zcela běžná. Zajonc (1992) uvádí, že žížalu hnojní (*Eisenia fetida*) nalezneme v kompostech či hnojích téměř na všech kontinentech. Kosmopolitní rozšíření tohoto druhu potvrzuje i Pižl (2002) a Pommeresche a kol. (2010). Na základně výše citovaných autorů lze konstatovat, že vysoká možnost etablování těchto druhů v ČR nijak překvapivá.

V terénním výzkumu byly žížaly z Hostivařské přehrady získávány pomocí ručního sběru s důrazem na rozbor hrabanky a vrchních vrstev půdy. Celkem bylo ručním sběrem získáno 58 jedinců. Z výsledků vyplývá, že nejpočetněji zastoupeným nalezeným druhem je *Aporrectodea caliginosa* (34 jedinců). Vysoký výskyt tohoto druhu se shoduje s tvrzením Pommeresche a kol. (2010), který tvrdí že se *Aporrectodea caliginosa* pohybuje v horních vrstvách půdy a patří k běžně se vyskytujícím druhům v ČR. Toto tvrzení potvrzuje i Pižl (2002). Mezi další nalezené druhy patří *Dendrobaena octoedra* (2), *Lumbricus castaneus* (6), *Lumbricus rubellus* (11), *Octolasion lacteum* (3). Všechny tyto druhy patří k původním druhům v ČR a dle Pižla (2002) patří v naší republice mezi hojně vyskytované. Výskyt nepůvodního druhu žížal u vodní nádrže Hostivař se tedy nepotvrdil.

7 Závěr

Žížaly jsou významnou součástí půdy, rozkládají organickou hmotu a tvoří humus. Dále půdu prokypřují a svou aktivitou zvyšují její úrodnost.

Výskyt nepůvodních druhů žížal u vodní nádrže Hostivař se nepotvrdil. Žádný z pěti nalezených druhů (*Aporrectodea caliginosa*, *Dendrobaena octoedra*, *Lumbricus castaneus*, *Lumbricus rubellus*, *Octolasion lacteum*) se neřadí k nepůvodním druhům v ČR. Jmenované druhy patří k zcela běžně se vyskytujícím druhům na našem území a jejich nález není tedy nijak překvapivý (Pižl, 2002).

Z výsledků internetového dotazníku i z terénního průzkumu mezi rybáři je zřejmé, že dotazovaní respondenti-rybáři nejčastěji preferují jako nástrahu při rybaření žížalu obecnou a žížalu hnojní.

Pro posouzení možnosti etablování pěti vybraných druhů v ČR byl využit program Climatch (Australian Bureau of Rural Sciences, 2008). Z výsledků vyplývá, že pravděpodobnost etablování druhů *Perionyx excavatus* a *Eudrilus eugeniae* v České republice je velmi nízká. Výsledné skóre u druhu *Dendrobaena veneta* ukazuje střední šanci na etablování v ČR. Program vyhodnotil *Eisenia fetida* a *Eisenia andrei* jako druhy, které mají vysokou šanci etablovat se v našich podmínkách.

Rybaření na nástrahy je velmi oblíbeným sportem či rekreací pro celou řadu lidí – rybářů. Jak z výsledků této práce vyplývá, existují druhy, které mají velkou šanci v podmínkách ČR přežít a také se zde rozmnožovat a šířit. Jelikož se ale jedná o druhy nepůvodní pro naši krajinu, etablování a šíření takových druhů není žádoucí a mohlo by způsobit nemalé problémy, jaké vidíme např. u nepůvodních druhů ostatních bezobratlých živočichů i rostlin. V tomto směru by bylo vhodné nastavit nějakou formu osvěty pro rybáře, kteří takovýto typ nástrah využívají.

8 Seznam použité literatury

Australian Bureau of Rural Sciences. Climatch v.1.0. [online]. 2008. [cit. 2018-03-18].

Dostupné z <<http://data.daff.gov.au:8080/Climatch/climatch.jsp>>.

Bevelander, G., Nakahara, H. 1959. A histochemical and cytological study of the calciferous glands of *Lumbricus terrestris*. *Physiological zoology*. 32 (1). 40-46.

Briones, M. J. I., Morán, P., Posada, D. 2009. Are the sexual, somatic and genetic characters enough to solve nomenclatural problems in lumbricid taxonomy? *Soil biology and biochemistry*. 41 (11). 2257-2271.

Callaham Jr., M. A., Hendrix, P. F. 1997. Relative abundance and seasonal activity of earthworms (*Lumbricidae* and *Megascolecidae*) as determined by hand-sorting and formalin extraction in forest soils on the southern Appalachian Piedmont. *Soil biology and biochemistry*. Elsevier. 29 (3-4). 317-321.

Christy, A. M. V. 2014. *Vermitechnology*. MJP Publishers. p. 132. ISBN: 9788180942525.

Dominguez, J. 2004. Influence of environmental faktors on survival and growth of earthworms. in: Edwards, C. A. (ed): *Earthworms ekology*. Second edition. LLC Press. 407-410.

Edwards, C. A. 2004. *Earthworm ecology*. CRC Press. p. 456. ISBN: 978-0849318191.

Edwards, C. A., Bohlen, P. J. 1996. *Biology and ecology of earthworms*. Chapman a Hall. p. 426. ISBN: 0412561603.

Edwards, C. A., Lofty, J. R. 1977. *Biology of Earthworms*. Springer Science+Business Media Dordrecht. p. 334. ISBN: 9780412149405.

Eichinger, E., Bruckner, A., Stemmer, M. 2007. Earthworm expulsion by formalin has severe and lasting side effects on soil biota and plants. *Ecotoxicology and environmental safety*. 67 (2). 260-266.

Frouz, J., Poklopová, L. 2011. Darwin a žížaly. *Vesmír*. 90 (1). 48-49.

Guild, B. W. 1948. Studies on the relationship between earthworms and soil fertility. *Annals of applied biology*. 35 (2). 181-192.

- Gunn, A. 1992. The use of mustard to estimate earthworm populations. *Pedobiologia*. 36 (2). 65-67.
- Hale, C. M., Frelich, L. E., Reich, P. B. 2005. Exotic European earthworm invasion dynamics in northern hardwood forests of Minnesota, USA. *Ecological applications*. 15 (3). 848-860.
- Hanč, A., Plíva, P. 2013. *Vermikompostování bioodpadů (certifikovaná metoda)*. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. 35 s. ISBN: 9788021324220.
- Hendrix, P. F., Mueller, B. R., Bruce, R. R., Langdale, G. W., Parmelee, R. W. 1992. Abundance and distribution of earthworms in relation to land space factors on the Georgia Piedmont, USA. *Soil biology and biochemistry*. 24 (12). 1357-1361.
- Kalina, M. 2004. *Kompostování a péče o půdu*. Grada Publishing. Praha. 116 s. ISBN: 8024709074.
- Klein, A., Cameron, E. K., Heimbürger, B., Eisenhauer, N., Scheu, S., Schaefer, I. 2017. Changes in the genetic structure of an invasive earthworm species (*Lumbricus terrestris*, Lumbricidae) along an urban–rural gradient in North America. *Applied soil ecology*. 120. 265-272.
- Kratochvíl, J. 1966. *Použitá zoologie, Bezobratlí I*. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 409 s.
- Kula, E., Švarc, P. 2011. *Žížaly (Lumbricidae) lesních ekosystémů narušených imisemi a ovlivněných rekompensačním vápněním v Krušných horách*. Mendelova univerzita v Brně. Brno. 99 s. ISBN: 9788073754822.
- Lee, K. E. 1985. *Earthworms, their ecology and relationships with soils and land use*. Academic Press. p. 411. ISBN: 9780124408609
- Luthardt, V., Brauner, O., Dreger, F., Friedrich, S., Garbe, H., Hirsch, A. K., Kabus, T., Krüger, G., Mauersberger, H., Meisel, J., Schmidt, D., Täuscher, L., Vahrson, W. G., Witt, B., Zeidler, M. 2006. *Methodenkatalog zum monitoring – programm der ökosystemaren Umweltbeobachtung in den biosphärenreservaten Brandenburgs*. Brandenburg. Teil A p. 177; Teil B p. 134.

- Manchester, S. J., Bullock, J. M. 2000. The impacts of non-native species on UK biodiversity and the effectiveness of control. *Journal of applied ecology*. 37 (5). 845-864.
- Mlíkovský, J., Stýblo, P. 2006. *Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky*. Praha. 496 s. ISBN: 8086770176.
- Pižl, V. 2002. *Žížaly České republiky*. Sborník Přírodovědného klubu v Uherském Hradišti. 154 s. ISBN: 8086485048.
- Pergl, J., Dušek, J., Hošek, M., Knapp, M., Simon, O., Berchová, K., Bogdan, V., Černá, M., Poláková, S., Musil, J., Sádlo, J., Svobodová, J. 2016. *Metodiky mapování a monitoringu invazních (vybraných nepůvodních) druhů*. Botanický ústav AV ČR, Praha. 119 s.
- Pommeresche, R., Hansen, S., Løes, A. K., Sveistrup, T. 2010. *Žížaly a jejich význam pro zlepšování kvality půdy*. Olomouc: Bioinstitut. 24 s. ISBN: 9788087371022.
- Reynolds, J. W. 1994. Earthworms of the world. *Global Biodiversity*. 4 (1). 11-16.
- Römbke, J., Jänsch, S., Didden, W. 2005. The use of earthworms in ecological soil classification and assessment concepts. *Ecotoxicology and environmental safety*. 62 (2). 249-265.
- Schlaghamerský, J. 2015. Vliv invazí žížal na lesní ekosystémy Severní Ameriky. *Živa*. 5. 240-244.
- Schütz, K., Nagel, P., Dill, A., Scheu, S. 2008. Structure and functioning of earthworm communities in woodland flooding systems used for drinking water production. *Agriculture, ecosystems and environment*. 39 (3). 342-351.
- Sims, R. W., Gerard, B. M. 1999. Earthworms. In: Bernes, R. S. K., Crothers, J. H. (eds.): *Synopses of the British fauna (New series)*. Field studies council Shrewsbury. Shrewsbury. p. 169. ISBN: 9004075828.
- Slejška, A. 1999. Vermikompostování. *Regena*. 9 (5). 19 s.
- Smrž, J. 2013. *Základy biologie, ekologie a systému bezobratlých živočichů*. Karolinum. Praha. 192 s. ISBN: 9788024622583.

Springett, J. A. 1981. A new method for extracting earthworms from soil cores, with a comparison of four commonly used methods for estimating earthworm population. *Pedobiologia*. 21(3). 217-222.

Šefrová, H., Laštůvka, Z. 2005. Catalogue of alien animal species in the Czech Republic. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 53 (4). 151-170.

Štampachová, E. 2006. Jihoměstská příroda, vodní nádrž Hostivař. *Klíč*. 13 (6). 20.

Tomlin, A. D., Shipitalo, M. J., Edwards, W. M., Protz, R. 1995. Earthworms and their influence on soil structure and infiltration. Lewis Publisher. 159-183.

Tuf, I. H. 2013. *Praktika z půdní zoologie*. Univerzita Palackého. Olomouc. 92 s. ISBN: 9788024434797.

Vrba, V., Huleš, L. Humus - půda - rostlina (10) Způsoby aplikace kapalných humusových preparátů v polních podmínkách [online]. 18. února 2007 [cit. 2018-03-08]. Dostupné z <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/humus-puda-rostlina-10-zpusoby-aplikace-kapalnych-humusovych-preparatu-v-polnich-podminkach>>.

Zajonc, I. 1992. Chov žížal a výroba vermikompostu. Animapress. Čápor. 59 s. ISBN: 8085567075.

9 Přílohy

Příloha 1: Dotazník průzkumu této bakalářské práce.

Vážení respondenti,

chtěla bych Vás požádat o vyplnění krátkého anonymního dotazníku, který mi velmi pomůže k vypracování mé bakalářské práce. Dotazník je na téma rybaření.

1) Jste:

- a) Muž
- b) Žena

2) Věková kategorie:

- a) do 25
- b) 25-40
- c) 40-65
- d) nad 65

3) Z jakého jste kraje?

- a) Hlavní město Praha
- b) Středočeský
- c) Jihočeský
- d) Plzeňský
- e) Karlovarský
- f) Ústecký
- g) Liberecký
- h) Královéhradecký
- ch) Pardubický
- i) Olomoucký
- j) Moravskoslezský
- k) Jihomoravský
- l) Zlínský
- m) Kraj Vysočina

4) Jak často chodíte v sezóně rybařit?

- a) Denně
- b) Týdně
- c) Měsíčně
- d) Méně často

5) Jaké ryby nejčastěji lovíte?

- a) Dravci (štika, candát, okoun)
- b) Kaprovité (kapr, lín)
- c) Herbovoři (amur, tolstolobik)
- d) Lososovité (losos, pstruh, lipan apod.)
- e) Jiné (vypište):

6) Chodíte rybařit spíše na stojatých, nebo tekoucích vodách?

- a) Stojaté
- b) Tekoucí
- c) Vyváženě stojací i tekoucí

7) Jaký typ nástrahy / návnady používáte nejčastěji?

- a) Pečivo
- b) Těstoviny
- c) Žížaly
- d) Masní červi
- e) Boilies
- f) Třpytky
- g) Gumové návnady
- h) Jiné (vypište):

8) Používáte jako nástrahy / návnady žížaly?

- a) Ano
- b) Ne
- c) Jen příležitostně

9) Jaký druh nejraději používáte?

- a) Žížala hnojní tzv. „hnoják“
- b) Kalifornská žížala (*Eisenia andrei*)
- c) Evropská dešť'ovka tzv. *dendrobena*
- d) Žížala obecná tzv. rousnice
- e) Africká dešť'ovka (*Eudrilus*)
- f) Kanadské rousnice
- g) Jiné (vypište):

10) Kupujete žížaly v rybářských potřebách nebo v e-shopu?

- a) Ano pravidelně
- b) Ano občas
- c) Ne

11) Jaké druhy nakupujete?

- a) Žížala hnojní tzv. „hnoják“
- b) Kalifornská žížala (*Eisenia andrei*)
- c) Evropská dešť'ovka tzv. *dendrobena*
- d) Žížala obecná tzv. rousnice
- e) Africká dešť'ovka (*Eudrilus*)
- f) Kanadské rousnice
- g) Jiné (vypište):

12) Pokud Vám nějaké žížaly zbydou, ponecháváte je v místě rybaření, nebo si žížaly uložíte pro další použití?

- a) Ano, ponechávám
- b) Ne, беру s sebou

13) Chodíte rybařit k vodní nádrži Hostivař v Praze?

- a) Ano
- b) Ne