



Fytotoxicita průsakových vod ze skládky odpadů Štěpánovice

Diplomová práce

Vedoucí práce:
Doc. Ing. Daria Magdaléna Vaverková, Ph.D.

Vypracovala:
Bc. Kateřina Heralová



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Bc. Kateřina Heraldová**
Studijní program: Zemědělská specializace
Obor: Agroekologie
Konzultant: Bc. Ing. Dana Adamcová, Ph.D.
Název tématu: **Fytotoxicita průsakových vod ze skládky odpadů Štěpánovice**
Rozsah práce: cca 50 stran + přílohy

Zásady pro vypracování:

1. Charakteristika komunálního odpadu (pojmy, statistika, způsoby nakládání, legislativa).
2. Stručný popis procesu skládkování se zaměřením na monitoring vod.
3. Fytotoxicita.
4. Popis skládky odpadů Štěpánovice (lokalizace, přírodní poměry, základní charakteristika zařízení, atd.).
5. Provedení testu semichornické toxicity průsakových vod ze skládky odpadů Štěpánovice se semeny hořčice (*Sinapis alba*).
6. Vyhodnocení výsledků a jejich interpretace.

Seznam odborné literatury:

1. FILIP, J. – KOTOVICOVÁ, J. – BOŽEK, F. *Komunální odpad a skládkování*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003. 121 s. ISBN 80-7157-712-X.
2. ALTMANN, V. *Technika pro zpracování komunálního odpadu*. Praha: ČZU Praha, 2010. 120 s. ISBN 978-80-213-2022-2.
3. GRODA, B. *Technika zpracování odpadů*. Brno: MZLU Brno, 1995. 213 s. ISBN 80-7157-164-4.
4. GRODA, B. a kol. *Technika zpracování odpadů II*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 1997. 168 s. ISBN 80-7157-264-0.
5. ANDĚL, P. *Ekotoxikologie, bioindikace a biomonitring*. 1. vyd. Liberec: Evernia, 2011. 243 s. ISBN 978-80-903787-9-7.
6. PICKA, K. – MATOUŠEK, J. *Základy obecné a speciální toxikologie*. Praha: MŽP, 1996. 103 s. PHARE. ISBN 80-85368-91-9.
7. JELÍNEK, R. – DOSTÁL, M. – PETERKA, M. *Základy vývojové toxikologie a teratologie*. Praha: MŽP, 1996. 69 s. PHARE. ISBN 80-7078-364-8.
8. BALOG, K. – ZAPLETALOVÁ-BARTLOVÁ, I. *Základy toxikologie*. 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 1998. 107 s. ISBN 80-86111-29-6.
9. PROKEŠ, J. *Základy toxikologie I. : Obecná toxikologie a ekotoxikologie*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 1997. 165 s. ISBN 80-7184-418-7.


Datum zadání diplomové práce: říjen 2015

Termín odevzdání diplomové práce: duben 2017


Bc. Kateřina Heralová
Autorka práce




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


doc. Ing. Dr. Milada Štátná
Vedoucí ústavu


doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D.
Děkan AF MENDELU

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Fytotoxicita průsakových vod ze skládky odpadů Štěpánovice 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 8.4.2017

.....
Podpis

Poděkování

Ráda bych zde poděkovala vedoucí mé diplomové práce doc. Mgr. Ing. Magdaleně Darii Vaverkové, PhD., za její cenné připomínky, odborné rady a vstřícný přístup. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Vladimíru Klárovi, Ph.D. za umožnění exkurze po skládce tuhých komunálních odpadů Štěpánovice, zpřístupnění provozního řádu, jeho milý a ochotný přístup a konzultantce Ing. Daně Adamcové PhD. za cenné rady. V neposlední řadě bych chtěla také poděkovat své rodině a přátelům za trpělivost, podporu, psychickou a materiální pomoc při studiu a psaní této diplomové práce.

ABSTRAKT

Diplomová práce na téma: „*Fytotoxicita průsakových vod ze skládky odpadů Štěpánovice*“ se v teoretické části zabývá základními pojmy a legislativou vztahující se ke komunálním odpadům a skládkování. Dále jsou zde řešeny postupy při nakládání s odpady, jejich hierarchie při nakládání s nimi, a statistické vyhodnocení množství komunálních odpadů. Další část literární rešerše je zaměřena na monitoring vod, obecný popis skladovacího procesu a obecný popis fytotoxicity.

Praktická část se zabývá popisem procesu skládkování skládky tuhých komunálních odpadů Štěpánovice, jejími přírodními poměry, lokací a začleněním v území. Dále je zde popsán a rozebrán pokus pomocí metody semichronické toxicity průsakové vody na hořčici bílé (*Sinapis alba* L.). Následuje vyhodnocení výsledků a jejich interpretace při současném porovnání výsledků s výsledky jiných autorů.

KLÍČOVÁ SLOVA

Komunální odpad, toxicita, monitoring vod, hořčice bílá (*Sinapis alba* L.), skládkování

ABSTRACT

Thesis on „*Phytotoxicity leachate from landfills Štěpánovice*“ deals with basic concepts and legislation related to municipal waste and landfill in theoretical part. There are also procedures in waste management, their hierarchy, and statistical evaluation of the amount of municipal waste. Another part of a literature search is aimed at monitoring water, general description of the storage process and general description of phytotoxicity.

The practical part describes the process of solid municipal waste landfill Štěpánovice, its natural circumstances, locations and the integration in the territory. There is also described and discussed experiment which was realized by semi-chronic toxicity leachate method with white mustard (*Sinapis alba* L.). Followed by evaluation of the results and their interpretation in the current comparison of results with other writers.

KEY WORDS

Municipal waste, toxicity, monitoring water, white mustard (*Sinapis alba* L.), landfill

Obsah

1	ÚVOD	9
2	CÍL PRÁCE	10
3	LITERÁLNÍ PŘEHLED	11
3.1	ZÁKLADNÍ POJMY	11
3.2	LEGISLATIVA ODPADOVÉHO HOSPODÁŘSTVÍ	12
3.3	ZPŮSOBY NAKLÁDÁNÍ S ODPADY	13
3.3.1	<i>Recyklace</i>	14
3.3.2	<i>Biologické způsoby nakládání s odpady</i>	15
3.3.2.1	Kompostování	15
3.3.2.2	Mechanicko-biologická úprava	16
3.3.2.3	Anaerobní fermentace	16
3.3.3	<i>Skládkování odpadů</i>	17
3.3.4	<i>Tepelné zpracování odpadů</i>	17
3.3.4.1	Spalování.....	17
3.3.4.2	Pyrolýza.....	17
3.3.4.3	Mokrý oxidace	18
3.4	STATISTICKÉ ÚDAJE KOMUNÁLNÍCH ODPADŮ V ČESKÉ REPUBLICE	18
3.5	POPIS SKLÁDKOVÁNÍ KOMUNÁLNÍCH ODPADŮ	21
3.5.1	<i>Dělení skládek</i>	22
3.5.2	<i>Výběr lokality a technické řešení</i>	23
3.5.3	<i>Těsnění</i>	23
3.5.4	<i>Odvodňování</i>	24
3.5.5	<i>Odplynění</i>	25
3.5.6	<i>Technické zařízení skládky</i>	25
3.5.7	<i>Ukládání odpadu</i>	25
3.5.8	<i>Rekultivace</i>	26
3.6	MONITORING VOD.....	26
3.7	FYTOTOXICITA.....	29
4	MATERIÁL A METODIKA	32
4.1	HISTORIE SKLÁDKY TUHÝCH KOMUNÁLNÍCH ODPADŮ ŠTĚPÁNOVICE	32
4.2	ZÁKLADNÍ ÚDAJE O SKLÁDCE TUHÝCH KOMUNÁLNÍCH ODPADŮ ŠTĚPÁNOVICE.....	34
4.3	PRIMÁRNÍ KRAJINNÁ STRUKTURA V OKOLÍ SKLÁDKY TUHÝCH KOMUNÁLNÍCH ODPADŮ ŠTĚPÁNOVICE	35
4.3.1	<i>Geologická stavba</i>	35
4.3.2	<i>Pedologie</i>	35
4.3.3	<i>Geomorfologie</i>	36
4.3.4	<i>Klimatické poměry</i>	36
4.3.5	<i>Hydrologie</i>	36
4.3.6	<i>Biogeografické jednotky</i>	37
4.3.7	<i>Zvláště chráněná území</i>	38
4.3.8	<i>Územní systém ekologické stability</i>	39
4.4	CHARAKTERISTIKA SKLÁDKY TUHÝCH KOMUNÁLNÍCH ODPADŮ ŠTĚPÁNOVICE	40
4.4.1	<i>Těsnění</i>	40
4.4.2	<i>Odvodnění</i>	40
4.4.3	<i>Odplynění</i>	43
4.4.4	<i>Technické zabezpečení</i>	44
4.4.5	<i>Ukládání odpadů</i>	45
4.4.6	<i>Rekultivace</i>	46
4.4.7	<i>Monitorování skládky</i>	49
4.5	MNOŽSTVÍ UKLÁDANÉHO ODPADU	53
4.6	POPIS POSTUPU PRO ZJIŠTĚNÍ FYTOTOXICITY	54
4.6.1	<i>Charakteristika hořčice bílé (Sinapis alba L.)</i>	54

4.6.2	<i>Složení živného roztoku</i>	55
4.6.3	<i>Popis postupu testu</i>	55
4.6.4	<i>Vyhodnocení testu</i>	58
5	VÝSLEDKY	59
5.1	INHIBICE PRŮSAKOVÝCH VOD ODEBRANÝCH V JEDNOTLIVÝCH MĚSÍCÍCH	59
5.2	VÝSLEDKY Z INTERAKCE INHIBICE A MNOŽSTVÍ SRÁŽEK PŘI URČITÉ KONCENTRACI VE VŠECH MĚSÍCÍCH	67
6	DISKUZE	72
7	ZÁVĚR	76
8	POUŽITÁ LITERATURA	79
9	SEZNAM OBRÁZKŮ	83
10	SEZNAM TABULEK	86
11	SEZNAM ZKRATEK	88
12	SEZNAM PŘÍLOH	89
13	PŘÍLOHY	90
13.1	PŘÍLOHA ČÍSLO 1 – MAPY.....	90
13.2	PŘÍLOHA ČÍSLO 2 – FOTOGRAFIE SKLÁDKY TUHÝCH KOMUNÁLNÍCH ODPADŮ ŠTĚPÁNOVICE	92
13.3	PŘÍLOHA ČÍSLO 3 – FOTOGRAFIE Z TESTU FYTOTOXICITY PRŮSAKOVÝCH VOD	96
13.4	PŘÍLOHA ČÍSLO 4 – VYLUHOVATELNOST, SRÁŽKY A PROTOKOL.....	100
13.5	PŘÍLOHA ČÍSLO 5 – TABULKY Z TESTU FYTOTOXICITY PRŮSAKOVÝCH VOD	104

1 ÚVOD

Odpad, a s tím spojené odpadové hospodářství (dále jen OH), je známý již od nepaměti. Problém s odpadem muselo lidstvo začít řešit po upuštění od kočovného způsobu života. Obyvatelé daného území se již nestěhovali a vyprodukované odpady se na daném místě hromadily. S odpadem byl také spojen rozvoj smrtelných nemocí, které roznášeli přemnožení hlodavci. Průkopníci při nakládání s odpadem byli již staří Řekové, kteří nakládali nejen s odpadem jako takovým, pro který měli zbudované jámy za městem, ale i s odpadní vodou, pro niž měli vybudovaný systém stok.

Dřívější odpad nebyl syntetický, veškeré materiály byly přírodní a snadno rozložitelné s minimální zátěží životního prostředí (dále jen ŽP). Další velkou změnou byl fakt kvantity. Lidé vyspělých států žijí konzumním způsobem života a s tímto stylem žití je spojena vysoká produkce těžce rozložitelných odpadů. Příkladem takového odpadu může být plast, který se v odpad mění dnes a denně. Přes veškerou snahu znovuvyužití ho na skládce odpadů končí velké množství. S produkcí odpadů je spojený pojem ekologická stopa, která udává počet globálních hektarů na osobu. Vyspělé státy jsou zařazeny, kvůli svému chování k ŽP, do skupiny ekologických dlužníků. Mezi ekologické věřitele řadíme obyvatele rozvojových států, kteří i dnes využívají snadno rozložitelný materiál.

Vyspělé státy mají snahu vyřešit problém s odpady. Teorie prevence vzniku odpadu je sice všeobecně známá, ale i přes zakotvení v legislativě nepříliš dodržována. Velké množství vzniklého odpadu je zbytečné, především u odpadu z obalů, kterých je nepřiměřeně mnoho s vysokou mírou naddimenzování. Nejvyužívanějším a také nejlevnějším způsobem naložení s odpady je odstranit jej skládkováním, či méně využívaným a dražším spalováním.

Při odstraňování odpadu je také velký problém s přenosem znečištění mezi jednotlivými složkami ŽP. Při vyčištění odpadní vody přechází znečištění z vody do půdy v podobě kalu. Spalováním odpadů je zasaženo ovzduší, přičemž filtry a jiné technologie pro ochranu ovzduší a škvára opět zatíží půdu, do které se uloží. Z těchto příkladů je patrné, že skládky jsou vždy i pro jiné technologie odstraňování odpadů konečnou fází, kam je znečišťující látka uložena.

OH je sice stále zdokonalováno, avšak v dnešní době neexistuje způsob, jak již vzniklý odpad celý využít či odstranit bez významného vlivu na životní prostředí.

2 CÍL PRÁCE

Cílem této diplomové práce je obecná charakteristika komunálního odpadu (dále jen KO), jakou jsou pojmy, legislativa, statistické údaje a možné způsoby nakládání s KO. Dále obecný a stručný popis procesu skládkování, monitoringu vod a fytotoxicity. Zaměření se na konkrétní skládku tuhých komunálních odpadů Štěpánovice s popisem procesu skládkování a umístění jmenované skládky v krajině. V neposlední řadě provedení testu semichronické toxicity na semenech hořčice bílé (*Sinapis alba* L.), z průsakové vody odebrané na řešené skládce a následné vyhodnocení a interpretace výsledků toxicity.

3 LITERÁLNÍ PŘEHLED

V této kapitole jsou popisovány způsoby nakládání s odpady, základní údaje týkající se monitorování vod a procesu skládkování a s tím související legislativa, pojmy a statistické údaje. V neposlední řadě je zde obecně popsána problematika fytotoxicity.

3.1 Základní pojmy

Při popisu skládkování, či obecněji OH, se nevyhneme pojmům, jako odpad, komunální odpad, biologicky rozložitelný odpad, nebezpečný odpad, nakládání s odpady, skládka, či odstraňování odpadů.

Pojem odpad je jedním ze základních pojmů, který je v odpadovém zákoně č. 185/2001 Sb. ve znění pozdějších právních předpisů široce popsán. Odpadem je tedy jakákoli movitá věc, kterou vlastník odstraní sám, odevzdá k využití, odstranění nebo do výkupu a sběru odpadů, ať již bezúplatně či za úplatu. Povinnost zbavit se movité věci nastává, pokud dosloužila původnímu účelu a je tak určeno ve zvláštních právních předpisech, či se stala pro ŽP nebezpečnou.

KO vzniká při činnosti občanů obce, tedy fyzických osob na území obce. Tento odpad je uveden v Katalogu odpadů ve skupině 20 a nevztahuje se na odpad vyprodukovaný na území obce právnickými či fyzickými osobami oprávněnými k podnikání. Majiteli tohoto odpadu jsou vždy jednotlivé obce.

Pro biologicky rozložitelný odpad (dále jen BRO) je základní vlastností schopnost anaerobního či aerobního rozkladu. Spadá sem veškerý odpad, který disponuje touto schopností.

Nebezpečný odpad (dále jen NO) je charakterizován jednou či několika vlastnostmi, které jsou klasifikovány v příloze předpisu Evropské unie (dále jen EU) o nebezpečných vlastnostech odpadů jako nebezpečné, je shodný s odpadem v Katalogu odpadů, kde je označen jako NO nebo je tímto odpadem kontaminován.

S odpadem lze nakládat několika způsoby. Lze s ním obchodovat, vykupovat, sbírat, shromažďovat, přepravovat, dopravovat, upravovat, skladovat, využívat nebo také odstraňovat.

Dalším pojmem je skládka, tedy technické zařízení, které je provozováno ve třech na sobě závislých fázích pro účely trvalého uložení odpadů pod či nad úroveň terénu. První fází provozu je samotné odstraňování odpadů, navazuje fáze využití odpadů při uzavírání a rekultivaci. Poslední fáze provozu již není určena k nakládání s odpady,

ale o péči, která následuje po uzavření skládky. Zřízení skládky vždy podléhá zvláštním právním předpisům. Skládkování by dle české hierarchie nakládání s odpady mělo být na posledním místě při nakládání s odpady.

Odstranění odpadů není činností vedoucí k využití odpadů, a to ani v případě, kdy druhotným důsledkem je získání látek či energií. Výčet těchto činností lze dohledat v příloze č. 4 zákona o odpadech č. 185/2001 Sb. ve znění pozdějších předpisů. Patří sem například skládkování, hlubinná injektáž, spalování at' již na pevnině či moři, trvalé uložení a další (zákon o odpadech).

3.2 Legislativa odpadového hospodářství

Základním zákonem, který řeší problematiku OH je odpadový zákon č. 185/2001 Sb. ve znění pozdějších předpisů. Předmětem zákona je především snaha o ochranu ŽP, trvale udržitelného rozvoje a lidského zdraví. Podstatou je prevence vzniku odpadů, nakládání s odpady, omezování nepříznivých dopadů při využívání přírodních zdrojů a zlepšování účinnosti využívání. Dále řeší osoby v OH a jejich práva a povinnosti. Je zde také orgánům veřejné správy vyřčena působnost v oblasti OH.

Působnost je aplikována, až na několik výjimek, na veškerý odpad. Výjimku tvoří odpadní vody, radioaktivní odpady, kadávery zvířat, která nebyla usmrcena porážkou, exkrementy, nezachycené emisní látky znečišťující ovzduší, vyřazené střelivo a výbušniny a vytěžené sedimenty při správě povrchových vod.

Pro původce a oprávněné osoby nastává povinnost určit, zda je odpad nebezpečný (vykazuje jednu nebo více nebezpečných vlastností) a zařadit jednotlivé odpady do kategorií dle Katalogu odpadů, kde se opět stanoví i nebezpečnost. Směsný komunální odpad (dále jen SKO) se do NO nezařazuje. Dále je zde upraveno nakládání s odpady, především tedy hierarchie nakládání s odpady.

Mezi odpady, se kterými je předepsané speciální zacházení patří polychlorované bifenyly (dále jen PCB), perzistentní organické látky, odpadní oleje, baterie a akumulátory, kaly z čistíren odpadních vod (dále jen ČOV) a BRO, odpady z azbestu a výroby oxidu titaničitého, elektronická a elektrická zařízení a autovraky. Zpětný odběr musí být zajištěný pro pneumatiky, výbojky a zářivky a z domácností vyřazené elektrozařízení (zákon o odpadech).

Druhý zákon, který je pro oblast OH podstatný je zákon o obalech č. 477/2001 Sb. ve znění pozdějších předpisů, který má za úkol taktéž chránit a omezovat znečištění ŽP.

Tento zákon se zabývá především omezením vzniku odpadů z obalů. Hlavní důraz se klade na prevenci, obaly by měly být přiměřené hmotnosti a objemu daného výrobku. Prevence vzniku odpadů je zde řešena vratnými obaly, kdy musí osoba uvádějící tyto obaly na trh zajistit finanční, organizační a technická opatření, aby mohlo být zajištěno opakované použití obalů (zákon o obalech).

3.3 Způsoby nakládání s odpady

Problém nakládání s odpady sahá v historii až do doby přechodu od kočovného způsobu života k životu usdlému asi před 8 000 lety. Tehdejší lidé odpad odkládali do odpadových jam mimo sídliště, díky čemuž zamezili zápachu a rozvoji hmyzu na sídlišti. V dnešní době jsou tyto odpadové jámy pro archeology velice cenné jako zdroj historických informací. Panovníci středověkých evropských a asijských oblastí věděli např. od Hippokrata o spojitosti mezi nedostatkem hygieny, nečistotou a šířením smrtelných chorob jako neštovic, moru či cholery. Byly zde tedy zřízeny důmyslné systémy odstraňování odpadů. V Athénách, Římě se ulice zametaly, vyhlášoval se generální úklid ulic a skrápělo se proti prašnosti. Císař Vespasian v 1. století našeho letopočtu zřídil veřejné toalety, které spočívaly v zemních nádobách na moč, strážný za užití toalety vyžadoval úplatu. Po rozpadu středověkých říší tato úroveň nakládání s odpady upadla v zapomnění na téměř 1 000 let, mělo to za následek rozvoj epidemii chorob od 6. do 14. století, zemřelo asi 25 000 000 lidí. Situace se zlepšila až v 15. století, kdy je kladen důraz na čistotu, v českých zemích se o zavedení zasadil třeba Vilém z Rožmberka.

Při průmyslové revoluci, ve které docházelo ke zvyšování koncentrací lidí ve městech, se přímo úměrně zvyšovala i koncentrace odpadů. Zároveň rozvoj nových technologií způsobil navýšení produkce zplodin z komínů a vypouštění odpadů do řek. Průkopníkem v odstraňování odpadů byla Velká Británie. Roku 1876 zde byla postavena první spalovna a 1900 první řízená skládka odpadů. První spalovna střední Evropy byla postavena roku 1905 v Brně.

V současnosti je v České republice (dále jen ČR) dle Směrnice EU 75/442/ES dána hierarchie nakládání s odpady (viz Obrázek 1). Je zde uvedena nutnost prevence, je žádoucí, aby odpady vůbec nevznikaly. Pokud již odpad vznikne, mělo by být omezeno odstranění odpadu a využít ho, například opravit. Již méně vhodným řešením nakládání s odpady jsou druhotné suroviny, které získáme vytríděním odpadu a následnou

recyklací. BRO je vhodné kompostovat a navrátit biologickou hmotu půdě. Pokud nelze použít nic z předchozího přichází na řadu jiné využití třeba výroba energie. Jako nejméně vhodné je zneškodnění odpadu, které by mělo přijít jako poslední možná volba (www.person.vsb.cz).



Obrázek 1: Pyramida hierarchie nakládání s odpady

Zdroj: ([http:// arnika.org](http://arnika.org))

3.3.1 Recyklace

Tento způsob nakládání s odpady je známý již od 19. století. V 70. letech 20. století se tento způsob stal oblíbený pro suroviny jako sklo, ocel, hliník či papír, které pokud se získávají, jako primární suroviny, mají vyšší energetickou náročnost. Hlavní příčinnou růstu zájmu o recyklaci byla stále rostoucí cena ropy.

Recyklace má hned několik výhod, jednou z nich je dvojnásobně menší znečištění prostředí. Odpady nevnikají a zároveň je nižší potřeba získávání prvotních surovin díky získaným druhotným surovinám. Je zde tedy pozitivní vliv na ŽP na straně výstupů i vstupů. Vzniká zde environmentální efekt, příkladem je třeba výroba papíru, kdy při využití druhotné suroviny je vznik emisí o 60 – 70 % nižší. Dále zde vzniká i efekt ekonomický, kdy při prvotním získávání oceli je investiční náročnost 4x – 10x vyšší.

Recyklační technologie můžeme podle postavení v recyklačním procesu rozdělit na 3 typy:

1. Recyklační technologie je v místě vzniku odpadu.
2. Recyklační technologie je na jiném místě než odpad vznik, ale využívá se zde druhotná surovina.
3. Recyklační technologie je umístěna samostatně, odpad zde nevzniká a vzniklá druhotná surovina je zbožím (www.hgf.vsb.cz).

3.3.2 Biologické způsoby nakládání s odpady

Biologické způsoby jsou využitelné pro úpravu nebezpečné vlastnosti či znovu využitelnost odpadu. Principem tohoto nakládání je schopnost mikroorganismů a enzymů odpad přeměňovat. Limitujícím faktorem je toxicita odpadu pro mikroorganismy či inhibice enzymů. V laboratorních podmínkách bylo velké množství metod odzkoušeno, ale z důvodu velkého měřítka nerealizovatelné v praxi. Mezi používané způsoby patří kompostování, mechanicko-biologická úprava (dále jen MBÚ) a anaerobní fermentace (www.hgf.vsb.cz).

3.3.2.1 Kompostování

Kompostování neboli aerobní rozklad, je způsob nakládání s BRO pro výrobu kompostu. Historie kompostování v ČR sahá až do roku 1912. První fází dochází k rozkladu tuků, bílkovin a polysacharidů při současném uvolňování tepla. Zrající kompost se zahřeje na teplotu 50 – 65 °C, probíhají zde hydrolyzní procesy a s těmi je spojeno i okyselení substrátu vlivem vzniklých organických kyselin. Délka této fáze trvá v závislosti na dřevní hmotě 2 týdny až 2 měsíce. Délka této fáze se dá upravit poměrem uhlíku a dusíku (C:N). Druhá fáze probíhá za nižších teplot asi 40 – 45 °C, vznikají zde látky humusové a původní materiál již nejde rozpoznat. Kompost dosahuje zralosti, snižuje kyselost a fytotoxicitu.

Kompostování se dá provádět na třech úrovních:

1. Domácí kompostování.
2. Komunitní kompostování.
3. Centrální kompostování.

Pokud probíhá kompostování biologicky rozložitelného komunálního odpadu (dále jen BRKO), bývá v něm obsaženo velké množství nečistot, které negativně ovlivní

výsledný kompost, ten se nedá použít na zemědělskou půdu a lze ho využít pouze při rekultivacích či zakládání zeleně (www.hgf.vsb.cz).

3.3.2.2 *Mechanicko-biologická úprava*

Tato technologie byla vyvinuta pro homogenizaci odpadu. Využívá se mechanického vytrídění materiálově a energeticky využitelných složek a složek nevyužitelného odpadu. KO je velice heterogenní a obsahuje velké množství BRKO. Po provedení MBÚ se sníží obsah organického uhlíku na minimum. Vznikne tedy poměrně stabilní výstup, který lze uložit na skládku, kde téměř nebudou probíhat rozkladné procesy. Dále může vznikat palivo refuse derived fuel (dále jen RDF) palivo, které lze spalovat jako alternativu fosilních paliv v cementárnách či elektrárnách. Poslední možností je výroba kompostu, má však horší jakost než kompost ze zahrad či parků a nachází využití jako rekultivační vrstva skládek. V podmínkách ČR je MBÚ v porovnání se spalováním nevýhodná, a to především kvůli malým zkušenostem a složitým odbytem RDF paliva (Kuraš, 2008).

3.3.2.3 *Anaerobní fermentace*

Technologie anaerobní fermentace je jednou z historicky nejstarších. Nejdříve byla využívána v ČOV ke zpracování čistírenského kalu, následně technologie pokročila a začala se využívat pro odpady ze zemědělství či potravinářství. Cílené pěstování plodin k energetickému využití začalo v 70. letech 20. století. Aktuálně probíhá tento proces v bioplynových stanicích, kde vzniká bioplyn a fermentační zbytek. Anaerobní fermentace probíhá ve čtyřech fázích, kde první z nich je hydrolýza. Probíhá zde štěpení složitých látek na látky jednoduché pomocí hydrolytických mikroorganismů. Další fází je acidogeneze, kde acidogenní mikroorganismy štěpí jednoduché látky na prvky, jednoduché sloučeniny, kyseliny a alkohol. Acetogeneze je třetí fází, kde mikroorganismy rozkládají kyseliny a alkoholy na prvky a jednoduché sloučeniny, které jsou využity z předcházejících fází v poslední fázi přeměny metanogenezi. V této fázi vzniká bioplyn, který se považuje za vhodnou alternativu k fosilním palivům. Je složen majoritně z CH₄ a CO₂, dále také obsahuje H₂S, H₂, H₂O, aromatické a halogenové sloučeniny a další (Junga II, 2015).

3.3.3 Skládkování odpadů

V ČR je to nejpoužívanější způsob odstraňování odpadů, na skládku je odpad trvale ukládán (www.hgf.vsb.cz). Podrobnější informace budou popsány v kapitole 3.5 Popis procesu skládkování.

3.3.4 Tepelné zpracování odpadů

Tento způsob odstraňování odpadů je z hlediska výroby energie a recyklace kovů výhodnější než skládkování. Při tepelném zpracování vzniká v porovnání s tvorbou bioplynu na skládkách méně CO₂ a také vzniká velké množství tepla či elektrické energie bez využití fosilních paliv. Veškeré kovy jsou vyseparovány ze strusky a navraceny do koloběhu, zatímco při uložení na skládky již využity nejsou. Tradiční způsob tepelného zpracování odpadu je spalování ve spalovnách, avšak je snaha o vývoj tzv. alternativních způsobů spalování, kam lze zařadit pyrolýzu, zplyňování, mokrá oxidace a další (Kuraš, 2014).

3.3.4.1 Spalování

Principem spalování je oxidace při vysokých teplotách, kdy se zmenší objemové množství odpadu, těžké kovy a jiné kontaminanty se zachytí v popílku.

Spalování má několik fází. První fází je pedsoušení odpadu, pro snížení vlhkosti při cca 100 °C. Následuje odplynění, kdy se teplota zvýší na 200 – 600 °C a zapálení. Spalování plynů probíhá při 500 – 800 °C a při následném hoření se teplota zvýší na 1 000 °C. Poslední fází je vyhořívání a odvádění tepla, kdy jsou teploty až 1 200 °C. Celý proces probíhá při zvýšeném obsahu kyslíku pro lepší hoření. V ČR fungují 3 spalovny KO nacházející se v Praze, Brně a Liberci (Kuraš, 2014). Pozdní léto 2016 však přineslo dlouho očekávaný zkušební provoz 4. spalovny v Chotíkově u Plzně. Pokud po ročním zkušebním provozu bude vše vyhovovat, získá spalovna kolaudační souhlas pro běžné provozování (<http://oenergetice.cz/teplarenstvi/spalovna-odpadu-v-chotikove-u-plzne-zahajila-plny-provoz/>).

3.3.4.2 Pyrolýza

Pyrolýza je proces endotermní, tedy vyžaduje energii z vnějšku a probíhá bez oxidačních médií (O₂, H₂O, CO₂). Výslednými produkty jsou pyrolýzní plyn, pyrolýzní olej a tuhý koks. Výhřevnost a poměr jednotlivých výstupů jsou v závislosti na vstupujícím materiálu. Výhody této technologie oproti spalování spočívají ve využití chemické

energie daného odpadu, nižší nároky na čištění spalin – netvoří se furany a dioxiny, lepší kvalita pevných zbytků a získávají se kovy. Nižší teploty jsou spojeny s delší životností materiálu. Mezi hlavní nevýhody lze zařadit nutnost homogenního paliva, regulace a řízení jsou obtížné, malé provozní zkušenosti a celková kapacita (Kuraš, 2014).

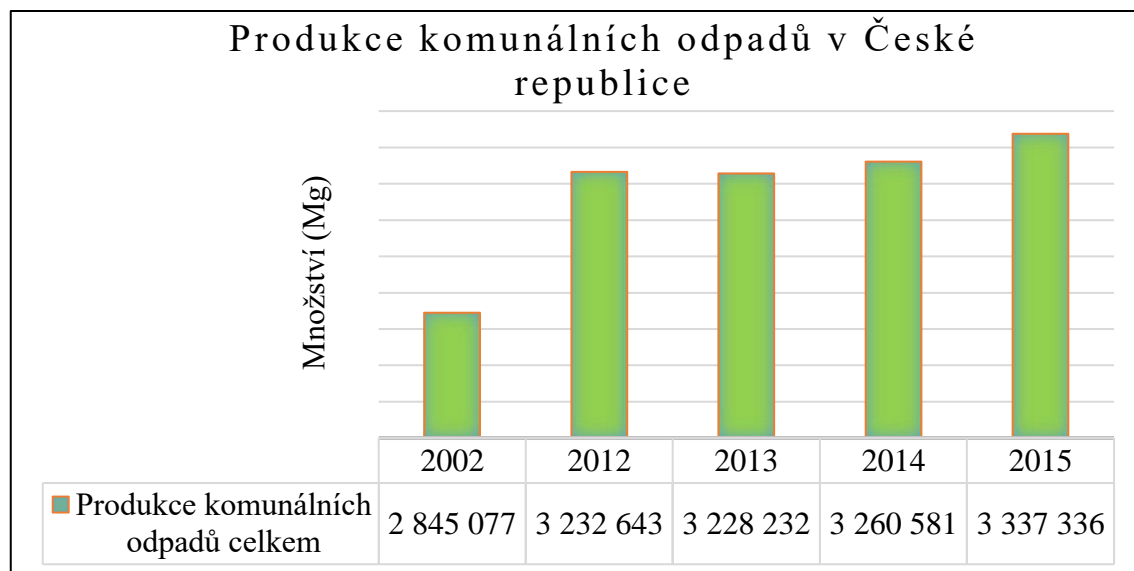
3.3.4.3 Mokrú oxidace

Tato technologie probíhá ve vodním prostředí, organický či oxidovatelný anorganický odpad je důkladně promícháván se vzdušným kyslíkem. Metoda mokré oxidace nachází uplatnění zejména při zpracování odpadních vod (Kuraš, 2014).

3.4 Statistické údaje komunálních odpadů v České republice

Celková produkce odpadů se každý rok zvyšuje, v roce 2015 byla již hodnota celkové produkce 26,9 miliónů Mg. Rozdíl mezi rokem 2014 a 2015 činil 3,1 miliónů Mg. NO však mají sestupnou tendenci a oproti roku 2014 klesly o 1%. Celové množství KO se také zvyšuje, v roce 2015 bylo vyprodukováno 3,3 miliónů Mg KO, tedy cca 317 kg/osoba/rok (www.czso.cz).

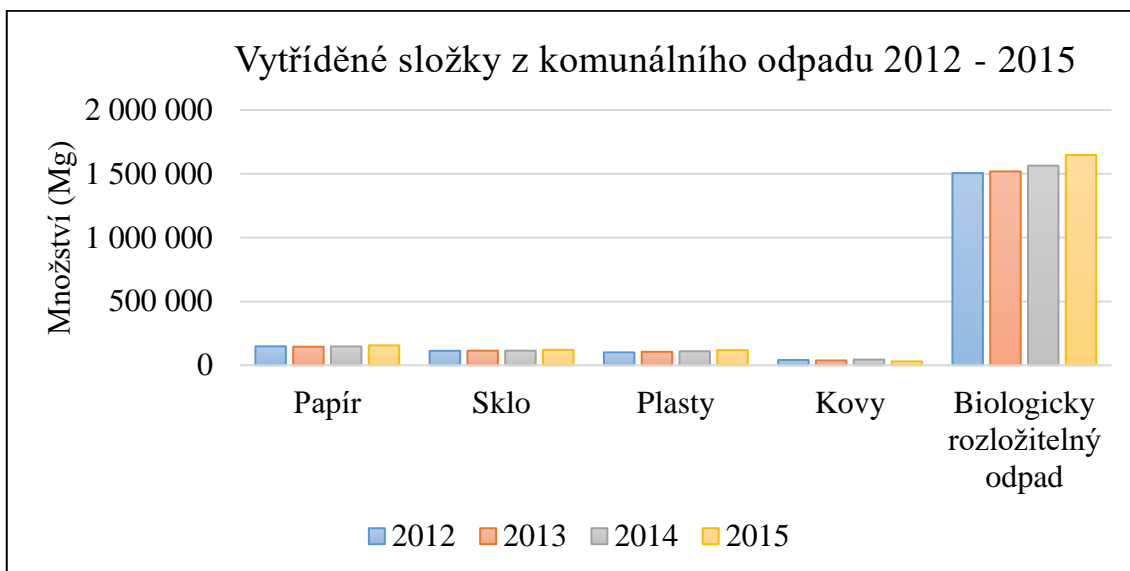
Na Obrázku 2 je vyobrazen nárůst produkce KO v ČR. V porovnání roku 2015 s rokem 2002 je znatelný skokový nárůst produkce KO. V roce 2015 nastal oproti roku předcházejícímu nárůst produkce KO o necelých 100 000 Mg.



Obrázek 2: Produkce komunálních odpadů v České republice

Zdroj: www.czso.cz, upraveno: Kateřina Heralová

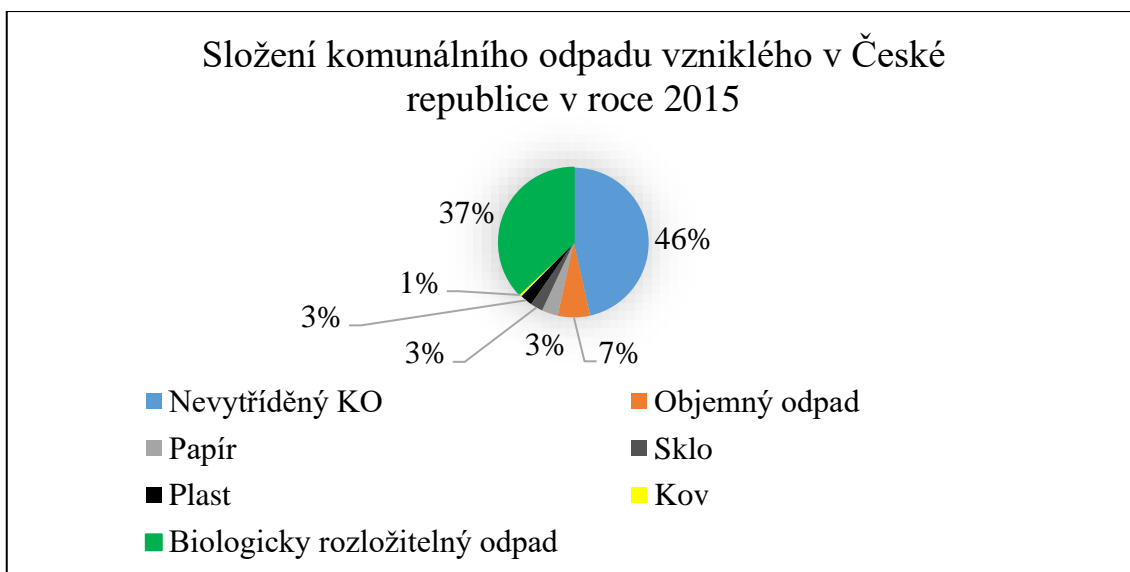
Na Obrázku 3 jsou znázorněny vyříděné složky KO, z nichž největší celkové zastoupení má BRO. Množství vyříděného BRO se v jednotlivých letech stále zvyšuje. Zbylé složky jsou v jednotlivých letech vyrovnané nebo s nepatrným nárůstem. Celkově se nejméně vyřídí kovové složky.



Obrázek 3: Vyříděné složky z komunálního odpadu 2012 – 2015

Zdroj: www.czso.cz, upraveno: Kateřina Heralová

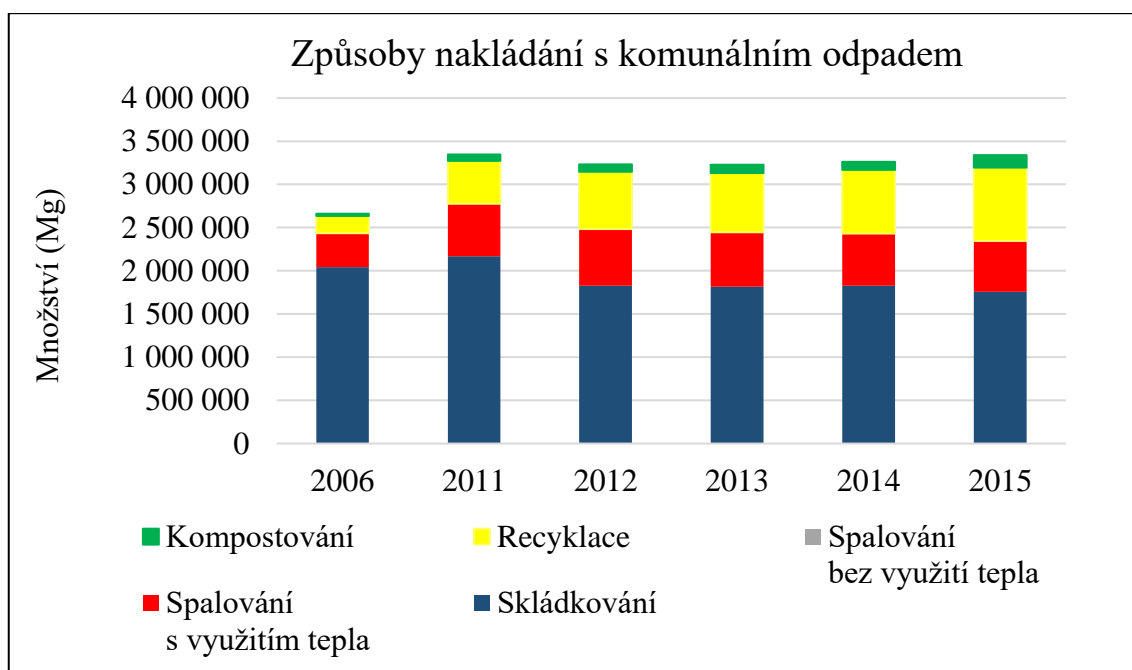
V Obrázku 4 jsou porovnány jednotlivé složky KO v procentickém zastoupení, z něhož je patrné, že přes polovinu odpadu se odstraní a necelá druhá polovina se využije. Tříděné složky (papír, sklo, plast, kov) jsou zastoupeny jednou desetinou celku.



Obrázek 4: Složení komunálního odpadu vzniklého v České republice v roce 2015

Zdroj: www.czso.cz, upraveno: Kateřina Heralová

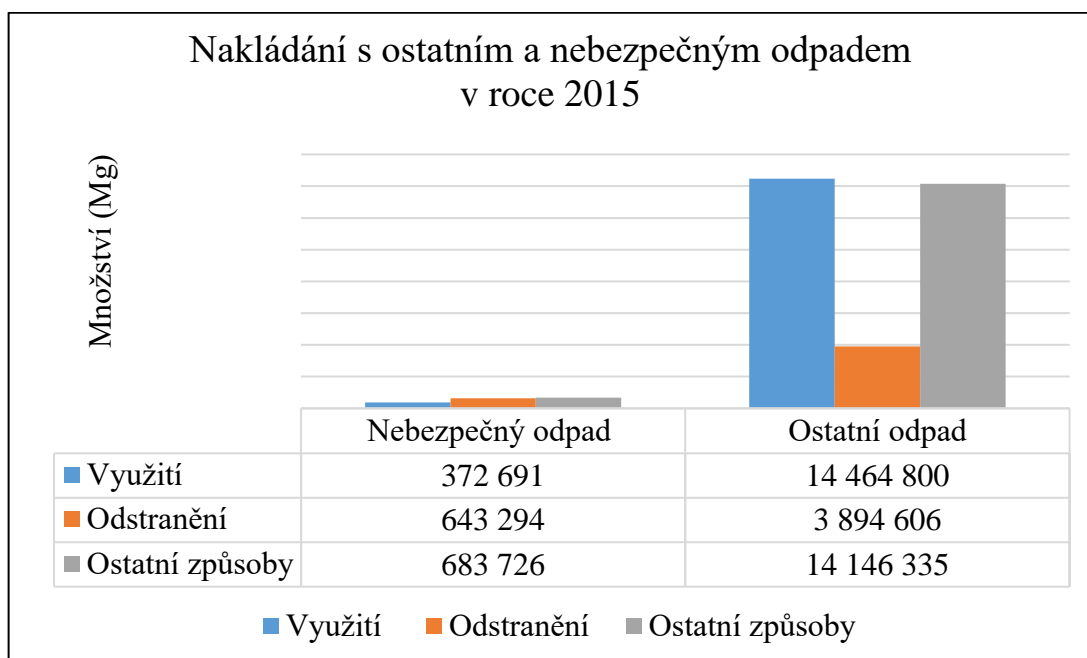
Obrázek 5 znázorňuje převládající způsob nakládání s odpadem, kterým je odstraňování odpadu skládkováním. Skládkování má v posledních letech od roku 2012 spíše setrvávající tendenci. Spalování bylo prováděno ve 3 spalovnách v ČR a množství takto odstraněného odpadu je po zprovoznění všech třech spaloven neměnné. Vzestupná tendence je však očekávaná v roce 2016, kdy byla zprovozněna spalovna v Chotíkově u Plzně. Kompostování a recyklace má každým rokem vyšší a vyšší zastoupení.



Obrázek 5: Způsoby nakládání s komunálním odpadem v České republice

Zdroj: www.czso.cz, upraveno: Kateřina Heralová

Obrázek 6 vyhodnocuje rozdíl nakládání mezi nebezpečným a ostatním odpadem z celkové produkce odpadů. Ostatní odpad je většinou využíván či zpracován jinak než odstraněním, oproti tomu nebezpečný odpad je odstraňován či jinak zpracováván nejčastěji.



Obrázek 6: Nakládání s ostatním a nebezpečným odpadem v roce 2015

Zdroj: www.czso.cz, upraveno: Kateřina Heralová

3.5 Popis skládkování komunálních odpadů

Skládkování má velkou ekonomickou výhodnost, cena za odstranění 1 Mg odpadu není příliš vysoká. Za další výhodu lze jmenovat také to, že je tato technologie nejznámější a nejbezpečnější. Ovšem nevýhodou je dlouhá aktivita KO po uložení na skládce a také to, že problém s odpadem ponecháme pro řešení následným generacím. Dochází ke změně krajinného rázu, snížení hodnoty krajiny. V neposlední řadě stojí také za zmínku ztráta druhotných surovin, které zůstanou zakonzervovány na skládce. Množství vyprodukovaného odpadu je přímo úměrný vyspělosti dané země (Junga, 2015).

ČR schválila Plán odpadového hospodářství pro rok 2015 – 2024. Celý plán klade velký důraz na dodržování hierarchie odpadového hospodářství. Kromě zvýšení množství vytrízených složek z KO, se také zavázala k zákazu skládkování SKO v roce 2024. Jedinou možností, jak odstranit SKO bude termickým způsobem (www.mzp.cz).

3.5.1 Dělení skládek

Skládky lze rozdělit dle zabezpečení a provozování:

- Zabezpečené – skládky, které vznikají dle dnešních předpisů.
- Nezabezpečené – sem spadají skládky založené v dřívějších dobách bez řádných zabezpečujících opatření či vzniklé černé skládky.

Vzhledem k terénu můžeme skládky rozlišit na několik skupin:

- Podúrovňové
- Nadúrovňové
- Podzemní
- Svahové
- Násypové
- Kombinované

Dle způsobů ukládání odpadu na skládce:

- Jednodruhové skládky
- Vícedruhové skládky
- Sdružené skládky, kde jsou i kazety pro jiný odpad, než který se tam ukládá.

Z ekonomického hlediska je provozování skládky složeno ze zisků, z poplatků za uložení odpadu, z produkce energie (spálení skládkového plynu v kogenerační jednotce) a surovin (kompost či recyklované materiály). Na opačné straně ekonomické bilance stojí investiční náklady na výstavbu a provoz, náklady na finanční rezervu pro rekultivaci, náklady na čištění průsakových vod, náklady na monitoring skládky.

Dále rozlišujeme skládky dle druhu ukládaného odpadu a s tím spojeného zabezpečení, které je dáno třídou vyluhovatelnosti odpadů. Mezi základní ukazatele patří organický uhlík, sírany, chloridy, fenolový index, arsen, fluoridy, kadmium, nikl, a další těžké kovy.

1. S – IO tedy skládka inertního odpadu

Odpady ukládané na tuto stránku musí vyhovět limitům vyluhovatelnosti II. třídy a limitům množství škodlivin organického původu v sušině.

2. S – OO neboli skládka ostatního odpadu

Dnes do této skupiny spadají dvě podskupiny a to S – OO1 a S – OO3. Tyto podskupiny jsou dány v závislosti na obsahu BRO. Tyto odpady musí splnit limit, který odpovídá vyluhovatelnosti III. třídy a odpady, které se dle vyluhovatelnosti nehodnotí,

a to KO a směsný stavební odpad. Lze sem ukládat i NO, který je v kontejnerech či splní III. třídu vyluhovatelnosti.

3. S – NO skládka nebezpečného odpadu

Na tento typ se ukládají odpady přesahující limity III. třídy vyluhovatelnosti (Junga, 2015).

3.5.2 Výběr lokality a technické řešení

Veškerý výběr a hodnocení se provádí v závislosti na množství a druhu ukládaného odpadu, inženýrsko-geologický a hydrogeologický průzkum, logistika s ohledem na umístění klimatické, hydrologické geodetické, mapové podklady, informace o dopravní a technické infrastruktuře, o zvláště chráněných území (dále jen ZCHÚ), kulturních památkách a hygienických ochranných pásem. Vždy by mělo být k dispozici více variant, které se navzájem posoudí a zjistí se nejlepší možná lokalita. Vyloučená území jsou záplavová, ZCHÚ, s územním plánem neumožňující skládkování, s nevhodným geologickým podložím či jinak závažně nevhodná území (Junga, 2015).

3.5.3 Těsnění

Skládku je nutné od okolního ŽP oddělit, a to jak zespodu, tak po uzavření i seshora. Hydroizolační těsnění se skládá z různých těsnících materiálů, ať již přírodních, tak umělých a vrstvy chránící před mechanickým poškozením. Přírodní podmínky uspořádání a druh odpadu je závislý na složení a provedení těsnění.

Těsnění se rozlišuje na jednoduché a vícenásobné. Jednoduché těsnění lze provést s geomembránou s tloušťkou 1,5 – 2,5 mm, bentonitovou rohoží o tloušťce 5 – 10 mm nebo minerálním těsněním o mocnosti 0,6 – 1 m. Vícenásobné těsnění je složeno z minerálního a fóliového těsnění, lze ho provést dvěma způsoby. Prvním způsobem je plošná ochrana neboli plášťová, kde jsou využity jíly a zeminy s vyšším obsahem jílu, geomembrány a speciální těsnění jako asfalt, geosyntetické bentonitové rohože. Tento typ je využíván u nově vznikajících skládek. Druhým vícenásobným způsobem je ochrana svislá, využívaná pro nezabezpečené skládky z minulosti. Využívá se zde těsnících stěn vyhotovených injektážemi emulzí a pomocí cementu, jílu či směsí vytvořených hloubených nebo vrtaných stěn.

Minerální těsnění podléhá certifikaci, daná zemina musí mít zkoušky a výsledky jak z terénního, tak laboratorního prostředí. K významně sledovaným vlastnostem patří index plasticity, mez tekutosti, podíl organických látek, velikost částic a hodnota filtrace.

Vlhkost zeminy je přesně daná a to cca $\pm 3 \%$ od optima, dále nesmí dojít k přemrznutí a zhutnění materiálu musí být velmi důkladné.

Hlavní složení geosyntetických bentonitových rohoží je z bentonitu, tedy jílu montmorillonitové skupiny, kdy správná funkčnost je dána technologií pokládky. Pokud dojde k promrznutí, rozbřednutí, prorůstání kořenovým systémem či mechanickému poškození, je funkčnost bentonitové rohože narušena.

Plastové fólie neboli geomembrány, jsou vyrobeny z polyvinylchloridu (dále jen PVC) či polyetylénu, musí být velmi odolné vůči působení vnějších podmínek (slunce, teplo, chemické, mechanické a mikrobiální působení). Dle umístění na skládce jsou folie hladké – roviny, s jednostranně či oboustranně zdrsňeným povrchem – svahy. Tyto fólie jsou pokládány na hladký povrch, na kterých je umístěna geotextílie. Šířka pásů je maximálně 6 m a jednotlivé pásy se následně svařují. Životnost těchto fólií je asi 30 let.

Geotextílie se vyrábí z vysoce chemicky a fyzikálně odolného materiálu, jako tkané či netkané, se specifickou plošnou hmotností a tloušťkou. Plní hned několik konstrukčních funkcí: filtrační, ochranná, drenážní, separační či zpevňovací (Junga, 2015).

3.5.4 Odvodňování

Nutnost odvodňování je dána u vod mimo i v tělese skládky. Vody vnější, spadly mimo těleso skládky, jsou odvedeny pomocí odvodňovacích kanálů do jímky dešťových vod či vodotečí. Vody, které vnikly do tělesa skládky, jsou kontaminované, musí být pomocí drenážních systémů odvedeny do jímky průsakových vod. Průsakovou vodu můžeme následně využít pro recirkulaci na provozovanou skládku, aby docházelo k rychlejšímu rozkladu, snížilo se riziko vzniku požáru a snížila se prašnost. Pokud je průsakové vody přebytek, je odvedena na vlastní či předem domluvenou ČOV. Odvodňování tělesa skládky je složeno z plošné a následně trubní drenáže, akumulární nádrže a následné zařízení pro využití či odvezení.

Plošná drenáž je vybudována z umělých (geomřížka, geotkanina) či přírodních (štěrk) materiálů. Trubní drenáž je zhotovena vně plošné drenáže v nejnižších místech a slouží k odvedení vody z plošné drenáže. Průměr potrubí je 200 – 300 mm, je perforované kruhovým či obdélníkovým tvarem. Proti ucpání je každé potrubí obaleno geotextílií. Vzdálenost mezi potrubím je 30 – 50 m, sklon je dán 2 – 3 % (Junga, 2015).

3.5.5 Odplynění

Tento systém bývá propojen s odvodňovacím systémem, jeho hlavní úlohou je odvedení skládkového plynu, který vzniká biochemickými reakcemi v ukládaném odpadu. Hlavními složkami skládkového plynu jsou CO₂, CH₄, oxidy dusíku a oxidy síry. Obsah jednotlivých látek a s tím spojená kvalita a množství je závislé na působení jednotlivých faktorů, jakými jsou složení odpadu (především množství BRO) a s tím související rychlost rozkladu, dále tvar a délka doby provozované skládky. Vznikající skládkový plyn je negativem jak pro okolní ŽP, tak bezpečnost provozované skládky. Produkce skládkového plynu na 1 kg odpadu je 180 – 370 l skládkového plynu.

Systém odplynění je složen z prvků vodorovných (horizontální vrty či drény), svislých (vrty či studny) a kombinovaných (horizontální, vertikální či šikmé vrty a drény). Odvod skládkového plynu ze skládky bývá ze studen či vrtů vyplněných šterkem či s ocelovou výtažnicí pasivní, kdy se využívá přetlaku nebo aktivní s pomocí podtlakového čerpání. Aktivní odvádění je až 5 násobně účinnější než samovolné.

Skládkový plyn se při dobrém složení využívá v kogenerační jednotce na výrobu elektrické energie a tepla. Surový plyn se musí od balastních látek (sirovodík, vodní pára, prach) vyčistit, aby nepoškodil kogenerační jednotku. Pokud má skládkový plyn nízkou výhřevnost a nelze ho zpracovat v kogenerační jednotce, musí být spálen pomocí fléry (pochodní) (Junga, 2015).

3.5.6 Technické zařízení skládky

Ke každé skládce musí být vybudována příjezdová komunikace a v prostoru skládky účelové komunikace dle intenzity pojezdů. Celý prostor skládky musí být zabezpečen, a u vjezdu/výjezdu je umístěná váha a provozní budova, manipulační prostor, popř. garáž. Vodovod a elektroinstalace v provozní budově. Důležitou administrativou je provozní řád, provozní deník a havarijní řády (Junga, 2015).

3.5.7 Ukládání odpadu

Pro ukládání odpadu je velmi důležitou pracovní operací hutnění. Hutnění zvýší objemovou hmotnost až o 50 %, díky čemuž se sníží riziko sedání, uložené množství odpadu je větší, sníží se meziprostory a zvýší vlhkost. Kompaktor (viz Příloha 2) je hlavním prostředkem pro zhutnění, váží 30 – 40 Mg a vrstva zhutněného odpadu by měla mít mocnost maximálně 2 m, jednotlivé vrstvy jsou odděleny inertním materiálem o mocnostech 0,3 m (Junga, 2015).

3.5.8 Rekultivace

K rekultivaci dochází vždy po ukončení skládkování na dané sekci skládky. Vždy probíhá rekultivace technická a následně biologická. Neproběhne pouze tehdy, pokud je navrženo nebiologické využití.

Nejdříve se naveze na těleso skládky vyrovnávací vrstva inertního materiálu pro vyrovnání tvaru tělesa. Dále vrstva plynopropustná, těsnicí, která je podobná jako těsnění při zakládání skládky. Všechny sváry musí být dokonalé a naprosto oddělit těleso skládky od vnějšího prostředí. Důležitou funkcí je zabránění vniku srážkových vod do tělesa uzavřené skládky. Nad těsnicí vrstvou je odvodňovací a následně ochranná a rekultivační vrstva o mocnosti 1 m, z čehož na svrchní straně je minimálně 0,3 m ornice (Junga, 2015).

3.6 Monitoring vod

Kontrola množství a jakosti vod se sleduje dle ČSN 83 8036, jejím účelem je vypracování návrhu pro konečné zneškodnění průsakových vod. Zneškodnění probíhá dle provozního řádu, ČSN 83 8036 a ČSN 83 8033. V prvních letech lze zneškodnění provést pomocí zpětného rozstříku nebo zaléváním průsakové vody na těleso skládky. Před tímto zneškodněním je zapotřebí zjistit mikrobiální kontaminaci a popř. provést desinfekci (ČSN 83 8033).

Monitorování skládky sleduje jednotlivé části skládky a vliv skládky na okolní ŽP. Systém monitorování musí být v provozu již před spuštěním ukládání odpadu, aby byl vidět výchozí stav. Monitoring probíhá po celou dobu skládkování a následně i při následné péči. Kontrola a monitoring skládky zahrnují sledování:

1. Jakosti a množství průsakových vod.
2. Sledování podzemních a povrchových vod v okolí skládky.
3. Množství a složení skládkového plynu.
4. Těleso skládky a jeho podloží.
5. Kontrolu: souladu přijímaných odpadů s kritériemi pro danou skládku, funkčnost opatření sloužící k ochraně ŽP, plnění podmínek uvedených v povolení skládky (ČSN 83 8036).

Složení průsakových vod je dáno procesy probíhajícími v tělese skládky, a to především mikrobiálními a chemickými. Tyto procesy doplňují průsakovou vodu o škodliviny chemického a biologického původu. Množství průsakové vody v tělese

skládky je dáno obsahem BRKO, který má vysoký obsah vody. Kromě druhu odpadu má vliv také umístění skládky dle ročního úhrnu srážek, výparu a převládajícím mikrobiálním procesu. Obsah a složení škodlivin je dáno množstvím vstupující a vystupující vody, způsobu hutnění, ukládání a druhu odpadu.

Mezi základní složky průsakových vod patří organické látky, kdy jejich množství je vyjádřeno chemickou či biochemickou spotřebou kyslíku, dusík v organické a amoniakální formě, anorganické soli, fosforečnany, síra, těžké kovy a syntetické organické chemikálie. Těžké kovy bývají ve vysoké koncentraci a je důležité před citlivými metanogenními procesy, které probíhají při biologickém čištění, snížit koncentraci těchto kovů na přípustné limity. Syntetické organické sloučeniny jsou velmi rozšířené, patří sem např. chlorovaná alifatická rozpouštědla (vinylchlorid, tetrachloretylen, atd.), aromatické ropné uhlovodíky (benzen, toluen,...), chlorované a dusíkaté aromatické látky. Většinu těchto polárních látek lze zachytit na aktivní uhlí (Groda, 1997).

Nakládání s průsakovými vodami je řešeno systémem složeným ze tří nebo čtyř částí. První částí je drenážní systém tělesa skládky, který jímá průsakovou vodu nejčastěji plošným drénem, může být doplněn i sběrným trubním drénem. Průsakové vody jsou odvedeny do svodného drénu. Kapacita je ovlivněna několika faktory (klimatické, hydrologické, morfologické a v neposlední řadě složením ukládaného odpadu.) Plošný drén by měl mít mocnost nejméně 0,5 m a případné trubní sběrné drény světlost 200, popř. 300, pokud je větší rozloha. Vybudování plošných drénů může, proběhnou z přírodních nebo umělých materiálů. Umělé materiály tvoří granulovaná drť ze stavebního odpadu, pokud je tento materiál odpadem může být dle vyluhovatelnosti využit na skládce se stejnou nebo vyšší třídou. Pneumatiky se pro tento účel používat nesmí. Přírodní materiál tvoří kamenivo do 32 mm, při využití kameniva drceného je nutnost posouzení odolnosti těsnění. Trubní drény jsou v tělese skládky děrované ze 2/3 až 3/4 jejich obvodu se štěrbinovitými nebo kruhovými otvory, z materiálu lze využít vysokohustotní polyetylén, upravené PVC či jiné syntetické materiály.

Druhou částí je již zmíněný svodný drén, jehož úkolem je odvod průsakové vody do jímky průsakových vod. Světlost tohoto drénu by měla být min. 300. Materiál se využívá stejný jako u předchozího s rozdílem těsnosti, mimo skládku musí plnit vodotěsné zkoušky dle ČSN 75 6909.

Třetím prvkem systému je jímka průsakových vod, která se využívá pro shromažďování a kontrolování průsakových vod. Velikost jímky je dána v závislosti na intenzitě a četnosti výskytu, ploše skládky, době zdržení a principu zneškodnění. Objem je posuzován na modelu 15. minutové 1 až 2 denní srážky s opakováním 1 za 100 let. Jímka musí veškerou vodu pohltit bez rizika přelití. Materiál pro stavbu jímek musí být dle charakteru průsakových vod chemicky odolný a nepropustný. Konstrukce může být v kombinaci vodostavebného betonu a nátěrů či plastové fólie, pomocí zemního těsnění při stejných podmínkách jako u těsnění skládek, asfaltobetonové těsnění, plastové nebo i ocelové nádrže, ty však musí mít protikorozní nátěr. Každá jímka musí být opatřena uzávěrem pro kontrolu minimálně 1 za 2 roky a pro případnou opravu. Průsakové vody se po uzavření uzávěru na nezbytně nutnou dobu akumulují v tělese skládky. Vodotěsnost jímky je zkoušena před uvedením do provozu dle ČSN 75 0905.

Čtvrtý prvek systému nebývá vždy vybudován. Zařízení pro konečné využití průsakových vod lze nahradit odvozem průsakové vody do ČOV, která vodu vyčistí (ČSN 83 8033).

Na výtoky drenážního systému do jímky se monitoruje množství a jakost průsakových vod. Sledované parametry ve výluhu musí být uvedeny v programu kontroly a monitorování, určují se dle druhu ukládaného odpadu a charakteru výluhů z odpadu. Četnost monitoringu je ovlivněna rizikovostí skládky. Obecně se množství měří měsíčně a složení průsakových vod jednou za 3 měsíce. Při následné péči, tj. po rekultivaci se oba parametry měří cca jednou za půl roku. Tyto lhůty lze posunout, pokud se výsledky nemění. Jednou ročně však musí být změřena vodivost. Pokud při posuzování průsakových vod napomáhá vodní bilance, je nutné získávat údaje o množství srážek, teplotě, směru a síle větru, odparu a atmosférické vlhkosti. Všechny parametry se při provozování skládky měří každý den, při následné péči se intervaly prodlužují.

Monitorování jakosti a množství podzemní a povrchové vody se provádí již před spuštěním skládkování kvůli referenčním hodnotám v budoucnu. Podmínkou je provedení nejméně dvou odběrů vzorků vody.

Probíhá zde monitorování úrovně hladiny a jakosti podzemních vod v okolí dané skládky. Počet monitorovacích míst se určí dle hydrogeologického průzkumu a ohledem na včasné zjištění havarijního úniku. Musí být minimálně jedno monitorovací místo před skládkou a minimálně 2 místa pod skládkou. Nejčastěji se sledují parametry pH, fenolů, celkového organického uhlíku, fluoridů, anionaktivních tenzidů, těžkých kovů

a nepochopitelných extrahovaných látek. Mohou zde být i parametry indikační, indikující změnu kvality vody.

Jakost povrchových vod, do kterých bývají zaústěny vnější drenáže a odvodnění skládkového areálu. Odběr vzorku proběhne nad a pod místem vyústění drenáže. Četnost odběrů podzemní vody je v závislosti na hladině podzemní vody (pokud kolísá, tak častější), rychlosti proudění, charakteru lokality a s tím spojené rizikovosti. Povrchové vody se monitorují čtvrtletně. V provozním řádu je uvedena tabulka kritických hodnot, kdy při jejich překročení je nutné odběr opakovat a následně postupovat dle havarijního plánu skládky (ČSN 83 8036).

3.7 Fytotoxicita

Toxikologie je lékařským oborem, který pozoruje na člověku vliv jedovatých látek. Pojem ekotoxikologie se nezabývá pouze člověkem, ale své zaměření rozšiřuje i na ostatní živé organismy, je tedy složeninou ekologie a toxikologie (Anděl, 2011).

Ekologická toxikologie, neboli ekotoxikologie, se kromě vlivu škodlivin na faunu a flóru zabývá i samotnými ekosystémy a pohybem látek v biosféře. Specializované oblasti tohoto oboru je např. hydroekotoxikologie a fytotoxikologie (Picka a Matoušek, 1996).

Ekotoxikologie nevyužívá pouze poznatky z ekologie a toxikologie, ale i celé řady oborů, kterými jsou např. pedologie, geologie, klimatologie, hydrochemie, lékařství a další. Cílem tohoto vědního oboru je sledování a rozšiřování poznatků, jak působí na živé systémy všech úrovní chemické látky. Jejimi hlavními objekty jsou člověk, antropogenní a přírodní ekosystémy. Tento obor nachází praktické využití zejména kvůli stále se zvyšující chemizaci prostředí, výstupem by mělo být zefektivnění využívání chemických látek a současně ochrana ŽP (Anděl, 2011).

Vědní obor zabývající se fytotoxicitou je odvětvím ekotoxikologie. Fytotoxicita vyjadřuje, jaké látky, v jaké míře jsou a nejsou toxické pro danou rostlinu. Pokud se jedná o jednorázové působení je to forma akutní a pokud jsou rostlinná pletiva zasahována opakovaně, jede o formu chronickou (<http://web2.mendelu.cz>).

Ekotoxikologii lze rozdělit z časového hlediska do dvou skupin.

- Prospektivní – hlavním úkolem je prevence před znečištěním ŽP ať již prováděním testů nových chemických látek před uvedením na trh či zhodnocení ekologického rizika, které hrozí při recyklaci a využívání odpadů a aplikaci nových chemikálií. Výsledek odhadu rizika, které je do ŽP vnášeno, je velice složitý a nejistý.

Sledování by nemělo probíhat pouze u látek s přímým kontaktem na organismy, ale i u ostatních chemických látek, např. PCB dnes kontaminuje všechny složky ŽP, aniž by bylo použito přímo na organismy (Anděl, 2011). Legislativa ČR na tyto chemické látky pamatuje chemickým zákonem č. 350/2012 Sb. ve znění pozdějších předpisů, který vychází z evropského nařízení REACH. Toto nařízení by mělo používání chemických látek do roku 2020 omezit pouze na látky známých vlastností s prověřenou bezpečností (Kotovicová a Remtová, 2013).

- Retrospektivní – zabývá se již v minulosti realizovanými činnostmi, aktivitami a studiem jejich dopadů. Mezi tři základní úkoly patří hodnocení existujících chemických látek uvedených na trh do 18. 09. 1981, kdy se využívá analýza již vyvolaných účinků při jejich používání. Dalším úkolem je hodnocení v minulosti kontaminovaných míst lidskou činností, tzv. staré zátěže. Z výsledků toxicity kontaminovaných míst se vyhotovují podklady pro další postup pro sanaci a rekultivaci. Posledním úkolem je hledání příčin varovných příznaků, jakým je náhlý úhyn rostlin a živočichů.

Toxikantem může být každá chemická látka, avšak aby byla pro ŽP riziková, je nutné, aby splnila podmínku potenciální nebezpečnosti a kvantitativní obsah v ŽP. Potenciální nebezpečnost získá látka svými chemickými a fyzikálními vlastnostmi, zpravidla je toxická již při nízkých koncentracích, vnik do organismu je rychlý, zejména teratogeny a karcinogeny. Dostatečná koncentrace je takové, při které se látka stává škodlivou. Splnění tohoto množství je dáno uvolňováním či přirozeným výskytem dané látky a její schopností akumulace tedy setrváním v prostředí.

Toxikanty lze při hodnocení rozdělit do tří skupin. Prvním je chemické individuum, kam patří chemické prvky a sloučeniny. Tato chemicky čistá látka má své charakteristické fyzikální i chemické vlastnosti. Na této úrovni bývají prováděny základní ekotoxikologické testy. Jako chemické individuum se v realitě nevyskytuje, vždy pouze ve směsi s ostatními. Problém zde představuje schopnost jednotlivých látek v kombinaci s jinými se kumulovat nebo naopak inhibovat, proto nelze vycházet ze znalostí účinku jednotlivých látek. Nejlepší hodnocení se u směsí používá biomonitoring. Směs emisních látek je druhou skupinou, která představuje složité směsi látek vstupující do ŽP při technických výrobních či jiných procesech. Poslední skupinou je směs imisních látek, které vznikají z emisí po zapojení do koloběhu látek. V tomto prostředí dochází k velmi významným interakcím. Variabilita u kvantitativního a kvalitativního složení je velice

výrazná. Pro zjištění toxicity jsou jako v předchozím případě výpočty nepoužitelné a možností jsou bioindikační metody.

Toxikanty se v ŽP pohybují dvěma způsoby. Prvním způsobem je pohyb ovzduším, tedy atmosférou, kde jsou přenášeny částičky ve všech formách. Univerzalita mechanismu je zakotvena ve faktu, že veškeré ekosystémy jsou ve styku a atmosférou. Množství toxinu, které bude zachyceno v jednotlivých ekosystémech, závisí na koncentracích, klimatických faktorech a parametrech mezi složkou a vzduchem. Druhým druhem pohybu je pohyb vodou. Voda má dobré rozptylové podmínky a toxikant je obsažen v celém jejím objemu. Ovlivňujícím faktorem je opět koncentrace, dále fyzikálně chemické vlastnosti, proudění vody a intenzita kontaktu se suchozemským prostředím např. při povodních či závlahou (Anděl, 2011).

Z hlediska historie je vodní ekotoxikologie nejrozšířenější, již roku 1887 byla navržena klasifikace vodních toků dle druhové biodiverzity Forbesem. ČR datuje rozvoj do 20. let 20. století, kdy Záviš Cyrus testoval znečištěné vody pomocí řas a jiných vodních rostlin. V roce 1947 Silvestr Prát, který byl rostlinným fyziologem, publikoval metodu klíčivosti a kořenových přírůstků, která je označena za první vědeckou publikaci z oblasti vodní toxicity. Při této metodě nechal semena rostlin klíčit v kontaminované vodě. Výsledkem byl rozdíl velikosti hypokotylu a velikosti kořínků. V kontaminované vodě roste hypokotyl v porovnání s kořínkem intenzivněji. Následně byla tato metoda na Vysoké škole chemicko-technické v Praze (VŠCHT) rozpracována podrobněji pro určování chronické a subchronické toxicity. Velký vliv na rozvoj ekotoxicity měla také v 60. letech 20. století Rachel Carson, která publikovala knihu *The Silent Spring*, česky přeloženo *Mlčící jako*, kde se zabývala problematikou DDT (Pavlíková, Pavlík, Matějů a Balík, 2007).

Testů toxicity vodního prostředí je velká škála. Jsou testy chronické a akutní toxicity, krátkodobé subletální testy, testy s raným vývojovým stadiem, testy bioakumulace, biologické expoziční testy, testy biodegradability a vyluhovatelnosti. Testy vyluhovatelnosti jsou důležité pro zařazování skládek odpadů do jednotlivých tříd. Na daném odpadu se provede ekotoxikologické hodnocení výluhu, kdy výsledky jsou zjištěny na 3 druzích vodních organismů, a to akvarijní rybce (*Poecilia reticulata*), perloočce (*Daphnia magna*) a zelené řase (*Scenedesmus quadricauda*). Tyto testy bývají ještě doplněny inhibičním testem růstu kořenů hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) (Komínková, 2008).

4 MATERIÁL A METODIKA

V této kapitole je zpracována historie, základní údaje, primární krajinná struktura, vlastní charakteristika a množství uložených odpadů na skládce tuhých komunálních odpadů (dále jen TKO) Štěpánovice. Dále je zde popisován semichronický test průsakových vod na fytoxicitu.

4.1 Historie skládky tuhých komunálních odpadů Štěpánovice

Historický vývoj v místě zájmového území je vyhodnocen pomocí historické mapy z III. vojenského mapování, mapy pořízené roku 1950 a mapy ze současnosti.

Z mapy III. vojenského mapování (viz Obrázek 7) je patrné, že již v této době vedla cesta v místech dnešní silnice I/27. Vrch Hájek byl zalesněný a v místech dnešní skládky byla louka a podélná skupina stromů v jižní části.

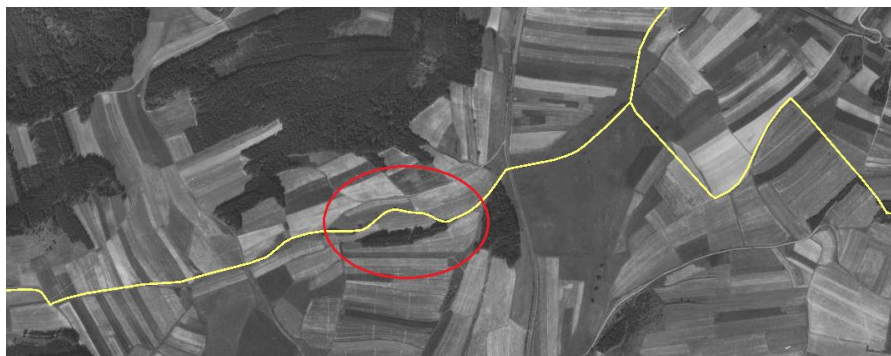
Z mapy pořízené roku 1950 (viz Obrázek 8) je patrný obdobný land use jako v mapě III. vojenského mapování. Podélná skupina stromů v jižní části skládky, louka ve střední, změna nastala v severní části, kde byla louka rozorána a využita jako pole. Dále došlo k rozšíření zalesnění vrchu Hájek.

Současná mapa (viz Obrázek 9) znázorňuje provozovanou a rekultivovanou skládku, skupina stromů v jižní části přetrvala do současnosti. Les, který byl dříve pouze na vrcholku vrchu Hájek, je rozrostlý téměř k okraji skládky. Z krajiny zmizela mozaikovitá struktura kvůli kolektivizaci zemědělství, která spojila malá pole ve velké lány. Tento stav monokultur setrval dodnes. (<http://kontaminace.cenia.cz>)



Obrázek 7: Mapa III. vojenského mapování

Zdroj: <http://kontaminace.cenia.cz>, upraveno: Kateřina Heralová



Obrázek 8: Mapa 1950

Zdroj: <http://kontaminace.cenia.cz>, upraveno: Kateřina Heralová



Obrázek 9: Mapa současného stavu

Zdroj: <http://kontaminace.cenia.cz>, upraveno: Kateřina Heralová

Vlastní stavba skládky TKO Štěpánovice byla rozložena do několika etap. Stavba 1. etapy byla zahájena roku 1995, přičemž kolaudační rozhodnutí nabylo právní moci v polovině července roku 1996. Celková kapacita 1. etapy je 57 000 m³ a pro ukládání odpadu sloužila do roku 2003.

Roku 1998 byla zahájena stavba 2. etapy, která byla právoplatně zkolaudována 30. 11. 2000. V porovnání s 1. etapou byla kapacita 2. etapy téměř čtyřnásobná 218 000 m³ a plnila svoji funkci do roku 2009. Celková plocha 1. a 2. etapy zaujímá 3 ha.

Stavba 3. etapy je rozdělena do 3 kazet, které jsou budovány postupně, jejich celková rozloha činí 2,5 ha a objem 315 000 m³. Stavba byla zahájena roku 2010 a svoji funkci by měla plnit do roku 2019.

Výhledový záměr počítá také se 4. etapou, která bude o objemu necelých 200 000 m³ a sloužit by měla až do roku 2030 (Středisko odpadů Mníšek s.r.o., 2015).

4.2 Základní údaje o skládce tuhých komunálních odpadů Štěpánovice

Zájmové území skládky TKO Štěpánovice se nachází ve dvou katastrálních územích. Jižní část je v katastrálním území Štěpánovice a větší severní část leží v katastrálním území Dehtín (viz Obrázek 10).



Obrázek 10: Mapa hranice katastrů skládky tuhých komunálních odpadů Štěpánovice

Zdroj: www.mapy.cz, upraveno: Kateřina Heralová

Obě katastrální území spadají do Plzeňského kraje okresu Klatovy. Zmíněné území se rozkládá v Šumavském podhůří nedaleko hranic s Německem (viz Obrázek 11).



Obrázek 11: Umístění v rámci ČR

Zdroj: <https://geoportal.gov.cz/web/guest/map>

V nedalekém okolí asi 3,5 km jižně leží město Klatovy, naopak severním směrem leží největší město Plzeňského kraje Plzeň, která je vzdálená přibližně 40 km (viz Příloha 1). V bezprostřední blízkosti leží vrch Hájek v nadmořské výšce 491 m.n.m. Nejvyšší bod okolí leží jihozápadně od skládky TKO Štěpánovice Smrčí 568 m.n.m. (viz Příloha 1) (www.mapy.cz).

Vlastníkem skládky TKO Štěpánovice je Město Klatovy. Provozovatelem bylo určeno OH Klatovy s.r.o., jejímž statutárním zástupcem, tedy jednatelem, je Ing. Vladimír Král Ph.D., který je také určen jako odpadový hospodář (Středisko odpadů Mníšek s.r.o., 2015).

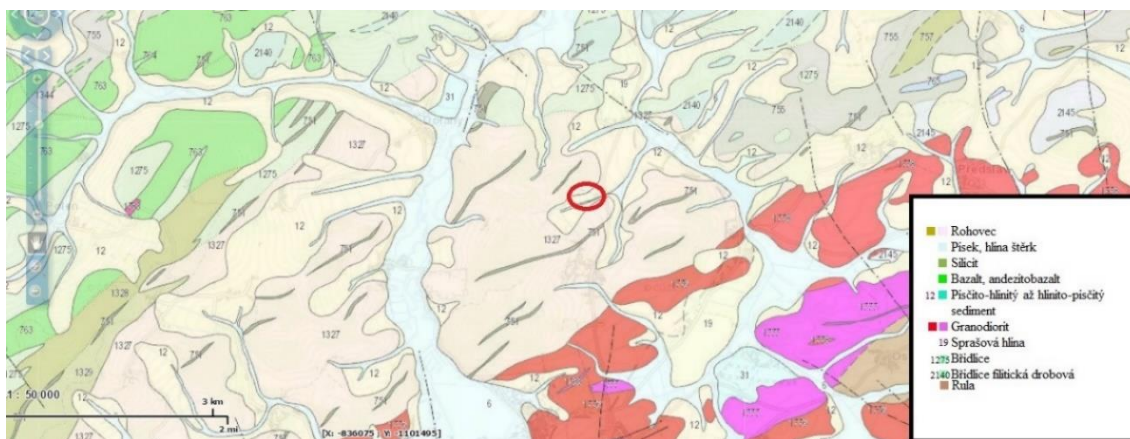
4.3 Primární krajinná struktura v okolí skládky tuhých komunálních odpadů Štěpánovice

V této podkapitole je popsána geologická a pedologická stavba, geomorfologie, klimatické poměry, hydrologie, biogeografie, zvláště chráněná území (dále jen ZCHÚ) a územní systém ekologické stability (dále jen ÚSES).

4.3.1 Geologická stavba

Skládka TKO Štěpánovice leží téměř celou rozlohou na rohovci, v místech bezejmenné vodoteče se nachází sediment v podobě písku, hlíny a šterku.

Z pohledu na užší okolí jmenované skládky převažuje taktéž rohovec, v místech řeky Úhlavy, Točnického potoku a dalších vodotečí je sediment totožný s předchozím, na který navazuje písčito-hlinitý až hlinito-písčitý sediment. Silicit je rozmístěn v úzkých pruzích po okolí. Západním směrem se vyskytuje bazalt a andezitobazalt. Jihovýchodním směrem od zájmové skládky je zvýšené množství granodioritů, na které navazuje rula. Sporadicky se zde objevuje také břidlice, filitická drobtovitá břidlice a sprašová hlína (viz Obrázek 12) (http://mapy.geology.cz/geocr_50/).



Obrázek 12: Geologická mapa

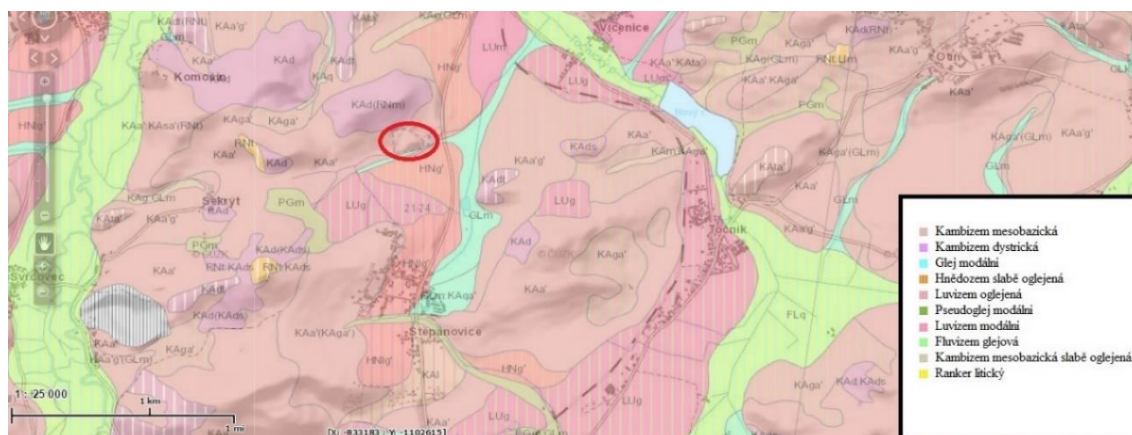
Zdroj: http://mapy.geology.cz/geocr_50/, upraveno: Kateřina Heralová

4.3.2 Pedologie

Původním půdním typem v místě skládky TKO Štěpánovice byla kambizem mezobazická a v minimu glej modální, který se nachází v okolí bezejmenné vodoteče.

V blízkém okolí se nachází kambizem dystrická, která má v území ostrůvkovitou podobu. Podél silnice I/27 se vyskytuje slabě oglejená hnědozem, na kterou je východním směrem navázán glej modální. Točnický potok a řeka Úhlava má ve svém okolí fluvizem

glejovou. Ostatní typy půd jako luvizem oglejená, pseudoglej modální, luvizem modální, kambizem mezobazická slabě oglejená a ranker litický se v území nachází roztroušeně v ostrůvkovité formě (viz Obrázek 13) (<http://mapy.geology.cz/pudy/>).



Obrázek 13: Pedologická mapa

Zdroj: <http://mapy.geology.cz/pudy/>, upraveno: Kateřina Heralová

4.3.3 Geomorfologie

Z hlediska geomorfologického členění spadá skládka TKO Štěpánovice do provincie Česká vysočina, Poberounské soustavy, celku Švihovská vrchovina, podcelku Radyňská vrchovina, okrsku Kamýcká vrchovina (<http://mapy.nature.cz/>).

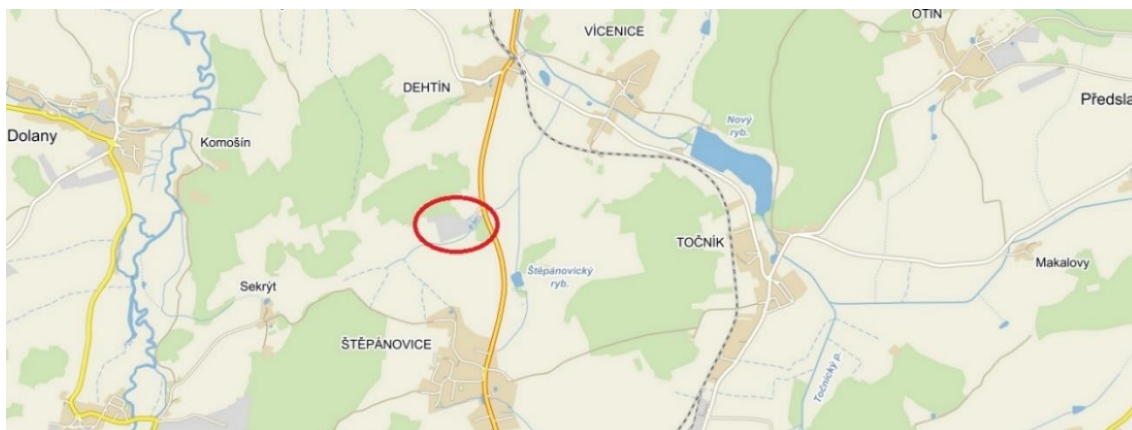
4.3.4 Klimatické poměry

Skládka TKO Štěpánovice a její okolí se nachází v klimatické oblasti MT 10, tedy mírně teplé. Zimy jsou velmi suché s krátkou dobou sněhové pokrývky a mírně teplým průběhem. Léta jsou dlouhotrvající, suchá a teplá. Podzimy a jara jsou z teplotního hlediska mírně teplé. Na Klatovsku je měsíc leden nejchladnější ($-2,1\text{ }^{\circ}\text{C}$) a červenec nejteplejším ($17,1\text{ }^{\circ}\text{C}$). Z hlediska dlouhodobého průměru je průměrná teplota $8,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ s ročním srážkovým úhrnem 582 mm. Nejvíce srážek spadne v létě (82 mm) a nejméně v období zimy (27 mm). Průměrná relativní vlhkost vzduchu je 75 %, přičemž pod 70 % téměř během roku neklesá. Tyto údaje byly zpracovány z dat českého hydrometeorologického ústavu z let 1901 – 1950 (Vaverková 2015).

4.3.5 Hydrologie

Povrchové vody se nachází jižním směrem v blízkosti zájmového území skládky TKO Štěpánovice. Bezejmenná vodoteč teče od západu na východ a je levostranným přítokem Točnického potoka. Po proudu níže se nachází Štěpánovický rybník a v protiproudu je

větší Nový rybník. Točnický potok se pravostranně vlévá nedaleko obce Kokšín do Úhlavy, která lemují východní stranu jmenované skládky a odvodňuje toto území (viz Obrázek 14) (www.mapy.cz).

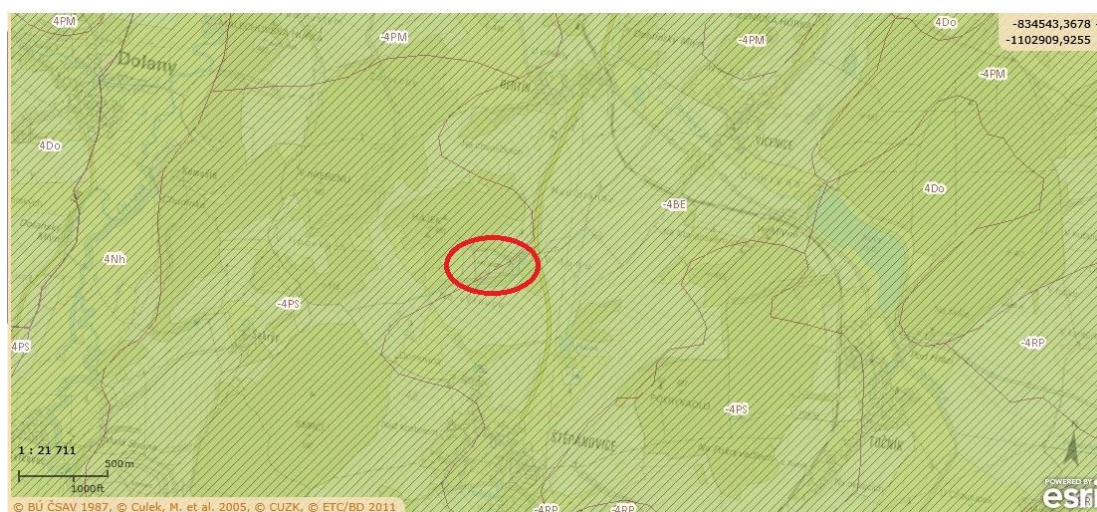


Obrázek 14: Základní mapa

Zdroj: www.mapy.cz, upraveno: Kateřina Heralová

4.3.6 Biogeografické jednotky

Skládka TKO Štěpánovice se nachází ve stejné provincii jako celé Čechy a téměř celá ČR, a to středočeských listnatých lesů, podprovincii 1 hercynské a bioregionu 1.28 Plzeňský. Větší severozápadní část skládky leží v biochoru – 4PS Pahorkatiny na kyselých metamorfitech v suché oblasti 4. v. s. a menší jihovýchodní část spadá do biochory – 4BE Erodované plošiny na spraši v suché oblasti 4. v. s. (viz Obrázek 15) (<http://mapy.nature.cz/>).



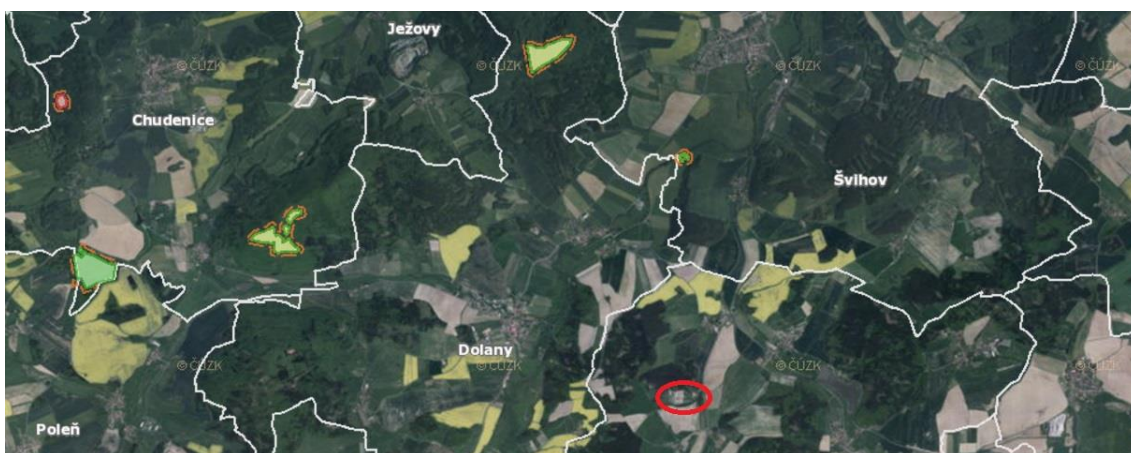
Obrázek 15: Mapa biochory

Zdroj: <http://mapy.nature.cz/>, upraveno: Kateřina Heralová

4.3.7 Zvláště chráněná území

Skládka TKO Štěpánovice je ze severozápadu obklopena několika maloplošně zvláště chráněnými územími (dále jen MZCHÚ). Severně od skládky TKO Štěpánovice se nachází ve vzdálenosti asi 3 km přírodní památka (dále jen PP) Stará Úhlava o rozloze cca 0,5 ha. Dalším MZCHÚ je přírodní rezervace (dále jen PR) Bělč, která je posunuta více na sever a mírně k západu ve vzdušné vzdálenosti cca 5 km s rozlohou necelých 9,5 ha. Severozápadním směrem leží další PR Bělyšov o rozloze asi 11,4 ha v přímé vzdálenosti přes 5,5 km. Západním až severozápadním směrem se nachází druhá PP Chudenická bažantnice ve vzdálenosti cca 8 km s rozlohou téměř 18 ha. Veškeré tyto MZCHÚ jsou regionálního významu a vyobrazena v mapě světlezelenou barvou, lemovanou ochranným pásmem červenou čárkovanou čarou (viz Obrázek 18).

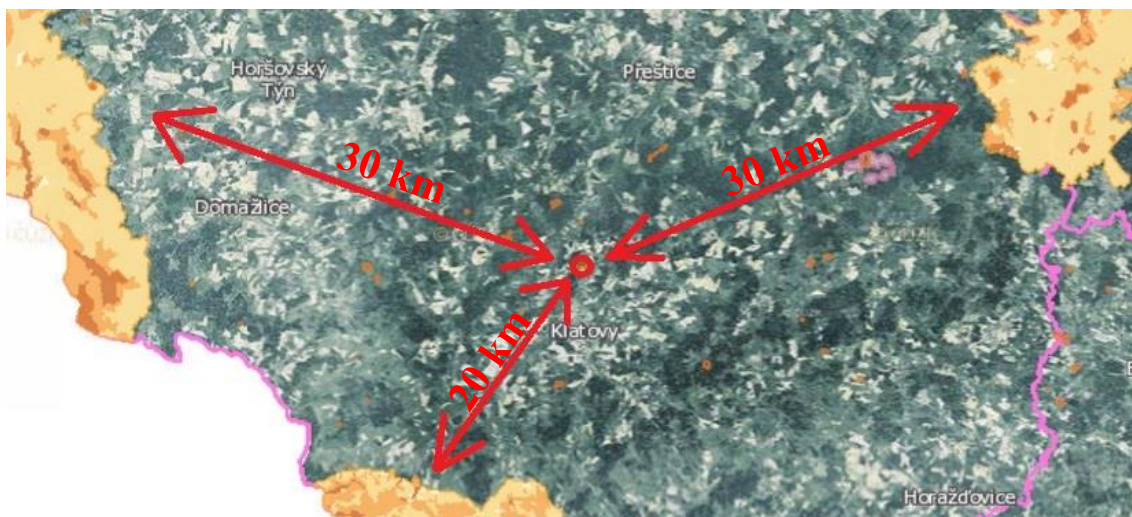
Severozápadním směrem se nachází také MZCHÚ národního významu, a to národní přírodní památka (dále jen NPP) Americká zahrada o rozloze necelých 1,9 ha ve vzdálenosti téměř 9,5 km. V mapě je znázorněna červenou barvou (viz Obrázek 16).



Obrázek 16: Mapa zvláště chráněných území

Zdroj: <https://geoportal.gov.cz>, upraveno: Kateřina Heralová

V nedalekém okolí se také nachází jeden národní park (dále jen NP) a tři chráněné krajinné oblasti (dále jen CHKO). Nejbližší ve vzdálenosti necelých 20 km je z jižní strany CHKO Šumava, která má ve svém vnitřním prostoru NP Šumava. Další CHKO je CHKO Český les, který se nachází západním směrem ve vzdálenosti cca 30 km. Poslední velkoplošně chráněným územím je CHKO Brdy, které se nachází východním směrem ve srovnatelné vzdálenosti jako CHKO Český les (viz Obrázek 17) (<https://geoportal.gov.cz>).



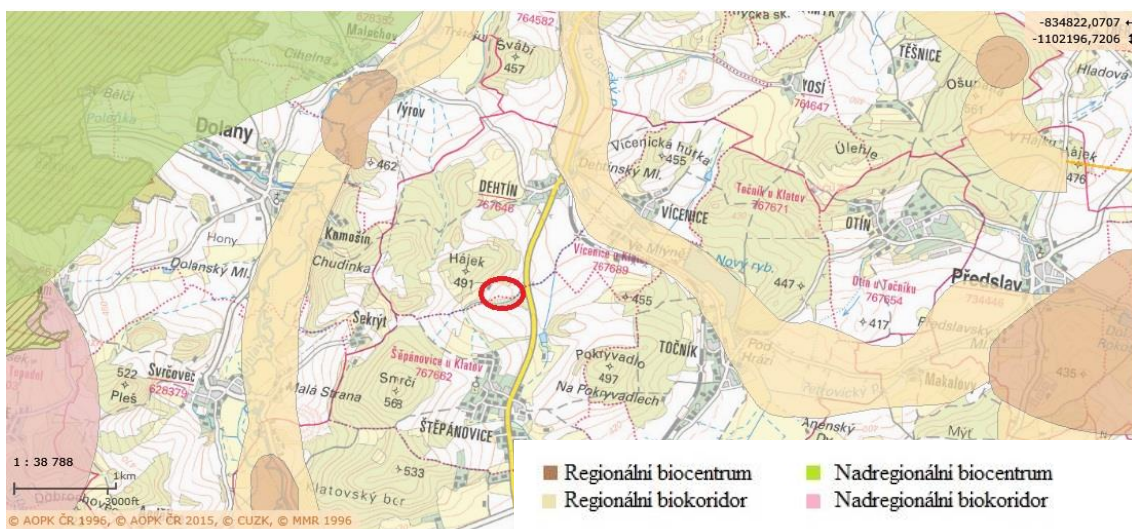
Obrázek 17: Mapa chráněných krajinných oblastí a národního parku

Zdroj: <https://geoportal.gov.cz>, upraveno: Kateřina Heralová

4.3.8 Územní systém ekologické stability

Skládka TKO Štěpánovice je obklopena z východní i západní strany koridory s regionálním významem, v úsecích těchto koridorů jsou zabudovány regionální biocentra. Západní strana je lemována biocentrem a biokoridorem nadregionálního významu, což je zásluhou, CHKO a NP, které se zde nachází (viz Obrázek 18).

Okolní území i vlastní území skládky je významným migračním územím (viz Příloha 1) a významnost je dána také faktem, že území na západní straně v okolí řeky Úhlavy je mokřadem nadregionálního významu (viz Příloha 1) (<http://mapy.nature.cz>).



Obrázek 18: Mapa územního systému ekologické stability

Zdroj: <http://mapy.nature.cz>, upraveno: Kateřina Heralová

4.4 Charakteristika skládky tuhých komunálních odpadů Štěpánovice

V této kapitole jsou rozepsány jednotlivé části skládky od stavby těsnění, odvodnění, odplynění, přes technické zabezpečení, ukládání odpadu až po monitorování a rekultivaci.

4.4.1 Těsnění

Těsnění je zajištěno kombinovanou těsnicí vrstvou v celé ploše, která je položena na upravenou a zhutněnou spáru, kdy míra zhutnění je $D = 96\%$ PCS. Těsnicí vrstva je tvořena minerální bentonitovou vrstvou a fólií High density polyethylene (dále jen HDPE), která má mocnost minimálně 1,5 mm. Na této fólii je kvůli eliminaci poškození položena ještě geotextílie (Středisko odpadů Mníšek s.r.o., 2015).

4.4.2 Odvodnění

Drenážní systém je složen z plošného neboli sběrného drénu, který je zde řešen kamenivem 32/63 mm, položeným na geotextílii o mocnosti vrstvy 300 mm. Druhou částí jsou drény svodné, pro které jsou ponechány pruhy bez kameniva, kam jsou umístěny trubky s perforací HDPE DN 200 a následně dosypány použitým kamenivem. Pro napojení plynových studní jsou tyto trubky osázeny T odbočkami. Konce svodných drénů jsou mimo těleso skládky napojeny do přepojovacích šachtic podél tělesa skládky (viz Obrázek 19).



Obrázek 19: Kontrolní šachta čisté a průsakové vody

Zdroj: Kateřina Heralová, srpen 2016

Ve všech třech etapách bylo použito oddělené odvodnění. Srážková neboli čistá voda, je z míst skládkového prostoru, kde skládkování neprobíhá odváděna odděleně od vody průsakové. Zabezpečení proti pronikání srážkové vody do tělesa skládky je řešeno odvodňovacími příkopy. (viz Obrázek 20). Tyto příkopy jsou vedeny okolo hráze, kdy vnitřní strana hráze je opatřena těsněním a na koruně je provozní komunikace. Čistá voda

je svedena do bezejmenné vodoteče v jižní části nebo do jímky požární vody, pomocí třech šoupat lze regulovat přítok a popřípadě uzavřít a pustit přímo do vodoteče.



Obrázek 20: Odvodňovací příkop, vyústění do vodoteče, ochranná hráz s odvodňovacím příkopem proti vniknutí srážkové vody do tělesa skládky

Zdroj: Kateřina Heralová, srpen 2016

Průsaková, a tedy výluhová voda z vlastního tělesa skládky je odděleným potrubím vedena do jímky průsakových vod, která leží mimo těleso skládky. Tato voda je automaticky dle stavu vody v jímce čerpána zpět do tělesa skládky. Díky čerpání se v letních měsících snižuje prašnost, avšak nesmí být aplikována do prostoru tzv. denní skládky, což je místo, kde probíhá aktivní ukládání odpadu (viz Obrázek 21). Pro případ nadměrného přítoku průsakových vod byla na konci 2. etapy zřízena nová jímka požárních vod (viz Obrázek 22), která může být vypuštěna do vodoteče a využita k akumulaci. Po opadu nadměrného množství průsakových vod je voda přečerpána kalovými čerpadly zpět do jímky průsakových vod. Jímka je utěsněna stejně jako těleso skládky. Obě jímky jsou spojeny plastovým potrubím a opatřeny uzavíratelným šoupeťem. Pro případ extrémního nadbytku průsakové vody je uzavřena smlouva s ČOV, která by zajistila odstranění průsakových vod (Středisko odpadů Mníšek s.r.o., 2015).



Obrázek 21: Jímka průsakových vod, vyústění k vrácení průsakové vody na skládku a hadice na zavlažované části skládky
Zdroj: Kateřina Heralová, srpen 2016



Obrázek 22: Požární nádrž na dešťovou vodu

Zdroj: Kateřina Heralová, srpen 2016

4.4.3 Odplynění

Odplynění skládky je zajištěno odplyňovací drenáží a plynovými studněmi (viz Obrázek 23). Studny jsou budovány, jak již bylo řečeno v předchozí kapitole, v místech T odboček odvodňovací drenáže o průměru 1 m. Budování a výšky studen jsou závislé na růstu skládky. Jednotlivá patra odplyňovací drenáže jsou umístěna po 5 – 6 m, složena z trubek HDPE DN 100. Vzájemná horizontální vzdálenost trubek plynové drenáže je asi 40 m.



Obrázek 23: Plynové studny

Zdroj: Kateřina Heralová, srpen 2016

V současnosti má vznikající skládkový plyn malou kapacitu. Pokud by byla průzkumem prokázána stěžení koncentrace CH_4 (tj. v hloubce 0,6 m více jak 7,4 obj. %), bude navržen a následně zrealizován pasivní odplyňovací systém. Minimální ventilace skládkového plynu smí probíhat přes biologicky aktivní filtrační jednotku. Spalování není nutné v případě, že je těleso plynotěsné překryté kompostem nebo je systém napojený na koksokompostový filtr (Středisko odpadů Mníšek s.r.o., 2015).

4.4.4 Technické zabezpečení

Při výstavbě skládky byla postavena vrátnice, váha k vážení přivážených odpadů, komunikace a manipulační plocha sloužící např. při příjezdu auta s doutnajícími odpady (viz Obrázek 24). Dále je zde také oklepový rošt sloužící pro očištění vozidel před výjezdem z prostoru skládky. Při provozu 2. etapy byla vybudována provozní budova a jímka na požární vodu. Infrastruktura je zajištěna napojením na silnici I/27, je zde elektrická a telefonní přípojka. Není zde zaveden vodovod ani kanalizace, pitná voda je dovážena v cisternách a odpadní vody jsou z bezodtokové jímky odváženy k odstranění na ČOV. K dalšímu vybavení patří odvodňovací příkopy, jímka průsakové vody, monitorovací systém, oplocení (Středisko odpadů Mníšek s.r.o., 2015).



Obrázek 24: Manipulační plocha s kontejnery pro odpad neumožňující uložení na skládku, krytá místa pro objemný odpad, technická budova s váhou a vjezd

Zdroj: Kateřina Heralová, srpen 2016

4.4.5 Ukládání odpadů

Skládka TKO Štěpánovice je řazena do kategorie S – OO určena pro ukládání ostatního odpadu podkategorie S – OO1 a S – OO3. Spadají sem tedy skládky s nízkým nebo naopak vysokým podílem organické hmoty a azbest. Ostatní odpady zde ukládané musí splňovat vyluhovatelnost třídy IIa (viz Tabulka 4).

Bez zkoušek vyluhovatelnosti lze na skládku ukládat odpady, pouze pokud splňují níže uvedené podmínky:

- Dodavatelem je nepodnikající fyzická osoba.
- Není možná recyklace či využití odpadu.
- V provozním řádu je tento druh odpadu uveden.
- Místo vzniku dovážených odpadů je stejné.
- Nesmí být kontaminovány odpady uvedených ve vyhlášce č. 294/2005 Sb. příloze č. 10. (odpad podléhá zpětnému odběru, kapalný odpad, NO, odpady s prudkou reakcí s vodou, léčiva, biocidy a další).
- Podepsání čestného prohlášení, že v odpadu se nenachází NO, kovy, plasty, azbest, chemikálie či jiné látky podobného charakteru.

V případě splnění určitých podmínek lze na skládku ukládat:

- Kompostovatelné odpady pocházející z komunálních odpadů.
- Pneumatiky použity pro technické zabezpečení v souladu s provozním řádem.
- Neupravený odpad, avšak pouze pokud se jedná o inertní odpad, u kterého je úprava technicky neproveditelná.
- Využitelný odpad, pokud je to v souladu s POH Plzeňského kraje.

Veškerý odpad ukládaný na skládku je upraven biologickou úpravou (D8) nebo fyzikálně–chemickou úpravou (D9). Těmito způsoby se zpracovává pouze takový odpad, který nelze využít nebo by takové využití bylo ekonomicky či technologicky velmi náročné. Dále se také upravuje složení či míšení (D13) a úprava jiných vlastností neuvedených v D13 (D14).

Při vlastním ukládání se dbá na co nejmenší plochu složiště, která nepřesahuje 650 m². Každý den je složiště zakrýváno krycím materiálem, pouze pokud vlastní odpad slouží zároveň jako ochrana před úlety, ptáky, hlodavci, prašností a šíření zápachu, lze tento úkon vynechat (viz Obrázek 25). Na skládce je povinnost udržovat zásobu krycího materiálu na jeden den, přičemž při maximální ploše skladiště je objem materiálu 7,5 m³.

Tento krycí materiál nepodléhá poplatkové povinnosti, avšak může tvořit pouze 20 % celkového ročního objemu.

Kromě materiálu sloužícího na krytí skládky se v deponiích ukládá i materiál pro tvorbu konstrukčních prvků či následnou rekultivaci po ukončení skládkování dané části skládky (Středisko odpadů Mníšek s.r.o., 2015).



Obrázek 25: Překrytí skládky krycím materiálem

Zdroj: Kateřina Heralová, srpen 2016

4.4.6 Rekultivace

Technická rekultivace první etapy proběhla v roce 2008, kdy po dokončení roku 2009 proběhla rekultivace biologická. Těleso skládky 1. etapy má strmé sklony 1:2,75 a jsou tedy nevhodné pro zemědělskou a sadovnickou rekultivaci. S ohledem na provozování druhé a třetí etapy byla vybrána rekultivace lesnická, která umožní následné začlenění území do ÚSES. Rostliny pro biologickou rekultivaci byly uvažovány s ohledem na množství srážek, nadmořskou výškou, teplotou a jiné důležité faktory.

Nejprve proběhlo zatravnění rekultivované plochy o rozloze 9 000 m² pomocí hydroosevu s velkým počtem druhů trav. Následná péče spočívala v sečení porostu

2 x – 3 x za rok a podzimním hnojením kompostem, který byl aplikován rozmetadly v množství 30 m³/ha. Kompost má mnoho pozitivních vlastností, udržuje vláhu v půdě, vyrovnává pH, zadržuje škodlivé látky v půdě, zmírňuje vliv eroze a v neposlední řadě stimuluje růst a zdraví rostlin.

Na zatravnění navazoval výsev keřů a následně stromů, který provedla taktéž specializovaná firma. Výběr stromů podléhal kritériím hlavně v oblasti kořenového systému, který nesmí narušit izolační vrstvu a musí být velmi flexibilní vůči půdním podmínkám. Nebyly vybrány žádné kultivary, pouze základní druhy stromů, kvůli prodražení celkové rekultivace. V roce 2009 bylo vysázeno 2 250 ks kontejnerových dřevin o výšce 0,5 m.

V letech 2009 – 2012 probíhal monitoring sazenic (viz Obrázek 26) a trav, kdy byl kladen důraz na včasná nápravná opatření, mezi které se řadí boj s plevele, opětovná výsadba či správné hnojení. Na jaře 2013 bylo dosázeno 250 smrků ztepilých (*Picea abies* L.). Přežití druhů v roce 2011 bylo 90,8 %, což lze hodnotit jako úspěšné. Stejně druhové složení bude využito i při další rekultivaci, tedy kromě jalovce obecného (*Juniperus communis* L.), který měl úspěšnost ujetí nízkou a to 42 % v roce 2010 a 37,3 % v roce 2011 (Vaverková a Adamcová, 2015).



Obrázek 26: Rekultivace 1. etapy

Zdroj: Magdalena Vaverková, 2007,2009,2010,2011

Úspěšnou biologickou rekultivaci potvrzují také Obrázky 27 a 28, které zachycují úspěšnost rekultivace 1. a 2. etapy v létě 2016.



Obrázek 27: Rekultivovaná I. etapa skládky odpadů Štěpánovice

Zdroj: Kateřina Heralová, srpen 2016



Obrázek 28: Rekultivovaná II. etapa skládky odpadů Štěpánovice

Zdroj: Kateřina Heralová, srpen 2016

4.4.7 Monitorování skládky

Nejvýznamnějším sledovaným ukazatelem při monitorování skládky je sledování jakosti podzemních vod, které probíhá i po uzavření a zrekultivování skládky. Pro tento monitoring byly již před výstavbou skládky TKO Štěpánovice zjištěny nulové hodnoty z vrtů nad i pod skládkovaným prostorem. Hodnoty kvality vody mohou být porovnány v čase. Kvalita před započítím skládkování a kvalita v době skládkování. Každoročně se 2 x provádí odběr vzorků pro měření jakosti vod. Za dobu existence skládky nebyla patrná žádná větší odchylka od kvality jako povrchových, tak podzemních vod (viz Obrázek 29).



Obrázek 29: Místa k odběru vzorků vod

Zdroj: Kateřina Heralová, srpen 2016

Stávající monitoring povrchových vod je tvořen 3 monitorovacími profily, plně vyhovujícími a funkčními, ale s realizací další kazety bude na bezejmenné vodoteči zřízen 4. monitorovací profil. Odběr vzorků k určení kvality povrchových se provádí také 2 x ročně.

V místě vtoku průsakových vod do jímky průsakových vod se provádí pravidelné měření kvality a množství v souladu s ČSN 83 8036. Množství je měřeno 12 x a jakost 2 x ročně. Další parametry monitorování vod (viz Tabulka 1) (Středisko odpadů Mníšek s.r.o., 2015).

Tabulka 1: Parametry pro monitorování vod

Zdroj: Středisko odpadů Mníšek s.r.o., 2015

Parametry a četnost měření průsakových vod	
Parametr	Četnost měření během provozu
Úroveň hladiny průsakové vody v jímce	Denně
Množství předaných průsakových vod (m ³)	Při předávání oprávněné osobě
Kvalita – BSK ₅ , CHSK _{cr} , NH ₄ ⁺ , NO ₃ ⁻ , C ₁₀ – C ₄₀ , konduktivita	2 x ročně
Kvalita – teplota vody, pH, NL, Pb, Hg, AOX	1 x ročně
Parametry sledování jakosti podzemních vod	
Parametr	Četnost měření během provozu
3 profily – 2 vrty + plošný drén	
Kvalita – BSK ₅ , CHSK _{cr} , NH ₄ ⁺ , NO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , C ₁₀ – C ₄₀ , konduktivita	2 x ročně
Teplota vody, pH, nerozpuštěné látky, N _{celk.} , SO ₄ ²⁻ , PO ₄ ³⁻ , Hg, Pb, Cr ⁶⁺ , Cd, Zn	1 x ročně
Parametry sledování jakosti povrchových vod	
Parametr	Četnost měření během provozu
3 profily vše na levostranném přítoku Točnického potoka	
Kvalita – BSK ₅ , CHSK _{cr} , NH ₄ ⁺ , NO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , C ₁₀ – C ₄₀ , konduktivita	2 x ročně
Teplota vody, pH, nerozpuštěné látky, NL, N _{celk.} , SO ₄ ²⁻ , PO ₄ ³⁻ , Hg, Pb, Cr ⁶⁺ , Cd, Zn	1 x ročně

Jarní odběr vzorků pro monitorování průsakových vod byl proveden 28.04.2016 v 10 hod. Odběr provedla pověřená osoba pan Ladislav Voráček při polojasném počasí za teploty vzduchu 6 °C. Objem odebraného vzorku činil 2 l a byl odebrán ve dvou opakování do vzorkovnice (láhev ze skla či PET). Při odběru jsou zjištěny základní

parametry (viz Tabulka 2). Následně byl vzorek odvezen do akreditované laboratoře pro zjištění jednotlivých hodnot (viz Tabulka 3) a následně byl vydán protokol o zkoušce (viz Příloha 4).

Tabulka 2: Hodnoty při odběru
průsakové vody

Zdroj: SANTEO s.r.o., 2016

Měřený faktor	Jímka průsakových vod
Teplota (°C)	4
pH	9,0
Konduktivita (mS/m)	500

Tabulka 3: Hodnoty monitoringu
průsakových vod

Zdroj: SANTEO s.r.o., 2016

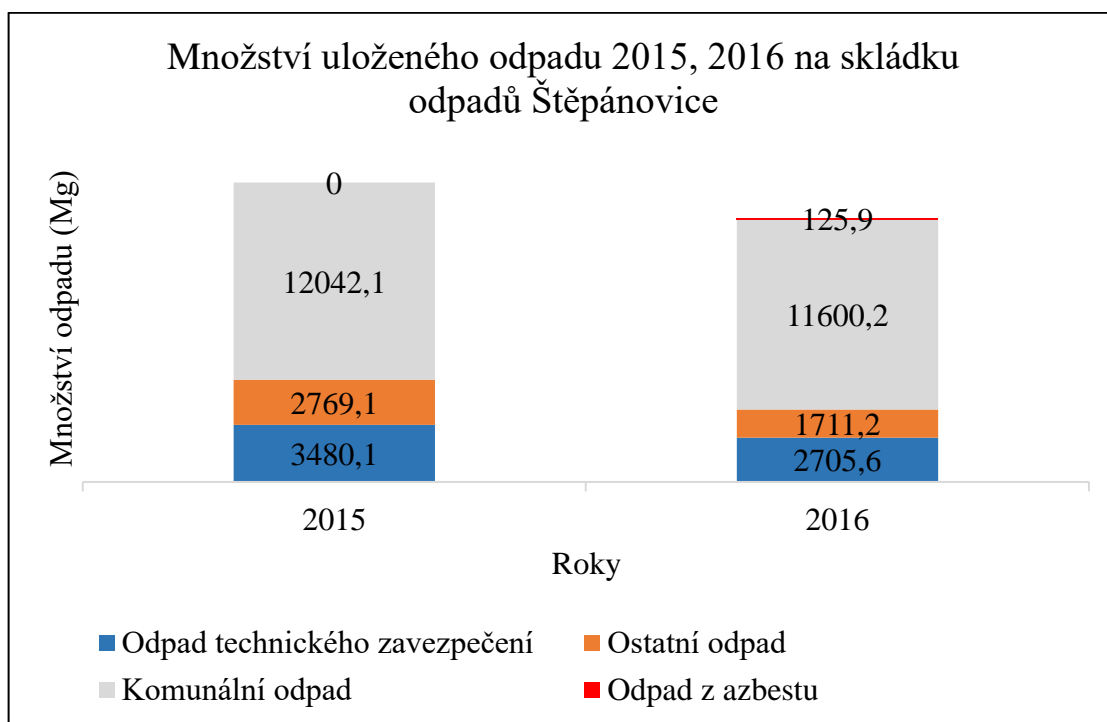
Měřený faktor	Hodnota průsakové vody
Číslo vzorku	8 249
pH	8,92
Teplota (°C)	4
BSK ₅ (mg/l)	35
CHSK _{Cr} (mg/l)	489
NH ₄ ⁺ (mg/l)	3,11
NO ₃ ⁻ (mg/l)	198
Cl ⁻ (mg/l)	-
C ₁₀ – C ₄₀ (mg/l)	<0,1
Cd (mg/l)	-
Hg (mg/l)	0,0001
Pb (mg/l)	<0,05
Zn (mg/l)	-
Cr ⁶⁺ (mg/l)	-
N _{celk.} (mg/l)	-
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	-
NL (mg/l)	90,0
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	-
AOX (mg/l)	0,082
Konduktivita (mS/m)	522

Skládkový plyn je kvalitativně a kvantitativně hodnocen jednou v roce. Vzorčky jsou odebrány z kontrolních bodů umístěných na zaslepeném konci spodního drenážního patra.

Další monitoring s denní intenzitou je prováděn pro zjištění úrovně hladiny průsakové vody v jímce průsakových vod a funkčnosti technického vybavení. Oba monitorinky se provádějí vizuálně. Roční ukazatele se vyhodnocují pro dodržování figury skládky a množství odpadů ukládaných na skládku (Středisko odpadů Mníšek s.r.o., 2015).

4.5 Množství ukládaného odpadu

Na obrázku číslo 30 je vyobrazen poměr jednotlivých druhů odpadů ukládaných na skládku TKO Štěpánovice. Množství odpadů v roce 2016 kleslo o 2 000 Mg v porovnání s rokem předchozím. Celkové množství odpadů v roce 2015 bylo 18 291,2 Mg a v roce 2016 16 142,9 Mg. Pokles hmotnosti uloženého odpadu nastal u všech složek kromě odpadu z azbestu, který byl ukládán na skládku TKO Štěpánovice v roce 2016, ale v roce předchozím ne. Odpad pro technické zabezpečení tvořil v roce 2015 jednu pětinu, ovšem v roce 2016 pouze jednu šestinu. Nejvíce převažující složkou uloženého odpadu je komunální odpad.



Obrázek 30: Množství uloženého odpadu na skládku odpadů Štěpánovice

Zdroj: odpadové hospodářství Klatovy s.r.o., 2015, upraveno: Kateřina Heralová

4.6 Popis postupu pro zjištění fytotoxicity

Pro zjišťování toxicity byl vybrán test semichronické toxicity se semeny hořčice bílé (*Sinapis alba* L.). Hlavním důvodem vývoje testu bylo zjišťování škodlivosti odpadních vod a jejich možnost upotřebení pro závlahu kulturních plodin. Principem testu je sledování hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) v raných fázích vývoje (klíčení a růst kořenů) na testovaném roztoku v porovnání s živným roztokem.

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

Hořčice bílá (*Sinapis alba* L.) je časně jarní jednoletá olejnína, která se řadí do čeledi brukvovitých (Brassicaceae) (viz Obrázek 31). Pěstování této plodiny se datuje do 2000 let př.n.l., kdy byla v oblasti jihovýchodního Středomoří pěstována dřívějšími civilizacemi. Evropské civilizace začaly tuto plodinu pěstovat v raném Středověku. Do mocností ve velikosti pěstovaných ploch lze zařadit Rusko, Indii a Čínu. Z morfologického hlediska je podzemní část tvořena nepříliš tlustým vřetenovitým kořenem. Nadzemní část je vzpřímená, může být až 1,5 m vysoká a roztroušeně chlupatá. Na lodyze jsou rozmístěny jasně zelené listy, ve vrcholové části jsou oboupohlavní květy, které jsou opylovány především hmyzem a odkvétají odspodu. Plodem hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) je šešule se semeny kulovitěho tvaru. Semena jsou v porovnání s jinými brukvovitými rostlinami poměrně velká a to 1,5 – 4 mm o váze 1000 semen 3 – 6,8 g. Barva semene je bělavě žlutá až žlutá. Semeno je hlavním produktem výroby, využití nachází v potravinářství jako doplněk jídel. Olej vyrobený ze semen je možno využít v potravinářství, farmacii, kosmetice a v neposlední řadě také pro technické účely (https://old.vscht.cz/uchop/ekotoxikologie/03_%20horcice.pdf).



Obrázek 31: Hořčice bílá (*Sinapis alba*)

Zdroj:

http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/picniny/sklady.php?odkaz=horcice.html

4.6.2 Složení živného roztoku

Příprava živného roztoku byla provedena laborantem Mendelu, Agronomické fakulty, Ústavu Aplikované a Krajinné Ekologie. Živný roztok je připraven ze zásobních roztoků solí (viz Tabulka 4) a deionizované vody v poměru 5 ml každého zásobního roztoku na 1 l vody. Hodnota pH se upravuje 1 M roztokem HCl nebo NaOH, přičemž optimální pH je 7,6 – 8 (https://old.vscht.cz/uchop/ekotoxikologie/03_%20horcice.pdf).

Tabulka 4: Zásobní roztoky solí pro testy na semenech hořčice bílé

Zdroj: https://old.vscht.cz/uchop/ekotoxikologie/03_%20horcice.pdf

Zásobní roztok	Chemikálie	Koncentrace v zásobním roztoku [g·l ⁻¹]
ZR 1	CaCl ₂ ·2H ₂ O	117,6
ZR 2	MgSO ₄ ·7H ₂ O	49,3
ZR 3	NaHCO ₃	25,9
ZR 4	KCl	2,3

4.6.3 Popis postupu testu

Podmínky pro jednotnost testování jsou dány takto:

Testovací organismus: hořčice bílá (*Sinapis alba* L.)

Barva: okrově žlutá

Velikost: střední, 1,5 – 2 mm

Klíčivost: minimálně 90 %

Počet semen v jedné Petriho misce: 15

Sledovaná odezva: elongace kořene

Opakování: 2

Objem testované koncentrace: 5 ml v 1 Petriho misce

Teplota: 20 ± 1 °C

Doba expozice: 72 hodin

Osvětlení: bez přístupu světla

Chemikálie: výchozí roztok testované látky, zředovací voda dle ISO 7346

Pomůcky a zařízení: Petriho misky, filtrační papír, odměrné baňky, pipety, termostat, milimetrové měřítko

Testovaná průsaková voda ze skládky TKO Štěpánovice byla odebrána 7 po sobě následujících měsíců. První odběr nastal v dubnu a poslední testovaný vzorek byl z měsíce října. Průsaková voda byla odebrána z jímky průsakových vod, kdy každý měsíc

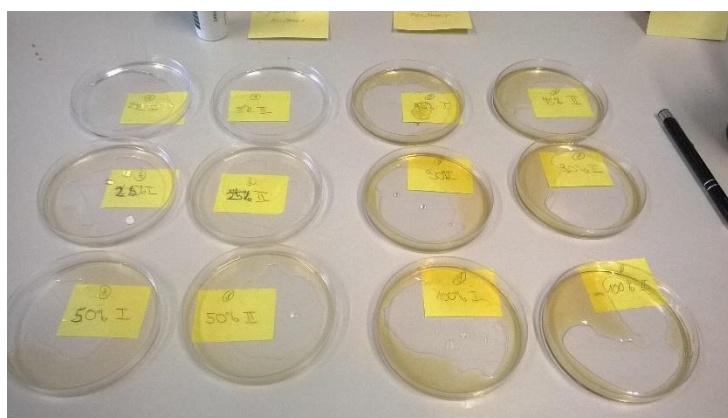
byla sytost barvy vody různá (viz Obrázek 32) (https://old.vscht.cz/uchop/ekotoxikologie/03_%20horcice.pdf).



Obrázek 32: Průsaky jednotlivých měsíců

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

Průsakové vody byly ředěny na 25 %, 50 %, 75 %, 90 %, 100 % koncentraci. Součástí testu byl i kontrolní vzorek z živného roztoku bez kontaminace průsakovou vodou. Pro každou sérii testování bylo využito 12 Petriho misek z důvodu dvojitého opakování pro eliminaci chyb, přičemž do každé byl nepipetován objem 5 ml (viz Obrázek 33).



Obrázek 33: Petriho misky s 5 ml roztoku

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

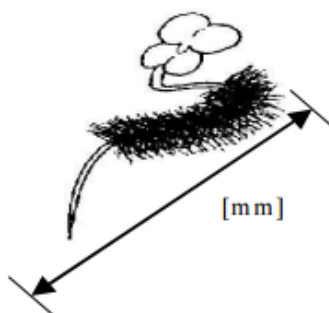
Množství průsakové vody k poměru živného roztoku jsou pro jednotlivá ředění rozepsána v Tabulce 5.

Tabulka 5: Jednotlivé ředění vzorků

Zdroj: Kateřina Heralová

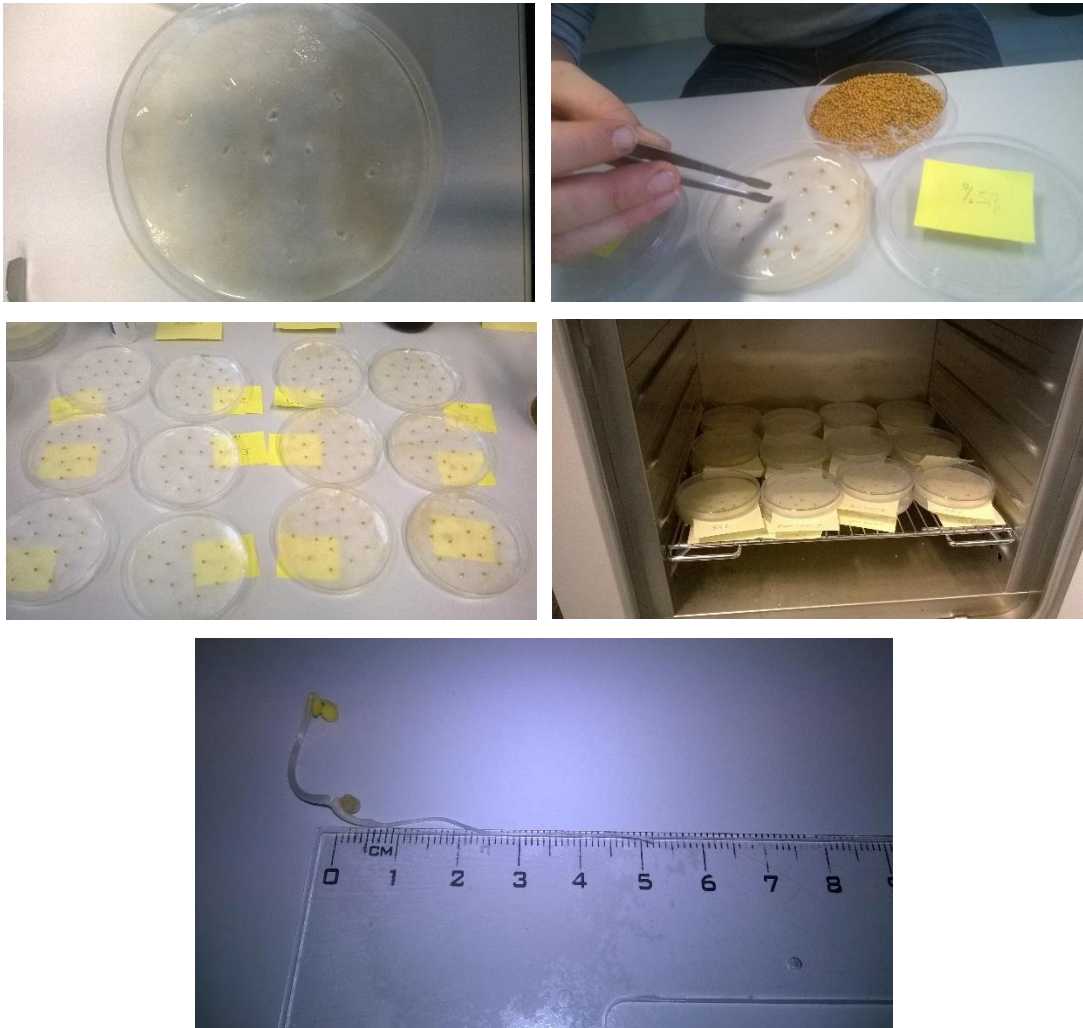
Ředění průsakovou vodou	Průsaková voda (ml)	Živný roztok (ml)
0 %	0	5
25 %	1,25	3,75
50 %	2,5	2,5
75 %	3,75	1,25
90 %	4,5	0,5
100 %	5	0

Do každé Petriho misky byl vložen filtrační papír, který kopíruje velikost dna, a je opatřen 15 otvory pro 15 semen hořčice bílé (*Sinapis alba* L.). Po napipetování objemu 5 ml a umístění filtračního papír do Petriho misky byly semena hořčice bílé pomocí pinzety položena na jednotlivé díry ve filtračním papíru. Následně byly Petriho misky popsány a uloženy do termostatu, ve kterém byla absolutní tma, na 72 hodin. Po uplynutí této doby se s přesností na 1 mm měřila délky kořínků jednotlivých rostlin (viz Obrázek 34,35) pro jednotlivé koncentrace.



Obrázek 34: Měření délky kořínků

Zdroj: https://old.vscht.cz/uchop/ekotoxikologie/03_%20horcice.pdf



Obrázek 35: Popis postupu zakládání a vyhodnocení pokusu

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

4.6.4 Vyhodnocení testu

Jednotlivé délky kořínků byly zapisovány do tabulek Excel, kde byl počítaný aritmetický průměr délky kořenů obou opakování. Dle průměrných délek kořene v testované koncentraci a kontrole byla vypočítána inhibice růstu kořenů dle následujícího vzorce:

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

I = inhibice růstu kořene (%)

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

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

Pokud hodnoty vyjdou v záporných číslech je vliv na rostlinu stimulační (https://old.vscht.cz/uchop/ekotoxikologie/03_%20horcice.pdf).

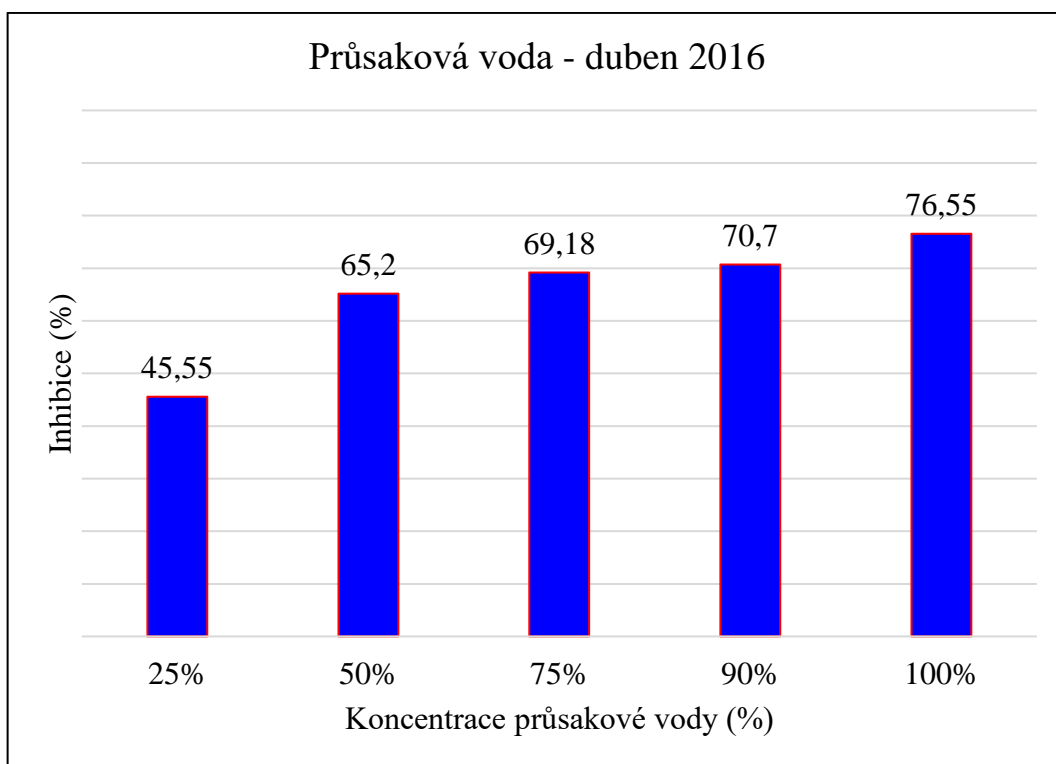
5 VÝSLEDKY

Tato kapitola obsahuje výsledky testů zpracované v grafy, rozdílnou inhibici v jednotlivých měsících a její porovnání v jednotlivých koncentracích. Dále je zde dána i další proměnná, a to hodnota srážek a jejich závislost na míře fytoxicity.

5.1 Inhibice průsakových vod odebraných v jednotlivých měsících

Po provedení semichronické metody zjišťování toxicity na hořčici bílé (*Sinapis alba* L.) byla zjištěna vzestupná intenzita inhibice ve všech měsících s občasnými výkyvy.

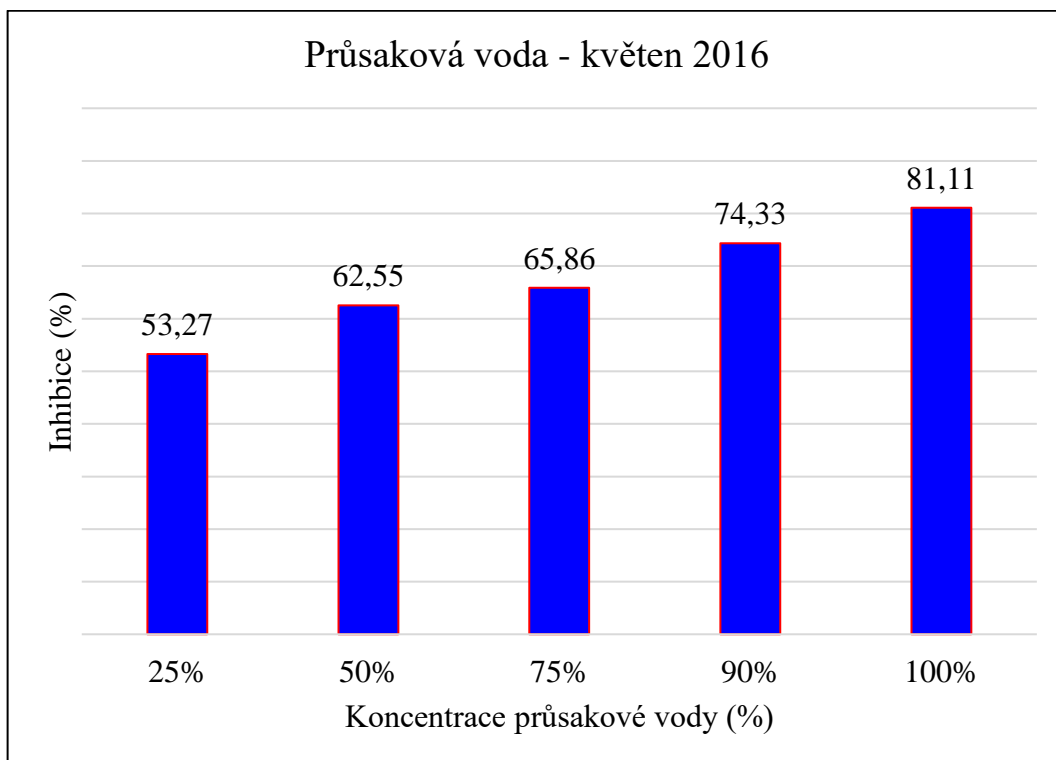
Průsaková voda z dubna 2016 (viz Obrázek 36) měla při 25% koncentraci téměř 50% inhibiční účinky. Inhibice se zvyšovala a při ředění průsakové vody a živného roztoku stejným poměrem byla toxicita již 65 %. Další dvě ředění na 75 % a 90 % byla inhibice pouze mírně vzestupná s rozdílem 5 %. Při využití samotné průsakové vody byla inhibice 77 %.



Obrázek 36: Graf dubnové průsakové vody v jednotlivých koncentracích

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

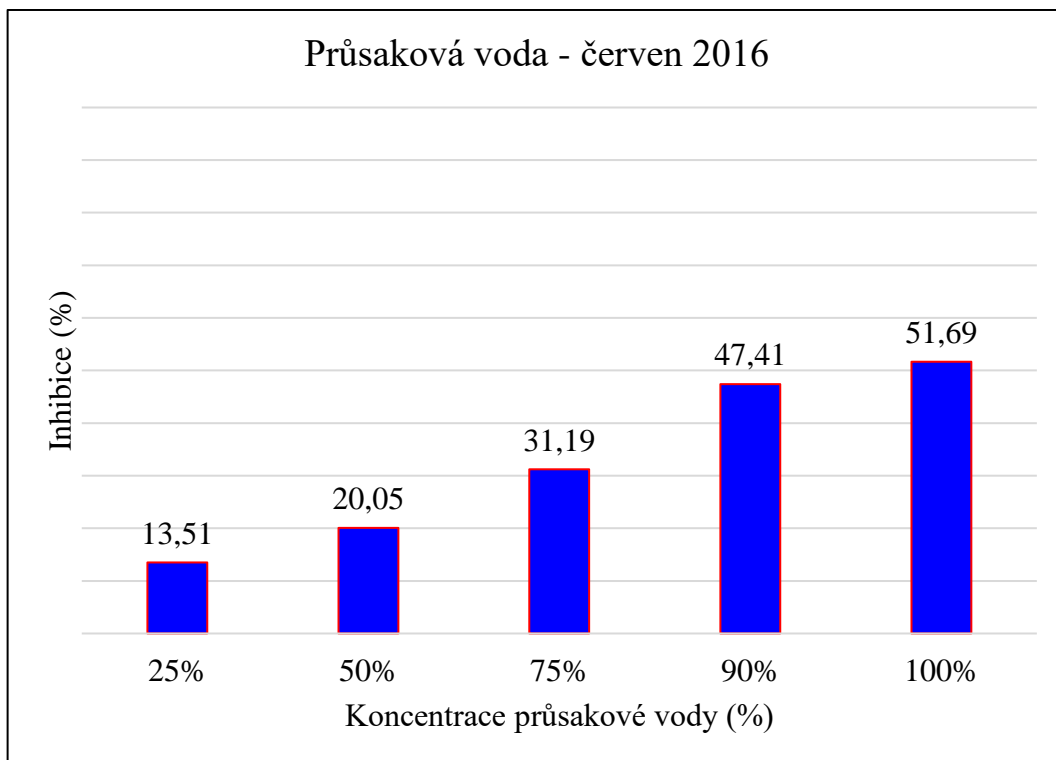
Průsaková voda odebraná v květnu 2016 (viz Obrázek 37) byla dle výsledků více toxická. Při nejnižší koncentraci byla inhibice přes 50 %, avšak při rovnovážném ředění byla hodnota inhibice, v porovnání s dubnovou, nepatrně menší. Při použití 100% průsakové vody byla inhibice růstu kořene přes 80 %.



Obrázek 37: Graf květnové průsakové vody v jednotlivých koncentracích

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

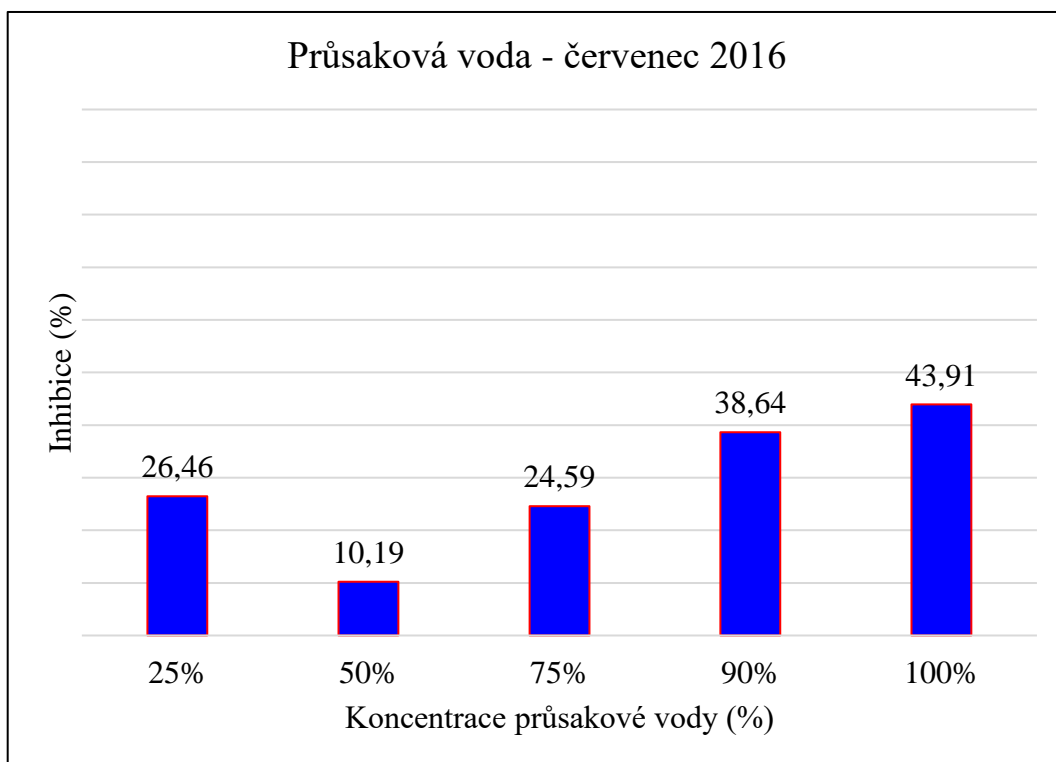
Červnová průsaková voda odebraná v roce 2016 (viz Obrázek 38) byla v porovnání s předchozími výsledky nejméně toxická. V případě 100% koncentrace průsakové vody byla inhibice růstu pouze poloviční, přičemž rozdíl s předchozí 90% koncentrací je pouze 3 %. Vzorek s 75 % průsakové vody měl inhibici 31 %. Nejnižší ředění tedy 25% koncentrace měla pouze 13,5% inhibici a 20% při ředění 1:1.



Obrázek 38: Graf červnové průsakové vody v jednotlivých koncentracích

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

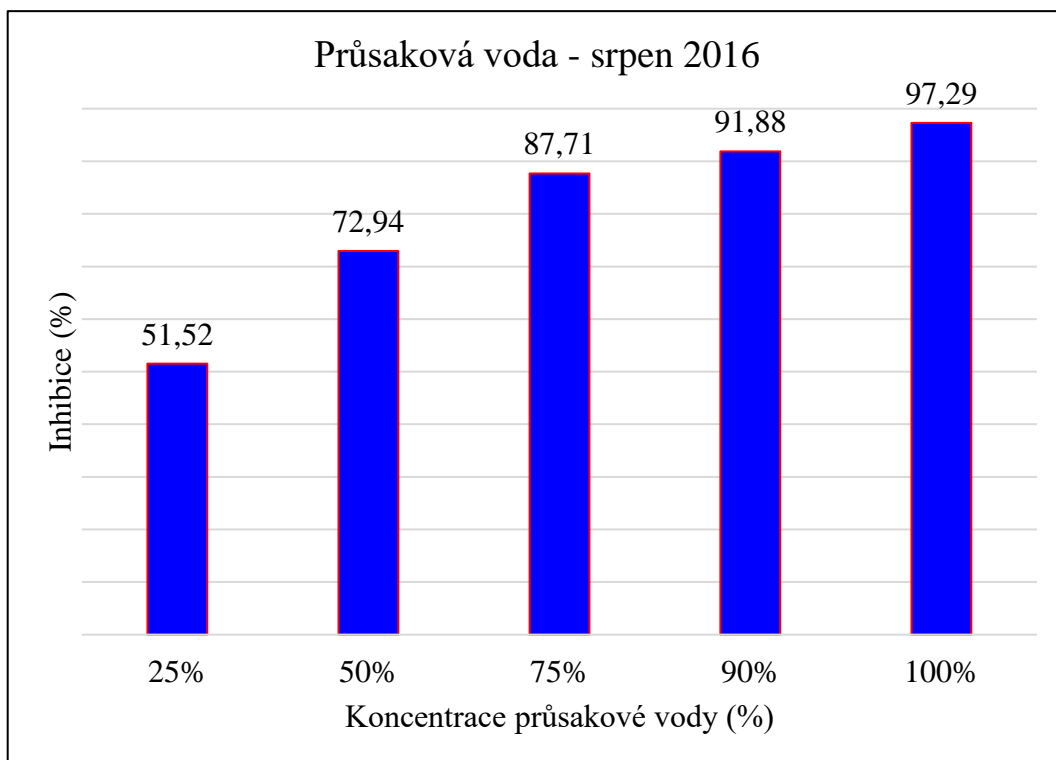
Průsaková voda odebraná v červenci 2016 (viz Obrázek 39) je jednou ze dvou výjimek, při kterých byla inhibice průsakové vody při 50% ředění nižší a to 10 %, přičemž ředění 25 % mělo inhibici 26,5 %. Koncentrace 75% je s 25% koncentrací téměř srovnatelná. V tomto měsíci dosahovala 100% koncentrace nejnižší inhibice ze všech testovaných a to 44 %. Vzorek s koncentrací 90 % měl o 5 % nižší inhibici.



Obrázek 39: Graf červencové průsakové vody v jednotlivých koncentracích

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

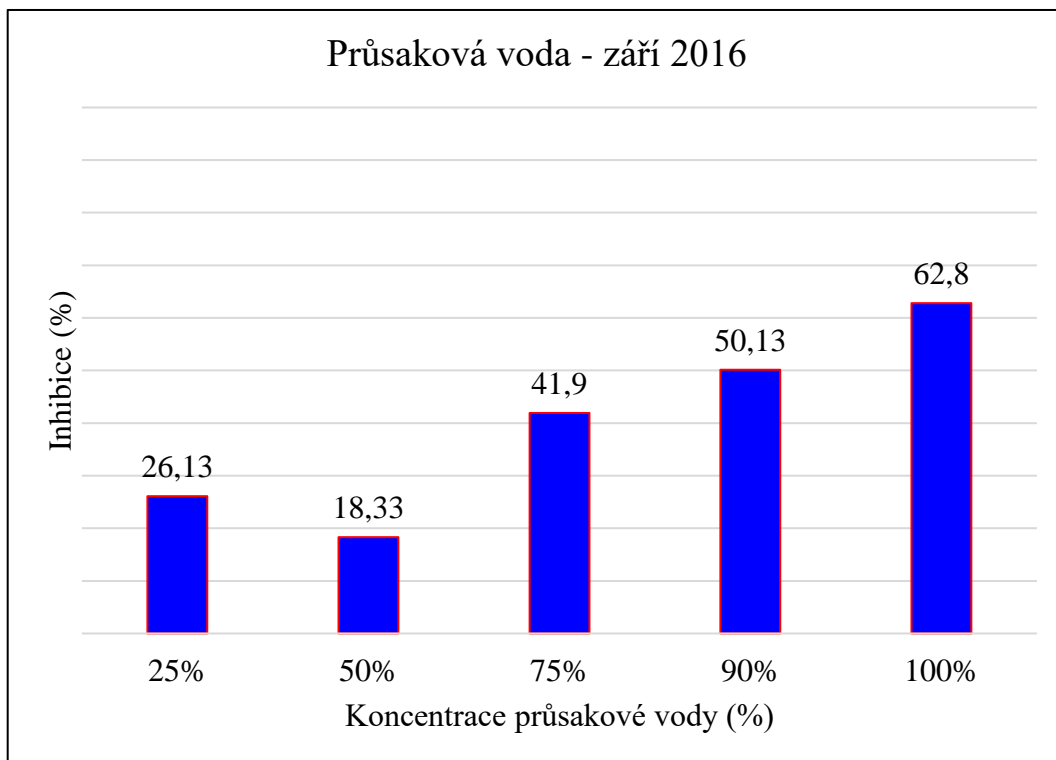
Srpnová průsaková voda z roku 2016 (viz Obrázek 40) je jednou ze dvou odebraných vod, u kterých byla zjištěna toxicita rovnající se skoro 100 %. Inhibice již při 25% koncentraci dosahovala více jak 50 %, přes 70 % dosahovala při vyváženém ředění. Při testování samotné průsakové vody byla hodnota inhibice 97 %.



Obrázek 40: Graf srpnové průsakové vody v jednotlivých koncentracích

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

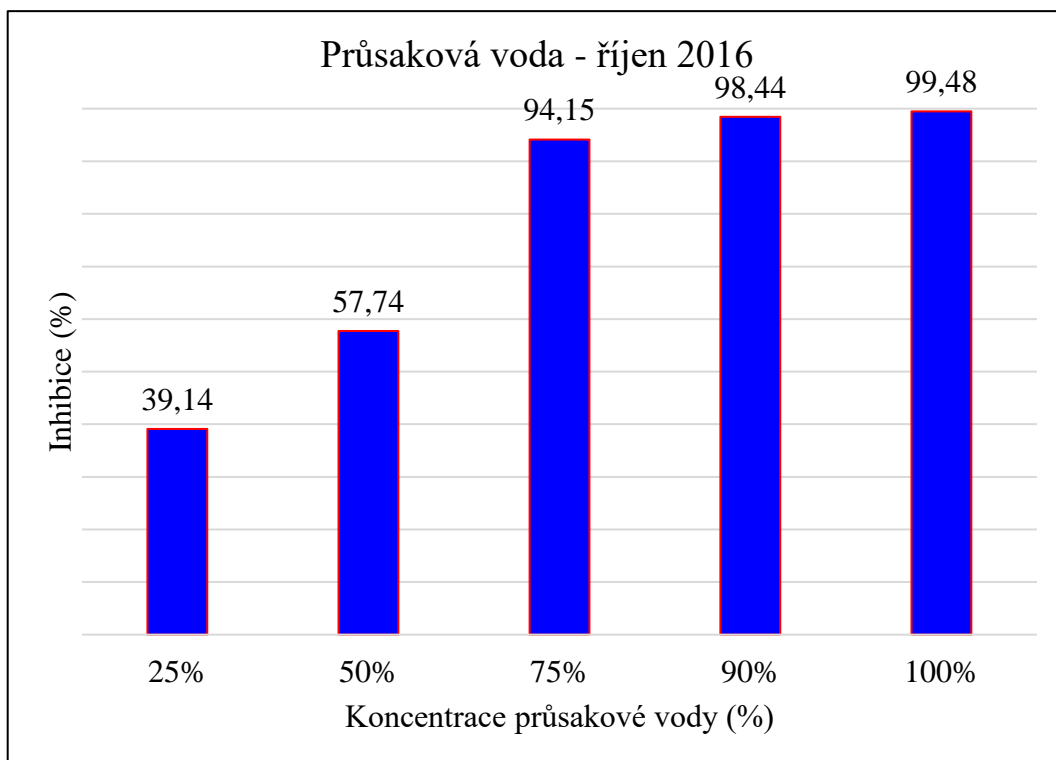
Průsaková voda odebraná v září roku 2016 (viz Obrázek 41) měla identický vývoj inhibice jako voda červencová. Při 50% ředění byl opět propad inhibice oproti 25%, při které byla inhibice 26 %, přičemž při 50% pouze 18 %. Následující koncentrace (75%, 90% a 100%) byla opět s typicky vzrůstající koncentrací. Inhibice byla při 75% ředěním přes 40 % a s následujícími koncentracemi rostla vždy o 10 %.



Obrázek 41: Graf zářijové průsakové vody v jednotlivých koncentracích

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

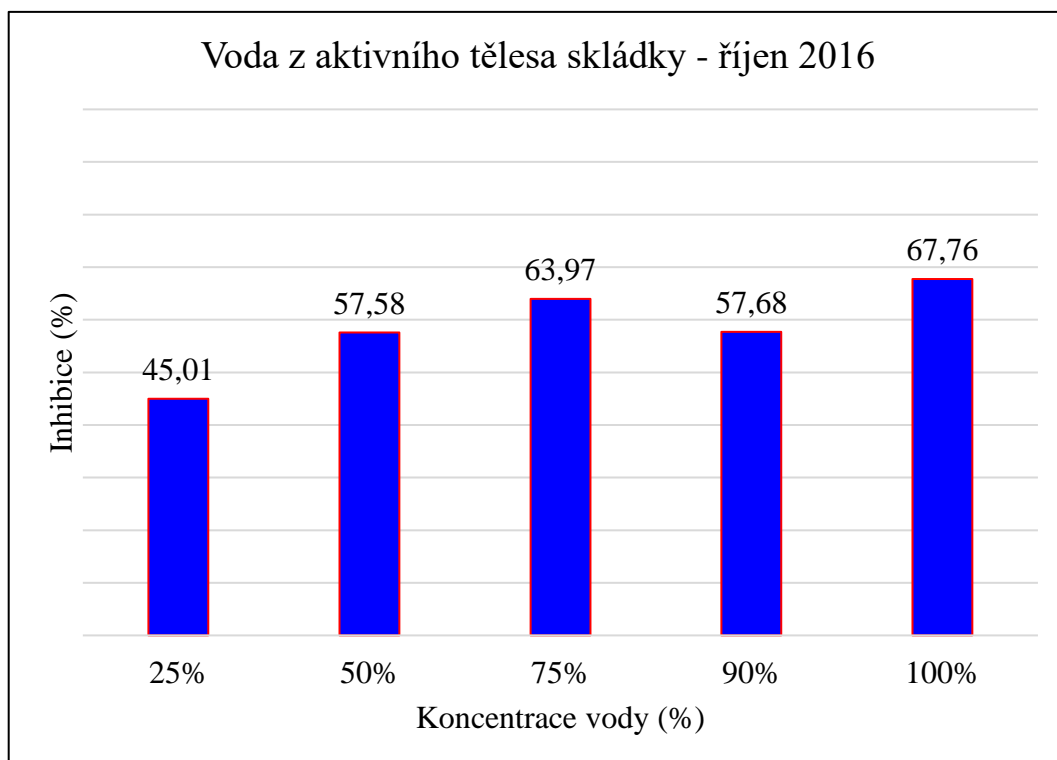
Extrémně toxická průsaková voda byla svojí intenzitou inhibice téměř 95 % při 75% ředěním průsakové vody z října 2016 (viz Obrázek 42). Samotná průsaková voda měla bez 0,5 % 100% inhibici. Při ředění 1:1 byla inhibice přes 50 % a téměř 40 % dosáhla koncentrace 25%.



Obrázek 42: Graf říjnové průsakové vody v jednotlivých koncentracích

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

Při odběru říjnové průsakové vody byla zjištěna stojící voda na povrchu aktivního tělesa skládky kvůli předchozímu dlouhotrvajícímu dešti (viz Příloha 2). Nad rámec diplomové práce byla tato voda odebrána a otestována testem semichronické toxicity na hořčici bílé (*Sinapis alba* L.), tedy stejné metody, jaké je využito na test průsakové vody. Z výsledků je patrná inhibice, která je taktéž vzrůstající se vzrůstající koncentrací, až na výjimku při ředění 90 %, kdy došlo k poklesu o 5 %. Hodnota inhibice se ve všech měřeních pohybovala od 45 % do necelých 70 % (viz obrázek 43).

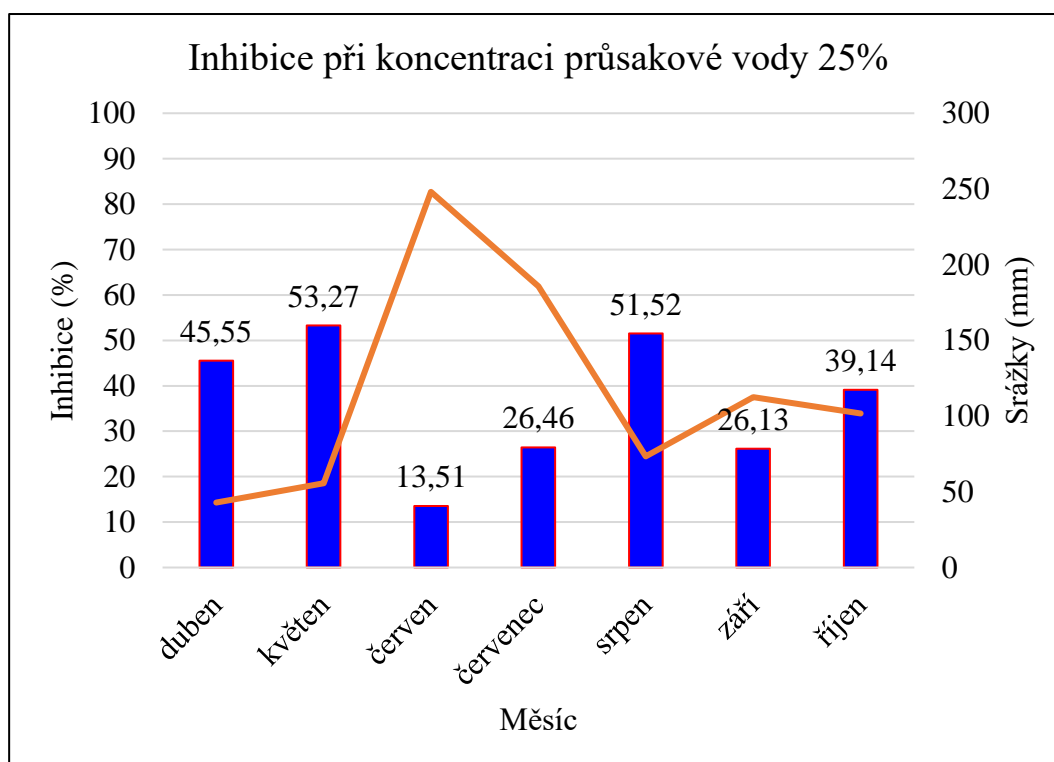


Obrázek 43: Graf vody odebrané z aktivního tělesa skládky v jednotlivých koncentracích

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

5.2 Výsledky z interakce inhibice a množství srážek při určité koncentraci ve všech měsících

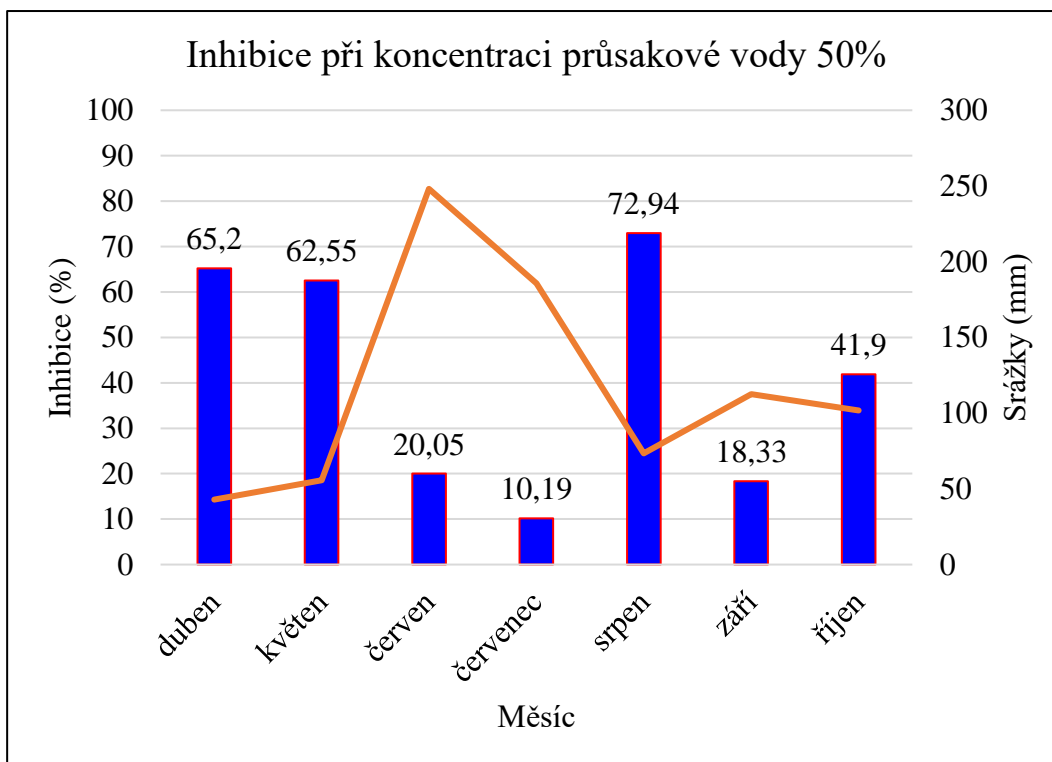
Při sestavení grafu z inhibice při koncentraci průsakové vody 25 % a vložení hodnot z úhrnu srážek (viz Obrázek 44) je patrné, že více toxická voda byla v dubnu, květnu, srpnu a říjnu, kdy množství srážek nedosahovalo vysokých hodnot. Oproti tomu červen, červenec a září má inhibici nízkou, avšak srážky jsou v porovnání s ostatními měsíci vysoké.



Obrázek 44: Graf inhibice v jednotlivých měsících v závislosti na srážkách při koncentraci 25%

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016 a <http://www.in-pocasi.cz/meteostanice/stanice.php?stanice=ty nec>

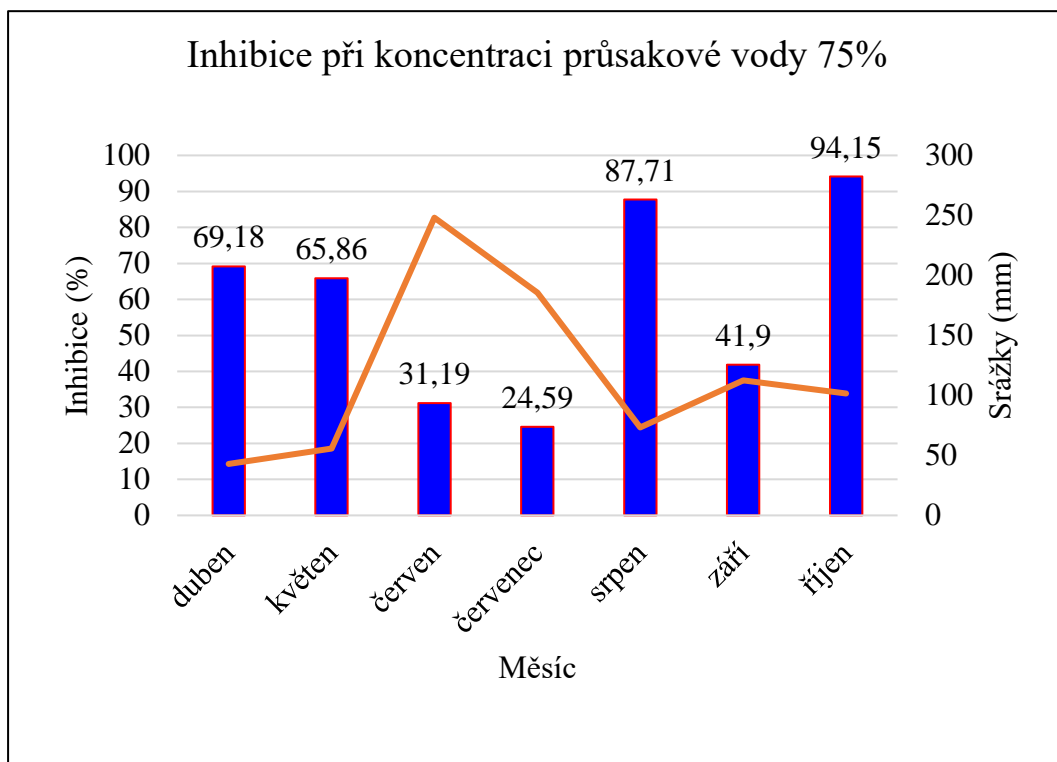
Na obrázku 45 je vyobrazena inhibice při ředění průsakové vody 1:1, přičemž je zde trend obdobný jako u předcházejícího ředění. Nejvíce inhibiční je duben, květen a srpen, oproti tomu nejméně inhibiční je červen, červenec a září. Říjnová průsaková voda je na pomezí. V měsíci červnu a červenci koresponduje nárůst množství srážek s malou inhibicí. Září však, i přes malou inhibici, nedisponuje velkým množstvím srážek.



Obrázek 45: Graf inhibice v jednotlivých měsících v závislosti na srážkách při koncentraci 50%

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016 a <http://www.in-pocasi.cz/meteostanice/stanice.php?stanice=tynece>

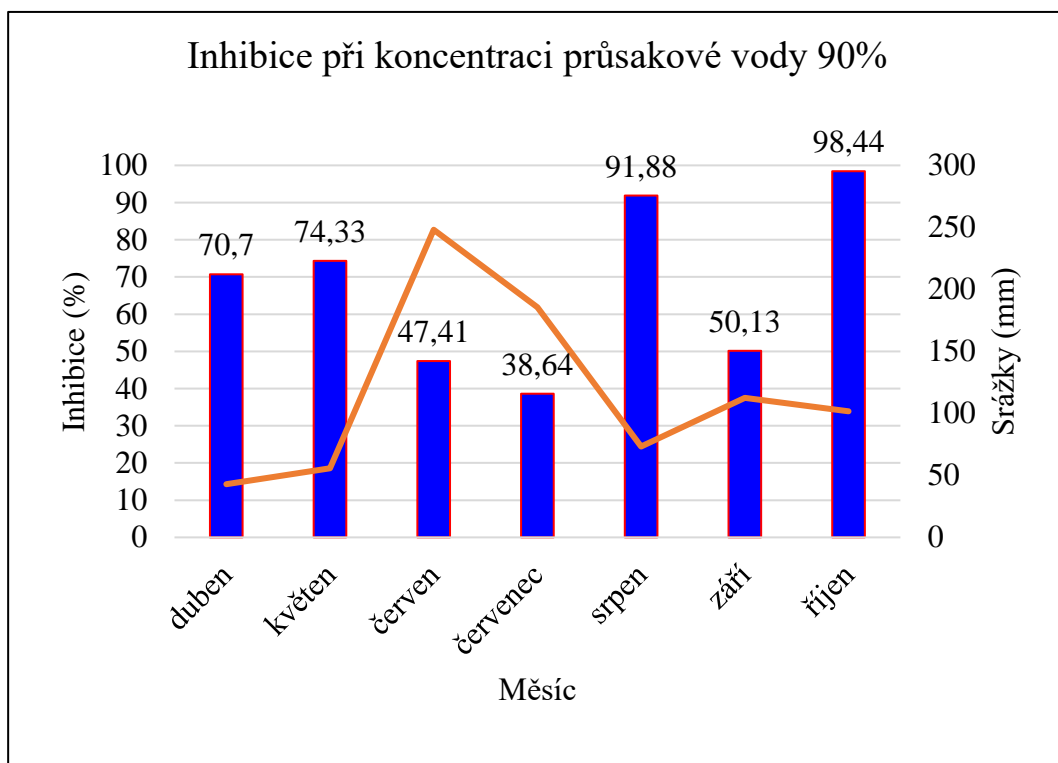
Obrázek 46 je vyobrazením inhibice při obsahu průsakové vody 75 %. Říjnová a srpnová průsaková voda vykazuje vyšší nárůst toxicity a jsou nejtoxičtější. U dubnového a květnového vzorku jsou hodnoty srovnatelné s předcházejícím ředěním. Červnové a červencové vzorky jsou opět v míře inhibice v minimu. Zářijová hodnota je mediánem červen, červenec a srpen, říjen.



Obrázek 46: Graf inhibice v jednotlivých měsících v závislosti na srážkách při koncentraci 75%

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016 a <http://www.in-pocasi.cz/meteostanice/stanice.php?stanice=tynec>

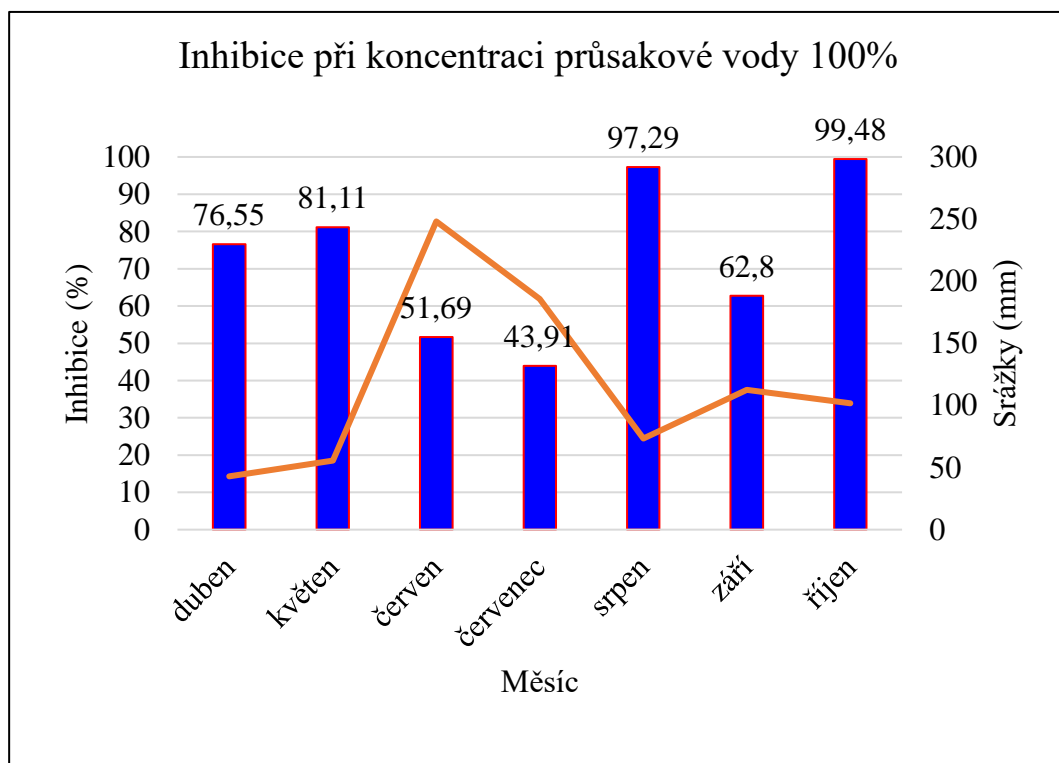
Vzorky ředěné 10 % živného roztoku a 90 % průsakové vody (viz Obrázek 47) jsou rozděleny na toxictější, kam spadá duben, květen, srpen a říjen a vzorky méně toxické, které mají inhibici do 50 % červen, červenec a září.



Obrázek 47: Graf inhbice v jednotlivých měsících v závislosti na srážkách při koncentraci 90%

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016 a <http://www.in-pocasi.cz/meteostanice/stanice.php?stanice=tyneck>

Při použití neředěné průsakové vody (viz Obrázek 48) byla inhibice kromě měsíce července vždy nad 50 %. U říjnového a srpnového vzorku nedošlo téměř vůbec k růstu. V dubnu a květnu byl růst silně potlačen.



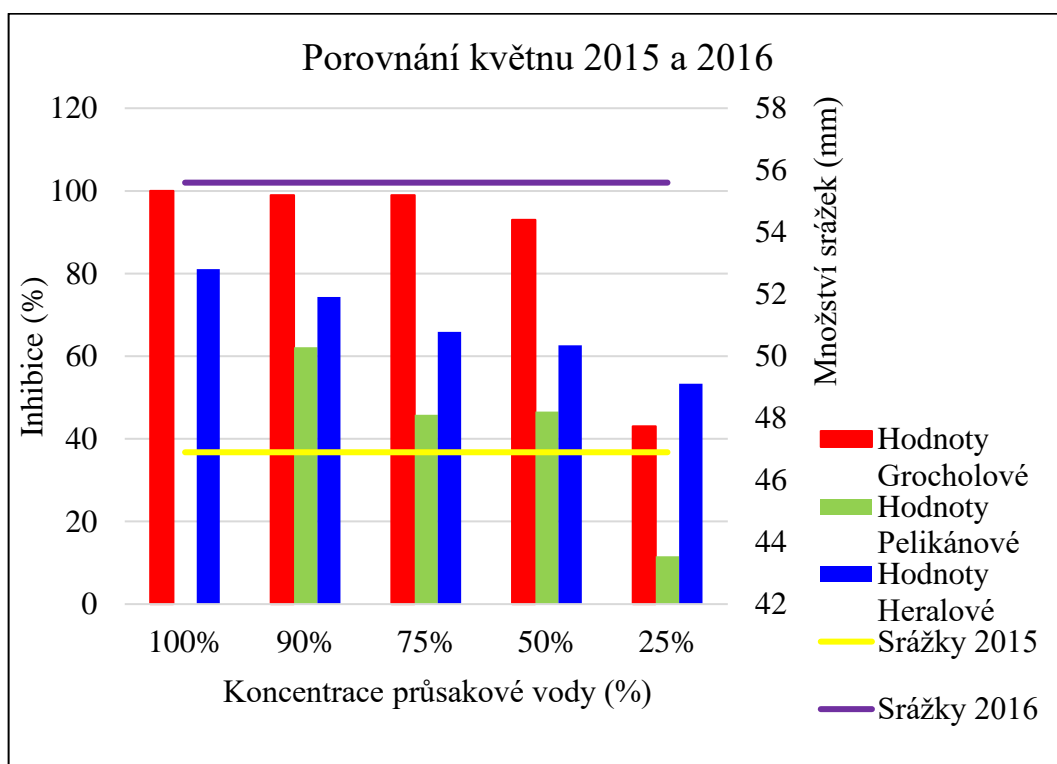
Obrázek 48: Graf inhibice v jednotlivých měsících v závislosti na srážkách při koncentraci 100 %

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016 a <http://www.in-pocasi.cz/meteostanice/stanice.php?stanice=tynec>

6 DISKUZE

Výsledky z testu semichronické toxicity prováděné na hořčici bílé (*Sinapis alba* L.) byly porovnány s výsledky testů prováděné v roce 2015 v diplomových pracích Aranky Pelikánové (Pelikánová, 2015) a Simony Grocholové (Grocholová, 2015), které prováděly stejný typ testu. Rozsah jejich pozorování byl v porovnání s touto prací menší. Aranka Pelikánová vyhodnocovala průsakovou vodu z ledna, května a září roku 2015 (Pelikánová, 2015). K porovnání došlo tedy pouze u dvou měsíců (květen a září). Simona Grocholová vyhodnocovala taktéž 3 měsíce (květen, červenec a září 2015) (Grocholová, 2015), tato práce se zabývala zjištěním inhibice růstu kořene hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) u průsakové vody odebrané ve všech třech měsících, a proto byly při porovnání využity výsledky ze všech třech měsíců.

Na obrázku 49 jsou zobrazené jednotlivé koncentrace průsakové vody z měsíce května, přičemž 100 % koncentrace je vždy porovnávána pouze s výsledky v práci Grocholové (Grocholová, 2015). Hodnoty inhibice v práci Pelikánové při využití 100% průsakové vody nejsou dostupné, protože toto ředění neprováděla (Pelikánová, 2015). Květnové srážky v roce 2015 a 2016 se příliš nelišily, jejich rozdíl byl asi 10 mm, přičemž vyšší srážky byly v roce 2016 (<http://www.in-pocasi.cz/meteostanice/stanice.php?stanice=tyneck>). Inhibice tedy nebyla výrazně ovlivněna srážkami. Hodnoty inhibice zjištěné autorkou této práce jsou mezi hodnotami inhibice zjištěné v práci Pelikánové (nižší hodnoty) (Pelikánová, 2015) a v práci Grocholové (velmi vysoké, kromě 25% koncentrace, zde byla nejvyšší inhibice zjištěná v této práci) (Grocholová, 2015).

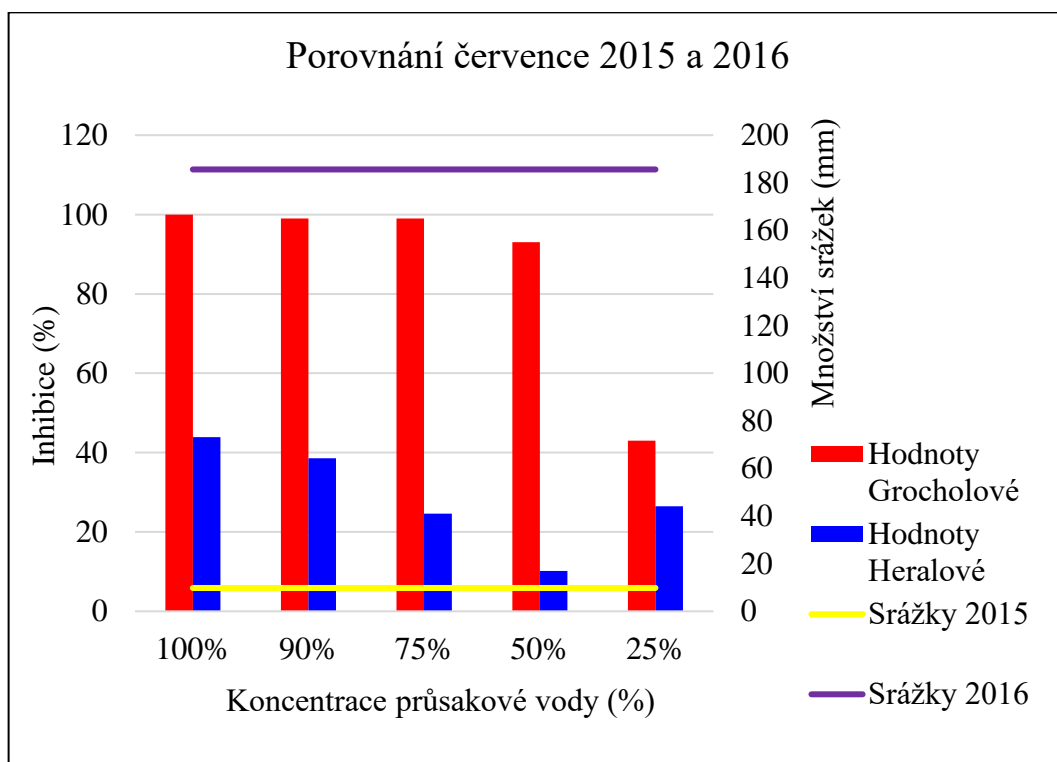


Obrázek 49: Graf květnové průsakové vody (2015 a 2016) v závislosti na inhibici a srážkách

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016, Pelikánová Aranka, 2015, Grocholová Simona, 2015 a <http://www.in-pocasi.cz/meteostanice/stanice.php?stanice=tyneck>

Na obrázku 50 jsou zobrazeny jednotlivé koncentrace průsakové vody z měsíce července v interakci se srážkami a inhibicí při daném ředění. Úhrn srážek byl v červenci roku 2016 při srovnání s červencem předchozího roku vysoký. Úhrn srážek v roce 2016 činil 180 mm, kdežto v roce 2015 pouze necelých 10 mm (<http://www.in-pocasi.cz/>

meteostanice/stanice.php?stanice=tyneec). Toxicita průsakové vody 2016 v porovnání s daty v práci Grocholové (Grocholová, 2015) byla nízká. Při 100 % koncentraci průsakové vody v této práci nedosahovala hodnota inhibice ani 50 %, kdežto hodnota inhibice v práci Grocholové byla téměř 100% při koncentraci 75 % (Grocholová, 2015).

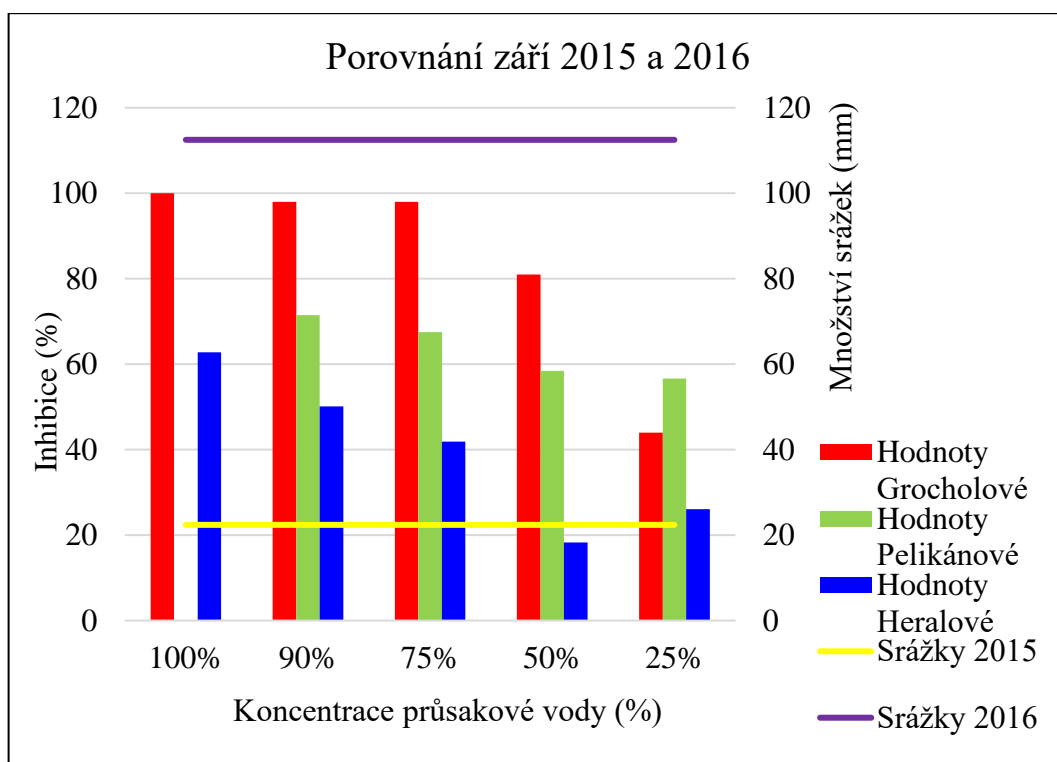


Obrázek 50: Graf červencové průsakové vody (2015 a 2016) v závislosti na inhibici a srážkách

Zdroj: Kateřina Heraldová, 2016, Pelikánová Aranka, 2015, Grocholová Simona, 2015 a <http://www.in-pocasi.cz/meteostanice/stanice.php?stanice=tyneec>

Obrázek 51 je opět grafem se stejnými vstupy jako obrázek 49 a 50, liší se pouze jednotlivé hodnoty inhibice, které jsou zjištěné z průsakové vody odebrané v měsíci září a úhrnem srážek v témže měsíci. Září 2016 bylo, obdobně jako červenec 2016, více deštivé, nežli rok 2015. Úhrn srážek v září roku 2016 činil asi 110 mm, v září roku 2015 však nepřesáhly srážky 25 mm (<http://www.in-pocasi.cz/meteostanice/stanice.php?stanice=tyneec>). Hodnoty inhibice roku 2015 a 2016 v interakci se srážkami ukazují nepřímou úměru, tedy čím více srážek, tím nižší inhibice. Výsledky z práce Grocholové (Grocholová, 2015) vykazovaly vysoké hodnoty inhibice při koncentraci průsakové vody 100 %, 90 % a 75 % téměř 100% inhibici s přímou úměrou (čím vyšší koncentrace, tím vyšší inhibice). Hodnoty inhibice zjištěné v práci Pelikánové (Pelikánová, 2015) měly

stejnou tendenci, tedy čím nižší koncentrace, tím nižší inhibice. Při 25% koncentraci přesahuje hodnota inhibice v práci Pelikánové (Pelikánová, 2015) inhibici průsakové vody z práce Grocholové (Grocholová, 2015), avšak v ostatních případech je to opačně a hodnoty vždy výrazně přesahují inhibici zjištěnou v práci Pelikánové (Pelikánová, 2015). Byl zde zřejmě ještě jiný faktor, který způsobil rozdílnost výsledků stejné průsakové vody ve stejném roce.



Obrázek 51: Graf zářijové průsakové vody (2015 a 2016) v závislosti na inhibici a srážkách

Zdroj: Kateřina Heraldová, 2016, Pelikánová Aranka, 2015, Grocholová Simona, 2015 a <http://www.in-pocasi.cz/meteostanice/stanice.php?stanice=tync>

Pro zbylé výsledky ostatních měsíců (duben, červen, srpen, říjen) nemám dostupná data k porovnání, avšak z dosavadních výsledků je patrný stejný trend, jaký byl při porovnání s výsledky jiných prací potvrzen. Průsaková voda je toxická pro semena rostlin a se snižujícím se ředěním se zvyšuje toxicita. Vliv dešťových srážek je taktéž patrný, se zvyšujícím se úhrnem srážek se snižuje toxicita průsakové vody na hořčici bílou (*Sinapis alba* L.).

7 ZÁVĚR

Tato diplomová práce na téma: „*Fytotoxicita průsakových vod ze skládky odpadů Štěpánovice*“ se v literární rešerši zabývala popisem základních pojmů, legislativou odpadového hospodářství, rozbohem jednotlivých způsobů nakládání s odpady, jakými jsou recyklace, kompostování, mechanicko-biologická úprava, anaerobní fermentace, spalování, pyrolýza, mokrá oxidace a skládkování. Dále jsou vyhodnocena statistická data komunálních odpadů, obecně popsán skládkovací proces, monitoring vod a fytotoxicita.

Praktická část diplomové práce popisuje skládku tuhých komunálních odpadů Štěpánovice nacházející se v Plzeňském kraji s popisem jednotlivých přírodních poměrů. Je zde také popsán historický vývoj území v místě skládky a jeho blízkého okolí. Dále je zde podrobný popis jednotlivých vrstev a procesů na skládce od těsnění až po monitoring. Skládku tuhých komunálních odpadů Štěpánovice v testovaném roce 2016 uložila 16 142,9 Mg odpadu.

Skládka tuhých komunálních odpadů Štěpánovice je nezastřešená a kvůli dešťovým srážkám a biochemickým reakcím vzniká průsaková voda svedená do jímky průsakových vod, odkud byly odebrány vzorky pro test semichronické toxicity na hořčici bílé (*Sinapis alba*, L.). Průsakové vody ze skládky tuhých komunálních odpadů Štěpánovice by při úniku do ŽP s největší pravděpodobností způsobily škody na zasažených rostlinách. Míra této škody by však závisela na úhrnu srážek v daném období. Z provedených testů vyplývá, že toxicita průsakové vody pro rostliny je nepřímo úměrná, tedy čím vyšší úhrn srážek, tím nižší toxicita pro rostliny.

Výsledky z testování průsakové vody, které probíhaly od dubna do října roku 2016, byly navzájem odlišné. Dubnový vzorek průsakové vody se v jednotlivých koncentracích (25 %, 50 %, 75 %, 90 % a 100 %) pohyboval v inhibičních hodnotách 46 %, 65 %, 69 %, 71 % a 77 %. Květnový vzorek průsakové vody vykazovala inhibici vyšší nežli inhibice dubnového vzorku, při stejných koncentracích byla inhibice 53 %, 63 %, 66 %, 74 % a 81 %. Červnové a červencové vzorky vykazovaly velice nízkou inhibici. Průsaková voda odebraná v červnu měla hodnoty 14 %, 20 %, 31 %, 47 % a 52 %. Vzorek červencové průsakové vody vykazoval výkyv, kdy inhibice 50 % koncentrace byla nižší než při koncentraci 25 %. Hodnota 25 % koncentrace byla srovnatelná s hodnotou inhibice při koncentraci 75 %. Hodnoty inhibice byly 26 %, 10 %, 25 %, 39 % a 44 %. Průsaková voda odebraná v srpnu byla hned po vzorku odebraném v říjnu nejtoxičtější.

Již při nejnižším ředění byla inhibice více jak 50 %. Inhibice v jednotlivých koncentracích byla 52 %, 73 %, 88 %, 92 % a 97 %. V zářijové průsakové vodě, obdobně jako ve vzorku červencové průsakové vody, byla zjištěna abnormalita opět ve vyšší inhibici při 25 % koncentraci nežli při 50 %. Hodnoty inhibice byly 26 %, 18 %, 42 %, 50 % a 63 %. Posledním odebraným a testovaným vzorkem byla průsaková voda odebraná v měsíci říjnu. Nejnižší koncentrace nemá sice nejvyšší toxicitu, ale při 100 % koncentraci dosahuje bez 0,5 % 100 %. Jednotlivé hodnoty inhibice byly 39 %, 58 %, 94 %, 98 % a 100 %. Veškeré hodnoty inhibice byly až na dvě výjimky s tendencí vzrůstající. Nad rámec zadání byla otestována i voda z aktivního tělesa skládky, která se zde vyskytla po dlouhotrvajícím dešti. Tato voda měla neočekávaně vysokou inhibici a to mezi 45 % až 68 %.

Jednotlivé koncentrace průsakové vody odebrané v různých měsících byly také porovnány v závislosti na úhrnu srážek v jednotlivých měsících. Největší úhrny srážek se vyskytly v červnu a červenci, kdy byly hodnoty inhibice v porovnání s ostatními měsíci nejnižší. Výjimku tvoří měsíc září, který i přes malý úhrn srážek má nízkou inhibici.

Hodnoty inhibice této práce byly konfrontovány s výsledky jiných prací předchozího roku, ve kterých byla také zjištěna inhibice. Porovnání bylo provedeno u květnových, červencových a zářijových hodnot inhibice průsakových vod. Tato práce se hodnotami inhibice pohybovala mezi porovnávanými hodnotami jiných prací, při obdobném úhrnu srážek.

Červenec byl v roce 2016 výrazně deštivý v porovnání s předchozím rokem a tomu odpovídala i nižší inhibice, která byla několikanásobně vyšší v roce předchozím, kdy nebyla průsaková voda zředěna dešťovými srážkami.

Září mělo obdobnou tendenci jako červenec, kvůli rozdílnému úhrnu srážek, s vyšším množstvím v roce 2016. Taktéž se to projevilo v inhibici průsakové vody, kdy nejnižší hodnoty inhibice byly zjištěny touto prací v porovnání s jinými pracemi.

Toxicita průsakové vody odebrané v dubnu, květnu, červnu, červenci, srpnu, září a říjnu na skládce tuhých komunálních odpadů Štěpánovice byla potvrzena výsledky testů semichronické toxicity se semeny hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) a zároveň byla zjištěna spojitost mezi mírou inhibice a úhrnem srážek v jednotlivých měsících. Pokud je v daném měsíci více srážek hodnota inhibice klesá, avšak pokud je měsíc sušší, hodnota inhibice roste, látky obsažené v průsakové vodě nejsou ředěny a jejich koncentrace se se snižujícím objemem zvyšuje.

Pokud by se průsaková voda dostala do životního prostředí, a to především v suchých měsících, byla by zasažená vegetace tímto únikem negativně ovlivněna. Pokud by však došlo k úniku po dlouhotrvajícím období dešťů s největší pravděpodobností by nebyly škody na životním prostředí tak velké jako při úniku v období sucha. Tato skládka tuhých komunálních odpadů má dostatečné bezpečnostní opatření bránící v přelití a úniku průsakové vody do životního prostředí. Za dobu existence této skládky tato havarijní situace nenastala.

8 POUŽITÁ LITERATURA

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

ARNIKA. *Hierarchie nakládání s odpady*. [cit. 2016-11-30]. Dostupné z: <http://arnika.org/hierarchie-nakladani-s-odpady>.

CENIA – česká informační agentura. *Národní inventarizace kontaminovaných míst*. Praha, 2009. [cit. 2017-01-05]. Dostupné z: <http://kontaminace.cenia.cz>.

ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA. *Geologická mapa 1:50 000*. Praha, 2014. [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: http://mapy.geology.cz/geocr_50/.

ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA. *Půdní mapa 1:50 000*. Praha, 2014. [cit. 2017-01-15]. Dostupné z: <http://mapy.geology.cz/pudy/>.

ČSN 83 8033. *Skládkování odpadů: Nakládání s průsakovými vodami ze skládek*. Praha: Český normalizační institut, 2002.

ČSN 83 8036. *Skládkování odpadů: Monitorování skládek*. Praha: Český normalizační institut, 2002.

ČTK. *Spalovna odpadu v Chotíkově u Plzně zahájila plný provoz*. Plzeň, 2016. [cit. 2017-02-18]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/teplarenstvi/spalovna-odpadu-v-chotikove-u-plzne-zahajila-plny-provoz/>.

FIEDOR, Jiří. *Odpadové hospodářství I*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2012. ISBN 978-80-248-2573-1. [cit. 2016-11-05]. Dostupné z: <http://www.person.vsb.cz/archivcd/FMMI/OHO/Odpadove%20hospodarstvi%20I.pdf>.

GRODA, Bořivoj. *Technika zpracování odpadů II*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1997. ISBN 80-715-7264-0.

GROCHOLOVÁ, Simona. *Hodnocení toxicity průsakových vod ze skládky odpadů Štěpánovice*. Brno, 2016. Diplomová práce. Mendelova univerzita.

HRUDOVÁ Eva. *Poškození rostlin pesticidy a hnojivy*. Brno: Ústav pěstování, šlechtění rostlin a rostlinolékařství [cit. 2016-12-10]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_291_sklad/frvs/hrudova/index_soubory/Page3416.htm

JUNGA, Petr, Tomáš VÍTĚZ a Petr Trávníček. *Technika pro zpracování odpadů I*. Brno: Mendlova univerzita v Brně, 2015. ISBN 978-80-7509-207-6.

JUNGA, Petr, Tomáš VÍTĚZ, Monika VÍTĚZOVÁ a Milan GERŠL. *Technika pro zpracování odpadů II*. Brno: Mendlova univerzita v Brně, 2015. ISBN 978-80-7509-208-3

KOMÍNKOVÁ, Dana. *Ekotoxikologie*. V Praze: České vysoké učení technické, 2008. ISBN 978-80-01-04058-4.

KOTOVICOVÁ, Jana a Květa REMTOVÁ. *Udržitelná spotřeba a výroba*. Brno: Mendlova univerzita v Brně, 2013. ISBN 978-80-7375-707-6.

KURAŠ, Mečislav, Vojtěch Dirner. *Modul 6: Odpadové hospodářství*. VŠB – Technická univerzita Ostrava. [cit. 2016-11-10]. Dostupné z: <https://www.hgf.vsb.cz/export/sites/hgf/instituty-a-pracoviste/cs/546/studijni-materialy/EV-modul6.pdf>

KURAŠ, Mečislav, Vojtěch Dirner, Vladimír Slivka a Milan Březina. *Odpadové hospodářství*. Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor, 2008. ISBN 978-80-86832-34-0.

Ministerstvo životního prostředí. *Plán odpadového hospodářství*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2014. [cit. 2016-12-10]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/poh_cr_prislusne_dokumenty/\\$FILE/OODP-POH_CR_2015_2024_schvalena_verze_20150113.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/poh_cr_prislusne_dokumenty/$FILE/OODP-POH_CR_2015_2024_schvalena_verze_20150113.pdf)

NEBESKÁ Hana. *Protokol o zkoušce č. 6313/2016*. Klatovy: LABTECH s.r.o. zkušební laboratoř č. 1147 akreditovaná ČIA, 2016.

Odbor statistiky zemědělství, lesnictví a životního prostředí. *Produkce, využití a odstranění odpadů*. Praha: Český statistický úřad, 2016. ISBN 978-80-250-2728-8. [cit. 2016-12-15]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/49151919/28002016.pdf/79028645-b5d7-4ada-904b-5c73fa3653f4?version=1.1>

ODDĚLENÍ VÝVOJE A SPRÁVY APLIKACÍ SVSL AOPK ČR. *MapoMat*. Praha, 2012. [cit. 2017-01-25]. Dostupné z: <http://mapy.nature.cz/>.

ODPADOVÉ HOSPODÁŘSVÍ KLATOVY s.r.o. *Výpočet ceny, poplatky od 1.1.2015 do 1.1.2016*. Klatovy, 2016.

ODPADOVÉ HOSPODÁŘSVÍ KLATOVY s.r.o. *Výpočet ceny, poplatky od 1.1.2016 do 1.1.2017*. Klatovy, 2016.

PAVLÍKOVÁ, Daniela, Milan Pavlík, Ladislava Matějů, Jiří Balík. *Ekotoxikologie*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, katedra agrochemie a výživy rostlin, 2007. ISBN 978-80-213-1690-4.

PELIKÁNOVÁ, Aranka. *Hodnocení toxicity průsakových vod ze skládky odpadů Štěpánovice*. Brno, 2016. Diplomová práce. Mendlova univerzita.

PICKA, Karel a Jiří MATOUŠEK. *Základy obecné a speciální toxikologie*. Brno: Vysoké učení technické, 1996. ISBN 80-85368-91-9.

Předpis č. 477/2001 Sb.: *Zákon o obalech a o změně některých zákonů*. 2016 [cit. 2016-12-11]. Dostupné z: <https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=51955&fulltext=z~C3~A1kon~20o~20obalech&rpp=15#local-content>

Předpis č. 185/2001 Sb.: *Zákon o odpadech a o změně některých dalších zákonů*. 2016 [cit. 2016-12-11]. Dostupné z: <https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=51365&fulltext=z~C3~A1kon~20o~20odpadech&rpp=15#local-content>

RUBÁŠ Pavel. *In – počasí, Meteostanice Týnec – Měsíční statistiky*. Týnec, 2016 [cit. 2017-02-18]. Dostupné z: <http://www.in-pocasi.cz/meteostanice/stanice.php?stanice=tynec>

SANTEO s.r.o. *Protokol o odběru vzorků vody Skládky TKO Štěpánovice č. 2016/889/I*. Mníšek pod Brdy, 2016.

SEZNAM.CZ, A.S.. *Mapy.cz*. . [cit. 2017-01-27]. Dostupné z: mapy.cz.

SKLÁDANKA, Jiří. *Multimediální učební texty pícninářství. Ústav výživy zvířat a pícninářství MZLU v Brně, 2006. [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/picniny/sklady.php?odkaz=horcice.html*

STŘEDISKO ODPADŮ MNÍŠEK S.R.O.. *Provozní řád skládky TKO Štěpánovice. Mníšek pod Brdy, 2015.*

VAVERKOVÁ, Magdalena. *Hodnocení potencionálních vlivů skládky na životní prostředí. Brno, 2015. Habitační práce. Mendlova univerzita.*

VAVERKOVÁ, Magdaléna a Dana Adamcová. *Case study of landfill reclamation at Czech landfill site. Environmental Engineering and Management Journal, 2015. ISSN: 1582-9596.*

ÚSTAV CHEMIE OCHRANY PROSTŘEDÍ, VŠCHT v Praze. *Test semichronické toxicity se semeny hořčice *Sinapis alba*: Laboratorní návod č. 3. Laboratoř ekotoxikologie a LCA. Praha, 2003. [cit. 2017-02-03]. Dostupné z: https://old.vscht.cz/uchop/ekotoxikologie/03_%20horcice.pdf*

9 SEZNAM OBRÁZKŮ

OBRÁZEK 1: PYRAMIDA HIERARCHIE NAKLÁDÁNÍ S ODPADY	14
OBRÁZEK 2: PRODUKCE KOMUNÁLNÍCH ODPADŮ V ČESKÉ REPUBLICE..	18
OBRÁZEK 3: VYTŘÍDĚNÉ SLOŽKY Z KOMUNÁLNÍHO ODPADU 2012 – 2015	19
OBRÁZEK 4: SLOŽENÍ KOMUNÁLNÍHO ODPADU VZNIKLÉHO V ČESKÉ REPUBLICI V ROCE 2015	19
OBRÁZEK 5: ZPŮSOBY NAKLÁDÁNÍ S KOMUNÁLNÍM ODPADEM V ČESKÉ REPUBLICI.....	20
OBRÁZEK 6: NAKLÁDÁNÍ S OSTATNÍM A NEBEZPEČNÝM ODPADEM V ROCE 2015.....	21
OBRÁZEK 7: MAPA III. VOJENSKÉHO MAPOVÁNÍ	32
OBRÁZEK 8: MAPA 1950.....	33
OBRÁZEK 9: MAPA SOUČASNÉHO STAVU.....	33
OBRÁZEK 10: MAPA HRANICE KATASTRŮ SKLÁDKY TUHÝCH KOMUNÁLNÍCH ODPADŮ ŠTĚPÁNOVICE	34
OBRÁZEK 11: UMÍSTĚNÍ V RÁMCI ČR.....	34
OBRÁZEK 12: GEOLOGICKÁ MAPA.....	35
OBRÁZEK 13: PEDOLOGICKÁ MAPA	36
OBRÁZEK 14: ZÁKLADNÍ MAPA	37
OBRÁZEK 15: MAPA BIOCHORU	37
OBRÁZEK 16: MAPA ZVLÁŠTĚ CHRÁNĚNÝCH ÚZEMÍ.....	38
OBRÁZEK 17: MAPA CHRÁNĚNÝCH KRAJINNÝCH OBLASTÍ A NÁRODNÍHO PARKU.....	39
OBRÁZEK 18: MAPA ÚZEMNÍHO SYSTÉMU EKOLOGICKÉ STABILITY	39
OBRÁZEK 19: KONTROLNÍ ŠACHTA ČISTÉ A PRŮSAKOVÉ VODY.....	40
OBRÁZEK 20: ODVODŇOVACÍ PŘÍKOP, VYÚSTĚNÍ DO VODOTEČE, OCHRANNÁ HRÁZ S ODVODŇOVACÍM PŘÍKOPEM PROTI VNIKUTÍ SRÁŽKOVÉ VODY DO TĚLESA SKLÁDKY	41
OBRÁZEK 21: JÍMKA PRŮSAKOVÝCH VOD, VYÚSTĚNÍ K VRÁCENÍ PRŮSAKOVÉ VODY NA SKLÁDKU A HADICE NA ZAVLAŽOVANÉ ČÁSTI SKLÁDKY	42
OBRÁZEK 22: POŽÁRNÍ NÁDRŽ NA DEŠŤOVOU VODU	43
OBRÁZEK 23: PLYNOVÉ STUDNY.....	43
OBRÁZEK 24: MANIPULAČNÍ PLOCHA S KONTEJNERY PRO ODPAD NEUMOŽŇUJÍCÍ ULOŽENÍ NA SKLÁDKU, KRYTÁ MÍSTA PRO OBJEMNÝ ODPAD, TECHNICKÁ BUDOVA S VÁHOU A VJEZD.....	44
OBRÁZEK 25: PŘEKRYTÍ SKLÁDKY KRYCÍM MATERIÁLEM	46
OBRÁZEK 26: REKULTIVACE 1. ETAPY.....	47
OBRÁZEK 27: REKULTIVOVANÁ I. ETAPA SKLÁDKY ODPADŮ ŠTĚPÁNOVICE	48
OBRÁZEK 28: REKULTIVOVANÁ II. ETAPA SKLÁDKY ODPADŮ ŠTĚPÁNOVICE	48
OBRÁZEK 29: MÍSTA K ODBĚRU VZORKŮ VOD	49
OBRÁZEK 30: MNOŽSTVÍ ULOŽENÉHO ODPADU NA SKLÁDKU ODPADŮ ŠTĚPÁNOVICE	53
OBRÁZEK 31: HOŘČICE BÍLÁ (SINAPIS ALBA).....	54
OBRÁZEK 32: PRŮSAKY JEDNOTLIVÝCH MĚSÍCŮ	56
OBRÁZEK 33: PETRIHO MISKY S 5 ML ROZTOKU	56

OBRÁZEK 34: MĚŘENÍ DÉLKY KOŘÍNKŮ	57
OBRÁZEK 35: POPIS POSTUPU ZAKLÁDÁNÍ A VYHODNOCENÍ POKUSU.....	58
OBRÁZEK 36: GRAF DUBNOVÉ PRŮSAKOVÉ VODY V JEDNOTLIVÝCH KONCENTRACÍCH	59
OBRÁZEK 37: GRAF KVĚTNOVÉ PRŮSAKOVÉ VODY V JEDNOTLIVÝCH KONCENTRACÍCH	60
OBRÁZEK 38: GRAF ČERVNOVÉ PRŮSAKOVÉ VODY V JEDNOTLIVÝCH KONCENTRACÍCH	61
OBRÁZEK 39: GRAF ČERVENCOVÉ PRŮSAKOVÉ VODY V JEDNOTLIVÝCH KONCENTRACÍCH	62
OBRÁZEK 40: GRAF SRPNOVÉ PRŮSAKOVÉ VODY V JEDNOTLIVÝCH KONCENTRACÍCH	63
OBRÁZEK 41: GRAF ZÁŘIJOVÉ PRŮSAKOVÉ VODY V JEDNOTLIVÝCH KONCENTRACÍCH	64
OBRÁZEK 42: GRAF ŘÍJNOVÉ PRŮSAKOVÉ VODY V JEDNOTLIVÝCH KONCENTRACÍCH	65
OBRÁZEK 43: GRAF VODY ODEBRANÉ Z AKTIVNÍHO TĚLESA SKLÁDKY V JEDNOTLIVÝCH KONCENTRACÍCH	66
OBRÁZEK 44: GRAF INHIBICE V JEDNOTLIVÝCH MĚSÍCÍCH V ZÁVISLOSTI NA SRÁŽKÁCH PŘI KONCENTRACI 25%	67
OBRÁZEK 45: GRAF INHIBICE V JEDNOTLIVÝCH MĚSÍCÍCH V ZÁVISLOSTI NA SRÁŽKÁCH PŘI KONCENTRACI 50%	68
OBRÁZEK 46: GRAF INHIBICE V JEDNOTLIVÝCH MĚSÍCÍCH V ZÁVISLOSTI NA SRÁŽKÁCH PŘI KONCENTRACI 75%	69
OBRÁZEK 47: GRAF INHIBICE V JEDNOTLIVÝCH MĚSÍCÍCH V ZÁVISLOSTI NA SRÁŽKÁCH PŘI KONCENTRACI 90%	70
OBRÁZEK 48: GRAF INHIBICE V JEDNOTLIVÝCH MĚSÍCÍCH V ZÁVISLOSTI NA SRÁŽKÁCH PŘI KONCENTRACI 100 %	71
OBRÁZEK 49: GRAF KVĚTNOVÉ PRŮSAKOVÉ VODY (2015 A 2016) V ZÁVISLOSTI NA INHIBICI A SRÁŽKÁCH.....	73
OBRÁZEK 50: GRAF ČERVENCOVÉ PRŮSAKOVÉ VODY (2015 A 2016) V ZÁVISLOSTI NA INHIBICI A SRÁŽKÁCH.....	74
OBRÁZEK 51: GRAF ZÁŘIJOVÉ PRŮSAKOVÉ VODY (2015 A 2016) V ZÁVISLOSTI NA INHIBICI A SRÁŽKÁCH.....	75
OBRÁZEK 52: MAPA ŠIRŠÍCH VZTAHŮ ÚZEMÍ	90
OBRÁZEK 53: MAPA TERÉNU	90
OBRÁZEK 54: MAPA MIGRAČNĚ VÝZNAMNÉHO ÚZEMÍ	91
OBRÁZEK 55: MAPA MOKŘADU NADREGIONÁLNÍHO VÝZNAMU.....	91
OBRÁZEK 56: MÍSTO PRO GEOMONITORING	92
OBRÁZEK 57: TĚLESO SKLÁDKY S ODVODŇOVACÍM PŘÍKOPEM A PŘILEHLOU KOMUNIKACÍ	92
OBRÁZEK 58: TĚLESO SKLÁDKY S KOMPAKTOREM.....	93
OBRÁZEK 59: UKLÁDÁNÍ ODPADŮ	94
OBRÁZEK 60: III. ETAPA SKLÁDKY TUHÝCH KOMUNÁLNÍCH ODPADŮ ŠTĚPÁNOVICE	94
OBRÁZEK 61: ODBĚR PRŮSAKOVÉ VODY	95
OBRÁZEK 62: VODA NA AKTIVNÍM TĚLESE SKLÁDKY	95
OBRÁZEK 63: PETRIHO MISKY	96
OBRÁZEK 64: PETRIHO MISKY S DANOU KONCENTRACÍ	96

OBRÁZEK 65: SEMENA HOŘČICE BÍLÉ (SINAPIS ALBA L.) V PETRIHO MISKÁCH	96
OBRÁZEK 66: TERMOSTAT S MISKAMI	97
OBRÁZEK 67: VYKLÍČENÁ SEMENA HOŘČICE BÍLÉ (SINAPIS ALBA L.)	97
OBRÁZEK 68: PETRIHO MISKY S VYKLÍČENÝMI SEMENY	97
OBRÁZEK 69: ČERVENCOVÁ KONCENTRACE 100%	98
OBRÁZEK 70: SRPNOVÁ KONCENTRACE 100%	98
OBRÁZEK 71: VYKLÍČENÁ SEMENA NACHYSTANÁ K MĚŘENÍ KOŘENE....	98
OBRÁZEK 72: PIPETACE PRŮSAKOVÉ VODY	99
OBRÁZEK 73: PROTOKOL O ZKOUŠCE PRŮSAKOVÉ VODY	103

10 SEZNAM TABULEK

TABULKA 1: PARAMETRY PRO MONITOROVÁNÍ VOD.....	50
TABULKA 2: HODNOTY PŘI ODBĚRU PRŮSAKOVÉ VODY	51
TABULKA 3: HODNOTY MONITORINGU PRŮSAKOVÝCH VOD	51
TABULKA 4: ZÁSOBNÍ ROZTOKY SOLÍ PRO TESTY NA SEMENECH HOŘČICE BÍLÉ.....	55
TABULKA 5: JEDNOTLIVÉ ŘEDĚNÍ VZORKŮ.....	57
TABULKA 6: LIMITY VYLUHOVATELNOSTI TŘÍDY IIA.....	100
TABULKA 7: MNOŽSTVÍ SRÁŽEK ZA OBDOBÍ DUBEN AŽ ŘÍJEN 2016	101
TABULKA 8: MNOŽSTVÍ SRÁŽEK ZA KVĚTEN, ČERVENEC A ZÁŘÍ 2015 ...	102
TABULKA 9: KONTROLNÍ VZOREK DUBEN.....	104
TABULKA 10: KONCENTRACE 25% PRŮSAKOVÉ VODY (DUBEN).....	105
TABULKA 11: KONCENTRACE 50% PRŮSAKOVÉ VODY (DUBEN).....	106
TABULKA 12: KONCENTRACE 75% PRŮSAKOVÉ VODY (DUBEN).....	107
TABULKA 13: KONCENTRACE 90% PRŮSAKOVÉ VODY (DUBEN).....	108
TABULKA 14: KONCENTRACE 100% PRŮSAKOVÉ VODY (DUBEN).....	109
TABULKA 15: KONTROLNÍ VZOREK (KVĚTEN).....	110
TABULKA 16: KONCENTRACE 25% PRŮSAKOVÉ VODY (KVĚTEN).....	111
TABULKA 17: KONCENTRACE 50% PRŮSAKOVÉ VODY (KVĚTEN).....	112
TABULKA 18: KONCENTRACE 75% PRŮSAKOVÉ VODY (KVĚTEN).....	113
TABULKA 19: KONCENTRACE 90% PRŮSAKOVÉ VODY (KVĚTEN).....	114
TABULKA 20: KONCENTRACE 100% PRŮSAKOVÉ VODY (KVĚTEN).....	115
TABULKA 21: KONTROLNÍ VZOREK (ČERVEN).....	116
TABULKA 22: KONCENTRACE 25% (ČERVEN).....	117
TABULKA 23: KONCENTRACE 50% (ČERVEN).....	118
TABULKA 24: KONCENTRACE 75% (ČERVEN).....	119
TABULKA 25: KONCENTRACE 90% (ČERVEN).....	120
TABULKA 26: KONCENTRACE 100% (ČERVEN).....	121
TABULKA 27: KONTROLNÍ VZOREK (ČERVENEC).....	122
TABULKA 28: KONCENTRACE 25% (ČERVENEC).....	123
TABULKA 29: KONCENTRACE 50% (ČERVENEC).....	124
TABULKA 30: KONCENTRACE 75% (ČERVENEC).....	125
TABULKA 31: KONCENTRACE 90% (ČERVENEC).....	126
TABULKA 32: KONCENTRACE 100% (ČERVENEC).....	127
TABULKA 33: KONTROLNÍ VZOREK (SRPEN).....	128
TABULKA 34: KONCENTRACE 25% (SRPEN).....	129
TABULKA 35: KONCENTRACE 50% (SRPEN).....	130
TABULKA 36: KONCENTRACE 75% (SRPEN).....	131
TABULKA 37: KONCENTRACE 90% (SRPEN).....	132
TABULKA 38: KONCENTRACE 100% (SRPEN).....	133
TABULKA 39: KONTROLNÍ VZOREK (ZÁŘÍ).....	134
TABULKA 40: KONCENTRACE 25% (ZÁŘÍ).....	135
TABULKA 41: KONCENTRACE 50% (ZÁŘÍ).....	136
TABULKA 42: KONCENTRACE 75% (ZÁŘÍ).....	137
TABULKA 43: KONCENTRACE 90% (ZÁŘÍ).....	138
TABULKA 44: KONCENTRACE 100% (ZÁŘÍ).....	139
TABULKA 45: ŽIVNÝ ROZTOK (ŘÍJEN).....	140
TABULKA 46: KONCENTRACE 25% (ŘÍJEN).....	141

TABULKA 47: KONCENTRACE 50% (ŘÍJEN).....	142
TABULKA 48: KONCENTRACE 75% (ŘÍJEN).....	143
TABULKA 49: KONCENTRACE 90% (ŘÍJEN)	144
TABULKA 50: KONCENTRACE 100% (ŘÍJEN).....	145
TABULKA 51: ŽIVNÝ ROZTOK.....	146
TABULKA 52: LOUŽE Z TĚLESA SKLÁDKY 25%	147
TABULKA 53: LOUŽE Z TĚLESA SKLÁDKY 50%	148
TABULKA 54: LOUŽE Z TĚLESA SKLÁDKY 75%	149
TABULKA 55: LOUŽE Z TĚLESA SKLÁDKY 90%	150
TABULKA 56: LOUŽE Z TĚLESA SKLÁDKY 100%	151

11 SEZNAM ZKRATEK

BRKO – BIOLOGICKY ROZLOŽITELNÝ KOMUNÁLNÍ ODPAD

BRO – BIOLOGICKY ROZLOŽITELNÝ ODPAD

ČOV – ČISTÍRNA ODPADNÍCH VOD

ČR – ČESKÁ REPUBLIKA

CHKO – CHRÁNĚNNÁ KRAJINNÁ OBLAST

EU – EVROPSKÁ UNIE

HDPE – HIGH DENSITY POLYETHYLENE

KO – KOMUNÁLNÍ ODPAD

MBÚ – MECHANICKO – BIOLOGICKÁ ÚPRAVA

MZCHÚ – MALOPLOŠNĚ ZVLÁŠTĚ CHRÁZNĚNÉ ÚZEMÍ

NO – NEBEZPEČNÝ ODPAD

NP – NÁRODNÍ PARK

NPP – NÁRODNÍ PŘÍRODNÍ PAMÁTKA

NPR – NÁRODNÍ PŘÍRODNÍ REZERVACE

PCB – POLYCHLOROVANÉ BIFENYLY

PP – PŘÍRODNÍ PAMÁTKA

PR – PŘÍRODNÍ REZERVACE

PVC – POLYVINYLCHLORID

TKO – TUHÝ KOMUNÁLNÍ ODPAD

ÚSES – ÚZEMNÍ SYSTÉM EKOLOGICKÉ STABILITY

ZCHÚ – ZVLÁŠTĚ CHRÁNĚNNÉ ÚZEMÍ

ŽP – ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

12 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha číslo 1 – Mapy

Příloha číslo 2 – Fotografie skládky tuhých komunálních odpadů Štěpánovice

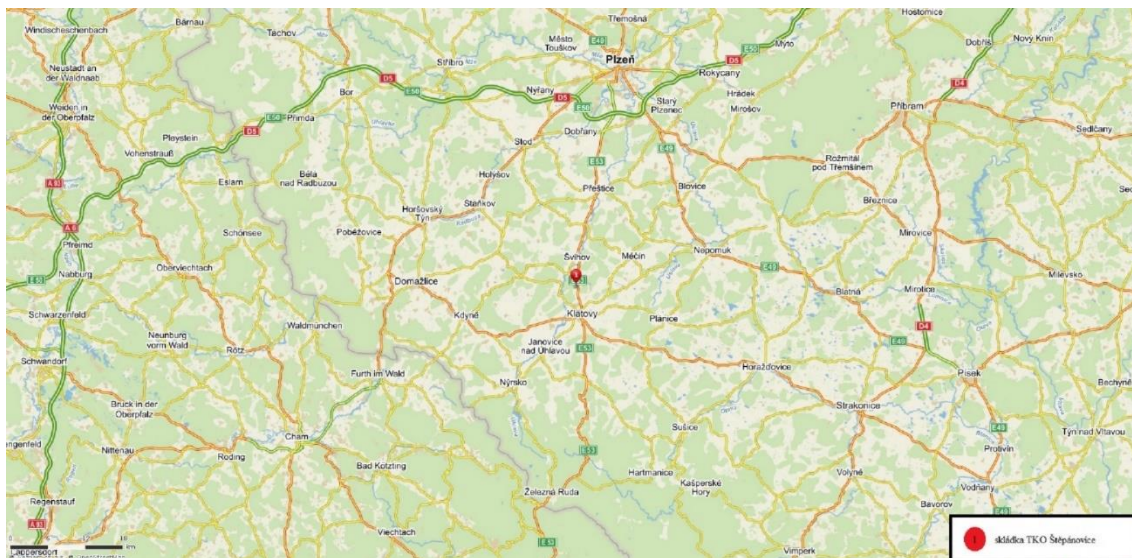
Příloha číslo 3 – Fotografie z testu fytotoxicity průsakových vod

Příloha číslo 4 – Vyluhovatelnost, srážky a protokol

Příloha číslo 5 – Tabulky z testu fytotoxicity průsakových vod

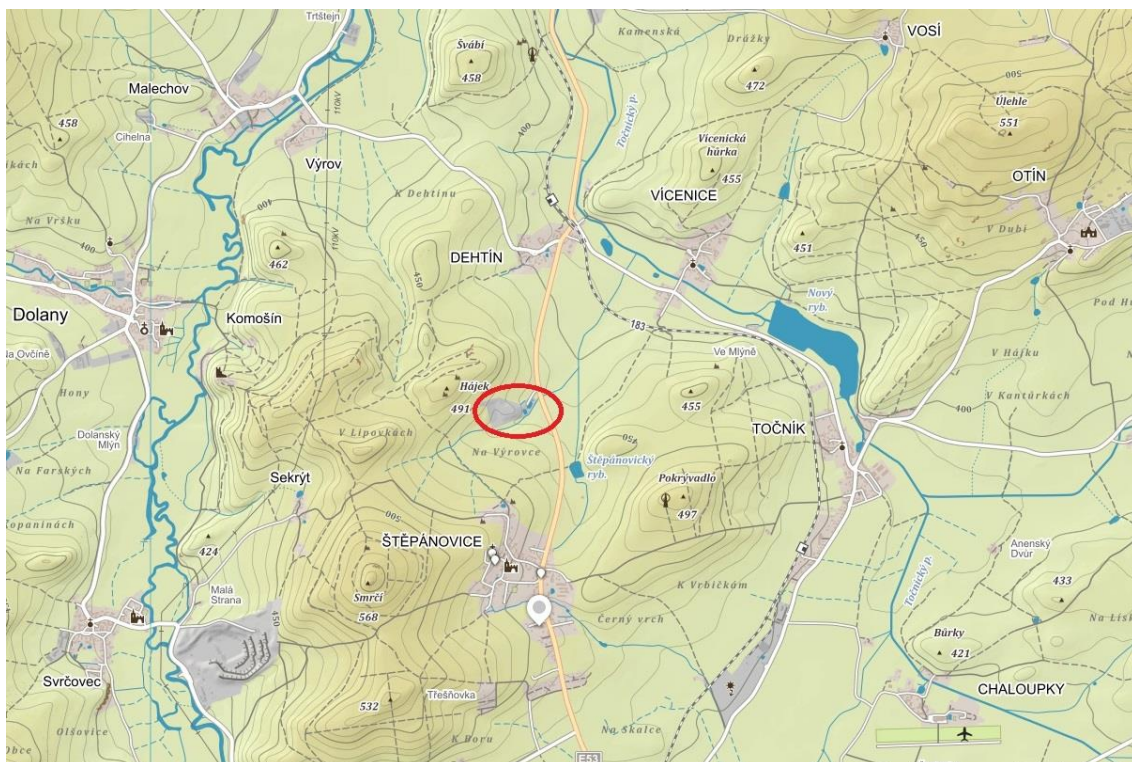
13 PŘÍLOHY

13.1 Příloha číslo 1 – Mapy



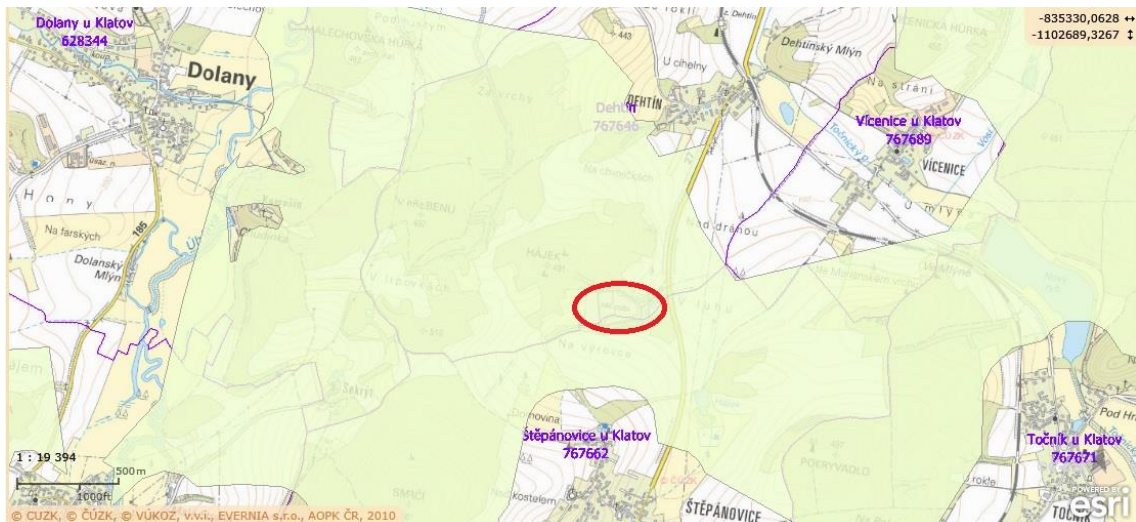
Obrázek 52: Mapa širších vztahů území

Zdroj: www.mapy.cz, upraveno: Kateřina Heralová



Obrázek 53: Mapa terénu

Zdroj: Mapy.cz, upraveno: Kateřina Heralová



Obrázek 54: Mapa migračně významného území

Zdroj: <http://mapy.nature.cz>, upraveno: Kateřina Heralová



Obrázek 55: Mapa mokřadu nadregionálního významu

Zdroj: <http://mapy.nature.cz>, upraveno: Kateřina Heralová

13.2 Příloha číslo 2 – Fotografie skládky tuhých komunálních odpadů Štěpánovice



Obrázek 56: Místo pro geomonitoring

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016



Obrázek 57: Těleso skládky s odvodňovacím příkopem a přilehlou komunikací

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016



Obrázek 58: Těleso skládky s kompaktořem

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016



Obrázek 59: Ukládání odpadů
Zdroj: Kateřina Heralová, 2016



Obrázek 60: III. etapa skládky tuhých komunálních odpadů Štěpánovice
Zdroj: Kateřina Heralová, 2016



Obrázek 61: Odběr průsakové vody

Zdroj: Vaverková, 2016



Obrázek 62: Voda na aktivním tělese skládky

Zdroj: Vaverková, 2016

13.3 Příloha číslo 3 – Fotografie z testu fytotoxicity průsakových vod



Obrázek 63: Petriho misky

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016



Obrázek 64: Petriho misky s danou koncentrací

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016



Obrázek 65: Semena hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) v Petriho miskách

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016



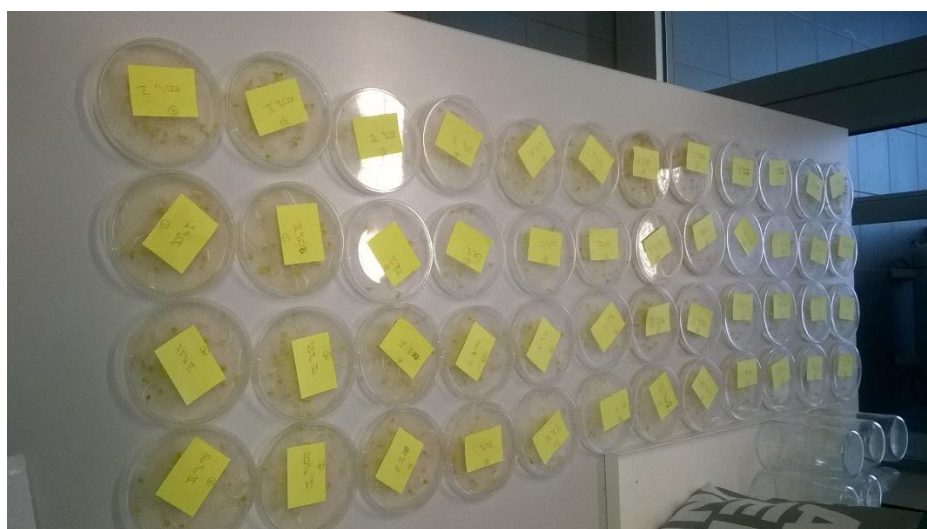
Obrázek 66: termostat s miskami

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016



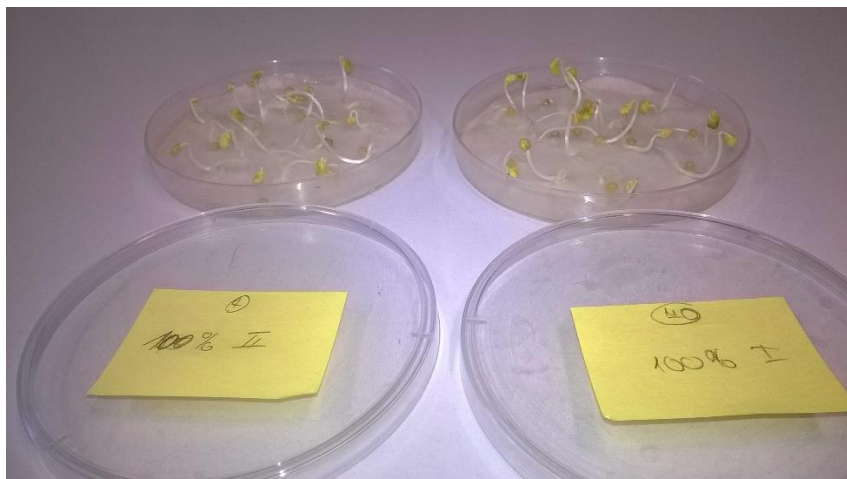
Obrázek 67: Vyklíčená semena hořčice bílé (*Sinapis alba* L.)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016



Obrázek 68: Petriho misky s vyklíčenými semeny

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016



Obrázek 69: Červcová koncentrace 100%

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016



Obrázek 70: Srpnová koncentrace 100%

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016



Obrázek 71: Vykličaná semena nachystaná k měření kořene

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016



Obrázek 72: Pipetace průsakové vody

Zdroj: Kateřina Heraldová, 2016

13.4 Příloha číslo 4 – Vyluhovatelnost, srážky a protokol

Tabulka 6: Limity vyluhovatelnosti třídy IIa

Zdroj: Středisko odpadů Mníšek s.r.o., 2015

Ukazatel	Třída vyluhovatelnosti IIa	Ukazatel	Třída vyluhovatelnosti IIa
	mg/l		mg/l
DOC (rozpuštěný organický uhlík)	80	Hg	0,2
Chloridy	1500	Ni	4
Fluoridy	30	Pb	5
sírany	3000	Sb	0,5
As	2,5	Se	0,7
Ba	30	Zn	20
Cd	0,5	Mo	3
Cr celkový	7	RL (rozpuštěné látky) ¹⁾	8 000
Cu	10	pH	≥ 6

Tabulka 7: Množství srážek za období duben až říjen 2016

Zdroj: <http://www.in-pocasi.cz/meteostanice/stanice.php?stanice=tync>

Dny	Duben (mm)	Květen (mm)	Červen (mm)	Červenec (mm)	Srpen (mm)	Září (mm)	Říjen (mm)
1	0	0	10,6	9,5	0	0	0,6
2	0	0	2,2	0,6	3,9	0	15,7
3	0	0	6,7	0	0,6	0	0
4	0	4,5	0,6	0	0	1,7	16,2
5	0	0,6	17,3	0	32,4	5,6	1,1
6	0,6	0	0	0	0	1,7	12,3
7	0	0	0	0	0	0	1,7
8	0	0	0,6	0	0	0	2
9	0	0	6,7	0	0	0	2
10	0	0	0	0	0	0	0,6
11	0	0	5	12,3	0,6	0	11,7
12	0	0,6	23	24,6	0	0	4,5
13	6,2	10,1	2	22,9	0	0,3	0,6
14	0	15,1	4,5	24	0	0,3	0,6
15	3,9	0	16	0	0	0,8	0
16	2,2	0	20,4	0	0	3,1	0
17	7,3	0	6,7	14,5	0	80,5	0,6
18	1,7	0	0	0,6	0	4,8	2
19	0	0	0	0	0	12,3	10,9
20	0	0	0	0	0	1,4	9,5
21	0	0	0	1,1	22,4	0	1,7
22	0	0	0	0	0,6	0	0,6
23	13,7	7,3	0	1,1	0	0	0
24	0,6	11,2	0	23,5	0	0	1,7
25	0,6	0,6	115,1	0	0	0	1,7
26	3,9	0	4,5	8,4	0	0	0
27	0	0	4,5	17,3	0	0	0
28	2,2	0	0	0	0	0	0,6
29	0	0,6	0	5,6	12,9	0	2,8
30	0	0	1,7	0	0	0	0
31	-	5	-	19,6	0	-	0
Celkem srážek (mm)	42,9	55,6	248,1	185,6	73,4	112,5	101,7

Tabulka 8: Množství srážek za květen, červenec a září 2015

Zdroj: <http://www.in-pocasi.cz/meteostanice/stanice.php?stanice=tyneck>

Dny	Květen (mm)	Červenec (mm)	Září (mm)
1	5,3	0	1,4
2	2,5	0	2,5
3	1,7	0	0,3
4	0	0	0
5	2	0	0
6	9,5	0	3,9
7	0	0	0,6
8	0	0	0,3
9	1,4	3,6	7,5
10	0,3	0	0,3
11	0	0	0
12	0,6	0	0
13	0,6	0,6	0
14	0,3	2,5	0
15	0	0	0
16	0	0	0
17	0	0	0
18	0	0	0
19	2	0	0
20	14,8	0	1,1
21	0,8	0	0,3
22	0	0	0
23	0	1,1	4,2
24	0	0	0
25	1,7	0,3	0
26	0	0	0
27	0	0,8	0
28	0	0,6	0
29	1,4	0,3	0
30	2	0	0
31	0	0	-
Celkem srážek (mm)	46,9	9,8	22,4

Zákazník: SANTEO s.r.o.
Pražská 900
252 10 Mníšek pod Brdy

Analyzovaný materiál: odpadní voda
Datum příjmu: 28.4.2016
Datum ukončení analýzy: 10.5.2016
Datum odběru: 28.4.2016
Odběr provedl: Zákazník

Č. vzorku: 7874 Označení vzorku: Stěpánovice, skládka TKO - akumulační jímka, č.vz.8249

Parametr	jednotka	č.vzorku:		Identifikace zkušební metody	Akr
		7874	NM		
pH		8,92	0,05	ECH 01A:ČSN ISO 10523	(4) A
Vodivost (25°C)	mS/m	522	2%	ECH 02:ČSN EN 27888	(4) A
Nerozpuštěné látky	mg/l	90,0	15%	GRA 01:ČSN EN 872	(4a) A
CHSK Cr	mg/l	486	15%	SPE 2s:ČSN ISO 15705	(4a) A
BSK 5	mg/l	35	15%	ECH 06:ČSN EN 1899-1,2	(4a) A
Amonné ionty	mg/l	3,11	10%	SPE 32:ČSN EN ISO 11732,ČSN EN ISO 13395,ČSN ISO 6332	(4) A
Dusičnany	mg/l	198	6%	SPE 32:ČSN EN ISO 11732,ČSN EN ISO 13395,ČSN ISO 6332	(4) A
ClO-C40	mg/l	<0,1		GC 07:ČSN EN ISO 9377-2	(2) A
AOX	mg/l	0,082	15%	ECH 07A:ČSN EN ISO 9562	(1) A
Rtuť	mg/l	0,0001	20%	AAS 06-07:ČSN 757440	(1) A
Olovo	mg/l	<0,05		ICP 02:ČSN EN ISO 11885	(1) A

Poznámka:

Pro stanovení rozpuštěných a/nebo nerozpuštěných látek byl použit filtr ze skleněných mikrovláken Filpap Z8, ϕ 47 mm. Pro stanovení kovů byl vzorek mineralizován mikrovlnným rozkladem s HNO₃ a H₂O₂.

Číslice u označení zkušební metody označuje pracoviště, na kterém byl parametr stanoven: 1-Labtech Brno, Polní 23/340, 639 00 Brno; 2-Labtech Paskov, Rudé armády 637,739 21 Paskov; 4-Hygienické laboratoře Klatovy, Pod Nemocnicí 683,339 01 Klatovy; 4a-Labtech Sušice, Pražská 1087,342 01 Sušice

Nejistota měření (NM) je definována jako rozšířená nejistota měření na hladině významnosti 95% s koeficientem rozšíření $k=2$ a nezahrnuje nejistotu odběru. Nejistota je vyjádřena v souladu s EA-4/16. K hodnotám výsledků pod spodní a nad horní mezí stanovitelnosti se nejistota nevztahuje.

Informace "Akr" rozlišuje akreditované (A) a neakreditované (N) standardní operační postupy (SOP). Zkoušky s uděleným flexibilním rozsahem akreditace jsou označeny FRA 1 (typ 1) a FRA 2 (typ 2). Akreditované zkoušky provedené v jiné laboratoři jako subdodávky jsou označeny SA.

Výsledky zkoušek se týkají pouze zkoušených předmětů uvedených výše.
Protokol nenahrazuje jiné dokumenty, např. správního charakteru a státního odborného dozoru.
Tento protokol může být reprodukován pouze celý, jinak jen s písemným souhlasem laboratoře.

Protokol vystaven:
10.5.2016



Ing. Hana Nebeská
zástupce vedoucího Hygienické laboratoře Klatovy

Obrázek 73: Protokol o zkoušce průsakové vody

Zdroj: Nebeská, 2016

13.5 Příloha číslo 5 – Tabulky z testu fytotoxicity průsakových vod

Tabulka 9: Kontrolní vzorek duben

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – CONTROL			
	SIA control 1 Length (mm)	SIA control 2 Length (mm)	
1	78	46	
2	50	30	
3	45	40	
4	63	10	
5	67	47	
6	84	13	
7	48	32	
8	26	20	
9	41	31	
10	47	30	
11	51	42	
12	24	41	
13	40	36	
14	6	45	
15	13	35	MEAN
# germinated	15	15	15
Mean	45,53	33,20	39,37
Std. Dev.	22,16	11,45	
VC%	48,67	34,50	
longest root	84,00	47,00	65,50

Tabulka 10: Koncentrace 25% průsakové vody (duben)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 25%				
	SIA sample 1 Length (mm)	SIA sample 2 Length (mm)		
1	12	30		
2	27	37		
3	46	32		
4	27	23		
5	22	30		
6	13	27		
7	5	42		
8	15	17		
9	14	5		
10	15	43		
11	13	35		
12	9	7		
13	10	10		
14	24	7		
15	13	33	MEAN	<u>% inhibition</u>
# germinated	15	15	15	
Mean	17,67	25,20	21,43	45,55
Std. Dev.	10,20	13,00		
VC%	57,71	51,57		
longest root	46,00	43,00	44,50	32,06

Tabulka 11: Koncentrace 50% průsakové vody (duben)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 50%				
	SIA sample 1 Length (mm)	SIA sample 2 Length (mm)		
1	16	20		
2	10	10		
3	15	17		
4	5	9		
5	11	49		
6	20	10		
7	42	15		
8	7	16		
9	13	16		
10	13	5		
11	18	4		
12	15	11		
13	12	13		
14	16	0		
15	0	3	MEAN	<u>% inhibition</u>
# germinated	15	15	15	65,20
Mean	14,20	13,20	13,70	
Std. Dev.	9,27	11,45		
VC%	65,26	86,72		
longest root	42,00	49,00	45,50	

Tabulka 12: Koncentrace 75% průsakové vody (duben)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 75%				
	SIA sample 1 Length (mm)	SIA sample 2 Length (mm)		
1	12	8		
2	10	13		
3	10	18		
4	15	18		
5	9	26		
6	10	30		
7	20	6		
8	7	8		
9	7	13		
10	13	15		
11	5	10		
12	22	13		
13	15	12		
14	0	19		
15	0	0	MEAN	<u>% inhibition</u>
# germinated	15	15	15	69,18
Mean	10,33	13,93	12,13	
Std. Dev.	6,26	7,62		
VC%	60,62	54,69		
longest root	22,00	30,00	26,00	

Tabulka 13:Koncentrace 90% průsakové vody (duben)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 90%				
	SIA sample 1 Length (mm)	SIA sample 2 Length (mm)		
1	7	13		
2	17	10		
3	13	24		
4	7	17		
5	11	12		
6	20	13		
7	11	14		
8	15	25		
9	10	12		
10	5	6		
11	10	9		
12	8	19		
13	9	5		
14	5	5		
15	0	14	MEAN	<u>% inhibition</u>
# germinated	15	15	15	70,70
Mean	9,87	13,20	11,53	
Std. Dev.	5,05	6,11		
VC%	51,23	46,28		
longest root	20,00	25,00	22,50	

Tabulka 14: Koncentrace 100% průsakové vody (duben)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 100%				
	SIA sample 1 Length (mm)	SIA sample 2 Length (mm)		
1	10	12		
2	7	8		
3	10	13		
4	8	3		
5	17	7		
6	5	7		
7	8	7		
8	7	15		
9	9	9		
10	14	8		
11	7	12		
12	9	12		
13	13	20		
14	4	13		
15	3	0	MEAN	<u>% inhibition</u>
# germinated	15	15	15	76,55
Mean	8,73	9,73	9,23	
Std. Dev.	3,75	4,92		
VC%	42,95	50,55		
longest root	17,00	20,00	18,50	

Tabulka 15: Kontrolní vzorek (květen)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – CONTROL			
	SIA control 1 Length (mm)	SIA control 2 Length (mm)	
1	61	12	
2	20	45	
3	70	23	
4	52	53	
5	47	27	
6	49	46	
7	25	71	
8	54	23	
9	30	49	
10	44	46	
11	55	51	
12	53	48	
13	64	31	
14	40	45	
15	0	5	MEAN
# germinated	15	15	15
Mean	44,27	38,33	41,30
Std. Dev.	18,61	17,55	
VC%	42,04	45,79	
longest root	70,00	71,00	70,50

Tabulka 16: Koncentrace 25% průsakové vody (květen)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 25%				
	SIA sample 1 Length (mm)	SIA sample 2 Length (mm)		
1	28	12		
2	18	13		
3	20	13		
4	14	17		
5	17	32		
6	14	27		
7	13	19		
8	9	26		
9	18	7		
10	18	6		
11	22	16		
12	29	6		
13	10	19		
14	61	16		
15	25	34	MEAN	<u>% inhibition</u>
# germinated	15	15	15	53,27
Mean	21,07	17,53	19,30	
Std. Dev.	12,54	8,86		
VC%	59,52	50,55		
longest root	61,00	34,00	47,50	

Tabulka 17: Koncentrace 50% průsakové vody (květen)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 50%				
	SIA sample 1 Length (mm)	SIA sample 2 Length (mm)		
1	10	16		
2	12	7		
3	35	9		
4	34	20		
5	6	13		
6	12	10		
7	10	10		
8	14	10		
9	26	31		
10	9	9		
11	15	29		
12	5	21		
13	8	14		
14	10	18		
15	16	25	MEAN	<u>% inhibition</u>
# germinated	15	15	15	62,55
Mean	14,80	16,13	15,47	
Std. Dev.	9,42	7,65		
VC%	63,65	47,43		
longest root	35,00	31,00	33,00	

Tabulka 18: Koncentrace 75% průsakové vody (květen)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 75%				
	SIA sample 1 Length (mm)	SIA sample 2 Length (mm)		
1	13	13		
2	17	9		
3	7	20		
4	26	16		
5	8	14		
6	7	7		
7	24	5		
8	16	13		
9	16	10		
10	10	26		
11	17	11		
12	7	17		
13	21	10		
14	24	16		
15	8	15	MEAN	<u>% inhibition</u>
# germinated	15	15	15	65,86
Mean	14,73	13,47	14,10	
Std. Dev.	6,80	5,29		
VC%	46,14	39,28		
longest root	26,00	26,00	26,00	

Tabulka 19: Koncentrace 90% průsakové vody (květen)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 90%				
	SIA sample 1 Length (mm)	SIA sample 2 Length (mm)		
1	4	13		
2	3	15		
3	10	17		
4	18	28		
5	3	12		
6	13	6		
7	10	9		
8	14	9		
9	17	10		
10	19	13		
11	4	7		
12	7	13		
13	8	15		
14	6	6		
15	9	0	MEAN	<u>% inhibition</u>
# germinated	15	15	15	74,33
Mean	9,67	11,53	10,60	
Std. Dev.	5,46	6,33		
VC%	56,48	54,92		
longest root	19,00	28,00	23,50	

Tabulka 20: Koncentrace 100% průsakové vody (květen)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 100%				
	SIA sample 1 Length (mm)	SIA sample 2 Length (mm)		
1	2	8		
2	6	7		
3	7	6		
4	5	6		
5	14	8		
6	7	10		
7	9	14		
8	16	9		
9	13	20		
10	8	10		
11	7	6		
12	6	9		
13	12	0		
14	4	0		
15	5	0	MEAN	<u>% inhibition</u>
# germinated	15	15	15	81,11
Mean	8,07	7,53	7,80	
Std. Dev.	3,99	5,29		
VC%	49,47	70,22		
longest root	16,00	20,00	18,00	

Tabulka 21: Kontrolní vzorek (červen)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – CONTROL			
	SIA control 1 Length (mm)	SIA control 2 Length (mm)	
1	25	35	
2	31	41	
3	29	29	
4	39	54	
5	30	36	
6	34	21	
7	23	15	
8	29	20	
9	27	43	
10	37	25	
11	25	38	
12	20	48	
13	20	30	
14	18	15	
15	24	27	MEAN
# germinated	15	15	15
Mean	27,40	31,80	29,60
Std. Dev.	6,19	11,75	
VC%	22,57	36,95	
longest root	39,00	54,00	46,50

Tabulka 22: Koncentrace 25% (červen)
 Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 25%				
	SIA sample 1 Length (mm)	SIA sample 2 Length (mm)		
1	36	47		
2	42	22		
3	29	13		
4	33	28		
5	8	23		
6	15	18		
7	45	14		
8	36	24		
9	30	20		
10	15	35		
11	28	23		
12	49	29		
13	29	25		
14	11	21		
15	20	0	MEAN	<u>% inhibition</u>
# germinated	15	15	15	13,51
Mean	28,40	22,80	25,60	
Std. Dev.	12,46	10,47		
VC%	43,87	45,92		
longest root	49,00	47,00	48,00	-3,23

Tabulka 23: Koncentrace 50% (červen)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 50%				
	SIA sample 1 Length (mm)	SIA sample 2 Length (mm)		
1	44	43		
2	20	15		
3	28	23		
4	40	27		
5	23	39		
6	6	25		
7	8	35		
8	22	19		
9	57	31		
10	25	25		
11	13	10		
12	42	10		
13	20	13		
14	35	5		
15	4	3	MEAN	<u>% inhibition</u>
# germinated	15	15	15	20,05
Mean	25,80	21,53	23,67	
Std. Dev.	15,34	12,24		
VC%	59,48	56,85		
longest root	57,00	43,00	50,00	

Tabulka 24: Koncentrace 75% (červen)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 75%				
	SIA sample 1 Length (mm)	SIA sample 2 Length (mm)		
1	40	10		
2	14	37		
3	20	34		
4	21	29		
5	24	37		
6	36	14		
7	25	29		
8	20	32		
9	20	18		
10	13	13		
11	22	34		
12	19	13		
13	23	0		
14	14	0		
15	0	0	MEAN	<u>% inhibition</u> 31,19 17,20
# germinated	15	15	15	
Mean	20,73	20,00	20,37	
Std. Dev.	9,35	13,92		
VC%	45,12	69,62		
longest root	40,00	37,00	38,50	

Tabulka 25: Koncentrace 90% (červen)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 90%				
	SIA sample 1 Length (mm)	SIA sample 2 Length (mm)		
1	15	17		
2	24	16		
3	23	18		
4	27	20		
5	13	9		
6	22	30		
7	27	28		
8	14	12		
9	18	19		
10	10	28		
11	4	18		
12	5	10		
13	9	6		
14	4	11		
15	0	10	MEAN	<u>% inhibition</u> 47,41 38,71
# germinated	15	15	15	
Mean	14,33	16,80	15,57	
Std. Dev.	8,93	7,42		
VC%	62,33	44,16		
longest root	27,00	30,00	28,50	

Tabulka 26: Koncentrace 100% (červen)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 100%				
	SIA sample 1 Length (mm)	SIA sample 2 Length (mm)		
1	9	10		
2	22	12		
3	13	20		
4	15	18		
5	15	20		
6	13	6		
7	12	17		
8	18	14		
9	24	12		
10	1	18		
11	27	10		
12	15	19		
13	3	12		
14	10	16		
15	11	17	MEAN	<u>% inhibition</u> 51,69 49,46
# germinated	15	15	15	
Mean	13,87	14,73	14,30	
Std. Dev.	7,06	4,23		
VC%	50,91	28,74		
longest root	27,00	20,00	23,50	

Tabulka 27: Kontrolní vzorek (červenec)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – CONTROL			
	SIA control 1 Length (mm)	SIA control 2 Length (mm)	
1	33	35	
2	39	30	
3	23	27	
4	41	23	
5	29	36	
6	19	30	
7	35	18	
8	55	42	
9	20	29	
10	19	27	
11	17	20	
12	23	17	
13	30	18	
14	40	20	
15	21	38	MEAN
# germinated	15	15	15
Mean	29,60	27,33	28,47
Std. Dev.	10,85	7,96	
VC%	36,67	29,13	
longest root	55,00	42,00	48,50

Tabulka 28: Koncentrace 25% (červenec)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 25%				
	SIA sample 1 Length (mm)	SIA sample 2 Length (mm)		
1	27	28		
2	18	37		
3	10	20		
4	15	40		
5	38	25		
6	30	35		
7	15	21		
8	18	40		
9	19	24		
10	14	13		
11	32	17		
12	15	28		
13	8	15		
14	7	11		
15	8	0	MEAN	<u>% inhibition</u> 26,46 19,59
# germinated	15	15	15	
Mean	18,27	23,60	20,93	
Std. Dev.	9,45	11,51		
VC%	51,71	48,76		
longest root	38,00	40,00	39,00	

Tabulka 29: Koncentrace 50% (červenec)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 50%				
	SIA sample 1 Length (mm)	SIA sample 2 Length (mm)		
1	27	20		
2	27	30		
3	32	46		
4	30	17		
5	18	56		
6	30	23		
7	62	3		
8	27	43		
9	13	40		
10	15	33		
11	27	27		
12	20	25		
13	15	19		
14	10	22		
15	0	10	MEAN	<u>% inhibition</u> 10,19 -21,65
# germinated	15	15	15	
Mean	23,53	27,60	25,57	
Std. Dev.	13,94	14,12		
VC%	59,23	51,14		
longest root	62,00	56,00	59,00	

Tabulka 30: Koncentrace 75% (červenec)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 75%				
	SIA sample 1 Length (mm)	SIA sample 2 Length (mm)		
1	20	21		
2	16	20		
3	13	38		
4	16	51		
5	14	14		
6	24	43		
7	32	32		
8	13	49		
9	10	12		
10	17	5		
11	15	32		
12	25	4		
13	17	11		
14	17	24		
15	0	39	MEAN	<u>% inhibition</u> 24,59 14,43
# germinated	15	15	15	
Mean	16,60	26,33	21,47	
Std. Dev.	7,22	15,54		
VC%	43,49	59,02		
longest root	32,00	51,00	41,50	

Tabulka 31: Koncentrace 90% (červenec)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 90%				
	SIA sample 1 Length (mm)	SIA sample 2 Length (mm)		
1	11	22		
2	28	22		
3	11	25		
4	12	12		
5	10	25		
6	10	25		
7	21	9		
8	43	8		
9	12	35		
10	22	16		
11	7	14		
12	2	19		
13	33	25		
14	12	23		
15	3	7	MEAN	<u>% inhibition</u> 38,64 19,59
# germinated	15	15	15	
Mean	15,80	19,13	17,47	
Std. Dev.	11,46	7,94		
VC%	72,53	41,48		
longest root	43,00	35,00	39,00	

Tabulka 32: Koncentrace 100% (červenec)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 100%				
	SIA sample 1 Length (mm)	SIA sample 2 Length (mm)		
1	34	10		
2	32	21		
3	12	25		
4	25	24		
5	12	32		
6	21	26		
7	9	4		
8	19	11		
9	10	18		
10	7	13		
11	12	14		
12	8	23		
13	14	14		
14	12	9		
15	0	8	MEAN	<u>% inhibition</u> 43,91 31,96
# germinated	15	15	15	
Mean	15,13	16,80	15,97	
Std. Dev.	9,40	8,04		
VC%	62,13	47,84		
longest root	34,00	32,00	33,00	

Tabulka 33: Kontrolní vzorek (srpen)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – CONTROL			
	SIA control 1 Length (mm)	SIA control 2 Length (mm)	
1	59	41	
2	39	32	
3	20	24	
4	35	30	
5	37	25	
6	36	27	
7	30	31	
8	17	25	
9	25	26	
10	44	42	
11	23	37	
12	25	26	
13	24	20	
14	25	29	
15	10	23	MEAN
# germinated	15	15	15
Mean	29,93	29,20	29,57
Std. Dev.	12,12	6,47	
VC%	40,49	22,16	
longest root	59,00	42,00	50,50

Tabulka 34: Koncentrace 25% (srpen)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 25%				
	SIA sample 1 Length (mm)	SIA sample 2 Length (mm)		
1	17	13		
2	21	24		
3	13	19		
4	16	33		
5	20	20		
6	23	17		
7	11	24		
8	13	12		
9	18	10		
10	10	15		
11	11	13		
12	12	10		
13	0	15		
14	0	10		
15	0	10	MEAN	<u>% inhibition</u> 51,52 44,55
# germinated	15	15	15	
Mean	12,33	16,33	14,33	
Std. Dev.	7,47	6,66		
VC%	60,57	40,79		
longest root	23,00	33,00	28,00	

Tabulka 35: Koncentrace 50% (srpen)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 50%				
	SIA sample 1 Length (mm)	SIA sample 2 Length (mm)		
1	11	9		
2	5	22		
3	8	10		
4	20	5		
5	13	14		
6	6	8		
7	7	12		
8	10	4		
9	12	5		
10	10	4		
11	10	8		
12	8	6		
13	5	0		
14	4	0		
15	4	0	MEAN	<u>% inhibition</u> 72,94 58,42
# germinated	15	15	15	
Mean	8,87	7,13	8,00	
Std. Dev.	4,22	5,90		
VC%	47,63	82,74		
longest root	20,00	22,00	21,00	

Tabulka 36: Koncentrace 75% (srpen)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 75%				
	SIA sample 1 Length (mm)	SIA sample 2 Length (mm)		
1	12	7		
2	7	14		
3	5	6		
4	4	6		
5	3	9		
6	3	7		
7	4	5		
8	5	3		
9	0	3		
10	0	3		
11	0	3		
12	0	0		
13	0	0		
14	0	0		
15	0	0	MEAN	<u>% inhibition</u>
# germinated	15	15	15	87,71
Mean	2,87	4,40	3,63	
Std. Dev.	3,48	3,94		
VC%	121,46	89,60		
longest root	12,00	14,00	13,00	

Tabulka 37: Koncentrace 90% (srpen)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 90%				
	SIA sample 1 Length (mm)	SIA sample 2 Length (mm)		
1	10	8		
2	6	11		
3	5	10		
4	3	11		
5	0	5		
6	0	3		
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	MEAN	<u>% inhibition</u>
# germinated	15	15	15	91,88
Mean	1,60	3,20	2,40	
Std. Dev.	3,07	4,52		
VC%	191,62	141,34		
longest root	10,00	11,00	10,50	

Tabulka 38: Koncentrace 100% (srpen)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 100%				
	SIA sample 1 Length (mm)	SIA sample 2 Length (mm)		
1	3	5		
2	5	5		
3	3	0		
4	3	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	MEAN	<u>% inhibition</u> 97,29 90,10
# germinated	15	15	15	
Mean	0,93	0,67	0,80	
Std. Dev.	1,67	1,76		
VC%	178,67	263,90		
longest root	5,00	5,00	5,00	

Tabulka 39: Kontrolní vzorek (září)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – CONTROL			
	SIA control 1 Length (mm)	SIA control 2 Length (mm)	
1	56	47	
2	60	21	
3	68	51	
4	65	36	
5	54	42	
6	51	40	
7	24	10	
8	73	52	
9	8	11	
10	72	7	
11	57	20	
12	7	21	
13	44	10	
14	15	47	
15	50	10	MEAN
# germinated	15	15	15
Mean	46,93	28,33	37,63
Std. Dev.	22,64	17,10	
VC%	48,23	60,35	
longest root	73,00	52,00	62,50

Tabulka 40: Koncentrace 25% (září)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 25%				
	SIA sample 1 Length (mm)	SIA sample 2 Length (mm)		
1	60	26		
2	43	25		
3	32	23		
4	17	37		
5	28	34		
6	35	39		
7	32	53		
8	8	17		
9	47	6		
10	36	4		
11	18	32		
12	15	52		
13	27	3		
14	23	16		
15	21	25	MEAN	<u>% inhibition</u> 26,13 9,60
# germinated	15	15	15	
Mean	29,47	26,13	27,80	
Std. Dev.	13,60	15,58		
VC%	46,14	59,63		
longest root	60,00	53,00	56,50	

Tabulka 41: Koncentrace 50% (září)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 50%				
	SIA sample 1 Length (mm)	SIA sample 2 Length (mm)		
1	46	25		
2	17	30		
3	26	23		
4	30	30		
5	56	31		
6	17	13		
7	31	23		
8	50	14		
9	28	36		
10	23	40		
11	35	40		
12	45	49		
13	19	17		
14	16	22		
15	35	55	MEAN	<u>% inhibition</u> 18,33 11,20
# germinated	15	15	15	
Mean	31,60	29,87	30,73	
Std. Dev.	12,80	12,32		
VC%	40,50	41,24		
longest root	56,00	55,00	55,50	

Tabulka 42: Koncentrace 75% (září)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 75%				
	SIA sample 1 Length (mm)	SIA sample 2 Length (mm)		
1	15	13		
2	29	8		
3	29	41		
4	33	27		
5	26	40		
6	23	25		
7	20	10		
8	31	38		
9	22	40		
10	15	5		
11	17	11		
12	29	13		
13	30	12		
14	31	12		
15	6	5	MEAN	<u>% inhibition</u> 41,90 40,80
# germinated	15	15	15	
Mean	23,73	20,00	21,87	
Std. Dev.	7,79	13,73		
VC%	32,81	68,66		
longest root	33,00	41,00	37,00	

Tabulka 43: Koncentrace 90% (září)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 90%				
	SIA sample 1 Length (mm)	SIA sample 2 Length (mm)		
1	30	16		
2	41	12		
3	24	16		
4	26	22		
5	40	10		
6	28	15		
7	13	10		
8	37	11		
9	36	19		
10	32	11		
11	15	22		
12	16	9		
13	20	5		
14	18	0		
15	9	0	MEAN	<u>% inhibition</u> 50,13 49,60
# germinated	15	15	15	
Mean	25,67	11,87	18,77	
Std. Dev.	10,28	6,79		
VC%	40,05	57,23		
longest root	41,00	22,00	31,50	

Tabulka 44: Koncentrace 100% (září)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 100%				
	SIA sample 1 Length (mm)	SIA sample 2 Length (mm)		
1	20	21		
2	21	12		
3	12	18		
4	37	4		
5	7	31		
6	11	42		
7	9	15		
8	12	23		
9	10	15		
10	16	12		
11	12	22		
12	7	10		
13	5	5		
14	6	5		
15	0	0	MEAN	<u>% inhibition</u> 62,80 36,80
# germinated	15	15	15	
Mean	12,33	15,67	14,00	
Std. Dev.	8,77	11,10		
VC%	71,13	70,86		
longest root	37,00	42,00	39,50	

Tabulka 45: Živný roztok (říjen)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – CONTROL			
	SIA control 1 Length (mm)	SIA control 2 Length (mm)	
1	47	33	
2	39	16	
3	35	25	
4	27	28	
5	35	30	
6	13	34	
7	37	25	
8	9	58	
9	3	26	
10	34	44	
11	16	34	
12	62	5	
13	19	5	
14	20	0	
15	0	10	MEAN
# germinated	15	15	15
Mean	26,40	24,87	25,63
Std. Dev.	17,11	15,68	
VC%	64,82	63,05	
longest root	62,00	58,00	60,00

Tabulka 46: Koncentrace 25% (říjen)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 25%				
	SIA sample 1 Length (mm)	SIA sample 2 Length (mm)		
1	13	27		
2	20	10		
3	21	8		
4	35	17		
5	36	16		
6	26	15		
7	15	8		
8	26	13		
9	10	22		
10	13	13		
11	7	19		
12	5	13		
13	15	12		
14	0	20		
15	0	13	MEAN	<u>% inhibition</u> 39,14 47,50
# germinated	15	15	15	
Mean	16,13	15,07	15,60	
Std. Dev.	11,25	5,26		
VC%	69,73	34,89		
longest root	36,00	27,00	31,50	

Tabulka 47: Koncentrace 50% (říjen)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 50%				
	SIA sample 1 Length (mm)	SIA sample 2 Length (mm)		
1	19	16		
2	15	6		
3	9	10		
4	10	22		
5	12	13		
6	10	27		
7	7	20		
8	6	10		
9	8	7		
10	13	18		
11	11	9		
12	6	19		
13	10	0		
14	10	0		
15	2	0	MEAN	<u>% inhibition</u> 57,74 61,67
# germinated	15	15	15	
Mean	9,87	11,80	10,83	
Std. Dev.	4,05	8,45		
VC%	41,06	71,64		
longest root	19,00	27,00	23,00	

Tabulka 48: Koncentrace 75% (říjen)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 75%				
	SIA sample 1 Length (mm)	SIA sample 2 Length (mm)		
1	6	3		
2	8	9		
3	4	10		
4	0	2		
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	MEAN	<u>% inhibition</u>
# germinated	15	15	15	
Mean	1,20	1,80	1,50	
Std. Dev.	2,60	3,32		
VC%	216,39	184,50		
longest root	8,00	10,00	9,00	

Tabulka 49: Koncentrace 90% (řéjen)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 90%				
	SIA sample 1	SIA sample 2		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	3	3		
2	0	3		
3	0	3		
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	MEAN	% inhibition
# germinated	15	15	15	98,44
Mean	0,20	0,60	0,40	
Std. Dev.	0,77	1,24		
VC%	387,30	207,02		
longest root	3,00	3,00	3,00	

Tabulka 50: Koncentrace 100% (říjen)

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 100%				
	SIA sample 1 Length (mm)	SIA sample 2 Length (mm)		
1	2	2		
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	MEAN	<u>% inhibition</u>
# germinated	15	15	15	
Mean	0,13	0,13	0,13	
Std. Dev.	0,52	0,52		
VC%	387,30	387,30		
longest root	2,00	2,00	2,00	

Tabulka 51: živný roztok
 Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – CONTROL			
	SIA control 1 Length (mm)	SIA control 2 Length (mm)	
1	45	33	
2	53	12	
3	49	28	
4	28	48	
5	35	31	
6	73	69	
7	46	19	
8	70	45	
9	21	18	
10	23	43	
11	34	52	
12	5	29	
13	28	53	
14	0	12	
15	0	0	MEAN
# germinated	15	15	15
Mean	34,00	32,80	33,40
Std. Dev.	22,65	18,83	
VC%	66,63	57,40	
longest root	73,00	69,00	71,00

Tabulka 52: Louže z tělesa skládky 25%

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 25%				
	SIA sample 1 Length (mm)	SIA sample 2 Length (mm)		
1	10	12		
2	21	25		
3	10	25		
4	34	20		
5	12	13		
6	30	20		
7	15	30		
8	17	22		
9	12	10		
10	15	21		
11	14	22		
12	32	9		
13	25	19		
14	26	20		
15	10	0	MEAN	<u>% inhibition</u> 45,01 54,93
# germinated	15	15	15	
Mean	18,87	17,87	18,37	
Std. Dev.	8,48	7,68		
VC%	44,92	42,98		
longest root	34,00	30,00	32,00	

Tabulka 53: Louže z tělesa skládky 50%

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 50%				
	SIA sample 1	SIA sample 2		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	27	30		
2	26	14		
3	12	8		
4	20	11		
5	22	21		
6	20	17		
7	8	3		
8	10	20		
9	16	17		
10	5	18		
11	6	20		
12	13	13		
13	5	6		
14	7	10		
15	20	0	MEAN	% inhibition
# germinated	15	15	15	57,58
Mean	14,47	13,87	14,17	
Std. Dev.	7,64	7,81		
VC%	52,83	56,32		
longest root	27,00	30,00	28,50	

Tabulka 54: Louže z tělesa skládky 75%

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 75%				
	SIA sample 1	SIA sample 2		
	Length (mm)	Length (mm)		
1	11	13		
2	17	14		
3	19	17		
4	9	13		
5	18	4		
6	17	17		
7	9	5		
8	20	4		
9	17	11		
10	13	14		
11	10	20		
12	7	23		
13	10	10		
14	6	10		
15	0	3	MEAN	% inhibition
# germinated	15	15	15	63,97
Mean	12,20	11,87	12,03	
Std. Dev.	5,71	6,05		
VC%	46,80	50,95		
longest root	20,00	23,00	21,50	

Tabulka 55: Louže z tělesa skládky 90%

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 90%				
	SIA sample 1 Length (mm)	SIA sample 2 Length (mm)		
1	14	24		
2	13	8		
3	20	10		
4	10	17		
5	13	9		
6	12	18		
7	10	19		
8	16	21		
9	23	20		
10	16	19		
11	12	7		
12	14	18		
13	3	17		
14	0	27		
15	0	14	MEAN	<u>% inhibition</u> 57,68 64,79
# germinated	15	15	15	
Mean	11,73	16,53	14,13	
Std. Dev.	6,56	5,88		
VC%	55,93	35,55		
longest root	23,00	27,00	25,00	

Tabulka 56: Louže z tělesa skládky 100%

Zdroj: Kateřina Heralová, 2016

SIA – Sample 100%				
	SIA sample 1 Length (mm)	SIA sample 2 Length (mm)		
1	13	11		
2	15	11		
3	11	10		
4	25	11		
5	12	8		
6	21	11		
7	7	10		
8	17	5		
9	5	10		
10	13	11		
11	12	19		
12	6	10		
13	9	13		
14	0	7		
15	0	10	MEAN	<u>% inhibition</u> 67,76 69,01
# germinated	15	15	15	
Mean	11,07	10,47	10,77	
Std. Dev.	6,97	3,04		
VC%	63,02	29,08		
longest root	25,00	19,00	22,00	