

# **STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST**

**Obor SOČ: Ochrana a tvorba životního prostředí**

**Invazní druhy rostlin na skládce komunálního odpadu**

**Invasive plant species at a municipal waste landfill**

**Autor: Marek Janda**

**Škola: Gymnázium Brno, Křenová 36**

**Kraj: Jihomoravský kraj**

**Konzultant: Ing. Jan Winkler, Ph.D.**

**Brno 2021**

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem svou práci **Invazní druhy rostlin na skládce komunálního odpadu** vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury.

Dále prohlašuji, že tištěná verze a elektronická verze soutěžní práce SOČ jsou shodné.

Nemám závažný důvod proti zpřístupnění této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Brně dne.....

Podpis: .....

## **Poděkování**

Tímto bych velmi rád poděkoval mému vedoucímu práce Ing. Janu Winklerovi, Ph.D. za ochotu a čas, vstřícnou pomoc, za cenné rady a materiály, které mi pomohly práci vytvořit.

## **Abstrakt**

Odborná práce se zaměřuje na vliv komunálních odpadů na životní prostředí. První část práce objasňuje pojmy související s nakládáním s odpady. Dále práce popisuje samotný proces skládkování a výskyt invazních druhů rostlin v rekultivované části skládky v Brně-Černovicích. Výsledkem práce je vyhodnocení vlivu výluhů a emisí ze skládky na zastoupení vegetace.

**Klíčová slova:** komunální odpad; recyklace; skládkování; výluhy; emise; invazní druhy rostlin; rekultivace

## **Abstract**

The professional work focuses on the impact of municipal waste on the environment. The first part of the work clarifies the concepts related to the issue of landfilling. Furthermore, the work describes the structure of the landfill in Brno-Černovice and the occurrence of invasive plant species in the reclaimed part of the landfill. The result of the work is an evaluation of how the fumes and seepage of the landfill affect the representation of vegetation after reclamation.

**Keywords:** municipal waste; landfill; recycling; leachate; emissions; invasive plant species; reclamation

## Obsah

1 Úvod.....	7
2 Cíl práce.....	8
3 Literární přehled .....	9
3.1 Nakládání s odpady.....	9
3.1.1 Odpady.....	9
3.1.2 Základní pojmy .....	9
3.1.2.1 Komunální odpad.....	9
3.1.2.2 Směsný komunální odpad.....	10
3.1.2.3 Tuhý komunální odpad .....	10
3.1.2.4 Objemný odpad.....	10
3.1.2.5 Odpad podobný komunálnímu.....	10
3.1.2.6 Biologicky rozložitelný odpad.....	10
3.1.2.7 Nebezpečný odpad.....	11
3.1.3 Problematika nakládání s odpady .....	11
3.1.3.1 Odpadové hospodářství.....	11
3.1.3.2 Hierarchie způsobů nakládání s odpady .....	12
3.1.3.3 Předcházení vzniku odpadů .....	12
3.1.3.4 Shromažďování odpadů.....	13
3.1.3.5 Přeprava odpadů .....	13
3.1.3.6 Třídění a recyklace.....	13
3.1.3.7 Kompostování.....	14
3.1.3.8 Spalovny .....	15
3.2 Skládání odpadů.....	15
3.2.1 Základní rozdělení skládek podle technického zabezpečení .....	15
3.2.2 Rozdělení skládek .....	16
3.2.2 Negativní dopady skládek na životní prostředí.....	16
3.2.2.1 Kontaminace podzemních vod výluhy .....	17
3.2.2.2 Znečišťování ovzduší.....	17
3.2.2.3 Další nepříjemné vlivy.....	17
3.2.3 Nelegální skládky .....	18
3.3 Rekultivace krajiny .....	18
3.4 Invazní druhy rostlin.....	19
4 Materiál a metody .....	20
4. 1 Charakteristika vybraného území .....	20
4. 2 Metodika hodnocení vegetace .....	20
5 Výsledky .....	21

6 Diskuse.....	25
7 Závěr .....	26
8 Seznam použité literatury .....	27
8.1 Internetové zdroje .....	27
8.2 Odborná literatura .....	28
8.3 Legislativa.....	30
9 Přílohy.....	32

# 1 Úvod

Odpady provázejí lidskou společnost od pradávna. Se zvyšujícím se počtem obyvatel nabývá problematika odpadů stále větší význam. Dříve se produkovalo méně odpadu a jednalo se převážně o biologicky rozložitelný odpad. S nárůstem populace množství odpadu přibývá a v souvislosti s technickým rozvojem se zvyšuje i množství tuhého odpadu, který se rozkládá déle.

Rozklad odpadů probíhá na skládkách. Skládkování se snažíme předejít prostřednictvím vhodných způsobů nakládání s odpady. Likvidace odpadů na skládkách s sebou totiž přináší řadu environmentálních rizik (např. znečištění ovzduší, půdy a podzemní vody, riziko požárů, výbuchů, zápach a poškození původního druhového zastoupení vegetace) a negativních dopadů na lidské zdraví (Nannoni et al., 2015; Adamcová et al., 2017).

V práci se zaměřím na poškození původního druhového zastoupení vegetace. Po uzavření a rekultivaci skládky začnou území osidlovat různé druhy rostlin. V nově vytvořeném ekosystému nejvíce převažují invazní druhy, které narušují původní zastoupení vegetace a ze skládek se mohou dále šířit do okolních ekosystémů.

Provedl jsem průzkum v rekultivované části skládky Brno-Černovice a ze shromážděných údajů jsem vyhodnotil zastoupení vegetace a výskyt invazních druhů v dané lokalitě.

## **2 Cíl práce**

Cílem práce bylo vyhodnotit druhové složení vegetace na vybraném narušeném stanovišti, které člověk silně ovlivnil. Stanovil jsem dopady skládkovaného odpadu na složení vegetace, skupin a druhů rostlin.



## 3 Literární přehled

### 3.1 Nakládání s odpady

V současné době je jednou ze zásadních otázek způsob nakládání s odpady. Lidská společnost produkuje velké množství odpadů, což má značný vliv na životní prostředí, ve kterém žijí nejen lidé, ale také další živé organismy. Každý rok se ve světě vyprodukuje více než 2 miliardy tun tuhého komunálního odpadu. Předpokládá se, že jeho produkce naroste do roku 2050 téměř o 70 % (Kaza et al., 2018). S vyprodukovaným odpadem je proto vhodné náležitě nakládat, aby se naše Země postupně nestala jednou velkou skládkou.

#### 3.1.1 Odpady

Odpady provázejí lidstvo od pradávna a souvisejí téměř s veškerou lidskou činností. Za odpad je považována movitá věc, které se člověk zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit. Odpadem může být jakýkoli druh hmoty (pevné látky, kapaliny i plyny). Každý typ má jiné způsoby skládkování. Odpady vznikají při průmyslové činnosti, stavební činnosti, v zemědělství, dopravě i při běžném životě člověka v konzumní společnosti. Nadměrné hromadění odpadů způsobuje nepříznivé životní prostředí, poruchy zdraví a má i sociální dopady, jako jsou znečištění půdy a vody, ucpávání kanalizací, ztráta biologické rozmanitosti, infekční nemoci a pocit sociálního vyloučení (Ejaz et al., 2010; Gutberlet, 2018).

#### 3.1.2 Základní pojmy

##### 3.1.2.1 Komunální odpad

Komunální odpad (KO) je veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti fyzických osob (občanů obce). Značnou část KO produkují naše domácnosti. Jedná se tedy o **domovní odpad**. Dále mezi KO patří i odpad, který vzniká při údržbě veřejných prostranství. Za původce veškerého KO je považována obec. Pro sběr KO používáme sběrné nádoby, konkrétně kontejnery nebo popelnice, umístěné na shromažďovacích místech (MŽP 1, 2021).

### **3.1.2.2 Směsný komunální odpad**

Když vytrídíme komunální odpad, získáme směsný (zbytkový) komunální odpad (SKO). Z komunálního odpadu oddělíme nebezpečný odpad, recyklovatelné složky, bioodpad a objemný odpad. SKO se dále převáží v kontejnerech na skládku (Wikipedie 1, 2021).

### **3.1.2.3 Tuhý komunální odpad**

Tuhý komunální odpad (TKO), zvaný také suchý odpad, je součástí komunálního odpadu, která si jako celek nebo jako její jednotlivé části za normálních atmosférických podmínek uchovává svůj tvar a objem (Třídění odpadu CZ 1, 2021).

### **3.1.2.4 Objemný odpad**

Objemný odpad je odpad z domácností, který kvůli nadměrným rozměrům a velké hmotnosti nelze odkládat do běžných sběrných nádob, jako jsou kontejnery nebo popelnice. Patří sem například starý nábytek, koberce, umyvadla, matrace, dveře, velká zrcadla, lyže a kola. Objemný odpad můžeme odložit do sběrného dvora nebo do tzv. velkoobjemových kontejnerů (VOK) (Komwag, 2021).

### **3.1.2.5 Odpad podobný komunálnímu**

Odpad podobný komunálnímu odpadu svým složením odpovídá KO. Zásadní rozdíl ale je, že vzniká při nevýrobní činnosti právnických osob nebo fyzických osob oprávněných k podnikání. Zároveň je uveden jako komunální odpad v Katalogu odpadů. Původci odpadu platí obci náklady za odstranění (Třetí ruka CZ, 2013).

### **3.1.2.6 Biologicky rozložitelný odpad**

Biologicky rozložitelný odpad (BRO), zvaný také mokřý odpad nebo bioodpad, obsahuje rostlinné živiny a organické látky, které se přirozeně rozkládají. BRO zahrnuje například papír, dřevo, zeleň nebo potraviny. BRO je možné aerobně (za přítomnosti kyslíku) stabilizovat a organické hnojivo (kompost) vrátit zpět do přírodního koloběhu. Bioodpady můžeme také zpracovávat anaerobně (bez přítomnosti kyslíku) technologií anaerobní digesce. Při ní vzniká organické hnojivo a uvolňuje se navíc bioplyn, který využíváme k výrobě elektrické energie, tepla a motorového paliva.

Biologicky rozložitelný komunální odpad (BRKO), který je součástí komunálního odpadu, se snažíme separovat a zamezit tak jeho ukládání na skládky. Při rozkladu se z něj uvolňuje skleníkový plyn metan a výluhy v průsakových vodách (MŽP 2, 2021).

### **3.1.2.7 Nebezpečný odpad**

Nebezpečný odpad (NO) má nežádoucí vliv na životní prostředí, zdraví lidí a zvířat. Nemůžeme ho tedy ukládat do otevřených skládek ani spalovat v běžných spalovnách. Likvidujeme ho buď ve speciálních spalovnách NO, nebo ho dále recyklujeme ve specializovaných firmách.

S NO musíme zacházet velmi opatrně. Vyznačuje se následujícími vlastnostmi: výbušnost, oxidace, hořlavost, dráždivost, nepříznivé účinky na lidské zdraví, toxicita, karcinogenita, radioaktivita, žíravost a infekčnost.

Mezi nebezpečné odpady patří barvy, laky, ředidla, baterie, mořidla, obrazovky, zářivky, kyseliny, hydroxidy, lepidla, mrazáky, oleje, tuky, ropné produkty, náplně do tiskáren, lékařské materiály, těkavé látky a pesticidy (Třídění odpadu CZ 2, 2021; Wikipedie 2, 2021).

### **3.1.3 Problematika nakládání s odpady**

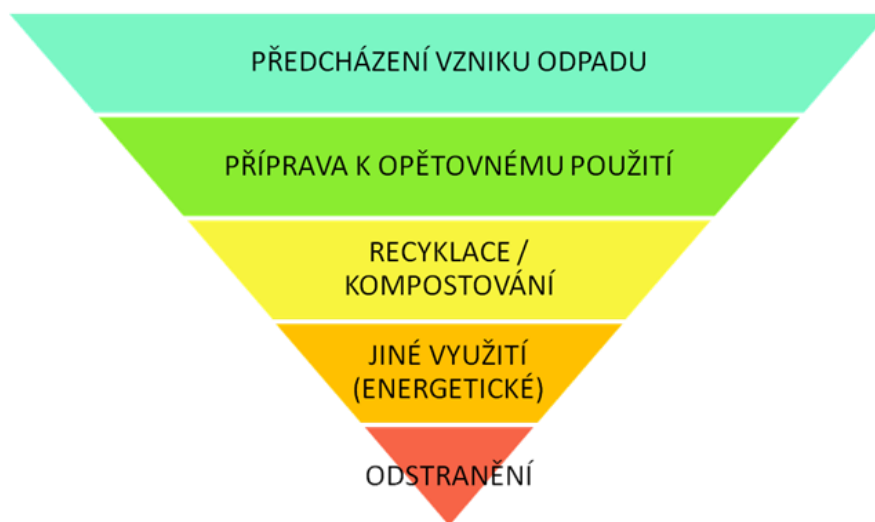
Účelem nakládání s odpady je snížit jejich nepříznivé účinky na lidské zdraví a životní prostředí. Odpady mohou ohrozit naše životní prostředí, a proto je důležité s nimi správně nakládat. Základní pravidla pro nakládání s odpady jsou stanovena zákonem č. 541/2020 Sb., o odpadech a jeho prováděcími právními předpisy. Cíle pro nakládání s odpady a opatření pro jejich dosažení jsou stanoveny Plánem odpadového hospodářství České republiky (POH ČR) pro období 2015 – 2024. Povinnost ČR zpracovat plán nakládání s odpady na jejím území (POH ČR) je stanovena Směrnicí Evropského parlamentu a rady 2008/98/ES o odpadech (MŽP 3, 2021).

#### **3.1.3.1 Odpadové hospodářství**

Cílem odpadového hospodářství (OH) je přechod od původního lineárního hospodaření k oběhovému hospodářství. Lineární model hospodaření upřednostňoval princip "vyrobit – použít – vyhodit". Spoléhal se na neomezenou kapacitu Země, její neomezené množství zdrojů a energie a na bezproblémovou absorpci našich odpadů (Arnika, 2014). Oběhové hospodářství je způsob výroby a spotřeby, který prostřednictvím opětovného používání, opravování a recyklace prodlužuje životní cyklus produktů a minimalizuje vznik odpadu. Pro realizaci oběhové hospodářství uplatňuje OH tzv. hierarchii způsobů nakládání s odpady (Zákony pro lidi, 2001).

POH ČR zahrnuje přijaté iniciativy, zavedené technologické postupy a činnosti, které jsou v EU nezbytné pro nakládání s odpady od jejich sběru až po proces ukládání. Tento proces zahrnuje obchodování s odpady, jejich shromažďování, sběr, výkup, přepravu, dopravu, skladování, úpravu, využití a odstranění (Zákony pro lidi, 2020).

### 3.1.3.2 Hierarchie způsobů nakládání s odpady



### 3.1.3.3 Předcházení vzniku odpadů

Nejvyšší prioritu zastává předcházení vzniku odpadů. Ušetří se tak suroviny a zároveň se sníží energie a náklady potřebné k odstranění odpadů. Právnícká nebo podnikající fyzická osoba, která produkuje výrobky, je povinna zabezpečit, aby jejich vývoj a výroba omezily vznik odpadů z těchto výrobků, zejména pak odpadů nebezpečných, a pokud není možné vzniku odpadu zabránit, je povinna zabezpečit, aby bylo možné dosáhnout co nejvyšší míry využití těchto odpadů v souladu s hierarchií způsobů nakládání s odpady (Zákony pro lidi, 2020).

Každý občan může předcházet vzniku odpadů. Produkci odpadu může značně zpomalit tím, když bude kupovat jen to, co opravdu potřebuje, a užívat věci opakovaně a co nejdéle. Na nákupy by měl nosit vlastní nákupní tašku a upřednostňovat nákupy nebalených potravin, recyklovatelné obaly a nákupy větších balení. Oděvy, textilní materiál, obuv a plyšové hračky může věnovat charitě. Biologicky rozložitelný materiál může kompostovat. Musí ale zajistit, aby při jeho rozkladu nevznikal zápach nebo emise metanu (Pelhřimov, 2018; Zákony pro lidi, 2020).

### 3.1.3.4 Shromažďování odpadů

Shromažďování odpadů je jejich krátkodobé soustředění do shromažďovacích prostředků v místě jejich vzniku před dalším nakládáním s odpady. Každý smí soustřeďovat odpady pouze za splnění technických podmínek stanovených vyhláškou ministerstva, které zajistí ochranu životního prostředí a zdraví lidí. Uložení odpadu v místě shromažďování nesmí přesáhnout dobu 1 roku a jeho množství nesmí přesáhnout 20 tun. Obec je povinna určit místa pro oddělené soustřeďování komunálního odpadu (Zákony pro lidi, 2020).

### 3.1.3.5 Přeprava odpadů

Shromážděné odpady přepravujeme do příslušného zařízení na využití, zbylý odpad odvážíme na skládku. Právnická nebo podnikající fyzická osoba, která odpad přepravuje, je povinna o jeho přepravě informovat řidiče. Dále musí vybavit řidiče doklady o přepravě odpadu a je povinna je následujících 5 let uchovat. Zatímco přeprava odpadu v dané zemi spadá pod již uvedené národní předpisy, přeshraniční pohyb odpadu podléhá mezinárodním smlouvám (Zákony pro lidi, 2020).

Podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1013/2006 je nutno odpad vzniklý v České republice přednostně na tomto území využívat a odstraňovat. Pokud oznamovatel navrhne **přeshraniční přepravu odpadu**, rozhoduje o schválení ministerstvo.






Za největší problém považujeme převoz a následnou likvidaci nebezpečných odpadů. S nebezpečnými odpady musíme zacházet se značnou opatrností a při nehodě může dojít ke kontaminaci nebo výbuchu. S tím je úzce spojená ilegální přeshraniční přeprava nebezpečných odpadů z rozvinutých do méně rozvinutých zemí. Této ilegální činnosti se snaží zamezit tzv. **Basilejská úmluva** z roku 1989, kterou podepsalo 172 zemí světa (Science Direct, 2021).





### 3.1.3.6 Třídění a recyklace

Recyklace je způsob využití odpadů, kterým je odpad znovu zpracován na výrobky, materiály nebo látky pro původní nebo jiné účely jejich použití. Recyklace ale nezahrnuje energetické využití a použití odpadu jako paliva nebo jako zásypového materiálu. Recyklace je velmi prospěšná. Opětovným použitím materiálů nebo výrobků značně šetříme zdroje, energii a zpomalujeme produkci nových odpadů (Zákony pro lidi, 2020). Komunální odpad nejprve rozdělíme na suchý TKO a mokrá odpad, který dále kompostujeme. Následně z TKO separujeme recyklovatelné složky, konkrétně vytrídíme

sklo, papír, kovy (hliník, železo, měď), textil a plasty. Tyto recyklovatelné složky můžeme sbírat i odděleně od běžného odpadu pomocí speciálních sběrných nádob a sběrných vozidel. Další metodou je tzv. jednoproudová recyklace, při které všechny recyklovatelné materiály sbíráme do jedné sběrné nádoby a třídíme je později v centrálním zařízení (The Nation, 2019; Wikipedie 3, 2021).

#### Sběrné recyklační nádoby:

-  Modrá – papír
-  Zelená – barevné sklo
-  Žlutá – plast
-  Hnědá – bioodpad
-  Černá – směsný odpad

-  Oranžová – vícevrstvý nápojový karton
-  Bílá – bílé sklo
-  Šedá – hliník (kovové obaly)
-  Červená – nebezpečný odpad

#### 3.1.3.7 Kompostování

Kompostování je proces, při kterém dochází k přeměně organických odpadů na hnojiva (kompost), která můžeme dále použít pro výživu rostlin. Kompostovat můžeme veškerý mokrý odpad (BRO), například listí, noviny, malé kusy dřeva, slámu, veškerý rostlinný, kuchyňský, potravinový a za určitých podmínek i živočišný odpad. Není doporučeno kompostovat mléčné výrobky, masné maso, oleje a veškeré masné produkty kvůli zápachu. Cílem kompostování je urychlit přirozený mikrobiální rozklad organické hmoty a zároveň tak omezit vznik zápachu a emisí metanu.

Každý občan může kompostovat biologicky rozložitelný materiál vznikající při jeho činnosti. Vzniklý kompost může občan použít v rámci své činnosti nebo jej může předat v souladu se zákonem o hnojivech. V ostatních případech se nevyužitý kompost stává opět odpadem. Toto **domovní** kompostování probíhá za přítomnosti kyslíku, proto je vhodné udělat do nádoby na odpad otvory. Proces kompostování můžeme urychlit přidáním dřevěného popelu, pilin nebo hnoje. Kompost obohatíme o živiny, když přidáme více trávy a suchého listí. Postupně se kompost rozloží, ztmavne a můžeme ho použít na hnojení záhonků.

Průmyslově se bioodpad kompostuje metodou **anaerobní digesce**, spočívající ve skladování BRO ve velkých nádržích nebo kádích za omezeného přístupu kyslíku. Vlivem rozkladu a vlhkosti se uvolňuje bioplyn, který můžeme dále využít jako palivo, hnojivo a zejména jako zdroj energie na výrobu elektřiny (Nandini Dora et al., 2020).

### **3.1.3.8 Spalovny**

Spalování je metoda likvidace TKO, která snižuje jeho objem o 80 – 95 %. Snižuje se tak množství odpadu uloženého na skládky. Spalovny přeměňují odpadní materiály na teplo, plyn, páru a popel. Spalování není vždy dokonalé, takže se při něm uvolňují i emise oxidu uhličitého (Web.mit.edu,1999).

Některé spalovny využívají energii uvolněnou při spalovacím procesu k výrobě tepla nebo elektrické energie. Takových spaloven je po celém světě v provozu více než 1400, nejvíce jich nalezneme v Japonsku. V hierarchii způsobů nakládání s odpady, společně s procesy zplyňování, pyrolýzou, anaerobní digescí a využitím skládkových plynů, jde o energetické využití odpadů (Czajczyńska et al., 2017). Pyrolýza je zvláštní proces spalování, při kterém dochází k termickému rozkladu bez přítomnosti kyslíku (Leckner, 2015).

## **3.2 Skládání odpadů**

Poslední metodou likvidace odpadů je skládání, které stojí v hierarchii způsobů nakládání s odpady nejnižší. Skládání je proces likvidace nevyužitých odpadů. Skládka je zařízení zřízené v souladu se zvláštním právním předpisem, které slouží k odstraňování a skladování odpadů. Skládka musí splňovat tři na sebe bezprostředně navazující fáze provozu. V první fázi dochází k ukládání odpadu, druhá fáze spočívá v případném využití odpadu a následné rekultivaci, třetí fáze zahrnuje monitorování skládky po jejím uzavření (Zákony pro lidi, 2001). Skládované odpady musí být nekompostovatelné, nerecyklovatelné a neměly by být škodlivé. Provozovatelé skládek se snaží částečně zmírnit škodlivé účinky ukládaných odpadů na ekosystém. Při rozkladu odpadů se totiž z odpadu uvolňují výluhy, emise a jiné škodlivé látky (Vscht.cz, 2021). V současné době se nám daří skládání více předcházet, protože společnost si začíná uvědomovat problematiku odpadů a recykluje více TKO. Důkazem je fakt, že v Evropě bylo v roce 2012 uloženo na skládky přibližně 32 % TKO, ale v roce 2017 už jen 23 %, což je pozitivní zpráva (Eurostat, 2019).

### **3.2.1 Základní rozdělení skládek podle technického zabezpečení**

**S-IO** – inertní (pevný) odpad – není nutné těsnění

**S-OO** – ostatní odpad – musí být předepsány vlastnosti podloží a zajištěno těsnění

S-OO1 – skládky pro odpady s nízkým obsahem BRO

S-OO2 – sklárky pro odpady s nízkým obsahem BRO včetně azbestu a nereaktivního NO

S-OO3 – sklárky pro odpady s vysokým obsahem BRO

**S-NO** – nebezpečný odpad – musí být předepsány vlastnosti podloží a zajištěno kombinované těsnění (Zákony pro lidi, 2005; Storm.fsv.cvut.cz, 2021)

### 3.2.2 Rozdělení skládek

Sklárky rozdělujeme podle **úrovně terénu**, v kterém sklárku zakládáme a v němž odpad sklárkujeme. Prvním druhem jsou sklárky podúrovňové, kde ukládáme odpad do otevřených terénních prohlubní nejvýše do úrovně terénu. Nadúrovňové sklárky zakládáme na úrovni terénu. Poměrně časté jsou také kombinované sklárky, které zakládáme pod úrovní terénu, přičemž jejich navážka úroveň terénu přesáhne. Dalším druhem jsou sklárky svahové, které mají sice nevýhodu sesuvu odpadů, ale zároveň se v nich nechrání tolik výluhů. Zvláštním případem jsou sklárky podzemní, které využívají přirozené nebo uměle vytvořené dutiny pod povrchem země (Storm.fsv.cvut.cz, 2021).

Dalším kritériem je stavební provedení, na kterém závisí **zajištění těsnění sklárky**. Jedním z druhů jsou netěsněné sklárky, na kterých sklárkujeme pouze inertní odpad (ostatní druhy odpadů by mohly narušit životní prostředí). Sklárky těsníme pomocí přírodních materiálů. Nejčastěji využíváme jílovitou půdu nebo horninu bentonit. Dále k těsnění používáme syntetické materiály, především fólie z polyvinylchloridu (PVC) nebo polyethylenu (PE). Těsnění přírodními a syntetickými materiály můžeme na sklárkách kombinovat.

Z hlediska **časového průběhu sklárkování** rozlišujeme sklárky připravované, na kterých proběhne sklárkování v budoucnu. Dalšími druhy jsou sklárky provozované, na kterých se odpad sklárkuje v současnosti, a sklárky s přerušenou či ukončenou činností, na kterých postupně vyrůstají invazní rostliny. Zvláštním případem jsou sklárky odtěžované, mezi které řadíme především odstraňované ilegální sklárky (Vscht.cz, 2021).

### 3.2.2 Negativní dopady skládek na životní prostředí

Proces sklárkování doprovází rozklad odpadu a mnoho dalších nepříjemných jevů, škodících okolnímu ekosystému i celkovému životnímu prostředí. Mezi nejproblematictější faktory patří tvorba výluhů a emisí, které blíže rozvedu.



### 3.2.2.1 Kontaminace podzemních vod výluhy

Skládky mohou kontaminovat svými výluhy i zdroje podzemních vod. Výluhy vznikají nejvíce při dešti na otevřených skládkách, kdy voda prosakuje skrz odpadky a absorbuje uvolněné plyny a materiály. Znečištěná voda prosakuje do podloží a kontaminuje půdní nebo horninové podloží a zdroje podzemních vod (Marius Pedersen, 2021).

Skládky jsou proto opatřeny vrstvami **těsnění** a systémy **odvodnění**, které zachycují značné množství výluhů a zabraňují jejich dalšímu průsaku. Výluhy se hromadí v jímkách uvnitř areálu skládky a odvádějí se do čistírny odpadních vod (Adamcová a Vaverková, 2016).

Produkce výluhů a emisí závisí na klimatických podmínkách (srážkách, vlhkosti a teplotě), na vlastnostech podloží (půdy a horniny) a na stáří, výšce, druhu a hustotě odpadu na skládce (Hjelmar et al., 2000; Obersteiner et al., 2007; Kulikowska a Klimiuk, 2008; Poulsen et al., 2002).

### 3.2.2.2 Znečišťování ovzduší

Hnijící potraviny a další rozpadající se organický odpad uvolňují skládkové plyny. Významné a zároveň nebezpečné jsou skleníkové plyny, které se ve formě emisí uvolňují do ovzduší, zachycují teplo v atmosféře, přispívají ke změně klimatu a oteplování. Nejvíce se uvolňuje metan (CH<sub>4</sub>), oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>) a oxid uhelnatý (CO). Mezi hlavní cíle nakládání s odpady patří i zmírnění účinků a snížení produkce právě těchto skleníkových plynů (Bian et al., 2018). Provozovatelé skládek využívají k částečnému omezení emisí systém **odplyňování**. Sbírané skládkové plyny, obzvláště metan, dále využívají ke spalování a výrobě elektrické energie (Nicolas et al., 2007).

### 3.2.2.3 Další nepříjemné vlivy

V oblasti skládek můžeme cítit zápach, který je spjat s uvolňováním emisí. V souvislosti s pracemi na skládce můžeme slyšet v jejím okolí hluk nebo pozorovat zviřený prach. Na skládkách se také zvyšuje koncentrace hlodavců (krys, potkanů a myší) a much, šířících infekční onemocnění. Zároveň by měly být skládky oplocené, aby zvěř nepožírala odpadky. Dalším problémem je narušení přirozeného druhového zastoupení rostlin, které ještě blíže rozeberu v kapitole Invazní druhy rostlin (Wikipedie 4, 2021).

### **3.2.3 Nelegální skládky**

Velkým problémem jsou nelegální skládky, nazývané také černými skládkami, které spočívají v nezákonném uložení odpadů na nezabezpečeném místě. Tyto skládky nikdo neudrzuje a neobsahují žádný systém těsnění, odvodnění ani odplynění. Černé skládky mohou obsahovat různé druhy odpadů, včetně NO. Nelegální skládky znečišťují okolní prostředí mnohem více než kontrolované skládky (Marius Pedersen, 2021; Sako, 2021). Procesy rozkladu odpadů jsou dlouhodobé, mohou probíhat celá desetiletí, během kterých výrazně zvyšují riziko kontaminace podzemních vod, podloží a do ovzduší uvolňují více emisí (Han et al., 2016; Kjeldsen et al., 2002; Kulikowska a Klimiuk, 2008; Scott et al., 2005). Nelegální oblasti pro ukládání odpadu se nejčastěji vyskytují v okolí měst a vesnic s dobrým přístupem pro auta, na okrajích lesů nebo v příkopech (Vaverková a kol., 2019). Evropská směrnice o odpadech č. 98 z roku 2008 stanovuje požadavky na uzavření a odstranění nelegálních skládek, dotčenou lokalitu se snaží postupně rekultivovat a obnovit její původní druhové zastoupení rostlin. V současné době se daří počet černých skládek postupně snižovat.

### **3.3 Rekultivace krajiny**

Po uzavření skládky následuje proces rekultivace. Rekultivace je souhrn zásahů do krajiny, který se snaží zahladit pozůstatky nežádoucí lidské činnosti. Cílem rekultivace je přizpůsobit podobu skládky vzhledu okolní krajiny, případně území rekultivované skládky využít zemědělsky, lesnicky nebo pro rekreační účely. Rekultivaci můžeme rozdělit na dvě základní části – na rekultivaci technickou a biologickou (Wikipedie 5, 2020).

Technická rekultivace je souhrn technických opatření, mezi které řadíme především urovnání povrchu skládky, svaňování a převrstvení půdy. Tato technologická opatření vytvářejí vhodné podmínky pro další způsoby rekultivace.

Biologická rekultivace je technologický postup provedení biologických a agrotechnických opatření směřujících k tvorbě nové svrchní vrstvy půdy a k vytvoření podmínek pro její zemědělské nebo lesnické využití. Pro biologické využití používáme zatravnování. Pro zemědělské využití navážíme silnější vrstvu ornice a nejprve pěstujeme okopaniny. Lesnické využití upřednostňujeme až po delší době na nadúrovňových skládkách, když skládka uvolňuje již méně bioplynu. Pro zalesňování skládky jsou vhodné méně náročné keře a stromy. Nejvyužívanější jsou trnky, šípky, hlohy, břízy, akáty, jasan, topoly, lípy, jeřáby, vrby a javory (Vscht.cz, 2021).

Základní podmínky pro uzavírání a rekultivaci tělesa skládek stanovuje česká norma ČSN 83 8035 z roku 2018. Po uzavření a rekultivaci skládky následuje minimálně 30 let péče o skládku a její monitorování (Zákony pro lidi, 2020).

### **3.4 Invazní druhy rostlin**

Poslední fází skládkování je biomonitoring, který sledováním druhového složení vegetace určuje vliv skládky na nově vznikající ekosystém i na okolní prostředí. Skládky odpadu narušují druhové složení původní vegetace a vytvářejí prostor pro invazní druhy rostlin. Tyto druhy se pak mohou šířit ze skládek a ovlivňovat druhové složení přírodních a zemědělských ekosystémů (Vaverková et al., 2019). V současnosti se ve flóře České republiky vyskytuje celkem 1454 nepůvodních druhů. Z tohoto počtu je 350 druhů archeofytů, který byly zavlečeny před rokem 1492, a 1104 neofytů, které byly zavlečeny později. V posledních 200 letech se jejich počty výrazně zvyšují. Z nepůvodních druhů je téměř 68 % klasifikováno jako přechodně zavlečené druhy. Naturalizovaných druhů je 28 % a 4 % druhů se chovají invazně. Mezi invazními druhy je 11 druhů archeofytů a 50 druhů neofytů (Sádlo et al, 2012). Dle Chytrého et al. (2009) je velký počet rostlinných společenstev silně narušován. Jedná se například o ornou půdu a ruderalní stanoviště, kde je vegetace poškozována sečí, mechanickou kultivací či herbicidy. Tato společenstva pak snadno podléhají invazi.

Invazní druhy mohou vyvolat změny struktury a funkce ekosystémů, a tím ohrožit například zemědělské, rybolovné nebo lesnické produktivní systémy a také mnohé služby, jako je čištění vody, rekreace, opylování či stabilizace klimatu (Nátr, 2011). Hrozba invazí cizích druhů do původních společenstev a ohrožení biologické rozmanitosti se stala jedním z nejdůležitějších cílů ekologického výzkumu (Kolar and Lodge, 2001).

## 4 Materiál a metody

### 4.1 Charakteristika vybraného území

Zájmové území se nachází v katastrálním území Brno-Černovice (Jihomoravský kraj, Česká republika). Nadmořská výška sledovaného území je od 235 m n. m. do 245 m n. m. Sledované území patří do teplého, mírně suchého klimatického regionu (T2) a přechází do teplého, mírně vlhkého (T3) klimatického regionu. Ve městě Brně je průměrný roční úhrn srážek 624 mm a roční průměrná teplota 13 °C.

Skládka odpadu v Brně-Černovicích je umístěna na ploše bývalé pískovny a je součástí prostoru nazývaného „Černovické terasy“. Vznik skládky není přesně datován. Skládka je využívána od konce 2. světové války. V 70. letech došlo k legalizaci skládky a využití ke skládkování nejen komunálního, ale také průmyslového odpadu. Složení skládkovaného odpadu je velmi široké a zahrnuje i toxické materiály (např. barely s barvami a čistírenské kaly). Od 90. let jsou snahy o její uzavření, zajištění a rekultivaci. V současné době je skládka vnímána jako jedna z největších starých ekologických zátěží na území Jihomoravského kraje.

### 4.2 Metodika hodnocení vegetace

Hodnocení vegetace vybrané skládky odpadu se uskutečnilo pomocí floristického soupisu. Vědecké a české názvy jednotlivých druhů rostlin byly stanoveny dle databáze Pladias a také byly podle této databáze použity ekologické indikační hodnoty jednotlivých druhů rostlin (Pladias, 2021). Na vybraném území skládky odpadu byly stanoveny trasy průchodnosti. Během průchodu byly zapisovány nalezené druhy rostlin. Po absolvování průchodu byl výskyt každého nalezeného druhu vyhodnocen jednoduchou třibodovou stupnicí:

- 3 – velmi hojný druh s dominantním výskytem (dominantní druh),
- 2 – běžný druh s hojným výskytem jen v některých částech pozemku (subdominantní druh),
- 1 – vzácný druh s malým a ojedinělým výskytem.

## 5 Výsledky

Na skládce bylo nalezeno celkem 107 druhů rostlin. Druhů s **dominantním výskytem** bylo 9. Jedná se o následující druhy: řebříček obecný, jetel plazivý, jitrocel kopinatý, bodlák obecný, ovsík vyvýšený, růže šípková, jahodník truskavec, třtina křovištní a slivoň myrobalán.

Druhů s **běžným výskytem** bylo 46. Jde o tyto druhy: jitrocel větší, srpek obecný, tollice dětěllová, štírovník růžkatý, jílek vytrvalý, merlík bílý, pryšec obecný, šalvěj luční, mrkev obecná, hadinec obecný, turan roční, turanka kanadská, svlačec rolní, měrnice černá, ptačí zob obecný, hulevník Loeselův, pcháč oset, kopřiva dvoudomá, srha říznačka, pampeliška lékařská, truskavec ptačí, pýr plazivý, lopuch větší, pelyněk černobýl, komonice lékařská, vratič obecný, zlatobýl kanadský, javor jasanolistý, silenka nadmutá, trnka obecná, bez černý, chmel otáčivý, hloh jednosemenný, lipnice luční, heřmánkovec nevonný, plamének plotní, ořešák královský, bělotrn kulatohlavý, topol bílý, trnovník akát, locika kompasová, sveřep střešní, štetka planá, ostružiník ježiník, kuklík městský a zdravínek jarní.

Druhů se **vzácným výskytem** bylo 52. Jedná se o následující druhy: laskavec ohnutý, šťovík kadeřavý, silenka širolistá, mochna stříbrná, divizna švábovitá, máčka ladní, chrpa latnatá, čičorka pestrá, třezalka tečkovaná, lnice kručínkolistá, šedivka šedá, kostřava ovčí, ostropes trubil, lebeda rozkladitá, merlík zvrhlý, lilek černý, slez přehlížený, šrucha zelná, kokoška pastuší tobolka, milička menší, laskavec bílý, vesnovka obecná, hrachor hlíznatý, pastiňák setý, vikev ptačí, čekanka obecná, pajasan žlaznatý, divizna velkokvětá, mydlice lékařská, vlašovičnick větší, hořčík jestřábníkovitý, chřest lékařský, slunečnice roční, sveřep bezbranný, omán hnidák, mochna plazivá, vikev čtyřsemenná, řepík lékařský, kozí brada východní, rozchodník ostrý, lnice květel, rýt žlutý, javor babyka, topol černý, svízel syřišťový, rákos obecný, hlošina úzkolistá, pupava obecná, kakost luční, javor klen, loubinec pětिलistý a úžanka uherská.

Nalezené druhy byly rozděleny podle ekologických indikačních hodnot. Počet druhů podle indikačních hodnot pro světlo je uveden v Tabulce 1. Počet druhů podle indikačních hodnot pro teplotu je uveden v Tabulce 2. Počet druhů podle indikačních hodnot pro živiny je uveden v Tabulce 3. Počet druhů podle indikačních hodnot pro reakci je uveden v Tabulce 4. Počet druhů podle indikačních hodnot pro salinitu je uveden v Tabulce 5. Počet druhů rozdělených podle původu je uveden v Tabulce 6.

**Tab. 1** Počet druhů podle indikačních hodnot pro světlo

<b>Indikační hodnoty pro světlo</b>	<b>Počet druhů</b>
4 – přechod mezi hodnotami 3 a 5	1
5 – rostlina polostinných míst, výjimečně rostoucí na plném světle, ale většinou při více než 10 % rozptýleného záření dopadajícího na volnou plochu	2
6 – výskyt vzácně při méně než 20 % rozptýleného záření dopadajícího na volnou plochu	13
7 – rostlina částečně světlých míst, většinou rostoucí na plném světle, ale také ve stínu do 30 % rozptýleného záření dopadajícího na volnou plochu	45
8 – rostlina světlých míst, jen výjimečně rostoucí při méně než 40 % rozptýleného záření dopadajícího na volnou plochu	31
9 – rostlina plně osvětlených míst, nevyskytující se při méně než 50 % rozptýleného záření dopadajícího na volnou plochu	7
5x – rostlina polostinných míst, výjimečně rostoucí na plném světle, ale většinou při více než 10 % rozptýleného záření dopadajícího na volnou plochu (generalista)	3
6x – výskyt vzácně při méně než 20 % rozptýleného záření dopadajícího na volnou plochu (generalista)	4
7x – rostlina částečně světlých míst, většinou rostoucí na plném světle, ale také ve stínu do 30 % rozptýleného záření dopadajícího na volnou plochu (generalista)	1

**Tab. 2** Počet druhů podle indikačních hodnot pro teplotu

<b>Indikační hodnoty pro teplotu</b>	Počet druhů
5 – indikátor mírného tepla, vyskytující se od nížin do horského stupně, hlavně v submontánně-temperátních oblastech	18
6 – přechod mezi hodnotami 5 a 7	52
7 – indikátor tepla, vyskytující se v relativně teplých nížinách	16
8 – přechod mezi hodnotami 7 a 9	4
5x – indikátor mírného tepla, vyskytující se od nížin do horského stupně, hlavně v submontánně-temperátních oblastech (generalista)	14
6x – přechod mezi hodnotami 5 a 7 (generalista)	3

**Tab. 3** Počet druhů podle indikačních hodnot pro živiny

<b>Indikační hodnoty pro živiny</b>	Počet druhů
2 – přechod mezi hodnotami 1 a 3	3
3 – častější výskyt na živinami chudých místech než na průměrných místech, výjimečně na bohatších místech	6
4 – přechod mezi hodnotami 3 a 5	10
5 – výskyt na mírně živinami bohatých místech, méně často na chudších nebo bohatších místech	15
6 – přechod mezi hodnotami 5 a 7	22
7 – častější výskyt na živinami bohatých než na průměrných místech a jen výjimečně na chudších místech	28
8 – výrazný indikátor živin	11
9 – výskyt koncentrován na živinami nadměrně bohatých místech	2
4x – přechod mezi hodnotami 3 a 5 (generalista)	2
5x – výskyt na živinami mírně bohatých místech, méně často na chudších nebo bohatších místech (generalista)	4
6x – přechod mezi hodnotami 5 a 7 (generalista)	3
7x – častější výskyt na živinami bohatých než na průměrných místech a jen výjimečně na chudších místech (generalista)	1

**Tab. 4** Počet druhů podle indikačních hodnot pro reakci

<b>Indikační hodnoty pro reakci</b>	Počet druhů
3 – indikátor acidity vyskytující se hlavně v kyselých podmínkách, výjimečně v neutrálních podmínkách	1
4 – přechod mezi hodnotami 3 a 5	2
5 – indikátor mírné acidity vyskytující se vzácně v silně kyselých i v neutrálních až alkalických podmínkách	4
6 – přechod mezi hodnotami 5 a 7	9
7 – indikátor mírně kyselých až bazických podmínek, nikdy se nevyskytující v silně kyselých podmínkách	50
8 – výskyt většinou v podmínkách bohatých vápníkem	9
6x – přechod mezi hodnotami 5 a 7 (generalista)	25
7x – indikátor mírně kyselých až bazických podmínek, nikdy se nevyskytující v silně kyselých podmínkách (generalista)	7

**Tab. 5** Počet druhů podle indikačních hodnot pro salinitu

<b>Indikační hodnoty pro salinitu</b>	Počet druhů
0 – netolerantní k solím, glykofyt	45
1 – tolerantní k solím, většinou na nepatrně slaných nebo neslaných půdách, ale výjimečně na mírně slaných půdách	59
2 – oligohalinní, často na půdách s velmi malým obsahem solí	3

**Tab. 6** Počet druhů rozdělených podle původu

<b>Původ</b>	Počet druhů
neofyt	15
archofyt	28
původní	64



## 6 Diskuse

Vegetace sledované skládky představuje druhově pestré stanoviště. Rostliny představují základ potravního řetězce a jejich výskyt umožňuje zvýšit potravní nabídku pro živočichy. Zároveň je to však cesta, kterou se mohou některé nebezpečné látky uvolněné ze skládkovaného odpadu dostat do potravního řetězce.

Na sledované lokalitě bylo nalezeno 15 druhů neofytů. Skládka komunálního odpadu je pro výskyt neofytů ideálním místem. Činnost naší civilizace podporuje rozšiřování především invazních druhů rostlin (Pyšek et al., 2010). Obecně se udává, že antropogenní stanoviště mají vyšší počet neofytů než člověkem méně dotčená stanoviště (Walter et al., 2005). Lidská činnost se v posledních desetiletích zintenzivňuje. Můžeme tedy předpokládat, že pronikání neofytů do nových stanovišť je v současnosti větší než v minulosti. Úspěšné invazní neofyty jsou spojeny s teplejšími stanovišti a dostatkem živin (Chytrý et al., 2005; Walter et al., 2005).

Osobně si myslím, že skládky mají na životní prostředí i lidské zdraví negativní dopad. Proto upřednostňuji ostatní způsoby nakládání s odpady, abychom skládkování odpadů co nejvíce předešli. Mimo jiné ovlivní skládky svými výluhy a emisemi i druhové složení rostlin, které začnou osidlovat oblast bývalé skládky po rekultivaci. Vzniká tak nový ekosystém, ve kterém se vyskytuje více invazních druhů rostlin než v okolních ekosystémech. Invazní druhy se tak ze skládky šíří dále do okolních ekosystémů a postupně vytlačují původní druhové zastoupení vegetace. Po rekultivaci skládky bychom se měli více zaměřit na průběžný biomonitoring a snažit se odstranit nově vyrůstající invazní rostliny.

## 7 Závěr

Během monitoringu vegetace bylo nalezeno celkem 107 druhů. Druhů s dominantním výskytem bylo 9, s běžným výskytem 46 a se vzácným výskytem 52.

Dle ekologických indikačních hodnot převažovalo zastoupení druhů dle nároku na světlo s hodnotou 7 (rostliny částečně světlých míst, většinou rostoucí na plném světle, ale také ve stínu do 30 % rozptýleného záření dopadajícího na volnou plochu). Podle nároku na teplotu převažovaly druhy s hodnotou 6 (přechod mezi hodnotami 5 a 7, tedy mezi mírným teplem, které se vyskytuje od nížin do horského stupně, a teplem teplých nížin). Dle náročnosti na živiny to byly druhy s hodnotou 7 (častější výskyt na místech živinami bohatých než na průměrných a jen výjimečně na místech živinami chudších). Vzhledem k indukčním hodnotám pro reakci se nejvíce vyskytovaly druhy s hodnotou 7 (indikátor mírně kyselých až bazických podmínek, nikdy se nevyskytující v silně kyselých podmínkách). Dle salinity převažovaly druhy s hodnotou 1 (tolerantní k solím, většinou na nepatrně slaných nebo neslaných půdách, výjimečně i na mírně slaných půdách) a podle původu se v lokalitě nacházely nejvíce původní druhy.

Na sledované skládce bylo nalezeno také 15 neofytů. Jedná se o následující druhy: laskavec ohnutý, turan roční, turanka kanadská, hulevník Loeselův, milička menší, laskavec bílý, zlatobýl kanadský, javor jasanolistý, pajasan žlaznatý, bělotrn kulatohlavý, trnovník akát, chřest lékařský, slunečnice roční, hlošina úzkolistá a loubinec pětistý.

Prostředí skládky vytváří pro vegetaci specifické podmínky, které se promítají do specifického druhového složení. Vegetaci skládek díky činnosti naší civilizace vytváří unikátní ekosystém.

## 8 Seznam použité literatury

### 8.1 Internetové zdroje

WIKIPEDIE 1, 2021. Odpad. [cit. 9. 1. 2021]

In: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Odpad>

MŽP 1 (Ministerstvo životního prostředí), 2021. Komunální odpad. [cit. 10. 1. 2021]

In: [https://www.mzp.cz/cz/komunalni\\_odpady](https://www.mzp.cz/cz/komunalni_odpady)

TŘÍDĚNÍ ODPADU CZ 1, 2021. Komunální odpad. [cit. 9. 1. 2021]

In: <https://www.trideniodpadu.cz/komunalni-odpad>

TŘÍDĚNÍ ODPADU CZ 2, 2021. Nebezpečný odpad. [cit. 10. 1. 2021]

In: <https://www.trideniodpadu.cz/nebezpecny-odpad>

KOMWAG, 2021. Objemný odpad. [cit. 10. 1. 2021]

In: <https://www.komwag.cz/odpady/jak-spravne-tridit/objemny-odpad>

TŘETÍ RUKA CZ, 2013. Komunální odpad. [cit. 10. 1. 2021]

In: <https://www.tretiruka.cz/news/komunalni-odpad/>

MŽP 2, 2021. Biologicky rozložitelné odpady. [cit. 10. 1. 2021]

In: [https://www.mzp.cz/cz/biologicky\\_rozlozitelne\\_odpady](https://www.mzp.cz/cz/biologicky_rozlozitelne_odpady)

WIKIPEDIE 2, 2021. Nebezpečný odpad. [cit. 10. 1. 2021]

In: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Nebezpe%C4%8Dn%C3%BD\\_odpad](https://cs.wikipedia.org/wiki/Nebezpe%C4%8Dn%C3%BD_odpad)

MŽP 3, 2021. Odpady. [cit. 16. 1. 2021]

In: [https://www.mzp.cz/cz/odpady\\_podrubrika](https://www.mzp.cz/cz/odpady_podrubrika)

ARNIKA, 2014. Hierarchie nakládání s odpady. [cit. 16. 1. 2021]

In: <https://arnika.org/hierarchie-nakladani-s-odpady>

PELHŘIMOV, 2018. Předcházíme vzniku odpadů. [cit. 17. 1. 2021]

In: <http://www.mupe.cz/predchazejme-vzniku-odpadu/d-25304>

SCIENCE DIRECT, 2021. [cit. 4. 2. 2021] Waste transport.

In: <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/waste-transport>

THE NATION, 2019. Segregation of waste. [cit. 2. 2. 2021]

In: <https://nation.com.pk/03-Feb-2019/segregation-of-waste>

WIKIPEDIE 3, 2021. Waste management. [cit. 4. 2. 2021]

In: [https://en.wikipedia.org/wiki/Waste\\_management](https://en.wikipedia.org/wiki/Waste_management)

WEB.MIT.EDU, 1999. Municipal solid waste incineration. [cit. 4. 2. 2021] In: <http://web.mit.edu/urbanupgrading/urbanenvironment/resources/references/pdfs/DecisionMakers.pdf>

VSCHT.CZ, 2021. Skládkování odpadů. [cit. 7. 2. 2021]

In: <http://old.vscht.cz/uchop/udalosti/skripta/1ZOZP/odpady/odpady4.htm>

CZAJCZYŃSKA, D.; ANGUILANO, L.; GHAZAL, H.; KRZYŹYŃSKA, R.; REYNOLDS, A.J.; SPENCER, N.; JOUHARA, H., 2017. Potential of pyrolysis processes in the waste management sector. *Thermal Science and Engineering Progress* 3, 171–197. [cit. 9. 2. 2021]

In: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2451904917300690>

NICKOLAS, J., THEMELIS, PRISCILLA A. ULLOA, 2007. Methane generation in landfills. *Renewable Energy* 32.7, 1243–1257. [cit. 9. 2. 2021]

In: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.558.9057&rep=rep1&type=pdf>

WIKIPEDIE 4, 2021. Landfill. [cit. 9. 2. 2021]

In: [https://en.wikipedia.org/wiki/Landfill#cite\\_note-10](https://en.wikipedia.org/wiki/Landfill#cite_note-10)

SAKO.CZ, 2021. Nelegální skládky. [cit. 10. 2. 2021]

In: <https://www.sako.cz/nahlasit-skladku/cz/>

MARIUS PEDERSEN, 2021. Černé skládky – odstranění. [cit. 10. 2. 2021]

In: <https://www.mariuspedersen.cz/cs/o-marius-pedersen/sluzby/22.shtml>

STORM.FSV.CVUT.CZ, DOČKAL, M., 2021. Odpady a recyklace Přednáška č.4 – Skládky. [cit. 11. 2. 2021] In:

<http://storm.fsv.cvut.cz/data/files/p%C5%99edm%C4%9Bty/ODKO/P%C5%99edn%C3%A1%C5%A1ky/04-Skladka.pdf>

WIKIPEDIE 5, 2020. Rekultivace. [cit. 12. 2. 2021]

In: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Rekultivace>

## 8.2 Odborná literatura

ADAMCOVÁ, D., RADZIEMSKA, M., RIDOŠKOVÁ, A., BARTOŇ, S., PELCOVÁ, P., ELBL, J., KYNICKÝ, J., BRTNICKÝ, M., VAVERKOVÁ, M.D., 2017. *Chemosphere* 185, 1011–1018.

ADAMCOVÁ, D., VAVERKOVÁ, M.D., 2016. Does composting of biodegradable municipal solid waste on the landfill body make sense? *J. Ecol. Eng.* 17, 30–37.

- EJAZ, N., AKHTAR, N., NISAR, H., ALI NAEEM, U., 2010. Environmental impacts of improper solid waste management in developing countries: a case study of Rawalpindi City. *WIT Trans. Ecology and the Environment* 142, 379–387.
- EUROSTAT (2019). Municipal waste statistics - Statistics Explained. [online] Available at: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Municipal\\_waste\\_statistics#Municipal\\_waste\\_treatment](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Municipal_waste_statistics#Municipal_waste_treatment) [Accessed 10 Nov. 2019].
- GUTBERLET, J., 2018. Waste in the City: challenges and Opportunities for Urban Agglomerations. In: Ergen, M. (Ed.), *Urban Agglomeration*. Intech, pp. 191–208.
- HAN, Z., MA, H., SHI, G., HE, L., WEI, L., SHI, Q., 2016. A review of groundwater contamination near municipal solid waste landfill sites in China. *Sci. Total Environ.* 569–570, 1255–1264.
- HJELMAR, O., ANDERSEN, L., HANSEN, J., 2000. Leachate Emissions from Landfills. AFR Rapport, (January).
- CHYTRÝ, M., PYŠEK, P., WILD, J., PINO, J., MASKELL, L.C., VILÀ, M., 2009. European map of alien plant invasions based on the quantitative assessment across habitats. *Divers. Distrib.* 15 (1), 98–107.
- KAZA, S., YAO, L., BHADA-TATA, P., VAN WOERDEN, F., 2018. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050.
- KJELDEN, P., BARLAZ, M.A., BAUN, A., ROOKER, A.P., LEDIN, A., CHRISTENSEN, T.H., 2002. Present and long-term composition of MSW landfill leachate: a review. *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* 32, 297–336.
- KOLAR, C.S., LODGE, D.M., 2001. Progress in invasion biology: predicting invaders. *Trends Ecol. Evol.* 16, 199–204.
- KULIKOWSKA, D., KLIMIUK, E., 2008. The effect of landfill age on municipal leachate composition. *Bioresour. Technol.* 99, 5981–5985.
- LECKNER, B., 2015. Process aspects in combustion and gasification Waste-to-Energy (WtE) units. *Waste Manag.* 37, 13–25.
- NANDINI DORA, K., KUMARI, K., SRIVATSAVA M., NILESH DALAI. A review on various techniques for municipality waste management & product development. *Materials Today: Proceedings* (in press)
- NANNONI, F., SANTOLINI, R., PROTANO, G., 2015. Heavy element accumulation in *Evernia prunastri* lichen transplants around a municipal solid waste landfill in central. *Waste Manage.* 43, 353–362

NÁTR, L., 2011. Příroda nebo člověk? Služby ekosystémů. Praha: Karolinum. 349. ISBN 978-80-246-1888-3.

OBERSTEINER, G., BINNER, E., MOSTBAUER, P., SALHOFER, S., 2007. Landfill modelling in LCA - a contribution based on empirical data. *Waste Manag.* 27, S58–S74.

POULSEN, T.G., MOLDRUP, P., SORENSEN, K., HANSEN, J.A., 2002. Linking landfill hydrology and leachate chemical composition at a controlled municipal landfill (Kastrup, Denmark) using state-space analysis. *Waste Manag. Res.* 20, 445–456.

SÁDLO, J., 2012. Plant invasions in the Czech Republic: current state. introduction dynamics. invasive species and invaded habitats. *Preslia*. Praha: Česká botanická společnost. roč. 84. č. 3. s. 575-629.

SCOTT, J., BEYDOUN, D., AMAL, R., LOW, G., CATTLE, J., 2005. Landfill management, leachate generation, and leach testing of solid wastes in Australia and overseas. *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* 35, 239–332.

VAVERKOVÁ, M. D., ELBL, J., RADZIEMSKA, M., KINTL, A., BALÁKOVÁ, L., ADAMCOVA, D., BARTOŇ, S., HLADKÝ, J., KYNICKÝ, J., BRTNICKÝ, M., 2019. Environmental risk assessment and consequences of municipal waste disposal. *Chemosphere* 208, 569–578.

VAVERKOVÁ, M. D., WINKLER, J., ADAMCOVÁ, D., RADZIEMSKA, D., ULDRIJAN, D., ZLOCH, J., 2019. Municipal solid waste landfill – Vegetation succession in an area transformed by human impact. *Ecological Engineering* 129, 109-114.

PYŠEK, P., CHYTRÝ, M., PERGL, J., SÁDLO, J., WILD, J., 2012. Plant invasions in the Czech Republic: current state, introduction dynamics, invasive species and invaded habitats. *Preslia* 84, 575–629.

WALTER, J., ESS, F., ENGLISCH, T., KIEHN, M., 2005. Neophytes in Austria: Habitat preferences and ecological effects. In: Nentwig, W. et al. (Eds.), *Biological invasions – From ecology to control*, vol. 6. Neobiota, pp. 13–25.

CHYTRÝ, M., PYŠEK, P., TICHÝ, L., KNOLLOVÁ, I., DANIELKA, J., 2005. Invasions by alien plants in the Czech Republic: a quantitative assesment across habitats. *Preslia* 77, 339–354.

### **8.3 Legislativa**

ZÁKONY PRO LIDI, 2001. Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů. In: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-185>

ZÁKONY PRO LIDI, 2005. Vyhláška č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady. In: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2005-294>

ZÁKONY PRO LIDI, 2020. Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech. In: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-541>

ČESKÁ REPUBLIKA, 2014. Nařízení vlády č. 352/2014 Sb., o plánu odpadového hospodářství České republiky pro období 2015–2024. In: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2014-352>

ČESKÁ REPUBLIKA, 2001. Vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady. In: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-383>

ČESKÁ REPUBLIKA, 2018. Norma ČSN 83 8035, Skládkování odpadů - Uzavírání a rekultivace skládek. In: <https://shop.normy.biz/detail/505125>

EVROPSKÁ UNIE, 2006. Nařízení Evropského parlamentu a rady (ES) č. 1013/2006, o přepravě odpadů. In: <https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=32006R1013>

EVROPSKÁ UNIE, 2008. Směrnice Evropského parlamentu a rady (ES) č. 98/2008, o odpadech a o zrušení některých směrnic. In: <https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=32008L0098>

## 9 Přílohy

### Seznam příloh

*Příloha 1 Skládka v Brně-Černovicích*

*Příloha 2 Ruderální vegetace sledované skládky*

*Příloha 3 Javor jasanolistý (*Acer negundo*)*

*Příloha 4 Zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*)*

*Příloha 5 Bělotrn kulatohlavý (*Echinops sphaerocephalus*)*

*Příloha 6 Laskavec bílý (*Amaranthus albus*)*



*Příloha 1 Skládka v Brně-Černovicích*



*Příloha 2 Ruderální vegetace sledované skládky*



**Příloha 3** Javor jasanolistý (*Acer negundo*)



**Příloha 4** Zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*)



***Příloha 5 Bělotrn kulatohlavý (Echinops sphaerocephalus)***



***Příloha 6 Laskavec bílý (Amaranthus albus)***

