

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav aplikované a krajinné ekologie



**Agronomická
fakulta**

**Mendelova
univerzita
v Brně**



**Hodnocení toxicity průsakových vod ze skládky
odpadů Kuchyňky**

Diplomová práce

Vedoucí práce:

Bc. Ing. Dana Adamcová, Ph.D.

Vypracovala:

Bc. Petra Studeníková

Brno 2016

zadání

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem práci: **Hodnocení toxicity průsakových vod ze skládky odpadů Kuchyňky** 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, ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

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

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

V Brně dne:

.....
podpis

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych touto cestou poděkovala své vedoucí práce Bc. Ing. Daně Adamcové, Ph.D. za odborné vedení, ochotu, cenné rady a připomínky při vypracování diplomové práce. Další poděkování patří vedoucímu skládky TKO Zdounky – Kuchyňky panu Ing. Ivanu Mohlerovi za možnost exkurze na skládce. V neposlední řadě patří velké díky mé rodině, která mě po celou dobu studia vytrvale podporovala.

ABSTRAKT

Diplomová práce na téma „Hodnocení toxicity průsakových vod ze skládky odpadů Kuchyňky“ se v úvodní části zabývá legislativním prostředím, způsoby nakládání s odpady, statistickými údaji. Dále je zde teoretický popis procesu skládkování, dělení skládek a charakteristika základních metod ekotoxikologie. Následující část práce je věnována informacím o skládce odpadů Zdounky – Kuchyňky, její lokalizace, přírodní poměry a údaje o monitoringu na skládce. Dále se tato kapitola věnuje popisu provedení testu inhibice růstu okřehek menšího (*Lemna minor* L.) na průsakových vodách ze skládky odpadů Kuchyňky. V poslední části diplomové práce se nachází vyhodnocení výsledků testu toxicity průsakových a dešťových vod ze skládky odpadů Kuchyňky.

KLÍČOVÁ SLOVA

ekotoxikologie, skládkování, monitoring, okřehek menší, inhibice růstu

ABSTRACT

Thesis on “Evaluation of the toxicity of the water seepage from landfill Kuchyňky” is engaged in legislation, waste management, statistical data in the beginning. Then there is a theoretical description of the process of landfill, division of landfills and characteristics of the basic methods of ecotoxicology. The next part is devoted to informations about landfill Zdounky - Kuchyňky, its location, natural conditions and monitoring data on the landfill. Then the chapter is devoted to the description of the test of growth of duckweed (*Lemna minor* L.) on water seepage from landfill Kuchyňky. In the last part of the thesis there is the evaluation of the results of a toxicity test of water seepage and rainwater from landfill Kuchyňky.

KEYWORDS

ecotoxicology, landfilling, monitoring, duckweed, growth inhibition

OBSAH

1	ÚVOD	8
2	CÍL PRÁCE	9
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED	10
3.1	Základní pojmy v odpadovém hospodářství.....	10
3.2	Legislativní prostředí.....	12
3.3	Způsoby nakládání s odpady.....	13
3.4	Statistické údaje týkající se produkce komunálního odpadu.....	17
3.4.1	Produkce komunálního odpadu v České republice.....	17
3.4.2	Produkce komunálního odpadu v Evropské unii.....	20
3.5	Popis procesu skládkování se zaměřením na monitoring vod.....	21
3.6	Základní metody ekotoxikologie.....	25
3.6.1	Metodiky hodnocení expozice.....	26
3.6.2	Metodiky hodnocení účinku.....	27
3.6.3	Bioindikační metody.....	28
4	MATERIÁL A METODIKA	29
4.1	Lokalizace skládky odpadů Kuchyňky.....	29
4.2	Přírodní poměry lokality.....	30
4.3	Základní charakteristika skládky.....	31
4.4	Množství přijatých odpadů na skládce Kuchyňky.....	32
4.5	Monitoring na skládce Kuchyňky.....	33
4.6	Provedení testu inhibice růstu okřehku menšího (<i>Lemna minor</i> L.) na průsakových a dešťových vodách ze skládky odpadů Kuchyňky.....	34
4.6.1	Charakteristika organismu.....	35
4.6.2	Odběr vzorků průsakových a dešťových vod z areálu skládky Kuchyňky.....	36
4.6.3	Pracovní postup.....	37

5	VÝSLEDKY A DISKUSE	42
5.1	Vyhodnocení výsledků testu toxicity průsakových a dešťových vod ze skládky odpadů Kuchyňky	42
5.2	Výsledky výpočtu růstové rychlosti	54
5.3	Výsledky výpočtu inhibice růstu	58
6	ZÁVĚR	62
7	PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY	64
8	SEZNAM OBRÁZKŮ	67
9	SEZNAM TABULEK	70
10	SEZNAM ZKRATEK	71
	PŘÍLOHY	72
	SEZNAM PŘÍLOH	73

1 ÚVOD

Odpady jsou v dnešní době velmi známým a běžným pojmem a každý se s nimi denně setkáváme. Zvýšením životní úrovně obyvatelstva roste i množství vyprodukovaného odpadu. Dříve bylo odpadové hospodářství řešeno velmi povrchním způsobem. Ekonomicky a průmyslově vyspělé země se začaly touto problematikou intenzivněji zabývat v 70. letech 20. století, kdy probíhal rozvoj koncových technologií na zneškodňování odpadů. První zákon o odpadech byl v České republice přijat až v roce 1991. Skládkování je u nás stále nejvíce využívaným způsobem nakládání s odpady. Hlavním důvodem, proč je skládkování využíváno více než ostatní způsoby odstraňování a využívání odpadů, jsou relativně nízké poplatky za uložení odpadu na skládku. Dle legislativních předpisů jsou v České republice pouze řízené skládky odpadů. Jedná se o přísně kontrolovaný proces a musí být minimalizovány vlivy na okolní prostředí a zdraví lidí. Z nevhodně zabezpečené skládky mohou unikat kontaminované průsakové vody, skládkový plyn, docházet k zápachu či úletům jednotlivých kusů odpadů. Těleso skládky musí být důsledně monitorováno jak během provozu skládky, tak i po jejím uzavření. Velmi důležité je kontrolovat průsakové vody, které mohou být pro blízké i široké okolí nebezpečné. Mohly by se dostat do povrchových a podpovrchových vod, což by mohlo vést k jejich kontaminaci.

2 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce je charakterizovat komunální odpad z hlediska legislativního prostředí, statistických dat a základních pojmů, dále stručně popsat proces skládkování se zaměřením na monitoring vod, charakterizovat základní metody v oblasti ekotoxikologie. Dalším cílem je popsat konkrétní skládku odpadů Zdounky – Kuchyňky. Zde je popsána lokalizace skládky, přírodní poměry lokality a stručné informace o tom, jaký monitoring na skládce Kuchyňky probíhá. Stěžejní část práce se zabývá provedením testu inhibice růstu okřehku menšího (*Lemna minor* L.) na průsakových a dešťových vodách ze skládky odpadů Kuchyňky, vyhodnocení výsledků a jejich interpretace.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Základní pojmy v odpadovém hospodářství

V oblasti odpadového hospodářství je uváděno mnoho pojmů. Níže jsou uvedeny a definovány základní z nich.

- **Odpadové hospodářství**

Odpadové hospodářství je odvětví, které se dotýká všech stupňů výrobního a spotřebního cyklu. Od těžby surovin, přes výrobu, dopravu a spotřebu produktů až po jejich odstranění. Odpadové hospodářství se zabývá také předcházením vzniku odpadu a následnou péčí o místo, kde jsou odpady trvale uloženy a kontrolou těchto činností (Kuraš a kol., 2008).

- **Odpad**

Odpad je každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit a je zařazena do některé ze skupin odpadů uvedených v příloze č. 1 zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech, ve znění pozdějších předpisů (www.mzp.cz).

- **Nebezpečný odpad**

Nebezpečný odpad je takový odpad, který vykazuje jednu nebo více nebezpečných vlastností (zejména toxicitu, infekčnost, výbušnost, dráždivost, hořlavost, atd.). Nebezpečné vlastnosti jsou uvedeny v příloze přímo použitelného předpisu Evropské unie o nebezpečných vlastnostech odpadů (www.mzp.cz).

- **Komunální odpad**

Komunálním odpadem (dále jen KO) se rozumí veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti fyzických osob, a který je uveden jako KO v Katalogu odpadů, s výjimkou odpadů, které vznikají u fyzických osob oprávněných k podnikání nebo u právnických osob (www.mzp.cz). KO obsahuje nejen kategorii ostatního odpadu, ale také v některých případech malé množství nebezpečného odpadu (Filip a kol., 2003).

- **Biologicky rozložitelný odpad**

Biologicky rozložitelným odpadem (dále jen BRO) je jakýkoli odpad, který podléhá aerobnímu nebo anaerobnímu rozkladu. Za BRO se považuje odpad ze zahrad a veřejné zeleně, potravinářský a kuchyňský odpad z domácností, restaurací, stravovacích nebo maloobchodních zařízení (www.mzp.cz).

- **Nakládání s odpady**

Za nakládání s odpady je považováno jejich shromažďování, sběr, výkup, přeprava, doprava, skladování, úprava, využití a odstranění odpadů (www.mzp.cz).

- **Původce odpadů**

Jako původce odpadů je uváděna právnická osoba nebo fyzická osoba oprávněná k podnikání, při jejichž činnosti vznikají odpady. Pro KO, které vzniknou na území obce, je za původce považována obec od chvíle, kdy fyzická osoba odloží odpad na místě k tomu určeném. Obec se zároveň stává vlastníkem odpadů. Původce je povinen zařazovat odpady podle druhů a kategorií, které jsou určeny v Katalogu odpadů. Dále musí zabezpečit odpady proti nežádoucím únikům, které by mohly ohrozit životní prostředí, zamezit odcizení, kontrolovat nebezpečné vlastnosti odpadů a podle toho s nimi nakládat (Kuraš a kol., 2008).

- **Katalog odpadů**

Katalog odpadů vydává prováděcím právním předpisem Ministerstvo životního prostředí. Je přílohou vyhlášky č. 381/2001 Sb., kterou se stanoví Katalog odpadů, Seznam nebezpečných odpadů a seznamy odpadů a států pro účely vývozu, dovozu a tranzitu odpadů a postup při udělování souhlasu k vývozu, dovozu a tranzitu odpadů (Katalog odpadů). Katalog odpadů je roztríděn podle složení a původu vzniku odpadů. Odpady jsou zařazovány pod šestimístní katalogová čísla, kdy první dvojčíslí určuje skupinu odpadu, druhé dvojčíslí podskupinu a třetí dvojčíslí druh odpadu. Nebezpečné odpady jsou dle § 6 odst. 1 a 2 zákona v Katalogu odpadů označovány symbolem "*". Za účelem evidence se odpady zařazené dle Katalogu odpadů jako ostatní označují "O", jako odpady nebezpečné (označené *) se označují "N". Odpady, kterým byla kategorie nebezpečný odpad přiřazena v souladu s § 6 odst. 1 písm. b) nebo c) a § 6 odst. 2

zákona a nemají v Katalogu odpadů katalogové číslo označené symbolem "*" (tzv. zrcadlová položka), se označují jako "O/N" (www.mzp.cz).

- **Skládka**

Skládkou se rozumí technické zařízení (stavba ve smyslu stavebního zákona), které je určeno k ukládání předepsaných druhů odpadů za daných technických a provozních podmínek při průběžné kontrole vlivu na životní prostředí (Filip a kol., 2003).

3.2 Legislativní prostředí

Mezi hlavní legislativní předpisy v oblasti odpadového hospodářství patří Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech, ve znění pozdějších předpisů. Tento zákon zpracovává příslušné předpisy Evropské unie a upravuje pravidla pro předcházení vzniku odpadů a pro nakládání s nimi, dále určuje práva a povinnosti osob, které jsou zapojeny do systému odpadového hospodářství. Stanovuje také působnost orgánů veřejné správy.

Zákon se vztahuje na nakládání se všemi odpady s výjimkou odpadních vod, radioaktivních odpadů, mrtvých těl zvířat, která uhynula jiným způsobem než porážkou, exkrementů, vyřazených výbušnin a vyřazeného střeliva, emisí látek znečišťují ovzduší a také sedimentů, které jsou přemísťovány za účelem správy vod a vodních cest, ke zmírnění účinků povodní a období sucha. Pokud zvláštní právní předpis nestanoví jinak, tak se tento zákon vztahuje na nakládání s těžebním odpadem, s nepoužitelnými léčivy a návykovými látkami, s vedlejšími produkty živočišného původu. Naopak zákon se nevztahuje na nakládání s nekontaminovanou zemínou nebo jiným přírodním materiálem vytěženým během stavební činnosti v případě, kdy bude materiál použit v přirozeném stavu v místě stavby (www.mzp.cz).

Druhý důležitý zákon, který je v oblasti odpadového hospodářství, je zákon č. 477/2001 Sb., o obalech, ve znění pozdějších předpisů. Hlavním účelem toho předpisu je chránit životní prostředí předcházením vzniků odpadů z obalů. Zejména snížením jejich hmotnosti, objemu, škodlivosti a chemických látek, které jsou v těchto obalech obsaženy. Zákon stanovuje také práva a povinnosti podnikajících právnických a fyzických osob a působnost správních úřadů při nakládání s obaly. Tento právní předpis se vztahuje na nakládání se všemi obaly, které jsou v České republice

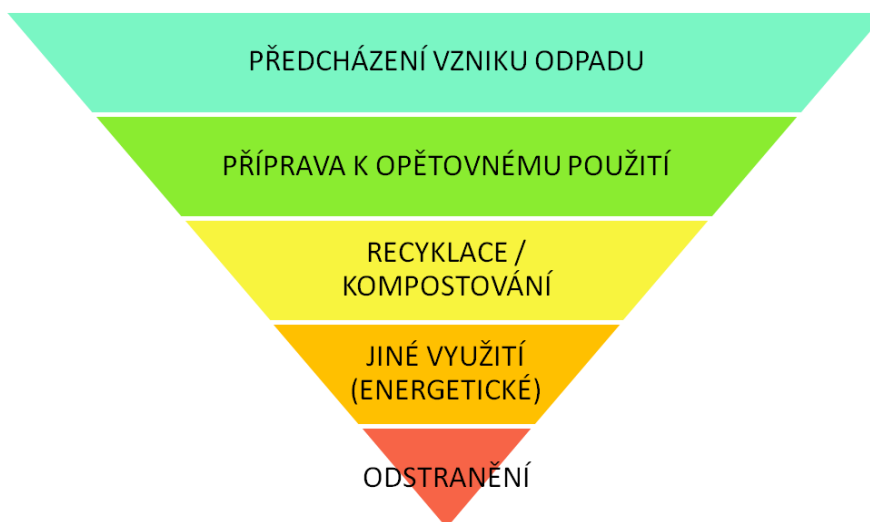
(dále jen ČR) uváděny na trh nebo do oběhu, s výjimkou kontejnerů využívaných v silniční, letecké nebo železniční dopravě (www.mzp.cz).

Další nedílnou součástí jsou vyhlášky, níže je v bodech uvedeno několik z nich:

- Vyhláška č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 381/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, ve znění pozdějších předpisů.
- Vyhláška č. 352/2005 Sb., o podrobnostech nakládání s elektrozařízeními a elektroodpady a o bližších podmínkách financování nakládání s nimi, ve znění pozdějších předpisů.
- Vyhláška č. 381/2001 Sb., kterou se stanoví Katalog odpadů, Seznam nebezpečných odpadů a seznamy odpadů a států pro účely vývozu, dovozu a tranzitu odpadů a postup při udělování souhlasu k vývozu, dovozu a tranzitu odpadů, ve znění pozdějších předpisů.
- Vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, ve znění pozdějších předpisů (www.mzp.cz).

3.3 Způsoby nakládání s odpady

V odpadovém hospodářství musí být dodržována hierarchie způsobů nakládání s odpady, která je definována v zákoně o odpadech (viz Obr. 1).



Obr. 1 Hierarchie způsobů nakládání s odpady (pvo.arnika.org)

V zákoně o odpadech je pojem nakládání s odpady formulován jako obchodování s odpady, jejich shromažďování, sběr, výkup, přeprava, doprava, skladování, úprava, využití a odstranění (www.mzp.cz).

- **Shromažďování odpadů**

Shromažďováním odpadů se rozumí jejich krátkodobé soustředování do shromažďovacích prostředků v místě jejich vzniku před dalším jejich nakládáním (www.mzp.cz).

- **Sběr odpadů**

Sběr odpadů je dle zákona definován jako shromažďování odpadů právnickou osobou nebo fyzickou osobou oprávněnou k podnikání od jiných subjektů včetně jejich předběžného třídění a předběžného skladování za účelem jejich přepravy do zařízení, kde se odpad zpracovává (www.mzp.cz).

U KO je způsob sběru donáškový nebo odvozný. Pro donáškový způsob sběru odpadů je charakteristické sběrné místo (tzv. hnízdo) s donáškovou vzdáleností 100 až 150 m, kde jsou umístěny nádoby pro tříděný odpad. Tato sběrná místa se umísťují na veřejných prostranstvích, v ulicích, v blízkosti nákupních center, obchodů, škol, zastávek veřejné dopravy apod. Umístění by mělo být vhodné a snadno dostupné jak pro občany, tak i pro mobilní odvoz. Tímto způsobem se sbírají starý papír a lepenka, sklo, plasty, kovy, textil, bioodpad, léky s prošlou lhůtou, baterie aj. Odvozný způsob sběru odpadů je charakterizován tříděním odpadů v domácnosti a následně je shromažďován do jednotlivých nádob na sběrném místě v blízkosti domovních vstupů či uvnitř stavebních objektů, kde je donášková vzdálenost do 30 – 50 m. Další součástí sběru odpadů mohou být sběrné a recyklační dvory. Sběrným dvorem se rozumí přesně vymezený zabezpečený prostor, kde jsou umístěny různé nádoby pro příjem určených druhů odpadů. O recyklační dvůr se jedná v případě, kdy se kromě sběru odpad i dále zpracovává nebo se prodávají využitelné složky odpadu (Filip a kol., 2003).

- **Výkup odpadů**

Výkup odpadů je sběr odpadů v takovém případě, kdy jsou odpady právnickou osobou nebo fyzickou osobou oprávněnou k podnikání vykupovány za sjednanou cenu (www.mzp.cz).

- **Přeprava a doprava odpadů**

Při přepravě odpadů jsou právnické osoby a fyzické osoby oprávněné k podnikání povinny zabezpečit přepravu odpadů v souladu s požadavky, které jsou stanoveny ve zvláštních právních předpisech, doklady související s přepravou odpadů uchovávat po dobu tří let ode dne zahájení přepravy, označit přepravní prostředek, který odpad přepravuje, způsobem stanoveným právním předpisem, vést evidenci při přepravě nebezpečných odpadů a ohlašovat přepravované nebezpečné odpady v rozsahu stanovené zákonem č. 185/2001 Sb., o odpadech, ve znění pozdějších předpisů (www.mzp.cz).

Dopravcem je ta osoba, která přepravu dopravním prostředkem provozuje, naopak za přepravce se považuje osoba, který potřebuje něco přepravit (Filip a kol., 2002).

- **Skladování odpadů**

Skladování odpadů je charakterizováno jako přechodné soustředění odpadů v zařízení k tomu určeném. Zákon stanovuje dobu skladování odpadů a to nejvýše tři roky před jejich využitím nebo jeden rok před jejich odstraněním (www.mzp.cz).

- **Úprava odpadů**

Za úpravu odpadů je považována činnost, která vede ke změně chemických, biologických a fyzikálních vlastností odpadů (včetně jejich třídění), aby byla umožněna nebo usnadněna jejich doprava, využití, odstranění nebo snížen objem odpadů, případně jejich nebezpečné vlastnosti (Filip a kol., 2002).

- **Využití odpadů**

Pojem využití odpadů je dle zákona definován jako činnost, jejímž výsledkem jsou odpady, které slouží užitečnému účelu tím, že nahradí materiály používané ke

konkrétnímu účelu, a to i v zařízení určeném k využití odpadů podle § 14 odst. 2, nebo že je upraven k tomuto konkrétnímu účelu (www.mzp.cz).

Mezi materiálové využití odpadů se řadí kompostování, recyklace a regenerace:

Kompostování

Jedná se o přeměnu biologicky rozložitelných odpadů na humusové látky za přístupu kyslíku. Kompostováním jsou organické složky tuhých a kapalných odpadů přiváděny zpět do přirozeného koloběhu látek. Výsledným produktem je tzv. kompost, který může být využíván například v zemědělství či zahradnictví jako hnojivo nebo v obcích k úpravám městské zeleně (Singer, 2008).

Recyklace

Recyklace odpadu je opětovné využívání výrobních zpracovatelských a spotřebních odpadů, látek a energií jako zdrojů druhotných surovin v původní nebo pozměněné formě bez ohledu na použití odpadu a čas vzniku. Recyklace vede k řešení surovinového problému, k úspoře materiálů a energií a snižuje tedy zátěž životního prostředí (Božek a kol., 2003).

Regenerace

Pojem regenerace odpadů znamená navrácení původních užitných vlastností látkám nebo předmětům tak, aby se nestaly odpadem a mohly být využívány k jejich původnímu účelu (Groda, 1997).

Mezi energetické využívání odpadů se řadí spalovny odpadů:

Spalovny odpadů

Jedná se o technologické zařízení určené ke spalování odpadu s využitím vzniklého tepla přímým oxidačním spalováním. Slouží k výrobě tepla a elektrické energie. Termicky se zpracovávají KO, nebezpečné odpady, plynné a kapalné odpady a kaly (Junga a kol., 2015).

- **Odstranění odpadů**

Odstranění odpadů není využitím odpadů, a to i v takovém případě, že tato činnost má jako druhotný důsledek znovuzískání látek nebo energie. Mezi způsoby odstraňování se řadí ukládání v úrovni nebo pod úrovní terénu (např. skládkování), úprava půdními

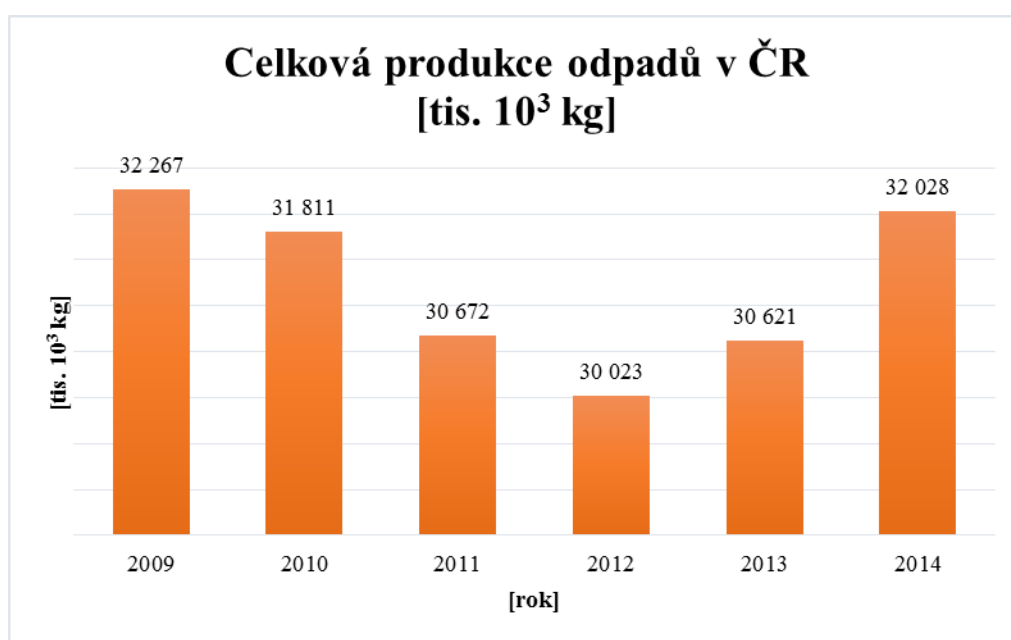
procesy (např. biologický rozklad kapalných odpadů nebo kalů v půdě), spalování, trvalé uložení (např. ukládání v kontejnerech do dolů), aj. (www.mzp.cz).

3.4 Statistické údaje týkající se produkce komunálního odpadu

Z celkové produkce odpadů v ČR se podílí KO asi 17 %. Jedná se především o odpad z domácností, kterým jsou zbytky jídla, papír, plasty, sklo, textil, kovy a obalový materiál (www.vitejtenazemi.cz).

3.4.1 Produkce komunálního odpadu v České republice

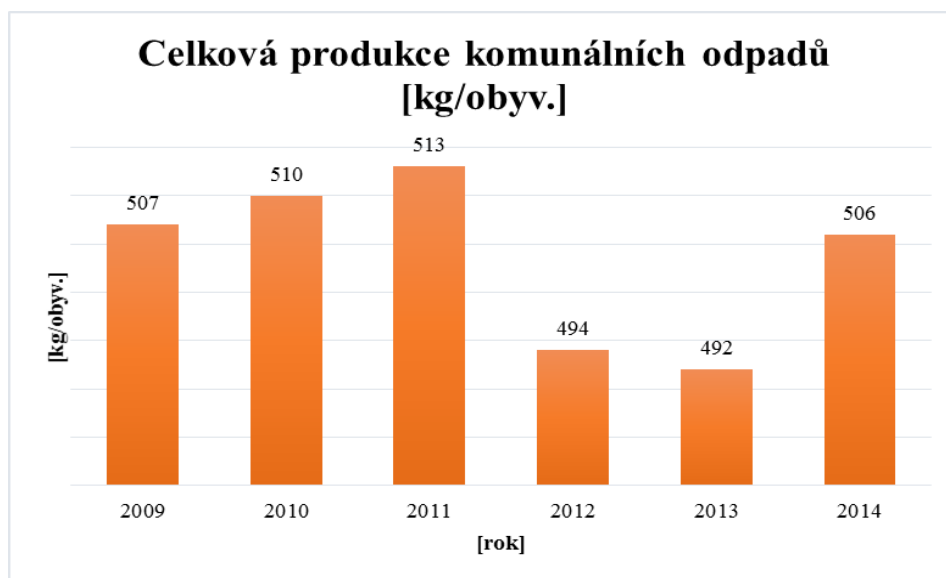
Celková produkce odpadů v ČR v letech 2009 – 2014 je znázorněna v Obr. 2. Od roku 2009 produkce odpadů rovnoměrně klesala až do roku 2012, od tohoto roku se hodnoty každoročně zvyšují.



Obr. 2 Celková produkce odpadů v ČR (tis. 10³ kg), 2009 až 2014 (www.cenia.cz, upraveno Studeníková, 2016)

V roce 2014 byla celková produkce odpadů v ČR 32 028 tis. 10³ kg. Z toho bylo využito materiálově 79,5 % a 3,5 % energeticky, odstraněno bylo 10 % a 7 % na jiné nakládání (www.mzp.cz).

V následujícím grafu (viz Obr. 3) je uvedena celková produkce KO v kg na obyvatele v letech 2009 – 2014. V roce 2013 byla hodnota nejnižší a činila 492 kg na jednoho obyvatele. Nejvyšší produkce KO na obyvatele byla v roce 2011, a to 513 kg. Po roce 2013 se hodnoty opět mírně navyšují.



Obr. 3 Celková produkce komunálních odpadů v kg na obyvatele, 2009 až 2014
(www.cenia.cz, upraveno Studeníková, 2016)

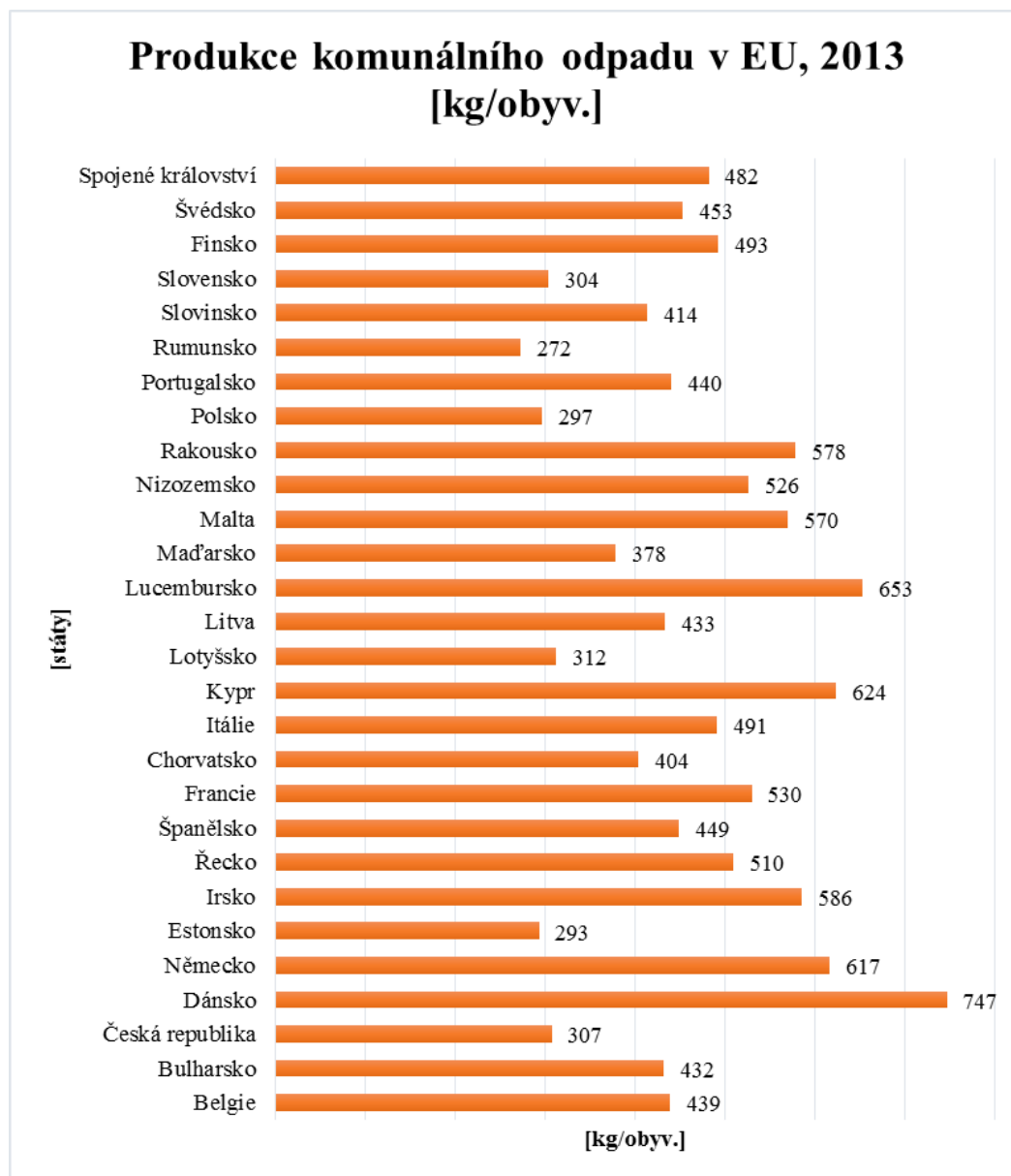
Graf na Obr. 4 znázorňuje množství KO, které je odstraněno skládkováním. Hodnoty jsou uvedeny v letech 2009 – 2014. Nejvíce skládkovaného KO za toto období bylo v roce 2009. Od tohoto roku má množství skládkovaného KO stále klesající tendenci. V roce 2014 bylo KO tímto způsobem odstraněno dokonce téměř o milion 10^3kg méně oproti roku 2009.



Obr. 4 Množství komunálních odpadů odstraněných skládkováním v letech 2009 až 2014. (www.cenia.cz, upraveno Studeníková, 2016)

3.4.2 Produkce komunálního odpadu v Evropské unii

V grafu (viz Obr. 5) je znázorněno srovnání členských zemí Evropské unie v produkci KO za rok 2013. Hodnoty jsou uvedeny v kg na jednoho obyvatele. Nejvíce odpadů se produkuje v Dánsku, Lucembursku či na Kypru. Mezi země s nejnižší produkcí odpadů se řadí Rumunsko, Estonsko, Polsko a za čtvrté Slovensko se řadí ČR s počtem 307 kg na obyvatele.



Obr. 5 Produkce komunálního odpadu v EU v roce 2013 v kg na obyvatele.
(www.cszo.cz, upraveno Studeníková, 2016)

3.5 Popis procesu skládkování se zaměřením na monitoring vod

Skládkování se řadí mezi nejstarší způsob odstraňování odpadů, kdy se první odpadové jámy používaly již v době neolitu. I v dnešní době se jedná o nejrozšířenější způsob odstraňování odpadů, zejména z ekonomických důvodů. Cena za uložení 10³ kg odpadu se pohybuje v rozmezí od 1000 do 5000 Kč. Nevýhodou ukládání odpadů na skládky je dlouhá aktivita odpadu a tento problém zanecháváme dalším generacím. Dále dochází k produkci skleníkových plynů, k záboru části krajiny a tím se snižuje hodnota dotčeného území. V posledních letech sílí tlak na snižování množství odpadu ukládaného na skládky. V budoucnu by zde měl končit pouze odpad, který nelze materiálově ani energeticky využít. Měl by se eliminovat BRO, který se na skládky dostává. Tento druh odpadu je na skládce nežádoucí, jelikož v důsledku biologických rozkladných procesů se ve skládkovém tělese uvolňuje skládkový plyn a voda (vyluhování nebezpečných složek odpadů). Dále dochází k objemovým změnám, které vedou k sesedání, tedy k mechanickým poruchám skládkového tělesa. Závazné cíle a cílové hodnoty redukce množství skládkovaných odpadů jsou stanoveny právními předpisy jak evropskými, tak i národními. Produkce odpadů je hlavním limitujícím faktorem trvalé ekonomické i environmentální udržitelnosti. V současnosti se v ČR nachází okolo 200 skládek a omezuje se povolování nových skládek (Junga a kol., 2015).

Skládky jsou členěny dle různých hledisek:

- Z hlediska zabezpečení:
 - zabezpečené, tzv. řízené,
 - nezabezpečené, tzv. neřízené, černé, nelegální, reliktní.
- Ve vztahu k úrovni terénu:
 - podúrovňové (příkré svahy, nutnost odčerpávat veškerou průsakovou vodu),
 - nadúrovňové,
 - podzemní,
 - svahové (v bývalých lomech, pískovnách a jílovištích),
 - násypové,

- kombinované.
- Z hlediska zajištění ochrany před srážkami
 - zastřešené,
 - otevřené.
- Dle způsobu uložení odpadů:
 - jednodruhové skládky (jedná se o oddělené skládkování více druhů odpadů na jedné skládce),
 - vícedruhová,
 - sdružená (např. uložení KO a průmyslového odpadu).
- Dle časového hlediska:
 - připravované skládky,
 - provozované skládky,
 - skládky s přerušenou či ukončenou činností.
- Podle třídy vyluhovatelnosti, kdy se podle způsobu technického zabezpečení a provozování rozdělují skládky na tři skupiny:
 - skládky inertních odpadů (S-IO),
 - skládky ostatních odpadů (S-OO),
 - skládky nebezpečných odpadů (S-NO).

Před zahájením výstavby skládky musí být vybrána vhodná lokalita, proveden průzkum území, vypracována územně plánovací a stavební dokumentace. Výběr lokality se hodnotí dle mnoha kritérií, mezi které jsou zařazeny základní údaje o druhu a množství odpadu, který má být na skládce ukládán, dále pak hydrogeologický a inženýrsko-geologický průzkum, mapové a geodetické podklady, dopravní řešení s ohledem na svozové území a místo skládky, klimatické a hydrologické údaje, údaje o hygienických ochranných pásmech, údaje o inženýrských sítích a jejich ochranných pásmech, dále informace o tom, zda se v území nachází zvláště chráněné území a kulturní památky. Skládky se nemohou umísťovat tam, kde se nachází pásmo hygienické ochrany 1. stupně podzemních a povrchových zdrojů pitné vody, léčivé a minerální vody, dále v území národních přírodních rezervací a památek, v ochranném pásmu letišť, aj. (Junga a kol., 2015).

Skládka je tvořena tělesem skládky, což je konstrukční vrstva skládky včetně uloženého odpadu a místem skládky, kde se jedná o území, ve kterém je uloženo těleso skládky a objekty pro manipulaci s odpady, skládkovým plynem a průsakovými vodami. Technické řešení skládky musí být vyřešeno především těchto pět zařízení:

- těsnící systém,
- odvodňovací systém,
- odplynění skládky,
- provozně technická zařízení,
- zařízení pro monitoring (Filip a kol., 2003).

Těsnění skládek zabraňuje úniku výluhů ze skládky. Rozlišuje se těsnění jednoduché (s obsahem jedné těsnící vrstvy) nebo vícenásobné s obsahem více těsnících vrstev, zejména z různých materiálů. Těsnění skládek se provádí jako plošná ochrana (typická pro nově budované skládky) nebo svislá ochrana (většinou při sanacích nebezpečných skládek). Pro plošnou ochranu jsou využívány přírodní nebo upravené zeminy, fólie (geomembrány) a jiné speciální druhy těsnění (bentonitové rohože, asphalt, asfaltobeton, beton). Svislá těsnící ochrana je realizována z hloubené nebo vrtané podzemní stěny (jílová nebo jílocementová výplň, betonová, aj.), dále ze stěny, která byla vytvořena injektáží nebo tryskovou injektáží (Junga a kol., 2015).

Odvodňovací systém skládky je řešen jednak pro vody přicházející z vnějšího prostředí, tak pro vody vznikající v tělese skládky. Vnější voda je ovlivněna především hydrologickými a klimatickými poměry, které ovlivňují úroveň hladiny podzemní vody pod zemským povrchem a výši ročních úhrnů srážek. Voda z vnějšího prostředí se od skládky odvádí systémem odvodňovacích příkopů a vodotečí. Průsakové vody (vnitřní), které jsou tvořeny vodou srážkovou, vodou vytlačenou z pórů odpadů a vodou z biodegradačních procesů, jsou shromažďovány v záchytné nádrži. Odvodňovací systém skládky tvoří plošný drén, trubní drény, akumulární nádrže průsakových a dešťových vod a technologické zařízení na využití (recirkulaci) nebo zneškodnění průsakových vod. Plošná drenáž je nazývána také filtračně stabilní a vodu propouštějící vrstva. Využívá se přírodního kameniva nebo umělého materiálu, které pokrývají dno a svahy skládky kde protéká průsaková voda ke sběrnému drénu. Trubní drenáží jsou soustředěny a odváděny skládkové vody přitékající z plošné drenáže a nejčastěji je

využíváno plastové potrubí (PE nebo PVC). V akumulární nádrži průsakových vod se zachycuje znečištěná průsaková voda ze skládky. Materiál musí být nepropustný a odolný proti chemickým vlivům. Akumulační nádrž dešťové vody je určena na shromažďování srážkové vody z částí skládky, kde se dosud odpad neukládá, dále z dešťové kanalizace objektu, z rekultivovaných ploch. Průsakové vody jsou ovlivněny mnoha faktory, a to zejména druhem odpadu, způsobem skládkování, klimatickými a meteorologickými podmínkami, ročním obdobím, recirkulací, biochemickými pochody v tělese skládky aj. Zneškodňování průsakových vod je opatřeno zákonem č. 254/2001 Sb., o vodách, ve znění pozdějších předpisů, a dalšími předpisy jako jsou nařízení vlády č. 61/2003 Sb., kterými se stanovují ukazatele a hodnoty přípustného stupně znečištění vod, ve znění pozdějších předpisů dále provozním řádem skládky. Průsakové vody mohou být zneškodňovány následujícími způsoby:

- čištění v čistírně odpadních vod (při kratší vzdálenosti využití dopravy potrubím nebo při větší vzdálenosti odvoz automobilovými cisternami),
- zpětný návrat na skládku závlahovým systémem (tzv. recirkulace),
- čištění bez zředění procesy chemickými, fyzikálními, fyzikálně chemickými nebo biologickými v místě skládky nebo mimo skládku (Junga a kol., 2015; Filip a kol., 2003).

U odpadu ukládaného na skládky je vždy třeba zvolit vhodný systém pro odvod, popřípadě zpracování vznikajících plynů. Plynů jsou vysoce hořlavé, výbušné a ekologicky nebezpečné. Dochází k biochemickým reakcím, v jejichž důsledku se uvolňuje skládkový plyn, který obsahuje především oxid uhličitý, oxidy síry, oxidy dusíku a metan. **Odplynění skládky** slouží k odvedení vznikajících plynů, aby nekontrolovatelně neunikaly do okolního prostředí, a také aby nevznikal vnitřní přetlak plynů v tělese skládky a nedošlo k výbuchu či vznícení plynu. Systém k odplynění skládky se zpravidla skládá ze sběrné sítě plynu, svodné sítě plynu a zařízení pro odvod, využití a zneškodnění plynu. Sběrná síť plynu slouží k jímání skládkového plynu v tělese skládky. Rozděluje se na odplynění svislé (vrty, jímací studny), horizontální (drény, horizontální vrty) nebo kombinované (svislé i vodorovné). Svodná síť může být řešena jako samostatná, kdy je odváděn plyn odděleně od průsakové vody, nebo ve

druhém případě společná, kdy se ve společném potrubí odvádí průsaková voda i skládkový plyn (Filip a kol., 2003; Junga a kol., 2015).

Technické a provozní vybavení skládky se skládá z manipulačního prostoru pro fyzické převzetí odpadů, provozní a sociální objekt, váha pro kontrolu hmotnosti odpadů, vybavení z hlediska ochrany zdraví a požární ochrany. Provozní budova bývá umístěna u hlavního vjezdu na skládku a nachází se v ní sociální a technické zázemí pro provoz skládky, prostor vrátnice s dobrým výhledem na vjezd a mostní váhu. Neměl by u vjezdu chybět také detekční rám pro zjišťování radioaktivních odpadů. Skládky musí být opatřena oplocením a uzamykatelnými bránami (Filip a kol., 2003; Junga a kol., 2015).

Monitoring na skládkách probíhá z důvodu kontroly, zda nedochází k negativnímu vlivu skládky na okolní prostředí. Zásady monitorování skládky jsou stanoveny v provozním řádu a vychází z normy TNO 83 8039. Monitoring se rozděluje na hlavní a doplňující a na sledování pravidelné a mimořádné. Rozdílné monitorování probíhá v době přípravy skládky, během skládkování a po ukončení provozu skládky. Hlavním předmětem sledování je kontrola jakosti podzemních a povrchových vod, produkce a složení skládkového plynu, spolehlivost jímání plynu, prašnost. Doplňující monitorovací zařízení podává přehled o chování jednotlivých objektů skládky a jsou sledovány meteorologické, hydrologické a provozní údaje (Filip a kol., 2003). Podzemní vody jsou monitorovány pomocí vrtů a sledují se parametry jako je teplota, pH, vodivost, N, P, Cd, Ni, Pb, Hg a jiné. K monitorování průsakových vod jsou využívány jímky průsakových vod (Hradský, 2014).

3.6 Základní metody ekotoxikologie

Ekotoxikologie je oborem na hranici mezi toxikologií a ekologií. Toxikologie je věda, která studuje vliv jedovatých látek na člověka. U ekotoxikologie se zaměření rozšiřuje o další živé organismy. Je to tedy věda, zabývající se negativním působením toxikantů na biocenózy.

Ekotoxikologické hodnocení se skládá z hodnocení expozice a účinku. Expozicí se rozumí stav, kdy se toxikant dostává do přímého kontaktu s biosystémem. Účinek

je v tomto případě definován jako změna, kterou svým působením toxikant vyvolá v biosystému (Anděl, 2011).

3.6.1 Metodiky hodnocení expozice

Tato metodika zahrnuje popis a kvantifikaci všech jevů, vyskytujících se mezi výstupem toxikantu ze zdroje a jeho přímým kontaktem s biosystémem. Řadí se zde oblasti, jako jsou: výstup toxikantu ze zdroje (emise), kontakt toxikantu s cílovými organismy (imise), transport v prostředí včetně změn a přeměny látek v průběhu transportu (transmise). Z praktického důvodu lze metodiky hodnotící pohyb látek v prostředí rozdělit do dvou skupin:

- hodnotící pohyb a přeměny toxikantů v prostředí,
- hodnotící hladiny a rozšíření toxikantu v prostředí.

U hodnocení pohybu a přeměn toxikantu v prostředí je nezbytná spolupráce ekotoxikologie s dalšími obory, kterými jsou například meteorologie, hydrologie, hydrogeologie či fyzika atmosféry. Šíření toxikantu od zdroje k příjemci je hlavním předmětem hodnocení. Jsou využívány matematické modely, kterými lze odhadnout a kvantifikovat pohyb toxikantů. Jako příklad lze uvést modelování pohybu ropných látek v kontaminovaných horninách pod starými průmyslovými objekty.

Druhou již zmíněnou metodikou je hodnocení hladin a rozšíření toxikantu v prostředí. Zde se jedná o základní skupinu metod zabývajících se přítomností a rozložením toxikantů v jednotlivých složkách prostředí. Výchozí zásadou je odběr vzorků a následně jejich chemická analýza a vyhodnocení. Výsledkem je koncentrace toxikantu na daném místě v určitém čase. Tímto způsobem se monitorují vybrané toxikanty v ovzduší na měřicích stanicích, kvalita vody v povrchových tocích, kvalita půdy a jejich kontaminace nebo se monitoruje zdravotní stav lesních porostů. Zde jsou zařazeny také analýzy organismů, které v sobě kumulují toxické látky. Tyto organismy jsou označovány jako tzv. akumulární bioindikátory (Anděl, 2011).

3.6.2 Metodiky hodnocení účinku

Mezi základní typy metodik hodnocení účinku se řadí ekotoxikologické biotesty. Jsou to laboratorní testy, kdy se testuje vliv jedné čisté chemické látky na jeden druh organismu a výsledkem jsou závislosti mezi dávkou toxikantu a odpovědí organismu. Je důležité dodržovat postupy hodnocení především v komerční oblasti, kde může jít například o hodnocení toxicity odpadů, hodnocení výstupů z technologií nebo jedná-li se o vývoj či testování nových chemických látek. Pojem ekologické biotesty mohou být známy také pod názvy test toxicity nebo ekologické testy.

Dalším typem metodiky hodnocení účinku je tzv. sada testů (baterie testů). Není prováděn pouze jeden test na jednom organismu, ale využívá se celá sada individuálních samostatných testů s různými druhy. Na základě všech výsledků získaných v sadě se posuzuje celková toxicita látky.

Mikrokosmy jsou laboratorní testy, ve kterých je v jednom prostoru současně exponováno více druhů organismů. Za příklad je možno uvést mikrokosmos pod představou malého akvária se standardizovaným složením vody a přídavkem společenstva vodních organismů. Toxikant se do vody přidá za 4 – 6 týdnů a následně jsou sledovány různé parametry vody, jako jsou pH či koncentrace kyslíku, dále produkce řas, změny druhového složení nebo mikrobiální aktivita. Pro půdní ekosystém se pokusy provádějí ve válcích a půda je odebírána buď v terénu, nebo složená z homogenizovaných zemin. Klasifikovaný toxikant (pesticid a jiné agrochemikálie) je aplikován na povrchu a následně se sleduje mikrobiální aktivita, reakce půdních bezobratlých živočichů, koloběh živin, aj.

Transplantační pokusy jsou zvláštním typem metodiky. V laboratoři se vypěstuje modelový organismus a ten je přenesen na místo předpokládané expozice toxickými látkami. Po navrácení zpět do laboratoře jsou hodnoceny změny fyziologické, morfologické a biochemické. Dále může být hodnocen i nárůst toxikantu v těle organismu. Příkladem využití transplantačních pokusů může být expozice rostlin, které jsou citlivé na emise z dopravy v květináčích na křižovatkách, přemísťování mlžů z čistých vod do znečištěných a následné zjišťování nárůstu toxikantu v organismu.

Dalším typem metodiky jsou tzv. mezokosmy a polní studie. Testování účinků toxikantů se provádí na reálných výsecích ekosystémů. U suchozemských ekosystémů

se hovoří o polních studiích a u vodních ekosystémů o mezokosmech. Ekosystémy jsou vystaveny reálným přírodním podmínkám a přirozeně na ně působí sluneční energie. Příkladem mohou být pokusná pole pro testování zemědělských chemikálií, pokusné vodní nádrže nebo vodní toky.

Posledním typem metodiky hodnocení účinku je ekotoxikologická terénní studie, kde se pracuje s reálnými ekosystémy a skutečným vlivem toxikantů. Jsou zde dvě základní možnosti. První je vyhodnocení dopadů bezprostředně provedeného chemického zásahu. Monitorovány jsou toxické účinky na cílové i necílové druhy, doba setrvání chemické látky v jednotlivých složkách ekosystému. Za příklad mohou být uvedeny chemické postřiky polních kultur nebo chemický postřik lesů proti obaleči modřínovému. Druhou možností je hodnocení vlivů chemické kontaminace, ke které došlo v dřívější době. Jsou hledány příčiny negativních vlivů na biosystémy, zdroje kontaminace. Dále je zjišťován podíl jednotlivých toxikantů a jejich směsí. Touto metodikou se hodnotí kontaminace prostředí v okolí zdroje emisí nebo kontaminace prostředí pod výpustí odpadních vod ve vodním toku (Anděl, 2011).

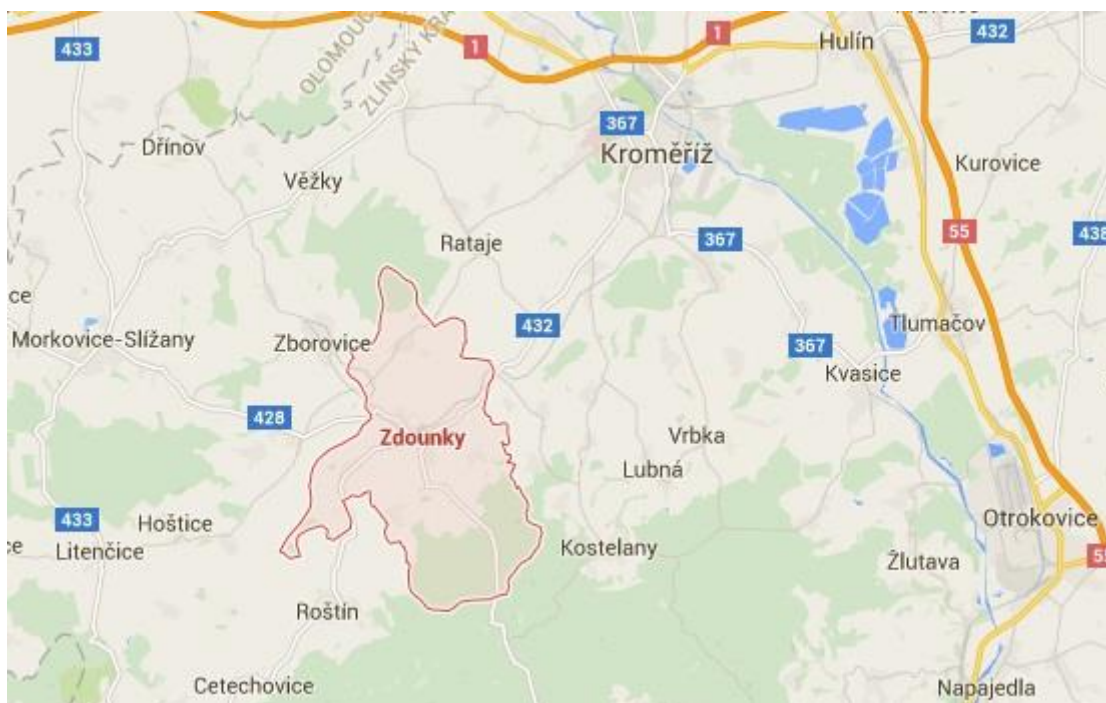
3.6.3 Bioindikační metody

Bioindikátor je organismus, jehož přítomnost nebo životní projevy mohou poukázat na změnu kvality sledovaných vlastností prostředí (Prokeš, 1997). Pojem bioindikace nelze vyjádřit pouze jednou definicí. Dle ekologického přístupu se jedná o metodu, která na základě vlastností a chování živých systémů dedukuje na vlastnosti prostředí. Předmětem zkoumání jsou abiotické faktory jako například teplota, srážky, přítomnost živin a další. Další možností jak pojmout definici bioindikace je obecný ekotoxikologický přístup. V tomto případě se jedná o metodu, která usuzuje na základě vlastností a chování živých systémů na znaky toxikantů v přirozeném i umělém prostředí. Třetím uváděným přístupem je terénní ekotoxikologický přístup. Zde je definice bioindikace ve své podstatě stejná jako u obecného ekotoxikologického přístupu, ale týká se pouze přirozeného prostředí (Anděl, 2011).

4 MATERIÁL A METODIKA

4.1 Lokalizace skládky odpadů Kuchyňky

Skládka odpadů se nachází v obci Zdounky v lokalitě Kuchyňky. Obec spadá pod Zlínský kraj, okres Kroměříž a jejími přidruženými částmi jsou Cvrčovice, Divoky, Nětčice, Těšanky – Lebedov. V současnosti zde žije 2080 obyvatel (údaj k 1. 1. 2016). Skládka je umístěna severně od obce Zdounky mezi silnicemi III/428 17 Zdounky – Nětčice a III/432 15 Nětčice – Troubky. Prostor areálu se nachází v nadmořské výšce 251 – 280 m n. m. (Hradský, 2014).



Obr. 6 Vyznačení katastrálního území obce Zdounky na mapě, M 1 : 500 000
(www.google.cz/maps, upraveno Studeníková, 2016)



Obr. 7 Letecký snímek areálu skládky (www.mapy.cz, upraveno Studeníková, 2016)

4.2 Přírodní poměry lokality

Z hlediska biogeografického členění se lokalita nachází v Kojetínském bioregionu a zaujímá geomorfologický podcelek Středomoravská niva v rámci celku Hornomoravský úval. Zájmové území se nachází dle Quitta v klimatické oblasti T2. Podnebí je zde teplé a dostatečně bohaté na srážky. Průměrný roční úhrn srážek např. v blízké Kroměříži je 599 mm a průměrná roční teplota 8,5 °C. V Kojetínském bioregionu převládají glejové fluvizemě, pouze na břehových valech podél Bečvy, krátkém úseku Moravy a nízké terase u Chropyně se vyskytují fluvizemě na písčitém materiálu. Mezi obcemi Troubky, Chropyně a Moštěnice se vyskytují černice. Od Kroměříže a Hulína se směrem na jih vyvinuly černicové černozemě, glejové až pelické černice. Severozápadně od Přerova se nachází šedozemě a hnědozemě na spraši. V bezprostřední blízkosti obce Zdounky je dominantní hnědozem modální a fluvizem glejová (Stalmachová, 2007).

Katastrální území Zdounek se nachází na třech fyto geografických okrscích, kterými jsou Bučovická pahorkatina, Litenčické vrchy a Chříby. Za potenciální přirozenou

vegetaci je na většině území obce považována ostřicová dubohabřina. Menší část pak zaujímá střemchová jasenina na severovýchodě a ostřicová bučina v jižní části katastrálního území (www.geoportal.gov.cz).

Celý Zlínský kraj náleží z hlediska hydrologie do Povodí Moravy, závod Střední Morava, který spravuje území o rozloze 6 100 km². Jejich povinností je udržovat přes 3 808 km významných vodních toků (www.pmo.cz). V katastrálním území obce Zdounky protéká řeka Kotojedka, která je pravostranným přítokem řeky Moravy a pramení v Chříbech. Dále se v území nachází říčka Olšinka, Nětčický, Divocký a Cvrčovický potok (www.mapy.cz).

4.3 Základní charakteristika skládky

Skládka odpadů Kuchyňky (fotografie jsou uvedeny v Příloze č. 3) je dle technického zabezpečení skládka skupiny S-OO (ostatní odpad) a řadí se do podskupiny S-OO3. Jsou zde ukládány odpady kategorie ostatní včetně odpadů s podstatným obsahem organických biologicky rozložitelných látek. Zařízení je určeno k odstraňování odpadů – ukládání v úrovni nebo pod úrovní terénu, kód D1 dle přílohy č. 23 vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, ve znění pozdějších předpisů. Vybudována byla v roce 1995 a je provozována v souladu s platnou legislativou (Hradský, 2014).

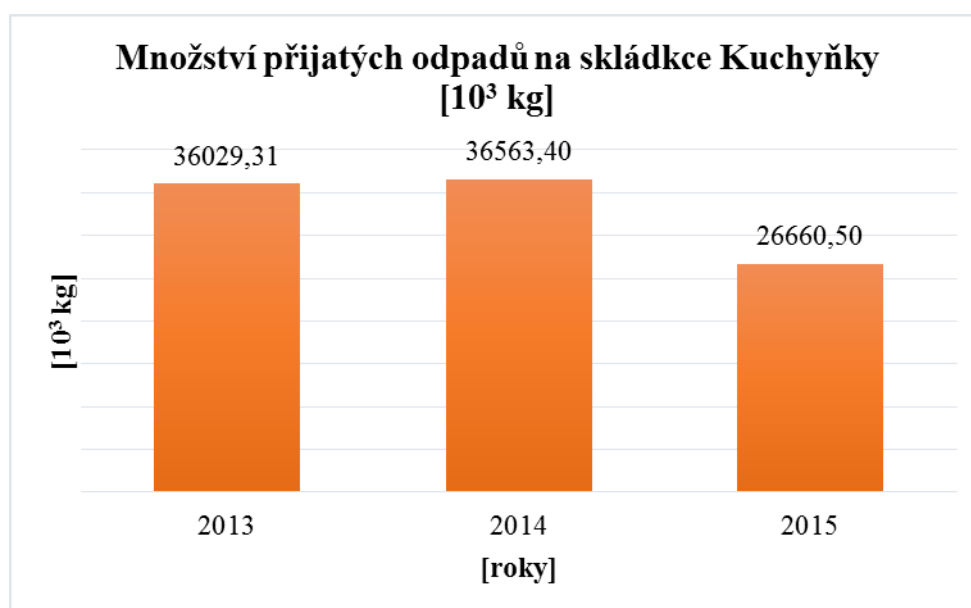
Plocha skládky je projektována na 70 700 m² v pěti etapách o celkovém objemu 907 000 m³. Jsou zde přijímány odpady ze svozové oblasti okolo 75 000 obyvatel. Za rok se zde uloží cca 35 000 10³ kg odpadů, kde zhruba 60 % zaujímají KO (Proboštová, 2015). Nová část skládky – IV. etapa navazující na doposud provozované dno skládky byla uvedena do provozu v roce 2013. Provoz skládky je předpokládán do roku 2018.

Hlavními výstupy ze skládky jsou skládkový plyn a průsaková voda. Skládkový plyn je čerpán a následně spalován v motorgenerátorové jednotce na výrobu elektrické energie. Průsaková voda se shromažďuje v jímacích nádržích a následně je odváděna do čistírny odpadních vod. Na části koruny tělesa skládky je provozována také kompostárna (Hradský, 2014). Příjem a evidence odpadů je zajištěna prostřednictvím silniční mostové váhy, která má nosnost 60 10³ kg. Hutnění odpadů se na skládce Kuchyňky provádí kompaktozemní KTO 150 a KTO 300, využívá se také nakladač typu

UNK 320. Drenážní systém pro nakládání s průsakovými vodami tvoří plošnou drenáž o tloušťce 300 mm z říčního štěrku frakce 16 – 32 mm ve sklonu 5% k centrálnímu sběrači průsakové vody. Dále jsou v tělese skládky zrealizovány odplyňovací studny. Bioplyn, který je odsáván se přivádí k čerpací stanici a po odvodnění následně ke kogeneračním jednotkám. Ty jsou na skládce dvě a jedná se o typ TEDOM CENTO T300 SP BIO o výkonu $300\text{kW}_{\text{elektrický}}$ a $370\text{kW}_{\text{tepelný}}$ (www.iris.env.cz).

4.4 Množství přijatých odpadů na skládce Kuchyňky

V následujícím grafu (viz Obr. 8) je uvedeno množství všech odpadů, které byly na skládce odpadů Kuchyňky přijaty v letech 2013, 2014 a 2015. V roce 2013 a 2014 jsou hodnoty téměř totožné. V roce 2015 bylo množství odpadů téměř o $10000 \cdot 10^3$ kg méně. Toto snížení bylo zapříčiněno tím, že nemůže být dle legislativy na skládku přijímáno tolik technologického odpadu k zajištění skládky, jako bylo léta předešlá.



Obr. 8 Množství přijatých odpadů na skládce Kuchyňky za rok 2013 až 2015
(Mohler, 2016, upraveno Studeníková, 2016)

4.5 Monitoring na skládce Kuchyňky

Na základě požadavků ČSN 838036 musí mít každá skládka odpadů zavedený Program kontroly a monitorování skládek. Monitoring dle tohoto plánu neprobíhá pouze během provozování skládky, ale i v průběhu následné péče po uzavření skládky. Kontrola a monitorování probíhá především na sledování jakosti a množství průsakových vod, sledování podzemních a povrchových vod v okolí skládky, množství a složení skládkového plynu, dále se sleduje těleso skládky a jeho podloží. Je kontrolován soulad přijímaných odpadů, funkčnost všech opatření určených k ochraně životního prostředí a kontrola plnění podmínek stanovených v integrovaném povolení skládky.

Monitoring podzemních vod je realizován pomocí monitorovacích vrtů a jedná se o objekty MV 1 v hloubce 15 m, MV 2a byl zrušen a nahrazen vrtem MV 2b, další je MV 4 s hloubkou 15 m a MV 5, který má taktéž patnáctimetrovou hloubku a posledním objektem je skružová studna. Vzorky musí být odebírány odborně způsobilou osobou (oprávněnou laboratoří). Dle integrovaného povolení musí být režimní měření změn úrovně hladiny podzemní vody prováděno jednou za měsíc, a to vždy mezi sedmou až desátou hodinou první pátek v měsíci. Vzorky k analýze jsou odebírány dvakrát za rok vždy počátkem dubna a října. Než se začne odběr vzorků vod provádět, musí být změřena úroveň hladiny vod v monitorovacích vrtech. Monitoring průsakové vody na skládce Kuchyňky je realizován pomocí jímky průsakových vod. Vzorky musí být odebírány oprávněnou laboratoří dvakrát ročně, a to v souladu s příslušnými normami, které problematiku odběru upravují. Pro monitoring skládkového plynu jsou k dispozici studny a sondy v tělese skládky. Vzorky se odebírají v jarním a podzimním období, kdy jsou pro mikroorganismy vhodné podmínky k tvorbě skládkového plynu. Při měření nesmí klesnout venkovní teplota pod 5°C. Sledováno je složení skládkového plynu (CH₄, CO₂, O₂, N₂), dále teplota a atmosférický tlak.

Denně se musí na skládce sledovat úroveň hladiny průsakové vody v jímkách pomocí měrné tyče, funkčnost technického vybavení skládky, zda nedochází k únikům nebezpečných látek do povrchových a podzemních vod. Jedenkrát za rok je sledováno procento zaplnění skládky odpadem, sesedání a změny tvarů skládkového tělesa a izolačních vrstev. V pětiletém cyklu se sleduje vliv zařízení na stav fauny a flóry

v areálu a v jeho okolí, ovlivnění půd a probíhají těsnostní zkoušky jímek (www.iris.env.cz).

Výsledky rozborů z monitoringu průsakových vod ze skládky Kuchyňky jsou uvedeny v Příloze č. 4.

V Tab. 1 jsou uvedeny hodnoty ročních srážek (mm) pro rok 2014 a 2015, které byly naměřeny v areálu skládky odpadů Kuchyňky. V roce 2015, kdy byly vzorky pro test toxicity odebrány, spadlo nejvíce srážek v červnu. Nejméně srážek bylo naměřeno v za měsíc únor.

Tab. 1 Naměřené hodnoty srážek za rok 2014 a 2015 v areálu skládky Kuchyňky

	2014 [mm]	2015 [mm]
Leden	0,0	29,8
Únor	-	14,2
Březen	-	37,6
Duben	-	17,8
Květen	-	44,6
Červen	42,0	56,0
Červenec	88,2	28,2
Srpen	71,8	54,8
Září	95,6	23,0
Říjen	65,8	23,4
Listopad	28,8	24,0
Prosinec	21,2	15,2
Celkem	413,4	368,8

4.6 Provedení testu inhibice růstu okřehku menšího (*Lemna minor* L.) na průsakových a dešťových vodách ze skládky odpadů Kuchyňky

Pro test inhibice růstu okřehku menšího (*Lemna minor* L.) na průsakových a dešťových vodách bylo využito testu toxicity při semichronické expozici vůči okřehku menšímu. Test se provádí po dobu 7 dní a z tohoto pohledu lze hovořit o toxicitě při semichronické expozici, protože je zahrnut jak okamžitý účinek při uvedení organismu do testu, tak i dlouhodobé působení, které se projeví v inhibici nárůstu nových generací

(www.vscht.cz). Test toxicity vůči okřešku menšímu probíhal na průsakových a dešťových vodách ze skládky Kuchyňky za období dubna až září roku 2015.

4.6.1 Charakteristika organismu

Z hlediska taxonomie je okřehek menší (*Lemna minor* L.) zařazen do oddělení rostlin krytosemenných (*Magnoliophyta*), třídy jednoděložných (*Magnoliopsida*) a čeledě okřehekovitě (*Lemnaceae*) (www.itis.gov). Okřehek menší zaujímá rozsáhlý areál po celém světě. V ČR a na Slovensku se vyskytuje od nížin až do podhůří. Jedná se o vodní rostlinu s plochými lístky kožovité konzistence, s jedním lístkem a kořínkem. Zdravé kolonie jsou tvořeny zpravidla 2 – 5 lístky. Okřehek menší (*Lemna minor* L.) porůstá hladinu stojatých a pomalu tekoucích vod, např. v rybnících, tůních, slepých ramenech (viz Obr. 9), zatopených lomech, pomalu tekoucích řekách, potocích aj. Nejčastější výskyt je na vodách mezotrofních až eutrofních a za příhodných podmínek vytváří husté porosty, které pokrývají celou hladinu a brání pronikání světla pod hladinu, což může zapříčinit zhoršení jakosti vody. Do určité míry je okřehek vítán na obhospodařovaných vodních plochách jako potrava pro ryby a vodní ptactvo. Rostlina má výborné akumulární schopnosti, pozorované zejména u sloučenin dusíku, fosforu a těžkých kovů. Okřehek je využíván jako testovací organismus při stanovování ekotoxikologických účinků škodlivých látek (www.botany.cz; www.vscht.cz).



Obr. 9 Výskyt okřehku menšího na slepém rameni řeky Moravy – PP Na letišti
(Studeníková, 2015)

4.6.2 Odběr vzorků průsakových a dešťových vod z areálu skládky Kuchyňky

Test toxicity průsakových a dešťových vod při semichronické expozici vůči okřehku menšímu (*Lemna minor* L.) byl proveden dle modifikovaného laboratorního návodu č. 4 – Laboratoř ekotoxikologie a LCA, Ústavu chemie a ochrany prostředí, VŠCHT v Praze. K testu toxicity byly odebírány vzorky průsakových a dešťových vod v pravidelných intervalech 1×04/2015, 1×05/2015, 1×06/2015, 1×07/2015, 1×08/2015 a 1×09/2015. Vzorky průsakových vod byly odebírány z jímky průsakových vod a vzorky dešťových vod byly odebírány z jímky dešťových vod (viz Obr. 10 a 11). Vzorky byly jímány do sterilních plastových nádob a řádně označeny. Po odběru byly převezeny do laboratoře Ústavu aplikované a krajinné ekologie Mendelovy univerzity v Brně, kde byly zamrazeny pro účely následného vyhodnocení.



Obr. 10 Jímka dešťových vod – odběr vzorků (Adamcová, Vaverková, 2015)



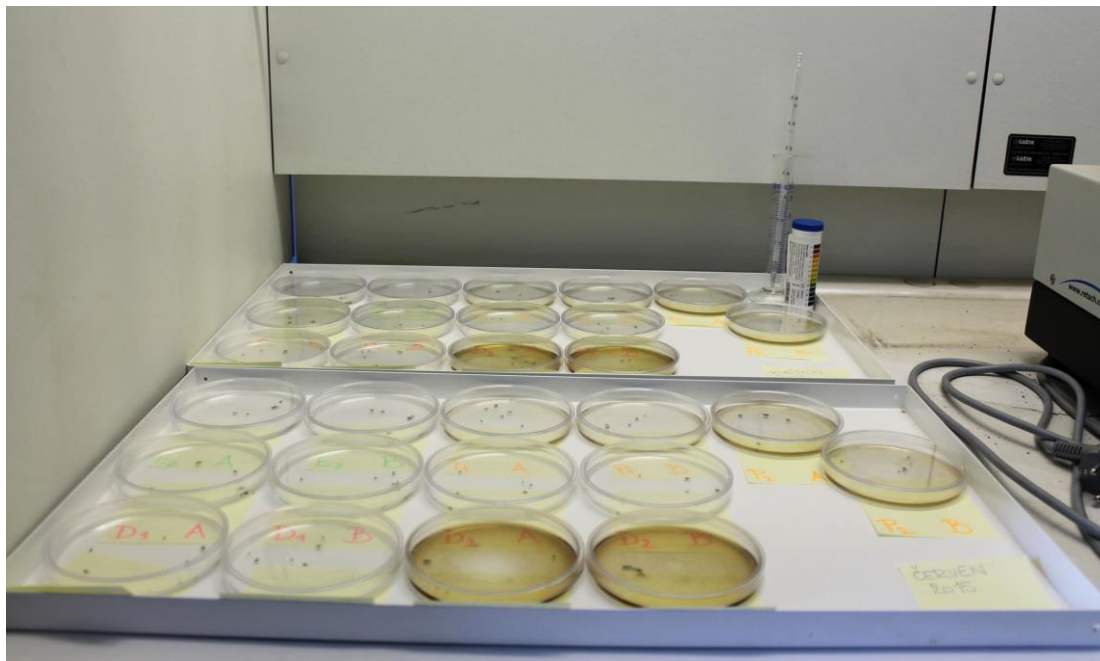
Obr. 11 Jímka průsakových vod – odběr vzorků (Adamcová, Vaverková, 2015)

4.6.3 Pracovní postup

Pro přípravu živného roztoku je využívána destilovaná voda. Na rozdíl od jiných vodních organismů není okřehek menší (*Lemna minor* L.) významně citlivý vůči mědi, která se uvolňuje z destilačního zařízení. Ředící vodou je Steinbergův živný roztok.

K provedení testu bylo zapotřebí několik pomůcek, mezi které patřila pinzeta, 14 kusů Petriho misek, lakmusové papírky, teploměr, pipeta. Testovány byly průsakové a dešťové vody ze skládky odpadů Kuchyňky (viz Příloha č. 1 - Obr. 19). Zakládání probíhalo vždy ve dvou koncentracích a dvou opakováních. První koncentrace byla 10%, kdy v Petriho misce bylo 9 ml živného roztoku a 1 ml testované látky, druhá koncentrace byla 20%, kde se odpipetovalo 8 ml živného roztoku a 2 ml testované

látky. Dvě Petriho misky obsahovaly pouze živný roztok jako kontrolní médium a v dalších miskách se umístily pouze 100 % koncentrace testované látky. Lístky okřehku menšího (viz Příloha č. 1 - Obr. 20) byly pomocí pinzety přenášeny do Petriho misek tak, aby se v každé nacházel vždy počet devíti kusů. Takto připravené vzorky byly umístěny do prostoru se stálým osvětlením (viz Obr. 12).



Obr. 12 Připravené vzorky umístěné pod stálým osvětlením

Na začátku, v průběhu a na konci testu se provádělo měření pH u všech vzorků a zaznamenávala se teplota. Test inhibice růstu okřehku menšího (*Lemna minor* L) probíhal po dobu 7 dní a během této doby došlo vždy ke dvěma kontrolám. Kontrola testovaných organismů byla prováděna zjišťováním počtu stélek a sledováním vzhledu kolonií. Sledovala se odumřelá tkáň stélek. Pokud byla některá ze stélek bílá či rozmočená, jednalo se o tzv. nekrózu, zežloutnutí tkáně značilo tzv. chlorózu. Založení, průběh i vyhodnocení jednotlivých vzorků bylo fotograficky dokumentováno. V Tab. 2 je uveden přehled podmínek testu semichronické expozice vůči okřehku menšímu (*Lemna minor* L.).

Tab. 2 Přehled podmínek testu toxicity vůči okřehekku menšímu (*Lemna minor* L.)

Testovací organismus:	okřehek menší (<i>Lemna minor</i> L.)
Barva:	Zelená
Počet stélek v jedné koncentraci:	9
Sledovaná odezva:	inhibice růstu, symptomy
Podmínky testu:	stálá teplota a osvětlení
Opakování:	2
Objem testované koncentrace:	10 ml (mikrometoda)
Teplota:	(24 ± 2) °C
Osvětlení:	kontinuální osvětlení pod světelným roštem
Doba expozice:	7 dní
Pomůcky:	Petriho misky, pipeta, teploměr, lakmusové papírky, pinzeta

Celkově bylo založeno šest testů, vždy pro jednotlivý měsíc, ve kterém byly průsakové a dešťové vody odebrány. Petriho misky byly označovány pomocí písmen a čísel, podrobné vysvětlení se nachází v Tab. 3.

Tab. 3 Označení vzorků

Značení vzorků	Vysvětlení značení
Ez A	kontrolní vzorek - první opakování
Ez B	kontrolní vzorek - druhé opakování
D ₁ A	10% koncentrace dešťové vody - první opakování
D ₁ B	10% koncentrace dešťové vody - druhé opakování
D ₂ A	20% koncentrace dešťové vody - první opakování
D ₂ B	20% koncentrace dešťové vody - druhé opakování
P ₁ A	10% koncentrace průsakové vody - první opakování
P ₁ B	10% koncentrace průsakové vody - druhé opakování
P ₂ A	20% koncentrace průsakové vody - první opakování
P ₂ B	20% koncentrace průsakové vody - druhé opakování
100% D ₁	100% koncentrace dešťové vody - první opakování
100% D ₂	100% koncentrace dešťové vody - druhé opakování
100% P ₁	100% koncentrace průsakové vody - první opakování
100% P ₂	100% koncentrace průsakové vody - druhé opakování

Počty lístků okřehku menšího (*Lemna minor* L.), teplota, pH, doba expozice a počty chloróz a nekróz se zaznamenávaly do tabulky (viz Tab. 4 – Tab. 9). Následně byla vypočítána růstová rychlost a inhibice růstu. Z údajů o počtu stélek na začátku, v průběhu a na konci testu se vypočítá růstová rychlost pro kontrolu a jednotlivé koncentrace testovaného vzorku.

- Vzorec pro růstovou rychlost (1):

(1)

$$\mu = \frac{\ln N_n - \ln N_0}{t_n}$$

kde

N_0 – počet stélek na počátku testu

N_n – počet stélek na konci testu

t_n – doba trvání testu.

Při stanovení inhibice růstu je nutno vycházet z růstové rychlosti. Pro každou testovanou koncentraci se ze získaných hodnot vypočítala inhibice (stimulace) růstu I_r . Pokud je výsledek $I_r < 0$, jedná se o stimulaci růstu. (www.vscht.cz)

- Vzorec pro výpočet inhibice růstu[%] (2):

(2)

$$I_r = \frac{(r_c - r_t)}{r_c} \times 100$$

kde

I_r – inhibice měřeného znaku pro danou koncentraci

r_c – růstová rychlost kontrolního vzorku

r_t – růstová rychlost vzorku v daných koncentracích. (<http://cit.vfu.cz/ivbp/>)

5 VÝSLEDKY A DISKUSE

5.1 Vyhodnocení výsledků testu toxicity průsakových a dešťových vod ze skládky odpadů Kuchyňky

V následujících tabulkách (Tab. 4 – Tab. 9) jsou uvedeny hodnoty z testu toxicity na okřehekku menším (*Lemna minor* L.) za jednotlivé měsíce. V tabulce se nachází vždy údaje o měsíci a roce, ze kterého dané průsakové a dešťové vody pochází, datum, kdy byl test prováděn, dále označení a naměřená hodnota pH vzorku, teploty v laboratoři, celkový počet lístků a množství lístků zasažených nekrotickou a chlorotickou. Ukázky fotografií ze založení a ukončení testu jsou uvedeny v Příloze č. 2.

Výsledky hodnocení za měsíc duben jsou uvedeny v Tab. 4. Test byl prováděn na konci měsíce října roku 2015. Při zakládání byla teplota v laboratoři 20 °C a při kontrolách se zvyšovala. Změna v přírůstku po sedmi dnech, tedy při vyhodnocování testu, se změnila u kontrolního vzorku (Ez A) z 9 lístků na 10 a dva lístky byly nekrotické. Stejný počet byl také u dešťové vody s koncentrací 10%. Překvapujícím zjištěním bylo, že největší přírůstek byl zjištěn u průsakové vody s koncentrací 20%, kde ale čtyři lístky vykazovaly nekrotickou.

Tab. 4 Vyhodnocení testu za měsíc duben 2015 (Studeníková, 2015)

TEST 4/2015	Vzorek	pH	Teplota [°C]	Počet lístků	Nekróza / Chloróza
0. den 20. 10. 2015	E _z A	7	20	9	-
	E _z B	7	20	9	-
	D ₁ A	6,5	20	9	-
	D ₁ B	6,5	20	9	-
	D ₂ A	7	20	9	-
	D ₂ B	7	20	9	-
	P ₁ A	7	20	9	-
	P ₁ B	7	20	9	-
	P ₂ A	6,5	20	9	-
	P ₂ B	6,5	20	9	-
	100% D ₁	6	20	9	-
	100% D ₂	6	20	9	-
	100% P ₁	8	20	9	-
100% P ₂	8	20	9	-	
První kontrola 22. 10. 2015	E _z A	6	24	9	0/0
	E _z B	6	24	9	0/0
	D ₁ A	6	24	10	1/0
	D ₁ B	6	24	10	0/0
	D ₂ A	6	24	10	0/0
	D ₂ B	6	24	9	1/0
	P ₁ A	7	24	9	1/0
	P ₁ B	7	24	9	1/0
	P ₂ A	7	24	10	2/0
	P ₂ B	7	24	9	3/0
	100% D ₁	6	24	9	1/0
	100% D ₂	6	24	9	2/0
	100% P ₁	8	24	9	1/1
100% P ₂	8,5	24	9	2/1	
Druhá kontrola 26. 10. 2015	E _z A	5,5	26	9	2/0
	E _z B	6	26	9	1/0
	D ₁ A	6	26	10	1/0
	D ₁ B	6	26	10	0/0
	D ₂ A	6	26	11	1/0
	D ₂ B	6	26	9	4/0
	P ₁ A	7	26	9	2/0
	P ₁ B	6,5	26	9	2/0
	P ₂ A	7	26	12	2/0
	P ₂ B	7	26	10	3/0
	100% D ₁	6	26	9	1/0
	100% D ₂	6	26	9	2/0
	100% P ₁	9	26	9	1/1
100% P ₂	9	26	9	2/1	
7. den 27. 10. 2015	E _z A	6	25	10	2/0
	E _z B	6	25	9	1/0
	D ₁ A	6	25	10	1/0
	D ₁ B	6	25	10	0/0
	D ₂ A	6,5	25	11	1/0
	D ₂ B	6,5	25	9	4/0
	P ₁ A	7	25	10	3/1
	P ₁ B	7	25	9	2/0
	P ₂ A	7	25	12	4/0
	P ₂ B	7	25	10	3/1
	100% D ₁	7	25	9	1/0
	100% D ₂	7	25	9	2/0
	100% P ₁	9	25	10	2/1
100% P ₂	9	25	9	2/1	

Další test byl zakládán o týden později, a to 27. 10. 2015. Přírůstek lístků okřehku ve vzorcích z května 2015 (viz Tab. 5) byl u kontrolních vzorků a vzorků z dešťových vod vysoký. Nejvyšší počet se vyskytoval u 100% koncentrace dešťové vody s devatenácti lístky a u koncentrace s 20% dešťové vody s osmnácti lístky. V 100% koncentraci průsakové vody nenarostl lístek žádný a byl u nich vysoký počet chloróz. Teplota v laboratoři nedosahovala vždy teploty, které by měla. Tato skutečnost je zapříčiněna větším pohybem osob v laboratoři, tudíž nelze uhlídat stálá teplota v místnosti.

Tab. 5 Vyhodnocení testu za květen 2015 (Studeníková, 2015)

TEST 5/2015	Vzorek	pH	Teplota [°C]	Počet lístků	Nekróza / Chloróza
0. den 27. 10. 2015	E _z A	6	25	9	-
	E _z B	6	25	9	-
	D ₁ A	6,5	25	9	-
	D ₁ B	6,5	25	9	-
	D ₂ A	6	25	9	-
	D ₂ B	6	25	9	-
	P ₁ A	6,5	25	9	-
	P ₁ B	6,5	25	9	-
	P ₂ A	7,5	25	9	-
	P ₂ B	7,5	25	9	-
	100% D ₁	6,5	25	9	-
	100% D ₂	6,5	25	9	-
	100% P ₁	9	25	9	-
100% P ₂	9	25	9	-	
První kontrola 29. 10. 2015	E _z A	5,5	22	10	0/0
	E _z B	5,5	22	12	0/0
	D ₁ A	6	22	12	0/0
	D ₁ B	6	22	10	0/0
	D ₂ A	6	22	10	0/0
	D ₂ B	6	22	13	0/0
	P ₁ A	7	22	11	0/3
	P ₁ B	7	22	9	0/0
	P ₂ A	7,5	22	11	0/2
	P ₂ B	7,5	22	9	0/0
	100% D ₁	6	22	11	0/0
	100% D ₂	6	22	10	0/0
	100% P ₁	9	22	9	0/3
100% P ₂	9	22	9	0/5	
Druhá kontrola 2. 11. 2015	E _z A	5	20,5	15	1/0
	E _z B	5	20,5	16	1/0
	D ₁ A	5,5	20,5	15	0/0
	D ₁ B	5,5	20,5	15	0/1
	D ₂ A	5,5	20,5	15	0/0
	D ₂ B	5,5	20,5	18	0/0
	P ₁ A	6,5	20,5	13	0/3
	P ₁ B	6,5	20,5	13	0/0
	P ₂ A	7	20,5	12	1/3
	P ₂ B	7	20,5	10	0/0
	100% D ₁	6	20,5	18	1/0
	100% D ₂	6	20,5	16	0/0
	100% P ₁	9,5	20,5	9	0/5
100% P ₂	9,5	20,5	9	0/5	
7. den 3. 11. 2015	E _z A	5	20	15	1/0
	E _z B	5	20	16	1/0
	D ₁ A	5,5	20	16	0/0
	D ₁ B	5,5	20	15	0/2
	D ₂ A	6	20	16	0/1
	D ₂ B	6	20	18	0/0
	P ₁ A	6,5	20	14	0/3
	P ₁ B	6,5	20	13	0/1
	P ₂ A	7	20	12	1/4
	P ₂ B	7	20	11	0/0
	100% D ₁	5,5	20	19	1/0
	100% D ₂	5,5	20	16	0/0
	100% P ₁	9	20	9	1/5
100% P ₂	9	20	9	0/6	

V následující tabulce (Tab. 6) jsou zaznamenány výsledky testu toxicity za měsíc červen 2015 a zakládán byl ve stejném termínu jako test za měsíc květen. Vysoký přírůstek lístků byl u živného roztoku Ez B, kde bylo na konci testu 17 kusů. Největší počet (19) byl zaznamenán u dešťové vody D₁ B s koncentrací 10%. Nárůst proběhl i u průsakových vod s koncentrací 10 i 20%, avšak u těchto vzorků byly zaznamenány chlorózy. Ve stoprocentní koncentraci dešťové vody (100% D₁) nebyla shledána žádná nekróza ani chloróza a přibylo na konci testu 6 lístků. U vzorků průsakových vod 100% P₁ i 100% P₂ opět nepřibyl žádný lístek a zaznamenány byly u obou opakování čtyři chlorózy.

Tab. 6 Vyhodnocení testu za měsíc červen 2015 (Studeníková, 2015)

TEST 6/2015	Vzorek	pH	Teplota [°C]	Počet lístků	Nekróza / Chloróza
0. den 27. 10. 2015	E _z A	6	25	9	-
	E _z B	6	25	9	-
	D ₁ A	6	25	9	-
	D ₁ B	6	25	9	-
	D ₂ A	6	25	9	-
	D ₂ B	6	25	9	-
	P ₁ A	7	25	9	-
	P ₁ B	7	25	9	-
	P ₂ A	7,5	25	9	-
	P ₂ B	7,5	25	9	-
	100% D ₁	6,5	25	9	-
	100% D ₂	6,5	25	9	-
	100% P ₁	9	25	9	-
100% P ₂	9	25	9	-	
První kontrola 29. 10. 2015	E _z A	5,5	22	11	0/0
	E _z B	5,5	22	10	0/0
	D ₁ A	5,5	22	11	0/1
	D ₁ B	5,5	22	14	0/0
	D ₂ A	5,5	22	11	0/0
	D ₂ B	5,5	22	10	0/0
	P ₁ A	6,5	22	11	0/2
	P ₁ B	7	22	11	0/0
	P ₂ A	7	22	10	0/2
	P ₂ B	7,5	22	10	0/2
	100% D ₁	6	22	11	0/0
	100% D ₂	6	22	11	0/0
	100% P ₁	9	22	9	0/1
100% P ₂	9	22	9	0/2	
Druhá kontrola 2. 11. 2015	E _z A	5,5	20,5	14	0/0
	E _z B	5,5	20,5	17	0/0
	D ₁ A	5	20,5	15	0/1
	D ₁ B	5,5	20,5	19	0/1
	D ₂ A	5,5	20,5	14	0/0
	D ₂ B	5,5	20,5	15	0/0
	P ₁ A	6,5	20,5	13	0/2
	P ₁ B	6,5	20,5	14	0/2
	P ₂ A	7	20,5	13	0/2
	P ₂ B	7	20,5	11	0/3
	100% D ₁	6	20,5	15	0/0
	100% D ₂	6	20,5	15	0/0
	100% P ₁	9,5	20,5	9	0/3
100% P ₂	9,5	20,5	9	0/4	
7. den 3. 11. 2015	E _z A	5,5	20	15	1/0
	E _z B	5,5	20	17	0/0
	D ₁ A	5	20	15	0/2
	D ₁ B	5	20	19	0/1
	D ₂ A	5,5	20	14	0/0
	D ₂ B	5,5	20	15	0/0
	P ₁ A	6,5	20	13	0/3
	P ₁ B	6,5	20	14	0/3
	P ₂ A	7	20	13	0/2
	P ₂ B	7	20	11	0/3
	100% D ₁	5,5	20	15	0/0
	100% D ₂	5,5	20	16	½
	100% P ₁	9,5	20	9	0/4
100% P ₂	9,5	20	9	¼	

Testy toxicity za letní měsíce červenec a srpen byly zakládány ve stejný den 5. 11. 2015. V testu za červenec (viz Tab. 7) v žádném z vzorků průsakových vod nepřirostl ani jeden lístek okřehku a opět zde byly k vidění především chlorózy, u stoprocentních koncentrací průsakových vod byly i nekrózy. Nejvíce lístků se vyskytovalo u 100% dešťové vody (100% D) v obou opakováních.

Tab. 7 Vyhodnocení testu za měsíc červenec 2015 (Studeníková, 2015)

TEST 7/2015	Vzorek	pH	Teplota [°C]	Počet lístků	Nekróza / Chloróza
0. den 5. 11. 2015	E _z A	6,5	20	9	-
	E _z B	6,0	20	9	-
	D ₁ A	7,0	20	9	-
	D ₁ B	7,0	20	9	-
	D ₂ A	6,5	20	9	-
	D ₂ B	6,5	20	9	-
	P ₁ A	8,0	20	9	-
	P ₁ B	7,5	20	9	-
	P ₂ A	8,0	20	9	-
	P ₂ B	8,0	20	9	-
	100% D ₁	7,0	20	9	-
	100% D ₂	7,0	20	9	-
	100% P ₁	8,5	20	9	-
100% P ₂	8,5	20	9	-	
První kontrola 9. 11. 2015	E _z A	6,5	20	11	0/0
	E _z B	6,5	20	11	0/1
	D ₁ A	7,0	20	10	0/0
	D ₁ B	7,0	20	11	0/0
	D ₂ A	6,5	20	12	0/0
	D ₂ B	6,5	20	10	0/1
	P ₁ A	7,5	20	9	0/3
	P ₁ B	7,5	20	9	0/2
	P ₂ A	8,0	20	9	0/2
	P ₂ B	8,0	20	9	0/2
	100% D ₁	7,0	20	12	2/1
	100% D ₂	7,0	20	11	0/1
	100% P ₁	8,5	20	9	0/2
100% P ₂	8,0	20	9	1/1	
Druhá kontrola 11. 11. 2015	E _z A	6,5	22,5	11	0/0
	E _z B	6,0	22,5	11	0/1
	D ₁ A	7,0	22,5	11	0/0
	D ₁ B	7,0	22,5	11	0/1
	D ₂ A	6,5	22,5	12	0/0
	D ₂ B	6,0	22,5	10	0/1
	P ₁ A	7,0	22,5	9	0/3
	P ₁ B	7,5	22,5	9	0/2
	P ₂ A	8,0	22,5	9	0/2
	P ₂ B	8,0	22,5	9	0/2
	100% D ₁	7,0	22,5	13	2/3
	100% D ₂	7,5	22,5	14	0/1
	100% P ₁	8,5	22,5	9	½
100% P ₂	8,0	22,5	9	1/1	
7. den 12. 11. 2015	E _z A	6,5	21	11	1/0
	E _z B	6,5	21	11	0/2
	D ₁ A	7,0	21	11	1/0
	D ₁ B	7,0	21	11	0/1
	D ₂ A	6,5	21	12	0/1
	D ₂ B	6,5	21	10	0/1
	P ₁ A	7,5	21	9	0/3
	P ₁ B	7,5	21	9	0/3
	P ₂ A	8,0	21	9	0/2
	P ₂ B	8,0	21	9	0/3
	100% D ₁	7,0	21	13	2/3
	100% D ₂	7,0	21	14	½
	100% P ₁	8,5	21	9	1/3
100% P ₂	8,0	21	9	1/1	

Ve výsledcích za měsíc srpen (viz Tab. 8) nebyly u žádných vzorků vysoké přírůstky lístků. Pouze u koncentrace 100 % dešťové vody počet lístků narostl na 17 kusů v obou opakováních. U dešťové vody v koncentraci 10 % a 20 % nepřibyl žádný lístek. U průsakové vody se 100% koncentrací se objevilo pět chloróz při obou opakováních a počet lístků zůstal na devíti.

Tab. 8 Vyhodnocení testu za měsíc srpen 2015 (Studeníková, 2015)

TEST 8/2015	Vzorek	pH	Teplota [°C]	Počet lístků	Nekróza / Chloróza
0. den 5. 11. 2015	E _z A	6,0	20	9	-
	E _z B	6,0	20	9	-
	D ₁ A	7,0	20	9	-
	D ₁ B	7,5	20	9	-
	D ₂ A	6,0	20	9	-
	D ₂ B	6,0	20	9	-
	P ₁ A	8,0	20	9	-
	P ₁ B	8,0	20	9	-
	P ₂ A	8,5	20	9	-
	P ₂ B	8,0	20	9	-
	100% D ₁	7,5	20	9	-
	100% D ₂	7,5	20	9	-
	100% P ₁	9,0	20	9	-
100% P ₂	9,0	20	9	-	
První kontrola 9. 11. 2015	E _z A	6,0	20	9	0/0
	E _z B	6,0	20	11	0/1
	D ₁ A	7,0	20	9	0/0
	D ₁ B	7,5	20	9	0/0
	D ₂ A	6,5	20	9	0/0
	D ₂ B	6,5	20	9	1/0
	P ₁ A	8,0	20	9	0/2
	P ₁ B	8,0	20	9	0/1
	P ₂ A	8,5	20	9	2/2
	P ₂ B	8,0	20	9	½
	100% D ₁	7,5	20	13	1/0
	100% D ₂	7,5	20	14	1/0
	100% P ₁	9,0	20	9	0/3
100% P ₂	9,0	20	9	0/3	
Druhá kontrola 11. 11. 2015	E _z A	6,0	22,5	9	0/0
	E _z B	6,0	22,5	11	0/1
	D ₁ A	7,5	22,5	9	0/0
	D ₁ B	7,5	22,5	9	0/0
	D ₂ A	6,5	22,5	9	0/0
	D ₂ B	6,5	22,5	9	1/0
	P ₁ A	8,0	22,5	9	0/2
	P ₁ B	8,0	22,5	9	0/1
	P ₂ A	8,5	22,5	9	2/2
	P ₂ B	8,5	22,5	9	1/3
	100% D ₁	7,0	22,5	16	1/1
	100% D ₂	7,5	22,5	16	2/0
	100% P ₁	9,0	22,5	9	0/4
100% P ₂	9,0	22,5	9	0/4	
7. den 12. 11. 2015	E _z A	6,0	21	9	2/0
	E _z B	6,0	21	11	2/1
	D ₁ A	7,5	21	9	0/0
	D ₁ B	7,5	21	9	1/0
	D ₂ A	7,0	21	9	1/0
	D ₂ B	6,5	21	9	1/0
	P ₁ A	7,5	21	10	0/3
	P ₁ B	8,0	21	9	0/1
	P ₂ A	8,5	21	9	2/4
	P ₂ B	8,5	21	9	¼
	100% D ₁	7,0	21	17	½
	100% D ₂	7,5	21	17	2/0
	100% P ₁	9,0	21	9	0/5
100% P ₂	9,0	21	9	0/5	

Ve vzorcích za měsíc září (viz Tab. 9) byly relativně vysoké přírůstky okřehku. Nejvyšší počet se vyskytoval u 100% (100% D₁ a 100% D₂) a 20% (D₂ A a D₂ B) koncentrací dešťové vody. Žádné přírůstky se neobjevily u 100% a 20% koncentrací průsakové vody a vzorky 100% P vykazovaly vysoký počet chloróz.

Tab. 9 Vyhodnocení testu za měsíc září 2015 (Studeníková, 2015)

TEST 9/2015	Vzorek	pH	Teplota [°C]	Počet lístků	Nekróza / Chloróza
0. den 19. 11. 2015	E _z A	7,5	20,5	9	-
	E _z B	7,5	20,5	9	-
	D ₁ A	7,0	20,5	9	-
	D ₁ B	7,0	20,5	9	-
	D ₂ A	6,5	20,5	9	-
	D ₂ B	6,5	20,5	9	-
	P ₁ A	8,0	20,5	9	-
	P ₁ B	7,5	20,5	9	-
	P ₂ A	7,5	20,5	9	-
	P ₂ B	8,0	20,5	9	-
	100% D ₁	7,0	20,5	9	-
	100% D ₂	7,0	20,5	9	-
	100% P ₁	8,0	20,5	9	-
100% P ₂	8,0	20,5	9	-	
První kontrola 23. 11. 2015	E _z A	7,5	20	14	0/1
	E _z B	7,5	20	17	0/0
	D ₁ A	7,0	20	14	0/0
	D ₁ B	7,0	20	13	0/0
	D ₂ A	6,5	20	14	0/0
	D ₂ B	6,5	20	17	½
	P ₁ A	8,0	20	13	0/1
	P ₁ B	7,5	20	11	0/1
	P ₂ A	7,5	20	9	2/1
	P ₂ B	8,0	20	9	1/0
	100% D ₁	7,0	20	14	0/0
	100% D ₂	7,0	20	14	1/0
	100% P ₁	8,0	20	9	½
100% P ₂	8,0	20	9	0/4	
Druhá kontrola 25. 11. 2015	E _z A	7,5	19,5	14	0/1
	E _z B	7,5	19,5	18	0/1
	D ₁ A	7,0	19,5	14	0/0
	D ₁ B	7,0	19,5	14	0/0
	D ₂ A	6,5	19,5	16	0/0
	D ₂ B	6,0	19,5	18	½
	P ₁ A	7,0	19,5	13	0/1
	P ₁ B	7,5	19,5	13	0/1
	P ₂ A	8,0	19,5	9	2/1
	P ₂ B	8,0	19,5	9	1/0
	100% D ₁	7,0	19,5	15	0/0
	100% D ₂	7,5	19,5	16	1/0
	100% P ₁	8,5	19,5	9	1/3
100% P ₂	8,0	19,5	9	¼	
7. den 26. 11. 2015	E _z A	7,5	19,5	14	0/1
	E _z B	7,5	19,5	20	0/1
	D ₁ A	7,0	19,5	14	0/0
	D ₁ B	7,0	19,5	14	0/1
	D ₂ A	6,5	19,5	16	0/0
	D ₂ B	6,5	19,5	18	½
	P ₁ A	7,5	19,5	13	0/1
	P ₁ B	7,5	19,5	13	0/1
	P ₂ A	8,0	19,5	9	2/2
	P ₂ B	8,0	19,5	9	1/0
	100% D ₁	7,0	19,5	16	0/0
	100% D ₂	7,0	19,5	17	1/1
	100% P ₁	8,5	19,5	9	¼
100% P ₂	8,0	19,5	9	1/5	

5.2 Výsledky výpočtu růstové rychlosti

Podle počtu stélek na začátku, v průběhu a na konci testu byla vypočítána růstová rychlost μ (viz vzorec 1). Počítána byla vždy za všechna časová období, kdy se hodnotil počet stélek. Lístky okřehku menšího byly počítány po sedmi dnech při vyhodnocení a mezitím proběhly dvě kontroly. V posledních sloupcích Tab. 10 - 15 je růstová rychlost vždy zprůměrována za obě opakování konkrétního vzorku.

V Tab. 10 jsou uvedeny výsledky výpočtu růstové rychlosti po první kontrole, tedy po dvou dnech, po druhé kontrole a při vyhodnocení testu po sedmi dnech. Následně jsou hodnoty zprůměrovány. U vzorků stoprocentní dešťové vody (100% D₁ a D₂) není růstová rychlost žádná, jelikož nepřibyl ani jeden lístek okřehku. Nejvyšší růstová rychlost byla u průsakových vod v 20% koncentraci.

Tab. 10 Výsledky výpočtu růstové rychlosti za měsíc duben 2015 (Studeníková, 2016)

Duben 2015	μ 1. kontrola	μ 2. kontrola	μ konec testu	Průměrná hodnota	μ
Ez A	0,000	0,000	0,015	0,005	0,003
Ez B	0,000	0,000	0,000	0,000	
D1 A	0,053	0,018	0,015	0,028	0,028
D1 B	0,053	0,018	0,015	0,028	
D2 A	0,053	0,033	0,029	0,038	0,019
D2 B	0,000	0,000	0,000	0,000	
P1 A	0,000	0,000	0,015	0,005	0,003
P1 B	0,000	0,000	0,000	0,000	
P2 A	0,053	0,048	0,041	0,047	0,029
P2 B	0,000	0,018	0,015	0,011	
100% D1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
100% D2	0,000	0,000	0,000	0,000	
100% P1	0,000	0,000	0,015	0,005	0,003
100% P2	0,000	0,000	0,000	0,000	

V následující tabulce (viz Tab. 11) jsou uvedeny výsledky růstové rychlosti vzorků průsakových a dešťových vod z května 2015. První kontrola proběhla po dvou dnech, druhá po šesti dnech a vyhodnocení po sedmi dnech. Nejvyšší růstová rychlost je zaznamenána u vzorku dešťové vody při 20% koncentraci. Naopak nulová hodnota je u stoprocentní průsakové vody.

Tab. 11 Výsledky výpočtu růstové rychlosti za měsíc květen 2015 (Studeníková, 2016)

Květen 2015	μ 1. kontrola	μ 2. kontrola	μ konec testu	Průměrná hodnota	μ
Ez A	0,053	0,085	0,073	0,070	0,089
Ez B	0,144	0,096	0,082	0,107	
D1 A	0,144	0,085	0,082	0,104	0,087
D1 B	0,053	0,085	0,073	0,070	
D2 A	0,053	0,085	0,082	0,073	0,103
D2 B	0,184	0,116	0,099	0,133	
P1 A	0,100	0,061	0,063	0,075	0,056
P1 B	0,000	0,061	0,053	0,038	
P2 A	0,100	0,048	0,041	0,063	0,039
P2 B	0,000	0,018	0,029	0,015	
100% D1	0,100	0,116	0,107	0,108	0,092
100% D2	0,053	0,096	0,082	0,077	
100% P1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
100% P2	0,000	0,000	0,000	0,000	

U testu za měsíc červen kontrola probíhala taktéž po dvou, šesti a sedmi dnech. Růstová rychlost byla u všech vzorků poměrně vysoká s výjimkou stoprocentní koncentrace průsakové vody (viz Tab. 12). Nejvyšší vypočítaná hodnota byla u 10% koncentrace dešťové vody.

Tab. 12 Výsledky výpočtu růstové rychlosti za měsíc červen 2015 (Studeníková, 2016)

Červen 2015	μ 1. kontrola	μ 2. kontrola	μ konec testu	Průměrná hodnota	μ
Ez A	0,100	0,063	0,085	0,083	0,086
Ez B	0,053	0,106	0,106	0,088	
D1 A	0,100	0,085	0,085	0,090	0,123
D1 B	0,221	0,125	0,125	0,157	
D2 A	0,100	0,074	0,074	0,083	0,078
D2 B	0,053	0,085	0,085	0,074	
P1 A	0,100	0,061	0,061	0,074	0,078
P1 B	0,100	0,074	0,074	0,083	
P2 A	0,053	0,061	0,061	0,058	0,049
P2 B	0,053	0,033	0,033	0,040	
100% D1	0,100	0,085	0,085	0,090	0,092
100% D2	0,100	0,085	0,096	0,094	
100% P1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
100% P2	0,000	0,000	0,000	0,000	

Kontrola vzorků za měsíc červenec byla prováděna po čtyřech, šesti a sedmi dnech. Růstová rychlost u všech koncentrací průsakových vod je nulová, jelikož ani u jednoho vzorku nepřirostl žádný lístek okřehku menšího (*Lemna minor* L.). Nejvyšší hodnota je u stoprocentní koncentrace dešťové vody (viz. Tab. 13).

Tab. 13 Výsledky výpočtu růstové rychlosti za měsíc červenec 2015 (Studeníková, 2016)

Červenec 2015	μ 1. kontrola	μ 2. kontrola	μ konec testu	Průměrná hodnota	μ
Ez A	0,050	0,033	0,029	0,037	0,037
Ez B	0,050	0,033	0,029	0,037	
D1 A	0,026	0,033	0,029	0,029	0,033
D1 B	0,050	0,033	0,029	0,037	
D2 A	0,072	0,048	0,041	0,054	0,037
D2 B	0,026	0,018	0,015	0,020	
P1 A	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
P1 B	0,000	0,000	0,000	0,000	
P2 A	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
P2 B	0,000	0,000	0,000	0,000	
100% D1	0,072	0,061	0,053	0,062	0,062
100% D2	0,050	0,074	0,063	0,062	
100% P1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
100% P2	0,000	0,000	0,000	0,000	

Růstová rychlost u vzorků z měsíce srpna je poměrně nízká u všech vzorků (viz. Tab. 14). Počet lístků okřehku menšího (*Lemna minor* L.) byl počítán po čtyřech, šesti a sedmi dnech. Nejvyšší růstová rychlost byla u 100% koncentrace dešťové vody.

Tab. 14 Výsledky výpočtu růstové rychlosti za měsíc srpen 2015 (Studeníková, 2016)

Srpen 2015	μ 1. kontrola	μ 2. kontrola	μ konec testu	Průměrná hodnota	μ
Ez A	0,000	0,000	0,000	0,000	0,019
Ez B	0,050	0,033	0,029	0,037	
D1 A	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
D1 B	0,000	0,000	0,000	0,000	
D2 A	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
D2 B	0,000	0,000	0,000	0,000	
P1 A	0,000	0,000	0,015	0,005	0,003
P1 B	0,000	0,000	0,000	0,000	
P2 A	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
P2 B	0,000	0,000	0,000	0,000	
100% D1	0,092	0,096	0,091	0,093	0,096
100% D2	0,110	0,096	0,091	0,099	
100% P1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
100% P2	0,000	0,000	0,000	0,000	

U testu průsakových a dešťových vod z měsíce září kontroly probíhaly taktéž po čtyřech, šesti a sedmi dnech. Růstová rychlost vykazuje téměř u všech vzorků vysoké hodnoty (viz Tab. 15). Nejvyšší hodnota byla vypočítána u 20% koncentrace dešťové vody. Nulové hodnoty se objevují opět u 100% koncentrace průsakové vody a u 20% koncentrace průsakové vody.

Tab. 15 Výsledky výpočtu růstové rychlosti za měsíc září 2015 (Studeníková, 2016)

Září 2015	μ 1. kontrola	μ 2. kontrola	μ konec testu	Průměrná hodnota	μ
Ez A	0,110	0,074	0,063	0,082	0,106
Ez B	0,159	0,116	0,114	0,130	
D1 A	0,110	0,074	0,063	0,082	0,079
D1 B	0,092	0,074	0,063	0,076	
D2 A	0,110	0,096	0,082	0,096	0,110
D2 B	0,159	0,116	0,099	0,125	
P1 A	0,092	0,061	0,053	0,069	0,062
P1 B	0,050	0,061	0,053	0,055	
P2 A	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
P2 B	0,000	0,000	0,000	0,000	
100% D1	0,110	0,085	0,082	0,093	0,096
100% D2	0,110	0,096	0,091	0,099	
100% P1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
100% P2	0,000	0,000	0,000	0,000	

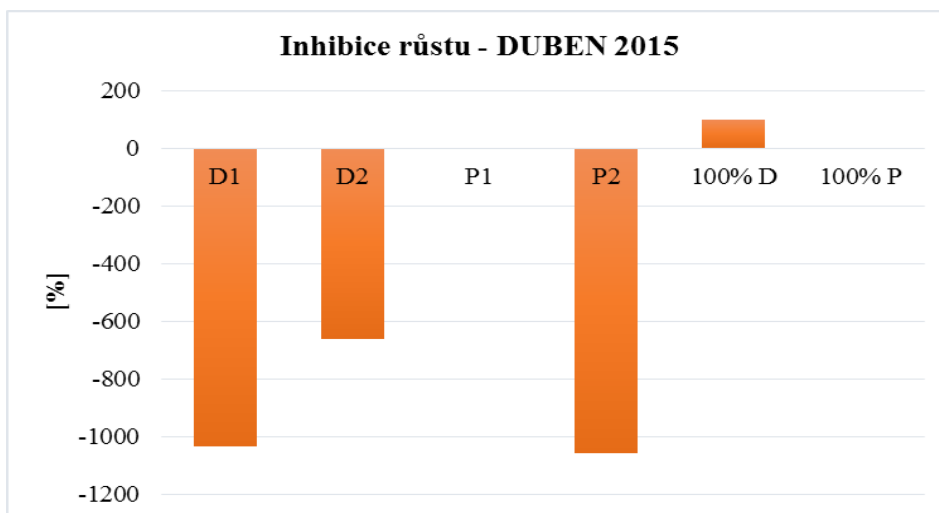
5.3 Výsledky výpočtu inhibice růstu

V následující tabulce (Tab. 16) jsou uvedeny výsledky výpočtu inhibice růstu (I_r) za jednotlivé zkoumané měsíce, které byly vypočítány dle vzorce 2. Při výpočtu inhibice růstu bylo vycházeno z předešlých výsledků růstové rychlosti. Pokud je výsledná hodnota $I_r > 0$, tak se jedná o inhibici růstu. Pokud je hodnota $I_r < 0$, jedná se o stimulaci růstu.

Tab. 16 Výsledky výpočtu inhibice růstu pro jednotlivé měsíce (Studeníková, 2016)

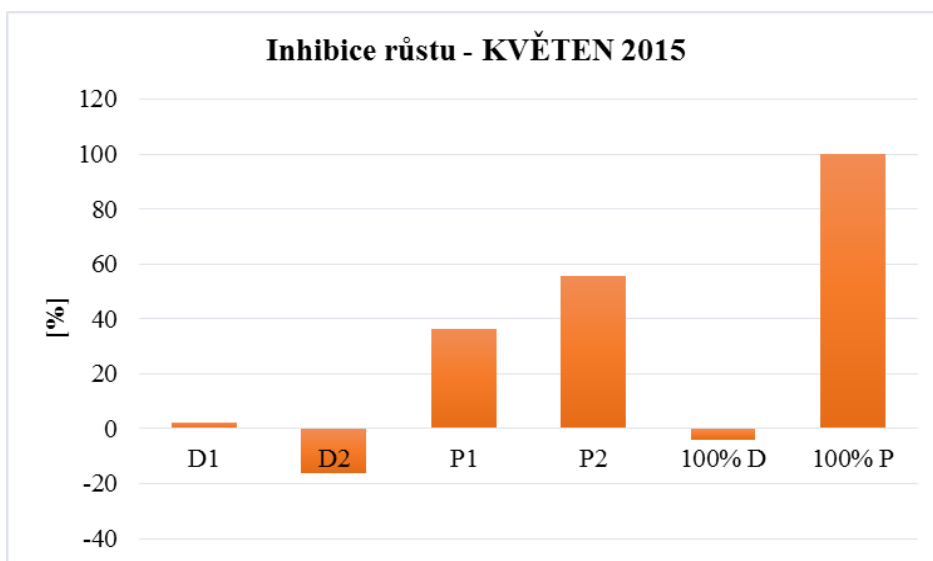
	Duben [%]	Květen [%]	Červen [%]	Červenec [%]	Srpen [%]	Září [%]
D1	-1033,3	2,02	-44,29	10,61	100	25,15
D2	-663,67	-16,09	8,32	2,07	100	-4,13
P1	0	36,45	8,33	100	86,6	41,85
P2	-1058,3	55,77	42,56	100	100	100
100% D	100	-3,88	-7,54	-65,95	-412,9	9,56
100% P	0	100	100	100	100	100

V Obr. 13 jsou graficky znázorněny výsledky inhibice/stimulace růstu za měsíc duben. Hodnota u stoprocentní koncentrace dešťové vody (100% D) je 100%, což je v kontextu tohoto výzkumu irelevantní výsledek. I ostatní hodnoty jsou velmi odlišné od ostatních měsíců. Tato skutečnost může vypovídat o chybě v měření.



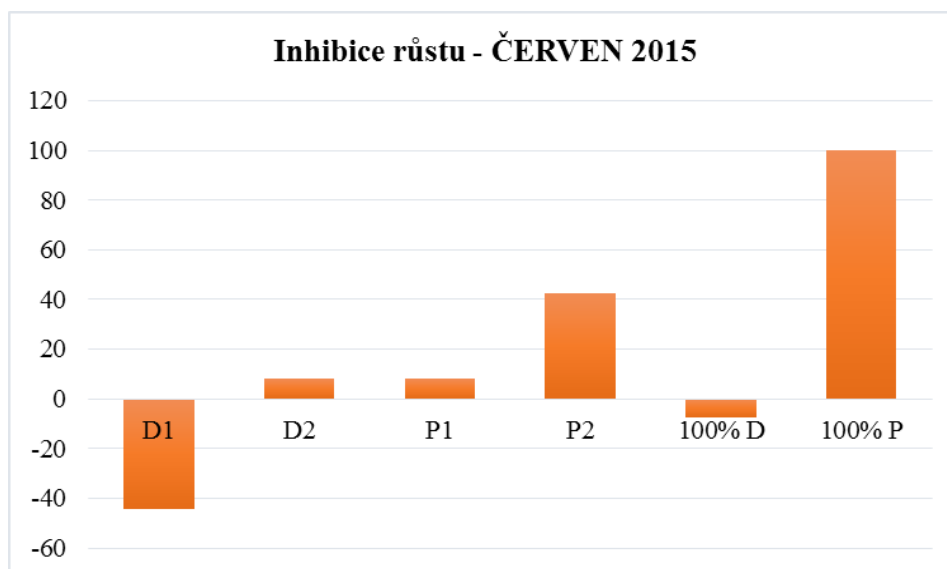
Obr. 13 Inhibice růstu za duben 2015 (Studeníková, 2016)

V následujícím grafu (viz Obr. 14) jsou zobrazeny výsledky inhibice/stimulace růstu za měsíc květen. U 100% P je inhibice 100 %. Dále je inhibice zaznamenána u dalších koncentrací průsakových vod a u 10% koncentrace dešťové vody (D₁). U vzorků 100% D a D₂ byla vypočítána záporná hodnota, což vypovídá o stimulaci růstu.



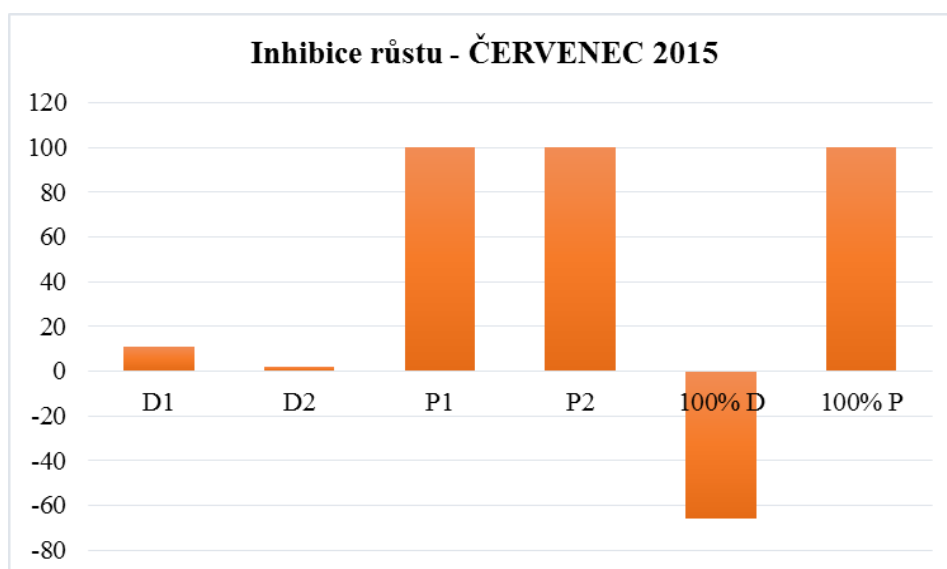
Obr. 14 Inhibice růstu za květen 2015 (Studeníková, 2016)

U výsledků za červen (viz Obr. 15) byla inhibice zaznamenána u vzorků D₂, P₁, P₂ a 100% P. Inhibice růstu 100% je znázorněna u stoprocentní koncentrace průsakové vody. Stimulace růstu je u dešťové vody (vzorek D₁ a 100% D).



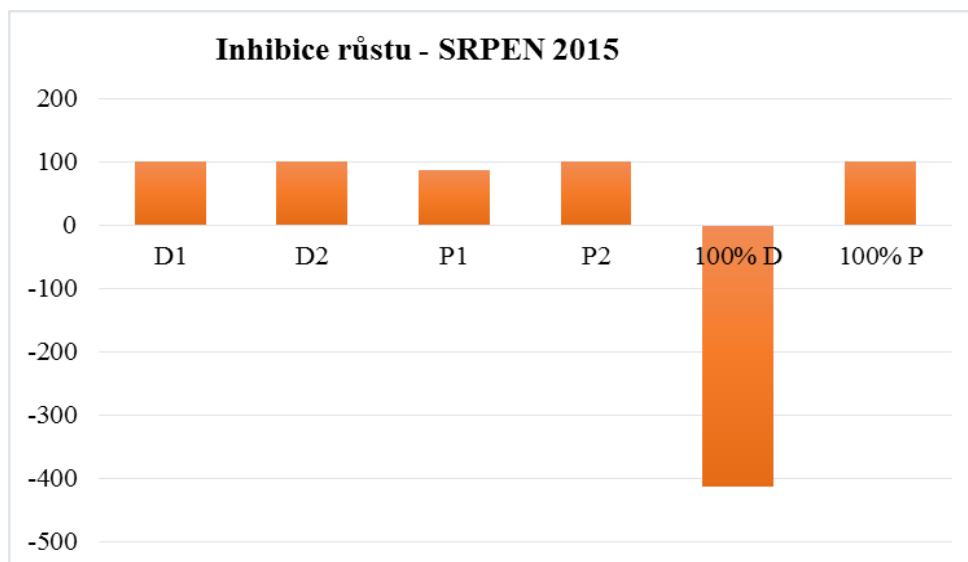
Obr. 15 Inhibice růstu za červen 2015 (Studeníková, 2015)

V následujícím grafu (viz Obr. 16) jsou znázorněny tři hodnoty, kde byla 100% inhibice růstu. Jedná se o vzorky průsakových vod ve všech sledovaných koncentracích. Velmi nízké procento inhibice růstu je zaznamenáno také u D₁ a D₂. Naopak stimulace růstu byla pouze u jednoho vzorku, a to u stoprocentní koncentrace dešťové vody.



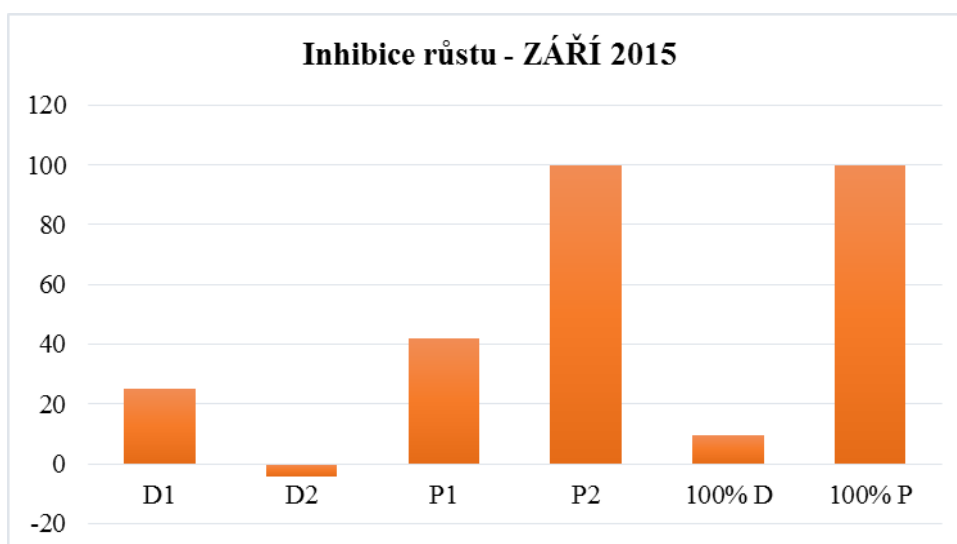
Obr. 16 Inhibice růstu za červenec 2015 (Studeníková, 2016)

Za měsíc srpen byla inhibice růstu velmi vysoká téměř u všech vzorků (viz Obr. 17). Stoprocentní inhibice růstu byla zaznamenána u dešťové vody v 10% a 20% koncentraci a dále u 20% a 100% koncentrace průsakové vody. Stimulace byla vypočítána pouze u 100% dešťové vody.



Obr. 17 Inhibice růstu za srpen 2015 (Studeníková, 2016)

Vysoké procenta inhibice růstu u výsledků z výpočtů inhibice růstové rychlosti za měsíc září byly zaznamenány u P₂ a 100% P (viz Obr. 18). Stimulace růstu je pouze u 20% koncentrace dešťové vody.



Obr. 18 Inhibice růstu za září 2015 (Studeníková, 2016)

6 ZÁVĚR

Diplomová práce na téma „Hodnocení toxicity průsakových vod ze skládky odpadů Kuchyňky“ se v první části zabývala základními pojmy v oblasti odpadového hospodářství, legislativním prostředím, statistickými údaji o produkci nakládání s KO v ČR a srovnání s EU. Dále jsou zde charakterizovány způsoby nakládání s odpady a popis skládkování se zaměřením na monitoring vod.

Praktická část je zaměřena konkrétně na skládku TKO Zdounky – Kuchyňky a na popis, jakým způsobem probíhal test inhibice růstu okřehku menšího (*Lemna minor* L.) na průsakových a dešťových vodách z této skládky. Při testu bylo využito testu toxicity při semichronické expozici vůči okřehku menšímu (*Lemna minor* L.). Tato rostlina je využívána jako testovací organismus při stanovování ekotoxikologických účinků škodlivých látek. Průsakové a dešťové vody byly na skládce Kuchyňky odebírány v pravidelném intervalu každý měsíc od dubna 2015 do září 2015. Výsledky jsou tedy vyhodnocovány za půlroční období.

V poslední části diplomové práce se nachází vyhodnocení výsledků testu toxicity průsakových a dešťových vod. K vyhodnocení se využilo modifikovaného postupu dle laboratorního návodu č. 4 – Laboratoř ekotoxikologie a LCA, Ústavu chemie a ochrany prostředí, VŠCHT v Praze. Ze zjištěných údajů byly vypočítány růstové rychlosti a inhibice růstu. Růstová rychlost byla vypočítána pro všechny koncentrace průsakových a dešťových vod za všechna období, kdy byl hodnocen počet stélek, a jednotlivé výsledky byly zprůměrovány. Hodnoty růstové rychlosti byly podkladem pro následné vypočítání inhibice růstu. Výsledky inhibice růstu za měsíc duben jsou velmi výrazně odlišné od ostatních zkoumaných měsíců, tudíž se s největší pravděpodobností jedná o chybné měření. Výsledky inhibice růstu u dešťové vody vykazují velmi nízké procenta inhibice u 10% koncentrace dešťové vody z měsíce května. Nízké procento inhibice bylo i u 20% koncentrace dešťové vody z června a 10% a 20% koncentrace z července. Pouze u dešťové vody ze srpna dosahovala inhibice u 10% a 20% koncentrace 100 %. U vzorků dešťové vody ze září byla nízká inhibice růstu vypočítána u 10% a 100% koncentrace. Ostatní koncentrace dešťových vod z daných měsíců vykazovaly stimulaci růstu. Na skládce odpadů Kuchyňky jsou dešťové vody využívány například k závlaze topolů japonských, které jsou v areálu

sklárky vysázeny. Výsledné hodnoty u průsakových vod ve všech měsících, kromě již zmiňovaného dubna, ukazují, že jsou toxické. S průsakovými vodami musí být tedy nakládáno jako s vodami odpadními a je důležité zabránit úniku do životního prostředí. Pokud by došlo k havárii a tyto vody by se dostaly do okolního prostředí, mohly by kontaminovat nejen půdu, ale také povrchové a podzemní vody a tím ohrozit zdraví obyvatel.

7 PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY

ANDĚL, Petr. *Ekotoxikologie, bioindikace a biomonitoring*. Vyd. 1. Liberec: Evernia, 2011. ISBN 978-80-903787-9-7.

ARNIKA, *Hierarchie nakládání s odpady* [online]. 2014 [cit. 2016-02-18]. Dostupné z: <http://pvo.arnika.org/>

BEDNÁŘOVÁ. *Stanovení účinnosti čištění odpadních vod pomocí mikrometody, testu na okřehek menším (Lemna minor)* [online]. [cit. 2016-03-15]. Dostupné z: <http://cit.vfu.cz/ivbp/wp-content/uploads/2011/07/Bednarova-prezentace.pdf>

BOTANY. *Lemna minor L. - okřehek menší* [online]. 2015 [cit. 2016-03-15]. Dostupné z: <http://botany.cz/cs/lemna-minor/>

BOŽEK, František, Zdeněk ZEMÁNEK a Rudolf URBAN. *Recyklace*. 1. vyd. Vyškov, 2003. ISBN 80-238-9919-8.

CENIA [Česká informační agentura životního prostředí], 2015. *Statistická ročenka životního prostředí ČR* [online]. [cit. 2016-02-18]. Dostupné z : http://www1.cenia.cz/www/sites/default/files/Statisticka_Rocenka_ZP_CR_2014.pdf

ČSÚ [Český statistický úřad], 2016. *Produkce a nakládání s komunálním odpadem, podle typu nakládání* [online]. Praha: ČSÚ [cit. 2016-02-18]. Dostupné z : <http://apl.czso.cz/pll/eutab/html.h?ptabkod=tsdpc240>

FILIP, Jiří a Jaroslav ORAL. *Odpadové hospodářství*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. ISBN 80-7157-682-4.

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

FILIP, Jiří. *Odpadové hospodářství*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2002. ISBN 80-7157-608-5.

GEOPORTAL. *Fytogeografické členění ČR* [online]. Cenia, 2015 [cit. 2016-03-02]. Dostupné z: <https://geoportal.gov.cz/web/guest/map?openNode=MapList>

GRODA, Bořivoj. *Technika zpracování odpadů*. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1997. ISBN 80-7157-264-0.

HRADSKÝ, Božetěch, Karel VAJLÍK. *Skládka odpadů Kuchyňky. Monitorování podzemních a průsakových vod. Závěrečná zpráva za rok 2013*. Vyhotoveno 03/2014.

Integrated taxonomic information system. *Lemna minor* L. [online]. 2016 [cit. 2016-03-15]. Dostupné z: http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=42590

Integrované povolení společnosti DEPOZ, spol. s r.o., pro zařízení "Skládka odpadů Kuchyňky" [online]. [cit. 2016-03-02]. Dostupné z: [http://iris.env.cz/www/ippc.nsf/FC056BCEDEEC86E6C125757D00273533/\\$file/DEPOZ%20Zm%C4%9Bna%20IP6%20Rozhodnut%C3%AD.pdf](http://iris.env.cz/www/ippc.nsf/FC056BCEDEEC86E6C125757D00273533/$file/DEPOZ%20Zm%C4%9Bna%20IP6%20Rozhodnut%C3%AD.pdf)

JUNGA, Petr, Tomáš VÍTĚZ a Petr TRÁVNÍČEK. *Technika pro zpracování odpadů I*. Vyd. 1. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. ISBN 978-80-7509-207-6.

KURAŠ, Mečislav. *Odpadové hospodářství*. Vyd. 1. Chrudim: Ekomonitor, 2008, 143 s. ISBN 978-80-86832-34-0.

MOHLER, Ivan, ústní sdělení, DEPOZ, spol. s r.o., Zdounky, 2016

MŽP [Ministerstvo životního prostředí], *Zákon 185/2001 Sb.* [online]. 2015 [cit. 2016-02-15]. Dostupné z:

http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/8FC3E5C15334AB9DC125727B00339581/%24file/Z%20185_2001.pdf

POVODÍ MORAVY. *Závod Střední Morava* [online]. 2016 [cit. 2016-02-26]. Dostupné z: <http://www.pmo.cz/cz/o-podniku/zavod-stredni-morava/>

PROBOŠTOVÁ, Veronika. *Role rostlinných bioindikátorů při hodnocení stavu životního prostředí v okolí skládky*. Brno, 2015. Diplomová práce. Mendelova univerzita v Brně.

PROKEŠ, Jaroslav. *Základy toxikologie*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 1997. ISBN 80-7184-418-7.

SINGER, Vojtěch. *Moderní metody ekologického kompostování*. Brno, 2008. Diplomová práce. Mendelova univerzita v Brně.

STALMACHOVÁ, Barbara. *Skládka TKO Kuchyňky. Monitorování vlivu skládky na okolní faunu, flóru a půdu. Závěrečná zpráva za rok 2007*. Vyhотовeno 11/2007.

VÍTEJTE NA ZEMI. *Produkce komunálního odpadu* [online]. CENIA, 2013 [cit. 2016-03-02]. Dostupné z:

http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=produkce_komunalniho_odpadu&site=odpady

VYSOKÁ ŠKOLA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ V PRAZE. *Laboratorní návod č. 4 - Test toxicity při semichronické expozici vůči okřešku menšímu (Lemna minor L.)* [online]. Praha, 2016 [cit. 2016-03-15]. Dostupné z: http://old.vscht.cz/uchop/ekotoxikologie/04_okrehek.pdf

8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1	Hierarchie způsobů nakládání s odpady (pvo.arnika.org)	13
Obr. 2	Celková produkce odpadů v ČR (tis. 10 ³ kg), 2009 až 2014 (www.cenia.cz, upraveno Studeníková, 2016)	17
Obr. 3	Celková produkce komunálních odpadů v kg na obyvatele, 2009 až 2014 (www.cenia.cz, upraveno Studeníková, 2016)	18
Obr. 4	Množství komunálních odpadů odstraněných skládkováním v letech 2009 až 2014. (www.cenia.cz, upraveno Studeníková, 2016)	19
Obr. 5	Produkce komunálního odpadu v EU v roce 2013 v kg na obyvatele. (www.cszo.cz, upraveno Studeníková, 2016).....	20
Obr. 6	Vyznačení katastrálního území obce Zdounky na mapě, M 1 : 500 000 (www.google.cz/maps, upraveno Studeníková, 2016)	29
Obr. 7	Letecký snímek areálu skládky (www.mapy.cz, upraveno Studeníková, 2016)	30
Obr. 8	Množství přijatých odpadů na skládce Kuchyňky za rok 2013 až 2015 (Mohler, 2016, upraveno Studeníková, 2016)	32
Obr. 9	Výskyt okřehku menšího na slepém rameni řeky Moravy – PP Na letišti (Studeníková, 2015).....	36
Obr. 10	Jímka dešťových vod – odběr vzorků (Adamcová, Vaverková, 2015)	37
Obr. 11	Jímka průsakových vod – odběr vzorků (Adamcová, Vaverková, 2015).....	37
Obr. 12	Připravené vzorky umístěné pod stálým osvětlením	38
Obr. 13	Inhibice růstu za duben 2015 (Studeníková, 2016)	59
Obr. 14	Inhibice růstu za květen 2015 (Studeníková, 2016)	59
Obr. 15	Inhibice růstu za červen 2015 (Studeníková, 2015)	60
Obr. 16	Inhibice růstu za červenec 2015 (Studeníková, 2016).....	60
Obr. 17	Inhibice růstu za srpen 2015 (Studeníková, 2016)	61
Obr. 18	Inhibice růstu za září 2015 (Studeníková, 2016)	61
Obr. 19	Vzorky průsakových a dešťových vod (Studeníková, 2015).....	74
Obr. 20	Okřehek menší (<i>Lemna minor</i> L.) (Studeníková, 2015).....	74
Obr. 21	Založení testu za měsíc září 2015 (Studeníková, 2015)	75

Obr. 22	Založení testu za měsíc září 2015 – kontrolní vzorek v obou opakováních (Studeníková, 2015).....	75
Obr. 23	Založení testu za měsíc září 2015 – 10% koncentrace dešťové vody v obou opakováních (Studeníková, 2015)	76
Obr. 24	Založení testu za měsíc září 2015 – 20% koncentrace dešťové vody v obou opakováních (Studeníková, 2015)	76
Obr. 25	Založení testu za měsíc září 2015 – 10% koncentrace průsakové vody v obou opakováních (Studeníková, 2015)	77
Obr. 26	Založení testu za měsíc září 2015 – 20% koncentrace průsakové vody v obou opakováních (Studeníková, 2015)	77
Obr. 27	Založení testu za měsíc září 2015 – 100% koncentrace dešťové vody v obou opakováních (Studeníková, 2015)	78
Obr. 28	Založení testu za měsíc září 2015 – 100% koncentrace průsakové vody v obou opakováních (Studeníková, 2015)	78
Obr. 29	Vyhodnocení testu za měsíc září 2015 (Studeníková, 2015).....	79
Obr. 30	Vyhodnocení testu za měsíc září – kontrolní vzorek v obou opakováních (Studeníková, 2015).....	79
Obr. 31	Vyhodnocení testu za měsíc září 2015 – 10% koncentrace dešťové vody v obou opakováních (Studeníková, 2015)	80
Obr. 32	Vyhodnocení testu za měsíc září 2015 – 20% koncentrace dešťové vody v obou opakováních (Studeníková, 2015)	80
Obr. 33	Vyhodnocení testu za měsíc září 2015 – 10% koncentrace průsakové vody v obou opakováních (Studeníková, 2015)	81
Obr. 34	Vyhodnocení testu za měsíc září 2015 – 20% koncentrace průsakové vody v obou opakováních (Studeníková, 2015)	81
Obr. 35	Vyhodnocení testu za měsíc září 2015 – 100% koncentrace dešťové vody v obou opakováních (Studeníková, 2015)	82
Obr. 36	Vyhodnocení testu za měsíc září 2015 – 100% koncentrace průsakové vody v obou opakováních (Studeníková, 2015)	82
Obr. 37	Vjezd do areálu skládky s mostovou váhou (Studeníková, 2016).....	83
Obr. 38	Jímka průsakových vod (Studeníková, 2016).....	83
Obr. 39	Jímka dešťových vod (Studeníková, 2016)	84

Obr. 40 Areál skládky Kuchyňky (Studeníková, 2016)..... 84

9 SEZNAM TABULEK

Tab. 1	Naměřené hodnoty srážek za rok 2014 a 2015 v areálu skládky Kuchyňky ..	34
Tab. 2	Přehled podmínek testu toxicity vůči okřehku menšímu (<i>Lemna minor</i> L.) ..	39
Tab. 3	Označení vzorků	40
Tab. 4	Vyhodnocení testu za měsíc duben 2015 (Studeníková, 2015)	43
Tab. 5	Vyhodnocení testu za květen 2015 (Studeníková, 2015)	45
Tab. 6	Vyhodnocení testu za měsíc červen 2015 (Studeníková, 2015)	47
Tab. 7	Vyhodnocení testu za měsíc červenec 2015 (Studeníková, 2015)	49
Tab. 8	Vyhodnocení testu za měsíc srpen 2015 (Studeníková, 2015)	51
Tab. 9	Vyhodnocení testu za měsíc září 2015 (Studeníková, 2015)	53
Tab. 10	Výsledky výpočtu růstové rychlosti za měsíc duben 2015 (Studeníková, 2016)	54
Tab. 11	Výsledky výpočtu růstové rychlosti za měsíc květen 2015 (Studeníková, 2016)	55
Tab. 12	Výsledky výpočtu růstové rychlosti za měsíc červen 2015 (Studeníková, 2016)	55
Tab. 13	Výsledky výpočtu růstové rychlosti za měsíc červenec 2015 (Studeníková, 2016)	56
Tab. 14	Výsledky výpočtu růstové rychlosti za měsíc srpen 2015 (Studeníková, 2016)	57
Tab. 15	Výsledky výpočtu růstové rychlosti za měsíc září 2015 (Studeníková, 2016)	58
Tab. 16	Výsledky výpočtu inhibice růstu pro jednotlivé měsíce (Studeníková, 2016)	58
Tab. 17	Výsledky rozborů z monitoringu průsakových vod ze skládky Kuchyňky	85

10 SEZNAM ZKRATEK

BRO	Biologicky rozložitelný odpad
ČR	Česká republika
KO	Komunální odpad
PE	Polyethylen
PVC	Polyvinylchlorid
TKO	Tuhý komunální odpad

PŘÍLOHY

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1	- Fotografie ze založení testu	str. 74
Příloha č. 2	- Vzorová ukázka průběhu testu za vybraný měsíc (září)	str. 75 - 82
Příloha č. 3	- Fotografie ze skládky odpadů Kuchyňky	str. 83 - 84
Příloha č. 4	- Výsledky rozborů z monitoringu průsakových vod	str. 85

Fotografie ze založení testu

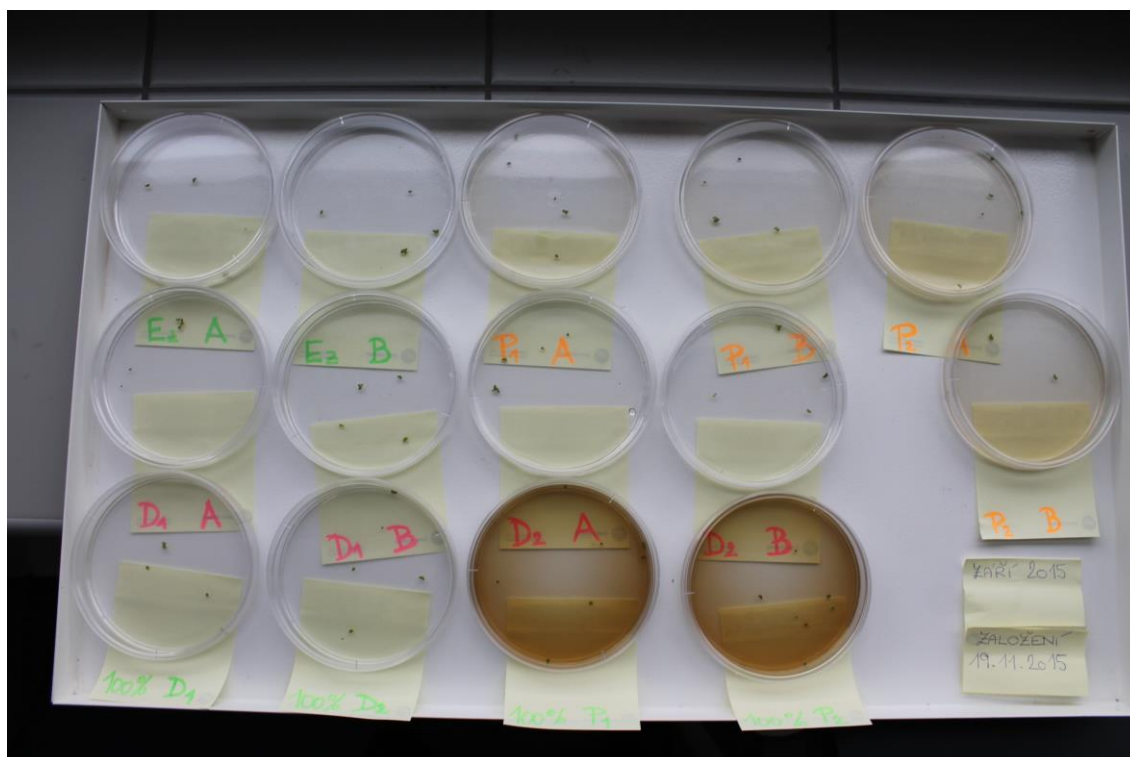


Obr. 19 Vzorčky průsakových a dešťových vod (Studeníková, 2015)



Obr. 20 Okřehek menší (*Lemna minor* L.) (Studeníková, 2015)

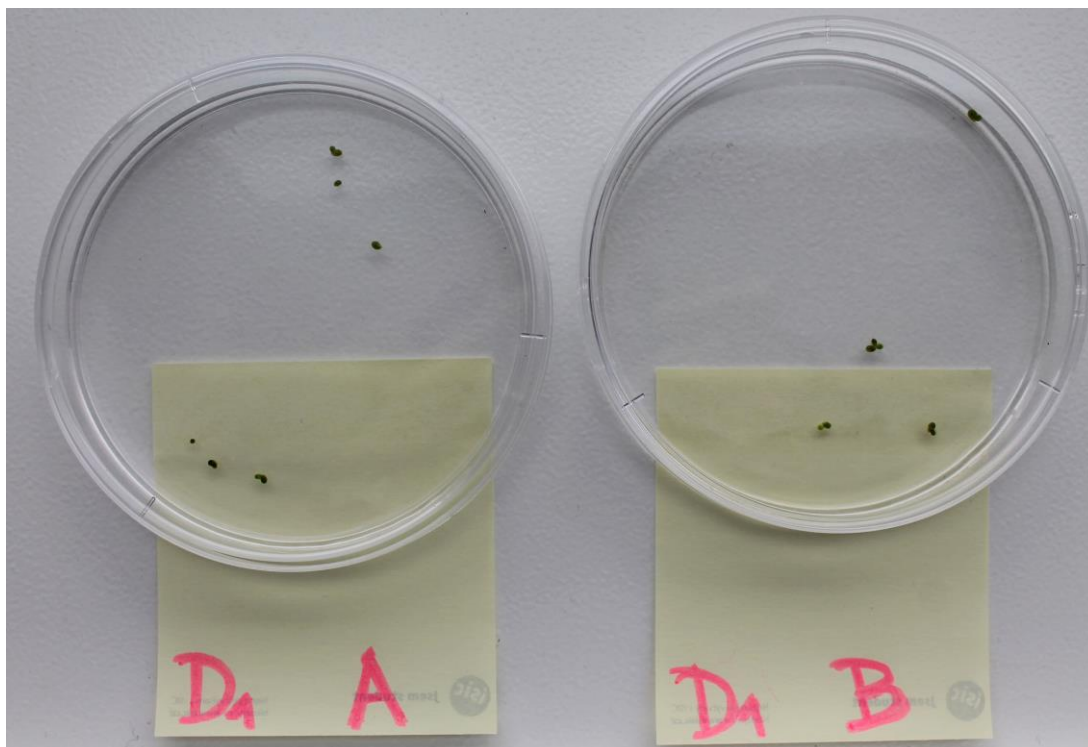
Vzorová ukázka průběhu testu za vybraný měsíc (září)



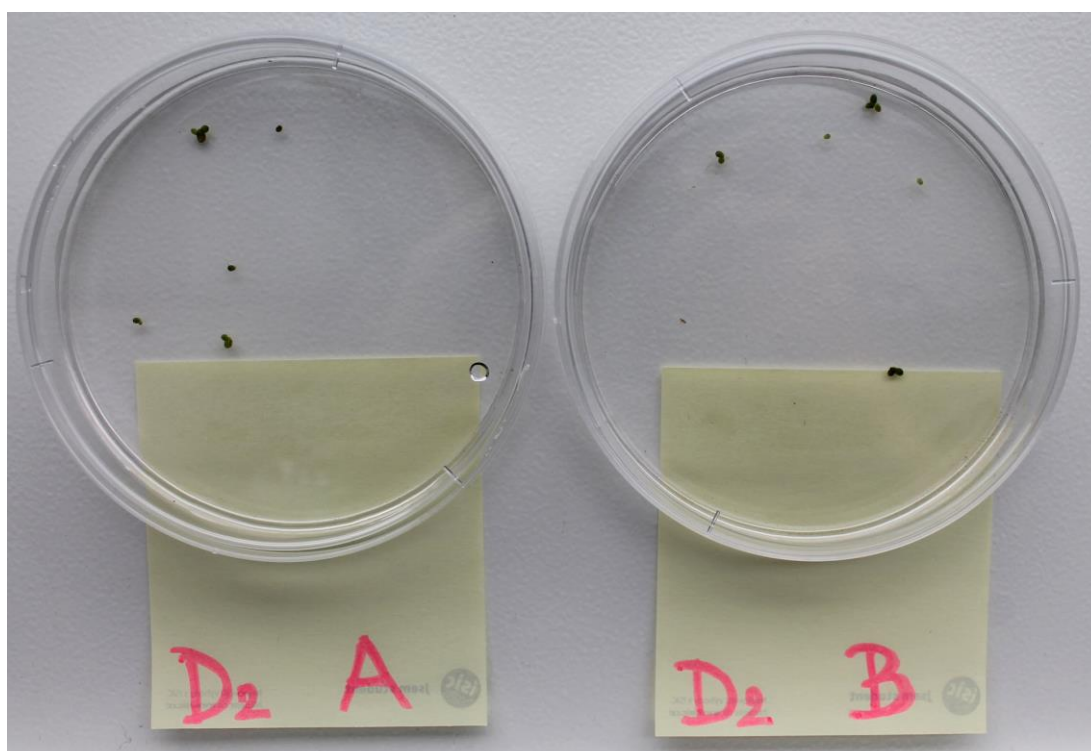
Obr. 21 Založení testu za měsíc září 2015 (Studeníková, 2015)



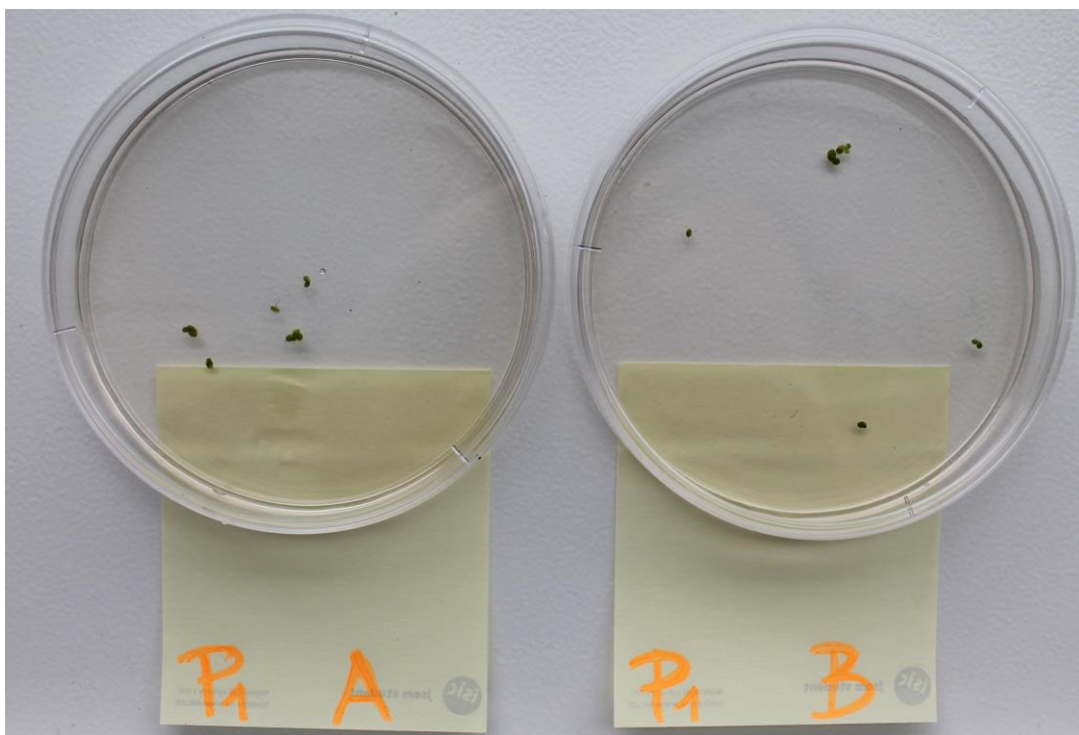
Obr. 22 Založení testu za měsíc září 2015 – kontrolní vzorek v obou opakováních (Studeníková, 2015)



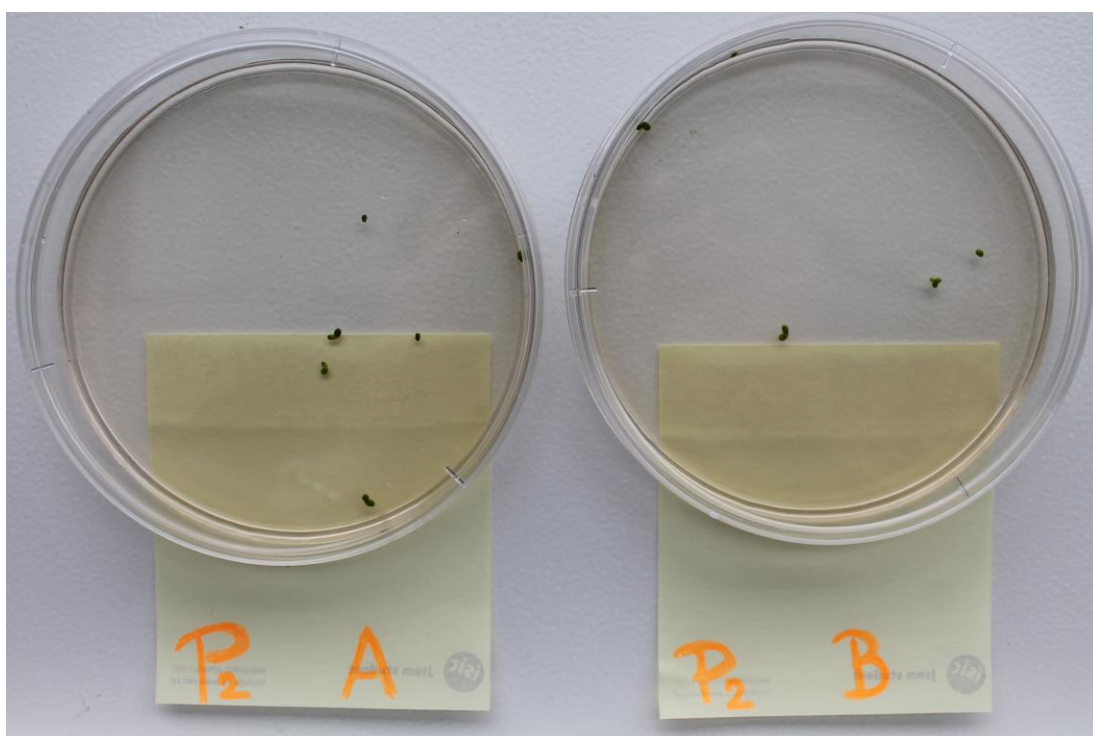
Obr. 23 Založení testu za měsíc září 2015 – 10% koncentrace dešťové vody v obou opakováních (Studeníková, 2015)



Obr. 24 Založení testu za měsíc září 2015 – 20% koncentrace dešťové vody v obou opakováních (Studeníková, 2015)



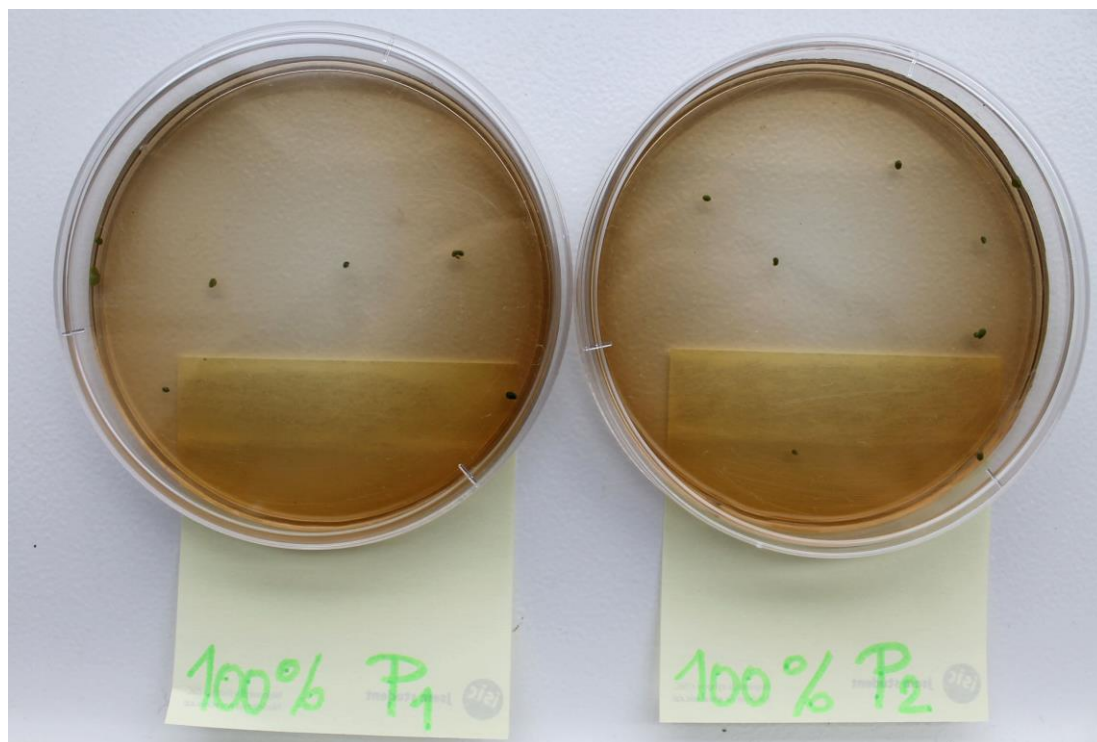
Obr. 25 Založení testu za měsíc září 2015 – 10% koncentrace průsakové vody v obou opakováních (Studeníková, 2015)



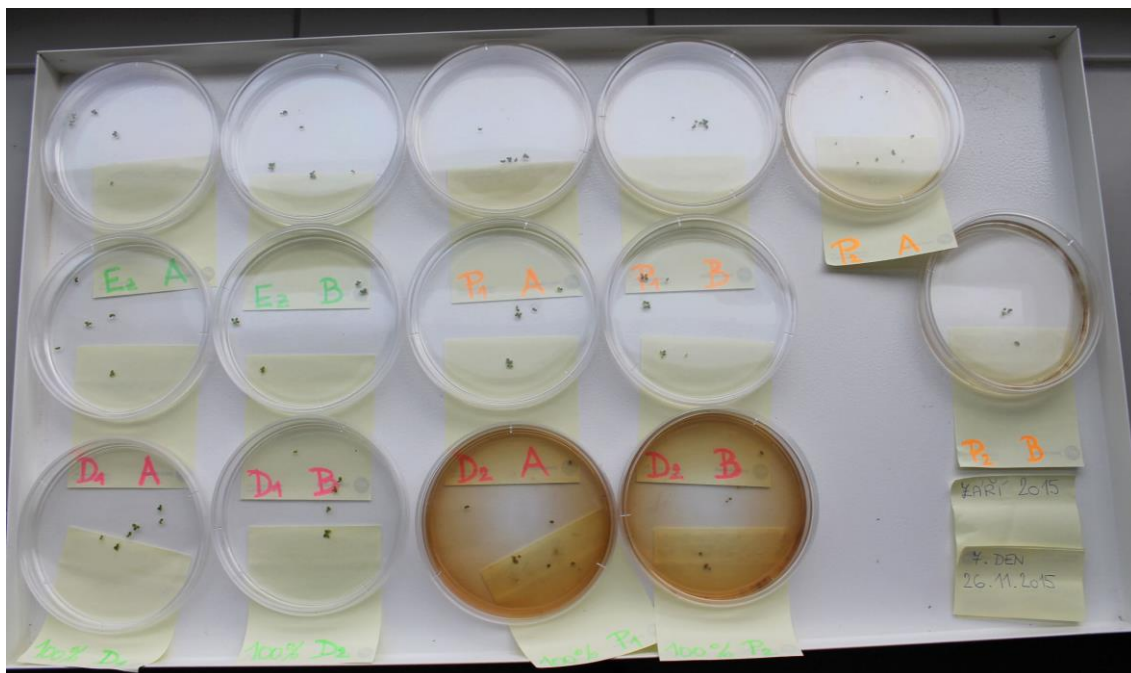
Obr. 26 Založení testu za měsíc září 2015 – 20% koncentrace průsakové vody v obou opakováních (Studeníková, 2015)



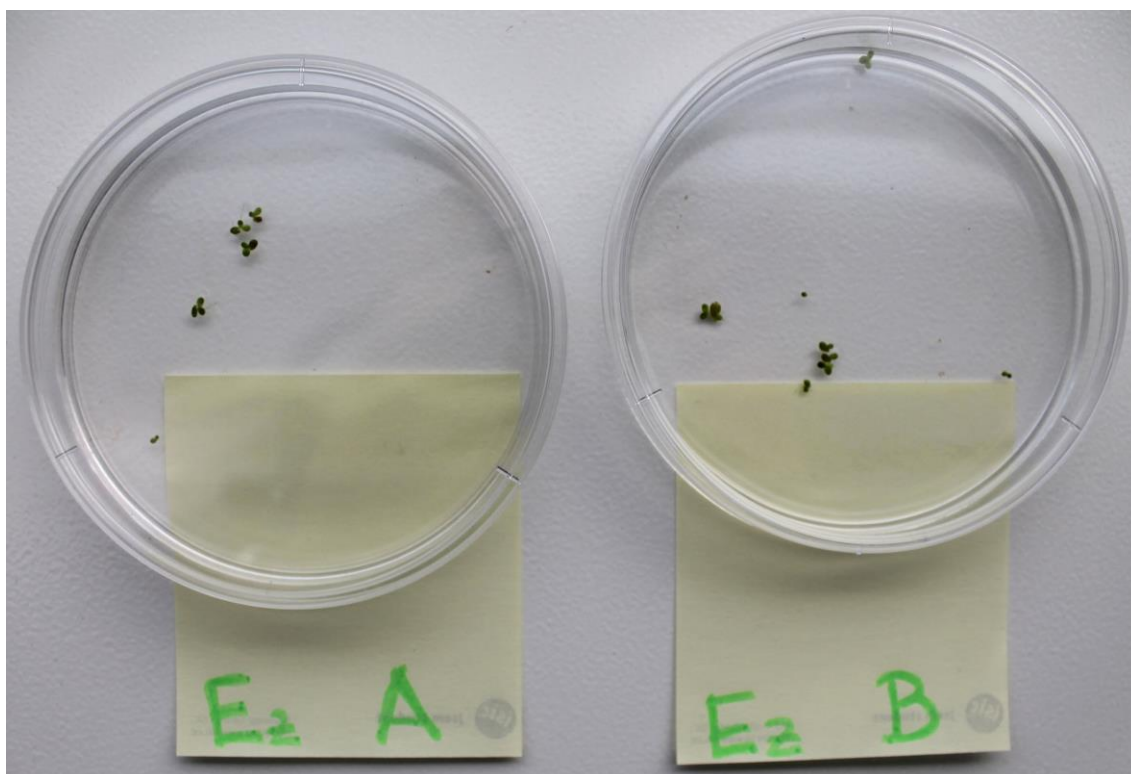
Obr. 27 Založení testu za měsíc září 2015 – 100% koncentrace dešťové vody v obou opakováních (Studeníková, 2015)



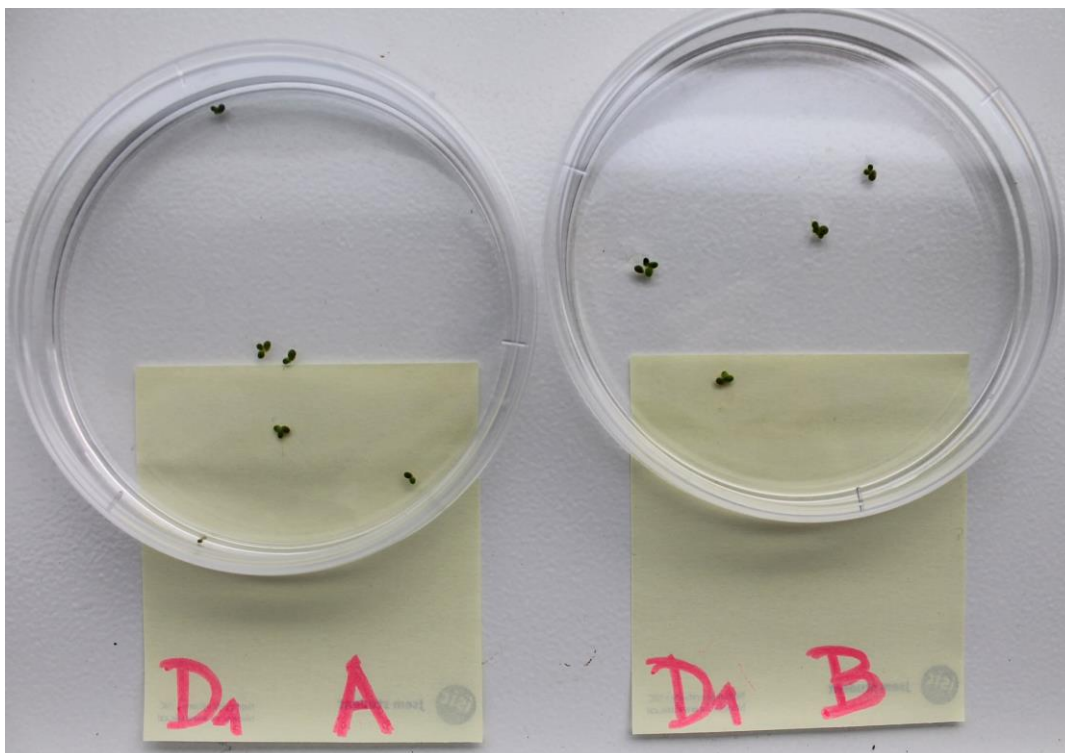
Obr. 28 Založení testu za měsíc září 2015 – 100% koncentrace průsakové vody v obou opakováních (Studeníková, 2015)



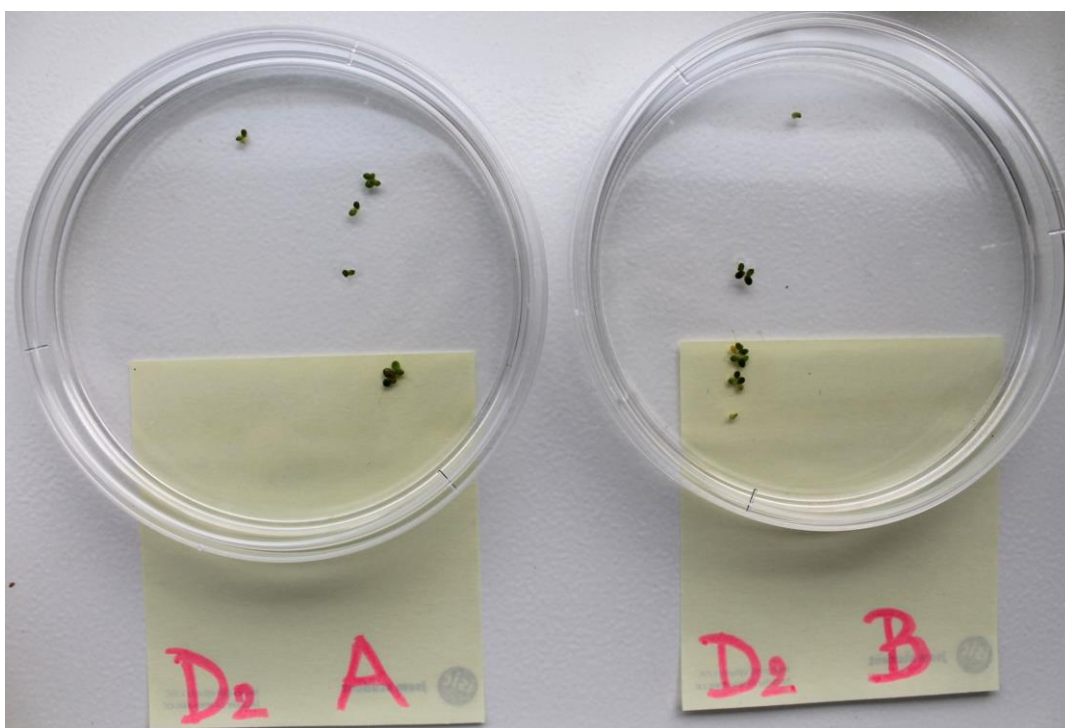
Obr. 29 Vyhodnocení testu za měsíc září 2015 (Studeníková, 2015)



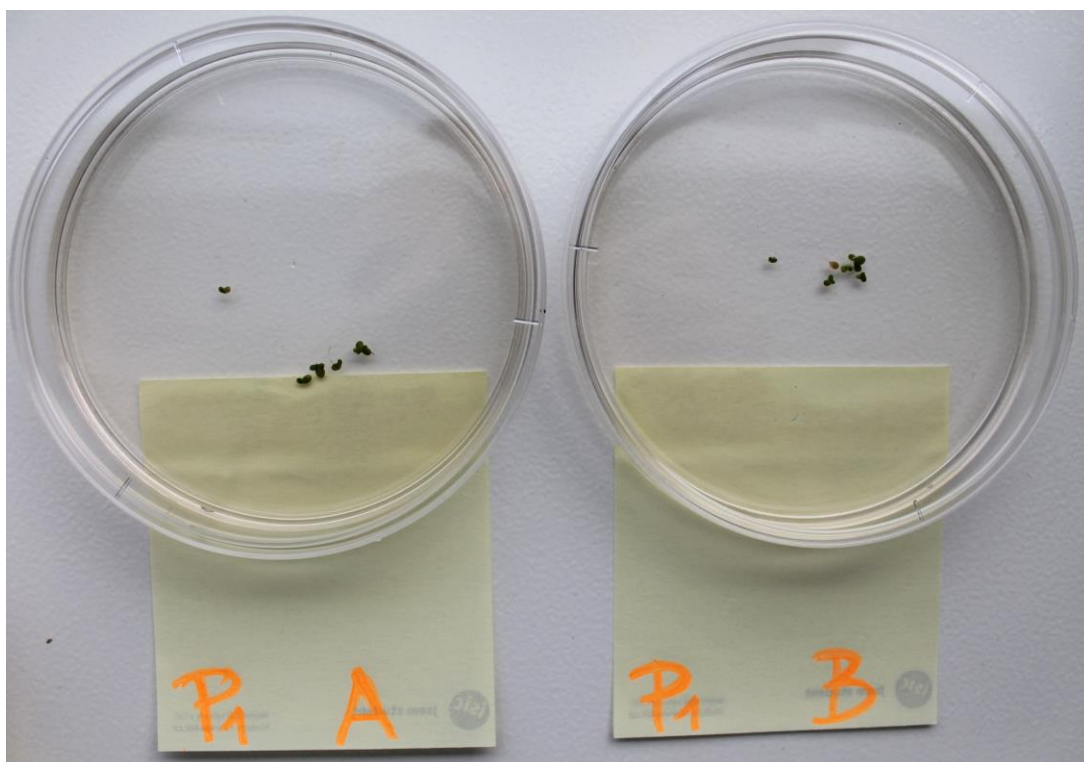
Obr. 30 Vyhodnocení testu za měsíc září – kontrolní vzorek v obou opakováních (Studeníková, 2015)



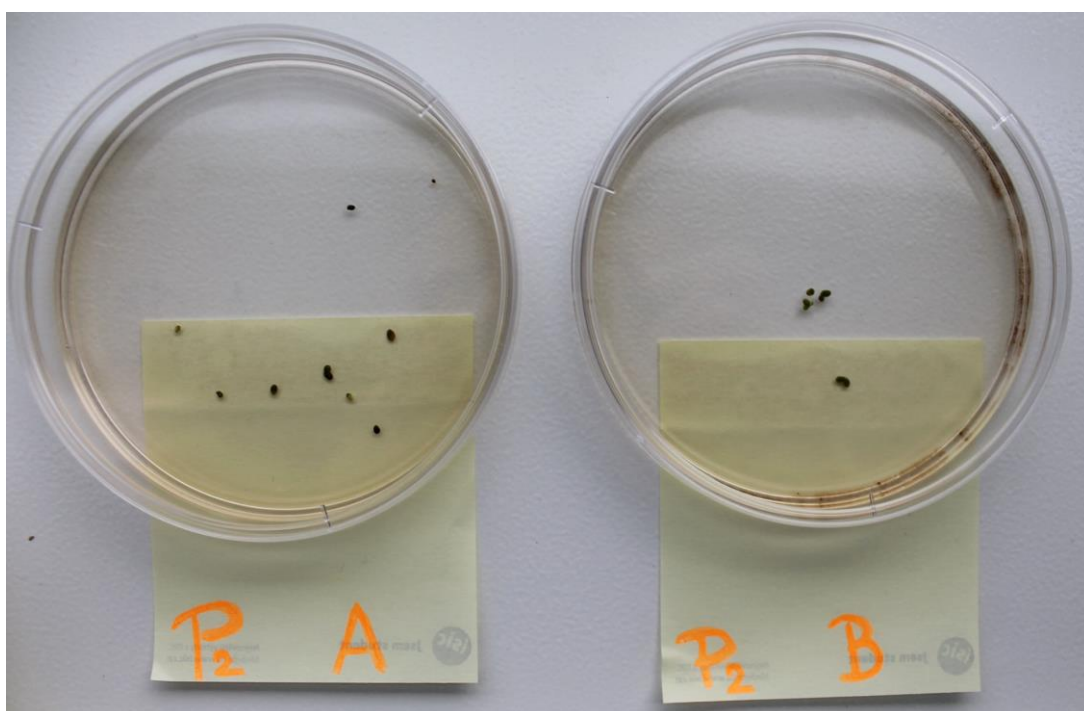
Obr. 31 Vyhodnocení testu za měsíc září 2015 – 10% koncentrace dešťové vody v obou opakováních (Studeníková, 2015)



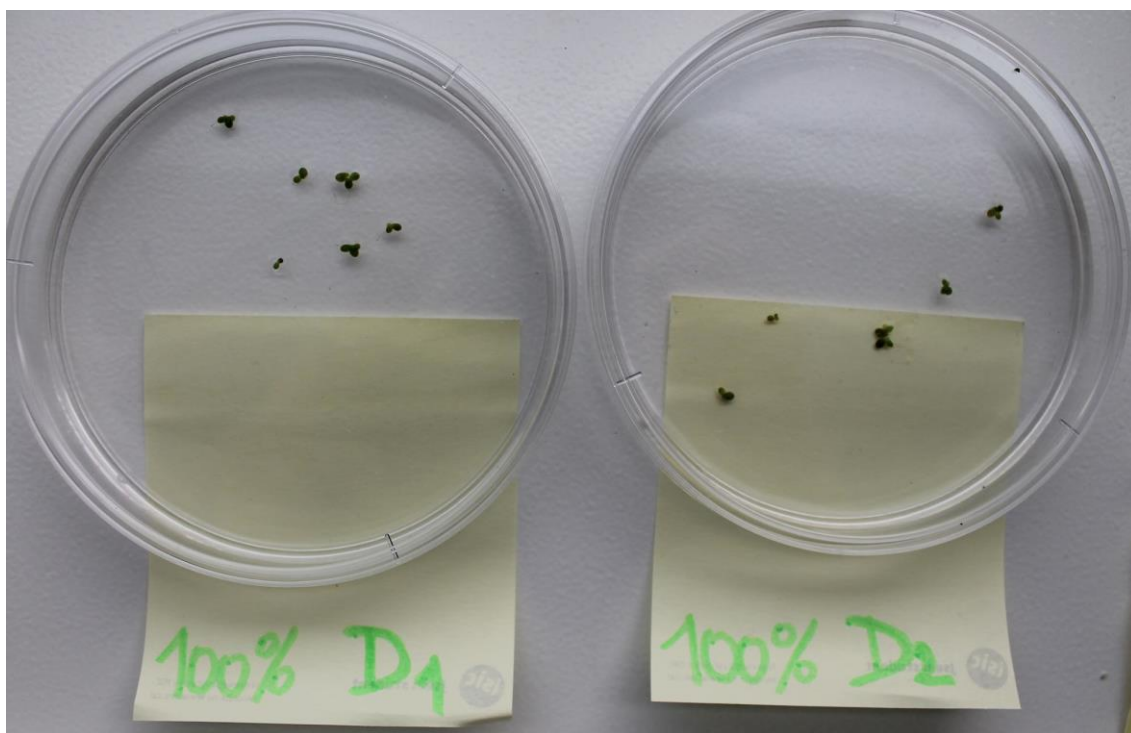
Obr. 32 Vyhodnocení testu za měsíc září 2015 – 20% koncentrace dešťové vody v obou opakováních (Studeníková, 2015)



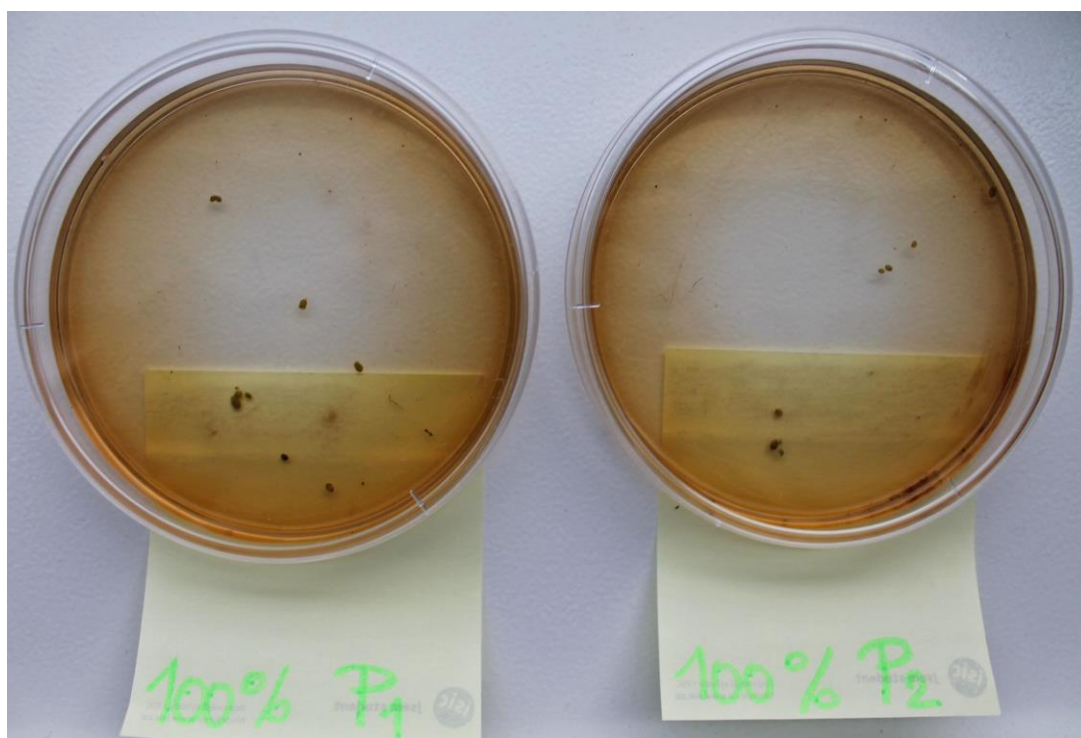
Obr. 33 Vyhodnocení testu za měsíc září 2015 – 10% koncentrace průsakové vody v obou opakováních (Studeníková, 2015)



Obr. 34 Vyhodnocení testu za měsíc září 2015 – 20% koncentrace průsakové vody v obou opakováních (Studeníková, 2015)



Obr. 35 Vyhodnocení testu za měsíc září 2015 – 100% koncentrace dešťové vody v obou opakováních (Studeníková, 2015)



Obr. 36 Vyhodnocení testu za měsíc září 2015 – 100% koncentrace průsakové vody v obou opakováních (Studeníková, 2015)

Fotografie ze skládky odpadů Kuchyňky



Obr. 37 Vjezd do areálu skládky s mostovou váhou (Studeníková, 2016)



Obr. 38 Jímka průsakových vod (Studeníková, 2016)



Obr. 39 Jímka dešťových vod (Studeníková, 2016)



Obr. 40 Areál skládky Kuchyňky (Studeníková, 2016)

Výsledky rozborů z monitoringu průsakových vod ze skládky Kuchyňky

Tab. 17 Výsledky rozborů z monitoringu průsakových vod ze skládky Kuchyňky

Parametr	Jednotka	Duben 2015	Říjen 2015
pH	mg/l	8,1	8,5
Nerozpuštěné látky	mg/l	12	13
Rozpuštěné látky	mg/l	6200	7200
Dusík amoniakální	mg/l	450	304
Dusík dusitanový	mg/l	0,2	<0,02
Dusík dusičnanový	mg/l	2,68	2,29
Dusík dle Kjeldahla	mg/l	524	370
Fosfor celkový	mg/l	4,72	6,35
Nepolární extrah. látky	mg/l	<0,22	<0,20
Kadmium	mg/l	<0,008	<0,003
Rtuť	mg/l	0,001	<0,0010
AOX	mg/l	876	1130
Zinek	mg/l	0,553	0,04
Chrom celkový	mg/l	0,52	0,78
Olovo	mg/l	<0,014	<0,030
Nikl	mg/l	0,445	0,11
Elektrická konduktivita	mS/m	1160	1110
CHSK-Mn	mg/l	420	450
Kyanidy veškeré	mg/l	0,008	<0,004
Arsen	mg/l	0,04	0,04
Polyaromatické uhlovodíky	ug/l	0,14	<0,090
Dusík celkový	mg/l	527	372