



Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
Katedra zoologie a rybářství

Společenstva žížal (Oligochaeta: Lumbricidae) v různých biotopech

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor práce: Lucie Andruchovičová

Vedoucí práce: prof. Ing. Langrová Iva, CSc.

Praha 2012

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Společenstva žížal (Oligochaeta: Lumbricidae) v různých biotopech vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v přiložené bibliografii.

V Praze dne:

Podpis:

Poděkování

Chtěla bych poděkovat prof. Ing. Ivě Langrové, CSc. za možnost psát práci pod jejím vedením a pomoc při výběru tématu. Dále chci poděkovat Ing. J. Hlavovi za odborné vedení a pomoc při zpracování bakalářské práce.

Souhrn

Cílem bakalářské práce na téma Společenstva žížal (Oligochaeta: Lumbricidae) v různých biotopech je popis žížal, které se vyskytují na půdách ovlivněných lidskou činností. Pro tuto práci jsem si zvolila lokality v okolí bývalé ocelárny Poldi v Kladně a lokality v okolí mého bydliště v obci Doksy u Kladna. Lokality v okolí bývalé ocelárny Poldi byly poškozeny výrobou a dopravou oceli a lokality v okolí obce Doksy jsou ovlivňovány zemědělskou činností a dopravou.

Má práce je zaměřena na žížaly, které jsou v mnoha výzkumech využívány jako biondikátoři v antropogenních půdách. Monitoringem jejich výskytu můžeme zjistit důležité informace o jejich společenstvech, stejně tak ale i o půdách, ve kterých žijí. Z hlediska kvality a prosperity půd je v našem zájmu je zachovat co největší druhovou rozmanitost půdních druhů a tím pádem i žížal. Nejčastější metodou pro výzkum žížal je ruční rozbor půdy v kombinaci s formaldehydovou extrakcí, která bývá nahrazována ekologičtější hořčičnou extrakcí. Pro vyhodnocení výsledků odběrů používáme indexy diversity, které umožňují porovnání zjištěných hodnot s budoucími odběry.

Pozorované lokality se nachází v oblasti s různým stupněm antropogenního zatížení, což ovlivňuje druhové složení žížalích společenstev. Intenzivní výroba oceli byla ukončena okolo roku 1989 a od té doby okolí areálu leží ladem. Nedošlo zde k žádné rekultivaci a tak v okolí areálu dochází k jeho samovolnému zarůstání vegetací. Zatímco doprava a zemědělská činnost se v okolí obce Doksy neustále rozvíjí.

Odebrané vzorky zahrnují 173 zástupců žížal, kteří byli zařazeni do 10 druhů. V lokalitách v oblasti bývalé ocelárny Poldi Kladno bylo odběrem získáno 87 jedinců a v lokalitách v okolí obce Doksy 86 jedinců. V okolí Poldi se nejhojněji vyskytoval druh *Octolasion lacteum* a v okolí obce Doksy to byly druhy *Allolobophora chlorotica* a *Octolasion lacteum*. Nejvíce žížal bylo nalezeno na poli v okolí obce Doksy a to 59 jedinců, naopak nulový výskyt žížal byl v lese v okolí obce Doksy.

Z dosažených výsledků vyplývá, že druhové a početní složení společenstev žížal záleží na prostředí, ve kterém se vyskytují.

Klíčová slova: půdní fauna, žížaly, půda, biota, ekosystém, antropogenní půda

Summary

The aim of this Bachelor thesis „Earthworm communities (Oligochaeta: Lumbricidae) in various habitats“ is a description of earthworms, which are present in soils affected by human activities. For this thesis I have chosen sites near the former Poldi Steel factory in Kladno and locations in my neighborhood in the village of Doksy near Kladno. Locations near the former Poldi steelworks were damaged and polluted by production and transportation of steel and locations around the village Doksy are influenced by agricultural activities and transportation services.

My thesis focuses on earthworms, which are used as bioindicators not only in anthropogenic soils. By the monitoring of their occurrence, we can find important information about their communities, as well as soil health and conditions. In terms of soil quality and prosperity there is our interest to preserve the greatest species diversity of soil types and thus earthworms. The most common method of sampling earthworms is a manual analysis of the soil substrates in combination with formaldehyde extraction, which could be replaced by mustard powder extraction. To evaluate obtained results of sampling we used diversity indices, which allow comparison of the values observed with future subscriptions.

The observed sites are located in areas with different anthropogenic load, which affects the species composition of earthworm communities. The intensive production of steel was stopped around 1989 and since that time the surrounding area has lain fallow. There is no reclamation so the area leads to its spontaneous vegetation overgrowing. While the transport and agricultural activities in the Doksy region develop constantly.

In total the samples include 173 representatives of earthworms, which were assigned to 10 species. In the locations of former Poldi Kladno steelworks 87 individuals were collected; 86 individuals were found in localities around the village of Doksy. In the vicinity of the most abundant Poldi occurred *Octolasion lacteum* and around the village Doksy *Allolobophora chlorotica* and *Octolasion lacteum*. Most earthworm individuals were found in the fields surrounding the village of Doksy (59 individuals) on the other hand there was no earthworm specimen in the woods near the village.

The obtained data indicate that the number of specimen and species composition of earthworm communities depends on the environment in which they occur.

Key words: soil fauna, earthworms, soil, biota, ecosystem, anthropogenic soil

Obsah

| | |
|--|----|
| 1. Úvod..... | 7 |
| 2. Cíl práce..... | 8 |
| 3. Literární rešerše..... | 9 |
| 3.1. Charakteristika půdy..... | 9 |
| 3.2. Žížaly..... | 11 |
| 3.2.1. Zařazení žížal do systému živočichů..... | 11 |
| 3.2.2. Morfologie žížal..... | 11 |
| 3.2.3. Biologie žížal..... | 14 |
| 3.2.3.1. Význam žížal pro kvalitu půdy a jejich vliv na úrodnost půdy..... | 15 |
| 3.2.3.2. Výskyt žížal v různých biotopech..... | 16 |
| 3.2.4. Druhy žížal nejčastěji se vyskytujících v ČR..... | 19 |
| 3.3. Metody sběru a konzervace žížal..... | 21 |
| 3.4. Metody hodnocení výsledků..... | 24 |
| 4. Materiál a metody..... | 26 |
| 4.1. Popis lokalit v okolí bývalé ocelárny Poldi Kladno..... | 26 |
| 4.2. Popis lokalit v okolí obce Doksy..... | 27 |
| 4.3. Vlastní postup odebrání vzorků žížal..... | 29 |
| 4.4. Metody hodnocení..... | 30 |
| 5. Výsledky..... | 31 |
| 5.1. Celkové výsledky obou lokalit..... | 31 |
| 5.2. Výsledky indexů diversity..... | 32 |
| 6. Diskuze..... | 33 |
| 7. Závěr..... | 34 |
| 8. Seznam literatury..... | 35 |

1. Úvod

Půda je jednou z hlavních složek krajiny a je to nejsvrchnější část zemského povrchu. V půdě žije spousta organismů vstupujících do různých procesů, a i když je nelze spatřit pouhým okem, zásadně ovlivňují svět kolem nás. V mé práci jsem se zaměřila na významné půdní živočichy- žížaly, bez kterých by půda nefungovala tím způsobem jak má. Žížaly vstupují do důležitých půdotvorných procesů, jako je provzdušňování půdy nebo zlepšování její infiltrační schopnosti, atd. Půdy narušené lidskou činností mohou být chudší, co se druhů žížal týče, ale většina druhů žížal se dobře adaptuje na nové půdní podmínky. Výskyt žížal v kontaminovaných půdách je předmětem studia, protože díky využití výsledků budeme moci přispět k ekologické obnově poničených biotopů. Významem žížal pro člověka se zabýval již Charles R. Darwin. Žížaly se využívají jako bioindikátoři prostředí a jejich nepřítomnost v půdě může znamenat, že došlo ke zhoršení půdních podmínek pro jejich život.

Území narušená výrobou oceli, zemědělstvím a dopravou jsou výrazně chudší na početnost a druhové složení společenstev žížal. Proto by se měla omezit technická opatření a činnosti, které narušují kvalitní činnost žížal v půdě.

2. Cíl práce

Cílem mé práce je sledování žížal, jejich ekologie a funkce v ekosystémech s různým stupněm zatížení lidskou činností. Pro tuto práci jsem si vybrala lokality v okolí bývalé ocelárny Poldi Kladno a lokality v okolí mého bydliště v obci Doksy. Vybrané lokality v okolí Poldi byly poškozeny rozsáhlou výrobou a dopravou oceli. Na vybrané lokality v okolí obce Doksy má hlavní vliv doprava a zemědělství. Na všech těchto zvolených lokalitách byl proveden odběr vzorků žížal. Získaná data byla použita pro vyhodnocení indexů diversity. Výsledné hodnoty mohou být použity při budoucím pozorování žížal v uvedených lokalitách s možností jejich porovnání.

3. Literární rešerše

3.1. Charakteristika půdy

Půda je nejčastěji definována jako nejsvrchnější část zemské kůry, která je tvořena směsí minerálních částic, odumřelé organické hmoty a živých organismů. Člení se vertikálně a její podloží je utvářeno ze zvětralin, minerálních nebo organických usazenin. Vznikla působením vnějších činitelů na mateční horninu (Bičík a kol., 2009). Půdní systém je velmi složitý a liší se prostorově i časově. Půda je považována za semi - vodní biotop (Jeffery et al., 2010). Nejrozšířenější půdy v České republice jsou kambizemě, pseudogleje, černozemě a luvizemě (Bičík a kol., 2009).

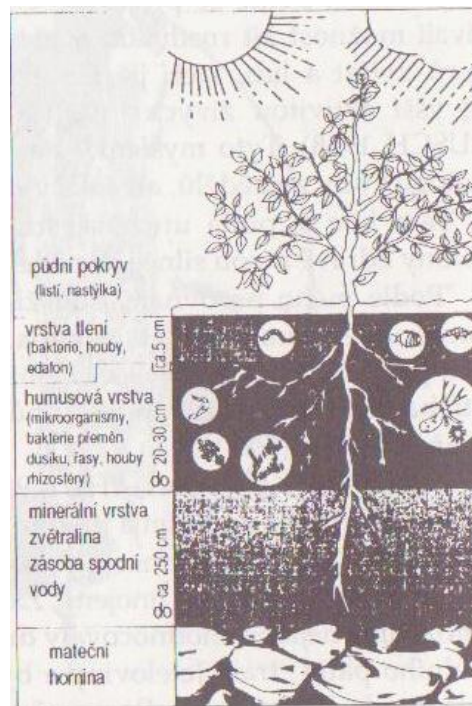
Podle Jakrlové a Pelikána (1999) mezi základní složky půdy patří:

- Neživá minerální složka – pevná, kapalná a plynná fáze
- Neživá organická složka – humus
- Živý edafon – mikroorganismy, fytoedafon, zooedafon
- Živé kořeny rostlin

Půda se vertikálně člení na několik vrstev. Povrchovou vrstvu půdy tvoří půdní pokryv, který se skládá z napadaných organických částí rostlin, listů, apod. Do hloubky 5 cm zasahuje vrstva tlení, ve které žijí bakterie, houby a edafon. Následuje humusová vrstva, která se nachází ve hloubce 20 – 30 cm. Zde nalezneme mikroorganismy, řasy, některé rhizosférické houby a bakterie přeměňující dusík. Pod humusovou vrstvou se nachází vrstva minerální, která zasahuje do hloubky až 250 cm, je většinou zvětralá a vyskytují se zde zásoby spodní vody. Nejspodnější vrstvou je mateční hornina (Neuerburg a Padel, 1992).

Půda je jednou z hlavních složek krajiny. Má pestrou škálu funkcí – produkční, prostorovou, hydrologickou a vodohospodářskou, ekologickou, sanitární a hygienickou, pufrační (schopnost odolat změně půdní reakce při okyselování), transformační, sociální a kulturní (Bičík a kol., 2009).

Obrázek 1. Vznik půdy (zdroj: Padel, 1993)



V půdě žijí organismy, které denně vstupují do nejrůznějších procesů, a i když je nelze spatřit pouhým okem, zásadně ovlivňují svět okolo nás (Frouz, 2010).

Společenstva půdních organismů jsou velmi různorodá a jsou tvořena tisíci druhy. Většinou se jedná o mikroorganismy (Jeffery et al., 2010). Organismy žijící v půdě mají různý tvar, velikost a životní cíle. Přeměna organické hmoty v půdě je závislá na vzájemných vztazích mezi mikroorganismy různé velikosti (Frouz, 2010).

Půdní organismy řadí Odum (1977) dle velikosti do 3 skupin:

1. Mikrobiota – do této skupiny většinou řadíme zelené řasy a sinice, bakterie, houby a prvoky. Tyto organismy jsou článkem, který spojuje odumřelé rostliny s půdními živočichy v potravním řetězci.
2. Mesobiota – zahrnuje drobné máloštětinatce, roupcovité, malé larvy hmyzu a mikročlenovce (Acarina a Collembola). Jejich výskyt v půdě se může pohybovat od tisíců (např. členovci) až do milionu jedinců (hlísti).
3. Makrobiota – řadíme sem rostlinné kořeny, větší druhy hmyzu, Lumbricidae a další organismy, které můžeme z půdy vyndat ručně. Mohou sem být řazeni i např. krtek, sysel nebo křeček. Význam makrobiot spočívá v promíchávání půdy.

3.2. Žížaly

3.2.1. Zařazení žížal do systému živočichů

Kmen: Annelida (Kroužkovci)

Třída: Oligochaeta (Máloštětinatci)

Nadřád: Megadrili

Řád: Opisthopora (Žížaly)

Podřád: Lumbricina

Nadčeleď: Lumbricoidea

Čeleď: Lumbricidae

(Pižl, 2002)

Žížaly patří mezi nejvýznamnější živočichy (Pižl, 2002). Jejich mimořádný význam pro půdu zaznamenal již v roce 1882 Charles R. Darwin (Vašků, 1994).

V současné době je známo okolo 2500 druhů „žížal“. Většina z nich je řazena k suchozemským máloštětinatým červům do nadřádu Megadrili, který obsahuje 20 čeledí. Největší výskyt žížal je v tropické a subtropické oblasti. *Criodrilus lacrum* je jediný vodní druh který žije ve střední Evropě, jinak se zde vyskytují pouze terestriční zástupci čeledi Lumbricidae (Pižl, 2002).

3.2.2. Morfologie žížal

Žížaly patří mezi živočichy s válcovitým tvarem těla. Jejich velikost je různá, záleží především na daném druhu. Žížaly mohou mít délku od 1 cm až po 1 m a mohou být široké od 1 mm až po 4 cm. Ty největší žížaly se vyskytují zejména v Austrálii a Brazílii (Pižl, 2002).

Tělo žížal je článkované a je rozděleno na tři úseky – prostomium (hlavová část), homonomní tělní články (prostřední část) a pygidium (anální část). Množství homonomních článků záleží na druhu žížaly. Celkový počet článků je již dán při vylíhnutí žížaly z kokonu. Zvyšování počtu článků je důkazem obnovy poškozených či ztracených ocasních částí těla. Články jsou odděleny blanitými přepážkami, určité orgány jsou obsaženy v každém článku. Nervové uzliny a některé orgány (např. trávicí soustava) se rozkládají v celém těle (Pižl, 2002).

Žížala má na všech člancích s výjimkou prvního a posledního zatažitelné štětiny, většinou to jsou 4 páry (Pižl, 2002). Štětiny žížalám pomáhají při pohybu a hloubení podzemních chodeb. Jsou přimknuté k tělu a umožňují žížale snadný pohyb dopředu, ale zároveň stěžují vytáhnutí žížaly z půdy v protisměru. Takováto funkce štětín napomáhá k ochraně před predátory (Pommeresche et al., 2010).

Povrch těla žížal tvoří jednovrstevná pokožka, která obsahuje žlázové buňky produkující sliz. Pohyb žížal je zajištěn podkožním svalovým vakem (Lee, 1985).

Většinu těla žížaly tvoří trávicí soustava. Na začátku se nachází ústní otvor, dále hltan, jícen (část tvoří žláznatý žaludek), svalnatý žaludek a na konci je řitní otvor. V ústním otvoru žížal se nenacházejí žádné zuby, jelikož potravu rozmělnují a promíchávají ve svalnatém žaludku za pomoci malých zrn písku (Pižl, 2002).

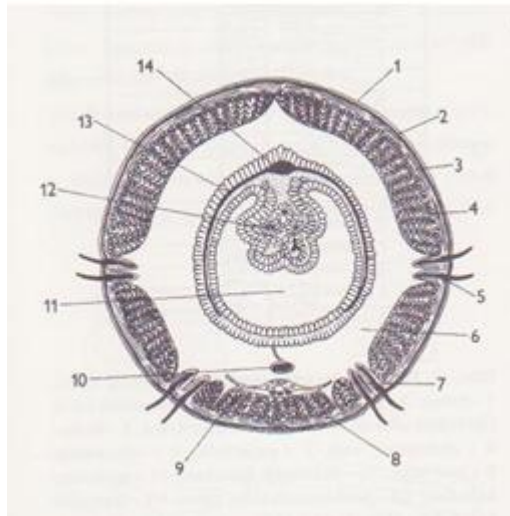
Cévní soustava žížal je uzavřená a má dvě stažitelné cévy. Jedna céva se nachází na hřbetní části a druhá na břišní části. Vpředu žížalího těla je 2-5 párů malých cév, které spojují hřbetní a břišní cévu. V cévách je často obsažena svalovina a proto se označují jako tzv. pomocná srdce (Pommeresche et al., 2010).

Dýchací soustava u žížal není vyvinuta, a proto dýchají celým povrchem těla. Dýchání také napomáhá sliz, který je na povrchu těla (Pommeresche et al., 2010).

Nervová soustava je žebříčkovitá a tvoří ji dvě velké propojené mozkové uzliny v přední části těla. Mají mnoho smyslových buněk různého typu, které jsou rozmístěny po celém povrchu těla. Žížaly se ve většině případů straní světla a jsou tedy fotofobní. Světlo může u žížal vyvolat stahovací reflex. Žížaly zatahnou vystrčenou část těla nebo rychle ustoupí od světelného zdroje. Tolerance světla závisí na množství pigmentů v těle (Lee, 1985). U některých druhů žížal může UV záření způsobit okamžitou smrt jedince (Pommeresche et al., 2010).

Tělní dutinou žížaly je coelom. Coelom je rozčleněn na několik oddílů. Příčný řez žížalou ukazuje, že coelom je složen z kutikuly, epidermisu, okružní a příčné svaloviny a peritoneální výstelky. Kutikula je tenká a průhledná, ale dost silná a utváří tzv. vláknitý skelet. Epidermis tvoří jedna vrstva buněk. Pod epidermem se nacházejí dvě vrstvy svaloviny. Okružní svalovina je zvenčí tenká, podélná svalovina je zevnitř masivní. Tyto vrstvy svaloviny pracují protichůdně a tlačení na coelomovou tekutinu zajišťují natáhnutí nebo stah tělních článků, což žížale umožňuje pohyb (Pižl, 2002).

Obrázek 2. Coelom (zdroj Pižl, 2002)



Popis coelomu: 1 – kutikula, 2 – epidermis, 3 – okružní svalovina, 4 – podélná svalovina, 5 – štětina, 6 – tělní dutina, 7 – štětinová svalovina, 8 – břišní nervová páska, 9 – segmentální nerv, 10 – ventrální céva, 11 – střevo, 12 – typhlosolis, 13 – peri- intestinální céva, 14 – dorsální céva.

Vylučovací soustavu žížal tvoří nefridie, které jsou párové a nacházejí se ve většině tělních článků (Pižl, 2002).

Žížaly patří mezi hermafrodity (Pommeresche et al., 2010). Samčí pohlavní orgány jsou malé a většinou jsou umístěny na nebo za 13. článkem (Lumbricidae na 15. Článku). Samci mají dva páry varlat a velké párové chámové vaky, ve kterých se uchovává sperma. Samičí pohlavní orgány jsou pokaždé malé a nachází se okolo 14. Článku. Samice mají párové vaječníky diskovitěho tvaru. Vajíčka opouštějí vaječníky a putují do coelomové tekutiny, dále pak obrvenými nálevkami do párových vejcovodů, které vyústí do samičích pohlavních pórů v nadcházejícím tělním článku (Pižl, 2002).

Dospělí jedinci žížal mají opasek, který vznikl zduřením několika článků vedle sebe v přední části těla žížal. Počet a poloha článků, které tvoří opasek, jsou u každého druhu specifické. V opasku dochází k vytváření kokonů, které slouží jako ochranné obaly pro embrya žížal (Pižl, 2002). Největší množství kokonů můžeme objevit na jaře a na podzim. Každý jedinec může vytvořit 3 – 100 kokonů ročně (Pommeresche et al., 2010).

3.2.3. Biologie žížal

Hlavními požadavky žížal jsou kvalitní potrava, vlhkost, teplota, pH a pórovitost půdy (Pižl, 2002).

Mezi hlavní složky potravy žížal patří rozkládající se rostliny i živočichové, půdní mikroflóra a fauna. Potrava se liší fyzikálním nebo chemickým složením a výživovou hodnotou. Žížaly žijí v blízkosti potravinových zdrojů, jelikož mají omezenou schopnost přemístit se na delší vzdálenost (Lee, 1985).

Vlhkost je jedna z důležitých vlastností habitatu pro činnost žížal. Voda tvoří 70 – 95% biomasy žížal (Pommeresche et al., 2010). Žížaly mají velkou toleranci k vysychání, která je však odlišná dle druhu žížaly. Optimální vlhkost je 40 – 60 % maximální vodní kapacity půdy. Tolerance vlhkosti může být různá i dle zeměpisné oblasti (Pižl, 2002).

Přizpůsobit se nízké vlhkosti žížalám napomáhá úprava životního cyklu. Jedná se o přechod do klidového stádia nebo přesun do vlhčí oblasti (Pižl, 2002). Při přechodu do klidového stádia si žížaly vytvoří v půdě komoru, na stěny vyloučí sliz společně s výkaly, zamotají se do klubíčka a celé tělo pokryjí slizem, který brání vysychání. V neaktivním stádiu se žížaly nepohybují a stačí jim velmi malé množství energie, při kterém může dojít k vyčerpání až poloviny tělesných tekutin. Žížaly žijící v hlubinách půdy přecházejí do neaktivního stádia během zimního období, ale také během letních měsíců (Pommeresche et al., 2010).

Žížaly dle způsobu přezimování řadíme do tří skupin. Jedinci z první skupiny uhynou po příchodu mrazů a zimu přežijí pouze jejich kokony, tyto žížaly tak mají na celý svůj životní cyklus pár měsíců. Do druhé skupiny řadíme jedince, kteří při výrazném poklesu teplot přejdou do klidového stádia, zpomalí fyziologické funkce a tak přečkají zimní období. Třetí skupinu tvoří žížaly, které celé zimní období stráví v klidovém stádiu. Klidové stádium této skupiny žížal je podmíněno změnami světelné části dne nikoli poklesem teplot (Pižl, 2010).

Optimální teplota pro žížaly je 10 – 18 °C, ale např. 25 °C ještě vyhovuje *Eisenia fetida*. Studenějším podmínkám dávají přednost žížaly žijící ve spodnějších vrstvách půdy, některé druhy jsou přizpůsobivé i na teploty do 3 °C (Pommeresche et al., 2010).

Žížaly jsou převážně neutrofilní a dávají proto přednost půdě s neutrální chemickou reakcí (Pižl, 2002). Tělo žížal pokrývá tenká pokožka, která je choulostivá na prudké změny koncentrace iontů v půdě. Například i velmi malá koncentrace dusičnanů může mít na jedince fatální vliv (Pommeresche et al., 2010).

3.2.3.1. Význam žížal pro kvalitu půdy a jejich vliv na úrodnost půdy

Dnes se žížalám přezdívá půdní inženýři, jelikož svou činností mění prostředí, ve kterém žijí. (Eisenhauer, 2010). Půdu ovlivňují převážně svými exkrementy a vytvářením chodbiček (Pižl, 2002).

U exkrementů záleží na jejich vyprodukovaném množství, které je závislé na kvalitě potravy žížal, na druhovém složení a počtu žížal v dané půdě (Pommeresche et al., 2010). Žížaly ve svém trávicím ústrojí mísí organickou hmotu s anorganickou, tím minerální složku obohacují o živiny a zpřístupňují ji pro jiné organismy. V ČR je na 1 ha uloženo zhruba 40 – 50 tun exkrementů ročně, což je vrstva okolo 4 – 5 mm. Pokud mají oblasti příznivé klimatické podmínky je množství vyprodukovaných exkrementů mnohem vyšší (Pižl, 2002). Využití žížal v rozkladných procesech odumřelé organické hmoty několikanásobně zkracuje jejich trvání (Pommeresche et al., 2010).

Na jednom metru čtverečním můžeme nalézt 20 – 800 žížalích chodeb, záleží na druhu ekosystému (Pižl, 2002). Žížaly dokážou vybudovat chodbičky i v hloubce téměř jednoho metru, ale byly objeveny i ve hloubce 2 metry pod povrchem půdy. Chodbičky vykazují příznivé podmínky pro kořenový růst a biologické procesy organismů (Pommeresche et al., 2010).

Žížaly z velké části ovlivňují skladbu půdního profilu. Rostlinné zbytky jsou některými druhy žížal, (např. anektická *Lumbricus terrestris*), dopravovány z povrchových do spodních vrstev, jiné druhy žížal provádí opačný postup. Základními rozkladači organické hmoty v zemědělských půdách jsou *Lumbricus terrestris* a *Lumbricus rubellus* (Pommeresche et al., 2010).

Žížaly obecně urychlují rozklad organického materiálu, ale mohou ho i zpomalovat. Například ve střevech některých druhů žížal dojde k obalení drobných částic organické hmoty jíly. Obalené částice se následně rozkládají pomaleji, než kdyby zůstaly samovolně v půdě. Mechanismy brzdící rozklad struktur, které vytvořili půdní živočichové, vedou k tomu, že dané struktury mohou utvořit velkou část celkového objemu půdy. Tato činnost má velký podíl na vzniku nových půd na výsypkách (Frouz, 2010).

Žížaly patří nejen mezi zdroje potravy některých obratlovců (např. savců či ptáků), bezobratlých (např. suchozemské ploštěnky), ale stávají se také hostitelem některých parazitů. Žížaly jsou hostiteli hlístic čeledi Rhabditidae, mezihostitelé prvoků či tasemnic a koneční hostitelé některých prvoků. Vliv parazitů na žížaly je předmětem intenzivního zkoumání (Pižl, 2002).

3.2.3.2. Výskyt žížal v různých biotopech

Biotop neboli stanoviště je biotické i abiotické prostředí, které je ovlivněné a pozmeněné živou složkou přírody- biotou (Jakrlová a Pelikán, 1999).

Žížaly mají vodní předky, kteří se adaptovali na půdní prostředí. Některé půdní druhy jsou schopny přežít v zaplavených půdách či různých vodách (Sims and Gerard, 1999). Většinou se vyskytují ve zbytkových a nadzemních vrstvách, např. exkrementy zvířat, hnijící zbytky, kmeny pokryté mechem či kapradím, pod opadanou kůrou a pod dalšími organickými materiály (Lee, 1985). Na 1 ha půdy můžeme nalézt 120 – 800 kg žížal (Vašků, 1994). Na jeden metr čtvereční připadá 30 – 400 jedinců. Na druhu, jeho složení, typu ekosystému a podmínkách prostředí je závislá věková struktura žížal. Nedruhová složení společenstev žížal jsou ovlivněna zeměpisnou polohou a biotopem, v němž se vyskytují. V Evropě můžeme ve společenstvu žížal nalézt 2 – 16 druhů (Pižl, 2002).

Mezi druhové i početně nejchudší společenstva patří jehličnaté lesy, rašeliniště a orné půdy. V lužních lesích, prameništích a na loukách se vyskytují početná společenstva (Pižl, 2002). Největší výskyt žížal je v humózních půdách. Žížaly většinou upřednostňují vlhčí, lehkou hlinitou či jílovitou půdu s vysokým obsahem humusu. Nejprizpůsobivějším druhem žížal je *Aporrectodea caliginosa*, která velice dobře snáší změny teploty a vlhkosti a nevádí jí technické zásahy do půdy. Vyšší výskyt žížal byl také zaznamenán v porostu jetele lučního a (Pommeresche et al., 2010). Ve štěrkovitých půdách je množství žížal ovlivněno možným vyschnutím půdy, v půdách silně jílovitých se žížaly zpravidla nevyskytují (Pižl, 2002).

Zemědělské biotopy

Intenzita obhospodařování zemědělských půd, hnojení a zavlažování půdy či používání pesticidů negativně ovlivňuje populace žížal. Dlouhodobá přeměna venkovské krajiny způsobila, že některé druhy velkých žížal z této krajiny vymizely (Paoletti, 1999).

Obnovu půdy lze podpořit umělým vysazováním žížal (Kula a Švarc, 2011). To se v některých případech ukázalo jako neefektivní, jelikož větší množství žížal uhynulo. Příčinou úhynu žížal byla špatná adaptace na dané prostředí, proto se volí místo introdukce úprava přírodních podmínek pro vybrané druhy žížal v místě jejich výskytu. Množství žížal na zemědělské půdě můžeme zvýšit tím, že zvolíme vhodný osevní postup. Komerčně využívané žížaly pro umělé vysazování jsou *Eisenia fetida* či *Lumbricus rubellus* (Pommeresche et al., 2010).

Lesní biotopy

Výskyt žížal v lesních biotopech je nejvíce ovlivněn druhovou skladbou lesa a horninovým podložím (Pižl, 2002).

V listnatých společenstvech je zastoupení žížal vyšší než v jehličnatých lesech. Žížaly jsou druhově nejvíce zastoupeny v mulových bukových lesích a v čistých listnatých lesích s intenzivním rozkladem opadu (Kula a Švarc, 2011). Jedním z druhově nejbohatších biotopů v České republice je asi se 30 druhy bučina s vlhkými půdami, mulovou formou humusu (pH nad 5,2) a bohatým bylinným patrem (Pižl, 2002). Naopak bučiny s malým bylinným pokryvem a nízkým pH jsou pro žížaly nepříliš atraktivní prostředí. Druhově bohaté jsou také smíšené lesy s cca 20 druhy žížal (Kula a Švarc, 2011).

Jehličnaté lesy mohou být také druhově bohaté. Při výzkumu na Šumavě a v Novohradských horách bylo nalezeno 17 resp. 19 druhů žížal, ale obvykle se vyskytovaly na náhodných stanovištích s dostatkem vody. Prostředí kyselých písčitých půd nebo horských jehličnatých lesů tolerují pouze 2-3 druhy žížal, žijících v povrchové vrstvě. Příkladem mohou být horské lesy Šumavy, Krkonoš a Beskyd, kde byl zaznamenán různý počet druhů žížal od 1 do 5 (Kula a Švarc, 2011).

Výskyt žížal je v jehličnatých lesech nižší, protože zde dochází k okyselování půdy při rozkladu opadu. Některé druhy žížal špatně snášejí okyselování půd a těžko v nich přežívají. Nejcitlivější druhy jsou endogenní a anektické žížaly. Citlivost na pH je odlišná dle druhu žížaly, většina žížal upřednostňuje pH v rozmezí 6 - 7, některé druhy tolerují i prudké odchylky. Zakyselováním půd se snižuje výskyt žížal (Kula a Švarc, 2011).

Snižování okyselování půdy se provádí vápněním, většinou v oblastech postižených imisemi. Toto opatření je rozšířeno převážně v Německu. Další alternativou ke snížení okyselování půdy je vysazování druhů dřevin, které zvýší pH horních horizontů půdy, zlepší formu humusu a zpřístupní živiny (Kula a Švarc, 2011).

Žížaly také žijí v oblastech mezi lesy a ornou půdou. Velice dobrý vliv na žížaly mají okraje lesů, kde žijí druhy lesních a hlubokoryjících žížal, kterým orba ničí systém chodbiček a omezuje jejich potravní zdroje.

Nejběžnějšími druhy žížal vyskytujících se v lesních biotopech jsou *Dendrobaena octaedra*, *Dendrodrillus rubilis* a *Lumbricus rubellus*. Pro lesy v západní části České republiky je typický druh *Dendrobaena vej dovskyi* a *Dendrobaena illyrica*. Mezi obvyklé žížaly v lesích patří endogeická žížala *Octolasion lacrum*. Nejčastěji se vyskytující žížalou v České

republiky je *Lumbricus terrestris* obývajících hluboké půdy v listnatých lesích. V listnatých lesích se obvykle vyskytuje *Allolobophora eiseni*.

Vyšší výskyt žížal v lesních ekosystémech může být podpořen vodními zdroji, potoky, hromaděním dřeva či kůry (Kula a Švarc, 2011).

Kontaminované biotopy

Žížaly jsou nepříznivě ovlivňovány obsahem těžkých kovů v půdě, jelikož tyto kovy jsou většinou vázány v humusu, kde se odehrávají biologické procesy. Vědci se ve svých výzkumech zaměřují na reakce žížal na znečištěné prostředí. Jejich práce jsou zaměřené na vliv těžkých kovů či polycyklických aromatických uhlovodíků na populace žížal.

Výzkum ukázal, že množství žížal je nižší v blízkosti zdroje znečištění těžkých kovů a některé velice citlivé druhy úplně chybí v dané lokalitě např. v oblasti hutí. V těchto půdách je většinou konečný poměr počtu druhů žížal vyrovnaný. Ustupující druhy žížal jsou nahrazeny těmi přizpůsobivějšími. V této situaci ovšem klesá index diverzity (Kula a Švarc, 2011).

Žížaly se také využívají jako indikátoři stresových faktorů chemického původu. V praxi byly použity pro zjištění pesticidů, fyzikálních vlastností a užívání zemědělské a lesní půdy. Používají se i při ekotoxikologických testech. Velikost jejich společenstev v daném biotopu je různá, ale mají nejvyšší biomasu z půdních organismů (Kula a Švarc, 2011). Pro pozemní ekotoxikologii se v Evropě používá *Eisenia fetida*. (Georgescu and Weber, 2007).

Bylo zjištěno, že hlavním faktorem pro množství a pestrost druhů žížal v biotopech není rozhodující znečištění těžkými kovy. Většina druhů se dokáže přizpůsobit vyššímu výskytu těžkých kovů, někdy může být schopnost adaptace i dědičná (Kula a Švarc, 2011).

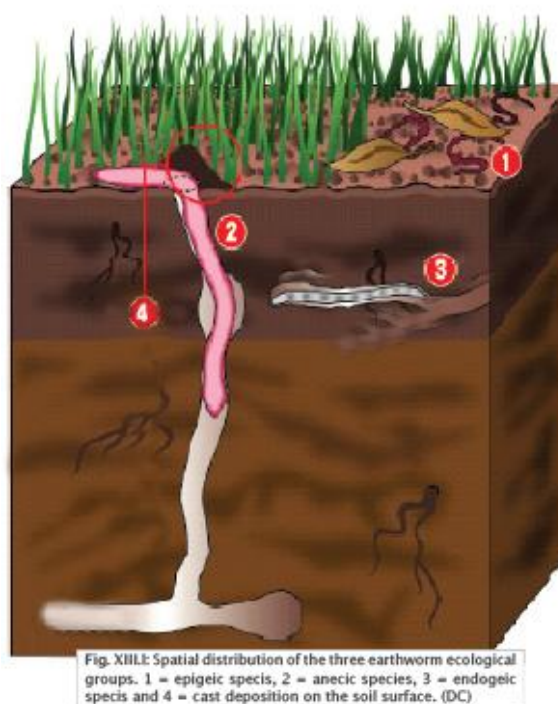
Pro studium kontaminace v experimentálních podmínkách se používají druhy *Eisenia andrei* a *Lumbricus rubellus* (Georgescu and Weber, 2007).

3.2.4. Druhy žížal nejčastěji se vyskytující na území ČR

Na území České republiky bylo doposud zjištěno 52 druhů a poddruhů čeledi Lumbricidae (Pižl, 2002). Většina z těchto druhů se na našem území vyskytuje ojediněle nebo pouze v určité lokalitě (Pommeresche et al., 2010). Odlišnost jednotlivých druhů žížal spočívá především v jejich životních strategiích a míře přizpůsobivosti (Pižl, 2002).

Žížaly se řadí do tří primárních skupin, záleží na tom, kde se v půdním profilu vyskytují a jaká je jejich potrava. Toto rozdělení je používáno u evropských druhů žížal (Sims and Gerard, 1999). Skupiny epigeických (povrchových) a anektických (hlubinných) žížal konzumují čerstvou odumřelou organickou hmotu, kdežto žížaly endogeické žijící v horní vrstvě půdy při konzumaci preferují především rozloženou organickou hmotu, která je vázána na půdní částice a některé mikroorganismy (Pommeresche et al., 2010).

Obrázek 3. Rozdělení žížal, dle místa výskytu v půdě (zdroj: European Atlas of soil Biodiversity, 2010)



Popis Obr.3: Místa výskytu tří ekologických skupin žížal v půdě – 1 – epigeické 2 – anektické, 3 – endogeické, 4 – skupina vyskytující se na povrchu půdy.

Z běžných evropských druhů se mezi epigeické žížaly řadí např. *Lumbricus rubellus* a *Eisenia fetida*, do skupiny endogeických žížal řadíme např. druhy *Aporrectodea caliginosa* a *Aporrectodea rosea*. Zástupci anektických žížal jsou např. *Lumbricus terrestris* a *Aporrectodea longa* (Pommeresche et al., 2010). Zbarvení žížal je různé. Epigeické žížaly mají obvykle červenou barvu, anektické žížaly mají hnědé až hnědočerné zbarvení a endogeické žížaly nemají pigment, takže jejich barva je masitá (Sims and Gerard, 1999).

Mezi nejběžněji vyskytující se druhy žížal ČR patří:

Lumbricus terrestris (žížala obecná) se lidově označuje jako dešťovka a je to naše největší žížala se silnějším tělem (Hanzák, 1973). Její délka je mezi 9 – 30 cm (Pommeresche et al., 2010). Tato žížala má načervenalou barvu a zřetelně viditelný opasek (Hanzák, 1973). Dospívá ve 12 – 18ti měsících a běžně se dožívá až 3 let (Kula a kol., 2009). Potravou žížaly obecné jsou rostlinné zbytky, které shromažďuje z povrchu půdy. Několik let může žít v systému vertikálních chodeb, které si sama utváří. Stěny chodeb si zpevňuje vlastními exkrementy. Tento druh žížaly nalezneme na louce, pastvině či v sadech (Pommeresche et al., 2010). Vyskytuje se po celém území ČR (Pižl, 2002). Dešťovky jsou také potravou pro ptáky a jsou využívány jako nástraha při rybaření (Hanzák, 1973).

Aporrectodea caliginosa (žížala polní) je jeden z nejčastěji se vyskytujících druhů na zemědělských půdách. Délka těla je od 6 do 12 cm. Potravou této žížaly jsou malé částičky rozložených rostlinných zbytků v půdě. V půdě ji můžeme objevit v hloubce cca 25 cm, na povrch půdy vylézá málokdy (Pommeresche et al., 2010). Lokální výskyt po celé ČR (Pižl, 2002).

Aporrectodea rosea (žížala růžová) se s délkou 3 – 8 cm řadí k těm menším žížalám. Způsob života této žížaly je téměř shodný s žížalou polní, společně také vytváří chodbičky a tak se řadí mezi nejlepší druhy, které kladně ovlivňují fyzikální a chemické vlastnosti půdy (Pommeresche et al., 2010). Výskyt po celé ČR – listnaté, smíšené a lužní lesy, louky (Pižl, 2002).

Lumbricus rubellus (žížala červená) je velká 6 – 13 cm, vyskytuje se v hrabance nebo v půdě do hloubky 15 cm. Mezi její potravu patří převážně čerstvé odumřelé rostlinné zbytky i malé organické částice v půdě. Vyskytuje se převážně v lesních půdách, ale mohli bychom ji také objevit v sadě nebo na pastvině (Pommeresche et al., 2010). Jeden z běžných druhů v ČR (Pižl, 2002).

Apporrectodea longa (žížala dlouhá) je 9 – 17 cm velká a utváří vertikální, hluboké chodbičky v půdě. Živí se organickými zbytky, které se nachází na povrchu půdy (Pommeresche et al., 2010). Výskyt pouze na několika málo lokalitách v ČR (Pižl, 2002)

Eisenia fetida (žížala hnojní) a *Eisenia andrei* (žížala kalifornská) jsou velké 4 – 12 cm (Pommeresche et al., 2010). Jejich zbarvení je žluté a červené a v porovnání s *Lumbricus terrestris* jsou menší (Hanzák, 1973). K životu je pro ně důležité dostatečné množství organických zbytků. Dříve se vyskytovali převážně v hodně mokřích půdách listnatých lesů, dnes se nachází převážně v prostředí, které jim připravil člověk např. hnůj. U těchto žížal dochází k rychlému rozmnožování a rychlému růstu těla. Nejčastěji se používají při vermikompostování (Pommeresche et al., 2010).

3.3. Metody sběru a konzervace žížal

Ke stanovení množství žížal v půdě máme k dispozici spoustu metod, ale nelze žádnou použít pro všechny druhy a stanoviště současně (Dykyjová a kol., 1989). Existuje spousta metod sběru žížal, jedním z nejdůležitějších ukazatelů výběru metodiky je účel, pro který jsou data získávána. Metody musí být standardizované, aby bylo možné v různém čase porovnat výsledky jednoho pozorování s ostatními, ať už na stejném místě nebo jiných lokalitách. Proto by tyto metody měly být založeny na ekologických metodách, které nám sloužily již po desítky let (Jeffery et al., 2010).

Odebírání vzorků by mělo probíhat za chladného a vlhkého počasí, nikoli když je půda zmrzlá nebo suchá. Nejvhodnější období na odběr vzorků je jaro a podzim (Paoletti, 1999).

Individuální sběr patří k nejjednodušší metodě a patří do kvalitativních metod. Využívá se k získání žížal pro laboratorní pokusy, chov nebo pro sbírky, popřípadě pro získání informací o žížalách na daném území.

K získání údajů o velikosti a složení populace či společenstva žížal nebo o jejich životním cyklu slouží kvantitativní metody.

Pižl (2002) kvantitativní metody dělí do 3 skupin:

1. Mechanické metody - vychází z rozdílu fyzikálních vlastností těl žížal a půdy, kde se vyskytují.
2. Etologické metody – vycházejí z reakce žížaly na změnu půdních podmínek.

3. Nepřímé metody - vychází z pozorování např. žízalích exkrementů či jiných projevů aktivity žízal.

Mezi nejpoužívanější metody patří individuální ruční rozbor půdy, extrakce pomocí roztoků či elektrického proudu a metody nepřímé.

- a) Ruční rozbor půdy

Je to jedna z nejrozšířenějších metod. K získání vzorků půdy se běžně používá rýč, motyka nebo speciální kovové zařízení (Dykyjová a kolektiv, 1989). Označí se pozemek o velikosti 50 x 50 cm, hloubka odběru je 10 - 20 cm. Počet odebraných vzorků závisí na vlastnostech vybraného pozemku. Po vyrytí půdy rýčem následuje rozklad půdy na plastovou podložku a ručně nebo pomocí pinzety hledáme žízaly (Jeffery et al., 2010). Žízaly mohou být vybírány na místě odběru nebo v laboratoři z odebrané půdy. Tímto způsobem lze získat i kokony a žízaly v klidovém stádiu. Při výběru jedinců může dojít k přehlédnutí velmi malých jedinců, přesto je tato metoda nejpresnější. Na tuto metodu lze využít i síta s různě velkými otvory, ale hrozí poškození jedinců (Pižl, 2002). K odběru tohoto vzorku není zapotřebí žádných chemických látek ani vody. Nevýhodou tohoto postupu je silné narušení půdy, pracnost a časová náročnost (Jeffery et al., 2010). Tento způsob odběru se používá společně s formalínovou extrakcí (Dykyjová a kolektiv, 1989).

- b) Formalínová extrakce

Řadíme ji mezi etologické metody. Vychází z toho, že na vyměřenou část povrchu půdy nalijeme 0,2 – 0,5 % roztok formaldehydu. Na plochu jeden metr čtvereční se spotřebuje 5 – 20 litrů roztoku (Pižl, 2002). Množství látky může být upraveno v závislosti na vlastnostech půdy na vybraném pozemku. Nalijeme roztok na vymezenou plochu, žízala ho ucítí na povrchu těla a bude se snažit dostat na povrch. V okamžiku, kdy žízaly začínají vylézat, sbíráme je pinzetou a dáváme do předem označených nádob. Tento způsob má vysokou účinnost především na anektické druhy žízal. Nevýhodou je použití formalínu (jelikož patří mezi potenciální karcinogeny a práce s ním není tudíž bezpečná) a spotřeba velkého množství vody (Jeffery et al., 2010).

c) Hořčičná extrakce

Nejvhodnější a také šetrnější alternativou za formalínovou extrakci je extrakce za využití hořčičného semene.

Z výzkumů v Anglii vyplývá, že při použití koncentrace 15 ml anglické hořčice bylo extrahováno více žízal než při použití 0,2 % roztoku formaldehydu. Byl ovšem uveden pouze celkový počet, nikoli rozdělení žízal na druhy. Je možné se domnívat, že odlišné druhy žízal reagují na hořčici různě. Vědci používali komerční anglickou hořčici, která obsahuje z 5 % kyselinu octovou, a tak nelze hlavní vliv na žízaly připisovat pouze hořčici (Gunn, 1992).

Tato metoda byla využita při výzkumech na golfových hřištích v Anglii (Barklett et al., 2008).

d) Extrakce elektrickým proudem

Nejméně používaná forma extrakce. Tato metoda se používá v prostředí, pro které jsou etologické metody nevhodné. K extrakci se používají elektrody umístěné cca 0,5 metru do půdy. Do takto umístěných elektrod se pouští elektrický proud o síle 2 – 4 A po dobu 40 minut. Je známo, že bylo zkoušeno i napětí o síle 100 V. Tato metoda je tedy hodně náročná na zdroj elektřiny (Dykyjová a kol., 2009). Nevýhodou takovéto extrakce je malá účinnost a nebezpečí zasažení člověka elektrickým proudem (Pižl, 2002).

e) Nepřímé metody

Tyto metody mohou být různé. Například metoda „mark and recapture“ vychází z vypuštění označovaných žízal a jejich následného odchytu. Občas se používá metoda odhadu množství povrchových výkalů či žízalích chodbiček.

Efektivnější je použití více metod najednou (Pižl, 2002). Nejčastěji se využívá kombinace ručního sběru a formalínové či hořčičné extrakce (Jeffery et al., 2010). Pro věrohodnost údajů záleží na velikosti a množství odebraných vzorků (Pižl, 2002).

Po odběru vzorku se žízaly umístí do vhodné zavírací nádoby s obsahem 70 % roztoku etanolu, který žízaly ihned usmrtí (Jeffery et al.). Roztok etanolu je z hlediska delšího skladování nevhodný, protože mění barvu získaných jedinců, jejich tuhost a způsobuje smrštnutí žízal. Proto se usmrcený materiál nejpozději do druhého dne převádí do 7 – 11 % roztoku formaldehydu (Pižl, 2002).

3.4. Metody hodnocení výsledků

Pro vyhodnocení výsledků odběrů žížal se používají indexy druhové pestrosti a indexy diversity (Losos a kol., 1985).

Indexy druhové pestrosti udávají počet druhů v daném vzorku, ve vybraném biotopu nebo na zvolené jednotce plochy. Mezi nejjednodušší indexy druhové pestrosti lze zařadit Menhinickův a Margalefův index pestrosti. K výpočtu těchto dvou indexů je zapotřebí znát celkový počet druhů a celkový počet jedinců ve zvoleném vzorku.

Menhinickův index (1964) pestrosti je dán vztahem:

$$D = \frac{S}{\sqrt{N}}$$

Margalefův index (1951) pestrosti je dán vztahem:

$$D = \frac{S-1}{\log N}$$

U těchto indexů D vyjadřuje index, S počet druhů ve vzorku a N celkový počet jedinců ve vzorku. Z těchto indexů lze odvodit i velikost populace (Spellerberg, 1985)

Druhová diversity vyjadřuje počet druhů a jejich početní zastoupení v biotopu (Jakrllová a Pelikán, 1999). Nejčastěji je diversity vyjadřována Shannon – Wienerovým indexem (Spellerberg, 1985).

Shannon – Wienerův index diversity (1966) je dán vztahem:

$$D = - \sum_{i=1}^S P_i (\log_e P_i)$$

D vyjadřuje index diversity, P_i označuje relativní početnost i - tého druhu ve vzorku a používá se přirozený \log_e (Spellerberg, 1985).

Pro výpočet druhové diversity bývá používán také Simpsonův (Yules) index (1949):

$$D = \sum_{i=1}^S P_i^2$$

D vyjadřuje opět index diversity, P_i relativní početnost i-tého druhu (Spellerberg, 1985).

Výhodou uvedených indexů diversity je shrnutí většího množství dat do jediného čísla nebo do řady čísel (Spellerberg, 1985).

4. Materiál a metody

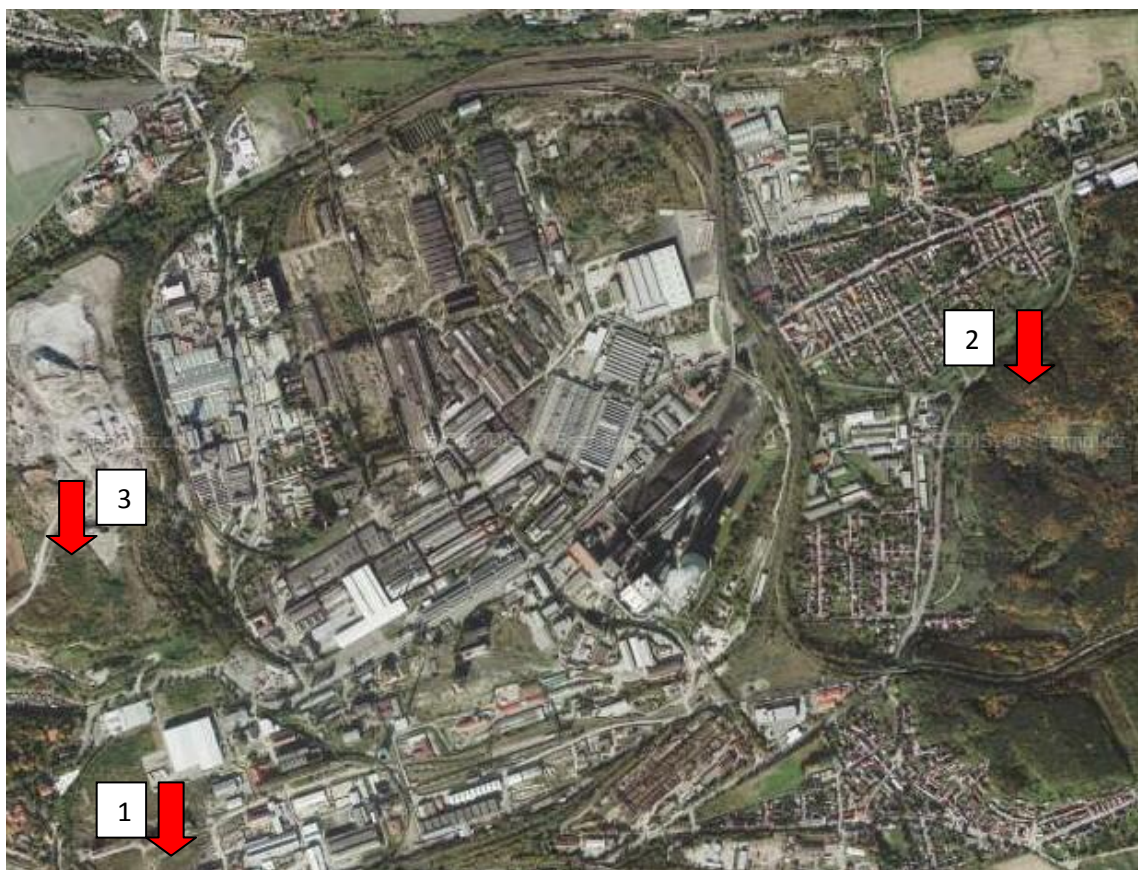
4.1. Popis lokalit v okolí bývalé ocelárny Poldi Kladno

Ocelárna Poldi se nachází v Kladně. Kladno leží severozápadně od Prahy v Kladenské tabuli na téměř rovinatém povrchu. Kladnem neprotéká žádná řeka, jen několik potoků a je obklopeno ze všech stran lesy, ale většina z nich je poškozena dřívější těžbou a průmyslovou činností. Kladno má 67.000 obyvatel (www.mestokladno.cz).

V roce 1889 byla v Kladně Karlem Wittgensteinem založena speciální ocelárna Poldina huť a o dva roky později byla zahájena výroba oceli. Již v roce 1938 Poldina huť dodávala své výrobky do 39 zemí světa. Později byla ocelárna rozdělena na dceřiné společnosti a také se ocelárny potýkaly s vysokými dluhy (www.strojpoli.cz).

Dnes je v provozu pouze část rozsáhlého areálu, jeho velká část je opuštěná a zdevastovaná. V areálu lze nalézt pouze zbytky nebo konstrukce některých budov a skládky odpadu (www.fabriky.cz).

Obrázek 4. Mapa Areálu Poldi Kladno. Zdroj: www.mapy.cz



Na letecké mapě (Obr. 4) jsou šipkami znázorněna 3 místa odběru vzorků žížal, jejich přesná poloha je uvedena v popisu těchto lokalit.

První lokalita (Lokalita 1) se nachází přímo v areálu Poldi Kladno, GPS zaměření 50°8'43.791"N, 14°6'51.420"E. Tato lokalita není nijak udržovaná ani rekultivovaná a samovolně zarůstá vegetací. Jsou zde porosty keřů a zakrslých bříz. Její půdní podklad je nejednotný, jelikož se v něm nachází zbytky stavební sutě a kamenů. K tomuto místu vede cesta, po které se na lokalitu dá dostat i automobilem. Odběr jsme také prováděli u části smíšeného lesa v této lokalitě. Toto místo je znečištěno odpadky a na povrchu půdy byl spad ze stromů a místy se vyskytovaly větší kameny.

Druhá lokalita (Lokalita 2) se nachází v části listnatého lesa, GPS zaměření 50°9'28.670"N, 14°8'28.742"E. Porost tvoří buky s mechovým podrostem. Půda byla jemná, jelikož byl říjen, a tak na ní byla asi 5 cm vrstva spadu z buků. Na tomto místě jsme našli žížaly převážně v klidovém stádiu.

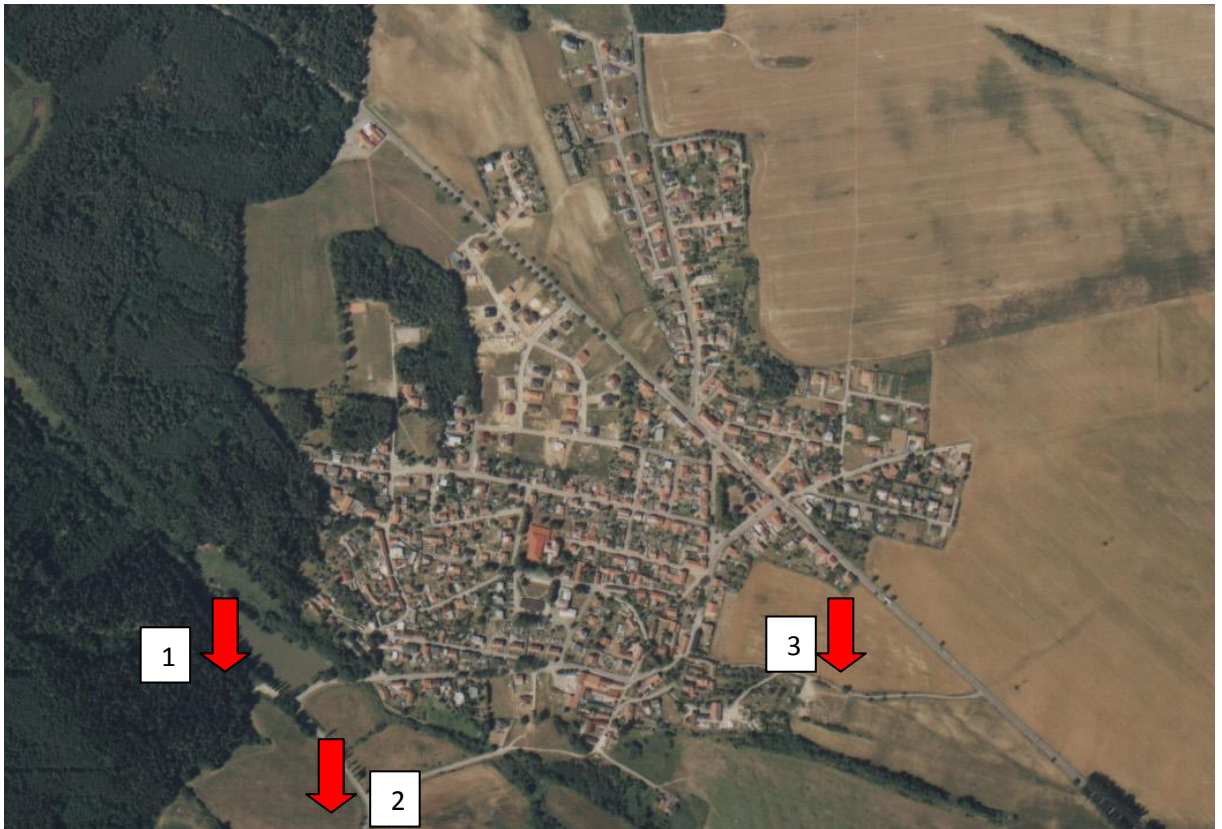
Třetí lokalitou byla louka (Lokalita 3), poblíž frekventované silniční komunikace, která je vystavěna silným větrným podmínkám, GPS zaměření 50°9'9.792"N, 14°6'24.156"E. Pouze na jejím vzdálenějším okraji je les. Porost tvořily trsnaté trávy s občasným výskytem břízy nebo jiné zakrslé formy stromu. Toto místo z půdního hlediska bylo podobné první lokalitě, nacházela se zde také stavební suť. Půda byla dost udusaná.

4.2. Popis lokalit v okolí obce Doksy

V jihozápadní části okresu Kladno se nachází obec Doksy s cca 1400 obyvateli. Přes obec vede silnice, která byla v minulosti hlavním dopravním tahem mezi Prahou a Karlovými Vary. Dnes už je množství dopravy v obci omezeno, jelikož nedaleko byla vystavěna dálnice, která odklání dopravu z okolních obcí. Doksy mají příměstský charakter a jsou vyhledávanou lokalitou při stěhování obyvatel z města na venkov. Obcí protéká potok, který místní lidé nazývají Kačák. Obec je obklopena z větší části lesy, které jsou vyhledávaným místem pro vycházky a turistiku. Obcí prochází také řada cyklostezek (www.obecdoksy.cz).

Dnes má na půdní prostředí obce hlavní vliv doprava na dálnici, zemědělská výroba a rozšiřující se zástavba zemědělské půdy.

Obrázek 5. Letecký snímek obce Doksy (zdroj: www.obecdoksy.cz/uzemni-plan/)



Na leteckém snímku (Obr. 5) jsou šipkami přibližně znázorněna místa odběru vzorků žížal. Místa mají přidělena čísla a v následujícím textu budou označována jako lokalita č.1, lokalita č.2 a lokalita č.3.

První vybraná lokalita (Lokalita 4) byla listnatá část smíšeného lesa poblíž rybníka a silnice, GPS zaměření $50^{\circ}7'7.184''\text{N}$, $14^{\circ}2'2.464''\text{E}$. V této části lesa bylo bohaté mechové patro. Po provedení sběru, hořčičné extrakce a následném vyrytí půdy jsme na této lokalitě nenašli žádného jedince.

Druhou vybranou lokalitou (Lokalita 5) byla louka, GPS zaměření $50^{\circ}6'51.526''\text{N}$, $14^{\circ}2'15.770''\text{E}$. Nedaleko této zvolené louky se nachází dálnice, která je intenzivně využívána. Louka roste na černozemi. V době odběru v říjnu byla tráva již seschlá a tak nebylo možné určit přesné druhy trav, ale jednalo se o trávy trsnaté. Tato louka roste samovolně a zásahy na ní jsou prováděny výjimečně.

Jako třetí lokalita (Lokalita 6) bylo zvoleno pole. GPS zaměření 50°7'0.253"N, 14°2'53.110"E. Zvolené pole se nachází nad cestou, která vede do soukromé stavební společnosti, nad ním se nachází stavební parcely a na jeho konci je Karlovarská silnice (silnice č. 6). Toto pole je z jedné části zarostlé trávou a na jeho druhé části se pěstuje obilí a probíhají zde zemědělské zásahy.

Veškerá GPS data jsou uvedena v souřadnicovém formátu WGS-84.

4.3. Vlastní postup odebrání vzorků žížal

Pro odběr vzorků žížal bylo vybráno několik lokalit. Samotný odběr probíhal v říjnu roku 2011, počasí bylo polojasné s deštivými přeháňkami. Ve vybraných lokalitách byl proveden vlastní odběr vzorků žížal. Byla použita metoda hořčičné reakce v kombinaci s ručním sběrem žížal.

Na vybraných lokalitách jsme vyměřili dva čtverce ve vzdálenosti 5 - 10 metrů od sebe. Čtverce měly rozměry 0,72 x 0,72 metrů, což je cca 0,5 m². Používají se tyto rozměry, jelikož nám lépe umožní převod na vyšší jednotky. Pokud se na povrchu objevily epigeické žížaly, byly sesbírány a uloženy do předem připravených označených plastových nádobek do 70 % roztoku etanolu, který je ihned usmrtil. U odběru v lese jsme z povrchu čtverce museli odstranit jehličí, mech, kůru a větve a prohlédnout, jestli se pod nimi nenachází žížaly. Na louce jsme ze čtverců museli vytrhat trsy trávy a prohlédnout kořenový systém, ve kterém se žížaly mohou také vyskytovat.

Posléze jsme si připravili roztok vody a rozdrčeného hořčičného semínka. Hořčičná extrakce byla použita celkem čtyřikrát na každé zvolené lokalitě. Pro odběr byly použity koncentrace dvakrát 60 g hořčičného semínka na 20 l vody a dvakrát 120 g hořčičného semínka na 20 l vody. Aplikace probíhaly v časovém intervalu 15 - 20 minut, mezi jednotlivými aplikacemi byl časový rozestup 10 – 15 minut. Po uvedené dobu byla sledována vyznačená místa a žížaly byly odchyťvány do plastových nádobek s roztokem etanolu.

Po čtyřech aplikacích roztoku na půdu byly v již označených čtvercích vyryty menší čtverce o rozměrech 31,7 x 31,7 centimetrů. Vyrytá půda byla dána mimo čtverec a probrána, aby se zajistily žížaly, které byly posléze taktéž dány do plastových nádobek s roztokem etanolu.

Žížaly uložené v plastových nádobkách v 70 % roztoku etanolu byly odneseny do laboratoře. Zde byly druhý den převedeny do formalínu. Jelikož se u laboratorních testů na potkanech zjistilo, že je formalín možným karcinogenem i pro člověka, omezuje se styk s ním. Proto po 14 dnech byly žížaly převedeny zpět do roztoku etanolu, kde nám vydrží dlouhou dobu.

4.4. Metody hodnocení

V laboratoři Katedry zoologie a rybářství byly získáni zástupci žížal určení do druhů na základě vnějších morfologických znaků, jako je např. klitelum, u kterého záleží na jeho začátku a konci, tvaru a typu. Dalším poznávacím znakem je struktura štětín, u které záleží na tvaru a jejich uspořádání. K určování byl použit klíč obsažený v práci Sims and Gerard (1999), doplňkově bylo využito klíče českého zoologa Václava Pižla z roku 2002.

Pro stanovení čerstvé biomasy se žížaly váží i se střevním obsahem. Také lze provést u žížal pitvu, ale ta bývá náročná. Pro podrobnější hodnocení bylo v práci využito čtyř vybraných indexů diversity (viz kapitola Výsledky).

5. Výsledky

5.1. Celkové výsledky obou lokalit

Tabulka 1: Počet získaných jedinců žížal při terénním výzkumu.

| Druh | Lokalita 1 | Lokalita 2 | Lokalita 3 | Lokalita 4 | Lokalita 5 | Lokalita 6 |
|---------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <i>Aporrectodea caliginosa</i> | 1 | | 7 | | 5 | 5 |
| <i>Aporrectodea longa</i> | 6 | | 1 | | 4 | 7 |
| <i>Aporrectodea rosea</i> | | | 1 | | 4 | 7 |
| <i>Allolobophora chlorotica</i> | 3 | | | | 3 | 23 |
| <i>Dendrobaena octaedra</i> | 4 | 1 | | | | |
| <i>Dendrodrilus rubidus</i> | | | 2 | | | |
| <i>Lumbricus castaneus</i> | 3 | | 4 | | | |
| <i>Lumbricus terrestris</i> | 7 | | 2 | | 2 | |
| <i>Octolasion cyaneum</i> | 5 | | | | | |
| <i>Octolasion lacteum</i> | | 16 | 5 | | 8 | 10 |
| <i>Aporrectodea spec.</i> | 3 | | 7 | | 1 | 7 |
| <i>Lumbricus spec.</i> | 8 | 1 | | | | |
| Celkem jedinců | 40 | 18 | 29 | 0 | 27 | 59 |
| Celkem druhů | 7 | 3 | 7 | 0 | 6 | 5 |

Tabulka 1 zachycuje počty jedinců žížal, které byly zaznamenány při terénním výzkumu. Celkově bylo získáno 173 jedinců, kteří patří k 10ti druhům žížal. Přiřazení některých jedinců k určitým druhům bylo obtížné vzhledem k nízkému stupni jejich vývoje. Tito jedinci byli zařazeni alespoň do rodu. Nejvyšší výskyt žížal byl zaznamenán v lokalitě 6 v obci Doksy na poli, kde bylo nalezeno 59 jedinců náležících k 5 druhům. Naopak žádný jedinec nebyl nalezen v lokalitě 4 v lese v okolí obce Doksy.

5.2. Výsledky indexů diversity

Tabulka 2: Vypočtené hodnoty vybraných indexů dle lokalit.

| Index | Lokalita 1 | Lokalita 2 | Lokalita 3 | Lokalita 5 | Lokalita 6 |
|------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Shannon | 2,08 | 0,43 | 1,86 | 1,80 | 1,64 |
| Simpson | 3,75 | 1,59 | 4,10 | 3,49 | 2,26 |
| Margalef | 0,14 | 0,80 | 0,18 | 0,19 | 0,23 |
| Menhinick | 1,11 | 0,71 | 1,30 | 1,15 | 0,65 |

V tabulce 2 je záměrně vynechána lokalita 4, na které nebyl nalezen ani jeden zástupce žížal. Indexy diversity proto nelze určit ani je porovnávat.

6. Diskuze

Sledovaná území byla ovlivněna lidskou činností, která jejich původní stav narušuje. Při zpracování údajů o výskytu druhů žížal bylo dobré porovnat počet a druhy žížal na jednotlivých lokalitách. Na všech vybraných lokalitách postupem času došlo k adaptaci žížal na nové půdní podmínky (Kula a Švarc, 2011).

Na lokalitách v okolí bývalé ocelárny Poldi Kladno nedošlo k žádným rekultivacím, její okolí a areál samovolně zarůstají od roku 1989, kdy došlo k výraznému omezení zpracování oceli. Bylo zde nalezeno 87 jedinců patřících do 10 druhů. Nejhojněji ze všech druhů žížal je zde zastoupena *Octolasion lacteum*. Jedná se o endogeický druh, většinou běžně se vyskytující na loukách nebo v listnatých částech lesa. (Pižl, 2002).

Lokality v okolí obce Doksy u Kladna jsou pod vlivem dopravy a zemědělské činnosti i když v posledních letech došlo k jejímu utlumení. Bylo zde nalezeno 86 jedinců patřících k 6 druhům. Nejhojněji ze všech druhů žížal se zde vyskytovala *Allolobophora chlorotica*. Vůbec žádný jedinec nebyl nalezen v lokalitě lesa. Tento výsledek byl zřejmě ovlivněn tím, že na této zvolené lokalitě je silně jílovitá půda, která není příliš vhodná pro život žížal, jak uvádí Kula a Švarc (2011). Příčinou mohlo být také to, že přes cestu se nachází jehličnatá část lesa a tak půda i její okolí může být vlivem opadu kyselejší (Pižl, 2002).

Indexy diversity jsou nejvyšší pro lokalitu areálu ocelárny Poldi, to poukazuje na nejvyšší druhové zastoupení v této lokalitě. Naopak nebylo možné hodnotit pomocí indexů lokalitu listnatou část lesa u obce Doksy, neboť zde nebyl zjištěn výskyt zástupců daných druhů. (Spellerberg, 1985).

7. Závěr

Cílem této práce je formou literární rešerše shrnout dosavadní poznatky o významu žížal v biotopech, které jsou zatíženy lidskou činností. V práci jsem se zaměřila na lokality oblasti Kladenska, které byly ovlivněny dopravou, zemědělskou činností a zpracováním oceli. V bývalé ocelárně Poldi Kladno byl po ukončení zpracování oceli areál nechán ladem a nebyla zde provedena žádná rekultivace. V lokalitách v okolí obce Doksy má neustálý vliv doprava a zemědělství. V práci jsem porovnávala druhové a početní zastoupení žížal v šesti lokalitách s různým vlivem lidské činnosti.

Odebrané vzorky zahrnují 87 zástupců žížal z lokalit v okolí Poldi Kladno a 86 jedinců z lokalit v okolí obce Doksy. Zastoupení žížal v jednotlivých lokalitách bylo různé. Luční lokality a lesní lokalita prokázaly vyšší výskyt *Octolasion lacteum*. Na poli v Doksech byl zaznamenán nejvyšší výskyt *Allolobophora chlorotica*. Druhově nejrozmanitější byla lokalita v areálu Poldi Kladno a louka v okolí Poldi Kladno se shodným výskytem 7 druhů žížal. Oproti tomu v lese v okolí obce Doksy nebyl nalezen žádný jedinec.

Z dosažených výsledků vyplývá, že druhové složení žížal odpovídá místům jejich nejčastějšího výskytu a je závislé na podmínkách daného prostředí.

8. Seznam literatury

Barklett, M., James, I., Harris, J. & Ritz, K. (2008): Earthworm community structure on five English golf courses. *Applied Soil ecology* 39: p. 336-341.

Bičík, I., Budňáková, M., Čermák, P., Čtyrská, J., Dreslerová, D., Fiala, P., Hauptman, I., Janderková, J., Jech, K., Kender, J., Kopp, J., Kubík, L., Kukul, Z., Matějů, L., Němec, J., Němec, J., Novák, P., Pošmourň, K., Rejšek, K., Penížek, V., Petrů, K., Sáňka, M., Sedláček, J., Šefrna, L., Vácha, R., Vašků, Z., Zimová, M. 2009. *Půda v České republice*, Consult, Praha, 255 s., ISBN: 80- 903482-4-6.

Dykyjová, D., Bedrna, Z., Bejček, V., Faiman, Z., Gloser, J., Chalupský, J., Jakrlová, J., Kindlmann, P., Komárková, J., Kořínek, V., Kubíková, J., Kunc, F., Lepš, J., Lukavský, J., Moldan, B., Novák, K., Nováková, E., Ondok, J. P., Pivnička, K., Pokorný, J., Pospíšilová, J., Prokop, M., Říha, V., Slavík, B., Skuhřavý, V., Skuhřavá, M., Solárová, J., Svobodová, Z., Škapec, L., Šťastný, K., Tesařová, M., Úlehlová, B. 1989. *Metody studia ekosystémů*. 1. vydání. Academia, Praha. 692 s. ISBN: 15- 4629- 21- 046- 89.

Eisenhauer, N. 2010. The action of an animal ecosystem engineer: Identification of the main mechanisms of earthworm impacts on soil microarthropods, *Pedobiologia* 53. 343-352.

Frouz, J. 2010. Půda – živý systém. *Vesmír* 89, 2010 (7), 490- 492.

Georgescu, B. & Weber, C. (2007). The role of earthworms as biological indicators of soil contamination. *Animal Science and Biotechnologies*, Vol. 64, No. 1-2, ISSN 18435254.

Gunn, A. 1992. The use of mustard to estimate earthworm populations. *Pedobiologia* 26: 65 – 67.

Hanzák, J., Mikulová, M., Moucha, J., Zahradník., J. 1973a. *Světlem zvířat*, V. díl (1. Část), Bezobratlí, Albatros, Praha 321 s. ISBN: 13-809- 73.

Jakrlová, J., Pelikán, J. 1999. *Ekologický slovník terminologický a výkladový*. Fortuna. Praha, 144 s., ISBN: 80-7168-644-1.

Jeffery, S., Gardi, C., Jones, A., Montanarella, L., Marmo, L., Miko, L., Ritz, K., Peres, G., Römbke J., W. H. van der Putten (eds.). 2010. European Atlas of Soil Biodiversity. European Commission, Publications Office of the European Union, Luxemburg. 128 p. ISBN: 978-92-79-15806-3.

Kula, E., Hrdlička, P., Janda, P., Kodarová, L., Matějková, R., Menšík, L., Matoušek, D., Pokorná, S., Purchart, L., Švarc, P., Vavříček, D. 2009 (06). Půdní a epigeická fauna stanovišť ovlivněných vápněním a její dynamika, Lesy České republiky, s.p., Hradec Králové 438 s. ISBN: 978-80-86945-15-6.

Kula, E., Švarc, P. 2011. Žížaly lesních ekosystémů narušených imisemi a ovlivněných rekompensačním vápněním v Krušných horách, Mendelova univerzita v Brně, 99 s., ISBN: 978-80-7375-482-2.

Lee, K. E. 1985. Earthworms: their ecology and relationship with soils and land use. Academic press, New York.

Losos, B., Gulička, J., Lellák, J., Pelikán, J. 1985. Ekologie živočichů. 1. vydání. Státní pedagogické nakladatelství, n. p., Praha. 320 s. ISBN: 14 – 174 – 85.

Neuerburg, W., Padel, S. 1994. Ekologické zemědělství v praxi. Agrospoj, Praha, 496 s.

Odum, E. P. 1977. Základy ekologie. Academia. Praha. 733 s.

Paoletti, M. G. 1999. The role of earthworms for assessment of sustainability and as bioindicators. Agriculture, Ecosystems and Environment 74: 137 – 155.

Pižl, V. 2002. Žížaly České republiky (Earthworms of the Czech Republic)- Sborník přírodovědného klubu v Uh. Hradišti, Supplementum 9, Agentura NP v. o. s., Staré Město. 154 s. ISBN: 80 – 86485 – 04 – 8.

Pommeresche, R., Sissel, H., Loes, A. K. 2010. Žížaly a jejich význam pro zlepšování kvality půdy. Bioinstitut, Olomouc, 24 s. ISBN: 978-80-87371-02-2.

Sims, R. W., Gerard, B. M. 1999. Earthworms. Field Studies Council, Shewsbury, 168 p.

Spellerberg, I. F. 1995. Monitorování ekologických změn. Český ústav ochrany přírody, Výzkumné a monitorovací pracoviště Brno, 187 s. ISBN: 80-901855-2-5.

Vašků, Z. 1994. Červy a voda. Vesmír 73, 1994 (7), 396.

Elektronické zdroje

http://www.fabriky.cz/2007_poldi/index.htm

<http://www.mestokladno.cz/zakladni-informace-o-kladne/d-1401486/p1=2100017891>

<http://www.obecdoksy.cz/historie/>

Pižl, V. Co dělají žížaly v zimě? [online]. 6. prosince 2010. [cit. 2011-03-13]. Dostupné z <http://www.prakticky-zivot.cz>

<http://www.strojpoldi.cz/hlavni>