Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav aplikované a krajinné ekologie

Hodnocení toxicity průsakových vod a půd ze skládky odpadů

Diplomová práce

Vedoucí práce:
Mgr. Ing. Magdalena Daria Vaverková, Ph.D.

Autorka práce:
Bc. Klára Walachová

Brno 2017

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: *Hodnocení toxicity průsakových vod a půd ze skládky odpadů* vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne: ……

……
podpis

Poděkování

Mé poděkování patří Mgr. Ing. Magdaleně Darii Vaverkové, Ph.D., za ochotu, cenné rady, trpělivost a odborné vedení, které mi poskytla v průběhu psaní diplomové práce. Dále mé poděkování patří Bc. Ing. Daně Adamcové, Ph.D., která rovněž přispěla cennými materiály a radami. Také děkuji panu Ladislavu Svobodovi, který mi umožnil vstup na řízenou skládku odpadů Těmice a poskytl informace. V neposlední řadě děkuji rodičům a rodině za podporu po celou dobu studia.

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá hodnocením toxicity průsakových vod a půd ze skládky odpadů Těmice. Teoretická část je zaměřena na charakteristiku komunálního odpadu a popis procesu skládkování. Další část práce je věnována oboru ekotoxikologie a popsáním jeho základních metod. Praktická část se zabývá popisem vybrané skládky odpadů a provedením testu inhibice růstu hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) na průsakových vodách ze skládky odpadů. Práce dále obsahuje provedení testu fytotoxicity půdy pomocí Phytotoxkit. Zaměřuje se na popis této metody, pracovní postup a pracovní pomůcky. V závěru práce je vyhodnocení obou testů, které spočívají ve výpočtu inhibice růstu kořene pro jednotlivé koncentrace testované látky. Práce je doplněna o fotodokumentaci prováděných laboratorních testů a skládky odpadů.

Klíčová slova: komunální odpad, skládkování, ekotoxikologie, průsaková voda, inhibice, phytotoxkit.

ABSTRACT

This thesis deals with the evaluation of toxicity and soil leachate from landfill Těmice. The theoretical part focuses on the characteristics of municipal waste landfill and process description. Another part is devoted to the field of ecotoxicology and describing its basic methods. The practical part describes the selected landfill and performing the assay inhibition of white mustard (*Sinapis alba L.*) for leachate water from landfill. The work also includes the test phytotoxicity of soil by Phytotoxkit. It focuses on the description of this method, workflow and work aids. In conclusion, the evaluation of both tests, which involve the calculation of root growth inhibition for each concentration of the test substance. The work is complemented by photographic documentation carried out laboratory tests and landfills.

Keywords: municipal waste, landfill, ecotoxicology, leachate, inhibition, phytotoxkit.

OBSAH

1 ÚVOD 7

2 CÍL PRÁCE 8

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED 9

3.1 Základní pojmy 9

3.2 Statistické údaje zaměřené na produkci odpadů v České republice 10

3.2.1 Plán odpadového hospodářství ČR 13

3.3 Nakládání s odpady 14

3.3.1 Shromažďování a skladování odpadů 15

3.3.2 Sběr a výkup odpadů 15

3.3.3 Využívání odpadů 15

3.3.4 Odstraňování odpadů 15

3.4 Legislativní prostředí 16

3.5 Skládkování 17

3.5.1 Dělení skládek 18

3.5.2 Provoz skládky 18

3.5.3 Technické zabezpečení skládky 19

3.5.4 Stručný popis procesu skládkování 21

3.6 Základní metody ekotoxikologie 21

3.6.1 Pojem ekotoxikologie 22

3.6.2 Metodiky ekotoxikologie 22

4 MATERIÁL A METODIKA 25

4.1 Popis skládky odpadů Těmice 25

4.1.1 Lokalizace skládky 25

4.1.2 Přírodní podmínky 26

4.1.3 Základní údaje o skládce 28

4.1.4 Provozní objekty 28

4.2 Provedení testu inhibice růstu hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) na průsakových vodách ze skládky odpadů Těmice 31

4.2.1 Odběry vzorků průsakových vod 31

4.2.2 Účel a princip testu 32

4.2.3 Charakteristika hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) 32

4.2.4 Pracovní postup 33

4.2.5 Vyhodnocení testu ... 35
4.3 Provedení testu fytotoxicity půdy pomocí Phytotoxkit ... 36
4.3.1 Phytotoxkit ... 36
4.3.2 Odběr vzorků zeminy ... 36
4.3.3 Průběh testu fytotoxicity pomocí Phytotoxkitu ... 37
4.3.4 Ukončení testu ... 38
5 VÝSLEDKY ... 39
5.1 Výsledky testu inhibice růstu hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) na průsakových vodách ze skládky odpadů Těmice ... 39
5.2 Výsledky testu fytotoxicity půdy pomocí sady Phytotoxkit ... 45
6 DISKUZE ... 53
7 ZÁVĚR ... 54
8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY ... 55
8.1 Literární zdroje: ... 55
8.2 Internetové zdroje: ... 56
9 SEZNAM OBRÁZKŮ ... 59
10 SEZNAM TABULEK ... 61
11 SEZNAM ZKRATEK ... 62
12 PŘÍLOHY ... 63

1 ÚVOD

Neustálý vývoj lidské populace přináší velkou produkci odpadů a problémy s jejich nakládáním a zneškodněním. Pro eliminaci odpadů je důležité, aby odpad vůbec nevznikal nebo byl opětovně využit, recyklován, energeticky využit nebo odstraněn.

V České republice (dále jen ČR) je odpad nejčastěji odstraňován skládkováním. Skládkování je způsob trvalého uložení odpadů na skládku, kde je následně hutněn a překryt materiálem proti úletu a zápachu. Tenhle způsob odstranění odpadů je jednou z levnějších a jednodušších variant odstranění. Skládky odpadů mají velký vliv na své okolí. Dochází k narušování krajinného rázu a vnášení nežádoucích látek do přírody. Je důležité zajistit správné řízení skládky a její pravidelné monitorování, aby nedocházelo k přenosu nežádoucích látek do ostatních složek životního prostředí. Při špatném hospodaření či zabezpečení hrozí úlety odpadů do okolí, k zápachu, prašnosti, k přemnožení hlodavců, v horším případě k úniku skládkového plynu či průsaku do okolí.

Skládkování je nejrozšířenějším a zároveň nejméně žádoucím způsobem odstranění odpadů v ČR. Současný plán odpadového hospodářství ČR stanovuje jasné cíle ke snížení množství odpadů ukládaného na skládkách. Od r. 2024 bude zakázáno ukládání využitelného a recyklovatelného odpadu na skládky. Cílem je výrazně zvýšit poplatek za ukládání odpadů na skládky a tím snížit množství odpadů, které na skládkách obvykle končí. Odpad tak může být využit jako cenná surovina, díky níž lze šetřit primární zdroje. ČR je stále skládkovací velmoc a má jeden z nejnižších poplatků za skládkování komunálního odpadu v Evropě.

2 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce je následující:

- charakterizovat komunální odpad (pojmy, statistika, způsoby nakládání, legislativa),
- stručně popsat proces skládkování,
- popsat základní metody ekotoxikologie,
- popsat vybranou skládku odpadů (lokalizace, přírodní poměry, základní charakteristika zařízení, atd.),
- provést test inhibice růstu hořčice bíle (*Sinapis alba* L.) na průsakových vodách ze skládky odpadů,
- provést test fytotoxicity půdy pomocí Phytotoxkit,
- vyhodnotit výsledky a jejich interpretace.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

Následující kapitola se zabývá obecnou charakteristikou komunálního odpadu. Jsou zde uvedeny základní pojmy, statistické údaje, způsoby nakládání s komunálním odpadem a legislativní prostředí související s komunálním odpadem.

3.1 Základní pojmy

Základní pojmy vychází ze zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů.

Odpad je každá movitá věc, které se osoba zbavuje, nebo má povinnosti nebo úmysl se jí zbavit. Zbavit věci se může osoba předáním movité věci k odstranění nebo využití, nebo předáním osobě oprávněné ke sběru nebo výkupu odpadů. Osoba má povinnost zbavit se movité věci, jestli-že movitá věc neplní svůj původní účel, ohrožuje životní prostředí (dále jen ŽP) nebo byla vyřazena na základě zvláštního právního předpisu (ÚZ č. 1102, 2015).

Komunální odpad (dále jen KO) je veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti fyzických osob, a který je uveden jako komunální odpad v Katalogu odpadů, s výjimkou odpadů vznikajících u právnických osob nebo fyzických osob oprávněných k podnikání (ÚZ č. 1102, 2015).

Nebezpečný odpad (dále jen NO) je odpad vykazující jednu nebo více nebezpečných vlastností uvedených v příloze přímo použitelného předpisu Evropské unie o nebezpečných vlastnostech odpadů (www.portal.gov.cz).

Odpad podobný komunálnímu odpadu je veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti právnických nebo fyzických osob oprávněných k podnikání, uveden jako komunální odpad v Katalogu odpadů (www.mze.cz).

Nakládání s odpady je obchodování s odpady, shromažďování, sběr, výkup, přeprava, doprava, skladování, úprava, využití a odstranění odpadů (www.mze.cz).

Skládka je zařízení zřízené v souladu se zvláštním právním předpisem a provozované ve třech na sebe bezprostředně navazujících fázích provozu (www.portal.gov.cz).

První fází provozu skládky je provozování zařízení k odstraňování odpadů jejich ukládáním na nebo pod úrovní terénu (ÚZ č. 1102, 2015).

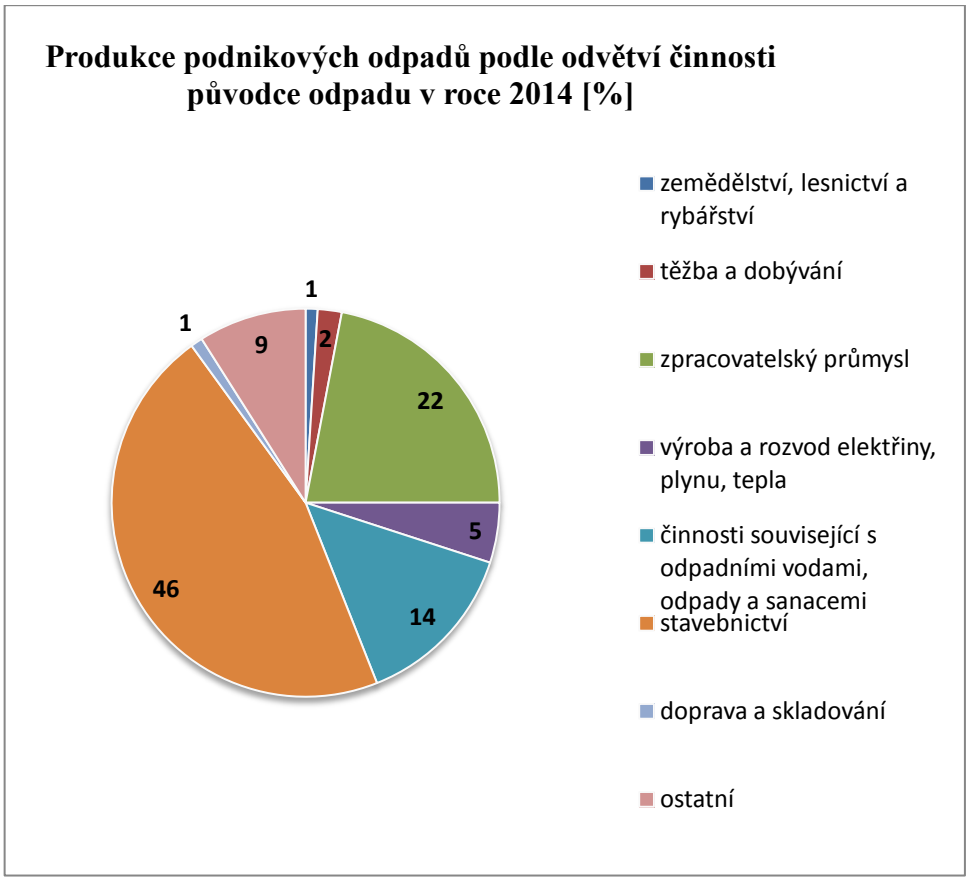
Druhou fází provozu skládky je provozování zařízení k případnému využívání odpadů při uzavírání a rekultivaci skládky (ÚZ č. 1102, 2015).

Třetí fází provozu skládky je provozování zařízení neurčeného k nakládání s odpady za účelem zajištění následné péče o skládku po jejím uzavření (ÚZ č. 1102, 2015).

Odpadové hospodářství je činnost zaměřená na předcházení vzniku odpadů, na nakládání s odpady a na následnou péči o místo, kde jsou tyto odpady trvale uloženy, a kontrola těchto činností (www.portal.gov.cz).

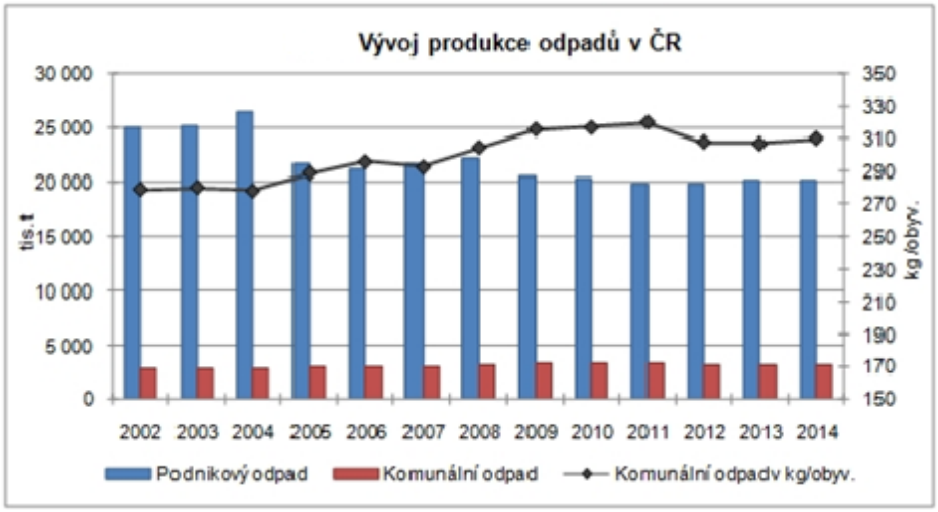
3.2 Statistické údaje zaměřené na produkci odpadů v České republice

Český statistický úřad (dále jen ČSÚ) provádí každoročně šetření, ve kterém zjišťuje produkci odpadů a nakládání s odpady. Podle tohoto zkoumání bylo v roce 2014 vyprodukováno v ČR celkem $238 \cdot 10^9$ kilogramů (dále jen kg) odpadů. Největší množství odpadů v ČR vzniká činností ekonomických podniků, kdy v roce 2014 vzniklo celkem $202 \cdot 10^9$ kg odpadů. Největší produkce odpadů je ze stavební činnosti, která je spojena s postupným růstem stavebních prací a firem v ČR. Patří sem především odpady ze stavební a demoliční činnosti (www.tretiruka.cz).



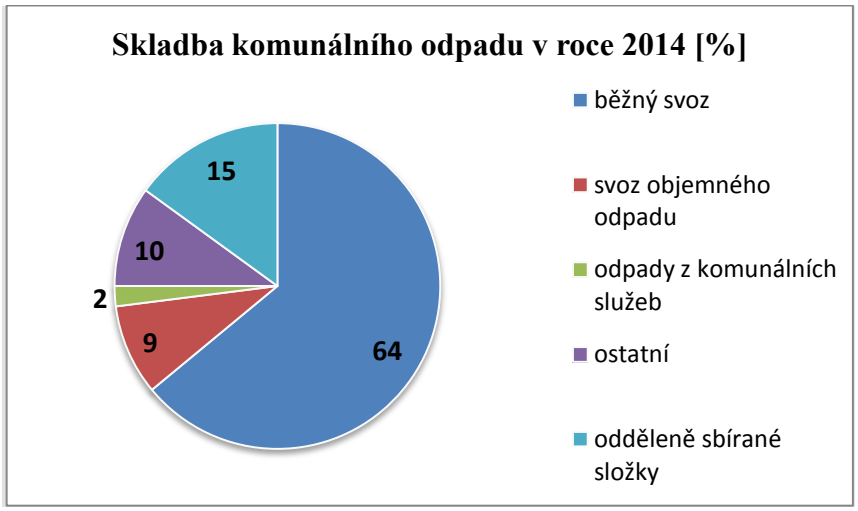
Obrázek 1: Produkce podnikových odpadů podle odvětví činnosti původce odpadu v roce 2014 (www.tretiruka.cz, upravila Walachová, 2016)

Podle statistického šetření zaujímají největší část odpadů z obcí komunální odpady, kdy v roce 2014 bylo vyprodukováno $33 \cdot 10^9$ kg. Na jednoho obyvatele tak připadlo 310 kg vyprodukovaného odpadu (viz Obrázek 2), (www.tretiruka.cz).

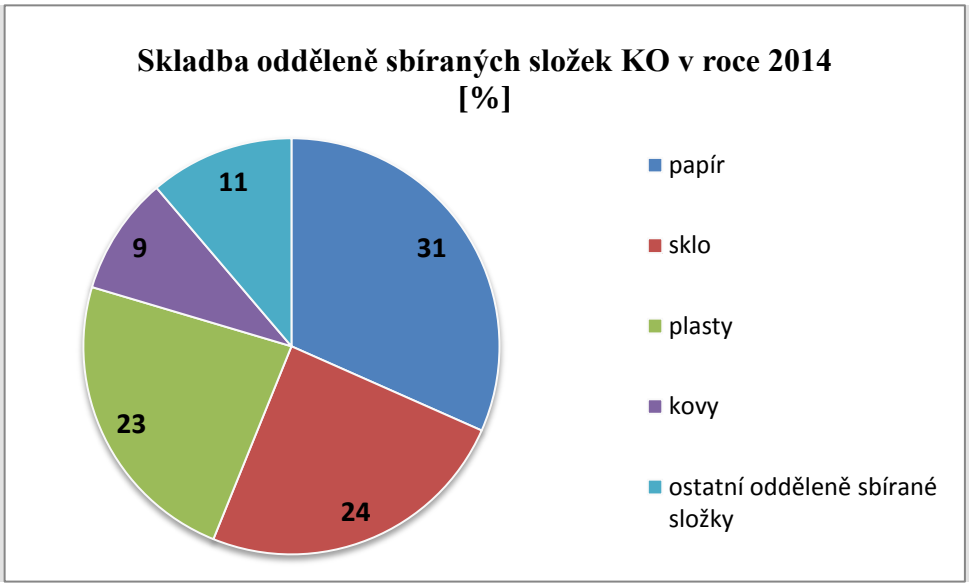


Obrázek 2: Vývoj produkce odpadů v ČR (www.tretiruka.cz, upravila Walachová, 2016)

Největší podíl z KO tvořil odpad z běžného svozu- 64 %, objemný odpad (nábytek a koberce) tvořil 9 %, ostatní komunální odpad (hřbitovní odpad, odpad ze zahrad) tvořil 10 % a odpad z komunálních služeb (odpad z čištění ulic) tvořil pouhá 2 %. Odděleně sbírané složky tvořily 15 % (viz Obrázek 3) z celkové produkce KO za rok 2014 a bylo vytříděno 44 kg na jednoho obyvatele. Největší podíl zaujímal papír 31 %, dále sklo 24 %, plasty 23 % a kovy 9 % (viz Obrázek 4), (www.czso.cz).



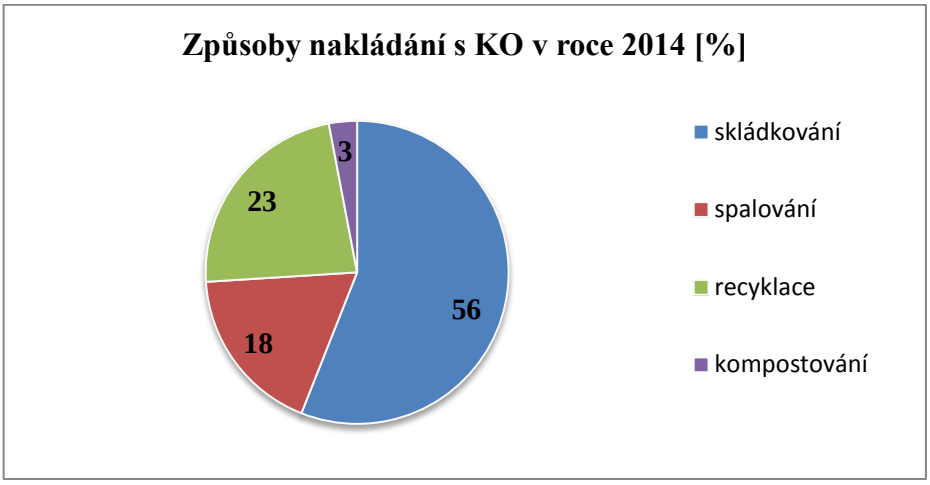
Obrázek 3: Skladba KO v roce 2014 (www.czso.cz, upravila Walachová, 2016)



Obrázek 4: Skladba odděleně sbíraných složek KO v roce 2014 (www.czso.cz, upravila Walachová, 2016)

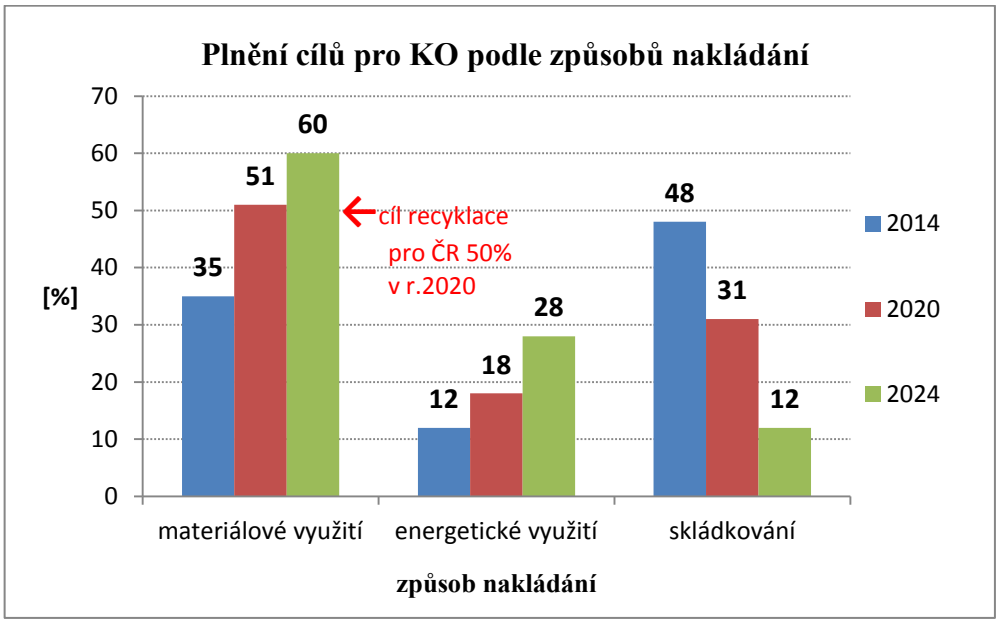
V roce 2014 bylo v ČR nakládáno s celkem $310 \cdot 10^9$ kg odpadů. Z toho bylo využito 41,5 %, odstraněno 14,9 % a naloženo ostatními způsoby (terénní úpravy, rekultivace) 43,6 %.

Ze statistických údajů vyplývá, že z celkové produkce KO z roku 2014 více než polovina odpadu byla uložena na skládkách odpadů (viz Obrázek 5), dále byl odpad recyklován, spalován ve spalovnách odpadů a z menší části kompostován (www.tretiruka.cz).



Obrázek 5: Způsoby nakládání s KO v roce 2014 (www.tretiruka.cz, upravila Walachová, 2016)

Plán odpadového hospodářství ČR (dále jen POH) stanovuje jasné cíle, na základě plnění evropských cílů, které se zaměřují především na snížení množství odpadů ukládaného na skládky, na zvýšení recyklace v roce 2020 na 50 % a zvýšení úrovně opětovného využití. (SŤASTNÁ, 2016).



Obrázek 6: Porovnání plnění evropských cílů a stanovené cíle ČR pro komunální odpady podle Plánu odpadového hospodářství ČR (www.mzp.cz, upravila Walachová, 2016)

3.2.1 Plán odpadového hospodářství ČR

Legislativa odpadového hospodářství (dále jen OH) upravuje a stanovuje nové změny v ukládání odpadů na skládky. Od roku 2024 bude zákaz skládkování odpadů s výhřevností vyšší než 4MJ/kg, do této doby bude zvyšován poplatek u těchto odpadů. Také od roku 2024 bude zakázáno ukládat na skládky směsný komunální odpad, především využitelný a recyklovatelný odpad. Další změnou bude snížení poplatku za uložení nebezpečného odpadu (viz Tabulka 1), (ŠŤASTNÁ, 2016).

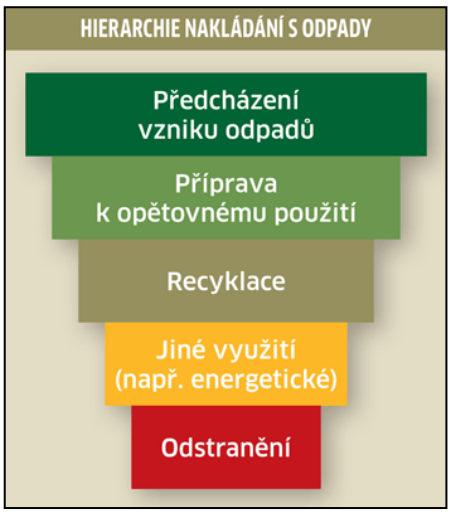
Tabulka 1: Vývoj poplatku za ukládání odpadů na skládky v letech 2017-2025 [Kč] (časopis ODPADY 3/2016, upravila Walachová, 2016)

ROK	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Využitelný odpad	700	900	1150	1350	1550	1700	1850	0	0
Zbytkový odpad	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100
Nebezpečný odpad	4000	4000	3500	3500	3000	3000	3000	2500	2500
Odpad pro technické zabezpečení	100	100	150	150	200	200	250	250	300

3.3 Nakládání s odpady

Hlavním cílem OH je předcházet vzniku odpadů, a pokud to není možné snažit se je opětovně použít. Odpady, které vzniknou, mohou být recyklovány, upraveny a vzniklé materiály znovu použity pro původní nebo jiné účely. Odpady lze také energeticky využít spalováním odpadů za vzniku tepelné a elektrické energie. Pokud však odpady nelze využít žádným způsobem je nutné je odstranit ve spalovnách odpadů nebo jejich uložením na skládku odpadů.

Mezi jednotlivé způsoby nakládání s odpady řadíme obchodování s odpady, shromažďování, sběr, výkup, přepravu, dopravu, skladování, úpravu, využití a v neposlední řadě odstranění (ÚZ č. 1102, 2015). Následující kapitola uvádí způsoby nakládání s odpadem, převážně s KO.



Obrázek 7: Hierarchie nakládání s odpady (www.odpady-online.cz)

3.3.1 Shromažďování a skladování odpadů

Podle zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, se shromažďováním rozumí krátkodobé soustřeďování odpadů ve shromažďovacích prostředcích v místě jejich vzniku. Shromažďovací prostředky jsou nejčastěji odpadkové koše, pytle, kontejnery, vaky nebo obaly, které musí splňovat technické požadavky. Skladování je přechodné soustřeďování odpadů v zařízení k tomu určeném na dobu tří let před jejich využitím nebo na dobu jednoho roku před jejich odstraněním. Sklady mohou být volné plochy, budovy nebo podzemní a nadzemní nádrže (www.zakonyprolidi.cz).

3.3.2 Sběr a výkup odpadů

Sběr odpadů provádí fyzická nebo právnická osoba oprávněna k podnikání od jiných osob včetně předběžného třídění a skladování za účelem jejich dalšího zpracování. Výkup odpadů provádí fyzická nebo právnická osoba oprávněna k jejich výkupu za sjednanou cenu. Provozovatel zařízení ke sběru nebo výkupu odpadů musí zařazovat odpady podle kategorie a druhu odpadu, provozovat zařízení v souladu s provozním řádem, zajistit přednostní využití odpadů, vést průběžnou evidenci odpadů a uvádět seznam druhů sbíraných nebo vykupovaných odpadů. Provozovatel zařízení je také povinen identifikovat odpady a osoby, od kterých odpad přijal (ÚZ č. 1102, 2015).

3.3.3 Využívání odpadů

Nejčastějším způsobem využití odpadů je jejich recyklace. Cílem recyklace je přeměna odpadů na druhotnou surovinu (materiál, výrobky), které můžeme použít k původním nebo jiným účelům. Nejvíce tříděnými složkami KO občany jsou plasty, papír, sklo a biologicky rozložitelné odpady (dále jen BRO), (JUNGA a kol., 2015).

Další využití odpadů je energetické využití získané termicko- oxidačním procesem. Odpad sníží svůj objem a hmotnost až o 70 %. Výhodou je, že šetří přírodní neobnovitelné zdroje a vzniká energetický výstup. Do této technologie patří například spalování KO ve spalovnách odpadů nebo spoluspalování vytříděných a upravených odpadů (www.zakonyprolidi.cz).

3.3.4 Odstraňování odpadů

Odstraňování odpadů je podle hierarchie nakládání s odpady na posledním místě. Mezi nejčastější metody odstraňování odpadů v ČR řadíme skládkování a spalování odpadů.

Proces skládkování bude blíže popsán v kapitole 3.5 Skládkování. Při procesu

spalování dochází k destrukci odpadů za vysokých teplot ve spalovnách odpadů. Dochází k termickému zpracování odpadů za vzniku tepla a elektrické energie. V současné době máme na území ČR tři spalovny KO a to v Praze, Brně a Liberci. Výhody spalovaní jsou zmenšení hmotnostního objemu odpadů až o 70 % a objemového podílu až o 90 % a energetické využití. Nevýhody jsou vysoké investiční a provozní náklady a vznik dioxinů a jiných škodlivých látek, které poškozují ŽP i zdraví lidí (JUNGA a kol., 2015).

3.4 Legislativní prostředí

Následující kapitola stručně popisuje vybrané zákony a vyhlášky, které se týkají nakládání s odpady v ČR.

- **Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů**

Zpracovává příslušné předpisy Evropské unie (dále EU) a upravuje pravidla pro předcházení vzniku odpadů a pro nakládání s nimi. Snaží se o ochranu životního prostředí, lidského zdraví a trvale udržitelného rozvoje. Ukládá práva a povinnosti osob v odpadovém hospodářství a upravuje působnost orgánů veřejné správy (ÚZ č. 1102, 2015).

- **Zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých dalších souvisejících zákonů (zákon o posuzování vlivů na životní prostředí)**

V souladu s právem Evropského společenství zákon upravuje posuzování vlivů na ŽP a postup fyzických osob, právnických osob, správních úřadů a územních samosprávných celků při tomto posuzování. Cílem je získat objektivní odborný podklad pro vydání rozhodnutí popřípadě opatření k uchování trvale udržitelného rozvoje (ÚZ č. 1102, 2015).

- **Zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých dalších zákonů (zákon o integrované prevenci)**

Účelem zákona je dosáhnou vysoké úrovně ochrany životního prostředí tím, že stanovuje povinnosti provozovatelů zařízení, upravuje postupy při vydání integrovaného povolení a poskytuje informace o nejlepších dostupných technikách.

Dále upravuje informační systém integrované prevence a stanovuje působnost orgánů veřejné správy (ÚZ č. 1102, 2015).

- **Vyhláška 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, ve změně pozdějších předpisů**

Vyhláška stanovuje veškeré náležitosti k provozování zařízení k využívání, odstraňování, sběru či výkupu odpadů. Zahrnuje žádost o udělení souhlasu k provozování zařízení a žádost o souhlas k nakládání s nebezpečnými odpady (www.portal.gov.cz).

- **Vyhláška 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady**

Vyhláška stanovuje technické požadavky na skládky odpadů a podmínky k jejich provozování a určuje, které odpady nemohou být na skládce uloženy, popřípadě za jakých podmínek lze ukládat odpad na skládky. Také upravuje způsob hodnocení odpadů podle vyluhovatelnosti a mísitelnosti a způsob vytváření a čerpání finanční rezervy (www.portal.gov.cz).

- **Vyhláška 93/2016 Sb., Katalog odpadů**

Vyhláška stanovuje v souladu s příslušnými předpisy EU Katalog odpadů a postup zařazování odpadů a současně stanoví náležitosti návrhu obecního úřadu obce s rozšířenou působností na zařazení odpadu podle Katalogu odpadů (www.portal.gov.cz).

3.5 Skládkování

Skládkování odpadů je v současné době nejrozšířenějším způsobem odstranění odpadů v ČR. Jde o nejlevnější a nejrozšířenější způsob odstranění odpadů. Nevýhodou jsou však výstupy, které ohrožují nebo škodí životnímu prostředí, jako vznik průsakových vod, únik skládkového plynu, úlety odpadů za hranice skládky, šířící se zápach v teplém období nebo přemnožení hlodavců.

Skládka je technické zařízení, které slouží k ukládání určených druhů odpadů, které jsou následně hutněny a překryty materiálem. Skládka je provozována ve třech na sebe navazujících fázích. V ČR je 148 skládek pro uložení KO, 32 skládek pro uložení inertního odpadu a 26 skládek pro uložení NO (KIZLINK, 2014).

3.5.1 Dělení skládek

Skládky dělíme podle třídy vyluhovatelnosti, vztahu k úrovni terénu, způsobu uložení odpadů, podle ochrany před srážkami nebo zabezpečení.

Podle třídy vyluhovatelnosti:

- S-IO (inertní odpad): skládka určená pro ukládání inertních odpadů. Vodný výluh připravený z odpadu nesmí překročit výluhovou třídu číslo I,
- S-OO (ostatní odpad): skládka určená pro ukládání odpadů kategorie ostatní odpad. Tato skupina se dělí na dvě podskupiny: S-001 pro ukládání ostatního odpadu s nízkým obsahem organických biologicky rozložitelných látek a S-003 pro ukládání ostatního odpadu s podstatným obsahem organických biologicky rozložitelných látek. Nesmějí zde být uloženy odpady na bázi sádry a vodný výluh nesmí překročit výluhovou třídu číslo IIa,
- S-NO (nebezpečný odpad): skládka určená pro ukládání nebezpečných odpadů. Vodný výluh nesmí překročit výluhovou třídu číslo III.

Podle vztahu k úrovni terénu:

- podúrovňové, nadúrovňové, podzemní,
- násypové, svahové, kombinované.

Podle uložení odpadů:

- jedno-druhové a více-druhové skládky,
- sdružené skládky.

Podle ochrany před srážkami:

- zastřešené,
- uzavřené.

Podle způsobu zabezpečení:

- zabezpečené,
- nezabezpečené, tzv. černé skládky (HNILO, 2011).

3.5.2 Provoz skládky

Skládku lze provozovat až po vydání kolaudačního souhlasu a souhlasu k provozování zařízení. Obsah žádosti o souhlas k provozování skládky obsahuje, podle vyhlášky 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, například identifikační údaje provozovatele, identifikační číslo, adresu provozovny, kopii podnikatelského oprávnění, seznam druhů odpadů přijímaných na skládku, projektovou dokumentaci,

hydrogeologický popis nebo návrh plánu na uzavření skládky a následnou péči o skládku. Skládku lze provozovat pouze v souladu s provozním řádem, který obsahuje základní údaje o skládce, druhy odpadů které jsou na skládce uloženy, technický popis skládky, monitorovací systém, organizační zajištění provozu skládky, způsob vedené evidence odpadů a případná opatření k zamezení negativních vlivů. Dalším důležitým dokumentem je provozní deník, do kterého se zapisují veškeré informace během provozního dne (jména pracovníků, množství a druhy přijatých odpadů, meteorologická data, případné havárie, kontroly), (www.zakonyprolidi.cz).

3.5.3 Technické zabezpečení skládky

Technické zabezpečení skládky je důležité z hlediska ochrany ŽP, zdraví lidí a zvířat a bezpečného provozu skládky. Technické požadavky jsou především kladeny na těsnící systém, odvodňovací systém, odplyňovací systém a monitorovací systém skládky.

- **Těsnící systém**

Slouží k ochraně okolního prostředí před úniky nebezpečných látek. Těsnící systém se využívá především na skládkách kde je odpad navezen na skládku a překryt materiálem. Z těchto odpadů se uvolňuje velké množství vody a v nich škodlivých látek, které ohrožují především podzemní a povrchové vody. Těsnění skládek se instaluje jak na dno skládky, tak i na její povrch. Těsnící systémy rozdělujeme na jednoduché a kombinované. Jednoduché těsnění dělíme na minerální těsnění, geosyntetické bentonitové rohože a plastové fólie neboli geomembrány. Kombinované těsnění je kombinace minerálního těsnění a geomembrány
(JUNGA a kol., 2015).

- **Odvodňovací systém**

Na skládkách odpadů se vyskytují dva druhy vod, dešťové a průsakové. Dešťové vody se dostávají do tělesa skládky pomocí srážek a průsakové vody vznikají z navážených odpadů. Množství vody je také závislé na klimatických a hydrogeologických podmínkách v okolí skládky. Voda, která je zachycená v jímkách se může využít pro zavlažování navezeného odpadu nebo se vyčistí na čistírně odpadních vod. Odvádění průsakových vod z tělesa skládky je zajištěno prostřednictvím systematického odvodňovacího systému, který se skládá z plošných drénů, trubních drénů, akumulačních nádrží dešťových a průsakových vod a technologického zařízení pro zneškodnění průsakových vod.

Plošné drény jsou z přírodních materiálů (štěrk, kamenivo) a pokrývají dno i boky skládky. Minimální tloušťka vrstvy by měla být 0,3 m. Slouží především jako filtrační vrstva. Z plošného drénu je průsaková voda odváděna pomocí trubních drénů, které jsou vyráběné ze syntetických materiálů.

Sběrné drény slouží k odvádění průsakových vod z tělesa skládky pomocí svodných drénů do akumulační nádrže. Sběrné drény jsou vyráběné z vysoce odolných materiálů a jejich sklon v terénu by měl být alespoň 3 %.

Akumulační nádrže průsakových vod slouží k zachycení průsakových vod, které vedou z tělesa skládky. Obvykle jsou umístěny v nejnižším bodě mimo těleso skládky. Akumulační nádrže jsou obvykle obdélníkového tvaru a musí být z nepropustného a odolného materiálu. Mohou být otevřené, uzavřené, podzemní či nadzemní.

Akumulační nádrže dešťových vod slouží k zachycení veškeré vody mimo těleso skládky. Nádrže jsou nejčastěji otevřené a opatřené bezpečnostním přelivem (FILIP a kol, 2003).

- **Odplyňovací systém**

Uložený odpad na skládce podléhá rozkladným procesům, při nichž dochází k uvolňování skládkového plynu, který ohrožuje těleso skládky (možnost vzniku výbuchu, požáru, zápachu). Skládkový plyn je složený převážně z metanu, oxidu uhličitého, oxidu dusíku a síry. Kvalita plynu je ovlivněna druhem uloženého odpadu a množstvím organického podílu v tomto odpadu. Odplyňovací systém je zajištěn pomocí svislých vrtů (jímací studny), vodorovných vrtů (drény) nebo kombinací těchto prvků. Z tělesa skládky je plyn odváděn podtlakovým čerpáním nebo přetlakem. Následně je plyn zpracován a využit v kogeneračních jednotkách jako energetický výstup (JUNGA a kol., 2015).

- **Monitorovací systém**

Hlavním cílem monitorování skládky je kontrola jednotlivých složek ŽP (půda, ovzduší, povrchová i podzemní voda), které by mohly být kontaminovány škodlivými látkami z odpadů. Sleduje se převážně jakost povrchových a podzemních vod, složení skládkového plynu, stupeň prašnosti a rozkladné procesy v tělese skládky. Monitorování skládky začíná již v době přípravy skládky, dále během provozu skládky a následně po jejím uzavření. Pro odběr vzorků jsou v areálu skládky, i mimo něj, vybudovány monitorovací vrty.

Doplňujícím zařízením jsou klimatické a hydrologické monitorovací systémy, kdy údaje jsou pravidelně zaznamenávány a uchovávány pro hodnocení vývoje skládky. Výsledky jsou zaznamenány v provozním deníku (FILIP a kol., 2003).

3.5.4 Stručný popis procesu skládkování

Odpad přivezený na skládku odpadů je podle vyhlášky 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky, přijat na základě základního popisu odpadu. Původce a oprávněná osoba jsou povinni zpracovat tento dokument a předat jej provozovateli zařízení. Náležitosti základního popisu jsou uvedeny v příloze č. 1 této vyhlášky. Provozovatel zařízení je povinen zkontrolovat pravdivost údajů v základním popisu a dodávku odpadů (www.portal.gov.cz).

Následně je odpad převezen a uložen do skládkového tělesa, kde je hutněn pomocí kompaktoru nebo dozeru. Zhutňováním odpadů dochází ke snížení pórovitosti odpadů, ke zvýšení uvolněné vlhkosti a urychlí se rozkladné procesy. Po zhutnění je zapotřebí odpad překrýt inertním odpadem, který zvyšuje pevnost a zabrání šíření zápachu. Převážně v letním období je nutné odpad zvlhčovat, aby docházelo k optimálním rozkladným procesům, zabránilo se prašnosti a nevznikla hrozba požáru (JUNGA a kol., 2015).

Po naplnění kapacity části skládky je tato část uzavřena a probíhá následná rekultivace. Cílem rekultivace je uvedení místa, které bylo znehodnoceno, do souladu s okolím a obnovení jeho funkčních schopností. Po rekultivaci je následná péče o skládku dalších 30 let podle dokumentu Program péče o skládku. Sleduje se především stav podzemních vod, stav průsakových vod, kvalita a množství skládkového plynu, stav zrekultivované části skládky a údržba zeleně. Všechny údaje jsou zapisovány a archivovány (www.mariuspedersen.cz).

3.6 Základní metody ekotoxikologie

Do životního prostředí je uvolňována spousta chemických látek, které mohou negativně ovlivňovat tohle prostředí. Ekotoxikologie se zabývá účinky a dopady těchto chemických látek na organismy a stanovuje pravidla pro bezpečné zacházení (ANDĚL, 2011).

3.6.1 Pojem ekotoxikologie

Ekotoxikologie je věda, která se zabývá působením toxických látek na živé organismy a jejich vztahy s okolím. Jde o interdisciplinární vědní obor, který využívá údaje především z ekologie a toxikologie, ale také z chemie, fyziky, mikrobiologie, geologie a jiných oborů. Cílem je zkoumání působení toxikantů na organismy i na jednotlivé složky ŽP (PAVLÍKOVÁ, 2008, NEWMAN, 2001).

Rozlišujeme tři druhy intoxikace- akutní, chronickou, pozdní. Akutní intoxikace je jednorázová vyšší koncentrace toxické látky v organismu. Chronická intoxikace je dlouhodobé vystavení organismu nízké koncentraci toxické látky. Pozdní toxicita je dlouhodobé, v řadě několika let, působení jedovaté látky na organismus. Zjišťování toxicity chemických látek se provádí na jednoduchých organismech (in vitro) nebo na živých zvířatech (in vivo), (HON, 2013).

Hodnocení rozšíření toxikantů v prostředí se děje pomocí odebraných vzorků z prostředí, které jsou následně zkoumány a vyhodnoceny v laboratořích. Výsledkem jsou stanovené koncentrace zkoumané látky v daném prostředí. Patří sem například monitorování kvality podzemních vod a povrchových vod, monitorování půd a šíření kontaminantů v půdě nebo monitorování znečišťujících látek v ovzduší (ANDĚL, 2011).

3.6.2 Metodiky ekotoxikologie

Základní metodiky ekotoxikologie se zabývají setrváním toxické látky v prostředí, kde se zaměřují na šíření toxikantů a jejich koncentrace nebo metodikou hodnocení účinku toxické látky v daném prostředí. Pro aplikaci těchto metod je nutné zajistit ekosystém, ze kterého lze odebrat reprezentativní vzorek za působení biotických a abiotických faktorů. Hlavními požadavky na testy jsou standardizované postupy, snadná proveditelnost, vyhodnocení v laboratorním prostředí a aplikace na široké spektrum chemických látek (ANDĚL, 2011, HOFFMAN, 2003).

Metodiky hodnocení účinku sledují účinek toxické látky v prostředí v závislosti na velikosti dávky. Mezi základní metody hodnocení účinku řadíme:

- **Ekotoxikologické biotesty**

Laboratorní testy, které zkoumají působení chemické látky nebo skupiny chemických látek na živý organismus. Cílem je zjistit vztah mezi působící dávkou toxikantů a živým organismem. Nevýhodou těchto testů jsou neodpovídající výsledky v porovnání

s reálným prostředím z hlediska chování toxikantů a jejich účinkem. Výhodou je zpracování kvantitativního množství vzorků, rychlost a finanční nenáročnost testů (DVOŘÁK, 2009).

- **Sada testů**

Využitím řady testů s různými druhy nám dává široké spektrum informací o působení toxinů na organismy. Při této metodě jsou využiti zástupci všech trofických řad- producenti, konzumenti, rozkladači. Výsledky se vyhodnocují na základě všech testů v dané sadě (DVOŘÁK, 2009).

- **Mikrokosmy**

Laboratorní testy využívající více druhů organismů v jednom uzavřeném prostředí. Společně tvoří uzavřený ekosystém, ve kterém lze zjišťovat vztahy a mikrobiální aktivita. Výhodou je tvorba částečně reálného prostředí, ve kterém lze zkoumat složitější vztahy mezi toxiny a jejich prostředím. Nedá se ale zaručit stejné složení každého odebraného vzorku (ANDĚL, 2011).

- **Transplantační pokusy**

Uměle (v laboratořích) vypěstovaný organismus je vložen do místa předpokládaného působení toxické látky po určitou dobu. Po této době je odebrán vzorek a vyhodnotí se fyziologické, biochemické a morfologické změny. Také je sledováno množství toxinu a jeho působení v organismu (ANDĚL, 2011).

- **Mezokosmy a polní studie**

Testování účinků toxikantů se provádí na reálném ekosystému. Ekosystém je vystaven přírodním vlivům, jako je sluneční záření. Hodnotíme vodní ekosystémy (vodní nádrže, toky) půdní ekosystémy (pole, louky). Při tomto testování můžeme sledovat velké množství toxikantů a jejich reakce (ANDĚL, 2011).

- **Ekotoxikologické terénní testy**

Při terénních testech se pracuje s reálnými ekosystémy, na něž působí skutečné toxikanty. Vyhodnocují se dopady bezprostředně provedeného chemického zásahu (chemická aplikace na půdu) a vliv chemické kontaminace z minulých let. Hledají se staré zátěže, příčiny vzniku a vlivy toxikantů na okolní prostředí v čase (ANDĚL, 2011).

Bioindikační metody

V přirozeném nebo umělém prostředí jsou sledovány toxické látky a jejich koncentrace při změně chování organismu. Bioindikační druh je indikátor (ukazatel), který je výsledkem bioindikačních metod. Při této metodě využíváme akumulačních nebo senzitivních organismů. Akumulační organismy mají schopnost ve svém těle kumulovat danou látku, která je předmětem sledování a zkoumání. Reakcí senzitivních organismů dochází k hodnocení účinku, který byl vyvolán toxickou látkou (ANDĚL, 2011).

4 MATERIÁL A METODIKA

Cílem této kapitoly je charakterizovat skládku odpadů v Těmicích, popsat lokalizaci, přírodní poměry a současný stav skládky.

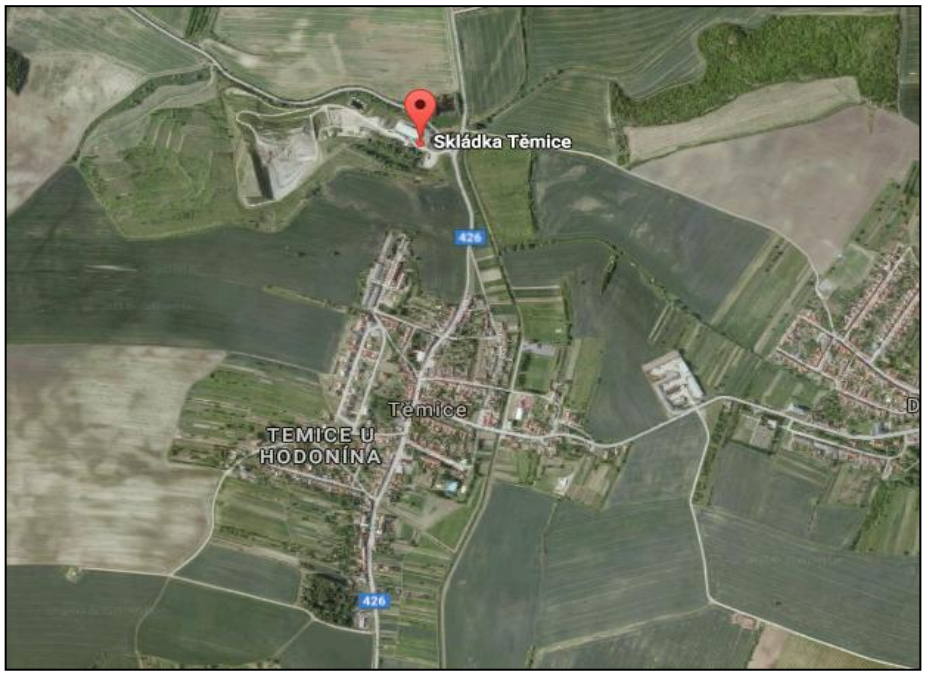
Součástí práce je provedení testu inhibice růstu hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) na průsakových vodách ze skládky odpadů v Těmicích. Dále také provedení testu fytotoxicity půdy pomocí sady Phytotoxkit. Získané výsledky byly vyhodnoceny a interpretovány.

4.1 Popis skládky odpadů Těmice

4.1.1 Lokalizace skládky

Řízená skládka odpadů Těmice se nachází v poměrně hustě obydlené části okresu Hodonín v Jihomoravském kraji. Leží cca 1 km SV od obce Těmice po levé straně silnice III/4225 ve směru na obec Žeravice, v trati zvané u Fibingerova mlýna (viz Obrázek 8 a 9). První obydlený dům v obci Těmice se nachází zhruba 650 m od skládky odpadů. Západně od skládky leží obec Žeravice (1,75 km), severně od skládky leží obec Syrovín a východně od skládky leží obec Domanín (1,3 km). Vlastníkem a provozovatelem skládky je EKOR, s.r.o. se sídlem v Kyjově (FOJTOVÁ, 2015).

Obrázek 8: Lokalizace řízené skládky odpadů Těmice (www. google.cz, upravila Walachová, 2016)



Obrázek 9: Vyznačení řízené skládky odpadů Těmice u obce Těmice (www. google.cz, upravila Walachová, 2016)

4.1.2 Přírodní podmínky

Mezi geologické a hydrogeologické poměry skládky řadíme:

- Morfologické poměry v oblasti skládky

Skládka je součástí Kyjovské pahorkatiny s erozně denudačním povrchem. Prostor skládky je horizontálně i vertikálně členěný svah se severozápadní expozicí. Nadmořská výška úpatí skládky je 200-205 m. n. m., přičemž výšková členitost reliéfu je cca 65 m a sklonem svahu 8°- 10°- terasové modelace (FOJTOVÁ, 2015).

- Geologické a geotechnické poměry v oblasti skládky

Oblast skládky je součástí Vídeňské pánve, která je tvořena terciérními sedimenty s kvartérním pokryvem. Terciérní sedimenty tvoří převážně směs prachových písků a vápnitých šedých jílů. Kvartérní sedimenty tvoří váté písky, sprašové hlíny a písčitojílovité náplavové hlíny. Lokalita skládky patří do oblasti neogenních tektonických vkleslin a nejrozšířenějším jevem je výmolová eroze. Výsledky sledování procesu svahové deformace a pohybu zemského povrchu jsou minimální (FOJTOVÁ, 2015).

- Hydrogeologické a klimatické poměry v oblasti skládky

V podloží skládky se nachází pliocenní sedimenty proměnlivého prachovito-písčité povahy s jílovitými složkami. Podloží je vyznačováno nízkou propustností a vysokou mocností. Dle Quitta je oblast zařazena do nejteplejší oblasti Dolnomoravského úvalu. Spadá pod klimatickou jednotku T4, která je charakterizovaná velmi dlouhým, teplým a suchým létem, krátkým teplým jarem a podzimem. Zima je krátká, poměrně teplá a suchá s krátkým trváním sněhové pokrývky (viz Tabulka 2), (FOJTOVÁ, 2015).

Tabulka 2: Popis klimatického regionu T4 dle Quitta (QUITT, 1971, upravila Walachová, 2016)

Počet letních dní	60-70
Počet dní s průměrnou teplotou 10 °C a více	170-180
Počet mrazivých dní	100-110
Počet ledových dní	30-40
Průměrná teplota v lednu	-2 - -3
Průměrná teplota v dubnu	9-10
Průměrná teplota v červenci	19-20
Průměrná teplota v říjnu	9-10
Průměrný počet dnů se srážkami alespoň1 mm	80-90
Srážkový úhrn ve vegetačním období	300-350
Srážkový úhrn v zimním období	200-300
Počet dní se sněhovou pokrývkou	40-50
Počet zatažených dní	50-60
Počet jasných dnů	110-120

4.1.3 Základní údaje o skládce

Řízená skládka odpadů Těmice je technicky zabezpečená skládka určená k ukládání odpadů kategorie ostatní (skupina S-OO, podskupina S-OO3), především komunálních odpadů, produkovaných v oblasti Hodonína a Uherského Hradiště. První etapa skládky byla zprovozněna na základě vydaného kolaudačního souhlasu roku 1996. Druhá etapa byla zprovozněna roku 1998 (jímka průsakových vod II. etapy). První stavba V. etapy skládky byla zahájena na základě územního rozhodnutí o umístění stavby z roku 2012 (VAŠÍČEK, 2013).

Tabulka 3: Základní údaje o skládce (VAŠÍČEK, 2013, upravila Walachová, 2016)

Název skládky	Řízená skládka odpadů Těmice- 2. část II. etapy a 1. stavba V. etapy
Kategorie skládky	Skládka skupiny S-00, podskupiny S-003 s možností ukládání odpadů z azbestu, se sektorem S-001
Vlastník a provozovatel skládky	EKOR, s.r.o., Havlíčkova 181, 697 01, Kyjov
Souhlas k provozu vydal	Krajský úřad Jihomoravského kraje
Kapacita skládky (II. etapa)	460 000 m^3, výluhová třída č. IIa
Kapacita skládky (V. etapa)	362 553 m^3, výluhová třída č. IIa

4.1.4 Provozní objekty

Celý areál skládky je oplocen drátěným pletivem do výšky 2 m. Slouží především k zamezení vstupu nepovolaných osob a k zachytávání úletů z tělesa skládky. V blízkosti vstupu do areálu se nachází provozně-sociální budova, která slouží k naplnění provozních a sociálně-hygienických požadavků (kancelář, sklad, umývárna, WC, šatna). Dále se v areálu nachází vrátnice a elektronická mostová váha o maximální váživosti 60 t, která je na příjezdové komunikaci. Vážní můstek je osazen tenzometrickými snímači připojených k měřícímu procesoru umístěnému ve vrátnici, kde jsou odpady váženy a evidovány. Provozní komunikace jsou složeny převážně ze silničních panelů (viz Obrázek 10) či z vrstev štěrkopísku, kameniva a asfaltového betonu. Umělé osvětlení skládky je pouze v části provozně-sociální (VAŠÍČEK, 2013).

Obrázek 10: Skládka Těmice- panelová cesta (Walachová, 2016)

Drenážní systém a průsaková kanalizace II. etapy tvoří drenážní vrstva ze štěrkopísku. Do štěrkové vrstvy je uloženo perforované potrubí z polyetylenu o vysoké hustotě (dále jen HDPE). Průsakové kanalizace jsou ve dvou větvích z HDPE v celkové délce 250 m, které je napojeno na hlavní sběrač v délce 35 m. Přes zemní těleso skládky není potrubí perforováno. Trasa potrubí obsahuje čtyři šachty.

Sběrná jímka II. etapy je zemní, otevřená, bezodtoková jímka o rozměrech 15x35 m, hloubce 3 m a kapacitě 2 500 m^3. Těsnění jímky je zabezpečeno fólií z HDPE. Dno i boční svahy jsou opatřeny betonovými tvárnicemi (viz Obrázek 11). Odběr průsakových vod je prováděn pomocí mobilního kalového čerpadla (FLYX 60 l/s) a prostřednictvím stabilního potrubního rozvodu na korunu hráze. Průsakové vody jsou čištěny na externí čistírně odpadních vod (dále jen ČOV) a jejich rozbor je prováděn akreditovanou laboratoří dvakrát ročně (jaro/podzim), (VAŠÍČEK, 2013).

Obrázek 11: Sběrná jímka II. etapy (Walachová, 2016)

Kanalizace skládkových vod slouží k přečerpání akumulovaných průsakových vod ze sběrné jímky I. etapy do kanalizace a následně sběrné jímky II. etapy. Kanalizace má část výtlačnou (končící v šachtě) a část gravitační (z šachty vyústí do sběrné jímky II. etapy).

Studny na jímání skládkového plynu jsou osazeny na betonovém základu a jsou postupně navyšovány v závislosti na plnění skládky. Plynotěsnost skládky je zabezpečena hutněním odpadů, překryvem vzdušných svahů technologickým a biologicky aktivním materiálem a dále utěsněním odplyňovacích studní hutněným jílem. Volné konce potrubí jsou opatřeny plynotěsnou ucpávkou a dále je potrubí obalené vrstvami smršťovací fólie. Na skládce je celkem jedenáct odplyňovacích studní, z nichž je osm napojeno na spalovací kogenerační jednotku (VAŠÍČEK, 2013).

Obrázek 12: Těleso skládky (Walachová, 2016)

Součástí areálu je kompostárna, dotřiďovací linka (viz Obrázek 13) a místo pro recyklaci stavebních odpadů.

Obrázek 13: Dotřiďovací linka (Walachová, 2016)

4.2 Provedení testu inhibice růstu hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) na průsakových vodách ze skládky odpadů Těmice

Tato část se zabývá analýzou toxicity průsakových vod odebraných ze skládky odpadů Těmice. Testy semichronické toxicity se semeny hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) byly prováděny a vyhodnoceny v laboratořích Ústavu krajinné a aplikované ekologie Mendelovy univerzity v Brně.

4.2.1 Odběry vzorků průsakových vod

Vzorky průsakových vod byly odebírány v měsících duben, květen, červen a červenec roku 2016. Jednotlivé vzorky byly odebírány z jímky průsakových vod do odběrných nádob (viz Obrázek 14), které byly vždy sterilní. Po odběru byly nádoby řádně označeny místem, měsícem a rokem odběru. Takto odebrané vzorky se následně vyhodnotily, popřípadě zamrazily.

Obrázek 14: Odebraný vzorek průsakové vody z jímky (Walachová, 2016)

4.2.2 Účel a princip testu

Test slouží k ověření toxicity odpadních vod, které by mohly být využity k zavlažování polních plodin. Cílem bylo zjistit vliv odpadních vod na klíčení semen a růst kořenů hořčice bílé (S*inapis alba* L.). Princip testu spočíval v kultivaci semen, které byly na podložkách nasycených roztoky průsakových vod o určité koncentraci ve srovnání se semeny, které rostly na podložkách nasycených ředící vodou (živným roztokem), (KOČÍ, 2001).

4.2.3 Charakteristika hořčice bílé (*Sinapis alba* L.)

Hořčice bílá (*Sinapis alba* L.) pochází ze severní Afriky a řadíme ji do čeledi brukvovitých (Brassicaceae). Je to jednoletá kvetoucí olejnina. Lodyhu má chlupatou, vzpřímenou se zelenými listy. Květy rostou odspodu a tvoří uspořádané květenství. Plody této rostliny jsou krátké šešule. Semeno rostliny je kulovitého tvaru a nažloutlé barvy. Po vyklíčení semene vyrůstá jednoduchý kořen s podděložním článkem, který spojuje kořen se stonkem. Rostlina je využívána především pro svá semena, z kterých se vyrábí jedlý olej. Jedno semeno obsahuje až 32 % oleje. Olej je však využíván i v kosmetickém a farmaceutickém průmyslu, kde se používá například na výrobu mýdel a krémů (KOČÍ, 2001). Hořčice bílá je nenáročná rostlina, která neklade velké nároky na klimatické podmínky a kvalitu půdy. Její výhodou je rychlý růst a vývoj již v osmém týdnu po zasetí (www.web2.mendelu.cz).

Obrázek 15: Semínka hořčice bílé (Sinapis alba L.*), (Walachová, 2016)*

4.2.4 Pracovní postup

Při testování byly použity jednotlivé vzorky průsakových vod a živný roztok v různých koncentracích. Pro přípravu zřeďovací vody slouží zásobní roztoky solí uvedených v Tabulce 4.

Tabulka 4: Zásobní roztoky solí pro testy na semenech hořčice bílé (KOČÍ, 2001, upravila Walachová, 2016)

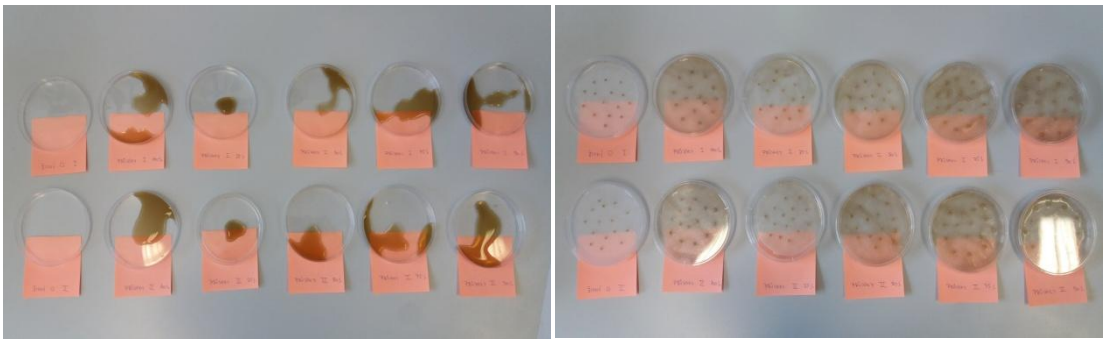
Zásobní roztok	**Chemikálie**	**Koncentrace v zásobním roztoku ($g.l^{-1}$)**
ZR 1	$CaCl_2.2H_2O$	117,6
ZR 2	$MgSO_4.7H_2O$	49,3
ZR 3	$NaHCO_3$	25,9
ZR 4	KCl	2,3

Jednotlivé podmínky testu toxicity na hořčici bílé jsou znázorněny v Tabulce 5.

Tabulka 5: Podmínky testu toxicity (KOČÍ, 2001, upravila Walachová, 2016)

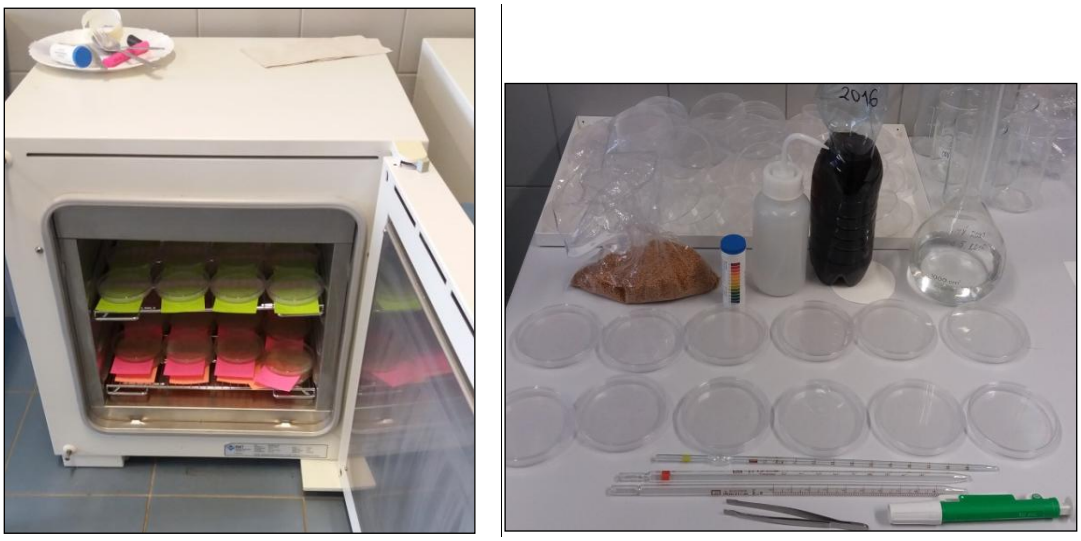
Testovaná rostlina	Hořčice bílá (*Sinapis alba* L.)
Barva	Okrově žlutá
Velikost	Střední 1,5 – 2 mm
Klíčivost	min. 90%
Počet semen v jedné Petriho misce	15
Sledovaná odezva	Elongace kořene
Opakování	1
Objem testované koncentrace	5 ml v jedné Petriho misce
Teplota	25 °C
Doba expozice	72 hodin
Osvětlení	Žádné, ve tmě
Chemikálie	Živný roztok, vzorky průsakových vod
Pomůcky a zařízení	Petriho misky, filtrační papír, pinzeta, odměrné baňky, pipety, termostat, milimetrové měřítko

Jednotlivé Petriho misky byly označeny a následně do nich byly napipetovány různé koncentrace živného roztoku a průsakové vody o celkovém objemu 5 ml (viz Tabulka 6). Následně byl vložen filtrační papír do každé Petriho misky, tak aby pokrýval celé dno a nevytvářel vzduchové bubliny. Ve filtračním papíru bylo uděláno patnáct otvorů. Na každý otvor bylo vloženo pinzetou jedno semínko hořčice bílé (*Sinapis alba* L).



Obrázek 16: Petriho misky obsahující zkoumané vzorky (Walachová, 2016)

Poté byly Petriho misky uzavřeny a vloženy do termostatu na 72 hodin na teplotu 25 °C. Po 72 hodinách byly vzorky vyjmuty, změřila se délka kořene a byl proveden následný výpočet inhibice růstu (www.old.vscht.cz).



Obrázek 17: Termostat a pomůcky pro založení testu (Walachová, 2016)

Tabulka 6: Přehled vzorků, jejich označení, množství a koncentrace (Walachová, 2016)

Vzorek	Označení	Množství v ml	Koncentrace v %
100% živný roztok	100% ŽR 1 100% ŽR 2	5 ml živný roztok	100% živný roztok
100% průsaková voda	100% průsaky 1 100% průsaky 2	5 ml průsaková voda	100% roztok průsakových vod
90%	90% průsaky 1 90% průsaky 2	4,5 ml průsaková voda 0,5 ml živný roztok	90% roztok
75%	75% průsaky 1 75% průsaky 2	3,75 ml průsaková voda 1,25 živný roztok	75% roztok
50%	50% průsaky 1 50% průsaky 2	2,5 ml průsaková voda 2,5 ml živný roztok	50% roztok
25%	25% průsaky 1 25% průsaky 2	1,25 ml průsaková voda 3,75 ml živný roztok	25% roztok

Testování probíhalo po dobu 4 měsíců (duben, květen, červen, červenec roku 2016), jak bylo uvedeno na začátku kapitoly. Pro každý vzorek bylo provedeno jedno opakování.

4.2.5 Vyhodnocení testu

Po uplynutí 72 hodin byly Petriho misky vytáhnuty z termostatu a změřeny délky kořínků u každé rostliny. Ze zjištěných hodnot byl vypočítán aritmetický průměr délky

kořenů u všech opakování. Na základě těchto průměrných délek byla spočítána inhibice růstu pro jednotlivé koncentrace podle vzorce:

$$I = \frac{D\ (k) - D\ (t)}{D\ (k)}$$

Kde:

I je inhibice růstu kořene (%)

D(k) je průměrná délka kořene v kontrole (mm)

D(t) je průměrná délka kořene v testované koncentraci (mm)

Pro výpočet a vyhodnocení byl použit program MS Excel. Z jednotlivých hodnot byl zjištěn inhibiční nebo stimulační účinek na semena hořčice bílé (www.old.vscht.cz).

4.3 Provedení testu fytotoxicity půdy pomocí Phytotoxkit

Druhým provedeným testem byl test fytotoxicity půdy pomocí sady Phytotoxkit. Při testech byla použita semena hořčice bílé (*Sinapis alba* L.). Testy byly prováděny a vyhodnoceny v laboratořích Ústavu krajinné a aplikované ekologie Mendelovy univerzity v Brně.

4.3.1 Phytotoxkit

Phytotoxkit měří pokles (či omezení) klíčení semen nebo růst kořenů, po několika dnech expozice semen vybraných vyšších rostlin, na toxické látky nebo kontaminované zeminy. Mimo posouzení toxicity kontaminovaných zemin je Phytotoxkit vhodný pro posouzení kalů, sedimentů, kompostu nebo odpadních vod (www.microbiotests.be).

4.3.2 Odběr vzorků zeminy

Vzorky zeminy byly odebrány v měsících květen a září roku 2016 na skládce Těmice. Celkem bylo odebráno šest vzorků z různých míst areálu skládky (viz Obrázek 18). Tyto vzorky byly odvezeny do laboratoře Ústavu aplikované a krajinné ekologie, Mendelovy univerzity v Brně, kde byly provedeny testy fytotoxicity, s cílem stanovení % inhibice růstu.

Obrázek 18: Vyznačení míst odběru vzorků půdy (Walachová, 2016)

4.3.3 Průběh testu fytotoxicity pomocí Phytotoxkitu

V následující kapitole je popsán průběh testu Phytotoxkit, doplněný fotografiemi z www.microbiotests.be.

Testování začalo stanovením vodní kapacity testovaných vzorků. Vysušené vzorky byly přesety přes síto o velikosti ok 2 mm, kdy nadsítná část byla odstraněna. Dále byl naplněn odměrný válec 50 ml destilovanou vodou a kádinka o objemu 100 ml 90 ml zkoumaného vzorku. Následně došlo ke smíchání destilované vody se zkoumaným vzorkem tak, že se vzorek kompletně nasytil. Bylo nutné počkat, aby vzorek s vodou dosáhl rovnováhy a voda, která byla na povrchu, byla slita zpět do odměrného válce. Změřilo se množství vody, které zůstalo, přičemž se tohle množství následně použilo pro nasycení zkoumaného vzorku (www.microbiotests.be).

Obrázek 19: Postup stanovení vodní kapacity (www.microbiotests.be, upravila Walachová, 2016)

Kontrolním vzorkem byla OECD půda, která se vysypala do spodní části vzorkovnice, Tato OECD půda byla zalita 35 ml destilované vody, tak aby se voda úplně vsákla do vzorku. Pomocí špachtle byl vzorek ve vzorkovnici urovnán a uhlazen (www.microbiotests.be).

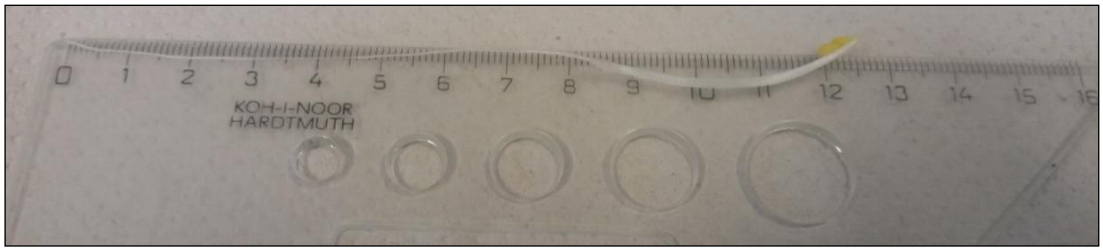
Obrázek 20: OECD půda (www.microbiotests.be, upravila Walachová, 2016)

Kádinka o objemu 100 ml byla naplněna 90 ml testovaného vzorku zeminy. Vzorek zeminy byl umístěn na spodní část vzorkovnice a navlhčen vypočítaným množství vody. Pomocí špachtle se vzorek s vodou promíchal a zarovnal se povrch. Na povrch byl vložen filtrační papír, který nasál vodu. Na filtrační papír bylo vloženo 10 semen hořčice bílé (*Sinapis alba*), 1 cm od horního okraje ve zhruba stejné vzdálenosti od sebe. Poté byly vzorkovnice uzavřeny a vloženy do držáku ve vertikální poloze. Držáky byly ponechány v termostatu při teplotě 25 °C po dobu 3 dnů ve tmě (www.microbiotests.be).

Obrázek 21: Testovaný vzorek (www.microbiotests.be, upravila Walachová, 2016)

4.3.4 Ukončení testu

Po 3 dnech byly vzorky z termostatu vyndány, zdokumentovány a byly změřeny délky kořínků jednotlivých rostlin (viz Obrázek 22). Zjištěné hodnoty byly zpracovány v programu Excel, který obsahoval tabulky od belgického výrobce. Cílem měření bylo zjistit hodnoty inhibice růstu u jednotlivých vzorků zemin ve srovnání s kontrolou. Pro každý vzorek půdy byly testovány koncentrace 50% a 25% vždy v jednom opakování.



Obrázek 22: Měření délky kořínků (Walachová, 2016)

5 VÝSLEDKY

Tato kapitola je rozdělena na dvě části. První část kapitoly se věnuje výsledkům testu inhibice růstu hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) na průsakových vodách ze skládky odpadů Těmice. Druhá část kapitoly se věnuje výsledkům zjištěných z testu fytotoxicity půdy pomocí sady Phytotoxkit.

5.1 Výsledky testu inhibice růstu hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) na průsakových vodách ze skládky odpadů Těmice

Průsakové vody byly odebrány v měsících duben, květen, červen a červenec roku 2016. Hodnoty, které byly změřeny, byly zaznamenány do laboratorního deníku a následně vloženy do programu Excel pro výpočet inhibice růstu kořene. Pro výpočet průměrné délky kořene bylo nutné počítat i s nevyklíčenými semeny, které měly nulovou délku kořene. Ze získaných hodnot bylo zjištěno, zda jde o inhibici nebo stimulaci růstu kořene. Jestliže byl výsledek ≤ 0 jednalo se o stimulaci, pokud byl výsledek > 0 jednalo se o inhibici. Čím vyšší je hodnota (procento) inhibice, tím je zkoumaný vzorek toxičtější (KOČÍ, 2001).

V následující části jsou uvedeny výsledky průsakových vod, odebrané v dubnu 2016, pro všechny zkoumané koncentrace (100% živný roztok, 100%, 90%, 75%, 50%, 25% průsaková voda). Výsledky za měsíce květen, červen a červenec roku 2016 jsou uvedeny v Příloze č. 5.

Na Obrázku 23 jsou uvedeny jednotlivé délky kořínků pro 100% koncentraci živného roztoku. Průměrná délka kořínků je 21,10 mm.

Hořčice bílá *(Sinapis alba* L.)- duben/2016- 100 % Ž				
	Vzorek 1 Délka (mm)	Vzorek 2 Délka (mm)		
1	27	25		
2	32	18		
3	21	23		
4	28	31		
5	24	16		
6	17	25		
7	34	26		
8	13	16		
9	4	20		
10	24	29		
11	18	32		
12	25	34		
13	22	18		
14	2	26		
15	0	3	Průměr	
# klíčivost	15	15	15	
průměr	19,40	22,80	21,10	
odchylka	10,53	7,95		
VC%	54,27	34,86		
nejdelší kořen	34,00	34,00	34,00	

Obrázek 23: 100% koncentrace živného roztoku (Walachová, 2016)

Na Obrázku 24 jsou uvedeny délky kořínků pro 100% koncentraci průsakové vody. Z hodnot je patrné, že inhibice růstu hořčice bílé (*Sinapis alba* L.*)* je 100 %.

Hořčice bílá *(Sinapis alba* L.)- duben/2016- 100 % průsak				
	Vzorek 1 Délka (mm)	Vzorek 2 Délka (mm)		
1	0	0		
2	0	0		
3	0	0		
4	0	0		
5	0	0		
6	0	0		
7	0	0		
8	0	0		
9	0	0		
10	0	0		
11	0	0		
12	0	0		
13	0	0		
14	0	0		
15	0	0	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	15	15	15	
průměr	0,00	0,00	0,00	**100,00**
odchylka	0,00	0,00		
VC%	#DIV/0!	#DIV/0!		
nejdelší kořen	0,00	0,00	0,00	**100,00**

Obrázek 24: 100% koncentrace průsakové vody (Walachová, 2016)

Na Obrázku 25 jsou uvedeny délky kořínků pro 90% koncentraci průsakové vody. Z hodnot je patrné, že inhibice růstu hořčice bílé (*Sinapis alba* L.*)* je 100 %.

Hořčice bílá *(Sinapis alba* L.)- duben/2016- 90 % průsak				
	Vzorek 1 Délka (mm)	Vzorek 2 Délka (mm)		
1	0	0		
2	0	0		
3	0	0		
4	0	0		
5	0	0		
6	0	0		
7	0	0		
8	0	0		
9	0	0		
10	0	0		
11	0	0		
12	0	0		
13	0	0		
14	0	0		
15	0	0	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	15	15	15	
průměr	0,00	0,00	0,00	**100,00**
odchylka	0,00	0,00		
VC%	#DIV/0!	#DIV/0!		
nejdelší kořen	0,00	0,00	0,00	**100,00**

Obrázek 25: 90% koncentrace průsakové vody (Walachová, 2016)

Na Obrázku 26 jsou uvedeny délky kořínků pro 75% koncentraci průsakové vody. Z hodnot je patrné, že inhibice růstu hořčice bílé (*Sinapis alba* L.*)* je 99,21 %

Hořčice bílá *(Sinapis alba* L.)- duben/2016- 75 % průsak				
	Vzorek 1 Délka (mm)	Vzorek 2 Délka (mm)		
1	3	0		
2	0	0		
3	0	0		
4	0	2		
5	0	0		
6	0	0		
7	0	0		
8	0	0		
9	0	0		
10	0	0		
11	0	0		
12	0	0		
13	0	0		
14	0	0		
15	0	0	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	15	15	15	
průměr	0,20	0,13	0,17	**99,21**
odchylka	0,77	0,52		
VC%	387,30	387,30		
nejdelší kořen	3,00	2,00	2,50	**92,65**

Obrázek 26: 75% koncentrace průsakové vody (Walachová, 2016)

Na Obrázku 27 jsou uvedeny délky kořínků pro 50% koncentraci průsakové vody. Z hodnot je patrné, že inhibice růstu hořčice bílé (*Sinapis alba* L.*)* je 68,56 %.

Hořčice bílá *(Sinapis alba* L.)- duben/2016- 50 % průsak				
	Vzorek 1 Délka (mm)	Vzorek 2 Délka (mm)		
1	25	34		
2	26	15		
3	19	21		
4	6	13		
5	5	10		
6	2	10		
7	4	8		
8	0	1		
9	0	0		
10	0	0		
11	0	0		
12	0	0		
13	0	0		
14	0	0		
15	0	0	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	15	15	15	
průměr	5,80	7,47	6,63	**68,56**
odchylka	9,41	10,07		
VC%	162,16	134,87		
nejdelší kořen	26,00	34,00	30,00	**11,76**

Obrázek 27: 50% koncentrace průsakové vody (Walachová, 2016)

Na Obrázku 28 jsou uvedeny délky kořínků pro 25% koncentraci průsakové vody. Z hodnot je patrné, že inhibice růstu hořčice bílé (*Sinapis alba* L.*)* je 10,11 %.

Hořčice bílá *(Sinapis alba* L.)- duben/2016- 25 % průsak				
	Vzorek 1 Délka (mm)	Vzorek 2 Délka (mm)		
1	25	21		
2	27	18		
3	23	31		
4	20	23		
5	21	22		
6	12	30		
7	18	22		
8	25	20		
9	17	31		
10	12	21		
11	28	12		
12	12	6		
13	25	3		
14	28	0		
15	16	0	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	15	15	15	
průměr	20,60	17,33	18,97	**10,11**
odchylka	5,84	10,71		
VC%	28,35	61,82		
nejdelší kořen	28,00	31,00	29,50	**13,24**

Obrázek 28: 25% koncentrace průsakové vody (Walachová, 2016)

Inhibice pro jednotlivé koncentrace průsakových vod odebraných v dubnu 2016 se pohybuje v rozmezí od 10,11–100 %. Je zřejmé, že čím vyšší je koncentrace průsakových vod, tím vyšší je i inhibice (viz Tabulka 7). 25% koncentrace je pro semena hořčice bílé (*Sinapis alba* L.*)* nejméně toxická.

Tabulka 7: Výsledky inhibice růstu hořčice bílé (Sinapis alba L.*) na průsakových vodách v jednotlivých měsících (Walachová, 2016)*

Inhibice růstu hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) na průsakových vodách				
Měsíc/rok	**Duben/2016**	**Květen/2016**	**Červen/2016**	**Červenec/2016**
100% průsak	100	97,10	97,81	94,47
90% průsak	100	98,14	91,08	91,71
75% průsak	99,21	93,59	87,48	82,73
50% průsak	68,56	55,64	45,23	34,20
25% průsak	10,11	4,34	14,08	0,52

5.2 Výsledky testu fytotoxicity půdy pomocí sady Phytotoxkit

Vzorky zeminy byly odebírány v měsících květen a září roku 2016. V kapitole 4.3.3 byl podrobně popsán průběh testu fytotoxicity půdy. Po 72 hodinách, kdy byly vzorky umístěny v termostatu při teplotě 25 °C, byly vzorky vyndány a změřila se délka klíčků u jednotlivých semen. Celý průběh byl fotograficky zdokumentován (viz Příloha č. 4). Hodnoty, které byly změřeny, se zaznamenaly do laboratorního deníku a následně byly vloženy do programu Excel pro výpočet inhibice růstu kořene. Pro výpočet průměrné délky kořene bylo nutné počítat i s nevyklíčenými semeny, které měly nulovou délku kořene. Ze získaných hodnot bylo zjištěno, zda se jednalo o inhibici nebo stimulaci růstu kořene. Jestliže byl výsledek ≤ 0 jednalo se o stimulaci, pokud byl výsledek > 0 jednalo se o inhibici. Čím vyšší byla hodnota (procento) inhibice, tím byl zkoumaný vzorek toxičtější (KOČÍ, 2001).

V následující části jsou uvedeny výsledky testu fytotoxicity půdy, odebrané v květnu 2016, pro zkoumané koncentrace (100% OECD půda, 50%, 25% půda). Výsledky za měsíc září jsou uvedeny v Příloze č. 6.

Na Obrázku 29 jsou uvedeny výsledky pro vzorek 100% OECD půda- květen 2016. Z vypočítaných dat je zřejmé, že průměrná délka kořínku byla 66,30 mm.

100 % OECD půda- květen 2016			
	Vzorek 1	Vzorek 2	
	Délka (mm)	Délka (mm)	
1	68	84	
2	45	71	
3	75	75	
4	76	89	
5	49	67	
6	72	62	
7	81	82	
8	31	82	
9	19	79	
10	61	58	Průměr
# klíčivost	10	10	10
průměr	57,70	74,90	66,30
odchylka	20,94	10,16	
VC%	36,29	13,56	
nejdelší kořen	81,00	89,00	85,00

Obrázek 29: 100% OECD půda (Walachová, 2016)

Na Obrázku 30 jsou uvedeny výsledky pro vzorek Půda 1- květen/2016 – 50%. Z vypočítaných dat je zřejmé, že inhibice (zastavení) růstu kořene hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) je 30,92%.

Půda 1-květen/2016- 50 %				
	Vzorek 1 Délka (mm)	Vzorek 2 Délka (mm)		
1	51	21		
2	49	56		
3	47	41		
4	49	33		
5	46	53		
6	45	54		
7	48	61		
8	51	47		
9	43	58		
10	12	51	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	10	10	10	
průměr	44,10	47,50	45,80	**30,92**
odchylka	11,56	12,49		
VC%	26,22	26,30		
nejdelší kořen	51,00	61,00	56,00	**34,12**

Obrázek 30: Půda 1- květen/2016 – 50% (Walachová, 2016)

Na Obrázku 31 jsou uvedeny výsledky pro vzorek Půda 1- květen/2016 – 25%. Z vypočítaných dat je zřejmé, že inhibice (zastavení) růstu kořene hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) je 28,21%.

Půda 1-květen/2016- 25 %				
	Vzorek 1 Délka (mm)	Vzorek 2 Délka (mm)		
1	37	60		
2	39	16		
3	47	41		
4	56	33		
5	73	68		
6	28	54		
7	53	67		
8	42	47		
9	55	60		
10	25	51	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	10	10	10	
průměr	45,50	49,70	47,60	**28,21**
odchylka	14,41	16,21		
VC%	31,67	32,61		
nejdelší kořen	73,00	68,00	70,50	**17,06**

Obrázek 31: Půda 1- květen/2016 – 25% (Walachová, 2016)

Na Obrázku 32 jsou uvedeny výsledky pro vzorek Půda 2- květen/2016 – 50%. Z vypočítaných dat je zřejmé, že inhibice (zastavení) růstu kořene hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) je 24,36%.

Půda 2-květen/2016- 50 %				
	Vzorek 1	Vzorek 2		
	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	42	61		
2	53	45		
3	69	28		
4	72	33		
5	58	68		
6	63	10		
7	61	67		
8	70	42		
9	46	18		
10	66	31	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	10	10	10	
průměr	60,00	40,30	50,15	**24,36**
odchylka	10,24	20,11		
VC%	17,07	49,90		
nejdelší kořen	72,00	68,00	70,00	**17,65**

Obrázek 32: Půda 2- květen/2016 – 50% (Walachová, 2016)

Na Obrázku 33 jsou uvedeny výsledky pro vzorek Půda 2- květen/2016 – 25%. Z vypočítaných dat je zřejmé, že inhibice (zastavení) růstu kořene hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) je 20,14%.

Půda 2-květen/2016- 25 %				
	Vzorek 1	Vzorek 2		
	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	62	78		
2	73	10		
3	68	55		
4	76	45		
5	54	68		
6	89	41		
7	60	29		
8	58	30		
9	14	51		
10	65	33	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	10	10	10	
průměr	61,90	44,00	52,95	**20,14**
odchylka	19,66	20,03		
VC%	31,76	45,52		
nejdelší kořen	89,00	78,00	83,50	**1,76**

Obrázek 33: Půda 2- květen/2016 – 25% (Walachová, 2016)

Na Obrázku 34 jsou uvedeny výsledky pro vzorek Půda 3- květen/2016 – 50%. Z vypočítaných dat je zřejmé, že inhibice (zastavení) růstu kořene hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) je 2,26%.

Půda 3-květen/2016- 50 %				
	Vzorek 1	Vzorek 2		
	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	70	56		
2	10	72		
3	72	73		
4	69	71		
5	72	42		
6	71	78		
7	45	79		
8	74	75		
9	74	51		
10	70	72	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	10	10	10	
průměr	62,70	66,90	64,80	**2,26**
odchylka	20,37	12,62		
VC%	32,49	18,86		
nejdelší kořen	74,00	79,00	76,50	**10,00**

Obrázek 34: Půda 3- květen/2016 – 50% (Walachová, 2016)

Na Obrázku 35 jsou uvedeny výsledky pro vzorek Půda 3- květen/2016 – 25%. Z vypočítaných dat je zřejmé, že inhibice (zastavení) růstu kořene hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) je 0,15%.

Půda 3-květen/2016- 25 %				
	Vzorek 1	Vzorek 2		
	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	71	56		
2	75	80		
3	76	45		
4	70	80		
5	71	65		
6	78	75		
7	64	53		
8	75	74		
9	73	42		
10	20	81	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	10	55	33	
průměr	67,30	65,10	66,20	**0,15**
odchylka	17,08	15,06		
VC%	25,37	23,13		
nejdelší kořen	78,00	81,00	79,50	**6,47**

Obrázek 35: Půda 3- květen/2016 – 25% (Walachová, 2016)

Na Obrázku 36 jsou uvedeny výsledky pro vzorek Půda 4- květen/2016 – 50%. Z vypočítaných dat je zřejmé, že inhibice (zastavení) růstu kořene hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) je 39,89%.

Půda 4-květen/2016- 50 %				
	Vzorek 1	Vzorek 2		
	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	59	27		
2	47	56		
3	26	45		
4	42	47		
5	34	45		
6	50	23		
7	24	52		
8	36	54		
9	34	42		
10	28	26	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	10	55	33	
průměr	38,00	41,70	39,85	**39,89**
odchylka	11,34	12,13		
VC%	29,85	29,09		
nejdelší kořen	59,00	56,00	57,50	**32,35**

Obrázek 36: Půda 4- květen/2016 – 50% (Walachová, 2016)

Na Obrázku 37 jsou uvedeny výsledky pro vzorek Půda 4- květen/2016 – 25%. Z vypočítaných dat je zřejmé, že inhibice (zastavení) růstu kořene hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) je 28,96%.

Půda 4-květen/2016- 25 %				
	Vzorek 1	Vzorek 2		
	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	76	70		
2	58	64		
3	59	27		
4	62	46		
5	41	49		
6	42	56		
7	36	52		
8	28	16		
9	37	35		
10	29	59	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	10	51	31	
průměr	46,80	47,40	47,10	**28,96**
odchylka	15,98	16,92		
VC%	34,14	35,69		
nejdelší kořen	76,00	70,00	73,00	**14,12**

Obrázek 37: Půda 4- květen/2016 – 25% (Walachová, 2016)

Na Obrázku 38 jsou uvedeny výsledky pro vzorek Půda 5- květen/2016 – 50%. Z vypočítaných dat je zřejmé, že inhibice (zastavení) růstu kořene hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) je 8,67%.

Půda 5-květen/2016- 50 %				
	Vzorek 1	Vzorek 2		
	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	71	70		
2	65	66		
3	3	35		
4	40	75		
5	66	74		
6	75	49		
7	0	67		
8	82	70		
9	78	76		
10	75	74	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	10	51	31	
průměr	55,50	65,60	60,55	**8,67**
odchylka	30,71	13,29		
VC%	55,33	20,26		
nejdelší kořen	82,00	76,00	79,00	**7,06**

Obrázek 38: Půda 5- květen/2016 – 50% (Walachová, 2016)

Na Obrázku 39 jsou uvedeny výsledky pro vzorek Půda 5- květen/2016 – 25%. Z vypočítaných dat je zřejmé, že inhibice (zastavení) růstu kořene hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) je 12,14%.

Půda 5-květen/2016- 25 %				
	Vzorek 1	Vzorek 2		
	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	0	76		
2	71	81		
3	75	77		
4	73	77		
5	70	77		
6	19	74		
7	75	81		
8	69	73		
9	5	0		
10	25	67	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	10	51	31	
průměr	48,20	68,30	58,25	**12,14**
odchylka	31,73	24,34		
VC%	65,82	35,63		
nejdelší kořen	75,00	81,00	78,00	**8,24**

Obrázek 39: Půda 5- květen/2016 – 25% (Walachová, 2016)

Na Obrázku 40 jsou uvedeny výsledky pro vzorek Půda 6- květen/2016 – 50%. Z vypočítaných dat je zřejmé, že inhibice (zastavení) růstu kořene hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) je 5,66%.

Půda 6-květen/2016- 50 %				
	Vzorek 1	Vzorek 2		
	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	60	76		
2	13	75		
3	71	74		
4	14	63		
5	0	80		
6	51	69		
7	50	82		
8	84	80		
9	82	83		
10	65	79	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	10	51	31	
průměr	49,00	76,10	62,55	**5,66**
odchylka	30,00	6,23		
VC%	61,23	8,18		
nejdelší kořen	84,00	83,00	83,50	**1,76**

Obrázek 40: Půda 6- květen/2016 – 50% (Walachová, 2016)

Na Obrázku 41 jsou uvedeny výsledky pro vzorek Půda 6- květen/2016 – 25%. Z vypočítaných dat je zřejmé, že inhibice (zastavení) růstu kořene hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) je 1,06%.

Půda 6-květen/2016- 25 %				
	Vzorek 1	Vzorek 2		
	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	61	60		
2	59	82		
3	56	78		
4	58	72		
5	62	80		
6	0	50		
7	65	81		
8	66	65		
9	82	80		
10	81	74	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	10	51	31	
průměr	59,00	72,20	65,60	**1,06**
odchylka	22,61	10,67		
VC%	38,33	14,79		
nejdelší kořen	82,00	82,00	82,00	**3,53**

Obrázek 41: Půda 6- květen/2016 – 25% (Walachová, 2016)

Inhibice pro jednotlivé koncentrace odebraných půd v květnu 2016 se pohybuje v rozmezí od 0,15- 39,89 %. Pro vyhodnocení testu toxicity byla využita Tabulka 8, která uvádí stupně toxicity. Z výsledků je patrné, že jednotlivé vzorky jsou slabě toxické či toxické. Ani jeden ze vzorků nebyl silně toxický.

Tabulka 8: Hodnocení toxicity (KOTOVICOVÁ a kol., upravila Walachová, 2016)

Inhibice (%)	**Stupeň toxicity**	**Hodnocení toxicity**
I < 10	1	Netoxický nebo slabě toxický
10 < I < 50	2	Toxický
50 <	3	Silně toxický

6 DISKUZE

V roce 2015 byl proveden stejný test semichronické toxicity průsakových vod se semeny hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) na skládce odpadů Štěpánovice. Při testu inhibice růstu hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) za měsíc červenec/2015 byla stanovena následující inhibice: 42 % (pro 25% koncentraci), 73 % (pro 50% koncentraci), 97 % (pro 75% koncentraci), 99 % (pro 90% koncentraci) a 100 % (pro 100% koncentraci), (GROCHOLOVÁ, 2016).

Další test inhibice růstu hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) na průsakových vodách byl proveden v roce 2015 na skládce odpadů Kuchyňky. Výsledky testu inhibice růstu kořene hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) za měsíc červenec/2015 jsou následující: 19,06 % (pro 25% koncentraci), 82,12 % (pro 50% koncentraci), 98,24 % (pro 75% koncentraci), 99,41 % (pro 90% koncentraci) a 99,24 % (pro 100% koncentraci), (STAŇKOVÁ, 2016).

Ve srovnání s testem inhibice růstu hořčice bílé (*Sinapis alba* L.), který byl proveden na skládce odpadů Těmice, v měsíci červenec/2016, byly výsledky inhibice výrazně nižší: 0,52 % (pro 25% koncentraci), 34 % (pro 50% koncentraci), 82 % (pro 75% koncentraci), 91 % (pro 90% koncentraci) a 94,47 % (pro 100% koncentraci). Nejvyšší inhibiční účinky průsakových vod byly naměřeny v měsíci duben/2016 v rozmezí 10,11 % - 100 %. Naopak nejnižší inhibiční účinky vykazoval měsíc červenec/2016 v rozmezí 0,52 % - 94,47 %.

Srovnání výsledků testů semichronické toxicity pomocí hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) z odlišných skládek odpadů, je velmi proměnlivé. Závisí především na složení a množství odpadů, uloženého na skládce, také na klimatických a biologických faktorech.

7 ZÁVĚR

Diplomová práce se zabývala hodnocením toxicity průsakových vod a půd z řízené skládky odpadů Těmice. Teoretická část práce byla zaměřena na základní pojmy odpadového hospodářství, statistické údaje v oblasti produkce odpadů v České republice, způsoby nakládání s odpady a legislativní prostředí související s odpadovým hospodářstvím. Také byl popsán proces skládkování a základní metody ekotoxikologie.

Dále bylo popsáno zájmové území skládky odpadů Těmice. Část se zabývala především lokalizací skládky, přírodními podmínkami, základními údaji o skládce a popisem provozních objektů v areálu.

Praktická část práce byla zaměřena na provedení testu inhibice (zastavení, zpomalení) růstu hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) na průsakových vodách ze skládky odpadů Těmice. Vzorky průsakových vod byly odebírány v měsících duben, květen, červen a červenec roku 2016. Stanovení toxicity průsakových vod bylo provedeno pomocí testu semichronické toxicity průsakových vod se semeny hořčice bílé (*Sinapis alba* L.). Z výsledků je zřejmé, že čím vyšší je koncentrace průsakové vody, tím nižší je počet vyklíčených semen hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) a to ve všech odebraných vzorcích. Výsledky ukazují, že většina odebraných vzorků průsakových vod vykazují inhibiční účinek vyšší jak 50 % a jsou proto silně toxické. Není vhodné tyto vody používat pro závlahu zemědělských plodin. Je nutné tuto odpadní vodu odvádět na čistírnu odpadních vod nebo ji využít pro zvlhčení tělesa skládky.

Součástí praktické části bylo také provedení testu fytotoxicity půdy pomocí sady Phytotoxkit. Bylo odebráno 6 vzorků půdy z různých míst areálu skládky v měsících květen a září roku 2016. Pro každý vzorek půdy byly testovány koncentrace 50% a 25%, vždy v jednom opakování. V případě, že byl výpočet inhibice růstu kořene menší než 0, jednalo se o stimulaci, pokud byl výpočet vyšší než 0, jednalo se o inhibici. Výsledky ukázaly, že všechny vzorky půdy, odebrané v květnu 2016, vykazovaly inhibici. Naopak některé vzorky půdy, odebrané v září 2016, vykazovaly stimulaci (aktivitu).

Inhibiční účinky průsakových vod jsou ovlivněné především složením těchto vod, ale také úhrnem srážek a teplotou v místě jímky průsakových vod. Průsakové vody ze skládky Těmice vykazovaly fytotoxické účinky a proto je nutné s touto vodou nakládat jako s vodou odpadní.

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

8.1 Literární zdroje:

ANDĚL, Petr. *Ekotoxikologie, bioindikace a biomonitoring*. 2011. Liberec: Evernia, 2011. ISBN ISBN 978-80-903787-9-7.

FILIP, Jiří, Jana KOTOVICOVÁ a František BOŽEK. *Komunální odpad a skládkování*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003. ISBN 80-7157-712-X.

FOJTOVÁ, Lucie, 2015: *Těmice- řízená skládka odpadů, monitoring indikačního systému v roce 2015- podzimní část*, Závěrečná zpráva monitoringu, podzim 2015, Brno.

GROCHOLOVÁ, Simona, 2016: *Hodnocení toxicity průsakových vod ze skládky odpadů Stěpánovice*, Diplomová práce, Mendelova univerzita v Brně, 99 str.

HOFFMAN, D. J., et al. *Handbook of ecotoxicology*. 2nd ed. Boca Raton: Lewis Publishers, 2003. 1290 s. ISBN 1-56670-546-0.

HON, Zdeněk. *Základy toxikologie pro obor vodního hospodářství*. 1. vyd. České Budějovice: Vysoká škola evropských a regionálních studií, 2013. ISBN 978-80-87472-56-9.

JUNGA, Petr, Tomáš VÍTĚZ a Petr TRÁVNÍČEK. *Technika pro zpracování odpadů I*. 1 vyd,. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. ISBN 978-80-7509-209-0.

KIZLINK, Juraj. *Odpady: sběr, zpracování, zužitkování, zneškodnění, legislativa*. 3. uprav. a rozš. vyd., v nakl. CERM 1. vyd. Brno: CERM, 2014. ISBN 978-80-7204-884-7.

KOTOVICOVÁ Jana, VAVERKOVÁ Magdalena, ADAMCOVÁ Dana, 2015: *Provedení testů fytotoxicity v laboratorních podmínkách pro 2 typy kalu z ČOV Brno-Modřice,* Brno, Závěrečná práce, Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav aplikované a krajinné ekologie.

NEWMAN, M. C., et al. *Fundamentals of ecotoxicology*. 2nd ed. Boca Raton: Lewis Publishers, 2001. 402 s. ISBN 1-57504-013-1.

PAVLÍKOVÁ, Daniela. *Ekotoxikologie*. 2., dopl. a přeprac. vyd. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, 2008. ISBN 978-80-213-1843-4.

QUITT, Evžen. *Klimatické oblasti Československa*. Praha: Academia, 73 s. 1971.

STAŇKOVÁ, Jiřina, 2016: *Anylýza toxicity průsakových vod ze skládky odpadů Kuchyňky*, Diplomová práce, Mendelova univerzita v Brně, 104 str.

ŠŤASTNÁ, Jarmila, 2016: *Ekonomické nástroje nového zákona,* časopis ODPADY, roč. 3/2016, str. 13., Praha.

ÚZ, č. 1102, *Životní prostředí,* nakl. Sagit a.s., 2015, Ostrava- Hrabůvka, ISBN 978-80-7488-133-6.

VAŠÍČEK, Ladislav, 2013: *Provozní řád- řízená skládka odpadů Těmice,* březen 2013, Kyjov.

8.2 Internetové zdroje:

Agricultures Tests. *MicroBioTests Inc.* [online]. [cit. 2017-01-30]. Dostupné z: http://www.microbiotests.be/index.php?option=com_content&view=article&id=73:agriculturetests&catid=40:testkits&Itemid=118

DVOŘÁK, Vladimír. *Porovnání ekotoxikologických a mikrobiologických testů při hodnocení zátěže půdy*[online]. Praha, 2009 [cit. 2016-09-17]. Dostupné z: http://www.agrobiologie.cz/pds/dp/dvorak_vladimir.pdf. Disertační práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Vedoucí práce Prof. Ing. Karel Voříšek, CSc.

HIERARCHIE NAKLÁDÁNÍ S ODPADY, www.odpady-online.cz [online]. [cit. 2016-09-15] Dostupné z: http://odpady-online.cz/trideni-odpadu-pohledem-prava/

HNILO, Václav. *Právní režim skládek odpadů* [online]. 2011 [cit. 2016-09-17]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/199287/pravf_m/dp_kopie.pdf. Diplomová práce. Právnická fakulta Masarykovy univerzity v Brně.

JAK PROBÍHÁ REKULTIVACE SKLÁDKY, www.mariuspedersen.cz [online]. [cit. 2016-09-17] Dostupné z: http://www.mariuspedersen.cz/cs/vite-ze/14.shtml

KOČÍ Vladimír, RAKOVICKÝ Tomáš, ŠVAGR Andrej 2001: Test semichronické toxicity se semeny *Sinapis alba* L. [online]. [cit. 2016-11-09] Dostupné z: http://ekotoxikologie.sweb.cz/toxlab/vyuka/sinapis.htm#_Toc525630663

MAPA LOKALIZACE SKLÁDKY ODPADŮ TĚMICE, www. google.cz [online]. [cit. 2016-11-7] Dostupné z: https://www.google.cz/maps/place/Skl%C3%A1dka+T%C4%9Bmice/@49.0028038,17.2549544,2579m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x471322d74a954c33:0xad6bbb8585a914ff!8m2!3d49.0088083!4d17.2645969

Multimediální učební texty pícninářství: Hořčice bílá. *Web2.mendelu.cz* [online]. 2006 [cit. 2016-11-09]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/picniny/sklady.php?odkaz=horcice.html

NAKLÁDÁNÍ S ODPADY, www.eagri.cz [online]. [cit. 2016-09-15] Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-ostatni_uplna-zneni_zakon-2001-185.html

NEBEZPEČNÝ ODPAD, www.portal.gov.cz [online]. [cit. 2016-09-15] Dostupné z: https://portal.gov.cz/app/zakony/zakon.jsp?page=0&nr=185~2F2001&rpp=15#seznam

ODPAD PODOBNÝ KOMUNÁLNÍMU ODPADU, www.eagri.cz [online]. [cit. 2016-09-15] Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/100196398.html

ODPADOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ, www.portal.gov.cz [online]. [cit. 2016-09-15] Dostupné z: https://portal.gov.cz/app/zakony/zakon.jsp?page=0&nr=185~2F2001&rpp=15#seznam

POROVNÁNÍ PLNĚNÍ EVROPSKÝCH CÍLŮ A STANOVENÝCH CÍLŮ ČR PRO KO PODLE PLÁNU OH ČR., www.mzp.cz [online]. [cit. 2016-09-15] Dostupné z: http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news_160505_zakon_odpady/$FILE/Prilohy_grafy_odpadovy_zakon.pdf

PRODUKCE PODNIKOVÝCH ODPADŮ PODLE ODVĚTVÍ ČINNOSTI PŮVODCE ODPADU V R. 2014, www.tretiruka.cz [online]. [cit. 2016-09-15] Dostupné z: http://www.tretiruka.cz/news/statistika-csu-produkce-vyuziti-a-odstraneni-odpadu-a-produkce-druhotnych-surovin-v-roce-2014/

SHROMAŽĎOVÁNÍ A SKLADOVÁNÍ ODPADŮ, www.zakonyprolidi.cz [online]. [cit. 2016-09-15] Dostupné z: http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-383

SKLADBA KOMUNÁLNÍHO ODPADU V R. 2014, www.czso.cz [online]. [cit. 2016-09-15] Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/produkce-vyuziti-a-odstraneni-odpadu-2014

SKLÁDKA, www.portal.gov.cz [online]. [cit. 2016-09-15] Dostupné z: https://portal.gov.cz/app/zakony/zakon.jsp?page=0&nr=185~2F2001&rpp=15#seznam

STATISTICKÉ ÚDAJE ZAMĚŘENÉ NA PRODUKCI ODPADŮ V ČR, www.tretiruka.cz [online]. [cit. 2016-09-15] Dostupné z: http://www.tretiruka.cz/news/statistika-csu-produkce-vyuziti-a-odstraneni-odpadu-a-produkce-druhotnych-surovin-v-roce-2014/

STRUČNÝ POPIS PROCESU SKLÁDKOVÁNÍ, www.portal.gov.cz [online]. [cit. 2016-09-17] Dostupné z: https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=60288&nr=294~2F2005&rpp=15#local-content

Test semichronické toxicity se semeny hořčice (Sinapis alba). www.old.vscht.cz [online]. 2010 [cit. 2016-11-09]. Dostupné z: http://old.vscht.cz/uchop/ekotoxikologie/03_%20horcice.pdf

VYHLÁŠKA 383/2001 Sb. o podrobnostech nakládání s odpady, www.portal.gov.cz [online]. [cit. 2016-09-15] Dostupné z: https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonStruct.jsp?idBiblio=51788&recShow=0&unpackedPath=0&nr=383~2F2001&rpp=15#parCnt

VYHLÁŠKA 294/2005 Sb. o podmínkách ukládání odpadů na skládky, www.portal.gov.cz [online]. [cit. 2016-09-15] Dostupné z: https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=60288&nr=294~2F2005&rpp=15#local-content

VYHLÁŠKA 93/2016 Sb. o Katalogu odpadů, www.portal.gov.cz [online]. [cit. 2016-09-15] Dostupné z: https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=86140&nr=93~2F2016&rpp=15#local-content

VYUŽÍVÁNÍ ODPADŮ, www.zakonyprolidi.cz [online]. [cit. 2016-09-15] Dostupné z: http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-383

VÝVOJ PRODUKCE ODPADŮ V ČR, www.tretiruka.cz [online]. [cit. 2016-09-15] Dostupné z: http://www.tretiruka.cz/news/statistika-csu-produkce-vyuziti-a-odstraneni-odpadu-a-produkce-druhotnych-surovin-v-roce-2014/

ZPŮSOBY NAKLÁDÁNÍ S KO V R. 2014, www.tretiruka.cz [online]. [cit. 2016-09-15] Dostupné z: http://www.tretiruka.cz/news/statistika-csu-produkce-vyuziti-a-odstraneni-odpadu-a-produkce-druhotnych-surovin-v-roce-2014/

9 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Produkce podnikových odpadů podle odvětví činnosti původce odpadu v roce 2014 (www.tretiruka.cz, upravila Walachová, 2016) 10
Obrázek 2: Vývoj produkce odpadů v ČR (www.tretiruka.cz, upravila Walachová, 2016) 11
Obrázek 3: Skladba KO v roce 2014 (www.czso.cz, upravila Walachová, 2016) 11
Obrázek 4: Skladba odděleně sbíraných složek KO v roce 2014 (www.czso.cz, upravila Walachová, 2016) 12
Obrázek 5: Způsoby nakládání s KO v roce 2014 (www.tretiruka.cz, upravila Walachová, 2016) 12
Obrázek 6: Porovnání plnění evropských cílů a stanovené cíle ČR pro komunální odpady podle Plánu odpadového hospodářství ČR (www.mzp.cz, upravila Walachová, 2016) 13
Obrázek 7: Hierarchie nakládání s odpady (www.odpady-online.cz) 14
Obrázek 8: Lokalizace řízené skládky odpadů Těmice (www. google.cz, upravila Walachová, 2016) 25
Obrázek 9: Vyznačení řízené skládky odpadů Těmice u obce Těmice (www. google.cz, upravila Walachová, 2016) 26
Obrázek 10: Skládka Těmice- panelová cesta (Walachová, 2016) 29
Obrázek 11: Sběrná jímka II. etapy (Walachová, 2016)..... 30
Obrázek 12: Těleso skládky (Walachová, 2016) 30
Obrázek 13: Dotřiďovací linka (Walachová, 2016) 31
Obrázek 14: Odebraný vzorek průsakové vody z jímky (Walachová, 2016)..... 32
Obrázek 15: Semínka Hořčice bílé (Sinapis alba L.), (Walachová, 2016)..... 33
Obrázek 16: Petriho misky obsahující zkoumané vzorky (Walachová, 2016)..... 34
Obrázek 17: Termostat a pomůcky pro založení testu (Walachová, 2016) 35
Obrázek 18: Vyznačení míst odběru vzorků půdy (Walachová, 2016)..... 37
Obrázek 19: Postup stanovení vodní kapacity (www.microbiotests.be, upravila Walachová, 2016)..... 37
Obrázek 20: OECD půda (www.microbiotests.be, upravila Walachová, 2016) 38
Obrázek 21: Testovaný vzorek (www.microbiotests.be, upravila Walachová, 2016) ... 38
Obrázek 22: Měření délky kořínků (Walachová, 2016) 38
Obrázek 23: 100% koncentrace živného roztoku (Walachová, 2016)..... 40
Obrázek 24: 100% koncentrace průsakové vody (Walachová, 2016)..... 40
Obrázek 25: 90% koncentrace průsakové vody (Walachová, 2016)..... 41
Obrázek 26: 75% koncentrace průsakové vody (Walachová, 2016)..... 42
Obrázek 27: 50% koncentrace průsakové vody (Walachová, 2016)..... 43
Obrázek 28: 25% koncentrace průsakové vody (Walachová, 2016)..... 44
Obrázek 29: 100% OECD půda (Walachová, 2016) 45
Obrázek 30: Půda 1- květen/2016 – 50% (Walachová, 2016)..... 46
Obrázek 31: Půda 1- květen/2016 – 25% (Walachová, 2016)..... 46
Obrázek 32: Půda 2- květen/2016 – 50% (Walachová, 2016)..... 47
Obrázek 33: Půda 2- květen/2016 – 25% (Walachová, 2016)..... 47

Obrázek 34: Půda 3- květen/2016 – 50% (Walachová, 2016)..... 48
Obrázek 35: Půda 3- květen/2016 – 25% (Walachová, 2016)..... 48
Obrázek 36: Půda 4- květen/2016 – 50% (Walachová, 2016)..... 49
Obrázek 37: Půda 4- květen/2016 – 25% (Walachová, 2016)..... 49
Obrázek 38: Půda 5- květen/2016 – 50% (Walachová, 2016)..... 50
Obrázek 39: Půda 5- květen/2016 – 25% (Walachová, 2016)..... 50
Obrázek 40: Půda 6- květen/2016 – 50% (Walachová, 2016)..... 51
Obrázek 41: Půda 6- květen/2016 – 25% (Walachová, 2016)..... 51

10 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Vývoj poplatku za ukládání odpadů na skládky v letech 2017-2025 [Kč] (časopis ODPADY 3/2016, upravila Walachová, 2016) 14
Tabulka 2: Popis klimatického regionu T4 dle Quitta (QUITT, 1971, upravila Walachová, 2016) 27
Tabulka 3: Základní údaje o skládce (VAŠÍČEK, 2013, upravila Walachová, 2016) ... 28
Tabulka 4: Zásobní roztoky solí pro testy na semenech hořčice bílé (KOČÍ, 2001, upravila Walachová, 2016) 33
Tabulka 5: Podmínky testu toxicity (KOČÍ, 2001, upravila Walachová, 2016) 34
Tabulka 6: Přehled vzorků, jejich označení, množství a koncentrace (Walachová, 2016) 35
Tabulka 7: Výsledky inhibice růstu hořčice bílé (*Sinapis alb*a L.) na průsakových vodách v jednotlivých měsících (Walachová, 2016) 44
Tabulka 8: Hodnocení toxicity (KOTOVICOVÁ a kol., upravila Walachová, 2016) ... 52

11 SEZNAM ZKRATEK

EU – Evropská unie

ČOV – čistírna odpadních vod

ČR – Česká republika

ČSÚ – Český statistický úřad

HDPE- polyetylen s vysokou hustotou

KO – komunální odpad

NO – nebezpečný odpad

OH – odpadové hospodářství

POH – plán odpadového hospodářství

ÚZ – úplné znění

ŽP - životní prostředí

12 PŘÍLOHY

Seznam příloh

Příloha č. 1 Fotodokumentace řízené skládky odpadů Těmice

Příloha č. 2 Skupiny odpadů podle Katalogu odpadů, které jsou na skládce ukládány

Příloha č. 3 Fotodokumentace laboratorního testu inhibice růstu hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) na průsakových vodách ze skládky odpadů Těmice

Příloha č. 4 Fotodokumentace testu fytotoxicity půdy pomocí sady Phytotoxkit

Příloha č. 5 Výsledky testu inhibice růstu hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) na průsakových vodách ze skládky odpadů Těmice (květen, červen, červenec/2016)

Příloha č. 6 Výsledky testu fytotoxicity půdy pomocí sady Phytotoxkit

Příloha č. 1 Fotodokumentace řízené skládky odpadů Těmice

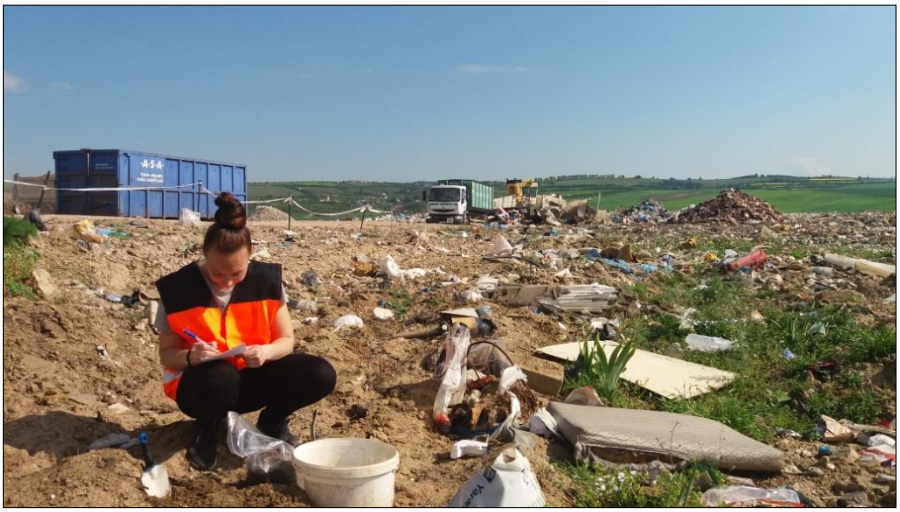
Pohled na V. etapu skládky (WALACHOVÁ, 2016)

Jímka II. etapy- jímka průsakových vod (WALACHOVÁ, 2016)

Postupné navážení odpadů (WALACHOVÁ, 2016)

Zrekultivovaná část skládky (WALACHOVÁ, 2016)

Hutnění odpadu kompaktorem (WALACHOVÁ, 2016)



Odebírání vzorků půdy na stanovišti č. 4 (WALACHOVÁ, 2016)

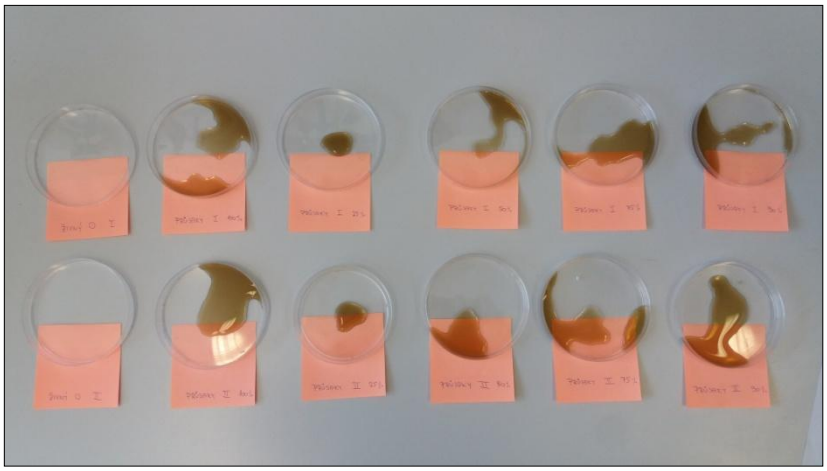
Příloha č. 2 Skupiny odpadů podle Katalogu odpadů, které jsou na skládce ukládány

Tabulka obsahující skupinu odpadů, které jsou na skládce Těmice odstraňovány (WALACHOVÁ, 2016)

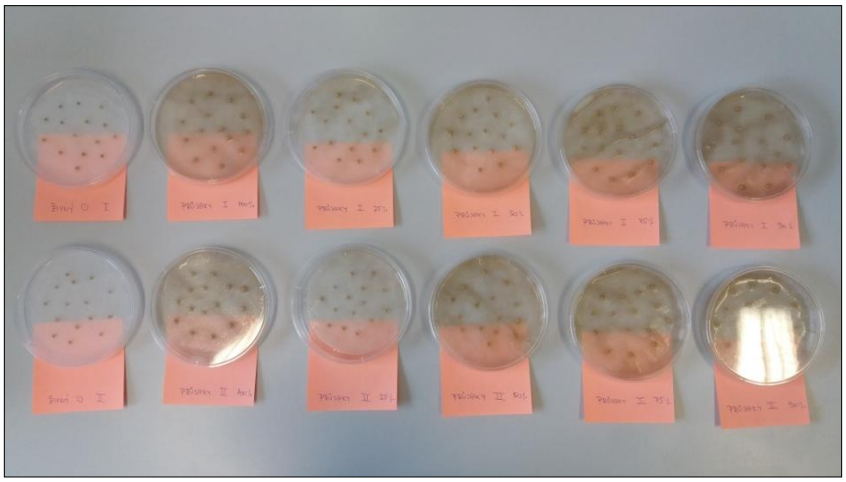
01 Odpady z geologického průzkumu, těžby, úpravy a dalšího zpracování nerostů a kamene
02 Odpady z prvovýroby v zemědělství, zahradnictví, myslivosti, rybářství a z výroby a zpracování potravin
04 Odpady z kožedělného, kožešnického a textilního průmyslu
05 Odpady ze zpracování ropy, čištění zemního plynu a z pyrolytického zpracování uhlí
06 Odpady z anorganických chemických procesů
07 Odpady z organických chemických procesů
08 Odpady z výroby, zpracování, distribuce a používání nátěrových hmot (barev, laků a smaltů), lepidel, těsnicích materiálů a tiskařských barev
09 Odpady z fotografického průmyslu
10 Odpady z tepelných procesů
11 Odpady z chemických povrchových úprav, z povrchových úprav kovů a jiných materiálů a z hydrometalurgie neželezných kovů
12 Odpady z tváření a z fyzikální a mechanické úpravy povrchu kovů a plastů
15 Odpadní obaly, absorpční činidla, čisticí tkaniny, filtrační materiály a ochranné oděvy jinak neurčené
16 Odpady v tomto katalogu jinak neurčené
17 Stavební a demoliční odpady (včetně vytěžené zeminy z kontaminovaných míst)
18 Odpady ze zdravotní nebo veterinární péče a /nebo z výzkumu s nimi souvisejícího (s výjimkou kuchyňských odpadů a odpadů ze stravovacích zařízení, které bezprostředně nesouvisejí se zdravotní péčí)
19 Odpady ze zařízení na zpracování (využívání a odstraňování) odpadu, z čistíren odpadních vod pro čištění těchto vod mimo místo jejich vzniku a z výroby vody pro spotřebu lidí a vody pro průmyslové účely
20 Komunální odpady (odpady z domácností a podobné živnostenské, průmyslové odpady a odpady z úřadů) včetně složek z odděleného sběru

Příloha č. 3 Fotodokumentace laboratorního testu inhibice růstu hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) na průsakových vodách ze skládky odpadů Těmice

Označení a příprava Petriho misek (WALACHOVÁ, 2016)



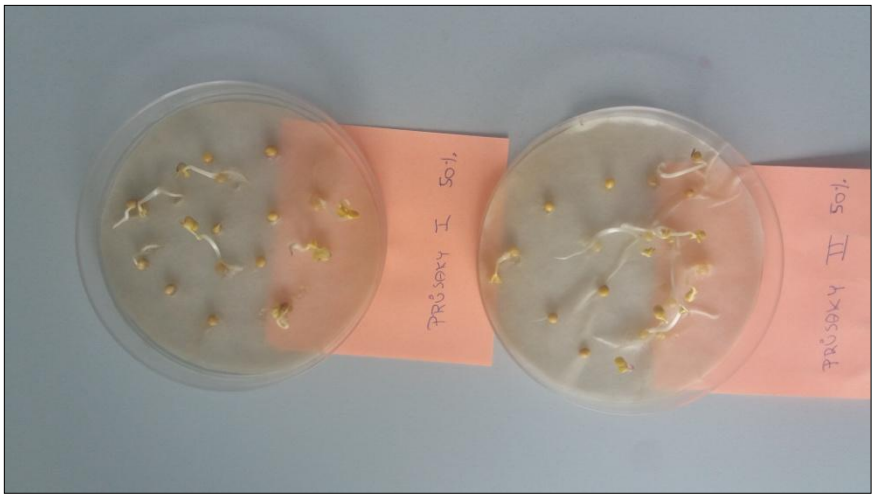
Pipetování jednotlivých koncentrací ŽR a průsakových vod (WALACHOVÁ, 2016)



Vložení filtračního papírku, na který bylo vloženo 15 semínek hořčice bílé (Sinapis alba L.*), (WALACHOVÁ, 2016)*

Vložení misek do termostatu na teplotu 25 °C na 72 hodin (WALACHOVÁ, 2016)

Již vytažené vzorky po 72 hodinách z termostatu (WALACHOVÁ, 2016)



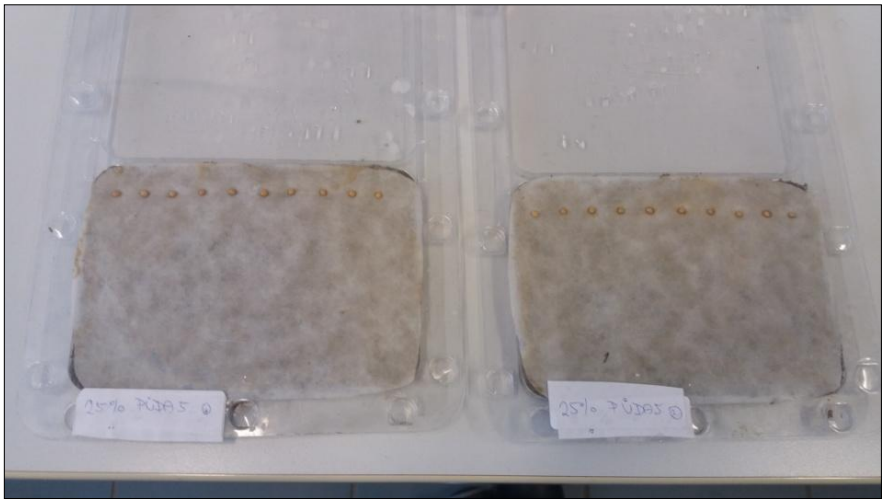
Vyklíčená semínka hořčice bíle (Sinapis alba L.), *(WALACHOVÁ, 2016)*

Příloha č. 4 Fotodokumentace testu fytotoxicity půdy pomocí sady Phytotoxkit

Pomůcky potřebné k provedení testu fytotoxicity půdy (WALACHOVÁ, 2016)

OECD půda a odměrný válec (WALACHOVÁ, 2016)

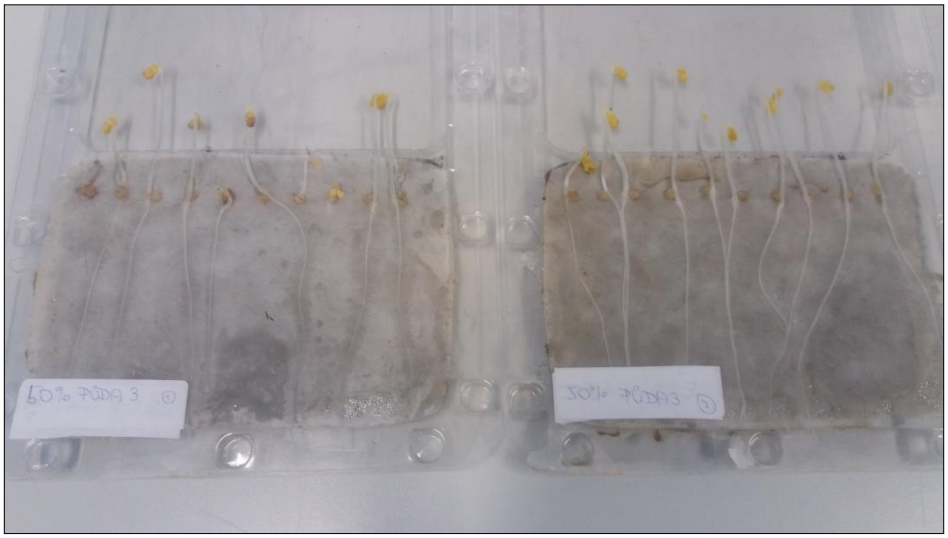
Zarovnání půdy pomocí špachtle (WALACHOVÁ, 2016)



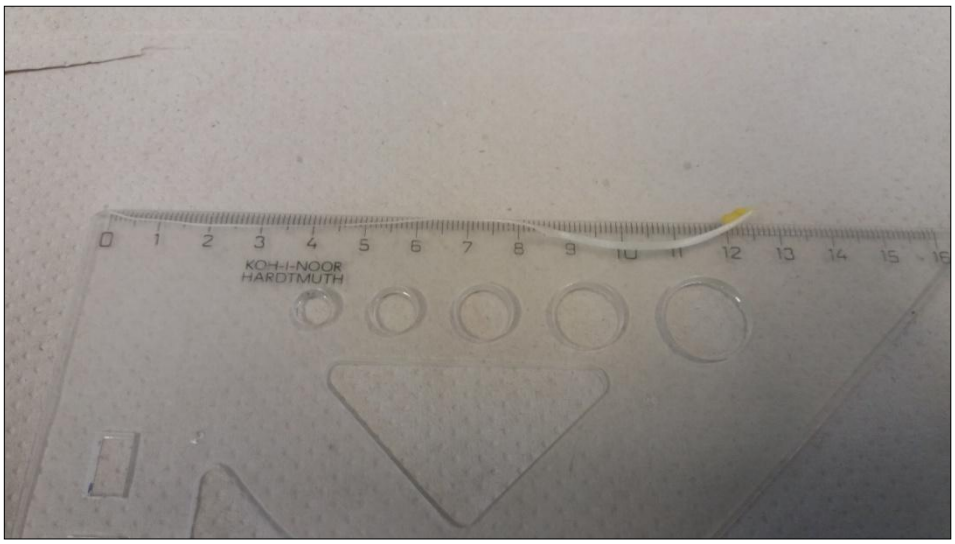
Ukázka vzorků půdy (WALACHOVÁ, 2016)

Vzorky půdy vložené v držáku (WALACHOVÁ, 2016)

Uložení vzorků v termostatu (WALACHOVÁ, 2016)



Vyklíčená semínka hořčice bíle (Sinapis alba L.), *(WALACHOVÁ, 2016)*



Měření délky kořene (WALACHOVÁ, 2016)

Příloha č. 5 Výsledky testu inhibice růstu hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) na průsakových vodách ze skládky odpadů Těmice (květen, červen, červenec/ 2016)

Květen/ 2016

Hořčice bílá *(Sinapis alba* L.)- květen/2016- 100 % Ž			
	Vzorek 1	Vzorek 2	
	Délka (mm)	Délka (mm)	
1	3	37	
2	51	55	
3	53	40	
4	22	5	
5	45	50	
6	38	51	
7	40	25	
8	41	35	
9	63	43	
10	34	51	
11	46	47	
12	48	20	
13	0	5	
14	0	16	
15	0	3	Průměr
# klíčivost	15	15	15
průměr	32,27	32,20	32,23
odchylka	21,68	18,45	
VC%	67,19	57,30	
nejdelší kořen	63,00	55,00	59,00

100% koncentrace živného roztoku (Walachová, 2016)

Hořčice bílá *(Sinapis alba* L.)- květen/2016- 100 % průsak				
	Vzorek 1	Vzorek 2		
	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	2	11		
2	1	5		
3	0	6		
4	0	2		
5	0	1		
6	0	0		
7	0	0		
8	0	0		
9	0	0		
10	0	0		
11	0	0		
12	0	0		
13	0	0		
14	0	0		
15	0	0	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	15	15	15	
průměr	0,20	1,67	0,93	**97,10**
odchylka	0,56	3,22		
VC%	280,31	193,32		
nejdelší kořen	2,00	11,00	6,50	**88,98**

100% koncentrace průsakové vody (Walachová, 2016)

Hořčice bílá *(Sinapis alba* L.)- květen/2016- 90 % průsak				
	Vzorek 1	Vzorek 2		
	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	5	3		
2	2	4		
3	0	2		
4	0	2		
5	0	0		
6	0	0		
7	0	0		
8	0	0		
9	0	0		
10	0	0		
11	0	0		
12	0	0		
13	0	0		
14	0	0		
15	0	0	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	15	15	15	
průměr	0,47	0,73	0,60	**98,14**
odchylka	1,36	1,33		
VC%	290,52	181,98		
nejdelší kořen	5,00	4,00	4,50	**92,37**

90% koncentrace průsakové vody (Walachová, 2016)

Hořčice bílá *(Sinapis alba* L.)- květen/2016- 75 % průsak				
	Vzorek 1	Vzorek 2		
	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	18	8		
2	10	9		
3	10	6		
4	0	1		
5	0	0		
6	0	0		
7	0	0		
8	0	0		
9	0	0		
10	0	0		
11	0	0		
12	0	0		
13	0	0		
14	0	0		
15	0	0	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	15	15	15	
průměr	2,53	1,60	2,07	**93,59**
odchylka	5,53	3,20		
VC%	218,19	200,17		
nejdelší kořen	18,00	9,00	13,50	**77,12**

75% koncentrace průsakové vody (Walachová, 2016)

Hořčice bílá *(Sinapis alba* L.)- květen/2016- 50 % průsak				
	Vzorek 1	Vzorek 2		
	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	39	53		
2	12	45		
3	27	14		
4	21	39		
5	24	35		
6	10	18		
7	11	27		
8	9	26		
9	1	15		
10	3	0		
11	0	0		
12	0	0		
13	0	0		
14	0	0		
15	0	0	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	15	15	15	
průměr	10,47	18,13	14,30	**55,64**
odchylka	12,19	18,51		
VC%	116,45	102,09		
nejdelší kořen	39,00	53,00	46,00	**22,03**

50% koncentrace průsakové vody (Walachová, 2016)

Hořčice bílá *(Sinapis alba* L.)- květen/2016- 25 % průsak				
	Vzorek 1	Vzorek 2		
	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	56	45		
2	41	11		
3	46	27		
4	35	39		
5	18	35		
6	52	18		
7	42	27		
8	49	26		
9	52	15		
10	38	38		
11	41	12		
12	38	14		
13	50	3		
14	25	2		
15	30	0	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	15	15	15	
průměr	40,87	20,80	30,83	**4,34**
odchylka	10,68	14,35		
VC%	26,14	68,98		
nejdelší kořen	56,00	45,00	50,50	**14,41**

25% koncentrace průsakové vody (Walachová, 2016)

Červen/ 2016

Hořčice bílá *(Sinapis alba* L.)- červen/2016- 100 % Ž			
	Vzorek 1	Vzorek 2	
	Délka (mm)	Délka (mm)	
1	51	10	
2	43	15	
3	22	27	
4	35	44	
5	43	5	
6	29	20	
7	42	4	
8	0	25	
9	16	12	
10	28	17	
11	44	42	
12	28	0	
13	0	4	
14	26	2	
15	2	3	Průměr
# klíčivost	15	15	15
průměr	27,27	15,33	21,30
odchylka	16,69	14,03	
VC%	61,22	91,49	
nejdelší kořen	51,00	44,00	47,50

100% koncentrace živného roztoku (Walachová, 2016*)*

Hořčice bílá *(Sinapis alba* L.)- červen/2016- 100 % průsak				
	Vzorek 1	Vzorek 2		
	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	2	5		
2	1	4		
3	2	0		
4	0	0		
5	0	0		
6	0	0		
7	0	0		
8	0	0		
9	0	0		
10	0	0		
11	0	0		
12	0	0		
13	0	0		
14	0	0		
15	0	0	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	15	15	15	
průměr	0,33	0,60	0,47	**97,81**
odchylka	0,72	1,59		
VC%	217,12	265,77		
nejdelší kořen	2,00	5,00	3,50	**92,63**

100% koncentrace průsakové vody (Walachová, 2016)

Hořčice bílá *(Sinapis alba* L.)- červen/2016- 90 % průsak				
	Vzorek 1	Vzorek 2		
	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	7	5		
2	9	2		
3	3	11		
4	2	15		
5	0	3		
6	0	0		
7	0	0		
8	0	0		
9	0	0		
10	0	0		
11	0	0		
12	0	0		
13	0	0		
14	0	0		
15	0	0	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	15	15	15	
průměr	1,40	2,40	1,90	**91,08**
odchylka	2,85	4,61		
VC%	203,47	192,11		
nejdelší kořen	9,00	15,00	12,00	**74,74**

90% koncentrace průsakové vody (Walachová, 2016)

Hořčice bílá *(Sinapis alba* L.)- červen/2016- 75 % průsak				
	Vzorek 1	Vzorek 2		
	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	9	17		
2	12	5		
3	9	4		
4	5	3		
5	4	3		
6	4	0		
7	5	0		
8	0	0		
9	0	0		
10	0	0		
11	0	0		
12	0	0		
13	0	0		
14	0	0		
15	0	0	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	15	15	15	
průměr	3,20	2,13	2,67	**87,48**
odchylka	4,09	4,47		
VC%	127,87	209,53		
nejdelší kořen	12,00	17,00	14,50	**69,47**

75% koncentrace průsakové vody (Walachová, 2016)

Hořčice bílá *(Sinapis alba* L.)- červen/2016- 50 % průsak				
	Vzorek 1	Vzorek 2		
	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	14	17		
2	23	24		
3	9	18		
4	25	26		
5	9	10		
6	30	7		
7	12	29		
8	19	15		
9	16	28		
10	2	8		
11	0	9		
12	0	0		
13	0	0		
14	0	0		
15	0	0	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	15	15	15	
průměr	10,60	12,73	11,67	**45,23**
odchylka	10,32	10,61		
VC%	97,38	83,35		
nejdelší kořen	30,00	29,00	29,50	**37,89**

50% koncentrace průsakové vody (Walachová, 2016)

Hořčice bílá *(Sinapis alba* L.)- červen/2016- 25 % průsak				
	Vzorek 1	Vzorek 2		
	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	34	28		
2	27	18		
3	20	29		
4	31	21		
5	42	12		
6	27	12		
7	4	32		
8	56	10		
9	19	21		
10	11	16		
11	4	15		
12	29	17		
13	14	0		
14	0	0		
15	0	0	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	15	15	15	
průměr	21,20	15,40	18,30	**14,08**
odchylka	16,22	10,20		
VC%	76,52	66,21		
nejdelší kořen	56,00	32,00	44,00	**7,37**

25% koncentrace průsakové vody (Walachová, 2016)

Červenec/ 2016

Hořčice bílá *(Sinapis alba* L.)- červenec/2016- 100 % Ž			
	Vzorek 1 Délka (mm)	Vzorek 2 Délka (mm)	
1	16	35	
2	2	9	
3	48	30	
4	15	27	
5	23	15	
6	24	24	
7	35	14	
8	19	22	
9	25	32	
10	1	21	
11	31	45	
12	20	5	
13	15	4	
14	17	0	
15	5	0	Průměr
# klíčivost	15	15	15
průměr	19,73	18,87	19,30
odchylka	12,44	13,65	
VC%	63,02	72,34	
nejdelší kořen	48,00	45,00	46,50

100% koncentrace živného roztoku (Walachová, 2016*)*

Hořčice bílá *(Sinapis alba* L.)- červenec/2016- 100 % průsak				
	Vzorek 1 Délka (mm)	Vzorek 2 Délka (mm)		
1	5	5		
2	6	2		
3	7	3		
4	2	0		
5	2	0		
6	0	0		
7	0	0		
8	0	0		
9	0	0		
10	0	0		
11	0	0		
12	0	0		
13	0	0		
14	0	0		
15	0	0	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	15	15	15	
průměr	1,47	0,67	1,07	**94,47**
odchylka	2,47	1,50		
VC%	168,72	224,40		
nejdelší kořen	7,00	5,00	6,00	**87,10**

100% koncentrace průsakové vody (Walachová, 2016)

Hořčice bílá *(Sinapis alba* L.)- červenec/2016- 90 % průsak				
	Vzorek 1	Vzorek 2		
	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	18	3		
2	11	2		
3	5	1		
4	4	1		
5	0	2		
6	0	1		
7	0	0		
8	0	0		
9	0	0		
10	0	0		
11	0	0		
12	0	0		
13	0	0		
14	0	0		
15	0	0	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	15	15	15	
průměr	2,53	0,67	1,60	**91,71**
odchylka	5,28	0,98		
VC%	208,27	146,39		
nejdelší kořen	18,00	3,00	10,50	**77,42**

90% koncentrace průsakové vody (Walachová, 2016)

Hořčice bílá (*Sinapis alba* L.)- červenec/2016- 75% průsak				
	Vzorek 1	Vzorek 2		
	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	18	11		
2	5	15		
3	2	18		
4	0	10		
5	0	15		
6	0	4		
7	0	2		
8	0	0		
9	0	0		
10	0	0		
11	0	0		
12	0	0		
13	0	0		
14	0	0		
15	0	0	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	0	0	0	
průměr	1,67	5,00	3,33	**82,73**
odchylka	4,72	6,76		
VC%	282,94	135,22		
nejdelší kořen	18,00	18,00	18,00	**61,29**

75% koncentrace průsakové vody (Walachová, 2016)

Hořčice bílá *(Sinapis alba* L.)- červenec/2016- 50 % průsak				
	Vzorek 1	Vzorek 2		
	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	21	19		
2	27	8		
3	10	11		
4	36	15		
5	38	13		
6	13	21		
7	8	28		
8	12	26		
9	7	32		
10	5	8		
11	0	2		
12	0	11		
13	0	5		
14	0	5		
15	0	0	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	15	15	15	
průměr	11,80	13,60	12,70	**34,20**
odchylka	13,02	9,75		
VC%	110,32	71,66		
nejdelší kořen	38,00	32,00	35,00	**24,73**

50% koncentrace průsakové vody (Walachová, 2016)

Hořčice bílá *(Sinapis alba* L.)- červenec/2016- 25 % průsak				
	Vzorek 1	Vzorek 2		
	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	27	18		
2	4	25		
3	21	32		
4	12	8		
5	22	15		
6	19	19		
7	26	25		
8	22	3		
9	17	18		
10	3	34		
11	28	16		
12	35	10		
13	14	29		
14	22	12		
15	19	21	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	15	15	15	
průměr	19,40	19,00	19,20	**0,52**
odchylka	8,61	8,88		
VC%	44,38	46,74		
nejdelší kořen	35,00	34,00	34,50	**25,81**

25% koncentrace průsakové vody (Walachová, 2016)

Příloha č. 6 Výsledky testu fytotoxicity půdy pomocí sady Phytotoxkit

Září/ 2016

100 % OECD půda- září 2016				
		Vzorek 1	Vzorek 2	
		Délka (mm)	Délka (mm)	
	1	69	12	
	2	66	41	
	3	66	22	
	4	62	21	
	5	5	15	
	6	76	0	
	7	60	10	
	8	32	37	
	9	30	65	
	10	42	70	Průměr
# klíčivost		10	10	10
průměr		50,80	29,30	40,05
odchylka		22,61	23,53	
VC%		44,50	80,32	
nejdelší kořen		76,00	70,00	73,00

100% OECD půda (Walachová, 2016)

Půda 1-září/2016- 50 %				
	Vzorek 1	Vzorek 2		
	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	71	32		
2	72	70		
3	35	78		
4	0	30		
5	0	79		
6	0	80		
7	81	24		
8	77	40		
9	78	80		
10	80	79	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	10	51	31	
průměr	49,40	59,20	54,30	**-35,58**
odchylka	36,55	24,31		
VC%	73,98	41,07		
nejdelší kořen	81,00	80,00	80,50	**-10,27**

Půda 1- září/2016 – 50% (Walachová, 2016)

Půda 1-září/2016- 25 %				
	Vzorek 1 Délka (mm)	Vzorek 2 Délka (mm)		
1	73	69		
2	75	75		
3	72	3		
4	75	73		
5	75	74		
6	74	5		
7	77	78		
8	76	80		
9	78	70		
10	72	67	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	10	51	31	
průměr	74,70	59,40	67,05	**-67,42**
odchylka	2,00	29,47		
VC%	2,68	49,61		
nejdelší kořen	78,00	80,00	79,00	**-8,22**

Půda 1- září/2016 – 25% (Walachová, 2016)

Půda 2-září/2016- 50 %				
	Vzorek 1 Délka (mm)	Vzorek 2 Délka (mm)		
1	0	70		
2	27	65		
3	0	15		
4	55	0		
5	0	5		
6	58	0		
7	13	40		
8	5	0		
9	0	0		
10	10	15	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	10	51	31	
průměr	16,80	21,00	18,90	**52,81**
odchylka	22,58	27,47		
VC%	134,42	130,80		
nejdelší kořen	58,00	70,00	64,00	**12,33**

Půda 2- září/2016 – 50% (Walachová, 2016)

Půda 2-září/2016- 25 %				
	Vzorek 1	Vzorek 2		
	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	39	0		
2	15	0		
3	0	0		
4	70	0		
5	71	36		
6	73	40		
7	45	41		
8	80	35		
9	7	70		
10	0	72	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	10	51	31	
průměr	40,00	29,40	34,70	**13,36**
odchylka	32,47	28,37		
VC%	81,18	96,49		
nejdelší kořen	80,00	72,00	76,00	**-4,11**

Půda 2- září/2016 – 25% (Walachová, 2016)

Půda 3-září/2016- 50 %				
	Vzorek 1	Vzorek 2		
	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	0	69		
2	65	67		
3	67	65		
4	75	66		
5	64	74		
6	84	73		
7	0	68		
8	0	71		
9	78	80		
10	74	71	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	10	51	31	
průměr	50,70	70,40	60,55	**-51,19**
odchylka	35,51	4,48		
VC%	70,03	6,36		
nejdelší kořen	84,00	80,00	82,00	**-12,33**

Půda 3- září/2016 – 50% (Walachová, 2016)

Půda 3-září/2016- 25 %				
	Vzorek 1	Vzorek 2		
	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	71	0		
2	0	80		
3	70	0		
4	75	73		
5	75	73		
6	74	55		
7	27	0		
8	75	77		
9	0	0		
10	80	70	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	10	51	31	
průměr	54,70	42,80	48,75	**-21,72**
odchylka	32,49	37,41		
VC%	59,40	87,40		
nejdelší kořen	80,00	80,00	80,00	**-9,59**

Půda 3- září/2016 – 25% (Walachová, 2016)

Půda 4-září/2016- 50 %				
	Vzorek 1	Vzorek 2		
	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	0	68		
2	74	65		
3	74	70		
4	76	62		
5	35	70		
6	72	69		
7	0	31		
8	56	62		
9	70	77		
10	60	72	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	10	51	31	
průměr	51,70	64,60	58,15	**-45,19**
odchylka	29,90	12,65		
VC%	57,83	19,58		
nejdelší kořen	76,00	77,00	76,50	**-4,79**

Půda 4- září/2016 – 50% (Walachová, 2016)

Půda 4-září/2016- 25 %				
	Vzorek 1	Vzorek 2		
	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	66	75		
2	30	75		
3	66	70		
4	75	70		
5	70	73		
6	81	72		
7	72	76		
8	73	75		
9	75	77		
10	72	75	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	10	51	31	
průměr	68,00	73,80	70,90	**-77,03**
odchylka	14,06	2,44		
VC%	20,68	3,31		
nejdelší kořen	81,00	77,00	79,00	**-8,22**

Půda 4- září/2016 – 25% (Walachová, 2016)

Půda 5-září/2016- 50 %				
	Vzorek 1	Vzorek 2		
	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	50	0		
2	74	67		
3	55	65		
4	79	73		
5	0	2		
6	2	75		
7	81	77		
8	80	0		
9	62	20		
10	70	66	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	10	51	31	
průměr	55,30	44,50	49,90	**-24,59**
odchylka	30,50	34,25		
VC%	55,15	76,96		
nejdelší kořen	81,00	77,00	79,00	**-8,22**

Půda 5- září/2016 – 50% (Walachová, 2016)

Půda 5-září/2016- 25 %				
	Vzorek 1	Vzorek 2		
	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	75	67		
2	76	3		
3	77	55		
4	75	57		
5	76	0		
6	77	10		
7	65	73		
8	76	80		
9	77	0		
10	36	76	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	10	51	31	
průměr	71,00	42,10	56,55	**-41,20**
odchylka	12,81	34,40		
VC%	18,04	81,72		
nejdelší kořen	77,00	80,00	78,50	**-7,53**

Půda 5- září/2016 – 25% (Walachová, 2016)

Půda 6-září/2016- 50 %				
	Vzorek 1	Vzorek 2		
	Délka (mm)	Délka (mm)		
1	22	68		
2	72	75		
3	73	76		
4	77	0		
5	79	25		
6	80	59		
7	72	0		
8	74	76		
9	0	70		
10	70	69	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	0	51	26	
průměr	61,90	51,80	56,85	**-41,95**
odchylka	27,51	31,15		
VC%	44,44	60,14		
nejdelší kořen	80,00	76,00	78,00	**-6,85**

Půda 6- září/2016 – 50% (Walachová, 2016)

Půda 6-září/2016- 25 %				
	Vzorek 1 Délka (mm)	Vzorek 2 Délka (mm)		
1	10	72		
2	52	79		
3	3	76		
4	75	72		
5	75	65		
6	63	82		
7	74	0		
8	65	79		
9	71	33		
10	10	4	Průměr	**inhibice v %**
# klíčivost	0	51	26	
průměr	49,80	56,20	53,00	**-32,33**
odchylka	29,95	31,79		
VC%	60,14	56,57		
nejdelší kořen	75,00	82,00	78,50	**-7,53**

Půda 6- září/2016 – 25% (Walachová, 2016)