



**Agronomická
fakulta**

**Mendelova
univerzita
v Brně**



**Možnosti využití rostlinných bioindikátorů k určení
zátěží životního prostředí**

Bakalářská práce

Vedoucí práce:
Doc. Mgr. Ing. M. D. Vaverková, Ph.D.

Vypracovala:
Veronika Jenčíková

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Možnosti využití rostlinných bioindikátorů k určení zátěží životního prostředí 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 vědom/a, 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: 27. 4. 2016

.....
podpis

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych chtěla poděkovat vedoucí bakalářské práce Doc. Mgr. Ing. Magdaleně Darie Vaverkové, Ph.D. za odborné vedení práce, za trpělivost při její tvorbě a také za poskytnutí literatury.

V neposlední řadě bych ráda poděkovala své rodině a přátelům za podporu a cenné rady, bez nich bych práci dokončila jen stěží.

ABSTRAKT

Tato práce „Možnosti využití rostlinných bioindikátorů k určení zátěží životního prostředí“ je literární rešerše, která se nejprve zaměřuje obecně na problematiku nakládání s odpady a konkrétně na skládkování jako dosud nejčastější způsob zneškodňování komunálního odpadu. Součástí práce je stanovení vlivů skládky na okolí, z nichž nejdůležitější jsou skládkový plyn a průsakové vody. Bioindikace a biomonitoring jsou možnými způsoby, jak zjistit zátěž životního prostředí. Zvláště užitečné je využití vratiče obecného (*Tanacetum vulgare* L.) jako akumulčního indikátoru, pomocí kterého lze analyzovat znečištění těžkými kovy.

Klíčová slova: odpad, skládkování, bioindikace, vratič obecný

ABSTRACT

This bachelor's thesis „Use of plant bioindicator to determine the environmental burden“ is a literature review, which focuses firstly generally to waste management issue and specifically on landfilling as still the most common method of disposal of municipal waste. Part of the thesis is to determine the effects of the landfill on the environment, of which the most important is landfill gas and leachate. Bioindication and biomonitoring are possible ways to determine the environmental burden. Especially useful is the use of tansy (*Tanacetum vulgare* L.) as an accumulation indicator that can be used to analyse heavy metal pollution.

Keywords: waste, landfilling, bioindication, tansy

OBSAH

1	ÚVOD	7
2	CÍLE PRÁCE	8
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED	9
3.1	Nakládání s odpady	9
3.1.1	Dělení odpadů, pojmy, statistika	9
3.1.1	Nebezpečný odpad	12
3.2	Vývoj odpadového hospodářství	13
3.3	Legislativa	14
3.4	Skládkování	15
3.4.1	Klasifikace skládek	15
3.4.2	Těsnění povrchových skládek	17
3.4.3	Odvodňovací systémy	19
3.4.4	Odplynění	21
3.4.5	Monitorování skládky	22
3.4.6	Uzavírání a rekultivace skládky	22
3.5	Vlivy skládky na okolní prostředí	23
3.5.1	Bioplyn	24
3.5.2	Průsakové vody	26
3.5.3	Požáry	27
3.6	Charakteristika bioindikačních metod a biomonitoringu	28
3.6.1	Bioindikační metody	28
3.6.2	Bioindikační druhy	29
3.6.3	Biomonitoring	30
3.6.4	Příklady některých rostlinných bioindikátorů skládky	31
3.7	Využití rostliny vratiče obecného (<i>Tanacetum vulgare</i> L.) k odhadu zatížení okolního prostředí skládkou	32
3.7.1	Vratič obecný (<i>Tanacetum vulgare</i> L.)	33
4	MATERIÁL A METODIKA	34
5	ZÁVĚR	36
6	PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY	37
7	SEZNAM OBRÁZKŮ	40
8	SEZNAM ZKRATEK	40

1 ÚVOD

Dnešním průmyslově-spotřební společnost produkuje obrovské množství odpadů různých druhů. Problémem je jak s tímto odpadem nakládat. Pouze komunálního odpadu se v České republice vyprodukuje asi $3,2 \cdot 10^3$ kg ročně. Nejčastějším způsobem naložení s tímto odpadem je odstranění na skládkách, což je podle moderních strategií poslední vhodným řešením. Nicméně ani ostatní techniky odpadového hospodářství nejsou stoprocentně účinné a většina z nich (spalování, recyklace) se bez skládkování neobejde.

V tělese skládky probíhají biologické, chemické a fyzikální procesy, které vedou k rozkladu odpadu, přičemž dochází k tvorbě výluhů a skládkového plynu. Tyto produkty skládky jsou hlavními potencionálními zdroji znečištění životního prostředí, od nich se odvíjí celá řada negativních vlivů např. znečištění podzemních a povrchových vod, kontaminace půd, zápach, riziko požárů a explozí a další. Dnešní moderní skládky a jejich technologická opatření jsou navržena tak, aby tyto rizika odstranila nebo alespoň co nejvíce snížila. Hlavním omezením těchto snah je životnost skládky, která je většinou kratší než trvání zmíněných dopadů. I když se celosvětově od tohoto způsobu zbavování odpadů upouští, v budoucnu se stane nejzávažnějším problémem pro odpadové hospodářství i pro životní prostředí.

Možnými způsoby, jak takové znečištění lze určit a sledovat, jsou bioindikace a biomonitoring. To se provádí pomocí rostlin (bioindikátorů), které reagují na změny v prostředí svou změnou chování, vzhledem nebo výskytem, můžeme diagnostikovat rozšíření a druh toxické látky v prostředí. Speciální skupinou jsou tzv. akumulární bioindikátory, které mají schopnost přijímat a ve svých pletivech ukládat tyto škodlivé látky. Jedním z nich je i zkoumaný vratič obecný (*Tanacetum vulgare* L.).

2 CÍLE PRÁCE

Cílem této práce „Možnosti využití rostlinných bioindikátorů k určení zátěží životního prostředí“ je nejprve stručně popsat problematiku nakládání s odpady, kterou dále zaměřuji na skládkování, následně ve své práci stanovuji možné vlivy skládky na okolní prostředí. Cílem práce je také charakterizovat bioindikační metody a biomonitoring, konkrétněji pak využití rostliny vratiče obecného (*Tanacetum vulgare* L.) k odhadu zatížení okolního prostředí skládkou.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Nakládání s odpady

Odpady jsou dnes nedílnou součástí výrobní i spotřební sféry a jejich produkované množství nepřetržitě narůstá. Jsou tedy velmi aktuálním tématem po celém světě. Odpady vznikají jako vedlejší produkty výrob i spotřebních procesů, které výrobce nebo společnost neumí zpracovat a využít. Kromě odpadů z výroby jsou produkovány odpady při těžbě surovin a při spotřebě výrobků. Odpady ze spotřeby výrobků se tvoří při využití výrobků či jejich odstranění po ukončení doby jejich životnosti. Těmito všemi cykly, od těžby surovin, výroby, dopravy, spotřeby produktů až po jejich odstranění, se zabývá poměrně mladé technologické odvětví – odpadové hospodářství (dále jen OH). Snahou je zmírnit celkovou tvorbu odpadu a zdokonalovat bezpečné, environmentálně přijatelné a ekonomicky výhodné využití či odstranění (Kuraš, 2014).

3.1.1 Dělení odpadů, pojmy, statistika

V této kapitole je uvedeno základní rozdělení odpadů, jsou popsány základní pojmy týkající se problematiky nakládání s odpady a stručné statistické údaje.

3.1.1.1 Tuhé odpady

Definice tuhého odpadu zdá se být jednoduchá – odpad v pevném stavu. Ale tuhý odpad může být nejen pevný, ale i tekutý v podobě kalu nebo chemického odpadu. To také pramení z definice, že takový odpad není vodou (odpadní vodou) a není ve vzduchu (spaliny). Tuhý odpad nemá žádné transportní médium jako voda či vzduch, které musí být čištěno. Záměrem odpadového hospodářství tedy není čistit odpadkové koše nýbrž zacházet s nimi (Højlund Christensen, 2012).

Kromě rozdělení podle skupenství se odpad dělí například podle jeho vzniku. V procesu výroby je produkován výrobní odpad (průmyslový, stavební, zemědělský), při spotřebě výrobku nebo během poskytování služby vzniká spotřební odpad (např. v domácnosti, obchodě, na úřadech, v armádě). Dalším hlediskem může být rozložitelnost. Biologicky rozložitelný odpad neboli bioodpad by měl být vždy využit jako hnojivo, krmivo či palivo. Speciální skupinu odpadů tvoří odpady z těžební činnosti. Důležitým hlediskem je jejich nebezpečnost, pak se rozdělují na odpady ostatní a odpady nebezpečné (Filip, 2003).

3.1.1.2 Komunální odpad

Komunálním odpadem (dále jen KO) se podle zákona o odpadech a o změně některých dalších zákonů č. 185/2001 Sb. § 4, ve znění pozdějších předpisů rozumí „veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti fyzických osob a který je uveden jako komunální odpad v Katalogu odpadů, s výjimkou odpadů vznikajících u právnických osob nebo fyzických osob oprávněných k podnikání.“ Obsahuje nejen kategorii odpadu ostatního, ale v malém množství také odpad nebezpečný. V České republice (dále jen ČR) je původcem tohoto odpadu obec, která musí plnit povinnosti původce odpadů. V jiných státech např. v Německu či na Slovensku je původcem občan.

KO zahrnuje také odpad domovní, ten je tvořen obaly, odpadem po úklidu a také tzv. kuchyňským odpadem (zbytky z kuchyně). Ten se spolu s dalším organickým odpadem nazývá bioodpad. S tím souvisí i pojem biologicky rozložitelný komunální odpad – BRKO, který zahrnuje veškerý organický odpad v domovním odpadu, včetně organicky rozložitelných obalů a samozřejmě také odpad z údržby zeleně.

Zlomový bod v množství vyprodukovaného KO nastává po druhé světové válce, kdy zvýšený blahobyt vyústil v konzumní společnost a tím i zvýšil objem komunálního odpadu. Roční produkce KO na 1 obyvatele ve vyspělých zemích vzrostla v průměru ze 165 kg v r. 1950 na 600 kg v r. 2000 (Filip, 2003).

V následující tabulce (Tab. 1) je vyjádřeno množství KO rozdělené do složek. Celkové množství KO v posledních letech radikálně nemění, v roce 2014 bylo vyprodukováno $3,3 \cdot 10^3$ kg KO, což je 310 kg v přepočtu na jednoho obyvatele. Z toho největší část 64 % tvořil běžný svoz (odpad z popelnic, kontejnerů a svozových pytlů). Od roku 2002 neustále roste podíl odděleně sbíraných složek (papíru, skla, plastu a kovů). V roce 2002 připadlo 16 kg takto vyříděného odpadu na obyvatele, v roce 2014 vzrostl na 44 kg/obyvatele (www.czso.cz).

Tab. 1: *Produkce komunálních odpadů (10³ kg)**(Zdroj: www.czso.cz, upraveno Jenčíková, 2016)*

	2002	2011	2012	2013	2014
Běžný svoz	2 121 953	2 446 597	2 195 867	2 139 595	2 092 967
Svoz objemného odpadu	290 186	361 592	312 708	317 161	307 515
Odpady z komunálních služeb	266 482	66 204	56 574	52 034	63 540
Odděleně sbírané složky	166 456	483 483	448 088	448 428	467 390
Z toho:					
Papír	-	158 348	147 975	154 012	147 099
Sklo	-	120 358	112 872	114 062	114 200
Plasty	-	102 772	100 703	105 235	109 147
Kovy	-	53 164	40 841	37 461	44 269
Celkem	2 845 077	3 357 877	3 232 643	3 228 232	3 260 581
Z toho:					
Biologicky rozložitelný odpad	-	1 645 704	1 505 699	1 518 784	1 563 791

Tab. 2 znázorňuje způsoby nakládání s KO. Jednoznačně stále převládá skládkování. Recyklace, jak již bylo naznačeno v předchozí tabulce, mírně vzrůstá.

Tab. 2: *Nakládání s komunálními odpady (10³ kg)**(Zdroj: www.czso.cz, upraveno Jenčíková, 2016)*

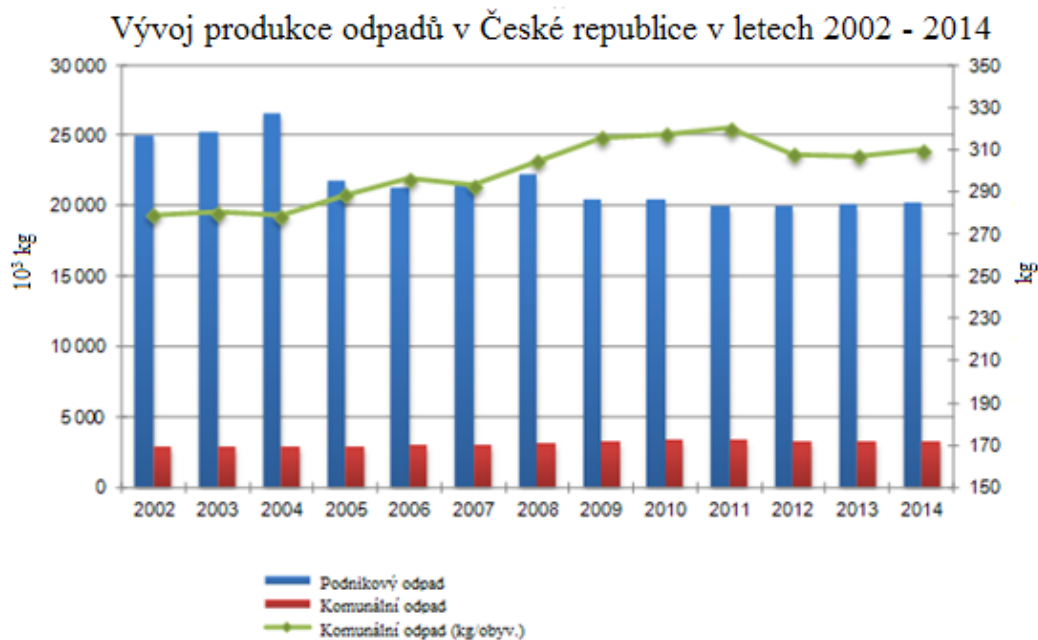
	2012	2013	2014
Skládkování	1 827 868	1 815 103	1 826 974
Spalování s využitím tepla	651 563	628 413	600 147
Spalování bez využití tepla	2 834	2 696	4 008
Recyklace	665 279	685 920	736 022
Kompostování	85 099	96 101	93 429

V roce 2014 činila celková produkce odpadů celkem 23,8·10³ kg (viz Tab. 3). V roce 2013 byla produkce 23,7·10³ kg, což znamená velmi malý nárůst o 0,3 %. Nebezpečného odpadu bylo (dále jen NO) v roce 2014 vyprodukováno 1,168·10³ kg a oproti předchozímu roku kleslo jeho množství o 4 % (www.czso.cz).

Tab. 3: *Produkce odpadů v roce 2014 (10³ kg)**(Zdroj: www.czso.cz, upraveno Jenčíková, 2016)*

	Celkem	V tom:	
		Nebezpečné	Ostatní
Produkce odpadů celkem	23 788 925	1 168 342	22 620 583
z podniků	20 235 665	1 154 016	19 081 650
z obcí	3 553 259	14 326	3 538 933

Na Obr. 1 je pro přehlednost uveden graf vývoje produkce odpadů v ČR v letech 2002 – 2014, kde můžeme vidět, že rozdíly vyprodukovaného KO v jednotlivých letech nejsou razantní. Produkce podnikových odpadů má mírně klesající tendenci.



Obr. 1: Graf - Vývoj produkce odpadů v České republice

(Zdroj: www.czso.cz, upraveno Jenčková, 2016)

3.1.2 Nebezpečný odpad

Důležitou skupinou je NO. Představují velké riziko pro životní prostředí a pro ty, kteří s těmito odpady nakládají. Vše musí být odborně řízeno s přísnějšími kontrolami než u odpadu ostatního. Nebezpečnost odpadu se posuzuje podle kritérií, jako jsou:

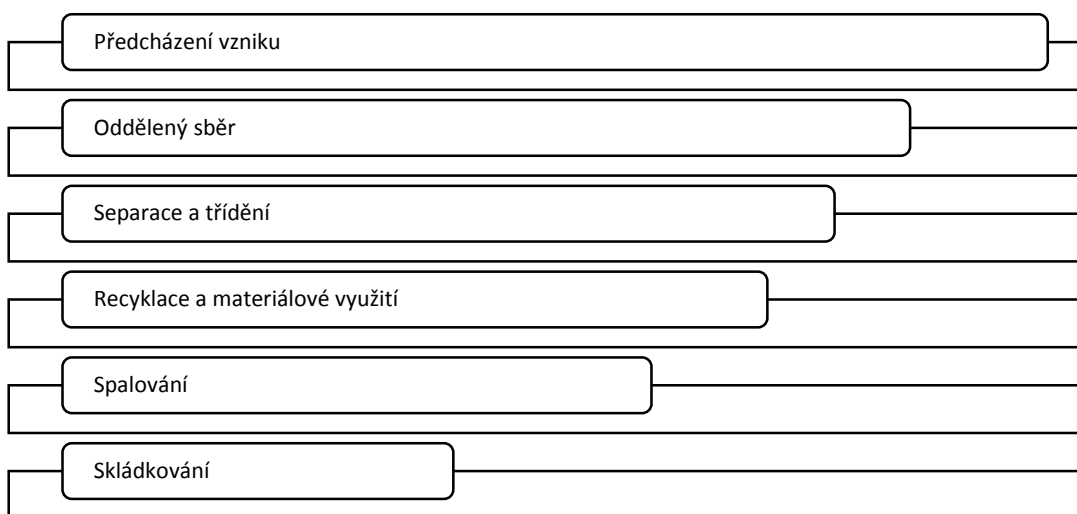
- Výbušnost: je způsobená ohněm, nárazem či třením.
- Oxidace: při kontaktu s jinými materiály vede k vysoce exotermické reakci.
- Hořlavost: při kontaktu se vzduchem má bod vzplanutí menší než 55 °C (vysoká hořlavost: bod vzplanutí je menší než 21 °C).
- Dráždivost: při styku s kůží, nebo sliznicí může vyvolat zánět.
- Škodlivost zdraví: při vdechnutí, požití, nebo proniknutí kůží může způsobit akutní, nebo chronické poškození.
- Toxicita: způsobuje vážné, akutní nebo chronické zdravotní riziko a v některých případech i smrt při vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží.

- **Karcinogenita:** zahrnuje vznik rakoviny či zvýšený výskyt rakoviny při vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží.
- **Žíravost:** dochází k ní při kontaktu s živou tkání.
- **Infekčnost:** může být způsobena kvůli životaschopným mikroorganismům nebo jejich toxinům, které jsou známé, nebo lze věrohodně předpokládat, že způsobují onemocnění člověka nebo jiných živých organismů.
- **Teratogenita:** je způsobená látkami nebo přípravky, které vyvolávají nedědičné vrozené vady při vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží.
- **Mutagenita:** vyvolávají dědičné genetické vady nebo zvyšují jejich výskyt při vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží.
- **Uvolnění toxických plynů** při kontaktu s vodou, vzduchem nebo kyselinou.
- **Senzibilita:** po vdechnutí nebo proniknutí kůží mohou vyvolat přecitlivělost tak, že po další expozici vznikají charakteristické příznaky.
- **Ekotoxicita:** představuje nějaké bezprostřední či v budoucnu se projevující riziko pro některou část životního prostředí.
- **Schopnost látky jakýmkoliv způsobem uvolňovat po svém uložení jinou látku,** která má kteroukoli z výše uvedených vlastností (Højlund Christensen, 2012).

3.2 Vývoj odpadového hospodářství

Hygienické problémy v minulosti, kdy odpad nebyl úplně tříděn a řízeně odstraňován, vyřešily základní technologie – kompostování, spalování, řízené skládkování. Kompostování se provozovalo již začátkem 20. století. První spalovny vznikaly v 70. letech 19. století v Anglii, ale u nás se začaly rozšiřovat až počátkem 20. století. Řízené skládky byly budovány také nejprve v Anglii v 50. letech minulého století. V 80. letech minulého století už tedy probíhalo řízené spalování a skládkování, dále výstavba velkých třídíren smíšeného odpadu v Německu, Holandsku a Rakousku.

Koncem 20. století nastal proces prudkého rozvoje nových environmentálních technik a technologií s cílem zvýšit efektivitu hospodaření s odpady. Součástí tohoto procesu je moderní legislativa, která nejvíce upřednostňuje prevenční techniky a systémy zpětného materiálového využití, pro zbytkové odpady pak technologie bezpečného zneškodnění. Obr. 2 ukazuje hierarchii technik řešení OH v Evropské Unii (dále jen EU) (Chudárek, 2013; Kuraš, 2014).



Obr. 2: Hierarchie technik řešení odpadového hospodářství v Evropské Unii
(Zdroj: Chudárek, 2013, upraveno Jenčíková, 2016)

3.3 Legislativa

Do legislativního rámce OH ČR jsou zavedeny jak požadavky národní politiky v oblasti životního prostředí, tak i požadavky evropských směrnic. Děje se tak prostřednictvím zákona č. 185/2001 Sb. o odpadech, ve znění pozdějších předpisů. Mezi nejdůležitější evropské směrnice, patří například směrnice Rady ES č. 98/2008 Sb. o odpadech, směrnice Rady ES č. 31/1996 Sb. o skládkách odpadů, směrnice Rady ES č. 76/2000 Sb. o spalování odpadů. Dále jsou do české legislativy zapracovány požadavky evropských direktiv, které řeší specifická OH.

Současné OH je zajištěno rozsáhlým souborem legislativních předpisů podřízených zákonu č. 185/2001 Sb. o odpadech, ve znění pozdějších předpisů. Ten se od svého vstupu v platnost (r. 2002) neustále vyvíjí, mění a rozšiřuje. Nyní se projednává návrh nového zákona o odpadech, jehož účinnost se předpokládá od 1. 1. 2018.

Ze souboru současných platných předpisů v oblasti odpadového hospodářství nejvýznamnější:

- zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech, ve znění pozdějších předpisů,
- zákon č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů,
- vyhláška Ministerstva životního prostředí (dále jen MŽP) č. 381/2001 Sb., Katalog odpadů;

- vyhláška MŽP č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady;
- vyhláška č. 376/2001 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů, ve znění pozdější vyhlášky č. 502/2004 Sb.;
- vyhláška MŽP č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu;
- nařízení vlády č. 352/2014 Sb., o Plánu odpadového hospodářství České republiky pro období 2015 až 2024;
- vyhláška č. 321/2014 Sb., o rozsahu a způsobu zajištění odděleného soustředování složek komunálních odpadů a mnoho dalších.

Přehled vybraných přímo závazných předpisů Evropské unie (EU):

- nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1013/2006 o přepravě odpadů,
- nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 850/2004 o perzistentních organických znečišťujících látkách,
- nařízení Komise (EU) č. 1357/2014, kterým se nahrazuje příloha III směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/98/ES o odpadech a o zrušení některých směrnic (Chudárek, 2013; Tuháček, 2015).

3.4 Skládkování

Skládkování je nejstarším a široce používaným způsobem odstraňování odpadů. Ve srovnání s ostatními metodami odstranění je tento způsob nejlevnější. Dnes se od tohoto způsobu postupně upouští. Moderní integrované strategii OH je skládkování na posledním stupni v hierarchii odstraňování odpadů kvůli ztrátě zdrojů, emisím výluhů a plynným emisím. V budoucnu bude nejspíš množství odpadů pro přímé skládkování klesat díky nově připravovaným a realizovaným investicím pro zpracování a úpravu odpadů jinými technologiemi. Tento pokles je spojen i s nárůstem spalování opadů. Tato alternativní metoda se ale bez skládek neobejde. V budoucnu budou skládky závažným problémem pro životní prostředí jako zdroj nežádoucích kontaminací po dlouhou dobu po uzavření. Na druhou stranu mohou tvořit zdroj surovin při zpětné těžbě skládky (Kizlink, 2014; Kuraš, 2014; Lener a Provazník, 2001).

3.4.1 Klasifikace skládek

Uvnitř skládky probíhají biologické, chemické a fyzikální procesy, které vedou k rozkladu odpadů za vzniku výluhů a plynu.

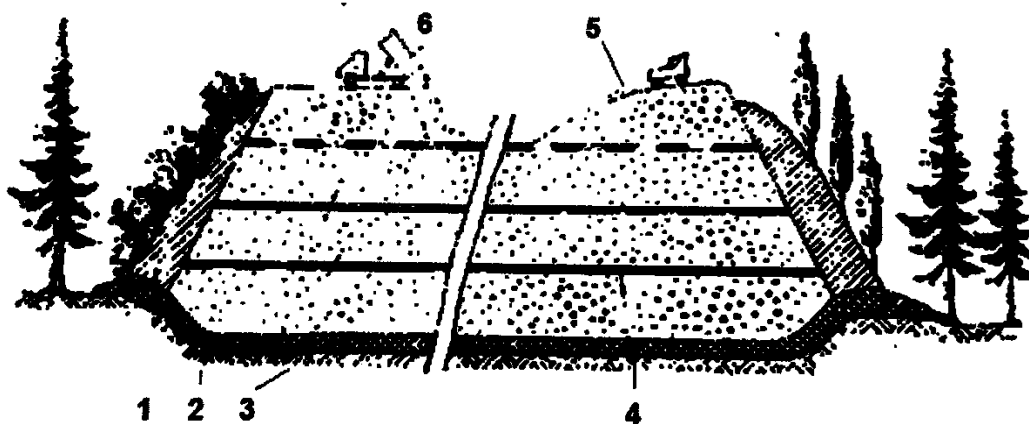
Podle poměru množství organického materiálu a probíhajících reakcí rozdělujeme skládky na:

- skládky s převládajícím minerálním odpadem,
- reaktorové skládky,
 - bioreaktorová skládka,
 - konvenční reaktorová skládka (Kuraš, 2014).

Podle úrovně terénu:

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

Podúrovňové skládky mají příkré svahy, ale kontrola odpadu v prohlubních je obtížnější než u nadúrovňových či svahových. Svahové skládky se budují v bývalých lomech a po rekultivaci svahové skládky zlepšují vzhled krajiny. Nejčastější jsou tedy skládky nadúrovňové násypové (viz Obr. 3). Výhodou je u nich bezpečný provoz, snadná dlouhodobá kontrola a gravitační odtok průsakových vod. Nevýhodou je naopak zábor půdy (Filip, 2006).



1 – vrstva matečné horniny s křovím a zelení, 2 – těsnicí vrstva, 3 – vrstva odpadů max. 1,8 m, 4 – vrstva inertního materiálu, 5 – hutnění odpadu kompaktořem, 6 – dovoz a skládání odpadu

Obr. 3: Nadúrovňová skládka (Zdroj: Kuraš, 2014)

Z hlediska ochrany před srážkami:

- otevřené,
- zastřešené.

Podle způsobu uložení odpadů:

- jednodruhová,
- vícedruhová,
- sdružená (KO a průmyslový odpad).

Z hlediska zabezpečení:

- zabezpečené či řízené,
- nezabezpečené (divoké, černé, reliktní), od 90. let zakázané.

Podle třídy vyluhovatelnosti odpadů:

- S - IO - inertní odpad – Ukládané odpady musí vyhovovat limitům II. třídy vyluhovatelnosti. Je nutné nepropustné geologické podloží.
- S - OO - ostatní odpad – Ukládané odpady musí vyhovovat limitům III. třídy vyluhovatelnosti, nebo se může jednat o odpady nehodnotitelné podle vyluhovatelnosti (např. KO). Nutné je předepsané těsnění.
- S - NO - nebezpečný odpad – Ukládané odpady nemusí vyhovovat limitům vyluhovatelnosti III. třídy. Nutné je předepsané kombinované těsnění.

Určení vyluhovatelnosti odpadů spočívá ve zjišťování koncentrací škodlivin ve vodním výluhu odpadu a následné zařazování do tříd vyluhovatelnosti. Odpady, které nelze takto hodnotit, jsou směšné KO a odpady s proměnlivými fyzikálními, chemickými a biologickými vlastnostmi (např. odpady uzavřené v obalech, zbytky potravin, drcené autovraky atd.) (Filip, 2006).

3.4.2 Těsnění povrchových skládek

Technické bariéry zabraňují uniknutí škodlivých látek (výluhů z odpadu) do prostředí. Slouží k tomu těsnicí systém skládky, který je tvořen soustavou vrstev těsnících materiálů a jejich mechanická ochrana. Tyto materiály musí mít takové vlastnosti, aby jejich funkci nenarušilo sedání skládky a jejího podloží, účinky vnitřních a povrchových vod, povětrnostní vlivy, činnost živočichů, člověka a rostlin. Těsnicí systém se pro každou skládku navrhuje podle celkového uspořádání skládky, druhu a kategorie odpadu, třídy výluhů a přírodní podmínky lokality skládky. Rozlišuje se těsnění jednoduché (jedna

vrstva) a vícenásobné (kombinované, více vrstev). Těsnění může být použito jako ochrana plášťová (plošná) nebo svislá. Do plošných těsnících systémů se používají:

- **Přírodní nebo upravené zeminy**, které se určují půdně-mechanickým rozbořem. Musí být jemnozrnné a jsou uvedené v ČSN EN ISO 14689-1.
- **Fólie**, která je tvořena převážně z polyetylénu vysoké hustoty o tloušťce 1,5 mm nebo 2 mm. Jsou vysoce mechanicky a chemicky i biologicky stálé. Uvádí se vysoká životnost, obvykle delší, než životnost skládky.
- **Jiné materiály**, které jsou vhodné (rohože s bentonitovou nebo obdobnou výplní, asfaltové nebo asfaltobetonové těsnění, betonové těsnění aj.).

Těsnící systém jako celek i jednotlivé části musí být chráněny proti poškození při výstavbě, během provozu i po uzavření skládky. První takovou ochranou jsou geotextilie, další ochranná vrstva nebo drenážní vrstva. Geotextilie slouží především k ochraně foliového těsnícího systému před mechanickým poškozením. Požaduje se jejich pevnost proti protržení, roztržení, odolnost proti kyselinám, ultrafialovému záření apod. (Filip, 2006).

Pro uzavření odpadu je nutné svrchní těsnění (překryv) skládky. Zabraňuje infiltraci srážkové vody do tělesa skládky a tím se omezí tvorba výluhů. Zároveň se jím zabrání volnému úniku skládkového plynu. Umísťuje se bezprostředně po uzavření skládky, nebo až po několika letech, v závislosti na sedání skládkového tělesa, které by mohlo narušit těsnící funkci. Svrchní těsnění představují multikomponentní systémy, jejichž konstrukce závisí na typu skládkovaného odpadu. U moderních skládek je těsnící systém jen jedním z opatření ochrany prostředí, zahrnující rovněž čerpání plynu a výluhů s jejich následným zpracováním. Horní těsnění je však u starých opuštěných skládek v podstatě jediným opatřením ochrany prostředí. Na druhou stranu některá legislativní opatření vyžadují minimální infiltraci srážek do tělesa skládky. V takovém případě je svrchní těsnění z nízkopropustných jílových půd nebo geomembrán. Zamezením přístupu vody k organickým podílům odpadu zpomalujeme mikrobiální stabilizační procesy, včetně tvorby plynu, což je v rozporu s principem reaktorové skládky (Kuraš, 2014).

Pro svislá těsnění se používají:

- hloubené nebo vrtané podzemní stěny (s jílovou nebo jílocementovou výplní, betonová, jiná samotvrdnoucí směs, fólie, štětová stěna),
- stěny vytvořené injektáží nebo tryskovou injektáží.

Přibližně čtvrtinu investičních nákladů skládky tvoří izolace, proto je snaha využívat levnějších materiálů. U plášťové ochrany se používají polymerní těsnící pláště ve formě nástřiků přímo na místě (na geotextilie, přímo na terén nebo i přímo na odpady). Polymery jsou dobře zpracovatelné, trvanlivé a poměrně levné. Výhodou je vhodnost na členitý terén, není nutné spojování folií a při nástřiku je možno vytvářet strmější svahy a tím zvýšit objem tělesa skládky.

U vertikálních těsnění se někdy používá kombinace přírodní bariéry s využitím sorpčních a katalytických účinků podloží. Dále se používá sorbentu na bázi modifikovaného ligninu pro ochranu podloží, k zachycování toxických kovů, organických látek (např. barviv), ropných látek apod. (Filip, 2006).

3.4.3 Odvodňovací systémy

Vody přicházející z vnějšího prostředí a vody nacházející se uvnitř skládky ovlivňují těleso skládky. Tyto vody jsou u zabezpečených skládek odděleny.

Vnější vody jsou určeny místními hydrogeologickými a klimatickými poměry. Skládka musí být chráněna před přítokovými vodami záchytnými (obchvatovými) příkopy, které se dimenzují na průtoky stoleté vody (Q_{100}). Svahové vývěry se odvodňují a hladina podzemní vody musí být alespoň 1 m pod dnem skládky. Vnější vody mají zásadní vliv na stabilitu svahů zemního tělesa skládky i pro stabilitu nejbližšího okolí.

Vnitřní vody (průsakové vody) tvoří vodu srážkovou, vodu vytlačenou z pórů odpadů a voda z biodegradčních procesů. Množství vnitřních vod tedy ovlivňuje podíl organických látek a vlhkost odpadů. Je to směs výluhů, kalové vody a vytlačené pórové vody. Největší podíl na objemu vnitřních vod má srážková voda. Někdy s sebou přináší další agresivní látky z ovzduší a tím se zvyšuje schopnost vody vyluhovat. Proto byly některé skládky zastřešeny. V zásadě se při budování skládky vybírají lokality s nižším srážkovým úhrnem.

Každá skládka musí být vybavena vnitřním drenážním systémem, který jímá a odvádí průsakové vody mimo těleso skládky po celou dobu provozu skládky i po jejím uzavření. Drenážní systém se skládá z plošných a liniových prvků, které se navrhují podle skupiny

skládky (druhu ukládaného odpadu). Má zajistit stabilitu skládky, umožnit revizi a čištění odvodňovacího systému a provozuschopnost i po jejím uzavření. Opravy či jiné zásahy do drenážního systému jsou téměř nemožné, proto musí být vybudovány důsledně.

Odvodňovací systém skládek tvoří:

- **Plošný drén:**

Plošný drén je vrstva filtračně stabilní a vodopropustná z přírodního kameniva nebo z umělých materiálů. Jsou umístěny na dno a svahy skládky. Protéká jimi průsaková voda do sběrných drénů. Tloušťka drénů bývá 0,3 m. Plošná drenáž slouží zároveň jako statická opěra uložených odpadů. U skládek S-IO často postačí pouze tato drenáž.

- **Sběrné a svodné trubní drény:**

Trubní drény bývají vyrobeny z polyetylenu, protože tento materiál nejlépe odolává korozivním účinkům průsakových vod. Atest prokazuje jejich mechanickou stabilitu. Teplota průsakových vod může dosahovat i nad 30 °C, v tělese skládky je teplota větší než 50 °C. Tyto teploty mohou narušit některé druhy plastů.

Sběrné drény jímají a odvádějí průsakovou vodu z plošného drénu do svodného drénu, který ústí do jímky průsakových vod. Tzv. šachty slouží k napojení sběrného drénu na svodný. Sběrný drén je kruhovitého profilu a má perforované kruhové nebo šterbinové otvory. Svodné drény jsou nepropustné a vodotěsné, dimenzují se podle průtoku.

Někdy se navrhuje drenážní systém pod těsněním skládky označených S-OO a zejména S-NO, kontroluje se tak případný únik průsakové vody. V tomto případě se průsaková voda odvádí do kontrolní jímky, která je bezodtoká (Filip, 2006).

- **Akumulační nádrže průsakových:**

Akumulační nádrž slouží k shromáždění průsakových vod a plní funkci zachytnou, vyrovnávací a akumulaci. Podle umístění se rozdělují na nadzemní, zemní a podzemní. Musí být dostatečně objemná a z nepropustných a odolných materiálů, aby odolávala chemickým vlivům. Materiálem bývá vodostavební beton s izolačními nátěry, antikoroziními vložkami nebo ochrannými foliemi, anebo je celá jímka zhotovena jako plastový či ocelový prefabrikát. Každá nádrž

je vybavena nápuštným a výpuštným zařízením a kalovou jímkou umístěnou v nejnižší části dna nádrže.

Z akumulčních nádrží se průsaková voda může přečerpávat zpět na skládku (recirkulace), odváží se mimo skládku do čistírny odpadních vod, nebo se odebírá a čistí ve vlastní čistírně odpadních vod. Čištěné průsakové vody se vypouští do vodního toku, případně se využívá na skládce jako voda užitková.

- **Čerpací stanice:**

Na akumulční nádrž se speciálním odběrným objektem napojuje čerpací stanice. Zařízení se využívá k recirkulaci vody zpět na skládku, k čerpání do čistíren odpadních vod apod.

(Filip, 2006; Malý, Šálek, 2002).

- **Akumulační nádrž dešťových vod:**

V akumulční nádrži dešťových vod se shromažďují srážkové vody (ze sekci skládky, do kterých se dosud neukládá odpad, takže jsou neznečištěné) a vody z dešťové kanalizace objektu skládky, z ploch po rekultivaci a výjimečně i z povrchu komunikací (Filip, 2006).

3.4.4 Odplynění

V případě, kdy dochází ve skládce k metanovému kvašení, je nutné odplynění. Jsou to skládky pro domácí a jemu podobný odpad. Plyn se tvoří nejen v době provozu skládky, ale i po jejím uzavření a rekultivaci. Odplyňovací systémy lze rozdělit podle technického uspořádání:

- **Vertikální:**

Tvoří ho systém šachet a studní, kde se plyn shromažďuje a dále je odsáván svodným potrubím do sběrače, nebo přímo spalován. Současně s navážením odpadu se zakládají na dně skládky plynové studny (kolektory plynu). Minimální průměr studní je 800 mm, maximální vzdálenost dvou je 40 m.

- **Horizontální:**

Je tvořen systémem drenážního potrubí v tělese skládky uloženým s mezerami horizontálně cca 20 m a vertikálně cca 5 m. V každé drenážní rovině je potrubí pro odvod kondenzátu spádováno.

- **Kombinovaný:**
Součástí skládky je systém vertikálního i horizontálního odplynění. Je nejúčinnější a nejvíce používaný.

Provozní funkce systému může být tzv. pasivní, kde je plyn veden vlivem vlastního tlaku nebo aktivní, kde je plyn odsáván přes regulační šachty do sběrného a jímacího zařízení.

Kvalita plynu z jednotlivých částí skládky je různá. V kompresní (bioplynové) stanici, kam je plyn odváděn, se provádí třídění plynu podle kvality alespoň na dva druhy. Plyn se stálou kvalitou může být využit (po vyčištění) k výrobě elektrické energie v plynové strojně, nebo pro výrobu tepelné energie (bez čištění). Nekvalitní plyn se spaluje při teplotách 1000 – 1200 °C ve skládkových pochodních (Libra, 2005).

3.4.5 Monitorování skládky

Monitorování skládek slouží k zajištění bezpečného a spolehlivého provozu. Sleduje se technický stav, funkce, technologie provozu i klidového stavu skládky. Hlavním úkolem je sledování jakosti povrchových i podzemních vod pod skládkou a v okolí skládky, sledování vývinu a složení skládkového plynu a jeho bezpečného jímání, sledování tělesa skládky, prašnosti na skládce, úniku (úletu) skládkového materiálu, vlivu skládky na kvalitu ovzduší a celkového vlivu skládky na životní prostředí. Účel monitorování spočívá ve stanovení hodnot před zahájením výstavby skládky, v trvalém sledování funkce skládky, v nepřetržitém sledování vlivu skládky na životní prostředí, v pravidelné kontrole objektů skládky i po jejím uzavření a v časově definovaném sledování uzavřené skládky (Malý, Šálek, 2002).

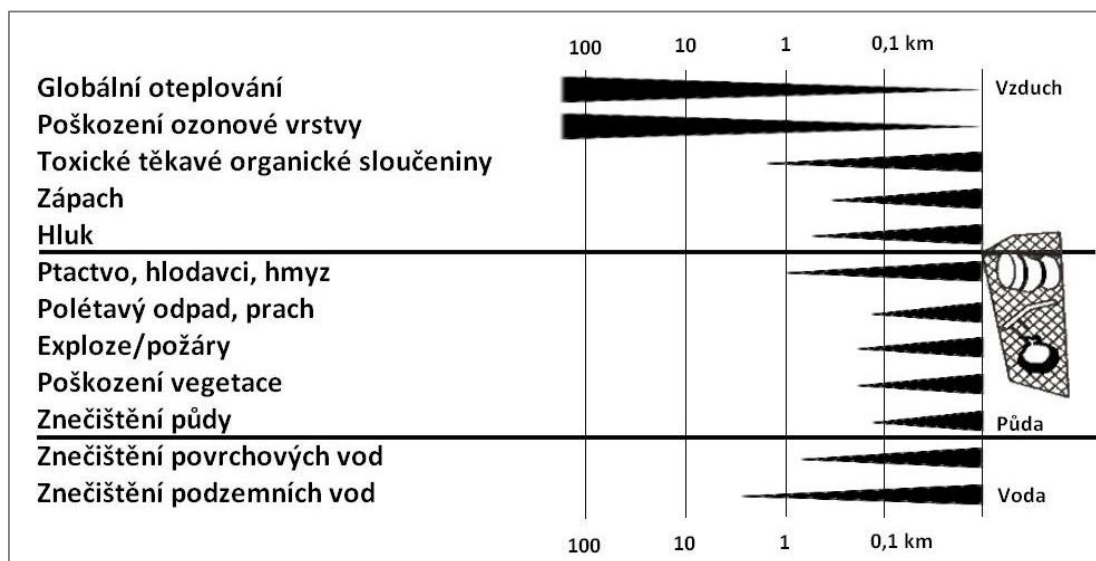
3.4.6 Uzavírání a rekultivace skládky

Skládky se uzavírají podle ČSN 83 8035 „Skládkování odpadů – uzavírání a rekultivace skládek“, čímž se myslí soubor prací a opatření postupně prováděných na tělese skládky následně po ukončení skládkování odpadu. Úkolem je zabránit poškození nebo negativní ovlivnění životního prostředí, začlenit uzavřenou skládku do krajiny a postupně takové území lesnický, parkově, rekreačně, zemědělsky či jinak využívat. Skládka KO se zabezpečuje nepropustným překrytím, současně se odvádí skládkový plyn ze skládky. Je nutno při návrhu konečného tvaru skládky respektovat časový průběh sedání skládky, který závisí na druhu skládkovaného odpadu, intenzitě hutnění, výšce uloženého odpadu apod. (Malý, Šálek, 2002).

Rozlišujeme technickou a biologickou rekultivaci. Při technické rekultivaci se řeší způsob odvodnění a odplynění tělesa skládky, zneškodnění průsakových vod, vybudování zařízení na zkrácení doby péče o rekultivovanou skládku, dokončení komunikační sítě a pokračování v monitorování vlivu skládky na okolní prostředí. Na ní navazuje rekultivace biologická, jejímž úkolem je vytvořit pokud možno v co nejkratší době produkční půdu, která by umožnila růst rostlin a život fauny. Tato rekultivace může být lesnická, sadovnická popř. zemědělská (Filip, 2006).

3.5 Vlivy skládky na okolní prostředí

Skládkování bez pochyb negativně ovlivňuje své okolí. Potencionální dopad skládky na životní prostředí se rozděluje podle toho, jaké prostředí znečišťuje (vzduch, zemi, vodu). Obr. 4 vyjadřuje přibližnou vzdálenost určitého vlivu skládky na své okolí. Většina potencionálních dopadů je lokálního charakteru tj. pár kilometrů od skládky, nicméně dva mají globální charakter a nemají žádný geografický vztah ke skutečné skládce: globální oteplování a poškození stratosférického ozonu (Højlund Christensen, 2012).



Obr. 4: Potencionální dopady skládky na životní prostředí s odhadovou zónou vlivu každého potencionálního dopadu (Zdroj: Højlund Christensen, 2012, upraveno Jencíková, 2016)

Skládka přispívá ke globálnímu oteplování produkcí skládkového plynu, který obsahuje oxid uhličitý a metan, což jsou skleníkové plyny. Skládkový plyn může obsahovat také chlorované a fluorované uhlovodíky (freony), které jsou zodpovědné za rozpad ozonu ve stratosféře. Freony se nacházejí hlavně ve starších odpadech, v rozpouštědlech, sprejích, izolačních pěnách a kompresorech. Dalšími problémy skládek

bývá například zápach, hluk při provozu skládky nebo také výskyt ptactva, hlodavců, hmyzu apod. Ti se mohou stát přenašeči chorob a jejich přítomnost může představovat nejen zdravotní rizika, ale i jiné problémy spojené s jejich výskytem na skládce. Významnou nepříjemností skládek je prašnost a šíření drobného odpadu větrem do blízkého okolí, což se může stát spolu s únikem toxických látek z manipulační techniky na skládce příčinou kontaminace půd.

V neposlední řadě skládkový plyn způsobuje poškození vegetace hlavně tím, že vytlačí původní vzduch z půdy, nebo kvůli oxidaci metanu spotřebuje veškerý kyslík z kořenové zóny rostlin. To vede k dušení kořenů, případně k úhynu rostliny. V mírnějších případech tento jev zapříčiní zakrslý růst nebo mělký kořenový systém rostliny, kvůli kterému pak rostlina neustojí ponor nebo bouřky. Lze si běžně všimnout stromů na skládkách s omezeným či poškozeným olistěním (Højlund Christensen, 2012).

V dnešní době jsou moderní skládky na velmi vysoké úrovni technického zabezpečení, jsou vybudovány tak, aby zabránili nebo minimalizovali jejich negativní dopady na životní prostředí. Za hlavní dva typy znečištění lze považovat průsakové vody (zdroj kontaminace půdy a podzemních vod) a bioplyn (zdroj znečištění ovzduší), které se tvoří v tělese skládky. Jejich složení a množství je závislé na biologických procesech ve skládce, složení odpadu, klimatických podmínkách apod. (Vaverková, 2015).

3.5.1 Bioplyn

Bioplyn (neboli také skládkový plyn) je jedním z produktů vznikajícím při rozkladu biologicky rozložitelných organických látek. Jeho složení se v průběhu času mění. Produkce skládkového plynu je založena na složeném modelu bakteriálního rozkladu odpadu a na modelu dlouhodobého chování skládkového plynu ze starých uložišť odpadů.

Produkce skládkového plynu má několik fází. První tři fáze produkce skládkového plynu z odpadů bez předúpravy trvají od půl roku do tří let. První fáze je aerobní, bakterie rozkládají dlouhé řetězce molekul složených sacharidů, proteinů a lipidů oxidací na oxid uhličitý. Druhá fáze je anaerobní kyselou fází, dochází ke spotřebování veškerého kyslíku ve skládce. Sloučeniny z první fáze jsou rozkládány anaerobními bakteriemi na kyselinu octovou, mléčnou, mravenčí a na alkoholy. Vzniká skládkový plyn skládající se převážně z vodíku a oxidu uhličitého. Do ovzduší také uniká zbytkový dusík. Tato fáze je vysoce nestabilní, pokud se dostane do styku s odpady kyslík, reakce se zastaví. Během třetí fáze se kyseliny rozkládají na acetáty. V tělese skládky se rozšiřují bakterie produkující metan, postupně dosahují úrovně asi 70 %. Produkce oxidu uhličitého se snižuje ze 70 %

na 40 %. V této fázi je objem skládkového plynu vysoký. Čtvrtá fáze může trvat i dvacet let. Produkce plynu je v tuto dobu relativně konstantní, ale dostatečně vysoká, aby zabránila průniku vzduchu do tělesa skládky. Pátá fáze je nejdelší, vniká při ní většina emisí. Poměr metanu k oxidu uhličitému může dosahovat až hodnot kolem čtyř. Až v další fázi (šesté) dochází ke snižování tlaku uvnitř tělesa skládky a k infiltraci vzduchu. Složení plynu se tedy postupně mění v důsledku nástupu aerobních procesů. Tato fáze a všechny následující se dějí v tělese skládky nerovnoměrně a nehomogenně. V šesté fázi je snižena produkce skládkového plynu, kdy do tělesa skládky proniká další vzduch. Vzhledem k přísunu kyslíku dochází v sedmé fázi k oxidaci uvolňovaného metanu a emise jsou již velmi malé. V následujících posledních fázích (osmá a devátá), fáze oxidu uhličitého a fáze vzduchu, se produkce metanu blíží k nule a emise oxidu uhličitého se snižují na 5 % (Farquhar *et Rovers*, 1973 cit. dle Vaverkové, 2015).

Jednodušším shrnutím průběhu postupného biologického odbourávání organických látek v odpadech může být sled těchto fází:

- aerobní stadium,
 - anaerobní stadium nemethanogenní („kyselá fáze“),
 - anaerobní stadium methanogenní nestabilizované,
 - anaerobní stadium methanogenní stabilizované
- (www.ucebnice.remediace.cz).

Bioplyn obsahuje stopové množství dalších plynů, především sloučeniny síry a těkavé organické látky (dále jen VOC). Stopové skleníkové plyny mohou být například chlorované a fluorované organické sloučeniny. Mezi dopady skládkového plynu na životní prostředí a zdraví veřejnosti patří vedle výbušnosti metanu také přítomnost sirovodíku (H_2S), siloxanů a potenciálně toxických VOC (benzen, vinylchlorid, dichlormethan, chloroform, toluen, dichlorbenzen apod.) (Vaverková, 2015).

Nepříznivé vlivy emisí skládkových plynů na okolní prostředí jsou hlavně:

- **vliv na porost** na uzavřené skládce, kam se plyny dostávají migrací půdní vrstvou,
- **nebezpečí exploze či udušení**, v uzavřených prostorách, kam může skládkový plyn pronikat, nebo nebezpečí silnějších výronů plynu přímo na skládce,
- **nepříjemný zápach**,
- **zvyšování skleníkového efektu** v důsledku uvolňování zejména CO a CH_4 (Kuraš, 2014).

3.5.2 Průsakové vody

Průsakové vody ze skládky se vytvářejí po infiltraci srážkové vody do odpadu a vyluhování kontaminantů z odpadu. Snahou je co nejvíce snížit riziko znečištění podzemních a povrchových vod a tyto sbírané průsakové vody čistit. Rychlost tvorby průsakových vod závisí především na infiltraci vody do tělesa skládky, vrchním krytu skládky a celkové ploše skládky. Množství vytvářených průsakových vod na tunu odpadu za rok je určeno hloubkou skládkového tělesa a objemovou hmotností odpadu. Množství sebraných průsakových vod závisí také na účinnosti spodních těsnících vrstev a na drenážním systému. Vznikající výluhy se pohybují ve směru gravitace nebo díky čerpání (Højlund Christensen, 2012).

Složení výluhů závisí na místě a době vzniku, na složení odpadů, jejich fyzikálních a chemických vlastnostech, dešťových či sněhových srážkách a stáří skládky. V závislosti na čase se mění složení výluhů. V počáteční fázi jsou významnou složkou výluhu produkty, vznikající rozkladem degradovatelných organických látek, zatímco persistentní organické polutanty či jejich rozkladné produkty se objevují později. Mnoho z nich je nebezpečných – bioakumulativní, genotoxické a poškozující endokrinní systém.

V počáteční fázi mají výluhy kyselou reakci, vysokou hodnotu chemické spotřeby kyslíku a vyšší koncentraci toxických látek. V průběhu perkolace vody skládkovým tělesem dochází k různým chemickým a biologickým přeměnám organických materiálů. V důsledku toho jsou rozkladem vzniklé organické a anorganické látky převáděny do vznikajícího výluhu, který je nutno ze skládky odvádět a zpracovávat. Tyto kapaliny mají kyselou reakci díky přítomnosti těkavých organických kyselin. Hodnota pH výluhu se v této fázi pohybuje mezi 6 – 7 (Kuraš, 2014).

Chemické látky ve výluhu ze skládek komunálního odpadu lze rozdělit takto:

- **celková organická hmota** vyjádřená jako chemická spotřeba kyslíku, biochemická spotřeba kyslíku, celkový organický uhlík; hlavními složkami jsou těkavé alifatické kyseliny a částečně humifikované látky,
- **dusíkaté látky:** organický dusík a amonné ionty NH_4^+ (převážně z rozkladu bílkovin a do určité míry i detergentů),
- **anorganické makrosubstance:** Ca, Mg, Na, K, Fe^{2+} , Mn^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- ,
- **těžké kovy:** Cd, Pb, Cu, Ni, Zn, Cr, Hg, As, Sb, Sn, včetně jejich organických a anorganických komplexů – převládající jsou zinek a nikl; všechny

se většinou vyskytují v koncentracích menších než řádově $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ a mnohé v koncentracích řádově $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$,

- **organické stopové látky** pocházející z nebezpečných složek komunálního odpadu a průmyslového odpadu; aromatické uhlovodíky (BTEX, PAU), fenoly, chlorované látky (perchlorethylen, trichlorethylen) a pesticidy jsou většinou přítomny v koncentracích řádově $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$.

Nejzávažnějšími složkami výluhů, ohrožující hlavně podzemní vody, jsou specifické organické látky, jako aromatické uhlovodíky, fenoly, a chlorované sloučeniny. Ukazuje se, že postupné zvyšování redox potenciálu, kterým výluh pravděpodobně prochází od methanogenních podmínek až k potenciálním aerobním podmínkám v nejzředěnějším podílu výluhu, může být výhodné pro rozklad řady těchto specifických organických látek. Některé z nich však mohou zůstat nerozloženy i po průchodu touto redox sekvencí. Vedle toho mohou při zpracování výluhů vznikat zápach a aerosoly, tyto vlivy jsou většinou jen dočasné a lokální.

Příčinou mnoha nepříznivých vlivů výluhů na podzemní a povrchové vody může být nevhodná skládková technologie v minulosti (zejména těsnění a čerpací systémy). Správné nakládání s výluhy je tedy velmi důležitou součástí moderního skládkování. Ze správně řízené moderní skládky by neměly do prostředí unikat žádné výluhy (Kuraš, 2014).

3.5.3 Požáry

Skládkové plyny obsahující metan mohou hořet, nebo vybuchnout. V místech skládky, kde se ukládá popel, se tvoří vodík, který může hořet, nebo vybuchnout již v mnohem menším množství. Riziko výbuchu hrozí, pokud skládkový plyn uniká trhlinou v trubce do omezeného prostoru např. sklepů a kanalizací. Nahromaděný metan v rozpětí výbuchu (asi 5 – 15 % ve vzduchu) a zdroj energie (jiskra z elektrických spotřebičů apod.) způsobí výbuch (Højlund Christensen, 2012).

Požáry skládek produkují emise toxických látek do ovzduší, půdy i vody. Tyto pachy a kouř znečišťují okolí a mohou ohrozit i zdraví všech živých organismů. Rizikový faktor závisí na druhu hořících odpadů, na geografickém umístění skládky a na typu požáru. Kouř vznikající při požáru skládky může obsahovat nebezpečné toxické plyny jako CO, H₂S, CH₄ apod., také karcinogenní látky jako dioxiny (Bialowiec, 2011 cit. dle Vaverkové, 2015).

3.6 Charakteristika bioindikačních metod a biomonitoringu

V této kapitole jsou obecně popsány bioindikační metody a biomonitoring, typy bioindikátorů a příklady některých bioindikačních druhů.

3.6.1 Bioindikační metody

Tyto metody patří základním metodám ekotoxikologie. Ekotoxikologie je obor zkoumající vlivy toxikantů (látek, které mají negativní vliv na organismus) na biosystémy (jednotky živých systémů). Bioindikace je taková metoda, která podle vlastností a změn chování biosystémů určuje vlastnosti prostředí, či vlastnosti toxikantů v přirozeném nebo umělém prostředí. Pokud jde o určování vlastností prostředí, jedná se o ekologický přístup, jehož cílem je zjišťovat abiotické faktory (teplota, srážky, živiny). Například přítomnost bělomechu sivého indikuje chudé písčité půdy. Pokud jde o zjišťování vlastností toxikantů, tento přístup je nazýván ekotoxikologický. Bioindikace se tedy vztahuje na hodnocení vlivů toxických chemických látek. Mezi tyto metody patří všechny od ekotoxikologických biotestů až po terénní studie.

Pojem bioindikátor může být užíván ve dvou významech. V prvním významu je indikátorem (ukazatelem), který je výstupem bioindikačních metod (např. rychlost růstu řas). Ve druhém významu jde o organismus (bioindikační druh) využívaný v bioindikačních metodách.

Bioindikační organismy jsou dvojího typu:

- **Akumulační indikátory** se využívá k hodnocení expozice. Bioindikátor (bioakumulátor) ve svém těle kumuluje hodnocenou látku a nakoncentrovává ji. Tento organismus pak slouží jako matrice pro chemickou analýzu toxikantu. Biokoncentrace je proces, při kterém se v živém organismu hromadí toxikant ve vyšší koncentraci, než jaká je v okolním prostředí.
- **Senzitivní indikátory** se využívají k hodnocení účinku. Působení toxikantu se hodnotí na základě vyvolaných reakcí v organismu (biochemické, fyziologické, morfologické, anatomické, cenologické aj.) (Anděl, 2011).

Podobné rozdělení uvádí ve své publikaci Kulich (2002):

- akumulátory (hromadiči),
- detektory (vyskytují se přirozeně a reagují na změnu prostředí),
- exploatátoři (vykořisťovatelé) – jejich přítomnost signalizuje narušení a znečištění prostředí,
- hlídky (sentinely) – úmyslně zavedené organismy do prostředí za účelem indikace okamžité změny.

3.6.2 Bioindikační druhy

Každý druh má své specifické nároky na podmínky prostředí, ve kterém žije. Díky tomu lze podle jejich přítomnosti hodnotit ekologické podmínky. Vhodné druhy pro bioindikaci mají pokud možno úzkou ekologickou valenci (rozsah hodnot, které je organismus schopný snášet je malý), vázané převážně na určité podmínky (stenoekní druhy). Bioindikační druh nám svým výskytem nebo reakcemi umožňuje hodnotit parametry prostředí. Můžeme je rozdělit do skupin na základě toho, co charakterizují:

- **Druhy charakterizující přirozenost daného biotopu** jsou podstatné pro hodnocení či odlišení biotopů, které se přibližují původním přírodním podmínkám, od biotopů silně ovlivněných člověkem. Za tímto účelem patří k často používaným skupinám brouci (střevlíci, drabčící) nebo také pavouci.
- **Druhy charakterizující makrochemické ukazatele** se většinou přísně váží na určité složení substrátu a tím nám indikují dostupnost biogenních prvků.
- **Druhy charakterizující antropogenní toxikanty** jsou specifické svou citlivostí na přítomnost toxikantů v nízkých nebo stopových množstvích (Anděl, 2011).

Skupiny organismů zajímavých pro bioindikaci:

- **Cévnaté rostliny** – jsou nejčastěji užívanými bioindikátory, jelikož jsou poměrně snadno určitelné, oproti živočichům se dají na stanovišti snadno zastihnout. Podle jejich výskytu a stavu lze například usuzovat na složení a stavu půdy, vývoj osídlení či znečištění ovzduší.
- **Mechorosty** – mají velký areál rozšíření. Umí akumulovat až 10× více těžkých kovů než cévnaté rostliny. Většina je vázána na kyselé prostředí, proto slouží jako indikátory okyselení půd a vod.

- **Lišejníky** – využívají se hlavně jako indikátory znečištění ovzduší, ale mohou být užity i pro monitoring složení geologického podloží či výskytu těžkých kovů.
- **Houby** – mají schopnost akumulovat těžké kovy a radioaktivní látky. Některé druhy dokáží růst i ve velmi znečištěném prostředí. Dřevokazné houby jsou dobrými indikátory přirozenosti lesních ekosystémů.
- **Řasy a sinice** – velmi rychle reagují na změnu chemizmu vody.
- **Živočichové** - suchozemští obratlovci, ryby, hmyz a ostatní bezobratlí se mohou využívat k indikaci poškození ekosystémů podle jejich celkového složení a výskytu (Kulich, 2002).

3.6.3 Biomonitoring

Biomonitoring se obecně užívá ve smyslu jakéhokoli sledování organismů, přítomnost určitých druhů, jejich stavu apod. V užším smyslu slouží biomonitoring ke sledování stavu a změn životního prostředí pomocí živých organismů (bioindikátorů). Důležitou charakteristikou může být pravidelnost a soustavnost tohoto sledování, například Anděl (2009) popisuje biomonitoring jako „dlouhodobé a systematické sledování vývoje nebo prostorového rozložení bioindikačních znaků.“

Změny prostředí jsou způsobené buď přirozenými ději, nebo lidskou činností. Všechny tyto změny podmínek v ekosystému vytváří tlak, na který organismus určitým způsobem reaguje. Na základě této reakce, změn chování, vzhledu, výskytu některých organismů lze odvodit změnu v ekosystému či dokonce najít příčiny této změny (Kulich, 2002).

Na mnoha lokalitách a již řadu let se biomonitoring využívá při studiu kvantitativních a kvalitativních změn v populacích ohrožených a vzácných druhů rostlin a živočichů. Výsledky těchto studií jsou pak využívány pro tvorbu managementu dané lokality. Monitoring se provádí podle předem určeného metodického postupu, který je jiný pro monitoring vegetace a pro monitoring živočichů a závisí na druhu prostředí (suchozemské či vodní). Například podle *Metodiky sběru dat pro biomonitoring v chráněných území* vydané pro Český ústav ochrany přírody monitoring změn ve vegetaci zahrnuje nejprve výběr testovacích ploch a vyznačení ploch do mapy. Na monitorovacích plochách jsou dále zakládány plochy pro mikromapování a odběrové plochy pro sběr mechorostů. Na celé monitorovací ploše je prováděno fytoocenologické snímkování, mikromapování vegetačního krytu, sledování spadu těžkých kovů v mechorostech a také sledování změn

velikosti populací vybraných taxonů ohrožených rostlin. Sběr dat je prováděn v předem určených intervalech a pro každou činnost může být jiný. V tomto případě se jedná o sběr většinou ve 2 - 5 letých intervalech (Absolon, 1994).

3.6.4 Příklady některých rostlinných bioindikátorů skládky

Doporučené druhy, pomocí kterých lze sledovat znečištění některými prvky, nebo stav půdních poměrů, jsou vybrány podle práce *Výzkum využití indikátorů čistší produkce v okolí skládky v Klatovech - Štěpánovicích* (Vaverková, Kotovicová, 2007).

- **Jetel prostřední** (*Trifolium medium* L.), **jetel luční** (*Trifolium arvense* L.), **jílek mnohokvětý** (*Lolium multiflorum* Lam.) – určování počtu jedinců na m², monitoring síry, železa a olova.
- **Kopřiva dvoudomá** (*Urtica dioica* L.) – určování výskytu, signalizuje vysoké hladiny dusíku v půdě.
- **Vrbovka úzkolistá** (*Epilobium angustifolium* L.) – určování výskytu, indikuje narušené půdní poměry.
- **Dub letní** (*Quercus robur* L.) – určování obsahu olova v listech, z čehož se usuzuje míra kontaminace olovem.
- **Borovice lesní** (*Pinus sylvestris* L.) – určování obsahu síry, chloru a fluoru v jehlicích, z čehož se usuzuje kontaminace těmito prvky.
- **Jitrocel větší** (*Plantago major* L.) – určování výskytu, roste na sešlapávaných půdách.
- **Dutohlávka lesní** (*Cladonia arbuscula* (Wallr.) Flot.) – ukazují znečištění vzduchu, jsou citlivé ke kyselým plynným zplodinám (Vaverková, Kotovicová, 2007).

3.7 Využití rostliny vratiče obecného (*Tanacetum vulgare* L.) k odhadu zatížení okolního prostředí skládkou

Lidská činnost způsobuje specifickou zátěž životního prostředí. Od průmyslové revoluce se rapidně zvyšuje znečištění těžkými kovy a hlavním problémem je jejich toxicita. Těžké kovy patří ke skupině toxických látek, které nepodléhají snadné degradaci a mají nepříznivý dopad na zdraví. Tyto kovy mají atomové číslo větší než 20 a nejběžnější z nich jsou Cd, Cr, Cu, Hg, Pb a Zn.

Zdrojem velkého počtu toxických prvků a sloučenin mohou být skládky. Tyto sloučeniny, které se stále více akumulují v půdě a v polétavém odpadu, mohou být v některých případech ohrožením pro živé organismy dokonce ve značné vzdálenosti od zdroje znečištění. Toxické a těžké kovy mohou být vyplaveny, absorbovány vegetací, nebo zachovány v půdě. Jejich toxicita závisí na koncentraci, formě, ve které se nacházejí v půdě a biologické dostupnosti (jak snadno vnikají do půdy a tím pak do potravního řetězce).

Rostliny označované jako bioakumulátory mají schopnost přijímat půdní kontaminanty a uchovávat je v kořenech i v nadzemních orgánech. Koncentrace toxických látek v jejich tkáni je vyšší než koncentrace v okolní půdě. V některých rostlinách můžou hodnoty dosahovat dokonce tisícinásobku oproti okolí. Jsou známy druhy rostlin, které jsou schopné intenzivně přijímat půdní kontaminanty a zároveň se vyznačují významnou produkcí biomasy

Vratič obecný (*Tanacetum vulgare* L.) je vhodným akumulačním indikátorem. Jeho důležitým znakem je tedy schopnost akumulovat v částech rostliny těžké kovy (zejména Cd, Pb, Ni, Cu, Zn). Pomocí chemického rozboru lze tyto kovy identifikovat a zhodnotit jejich množství. Tento druh je vhodný pro pravidelné a opakované hodnocení zátěže dané lokality (Vaverková, Adamcová, 2014).

Obecně druh vhodný pro akumulační indikaci by měl být dobře znám z hlediska biologie, ekologie a fyziologické a biochemické reakce na působení toxikantu. Takový druh by měl být pokud možno široce geograficky rozšířený a vyskytovat se v hojném počtu. Výhodou je rychlý rozmnožování a růst. Stěžejní vlastností je schopnost kumulace toxické látky v relativně velkém rozsahu (Anděl, 2011).

3.7.1 Vratič obecný (*Tanacetum vulgare* L.)

Vratič obecný (*Tanacetum vulgare* L.) z čeledi hvězdnicovitých je vysoká (60-120 cm) aromatická bylina, má nápadná hustá květenství složená ze žlutých úborů tvořících husté ploché chocholičnaté laty. Jazykovité květy zcela chybějí. Lodyha přímá, rovná, v horní části větvená. Typické jsou střídavě rostoucí lichozpeřené listy s nepravidelně zubatými lístky. Roste ostrůvkovitě a jeho stanoviště jsou různá - lužní lesy, okraje cest a řek, křoviny, suťové hromady, obdělávané půdy, rumišť. Vyskytuje se hojně v celé Evropě. Vratič obecný (*Tanacetum vulgare* L.) je vytrvalá rostlina s dobou květu od července do září. Plody jsou světle hnědé nažky bez chmýru (Münker, 1998; Fletcher, 2012).



Obr. 5: Vratič obecný (*Tanacetum vulgare* L.)
(Zdroj: <http://www.biolib.cz/IMG/GAL/112191.jpg>)

4 MATERIÁL A METODIKA

V této práci byla použita metoda literární rešerše, která shrnuje poznatky z různých oborů. V první části byly použity materiály z oblasti odpadového hospodářství jako například *Komunální odpad a skládkování* (Filip J., Kotovicová J., Božek, F., 2003), *Odpadové hospodářství* (Filip J., 2006), *Odpady a jejich zpracování* (Kuraš M., 2014), *Solid waste technology & management* (Højlund Christensen T., 2012), či *Odpadové hospodářství v praxi* (Chudárek T., 2013) a další.

Druhá část o bioindikaci a biomonitoringu se opírá hlavně o publikace *Ekotoxikologie, bioindikace a biomonitoring* (Anděl P., 2011), *Bioindikace a biomonitoring, aneb Jak poznat, v jakém prostředí žijeme* (Kulich, J. et al., 2002).

Poznatky a informace o využití vratiče obecného (*Tanacetum vulgare* L.) byly získány především z vědeckých prací (M. D. Vaverkový a kol., 2007, 2012, 2014).

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

Mezi výhody využití rostlinných bioindikátorů (fytoindikátorů) patří fakt, že nejsou vyžadována žádná drahá vybavení a proces indikace je tedy velice levný. Nejsou potřeba speciálně kvalifikovaní lidé, protože některé metody jsou vcelku jednoduché a je možné i zapojení laiků (např. po proškolení). Další výhodou je, že rostliny poskytují možnost odebírat vzorky v delším časovém intervalu díky své vysoké dostupnosti.

Nevýhodou užití rostlin jako bioindikátorů je nutnost vzít v úvahu jejich fyzický stav, vliv vlastností prostředí (narušený růst velkým počtem znečišťujících látek, půdní druh a úrodnost, vlhkost prostředí apod.) a genotypovou různorodost v dané populaci (Vaverková, Toman, Kotovicová, 2012).

Některé bioindikátory nám ukazují stav prostředí a lze je využít k nepřímému monitorování tohoto stavu. Většinou je vztah mezi nimi a určitým faktorem složitý, protože na ně současně působí množství rozmanitých vlivů. Proto se označují jako komplexní indikátory. To znamená, že výskyt rostlin je výsledek souhrnného, dlouhodobého působení sledovaného faktoru.

Biomonitoring je kvalitativní metodou, proto pomocí bioindikátorů nelze zjistit absolutní hodnotu sledovaného jevu např. obsah dusíku v půdě, ale může nás upozornit na jeho zvýšený obsah. Díky tomu se lze usměrňovat poměrně složitá a drahá měření koncentrací. Bioindikátory se tedy využívají spíše k hodnocení dlouhodobých změn a jejich funkce je signální – umožňuje nám upozornit na místa, kde je vhodné provést podrobnější chemickou analýzu (Kulich, 2002; Vaverková, Kotovicová, 2007).

Využití vratiče obecného (*Tanacetum vulgare* L.) pro indikaci těžkých kovů (Cd, Pb, Ni, Cu, Zn) v blízkosti skládky je výhodné z hlediska jeho schopnosti v relativně velké míře tyto kovy do sebe přijímat a akumulovat. Tento druh je lehko určitelný, má široký výskyt a na stanovišti skládky se může vyskytovat hojně. Vhodný je pro dlouhodobý monitoring.

Jak je patrné z výzkumů, (Vaverková, Adamcová, 2014; Stevovic, Mikovilovic, Calic-Dragosavac, 2010) užitečnost vratiče obecného (*Tanacetum vulgare* L.) je prokazatelná. Dokáže akumulovat těžké kovy v kořenech, stoncích i listech, v závislosti na koncentraci těžkých kovů v prostředí (míře znečištění), půdním a klimatickém stavu kde se vyskytují.

6 ZÁVĚR

Pro porozumění tomuto tématu je nutné znát současnou problematiku nakládání s odpady. Veškerá činnost v odpadovém hospodářství podléhá české a evropské legislativě, která určuje veškeré požadavky a podmínky s odpadem související. První část této práce je tedy věnovaná odpadům a hlavně skládkování. To v současné době představuje široké a diskutované téma, které prochází zásadními změnami v české legislativě i v celkovém přístupu k této technice řešení odpadů.

V druhé části práce jsou popsány možné nepříznivé vlivy skládky na životní prostředí. Tvorbě průsakových vod a plynu se v tělese nelze vyhnout a je zřejmé, že ani po uzavření a rekultivování skládky tento proces nekončí a stává se potencionálním problémem budoucích generací. Lze přepokládat neustálý rozvoj technologií úpravy odpadu a úrovně zabezpečení skládky s cílem zabránit nebo alespoň zmírnit její nepříznivé dopady na své okolí.

Za účelem zjišťování stavu okolního prostředí skládky můžeme využít bioindikace a biomonitoringu. Toto téma je charakterizováno v další části práce. Zmíněno též několik vhodných rostlinných druhů k bioindikaci v okolí skládky. Rostlinné bioindikátory se stále častěji využívají pro hodnocení kvality ekosystému díky jejich citlivosti na změny chemického složení prostředí a faktu, že v sobě mohou akumulovat škodliviny.

Poslední část se zaměřuje na využití vratiče obecného (*Tanacetum vulgare* L.) jako vhodného bioindikátoru k určování zátěže těžkými kovy z okolního prostředí skládky.

7 PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY

- ABSOLON K., 1994: *Metodika sběru dat pro biomonitoring v chráněných územích*. Praha: Český ústav ochrany přírody, 70 s.
- ANDĚL P., 2011: *Ekotoxikologie, bioindikace a biomonitoring*. Vyd. 1. Liberec: Evernia, 243, [22] s. ISBN 978-80-903787-9-7.
- BIALOWIEC A., 2011: Some Aspects of Environmental Impact of Waste Dumps, Contemporary Problems of Management and Environmental Protection, 9.
- Biolib.cz, Obrázky: *Druh, vratič obecný, Tanacetum vulgare L.* [online]. [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: <http://www.biolib.cz/cz/taxonimages/id41382/?type=1>.
- ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. *Produkce, využití a odstranění odpadů – 2014*. Praha, 2015. ISBN 978-80-250-2636-6. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/20543779/280020-15.pdf/76c06fdc-4af7-4b98-aeed-7435a611e10a?version=1.1>.
- FARQUHAR G. H., ROVERS F. A., 1973: *Gas production during refuse decomposition*. Vyd. Water Air Soil Poll., 2: 483-495 s.
- FILIP J., KOTOVICOVÁ J., BOŽEK, F., 2003: *Komunální odpad a skládkování*. 1. vyd. (dotisk, 2006). Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. ISBN 80-7157-712-X.
- FILIP, J., 2006: *Odpadové hospodářství*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. ISBN 80-7157-608-5.
- FLETCHER, N., 2012: *Divoké květiny: nový kapesní atlas*. V Praze: Slovart. Nový kapesní atlas. ISBN 978-80-7391-502-5.
- HØJLUND CHRISTENSEN, T., 2012: *Solid waste technology & management*. Chichester: John Wiley and Sons, 2 sv. (xiv, 512, xiv s., s. 516-1026). ISBN 978-1-405-17517-3.
- CHUDÁREK, T., 2013: *Odpadové hospodářství v praxi*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, Centrum pro výzkum toxických látek v prostředí, 157 s. ISBN 978-80-210-6601-4.

- KULICH, J. et al., 2002: *Bioindikace a biomonitoring, aneb, Jak poznat, v jakém prostředí žijeme*. Horní Maršov: Středisko ekologické výchovy a etiky Rýchory SEVER, 75 s. ISBN 80-902-9767-6.
- KURAŠ, M., 2014: *Odpady a jejich zpracování*. Vyd. 1. Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor, 343 s. ISBN 978-80-86832-80-7.
- LENER, J. a K. PROVAZNÍK, 2001: *Skládky*. Praha: Fortuna. ISBN 80-7071-157-4.
- LIBRA, J., 2005: *Stavby pro odpadové hospodářství*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. ISBN 80-7157-861-4.
- MALÝ, J. a J. ŠÁLEK, 2002: *Vodní hospodářství skládek domovního odpadu a čištění průsakových vod: vypracováno s podporou Grantové agentury ČR v rámci řešení grantového úkolu 103/00/0095*. Brno: CERM. ISBN 80-214-2296-3.
- MÜNKER, B., 1998: *Plané rostliny střední Evropy*. Vyd. 1. Praha: Knižní klub. Průvodce přírodou. ISBN 80-7176-723-9.
- STEVOVIC, S., MIKOVILOVIC, V. S. and CALIC-DRAGOSAVAC, D., 2010: Environmental Study of Heavy Metals Influence on Soil and Tansy (*Tanacetum vulgare* L.). *African Journal of Biotechnology*, Apr 19, vol. 9, no. 16, pp. 2392-2400, Dostupné z databáze ProQuest Central. DOI <http://dx.doi.org/10.5897/AJB2010.000-3048>.
- TUHÁČEK, M. a J. JELÍNKOVÁ et al., 2015: *Právo životního prostředí: praktický průvodce*. První vydání. Praha: Grada, 279 stran. Právo pro každého (Grada). ISBN 978-80-247-5464-2.
- Učebnice remediačních technologií, 2010: Elektronické učební texty. *Procesy probíhající ve skládkách* [online]. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, [cit. 2016-04-18]. Dostupné z: <http://ucebnice.remediace.cz/default.asp?oid=05010000003&fid=163>.

- VAVERKOVÁ, M. a D. ADAMCOVÁ, 2014: Heavy Metals Uptake by Select Plant Species in the Landfill Area of Štěpánovice, Czech Republic. *Polish Journal of Environmental Studies* [online]. 23, [cit. 2016-04-24]. DOI: 10.15244/pjoes/26106. ISSN 1230-1485. Dostupné z: <http://www.pjoes.com/doi/10.15244/pjoes/26106>.
- VAVERKOVÁ, M.; KOTOVICOVÁ, J., 2007: *Výzkum využití indikátorů čistší produkce v okolí skládky v Klatovech – Štěpánovicích*. Ústav aplikované a krajinné ekologie, Agronomická fakulta, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně: [cit. 2016-04-20]. Dostupné z: <https://mnet.mendelu.cz/mendelnet07agro/articles/enviro/vaverkova.pdf>
- VAVERKOVÁ, M., TOMAN, F., KOTOVICOVÁ, J. 2012: Research into the occurrence of some plant species as indicators of landfill impact on the environment. *Polish Journal of Environmental Studies*. roč. 3, č. 21, 755–762 [online], [cit. 2016-04-24]. Dostupné z: <http://www.pjoes.com/pdf/21.3/pol.j.envIRON.stud.vol.21.no.3.755-762.pdf>
- VAVERKOVÁ, M., 2015: *Hodnocení potencionálních vlivů skládky na životní prostředí*. Brno. Habilitační práce (nepubl.). Mendelova univerzita v Brně. Ústav aplikované a krajinné ekologie.
- Zákony pro lidi: *Předpis č. 185/2001 Sb. Zákon o odpadech a o změně některých dalších zákonů* [online]. [cit. 2016-02-28]. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-185>

8 SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1: Graf - Vývoj produkce odpadů v České republice</i>	12
<i>Obr. 2: Hierarchie technik řešení odpadového hospodářství v Evropské Unii</i>	14
<i>Obr. 3: Nadúrovňová skládka</i>	16
<i>Obr. 4: Potencionální dopady skládky na životní prostředí s odhadovou zónou vlivu každého potencionálního dopadu</i>	23
<i>Obr. 5: Vratič obecný (Tanacetum vulgare L.)</i>	33

9 SEZNAM ZKRATEK

BRKO	Biologicky rozložitelný komunální odpad
ČR	Česká republika
ČSÚ	Český statistický úřad
ES	Evropské společenství
EU	Evropská unie
KO	Komunální odpad
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
NO	Nebezpečný odpad
OH	Odpadové hospodářství
OO	Ostatní odpad
S - IO	Skládka inertního odpadu
S - NO	Skládka nebezpečného odpadu
S - OO	Skládka ostatního odpadu
VOC	Těkavé organické látky