

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta životního prostředí**

Katedra plánování krajiny a sídel



**Možnosti rekultivace skládek v České republice**

**Bakalářská práce**

Vedoucí práce: doc. Ing. Jan Vopravil, Ph.D.

Bakalant: Tereza Laláková

**2023**

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

Fakulta životního prostředí

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

Tereza Laláková

Územní technická a správní služba v životním prostředí

Název práce

**Možnosti rekultivace skládek v České republice**

Název anglicky

**Possibility of waste dump reclamation in the Czech republic.**

---

### **Cíle práce**

Cílem práce je zpracování podrobné literární rešerše k problematice rekultivace skládek v ČR, včetně platné legislativy. Součástí práce bude i základní šetření na vybrané modelové lokalitě – rekultivované skládce.

### **Metodika**

Bude zpracována podrobná literární rešerše, jak z domácích, tak i zahraničních literárních zdrojů. Součástí práce bude provedeno terénní šetření na vybrané lokalitě. Následně bude zhodnocena realizovaná rekultivace vybrané skládky.

### Doporučený rozsah práce

dle Nařízení děkana č. 01/2020 – Metodické pokyny pro zpracování bakalářské práce na FŽP

### Klíčová slova

Rekultivace skládek, degradace půdy, mimoprodukční funkce.

### Doporučené zdroje informací

- CÍLEK, V. – HLADÍK, J. – HAVEL, P. – TUREK, J. – ZÁHORA, J. – VOPRAVIL, J. – FUČÍK, P. – KHEL, T. – MEDUNA, P. – MUDRA, P. – NAVRÁTIL, T. – SÚVOVÁ, Z. – KINSKÝ, V. – KEŘKA, J. – KRÍŽEK, P. – LIZOŇOVÁ, D. – SVOBODA, J. *Půda a život civilizací : co děláme půdě, děláme sobě*. Praha: Dokořán, 2021. ISBN 978-80-7675-015-9.
- HESTER, R E. – HARRISON, R M. *Contaminated land and its reclamation*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry, 1997. ISBN 0-85404-230-.
- Projekt rekultivace skládky odpadu Jiřikov okr.Děčín*. KUBÍČKOVÁ, M..  
*Rekultivace skládky TKO v Třebouticích*. PEROUTKOVÁ, K..  
*Skládky a jejich rekultivace : pracovní materiál semináře*. Pardubice: Dům techniky, 2002.  
*Studie rekultivace skládky odpadů Královodvorských železáren*. BOGDANOVÁ, J..
- TRIPATHI, N. – SINGH, R S. – HILLS, C D. *Reclamation of mine-impacted land for ecosystem recovery*. Chichester, West Sussex: Wiley, Blackwell, 2016. ISBN 9781119057901.
- VOPRAVIL, J. *Půda a její hodnocení v ČR. Díl II./ Jan Vopravil a kol*. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2011. ISBN 978-80-87361-08-5.
- VOPRAVIL, J. *Půda a její hodnocení v ČR. Díl. I*. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2010. ISBN 978-80-87361-05-4.

### Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – FŽP

### Vedoucí práce

Ing. Jan Vopravil, Ph.D.

### Garantující pracoviště

Katedra plánování krajiny a sídel

Elektronicky schváleno dne 1. 3. 2022

**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 2. 3. 2022

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 27. 02. 2023

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Možnosti rekultivace skládek v České republice“ vypracovala samostatně pod vedením doc. Ing. Jana Vopravila, Ph.D. a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 14. března 2023

---

podpis

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala mému vedoucímu práce doc. Ing. Janu Vopravilovi, Ph.D. za odborné vedení práce, ochotu, cenné rady a vstřícné jednání. Dále bych chtěla poděkovat panu Stanislavu Hladíkovi za poskytnutí potřebných dokumentů a výkresů. Poděkování patří i mé rodině, která mě po celou dobu studia podporovala.

# Možnosti rekultivace skládek v České republice

## Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá tématem možností rekultivace skládek odpadů v České republice. První část práce přibližuje téma skládek, jejich druhy a rizika, jako je bioplyn a výluh. Dále jsou rozebrány různé metody odplynění a odvodnění skládek, jako jsou vertikální a horizontální odplynění, plošné a trubní drény a akumulární nádrže průsakových a dešťových vod.

Následně jsou popsány různé způsoby rekultivací, které na skládkách po jejich uzavření probíhají. Mezi takové způsoby patří rekultivace technické, biologické anebo ostatní. Z legislativního hlediska je v práci přiblížena rekultivační rezerva.

Poslední část práce se věnuje zájmové skládce odpadů, a to konkrétně skládce Ďáblice. Nejdříve je čtenář se zájmovou skládkou seznámen a následně jsou popsány rekultivační práce, které proběhly na poslední rekultivované ploše skládky.

**Klíčová slova:** rekultivace skládek, degradace půdy, mimoprodukční funkce

# **Possibility of waste dump reclamation in the Czech republic**

## **Abstract**

This bachelor thesis deals with the topic of landfill reclamation in the Czech Republic. The first part of the thesis introduces the topic of landfills, their types and risks, such as biogas and leachate. Furthermore, different methods of landfill degassing and dewatering are discussed, such as vertical and horizontal degassing, surface and pipe drains and leachate and storm water storage tanks.

Subsequently, the different methods of reclamation that take place at landfills after their closure are described. Such methods include technical, biological and/or other reclamation. From a legislative point of view, the reclamation reserve is presented.

The last part of the thesis deals with the landfill of interest, namely the Ďáblice landfill. First, the reader is introduced to the landfill of interest and then the reclamation works that have been carried out on the last reclaimed area of the landfill are described.

**Keywords:** landfill reclamation, land degradation, non-productive functions

## Seznam zkratk

<b>ČOV</b>	Čistírna odpadních vod
<b>ČSN</b>	Česká technická norma
<b>DN</b>	Jmenovitý vnitřní průměr potrubí
<b>PE-HD</b>	Polyethylen s vysokou hustotou
<b>PN</b>	Jmenovitý tlak
<b>PP</b>	Polypropylen
<b>S-NO</b>	Skládka nebezpečného odpadu
<b>S-OO</b>	Skládka ostatního odpadu
<b>S-OO1</b>	Skládky nebo sektory skládek určené pro ukládání odpadů kategorie ostatní odpad s nízkým obsahem organických biologicky rozložitelných látek
<b>S-OO2</b>	Skládky nebo sektory skládek určené pro ukládání odpadů kategorie ostatní odpad s nízkým obsahem organických biologicky rozložitelných látek
<b>S-OO3</b>	Skládky nebo sektory skládek určené pro ukládání odpadů kategorie ostatní odpad včetně odpadů s podstatným obsahem organických biologicky rozložitelných látek, odpadů, které nelze hodnotit na základě jejich vodného výluhu, a odpadů z azbestu



## Obsah

1. Úvod.....	1
2. Cíle práce a metodika.....	2
3. Skládky odpadů.....	3
3.1 Druhy skládek.....	4
3.2 Rizika skládek .....	5
3.2.1 Bioplyn.....	5
3.2.2 Výluh .....	6
3.3 Odplynění tělesa skládky.....	7
3.3.1 Vertikální odplynění .....	7
3.3.2 Horizontální odplynění .....	8
3.3.3 Kombinované odplynění.....	8
3.4 Odvodnění povrchu skládky .....	8
3.4.1 Plošné drény.....	9
3.4.2 Trubní drény .....	9
3.4.3 Akumulační nádrže průsakových a dešťových vod.....	10
3.4.4 Zneškodnění průsakových vod .....	10
4. Rekultivace.....	10
4.1 Uzavření skládky .....	11
4.2 Technická rekultivace.....	11
4.2.1 Prostorové řešení skládkového tělesa .....	12
4.2.2 Uzavírací vrstvy skládky .....	12
4.2.2.1 Vyrovnávací vrstva .....	12
4.2.2.2 Těsnicí vrstva .....	12
4.2.2.3 Ochranná rekultivační vrstva .....	13
4.2.3 Odvodnění.....	13
4.2.4 Odplynění.....	13
4.2.5 Zkrácení doby péče o skládku .....	14
4.3 Biologická rekultivace.....	14
4.3.1 Zemědělské rekultivace .....	15
4.3.2 Lesnická rekultivace .....	15
4.3.3 Sadovnická rekultivace .....	16
4.4 Ostatní rekultivace.....	17
5. Legislativa .....	17
5.1 Zákon o odpadech .....	17

5.1.1 Rekultivační rezerva .....	18
6. Praktická část .....	19
6.1 Skládka Ďáblice.....	19
6.2 Rekultivace plochy X skládky Ďáblice .....	21
6.2.1 Terénní úpravy .....	22
6.2.2 Uzavírací a technická vrstva .....	22
6.2.2.1 Vyrovnávací vrstva .....	23
6.2.2.2 Drenážní geokompozit INTERDRAIN GXG 412 .....	24
6.2.2.3 Minerální těsnění.....	24
6.2.2.4 Fólie PE-HD.....	26
6.2.2.5 Drenážní geokompozit INTERDRAIN GMFL 4 a INTERDRAIN GM 512.....	26
6.2.2.6 Zemina a ornice.....	27
6.2.3 Recirkulace průsakové vody .....	27
6.2.4 Odplynění skládky .....	28
6.2.5 Sadové úpravy úložiště .....	30
6.2.6 Odvod povrchové dešťové vody .....	32
6.2.7 Dotvarování plochy IX .....	33
7. Diskuze.....	35
8. Závěr .....	37
9. Zdroje .....	38
10. Seznam obrázků .....	42
11. Seznam tabulek .....	43
12. Seznam příloh.....	43
13. Přílohy .....	45

# 1. Úvod

Skládkování zůstává v České republice stále tím nejčastějším způsobem zneškodňování odpadů, a to i přes to, že se jeví jako zdánlivě nejnevhodnější, jelikož s sebou nese i některá rizika. Mezi taková rizika patří nekontrolovatelné uvolňování skládkového plynu do ovzduší, možná kontaminace podzemních i povrchových vod nebo degradace půdy. Obtěžující může být také hluk, prach a zápach, a to zejména pokud je skládka umístěna poblíž měst či obcí. Bohužel většina skládek na našem území vznikala převážně v 90. letech, před vznikem prvního zákona o odpadech, a proto některé z nich nebyly dostatečně zabezpečeny tak, aby takovým rizikům předcházely. Ukládání odpadů v té době tedy probíhalo téměř bez jakýchkoliv pravidel.

Po přijetí zákona č. 238/1991 Sb. o odpadech a jeho prováděcích předpisech, bylo zapotřebí uvést několik tisíc takových skládek do pořádku. Bylo nutné zajistit, aby svými vlastnostmi a technickými požadavky byly skládky vyhovující. Šlo především o minimalizování rizika, které tyto skládky, kvůli svému špatnému nebo žádnému zabezpečení, představovaly pro životní prostředí. O několik let později byly také vydány technické normy týkající se přímo skládkování odpadu, které tyto požadavky ještě přesněji upravují.

Pojem rekultivace se poprvé objevil v pořadí druhém zákonu o odpadech z roku 1997. Tento zákon udává, jako jednu z povinností oprávněné osoby, zabezpečení asanace, rekultivace a následné péče o skládku po ukončení jejího provozu. Rekultivace skládek má za účel dotvarování tělesa, odplynění, odvodnění a následné ozelenění jejího povrchu a řídí se Českou technickou normou 83 8035 Skládkování odpadů – Uzavírání a rekultivace skládek.

## **2. Cíle práce a metodika**

Cílem této bakalářské práce je zpracování literární rešerše, týkající se problematiky rekultivací skládek v České republice a její platné legislativní úpravy, za pomoci domácích i zahraničních zdrojů. Pro praktickou část byla vybrána skládka Ďáblice, u které bylo podrobně popsáno, jak probíhal rekultivační postup na poslední zrekultivované ploše X. Fotografie použité v této práci byly pořízeny autorkou v prosinci 2022 a březnu 2023.

### 3. Skládky odpadů

Skládka je zařízení, které slouží k ukládání a následnému odstraňování odpadů (Kuraš 1994). Pokud jde o stavební perspektivu, skládky jsou považovány za technické stavby, které jsou vzhledem ke své dlouhodobé životnosti podrobeny vysokým nárokům (Altmann a Růžička 1996).

Skládkování je jeden z nejrozšířenějších způsobů zneškodňování odpadů v České republice a to odpadů např. komunálních, zemědělských, stavebních, průmyslových anebo tuhých. Co se týče komunálních a jim obdobných odpadů, tak pokud jsou provedena dostatečná opatření, která zabrání znečištění životního prostředí, pak mohou být uloženy na skládku bez předchozích úprav. Při nesprávném uložení odpadů na skládku totiž může dojít k úniku škodlivin a poté k reakci, při které by vznikly škodlivé látky. Může také dojít k narušení stability tělesa skládky nebo její těsnosti, a proto musí být uložené odpady zabezpečeny tak, aby k tomuto nežádoucímu problému nedošlo (Kuraš 1994).

Skládka se provádí ve třech na sebe navazujících fázích:

- 1) V první fázi dochází ke zneškodňování odpadů, které jsou řízeně uloženy na skládkách, a to jak nadúrovňových, tak podúrovňových. Odpadem je jakýkoliv movitý odpad, který byl na skládku uložen v průběhu první fáze, s výjimkou odpadů, které se využívají jako konstrukční prvky skládky.
- 2) Ve druhé fázi dochází k uzavření a následné rekultivaci skládky, u které může být využit technicky vhodný odpad, pokud by bylo zajištěno, že jeho použití nebude nikterak ohrožovat životní prostředí.
- 3) Ve třetí fázi již nedochází k zacházení s odpady, ale o následnou péči o skládku, jejíž doba nesmí být kratší 30 let (Zákon č. 541/2020 Sb.).

I přes to, že je skládkování v našem státě nejčastější formou odstraňování odpadů, existuje zde stále snaha o snižování množství uloženého odpadu na skládky (Bartáčková 2010). V České republice mělo být zakázáno skládkování využitelných a recyklovatelných odpadů již v roce 2024, ale po přijetí nového zákona o odpadech se zákaz posunul o 6 let, tedy až na rok 2030 (Zákon č. 185/2001 Sb., Zákon č. 541/2020 Sb.).

### 3.1 Druhy skládek

Skládky jsou děleny podle různých kritérií. Obecně se skládky dělí na skládky řízené a černé.

*„Řízená skládka je technické zařízení určené k ukládání určitých druhů odpadů za daných technických a provozních podmínek a při průběžné kontrole jejich vlivu na životní prostředí“ (Kuraš 1994, 126 s.). Je to nejpříjemnější forma skládky, která splňuje zásady životního prostředí (Kuraš 1994).*

Černá skládka je ukládání odpadu v nepovoleném prostoru, takže se jedná o skládkování nelegální. Nelegálně uložené odpady jsou primárně nerizikové materiály, které jsou tímto způsobem skládkovány, aby se zabránilo buď poplatkům za likvidaci, nebo času a úsilí potřebnému pro správnou likvidaci. Místa využívaná pro černé skládky se liší, ale mohou zahrnovat opuštěné průmyslové, obytné nebo komerční budovy, prázdné veřejné nebo soukromé pozemky a málo používané uličky nebo silnice. Oblasti podél venkovských silnic a železnic jsou zvláště zranitelné kvůli své dostupnosti a špatnému osvětlení. Pokud se neřeší, černé skládky často přitahují více odpadu, potenciálně také nebezpečného odpadu, jako je azbest, chemikálie, barvy, automobilové kapaliny a komerční nebo průmyslový odpad (U.S. EPA 1998).

Na základě normy ČSN 83 8030 se skládky dělí podle míry technického zabezpečení na:

- Skládky inertního odpadu
- Skládky ostatního odpadu– tato kategorie má ještě 2 podkategorie a to S-OO1 a S-OO3. Podkategorie S-OO2 byla zrušena vyhláškou č. 61/2010 Sb. a pohlíží se na ní nyní jako na podkategorii S-OO1 (Vyhláška č. 61/2010 Sb.)
- Skládky nebezpečného odpadu (Mikulová 2005)

Skládky se dále dělí podle:

- 1) Úrovně terénu:
  - Skládky podúrovňové
  - Skládky nadúrovňové

- Sklárky kombinované
- 2) Stavebního provedení:
    - Sklárky netěsněné
    - Sklárky těsněné přírodním materiálem
    - Sklárky těsněné syntetickým materiálem
  - 3) Časového průběhu skládkové činnosti:
    - Sklárky připravované
    - Sklárky provozované
    - Sklárky s přerušenou či ukončenou životností (Kuraš 1994)

V minulosti se sklárky dělily také podle tříd vyluhovatelnosti do tříd I, II a III (MŽP 2019).

## **3.2 Rizika skládek**

Se skládkováním přichází ale i řada potíží, jako vznik skládkového plynu nebo vytékání výluhů z tělesa skládky (Kuraš 1994).

### **3.2.1 Bioplyn**

Za biologického odbourávání biomasy při anaerobních podmínkách vzniká plynná směs, tzv. bioplyn, v prostředích jako močály, rýžová pole, rašelinště, permafrosty anebo v trávicím ústrojí přežvýkavců (Havlice a Vacek 2007, Doskočilová a kol. 2013). Drtivá většina, více než 90 %, však vzniká právě na skládkách komunálních odpadů a v čistírnách odpadních vod (Kuraš 2008). Bioplyn sestává zejména z metanu a oxidu uhličitého, ale obsahuje i desítky, ne-li stovky různých kontaminantů, jako jsou těkavé organické látky, např. vinylchlorid a methylenchlorid, stejně jako sirovodík, siloxany nebo freony. Metan je zjevně nejcennější složkou bioplynu, ale je také potenciálně škodlivý, protože jeho tzv. potenciál globálního oteplování je asi 21krát vyšší než potenciál oxidu uhličitého (Knaebel a Reinhold 2003, Havlice a Vacek 2007).

V případě, že bioplyn vzniká na skládkách, pak se označuje jako skládkový plyn. Hlavní podmínky vzniku skládkového plynu jsou vlhkost odpadu, větší jak 30 % hm, a objem jeho biologicky rozložitelné složky, větší jak 10 % (Filip a kol. 2003). Pokud není tento plyn ze skládky uměle odčerpáván, pak hrozí vznik výbušné směsi se vzduchem, jelikož se plyn přemísťuje vrstvami odpadů a podloží skládky nerovnoměrnými směry (Kuraš 1994).

Skládkový plyn vzniká v těchto fázích:

- Fáze aerobní – v této fázi vzniká, jako hlavní plynný produkt,  $\text{CO}_2$  a  $\text{H}_2\text{O}$ , a to díky rozkladu organických složek odpadu. Kyslík je spotřebován aerobními mikroorganismy, popř. vytěsněn produkovaným  $\text{CO}_2$ .
- Fáze acidogenní – klesá pH prostředí a vznikají kolonie acidofilních mikroorganismů, které enzymaticky transformují oxidační produkty aerobní fáze na mastné kyseliny a  $\text{CO}_2$ . Kromě  $\text{CO}_2$  se zde vyskytují i malá měřitelná množství vodíku, důležitá pro následnou tvorbu metanu. Pokud se v této fázi vyskytují i dusičnany, pak jsou redukovány na oxid dusný nebo plynný dusík (Filip a kol. 2003, Havlice a Vacek 2007).
- Fáze metanogenní – zde jsou produkty z acidogenní fáze štěpeny a přeměňovány, pomocí metanogenních bakterií, na  $\text{CO}_2$  a metan. U této fáze je nutné dodržet striktně anaerobní podmínky, které pokud nejsou dodrženy, mohou způsobit až zastavení produkce metanu. Mezi další podmínky spadá opět nárůst pH prostředí a prokvašení substrátu v předcházejícím procesu. Časově se fáze dělí na stabilní a nestabilní (Havlice a Vacek 2007).
- Fáze dozrávání – v této fázi se produkce metanu snižuje, a to z důvodu hynutí metanogenních bakterií. V procesu humifikace se pomalu rozkládá organická hmota a od povrchu se rozšiřuje kyslík (Filip a kol. 2003).

### 3.2.2 Výluh

Výluh je kontaminovaná voda, která vzniká, když její množství přesáhne kapacitu sorpce odpadu (Kuraš 1994). Obsahuje vysoké koncentrace organických látek, těžkých kovů, amoniakálního dusíku a chlorovaných organických a anorganických solí. Kromě toho je výluh toxická odpadní voda a má tmavou barvu a zápach (Schiopu a Gavrilescu 2010). Kontaminuje se průchodem vrstvami skládky, půdou nebo znečištěným



sedimentem. Hlavními zdroji průsakových vod jsou kaly, voda vytlačovaná z pórů a srážková voda (Kuraš 1994). Vzhledem k tomu, že tvorba výluhu souvisí tedy i s dešťovými srážkami, je obtížné, pokud skládka není zastřešená, výrazně snížit jejich tvorbu (Zhang X a kol. 2012).

Další problémy mohou představovat např. hlučnost z provozu skládky, prašnost, zápach anebo zhoršená stabilita tělesa skládky (Kuraš 1994).

### **3.3 Odplynění tělesa skládky**

Cílem odplynění skládky je odvedení vzniklých plynů tak, aby neohrožily okolní prostředí a nevznikal v tělese skládky vnitřní přetlak, který by mohl zapříčinit vznícení nebo výbuch plynů. Odplyňovací systém skládky se nejčastěji skládá ze sběrné a svodné sítě plynu a zařízení pro odvod, využití a zneškodnění plynu. Nelze však určit jednoznačné sestavení systému, neboť se návrh na odplynění řídí místními podmínkami, které jsou u každé skládky odlišné (Filip a kol. 2003).

Odplyňovací systémy se z technického hlediska člení na:

- Vertikální
- Horizontální
- Kombinované (Jurnik 1994)

#### **3.3.1 Vertikální odplynění**

Vertikálním odplyněním se rozumí u starších skládek vrty plynu a u novějších jímací studny, které se ze dna skládky postupně staví ocelovými posuvnými pažnicemi směrem nahoru. Odtud plyn putuje skrze svodné potrubí a regulační šachty buďto rovnou do horní části k pochodni anebo do sběrače plynu (Jurnik 1994, Filip a kol. 2003).

Studny jsou často rozestavěny ve sponu 40 x 40 a měly by být situovány tak, aby pokryly celou plochu skládky. Jejich průměr se pohybuje od 600 do 1000 mm. Horní část studny musí být nad povrch skládky vyzvednuta nejméně o 2 m. Tato část by měla být, z důvodu zabránění tvorby výbušné směsi, realizována z jámových věnců nebo betonových skruží a vrchol jejího vnitřku by měl být zasypan vrstvou 2 m těsnící zeminy nad štěrkovou výplní. Vrty jsou obvykle na skládce rozmístěny po 40 x 40 až 60 x 60 m a průměr je stejný jako u studen (Jurnik 1994, Filip a kol. 2003).

Středem vede kamenivem obsypaná perforovaná trubka o jmenovitém vnitřním průměru potrubí 100 až 200 mm. Doporučená zrnitost těchto kameniv bez jílové frakce představuje 32/64 mm a není pro ně vhodné používat materiály rozpustné v minerálních kyselinách. Mezi taková kameniva patří např. vápenec nebo rozpadavé materiály, jako např. cihelná drť. Podíl rozpustnosti nesmí překročit 10 % hm. Vhodné mohou být např. skleněné střepy (Filip a kol. 2003).

### **3.3.2 Horizontální odplynění**

Horizontální odplynění představuje jímací perforované potrubí uložené ve vodorovných rovinách, které pokud je obsypané, může navýšit kapacitu horizontálních drénů. V rovinách je potrubí od sebe umístěno svisle po 5 až 10 m. Vzdálenost umístění se zvětšuje v závislosti na rostoucí výšce skládky. Vodorovné umístění se pohybuje mezi 20 až 30 m se spádem minimálně 2 %, kvůli odvodu kondenzátu a průsakové vody. Ty jsou odváděny na tu stranu skládky, kde se nachází jímka průsakových vod nebo odvodňovací zařízení položené v nejnižších místech skládky. Spád může být i vyšší, a to v případě předpokladu většího sedání ztuhlého odpadu (Jurnik 1994, Filip a kol. 2003).

### **3.3.3 Kombinované odplynění**

Kombinované odplynění je kombinace výše uvedených způsobů odplynění, která je také nejpoužívanější, a to díky lepšímu zachycení plynu. Používá se především u vysokých skládek (Filip a kol. 2003).

## **3.4 Odvodnění povrchu skládky**

Skládku mohou ovlivňovat dva typy vod, a to vody vnitřní a vnější. Vody vnitřní, jinak také vody průsakové, jsou tvořeny z největší části dešťovou vodou, která se odpadem prosákne až na dno tělesa, odkud je nutno ji ze skládky odvést (Jurnik 1994). Kvůli ní se do tělesa skládky dostávají také další agresivní látky z ovzduší, které zvyšují vyluhovatelnost vody. Dále mezi vody vnitřní patří vody z biodegradačních procesů a vody vytlačené z pórů odpadů. Vnější vody jsou vody povrchové, před jejichž přítokem je skládka chráněna záchytnými příkopy, a vody podzemní, jejichž hladina musí být pod dnem skládky přinejmenším 1 m (Filip a kol. 2003).

Účelem odvodnění skládky je odvedení vody z tělesa skládky tak, aby se zabránilo nepříznivým vlivům jak na životní prostředí, tak na stabilitu tělesa a jejímu obsahu (ČSN 83 8035). Proto je při výstavbě skládky zaveden drenážní systém, který

má na starosti zajistit stabilitu, revizi, provozuschopnost a čištění odvodňovacího zařízení i po uzavření skládky (Filip a kol. 2003). Jeho provedení by mělo být co nejlepší, neboť pozdější opravy nejsou možné, vzhledem k pokrytí celého systému skládkou (Jurnik 1994).

Odvodňovací systém je tvořen:

- Plošným drénem
- Sběrnými a svodnými trubními drény
- Jímkami a zdržemi průsakových a dešťových vod
- Zařízeními na konečné zneškodnění průsakových vod (Filip a kol. 2003)

### **3.4.1 Plošné drény**

Plošným drénem se rozumí filtračně stabilní vrstva propouštějící vodu, která je tvořena z umělých sypkých hmot anebo z praného štěrkopísku, jehož minimální tloušťka by neměla být menší než 0,3 m a velikost granulátu by se měla pohybovat mezi 16 až 45 mm (Jurnik 1994, Filip a kol. 2003). Touto vrstvou jsou pokryty svahy a dno tělesa skládky, kde se voda shromáždí a poté steče ke svodnému drénu (Jurnik 1994).

### **3.4.2 Trubní drény**

Není dovoleno zadržovat v tělese skládky průsakovou vodu. Z tohoto důvodu jsou na skládce zavedeny trubní drény, nejčastěji vyrobené z vysokohustotního polyethylenu, který je odolný proti korozi způsobenou průsakovými vodami (Filip a kol. 2003). Roury, ze kterých jsou trubní drény vyrobeny, by měly být uvnitř dostatečně velké, aby mohla být umožněna případná kontrola a vnitřní čištění (Jurnik 1994).

Sběrné drény jsou určeny k jímání vody z plošného drénu. Jsou horizontálně uloženy v tělese skládky, a to přímo do střežovitě upraveného dna anebo na lehce propustný materiál, kde jsou poté svařeny, tak aby se konce drénů spojily. Následně jsou obsypány těžebním kamenivem. Výjimečně mohou být uloženy i vertikálně, potom by se jednalo o odvodňovací studně. Sběrný drén je napojen pomocí kontrolní šachty do svodného drénu (Filip a kol. 2003).

Svodné drény odvádí vodu ze skládky do jímky průsakových vod (ČSN 83 8033). Nejsou perforované na rozdíl od sběrných drénů a jsou obsypávány materiálem podobným tomu, kterým jsou tvořeny plošné drény (Filip a kol. 2003).

### **3.4.3 Akumulační nádrže průsakových a dešťových vod**

Jímka průsakových vod má za účel zachycovat znečištěné průsakové vody ze skládky, které nemohou být odvedeny na ČOV. Umisťuje se do areálu skládky, ale ne přímo na její těleso a bývá obvykle postavena z vodotěsného a chemicky odolného betonu (Altmann a Růžička 1996, Filip a kol. 2003). Pokud je jímka, v mimořádném případě, umístěna v tělese skládky, musí být její konstrukce dostatečně stabilní (ČSN 83 8033).

Akumulační nádrž dešťové vody slouží ke shromažďování srážkové vody z dosud neznečištěných částí skládky, kde se stále neukládá odpad, a dále vody z rekultivovaných ploch nebo dešťové kanalizace (Filip a kol. 2003). Voda z těchto nádrží může být dále využita, a to k zalévání trávníků a zahradních úprav na skládce, mytí servisních cest anebo jako požární voda (Altmann a Růžička 1996).

### **3.4.4 Zneškodnění průsakových vod**

Podle Filipa (2003) se průsakové vody zneškodňují následujícími způsoby:

1. Při kratší vzdálenosti doprava potrubím za záměrem čištění v ČOV a při větší vzdálenosti odvozem automobilovými cisternami
2. Recirkulace závlahovým způsobem
3. Čištění bez zředění na nebo mimo skládku chemickými, fyzikálními, fyzikálně chemickými nebo biologickými procesy

## **4. Rekultivace**

Rekultivace je řízený proces, který má za účel obnovit krajinu zdevastovanou zpravidla antropogenní nebo přírodní činností (Štýs 1990). Jejím hlavním cílem je snížení skutečného nebo potenciálního ohrožení životního prostředí a snížení všech potenciálních nepříjemných rizik, na alespoň přijatelnější úroveň (Hester a Harrison 1997). Provádí se zejména k odstranění následků na území postižených těžbou nerostných surovin, ale také např. u uzavřených skládek, odkališť nebo po ekologických haváriích (Váňa 1993). Díky procesu rekultivace jsou funkce

devastované krajiny značně urychleny a regulovány, stejně tak jako vývoj její struktury (Štýs 1990).

Výsledkem rekultivačních prací je zlepšení nejen půdy, ale také zkvalitnění ostatních zemských sfér, jako hydrosféry, pedosféry, litosféry, atmosféry atd. Výsledná rekultivovaná krajina by měla působit jako ekologicky vyvážený celek se zdravotně nezávadným životním prostředím (Smolík a kol. 2003).

Požadavky, které by měla rekultivovaná lokalita splňovat jsou:

- Ekologická a hydrologická stabilita
- Estetika
- Ekonomicky udržitelný způsob využití území
- Hygienická nezávadnost (Sklenička 2003)

U skládek probíhá rekultivace buďto na celém území skládky najednou anebo po etapách, které se postupně uzavírají. U způsobu rekultivace a následném využití rekultivované skládky závisí na jejím tvaru, místních podmínkách a obsahu skládky (ČSN 83 8035).

#### **4.1 Uzavření skládky**

Jak již bylo řečeno, skládky se provádí ve třech na sebe navazujících fázích a jejich uzavírání probíhá ve fázi druhé. Při uzavírání skládky dochází k postupnému provádění prací a opatření na tělese skládky, u které byla ukončena první fáze provozu skládky nebo její části. Cílem je zamezit možnému negativnímu ovlivnění nebo narušení zemských sfér v okolí skládky (ČSN 83 8035).

Uzavření skládky se provádí, pokud v některém segmentu skládky dojde k navršení uloženého odpadu do konečné výšky. Tato část se poté neodkladně překryje nepropustným materiálem a následně rekultivuje (Jurník 1994). Obecně by mělo k uzavření skládky dojít co nejdříve po ukončení skládkování odpadu. Při uzavírání závisí na podmínkách daného místa, na skupině, do které skládka spadá, a legislativních požadavcích (Filip a kol. 2003).

#### **4.2 Technická rekultivace**

Po dosažení konečné výškové úrovně a plošného rozsahu skládky přichází na řadu technická rekultivace (Višek 1993). Při ní se dbá na odplynění a odvodnění tělesa

skládky, její finální úpravu a likvidaci průsakových vod. Usiluje se také o zkrácení doby péče o rekultivovanou skládku, a proto se budují zařízení pro tento cíl určená (Filip a kol. 2003).

#### **4.2.1 Prostorové řešení skládkového tělesa**

Podle Kuraše (viz. kapitola Skládky) se skládky podle tvaru dělí na podúrovňové, nadúrovňové a kombinované, které se určují v závislosti na terénních poměrech a množství a druhu uloženého odpadu. Návrh tělesa by měl být takový, aby zajistil postupné skladování odpadu, stabilitu, využití jeho povrchové plochy po uzavření a následné zapojení do krajiny. Při návrhu je nutné brát také v potaz velikost sedání povrchu tělesa skládky, které závisí na způsobu ukládání odpadu, jeho výšce, druhu a množství, dále na době skládkování a jejího ukončení, způsobu uzavření a rekultivace a stlačitelnosti podloží a intenzitě zhutňování (ČSN 83 8035).

Z důvodu zabezpečení souvislého odtoku srážkové vody by měl činit minimální sklon finálního tělesa skládky po usednutí 3 % (Jurník 1994, ČSN 83 8035). Maximální sklon tělesa se určuje vzhledem k vlastnostem odpadu, který je na skládce uložen, dále na druhu a vlastnostech dílčích složek uzavíracího systému a skládkového podloží, a nakonec na využití rekultivovaného místa (ČSN 83 8035).

#### **4.2.2 Uzavírací vrstvy skládky**

Uzavírací vrstvy skládky tvoří převážně vrstva vyrovnávací, těsnící a ochranná. U skládek, kde vzniká plyn je zavedena vrstva odplyňovací.

##### **4.2.2.1 Vyrovnávací vrstva**

Vyrovnávací vrstva slouží jako podklad po pokládku těsnících vrstev skládky a umožňuje dodržení sklonu a tvarování tělesa. Tloušťka vyrovnávací vrstvy a její další vlastnosti se navrhuje vzhledem k celkové skladbě uzavíracích vrstev. Mocnost vrstvy by však neměla být větší než 50 cm a měla by být stejná od paty až k vrchu skládky (ČSN 83 8035).

##### **4.2.2.2 Těsnící vrstva**

Těsnící vrstva se navrhuje pro skládky skupiny S-OO a S-NO a je nejčastěji z bentonitové rohože, fólie z PE-HD nebo zemního těsnění, to je ovšem kvůli špatnému hutnění výjimečné (Filip a kol. 2003, ČSN 83 8035).

#### **4.2.2.3 Ochranná rekultivační vrstva**

Rekultivační vrstva chrání těsnění skládky před poškozením a snaží se minimalizovat množství vody vnikající na skládku. Její materiál by měl odpovídat následnému využití skládky a být hygienicky nezávadný (Filip a kol. 2003). Mocnost této vrstvy se liší podle způsobu rekultivace. Pokud by se jednalo o travní porosty a výsadbu mělce kořenících keřů, poté by se mocnost vrstvy pohybovala mezi 80 až 90 cm, a to včetně drenážní vrstvy. U stromů by tloušťka vrstvy byla maximálně 3 m (ČSN 83 8035).

V případě ozelenění uzavřené skládky, by měla být alespoň ve svrchní části vrstva úrodné zeminy, jejíž mocnost by neměla být menší než 0,1 m. U této vrstvy je vhodné ověřit její vlastnosti pedologickým průzkumem (Filip a kol. 2003).

#### **4.2.3 Odvodnění**

Při odvodnění skládky se používají zařízení, která byla zavedena již v době výstavby skládky. Voda by se tedy na rekultivované území skládky neměla dostat. Na odvodnění se využívá plošný drén, který může být doplněn, nebo zcela nahrazen, trubní drenáží (ČSN 83 8033). Používají se také geotextilie nebo materiály jim podobné a tzv. kapilární zábrana, která sestává z hrubozrnné nekapilární vrstvy, nad níž leží jemnozrnná kapilární vrstva (Filip a kol. 2003).

#### **4.2.4 Odplynění**

Ne každá skládka musí mít odvod plynu, jelikož ne na každé skládce plyn vzniká. Vznik závisí na již zmíněné vlhkosti a objemu biologicky rozložitelné složky odpadu a mimo jiné také na třídě skládky, tedy na druhu uloženého odpadu (Jurník 1994, Filip a kol. 2003). Na skládkách, kde odplyňovací systém nebyl zaveden, se musí při uzavírání skládky ověřit, zdali skládkový plyn nevzniká. V případě, že vzniká, proběhnou potřebná opatření, která předejdou možnému ohrožení životního prostředí nebo osob. U skládek, kde odplyňovací zařízení zavedeno bylo, musí být takové zařízení v provozu po celou dobu vývinu skládkového plynu, a to i po ukončení skládkování a překrytí skládky (ČSN 83 8035).

#### **4.2.5 Zkrácení doby péče o skládku**

Skládkový plyn se na skládkách tvoří někdy až 35 let a průsakové vody mohou z již rekultivované skládky odtékat i 50 až 150 let. Z těchto důvodů je dobré následnou dobu péče zkracovat. Toho lze docílit zejména dvěma způsoby, což jsou zvlhčovací a závlahové postupy a postupy pneumatické (Filip a kol. 2003).

Zvlhčovací a závlahové postupy jsou vhodné u takových skládek, kde byl uložený komunální odpad zhutněn a zakryt ve chvíli zaplnění skládkového segmentu anebo byl suchý. Zvlhčování a závlahy jsou příznivé především z důvodu, že ke zvýšenému odtoku dochází ve velmi malém množství nebo k němu nedochází vůbec, jelikož se u těchto postupů dodá jen tolik vody, kolik je potřeba k naplnění vodní kapacity uloženého odpadu. Díky závlaze je urychlena stabilizace uložených odpadů, zkrácena doba reakčních procesů a dochází také k vyšší produkci skládkového plynu, který může být posléze prospěšně zužitkován (Filip a kol. 2003).

Pneumatické postupy jsou aerobní způsoby stabilizace tělesa skládky in situ zejména nezabezpečených ale i zabezpečených zaplněných skládek. Lze je použít pouze za určitých podmínek, mezi které patří snižující odtok škodlivých průsakových vod a konec tvorby skládkového plynu. Těleso skládky musí také stále představovat riziko kontaminace ovzduší a vod a nemít technické bariéry (Filip a kol. 2003).

#### **4.3 Biologická rekultivace**

Na technickou rekultivaci navazuje biologická rekultivace, která má za úkol vytvořit takovou půdu, která umožní růst rostlin a život zvířectva (Filip a kol. 2003). U biologické rekultivace závisí na cílovém využití plochy, proto může být provedena několika různými způsoby, jako např. sadovnická a lesotechnická opatření, speciální osevní postupy, transfery rostlinných a živočišných společenstev apod. (Sklenička 2003). Tato opatření by měla být navržena tak, aby zajistila zdravotně hygienickou nezávadnost, kvalitu zrekontivovaných půd, estetiku apod. (Dirner 1997).

Biologická rekultivace se dělí na:

- Zemědělské rekultivace
- Lesnické rekultivace
- Sadovnické rekultivace



### **4.3.1 Zemědělské rekultivace**

Aby mohla být na skládce uskutečněna zemědělská rekultivace musí být obsah nežádoucích látek, především toxických, pod daným limitem (Filip a kol. 2003). Pro tento typ rekultivace jsou vhodné plochy mírně ukloněné nebo ploché, kvůli pozdějšímu využití zemědělských strojů sloužících pro kultivaci a sklizeň (Kryl a kol. 2002).

Zrekultivované plochy mohou být použity také pro pěstování energetických plodin, které mohou být jednoleté, dvouleté, víceleté nebo vytrvalé. Do jednoletých energetických plodin patří např. obiloviny, zejména pšenice, dále čirok cukrový, len setý nebo slunečnice. Do dvouletých plodin komonice bílá a pupalka dvouletá. Do víceletých a vytrvalých plodin pak např. rákos obecný, vojtěška setá nebo ozdobnice čínská (Filip a kol. 2003).

### **4.3.2 Lesnická rekultivace**

Výsledkem lesnické rekultivace je buďto les nebo plantáž energetických dřevin. Lesy plní mnoho funkcí, mezi které patří mimo jiné funkce klimatická, hygienická nebo půdoochranná, neboť lesy udržují v půdě vláhu a upevňují jí prokořeněním a díky tomu chrání území před erozí (Štýs 1992, Filip a kol. 2003). Kořeny se však musí uzpůsobit mělké půdě se špatným odvodněním a musí být schopné snášet extrémní půdní poměry. Kořenový systém by neměl zasáhnout do nepropustné vrstvy, a to po dobu 30 let (Filip a kol. 2003).

Je nutné dbát na to, že po ukončení technické rekultivace a počátkem lesnické rekultivace musí být určitý odstup. Ideální je ukončit technické rekultivace na jaře a započít lesnické práce na podzim. Po dobu 1 až 5 let se pěstují meliorační plodiny, které je nutno podporovat minerálním a organickým hnojením, které půdu biologicky oživí a následně se vysadí sazenice dřevin (Filip a kol. 2003, ČSN 83 8035). Dřeviny se vybírají na základě stanovištních podmínek, dbá se také na výběr kvalitních sazenic, druhovou skladbu, růstovou rychlost, techniku a způsob zalesňování, plošné uspořádání, náročnost na péči, délku vegetační doby, náchylnost k chorobám atd. (Dirner 1997, Kryl a kol. 2002, Filip a kol. 2003).

Z melioračních keřů je možné využít ptačí zob, trnku obecnou nebo brslen evropský. Z jehličnatých stromů modřín opadavý a borovici lesní, z listnatých pak např. javor mléč, lípy, duby a habry. Z dřevin s melioračním významem je možné

vysadit např. břízu pýřitou nebo vrbu jívu, z hospodářských stromů javor klen nebo jasan ztepilý a z dřevin, kterých význam je hospodářský i meliorační, to může být olše lepkavá nebo třešeň ptačí (Kryl a kol. 2002, Filip a kol. 2003). Přednost se dává především autochtonním druhům (ČSN 83 8035).

Před výsadbou je místo k ní určené chemicky nebo mechanicky zbaveno plevelu a poté započne výsadba, nejčastěji skupinová. Je vhodné střídat druhy dřevin, aby zrekultivovaná plocha nepůsobila jednotvárně. Vysazují se sazenice obalované, prostokořenné, kontejnerové a sazenice podle ČSN 46 4902 "Výpěstky okrasných dřevin". Výsadba se obvykle uskutečňuje ve sponu 2 x 2 ÷ 4 x 4 m u stromů a 0,5 x 0,5 ÷ 1 x 1 m u keřů. Sazenice se sází do jamek hlubokých přibližně 40 až 60 cm, v závislosti na hloubce kořenového systému. Kořeny se potřebně upraví a zasadí tak, aby byl kořenový krček v úrovni terénu, poté se dvě třetiny jámy zasypou, upevní a zalijí 5 až 20 l vody. Zbytek jámy se poté zasype zeminou. Po výsadbě je nutné se o dřeviny starat a chránit je před různými riziky, jako jsou plevely anebo poškození lidmi nebo zvěří (Filip a kol. 2003, ČSN 83 8035).

Lesnická rekultivace může probíhat i ve formě plantáže energetických dřevin, které se kromě na skládkách mohou zakládat i na výsypkách nebo uvolněné zemědělské či nevyužívané půdě. V našich podmínkách jsou to nejčastěji topoly a vrby (Filip a kol. 2003, ČSN 83 8035).

### **4.3.3 Sadovnická rekultivace**

Za sadovnickou rekultivaci se považuje tvorba lesního nebo okrasného parku, určených pro rekreaci, anebo pouhé zatravnění skládky. Tento typ rekultivace se uplatňuje v blízkosti lidských sídel (Filip a kol. 2003).

Pokud má být skládka zatravněna, musí být plocha přihnojena, z důvodu nedostatku živin, nejlépe organickým hnojivem a zkypřena, aby mohlo být osivo později zapraveno do hloubky půdy 5 až 15 mm. Výsev probíhá zpravidla od jara do konce srpna, a to buďto ručním způsobem anebo jako hydroosev spojený s mulčováním (Filip a kol. 2003). Rostliny zvyšují obsah organické hmoty v půdě, zlepšují pH, objemovou hmotnost a vlhkost půdy a přinášejí minerální živiny na její povrch (Tripathi a kol. 2016). Nejefektivnější je, při obnově vegetace, využít přirozeně se vyskytující druhy, které mají vysokou schopnost přežití, jelikož tento faktor

je podstatný pro utváření krajiny po rekultivaci (Kim a Lee 2005a; Kim a Lee 2005b; Kostopoulou a kol. 2010).

Přednost se u výsevu dává travním porostům, které jsou schopny vytvářet dostatečně hustý kořenový systém, rychlý zápoj a odolávat mrazu, chorobám, suchu apod. Nejvhodnější travní směs sestává z jílku vytrvalého, kostřavy červené výběžkaté, lipnice luční a kostřavy červené trsnaté. V období vzcházení je nutné zajistit travinám dostatek vláhy (Filip a kol. 2003, ČSN 83 8035).

Za lesní park se považuje plocha s cestami, která je na 70 % zalesněna a na 30 % zatravněna. U okrasného parku je to plocha s procentuální poměry přesně naopak, je na přibližně 30 % zalesněna a 70 % zatravněna. Při zařizování obou typů parků se projekt řídí zásadami zahradní architektury. Proto se pro zalesnění používají zejména okrasné dřeviny a jehličnany. Lesní park může být zřízen ovšem jen na skládkách, kde nebyl zaveden odvodňovací systém s nepropustnou vrstvou (Filip a kol. 2003).

#### **4.4 Ostatní rekultivace**

Skládky lze využít i jinak, a to obzvláště ty, které se nachází nedaleko sídel, obchodních center apod. Z technicky rekultivovaných skládek mohou vzniknout parkoviště, hřiště, přístavací a odstavné plochy anebo sportovní areál (Filip a kol. 2003). Za adekvátních opatřeních jsou vhodné k tvorbě sportovních ploch skládky popílků z uhelných elektráren (Haynes 2009). Jako příklad skládky, která bude sloužit jako budoucí sportovní areál může být zmíněna uzavřená skládka v Dolních Chabrech, na které aktuálně vzniká nové golfové hřiště.

## **5. Legislativa**

### **5.1 Zákon o odpadech**

Do roku 1991 v tehdejší Československu neexistoval žádný zákon, který by upravoval problematiku týkající se odpadů. Téhož roku 1. srpna přišel v účinnost zákon č. 238/1991 Sb., o odpadech, který stanovoval „*práva a povinnosti orgánů státní správy a povinnosti právnických a fyzických osob při nakládání s odpady*“ a přiblížil společnosti základní terminologii odpadového hospodářství. Tento zákon byl ke konci roku 1995 novelizován zákonem č. 300/1995 Sb., kterým se mění a doplňuje zákon

č. 238/1991 Sb., o odpadech, a zákon České národní rady č. 311/1991 Sb., o státní správě v odpadovém hospodářství, ve znění zákona České národní rady č. 466/1992 Sb. (Zákon č. 238/1991 Sb.)

Zákon č. 238/1991, o odpadech byl 1. ledna 1998 nahrazen zákonem č. 125/1997 Sb. o odpadech, který se na rozdíl od staršího zákona mnohem více věnoval především problematice skládek, ale také obalů, výrobků a obalových materiálů (Zákon č. 125/1997 Sb.).

1. ledna 2002 nabral účinnosti nový zákon o odpadech, kvůli nedostatkům předešlých dvou zákonů, a to zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, který u nás platil do 1. ledna 2021, kdy byl zrušen aktuálním zákonem č. 541/2020 Sb., o odpadech (Zákon č. 185/2001 Sb.).

### **5.1.1 Rekultivační rezerva**

Dle zákona č. 541/2020 Sb., o odpadech § 39 odst. 1 písm. b) o povinnostech provozovatelů skládky, je provozovatel skládky povinen „*při provozování první fáze provozu skládky vytvářet a vést rezervu na zajištění rekultivace a následné péče o skládku a uzavírání po ukončení provozu první fáze provozu skládky v rozsahu stanoveném tímto zákonem a prováděcími právními předpisy*“. O rezervě na zabezpečení rekultivace dále pojednává § 42 a 43 téhož zákona.

Vytvoření rezervy patří do nákladů provozovatele skládky. Dle zákona č. 593/1992 Sb. České národní rady o rezervách pro zjištění základu daně z příjmů musí být finance rezervy ve vytyčené výši uloženy na zvláštní vázaný účet, který musí být vytvořen samostatně pro každou skládku na kterou je podle stavebního zákona vydáno rozhodnutí. Tento účet musí spravován u banky v České republice nebo u pobočky zahraniční banky, jejíž sídlo se nachází v jiném členském státě Evropské unie. Provozovatel skládky převádí finanční prostředky na účet vždy následující kalendářní měsíc po uložení odpadu, a to k poslednímu dni.

Výše rezervy se odvíjí podle druhu uloženého odpadu. Pokud jde o „*uložený nebezpečný odpad, včetně nebezpečného odpadu uloženého jako technologický materiál na technické zabezpečení skládky*“, činí 1 tuna 145 Kč. U „*uloženého*

*ostatního odpadu a odpadu z azbestu, včetně ostatního odpadu uloženého jako technologický materiál na technické zabezpečení“*, poté 1 tuna činí 75 Kč (Zákon č. 541/2020 Sb, § 42, odst. 6).

S nevyčerpanou peněžní částí rezervy, pokud před ukončením následné péče o skládku zanikne její provozovatel, u kterého se nevyskytuje nebo není znám právní zástupce, se zachází tak, že je, podle pokynu náležitého krajského úřadu, pobočkou nebo bankou, převedena do rozpočtu Státního fondu životního prostředí České republiky. Státní fond životního prostředí České republiky následně nevyčerpané finanční prostředky převede na zvláštní vázaný účet osobě nebo subjektu, který má na starosti rekultivaci a následnou péči o skládku (Zákon č. 541/2020 Sb.).

Po zrušení rezervy po zakončení péče o skládku je nevyčerpaná část rezervy stejným způsobem přenesena do rozpočtu obce, ve které se skládka nachází. Může dojít k poměrnému rozdělení finanční částky, a to v případě, že se skládka nachází v několika obcích najednou. U rozdělení záleží na tom, jak velká část skládky leží v území každé obce (Zákon č. 541/2020 Sb.).

## **6. Praktická část**

### **6.1 Skládka Ďáblice**

Zájmová skládka odpadů patří k pražské městské části Ďáblice. Ďáblice se nachází na severním okraji Prahy a sousedí s Březiněvsí, Dolními Chabry, Kobylicí, Střížkovem, Letňany, Čakovicemi a Třeboradicemi. Skládka je situována v severní části Ďáblic u sjezdu na čtyřproudou komunikaci Cínovecká.



Obrázek 1: Pohled ze skládky směrem na Ďáblice (foceno autorkou pomocí dronu)

Roku 1992 bylo vydáno rozhodnutí o umístění stavby a rok později byla skládka uvedena společností .A.S.A., spol. s r.o. (nyní FCC Česká republika, spol. s r.o.) do provozu. Skládkování bylo zahájeno v I. etapě, II. etapa rozšíření skládky byla provedena v roce 2002 (GEOtest 2019).

Ukládá se zde tuhý komunální odpad z hlavního města a skládka spadá do skupiny S-003 s odděleným sektorem S-001. Ukládání odpadu probíhá po sektorech od východu k západu. Pro rychlé a bezpečné odbavení zákazníků je skládka vybavena komplexní infrastrukturou (Městská část Praha – Ďáblice 2023).



Obrázek 2: Letecký pohled na skládku v současnosti (Google Earth © 2021)

Roku 1998 se stala skládka Ďáblice první skládkou ve východní Evropě, která využívá skládkový plyn k tvorbě elektrické a tepelné energie. Zneškodňování plynu zde probíhalo již od samého začátku vývinu a přísně se sledovalo veřejností a orgány životního prostředí (Štěpánek 2001).

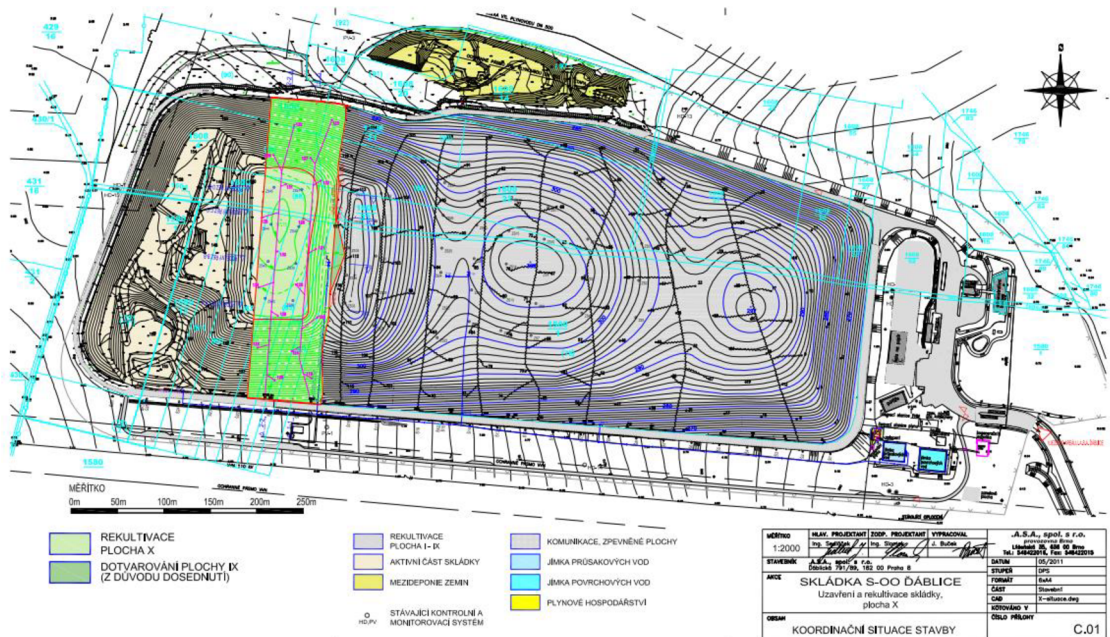


Obrázek 3: Pohled na těleso skládky z jižní strany (foceno autorkou pomocí dronu)

V následujících kapitolách je popsána rekultivace poslední rekultivované plochy X.

## 6.2 Rekultivace plochy X skládky Ďáblice

Hlavním cílem uzavření a rekultivace skládky bylo začlenění do okolní krajiny a zamezení produkce skládkových průsakových vod a volné ventilace skládkových plynů. Projekt na uzavření a rekultivaci plochy X vycházel z podmínek územního řízení a stavebního povolení. Navržená plocha X, určená k rekultivaci, činila 2,6 ha a navazovala na plochu IX, která byla realizována mezi červnem až zářím roku 2007 (Sedláček 2011a).



Obrázek 4: Koordinační situace stavby (.A.S.A. spol. s r.o. 2011)



Obrázek 5: Plocha X skládky Ďáblice (foceno autorkou pomocí dronu)

### 6.2.1 Terénní úpravy

Aby se docílilo požadovaného projektovaného tvaru musel být uložený odpad, při tvarování tělesa skládky na ploše X, přesunut tak, aby se vytvořila projektovaná plocha, sloužící k pokládce dalších vrstev. Terénní úpravy zahrnovaly také odkopávky odpadu v patě tělesa, a to z důvodu odkrytí jejího zatěsnění. Odkopaný materiál byl převezen na vrchlík plochy X, který byl navržen s příčným střechovitým sklonem 3 až 8 %, respektive propojením ve sklonu 1:3,5 k předešlé rekultivaci plochy IX. Sklon svahů byl upraven v délce cca 10 m se sklony od 1:2,25, na dlouhém severním svahu, až 1:2,5, na dlouhém jižním svahu (Sedláček 2011b).

### 6.2.2 Uzavírací a technická vrstva

Na svazích byla navržena vyrovnávací vrstva o tloušťce přibližně 150 mm ze zeminy, inertních materiálů a vhodného odpadu.

K odvodu bioplynu slouží drenážní geokompozit INTERDRAIN GXG 412, který se pokládá pásově ve sběrných větvích. Tento geokompozit je z PE-HD, který je oboustranně laminován polypropylénovou geotextilií. Díky vláknům, které se pod úhlem 60 stupňů v různých úrovních kříží, vznikají kanálky s vysokou průtočností, a to jak pod tlakem, tak i při velmi nízkém spádu. Jeho hlavní funkce je funkce drenážní, filtrační a ochranná. Kromě odvodnění skládek slouží také k odvodnění např. mostů, podzemních konstrukcí nebo dopravních ploch (Sedláček 2011b).



Minerální těsnění je 2 x 250 mm. Pro odvod vody ze svahu k patě skládky byl použit drenážní geokompozit INTERDRAIN GMFL 4. Je to geosít' z PE-HD, která je z jedné strany laminována PP geotextilií a z druhé hydroizolační fólií. Vlákná se kříží stejným způsobem jako u geokompozitu INTERDRAIN GXG 412 a vytváří tak také kanálky s vysokou průtočností. Plní funkci ochrannou, filtrační, separační, izolační a drenážní. Využívá se, kromě skládek, k odvodnění různých dopravních ploch nebo podzemních konstrukcí, ale také k odvodnění zahrad nebo zakrytí vodních nádrží (Sedláček 2011b).

Poté byla na geokompozit navezena zemina o tloušťce 300 mm, výztužná geomříž INTERGRID 400/30, znovu vrstva zeminy o stejné tloušťce, a nakonec ornice o tloušťce 400 mm. INTEGRID 400/30 je tkaná geomříž, která byla vytvořena zvláště pro vyztužování zemních konstrukcí. Je z vysokopevnostních polyesterových vláken potažených polyvinylchloridem a používá se při budování skládek, strmých svahů a při sanaci sesuvů (Sedláček 2011b).

Na vrchlíku byla navržena vyrovnávací vrstva, tlustá stejně jako u svahů, z vhodných materiálů. Byl použit drenážní geokompozit INTERDRAIN GXG 412, který byl pokládán celoplošně. Poté bylo položeno minerální těsnění 1 x 200 m a fólie PE-HD o tloušťce 1 mm. Před položením fólie nesmí po zhutnění z půdy vyčnívat žádné předměty, jelikož by hrozila její perforace. Dále byl celoplošně použit pro odvodnění drenážní geokompozit INTERDRAIN GM 512, který je vyroben z HDPE jednostranně laminovaného PP geotextilií (Sedláček 2011b).

Další vrstvou byla navezená zemina o tloušťce 300 mm, poté výztužná geomříž INTERGRID 35/20, znovu zemina o stejné tloušťce a humózní zemina o 400 mm (Sedláček 2011b).

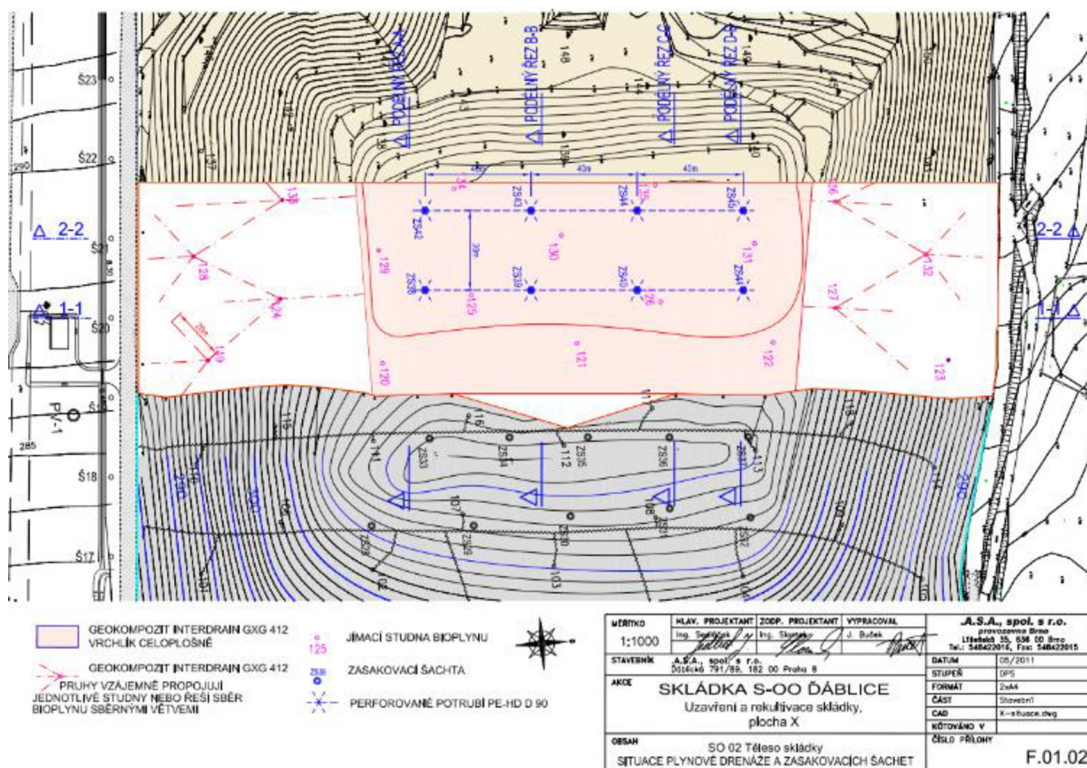
V následujících podkapitolách jsou vrstvy blíže rozepsány.

#### **6.2.2.1 Vyrovnávací vrstva**

Tato vrstva slouží k urovnání povrchu tělesa skládky. Míra jejího zhutnění musí být taková, aby při hutnění dalších vrstev tvořila dostatečný odpor pro odezvu válce. Mezi požadavky na přehutnění skládky patří povrch bez viditelných depresí a koeficient míry zhutnění  $C \geq 0,94$  (Sedláček 2011b).

### 6.2.2.2 Drenážní geokompozit INTERDRAIN GXG 412

Na vyrovnávací vrstvu byl položen drenážní geokompozit, sestávající z jádra drenáže a oboustranně tepelně připojenou geotextilií (Sedláček 2011b).



Obrázek 6: Situace plynové drenáže a zasakovacích šachet (.A.S.A. spol. s r.o. 2011)

Drenáž na odvod bioplynu byla na svazích u jímacích studen kladena paprskovitě a na vrchlíku celoplošně, přičemž byly jednotlivé pásy zafixovány pomocí ocelových skob, které byly umístěny na začátku a na konci pásů. Podélné spojení bylo navrženo buďto také skobami nebo horkým vzduchem. Na kompozit se může najíždět až po jeho zakrytí minerálním těsněním (Sedláček 2011b).

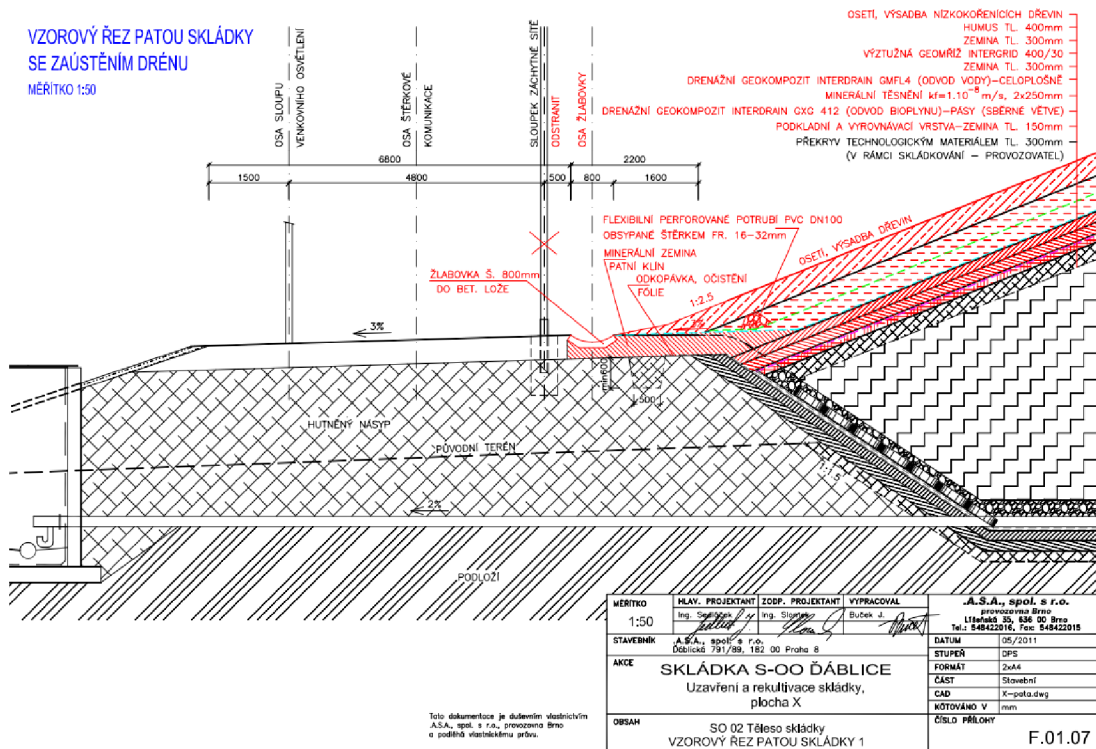
### 6.2.2.3 Minerální těsnění

Za cílem ochrany fólie byla na vrchlík položena vrstva minerálního těsnění o tloušťce 200 mm. Na svazích byly použity dvě vrstvy po 250 mm. Minerální těsnění musí splňovat určité požadavky pro výstavbu (Sedláček 2011b)

<b>Koeficient filtrace</b>	$k_f \leq 1 \cdot 10^{-8} \text{ ms}^{-1}$
<b>Podíl organických směsí</b>	<5 %
<b>Koeficient míry zhutnění</b>	$C \geq 0,975$
<b>Celková tloušťka těsnění</b>	0,5 m
<b>Propad pod 0,063 mm (tj. podíl prachu a jílu)</b>	nad 40 %
<b>Vlhkost min.</b>	$w = -1 \%$ od $w_{\text{opt. PS}}$
<b>Číslo plasticity</b>	$I_p > 8 \%$

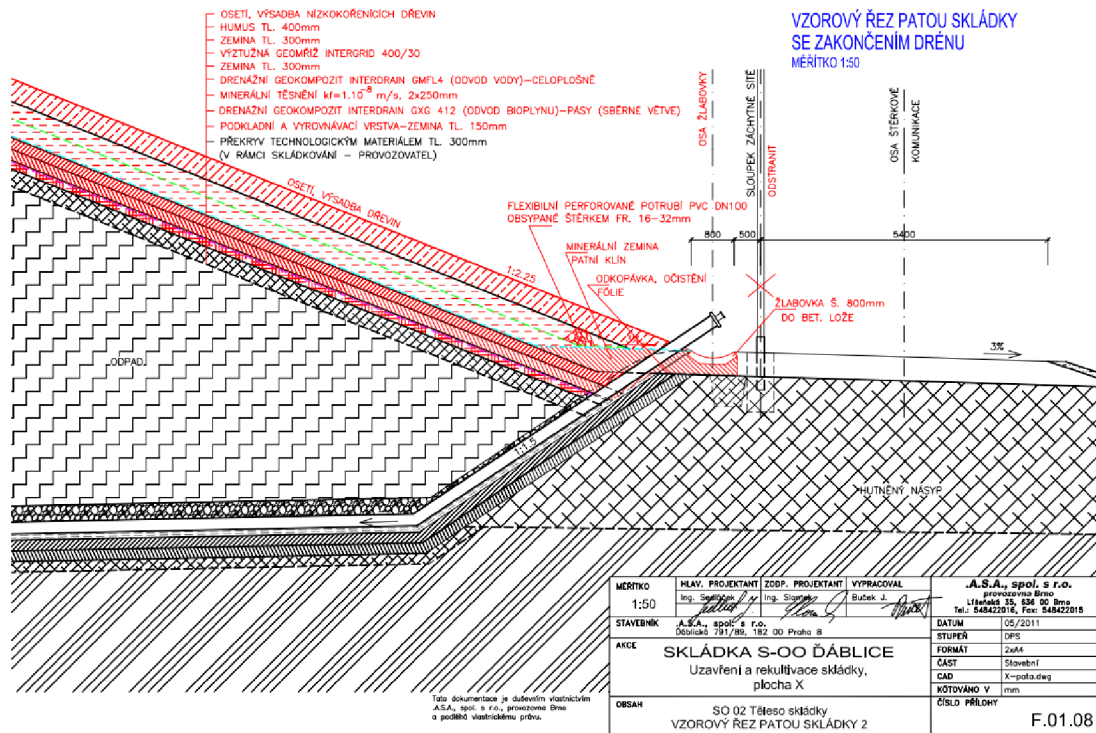
Tabulka 1: Požadavky pro výstavbu minerálního těsnění (Sedláček 2011b)

Z důvodu napojení rekultivační těsnicí vrstvy a těsnicí vrstvy na dně skládky, musel být odkryt uložený odpad s geotextilií a šterkovou vrstvou s pneumatikami. Tímto se odkryla fólie těsnění ve spodu skládky, která se vzápětí mohla očistit (Sedláček 2011b).



Obrázek 7: Vzorový řez patou skládky 1 (.A.S.A. spol. s r.o. 2011)

Za účelem odvedení průsakové vody z tělesa skládky byl vybudován těsnicí klín s povrchem vyspávaným do žlabovky (Sedláček 2011b).



Obrázek 8: Vzorový řez patou skládky 2 (.A.S.A. spol. s r.o. 2011)

#### 6.2.2.4 Fólie PE-HD

Fólie na vrchlíku skládky je hladká a bylo navrženo, aby její pásy byly spojené co nejmenším počtem svarů, přičemž nesmělo dojít k vzniku křížových svarů. Z tohoto důvodu byly rohy zaoblény (Sedláček 2011b).

#### 6.2.2.5 Drenážní geokompozit INTERDRAIN GMFL 4 a INTERDRAIN GM 512

Tyto vrstvy slouží k odvodu vody z tělesa skládky do obvodové žlabovky.

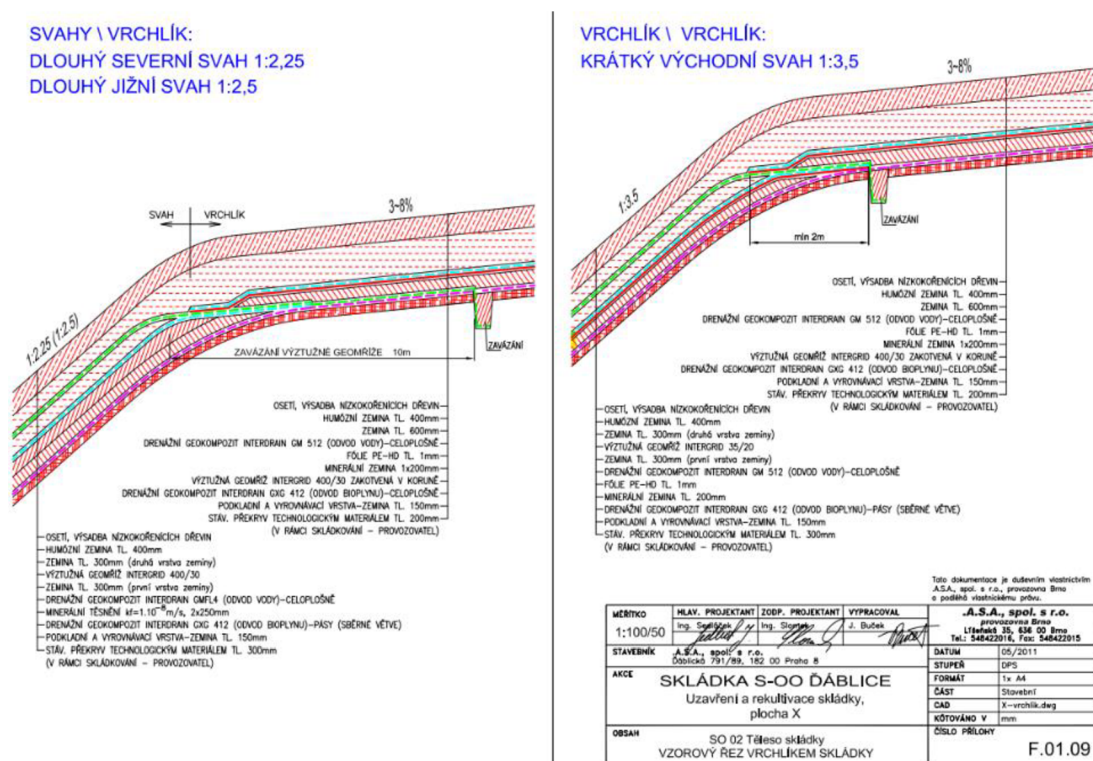
Geokompozit byl položen na dlouhých svazích celoplošně s přesahem pásů minimálně 10 až 15 cm. Tyto pásy byly následně v podélném směru po svahu spojeny horkým vzduchem a k podkladu upevněny skobami. Skoby byly umístěny tak, aby na šířku pásu byly vždy tři v řadách po 4 m směrem po svahu. Nejvyšší řada skob byla zesílena zvýšením jejich počtu na šířku pásu na čtyři. Skoby byly navrženy ve tvaru písmena U, vyrobené z ocele o průměru 8 mm s délkou noh 25 až 30 cm a délkou horizontální části do 20 cm (Sedláček 2011b).

Na drenážní vrstvu položenou na vrchlíku se může najet až po zakrytí zásypovým materiálem v předepsané tloušťce navazující vrstvy (Sedláček 2011b).

### 6.2.2.6 Zemina a ornice

Na drenážní vrstvu dešťových vod byly položeny dvě vrstvy zeminy o celkové tloušťce 600 mm, mezi nimiž byla vyztužena tkaná geomříž INTERGRID, a nakonec byla položena vrstva zúrodnitelné humózní zeminy o tloušťce 400 mm. Do rekultivační vrstvy zeminy mohou být použity pouze nesoudržné a soudržné zeminy odpovídajících třídám základních skupin zemin G3-G5, F1-F6 a S2-S5 (Sedláček 2011b).

V koruně skládky byla geomříž zatažena dovnitř zemního zámku takovým způsobem, který umožnil její přitížení zemní vrstvou, včetně vrstvy humózní. U geokompozitů na svazích bylo navrženo jejich zakotvení v koruně minimálně 10 m a na vrchlíku minimálně 2 m (Sedláček 2011b).



Obrázek 9: Vzorový řez vrchlíkem skládky (.A.S.A. spol. s r.o. 2011)

### 6.2.3 Recirkulace průsakové vody

Na vrchlíku byla navržena zasakovací soustava, skládající se z osmi zasakovacích šachet ZS35-ZS45 propojených po dvou, aby byl zásak dosažen na co největší ploše. U těchto propojovacích potrubí je nutností dodržet minimální vzdálenost od jímacích studen bioplynu, v tomto případě 6 m. Šachta je z potrubí PE-HD 315 s jmenovitým tlakem 6 o délce 4,5 m ve svislé části. Horní část potrubí je plná o délce 3 m a spodní

část o délce 1,5 m je po celém obvodu perforovaná otvory o průměru 12 mm (Sedláček 2011b).

Následně bylo v odpadu okolo potrubí provedeno šterkové obsypání o průměru 1,5 m z kameniva frakce 16-63 mm a na potrubí napojeno pět zasakovacích ramen délky 5 m v minimální hloubce 0,6 m pod povrchem odpadu. Zasakovací ramena jsou tvořena z jedné třetiny perforovaným potrubím PE-HD 90 PN6. Tato ramena byla uložena do připravené rýhy o šířce 0,6 m vysypané ostrohranným kamenivem frakce 16-63 mm (Sedláček 2011b).

Bylo navrženo napojení výtlačného recirkulačního potrubí na zasakovací šachty pomocí požární hadice přes bajonetový uzávěr typu B s víčkem pro uzavření (Sedláček 2011b).

Po zrekultivovaném povrchu vede recirkulační potrubí PE-HD D 110 PN 10, které je napojeno na vyústění recirkulace značené "REC3". Na vrchlíku je zakončeno navařeným bajonetovým uzávěrem typu B s víčkem osazený šoupátkem DN 100. Z důvodu zabránění posunu potrubí, bylo na konci a některých dalších místech zasypáno zeminou (Sedláček 2011b).

V prostoru jímky průsakové vody byla navržena soustava dvou nových čerpadel ITT Flygt BS2125.181HT, která byla napojena nad sebou. Tyto soustavy byly navrženy z důvodu rekonstrukce výtlačného čerpadla, jelikož neměl dostatečný výtlač (Sedláček 2011b).

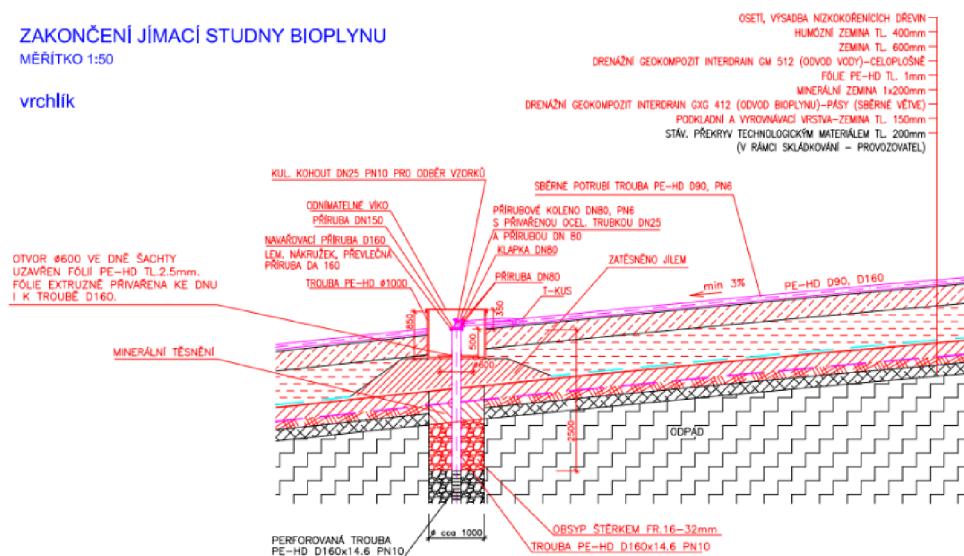
#### **6.2.4 Odplynění skládky**

U šesti studen, nacházejících se na tělese skládky, byly zrušeny provizorní napojení a studny byly přepojeny na nově vybudovanou větev a ukončeny v úrovni navršení odpadu. Došlo k odstranění posuvného bednění a zkrácení jímacího perforovaného potrubí, které se zakončilo přibližně 2,5 m velkým kusem neperforovaného potrubí. Odplyňovací drenážní šterková vrstva byla ukončena minerální zeminou. Po položení plynových a těsnících vrstev byla vybudována odplyňovací šachta z PE-HD o průměru 1000 mm, výškou 850 mm a tloušťkou 10 mm., která se usadila do plochy z minerálního těsnění. Následně byla položena odvodňovací drenáž a vrstva zeminy (Sedláček 2011b).

## ZAKONČENÍ JÍMACÍ STUDNY BIOPLYNU

MĚŘÍTKO 1:50

vrchlík



POZOR:  
POTRUBÍ HORNÍHO ODTAHU MUSÍ BÝT SPÁDOVÁNO TAK,  
ABY NEVYTVOŘILO SIFON!

min. SKLON POTRUBÍ 3%

Tato dokumentace je důležitým vlastnickým  
A.S.A., spol. s r.o., provozovně Brno  
a podléhá vlastnickému právu.

MĚŘÍTKO 1:50	HLAV. PROJEKTANT Ing. Sedláček J.	ZODP. PROJEKTANT Ing. Štěpánek J.	VYPRACOVAL Bužek J.	A.S.A., spol. s r.o. provozovna Brno Ltk-Makl 35, 656 00 Brno Tel: 548423014, Fax: 548423015
STAVEBNÍK A.S.A., spol. s r.o. Okružní 791/89, 182 00 Praha 8	AKCE SKLÁDKA S-00 ĎÁBLICE Uzavření a rekultivace skládky, plocha X			DATUM 05/2011
OBSAH SO 05 Odplynění skládky ZAKONČENÍ JÍMACÍ STUDNY BIOPLYNU				STUPEŇ DPS
				FORMÁT 2x44
				ČAST Stavební
				CAD X-studna.dwg
				KÓTOVÁNO V mm
				ČÍSLO PŘÍLOHY F.02.02

Obrázek 10: Zakončení jímací studny bioplynu (.A.S.A. spol. s r.o. 2011)



Obrázek 11: Potrubí horního odtahu PE-HD D90, 160 a jímací studny bioplynu (foceno autorkou pomocí dronu)

Na dně šachty se nachází otvor o průměru 600 mm, zatěsněný přivařením fólie PE-HD o tloušťce 2,5 mm, která se přivařila i k potrubí D 160 z jímací studny. Na povrchu rekultivační vrstvy bylo položeno svodné potrubí PE-HD D 90, D 160

a PN6, na které bylo napojeno potrubí horního odtahu od jednotlivých studen. Toto potrubí muselo být položeno tak, aby se na něm nevytvořil sifon, který může zapříčinit zalití potrubí kondenzovanou vodou. Tato voda se chová jako vodní uzávěr a mohla by znemožnit průchod plynu. Aby došlo k odvodu kondenzované vody do studní, musely být tyto studny, č. 199 a 128, napojeny za pomoci t-kusu a kolena (Sedláček 2011b).

V místě paty skládky se, z důvodu eventuálního uzavření plynového přívodu, na svodné potrubí horního odtahu PE-HD D 160 osadil kulový uzávěr DN 150. Aby nedošlo k mechanickému poškození, byl kulový uzávěr umístěn do malé šachty vyrobené z fólie PE-HD. U paty skládky byl umístěn také kulový ventil DN 25, který je určen k odebrání vzorků (Sedláček 2011b).

### **6.2.5 Sadové úpravy úložiště**

Vegetační úpravy mají za cíl splynutí tělesa skládky s okolní krajinou, a to za pomoci výsadby keřů a stromů a zakládání travních porostů. Při zakládání travních porostů se postupuje podle ČSN 83 9031 Technologie vegetačních úprav v krajině – Trávníky a jejich zakládání a u výsadby dřevin podle ČSN 83 9021 Technologie vegetačních úprav v krajině – Rostliny a jejich výsadba. U výsadby dřevin se dbá na požadavky vztahující se k jejich jakosti, k jimž se vztahuje ČSN 46 4901 Osivo a sadba – Sadba okrasných dřevin a ČSN 46 4902 Výpěstky okrasných dřevin – Společná a základní ustanovení (Sedláček 2011b).

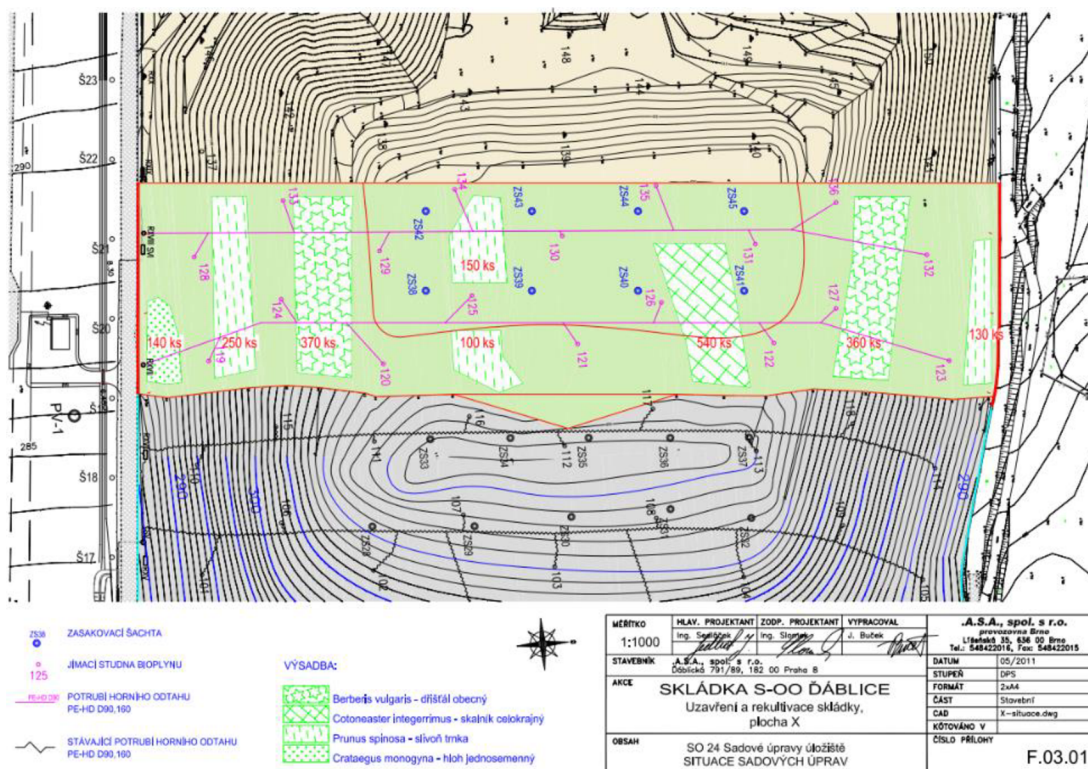
Průběh úprav byl navržen tak, aby proběhl na již zatravněné ploše s použitím mělkokořenících dřevin charakteru keřů. Plocha pro osetí byla náležitě urovňována a byla použita travní směs s druhy jako lipnice luční, jílek vytrvalý, kostřava červená trsnatá, kostřava luční a kostřava červená výběžkatá (Sedláček 2011b). Tato směs odpovídá směsi s vysokým protierozním účinkem vhodnou na sušší stanoviště s nižší zásobou živin. Procentuálně by měla být nejvíce zastoupena kostřava červená výběžkatá (ČSN 83 8035).

Povrch skládky byl upraven tak, aby mohla být provedena výsadba dřevin. Výsadba keřů byla navržena ve skupinách v závislosti na situaci ve trojsponu 1 x 1 m sazenicemi výšky pohybující se minimálně mezi 40 až 60 cm. Je potřeba dřeviny minimálně jeden a půl roku po výsadbě zalévat (Sedláček 2011b).



Navržená druhová skladba skupin dřevin	
Dříšťál obecný	730 ks
Slivoň trnka	630 ks
Skalník celokrajný	540 ks
Hloh jednosemenný	140 ks

Tabulka 2: Navržená druhová skladba skupin dřevin (Sedláček 2011b)



Obrázek 12: Situace sadových úprav (.A.S.A. spol. s r.o. 2011)

Z neznámého důvodu ovšem výsadba dřevin na ploše X neproběhla. V současnosti se nachází na severní straně plochy menší keřový pás, podle rekultivačního plánu tvořen nejspíše hlohem jednosemenným. Zbytek plochy je zcela zatravněn.



Obrázek 13: Pohled na jižní část plochy X (foceno autorkou pomocí dronu)

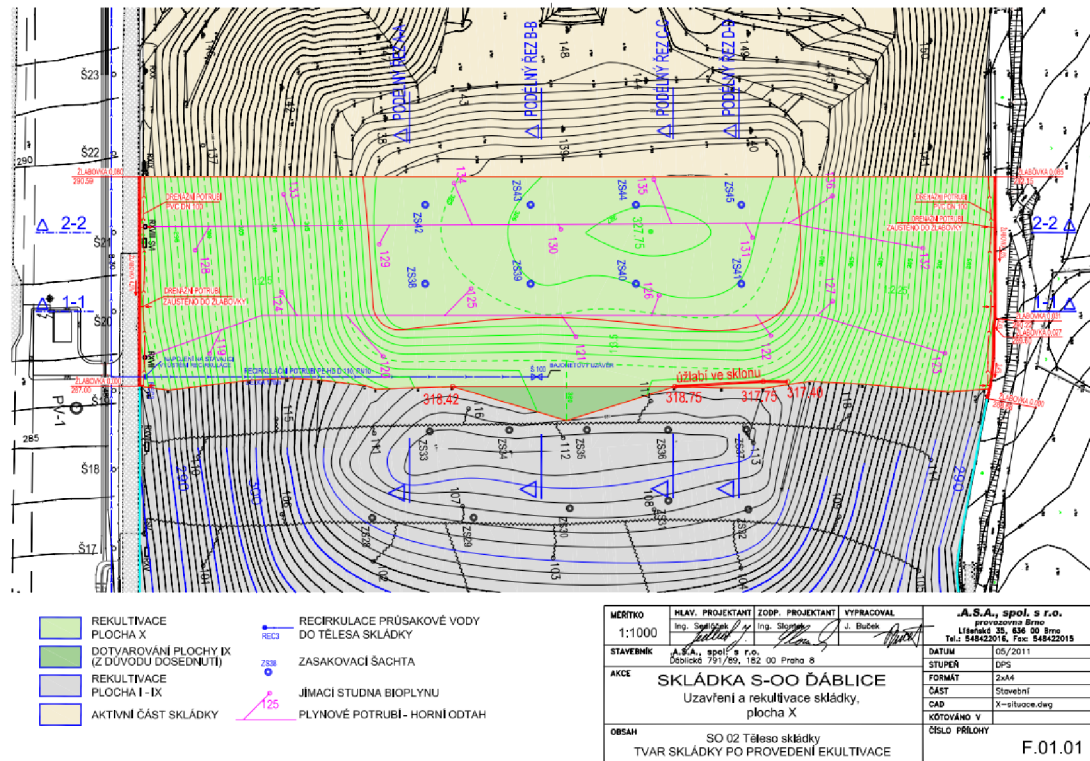


Obrázek 14: Pohled na severní část plochy X (foceno autorkou pomocí dronu)

### **6.2.6 Odvod povrchové dešťové vody**

U použitých geokompozitů je důležité zabezpečit bezpečný odvod transportovaných vod skrze drenážní trubky, které jsou položeny v patě svahu tak, aby nedošlo k překročení drenážní kapacity. Pro odvod vody z prostoru paty a zamezení jejímu podmáčení bylo navrženo flexibilní potrubí s perforací PVC DN 100. Potrubí bylo zasypáno štěrskem frakce 16-32 mm s minimálním krytím 20 cm a každých 30 m odvedeno do žlabovky (Sedláček 2011b).

K odvodu dešťové vody z povrchu rekultivované plochy slouží žlabovky o šířce 0,8 m, které jsou uloženy v betonu a vedou po obvodě paty skládky k horským vpustím, přes kanalizační sběrač až do jímky povrchových vod (Sedláček 2011b).

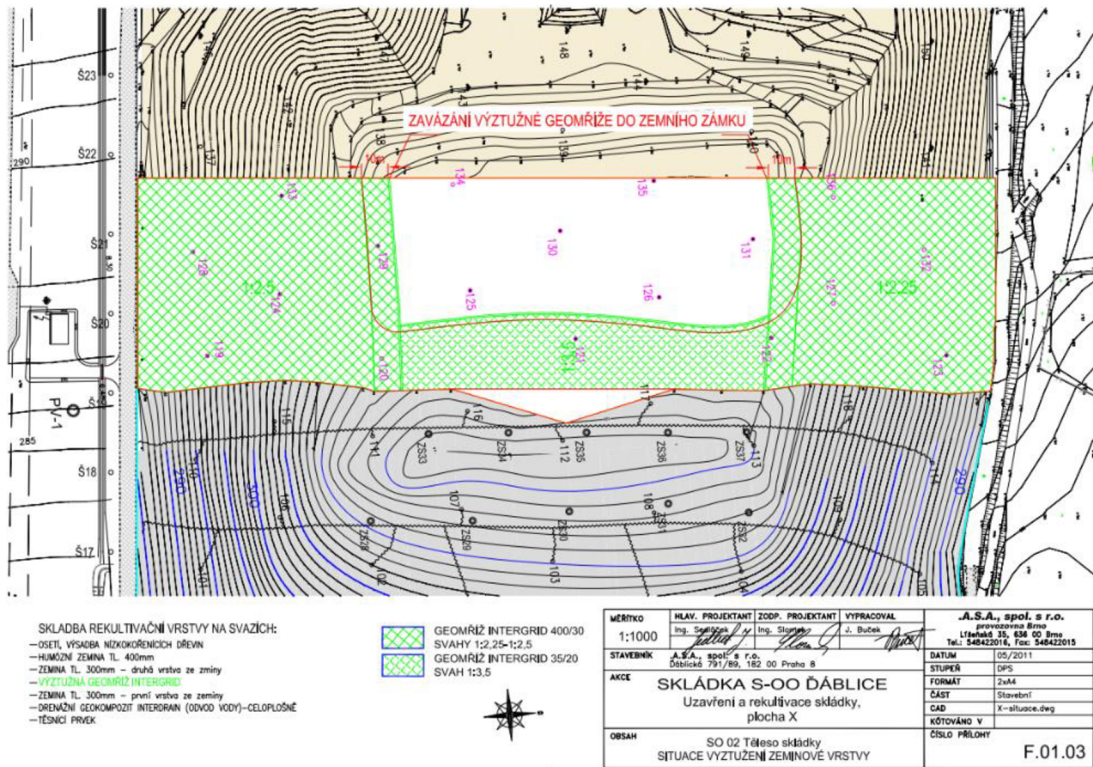


Obrázek 15: Tvar skládky po provedení rekultivace (.A.S.A. spol. s r.o. 2011)

## 6.2.7 Dotvarování plochy IX

Jelikož se značně změnil tvar vrchlíku, kvůli dosednutí odpadu pod povrchem plochy IX, tak bylo navrženo vrchlík upravit pomocí dosypání a dotvarování zemním materiálem. Kdyby vrchlík nebyl upraven do vyhovujícího tvaru, docházelo by vlivem nedostatečného sklonu k akumulaci dešťové vody a tvorbě jezírek. Poté se, souběžně s plochou X, položily uzavírací a technické vrstvy a došlo k zatravnění (Sedláček 2011b).

Ve svahu byl vykopán pás šířky přibližně 5 m, aby mohlo dojít k lepšímu napojení fóliového těsnění na stávající těsnění. V řezu má odkop tvar trojúhelníku (Sedláček 2011b).



Obrázek 16: Situace vyztužení zeminové vrstvy (.A.S.A. spol. s r.o. 2011)

## 7. Diskuze

Jak již bylo zmíněno, skládkování je jak u nás, tak ve světě nejvyužívanějším způsobem zneškodňování odpadů. Tento způsob ovšem představuje významný problém, a to zejména z hlediska životního prostředí a zdraví lidí. Pro ochranu složek životního prostředí a lidského zdraví je proto důležitá rekultivace skládek, jelikož se tyto hrozby snaží eliminovat.

Na popisované ploše X, i na ostatních plochách skládky Ďáblice, byla provedena nejprve technická rekultivace, která zahrnovala dotvarování tělesa, pokládku uzavíracích vrstev, odvodnění, odplynění apod. Na ní navázala rekultivace biologická, konkrétněji sadovnická, kde byla plocha zatravněna a byla navržena druhová skladba skupin keřů.

Zvolený typ rekultivace se mi zdá, pro zájmovou skládku, jako nejvhodnější, jelikož má hned několik výhod. Největší výhodou biologické rekultivace je bezpochyby obnova přírodního prostředí a lepší začlenění do krajiny. S obnovou přírodního prostředí je spjata i obnova biodiverzity, jelikož nově vysázené rostliny mohou představovat habitat pro některý hmyz nebo zvířata. Rostliny také pomáhají s rozkladem organického materiálu v půdě a tím zlepšují půdní kvalitu. Tento způsob rekultivace má však i své nevýhody, jako např. zdlouhavý proces, jelikož v některých případech může trvat i roky, než se dosáhne cílového výsledku biologické rekultivace. Kvůli tomu je také potřebná dlouhodobá péče, která se má postarat o to, aby byl obnovený ekosystém stabilní.

Pokud by d'áblická skládka v minulosti nezvolila tento způsob rekultivace, přikláněla bych se k rekultivaci, při které by vznikl areál určený pro rekreační účely. Jako příklad, takového využití skládky, bych ráda zmínila skládku v Kolodějích, na jejímž místě se v minulosti také těžil kámen. Městská část se se skládkou vypořádala tak, že po její revitalizaci zde vytvořila přírodní park se sportovními prvky, který je hojně využíván kolodějskými obyvateli (Koloděje 2023). Jako další příklad rekreačního využití skládky může být zmíněna skládka Dolní Chabry, na které aktuálně vzniká nové golfové hřiště.

Skládka Ďáblice je umístěna poblíž d'áblického a březiněveského intravilánu, což by mohlo pro výstavbu rekreačního areálu působit jako atraktivní místo, a to především pro obyvatelé těchto obcí. Nevýhodou by se ale mohla jevit blízkost

silně frekventované dálnice D/8. Při zvolení tohoto způsobu rekultivace by tak na skládce mohl vzniknout přírodní park nebo sportoviště.

V každém případě bylo téma rekultivace d'áblické skládky důležité zejména pro občany D'áblic. Ty dlouhou dobu trápil zápach, prašnost a při silném větru někdy i poletující odpadky, které ze skládky odlétly. V minulosti provozovatel skládky požádal o samotné rozšíření skládky anebo znovuotevření její I. etapy, za účelem dalšího ukládání odpadů. D'ábličtí občané s těmito změnami silně nesouhlasili. Proti vydanému záměru k využití volné kapacity I. etapy skládky D'áblice se obyvatelé nejvíce odkazovali na to, že tato etapa skládky již naplnila svou předpokládanou výšku a kapacitu, která činila 1 700 000 m<sup>3</sup>. Nejednalo by se v tomto případě tedy o využití volné kapacity, ale o rozšíření kapacity, která již byla vyčerpána. Nebylo také ověřeno, zda by znovuotevření uzavřených etap bylo z technologického hlediska vůbec proveditelné, jelikož tato činnost nebyla uvedena v původním stavebním povolení. Dále se obyvatelé hájili tím, že těleso skládky dlouhodobě negativně ovlivňuje kvalitu bydlení a veřejného zdraví (Městská část Praha – D'áblice 2019).

Koncem srpna roku 2022 započaly přípravy pro rekultivaci poslední plochy d'áblické skládky, které sestávaly z provedení vyrovnávací vrstvy. Pro tuto vrstvu bylo navrženo použít vhodné inertní odpady, které budou sloužit k úpravě a vyrovnání povrchu skládky (FCC Česká republika, s.r.o. 2023).

## 8. Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo zpracování podrobné literární rešerše k problematice možností rekultivace skládek v České republice.

Nejdříve se práce věnovala skládkám obecně. Byly popsány druhy skládek a analyzována rizika, která jsou se skládkováním spojená. Mezi tato rizika patří tvorba výluhu a skládkového plynu, které musí být ze skládky odváděny. Z tohoto důvodu byly následovně popsány technologie, které zneškodnění těchto rizik zajišťují. Po naplnění skládky dojde k jejímu uzavření a následné rekultivaci. Dále byly charakterizovány typy rekultivací a postupy, které se uplatňují v praxi. Nastíněna byla také legislativa, konkrétněji rekultivační rezerva, kterou je provozovatel skládky povinen vytvářet.

V rámci praktického příkladu se práce zaměřila na rekultivaci plochy X skládky Ďáblice. Na této ploše byly provedeny terénní úpravy a technická rekultivace včetně uzavírací vrstvy, odvodnění a odplynění. Následně byla navržena sadovnická rekultivace, při které měla být plocha osázena vhodnými rostlinami.

V současné době je rekultivace skládek odpadů stále aktuálním tématem a mnoho zemí, včetně České republiky, se snaží najít efektivní a ekologické řešení pro zpracování odpadů a rekultivaci skládek. Tato bakalářská práce může přispět k širšímu povědomí o této problematice a také sloužit jako zdroj informací pro další výzkum v této oblasti.

## 9. Zdroje

### Odborné zdroje

Altmann V., Růžička M., 1996: Technologie a technika skládkového hospodářství. Vysoká škola báňská – Technická univerzita, Ostrava, 82 s. ISBN 80-7078-355-9.

Dirner V., 1997: Ochrana životního prostředí. MŽP, Ostrava, 333 s. ISBN-80-7078 490-3.

Doskočilová A., Dostálová H., Chládek M., Svitavský M., Šimíček V., 2013: Biomasa pro energii. Střední průmyslová škola strojní a stavební, Tábor, 84 s.

Filip J., Božek F., Kotovicová J., 2003: Komunální odpad a skládkování. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 121 s. ISBN 80-7157-712-X.

GEOtest, a.s., 2019: Praha – Ďáblice, skládka: Analýza rizik. GEOtest, a.s., Brno, 50 s.

Havlice M., Vacek J., 2007: Měření skládkového plynu. Odpady 1, 14.

Haynes R.J., 2009: Reclamation and revegetation of fly ash disposal sites – Challenges and research needs. *Journal of Environmental Management* 90, 43-53.

Hester R. E., Harrison R. M., 1997: Contaminated Land and its Reclamation. The Royal Society of Chemistry, Cambridge, 164 s. ISBN 0-85404-230-.

Jurnik A., 1994: Ekologické skládky domovního a průmyslového odpadu. Alda, Olomouc, 179 s. ISBN 80-856-32-3.

Kim K.D., Lee E.J., 2005a: Potential tree species for use in the restoration of unsanitary landfills. *Environmental Management* 36, 1-14.

Kim K.D., Lee E.J., 2005b: Soil seed bank of the waste landfills in South Korea. *Plant and Soil* 271, 109-121.

Knaebel K., Reinhold H., 2003: Landfill Gas: From Rubbish to Resource. *Adsorption* 9, 87-94.

Kostopoulou P., Karagiannidis A., Rakimbei P., Tsiouvaras K., 2010: Simulating the water balance in an old non-engineered landfill for optimizing plant cover establishment in an arid environment. *Desalination* 250, 373-377.



Kryl V., Fröhlich E., Sixta J., 2002: Zahlazení hornické činnosti a rekultivace. VŠB – Technická univerzita, Ostrava, 79 s. ISBN 80-248-0111-6.

Kuraš M., 2008: Odpadové hospodářství. Vodní zdroje Ekomonitor spol. s.r.o., Chrudim, 143 s. ISBN 978-80-86832-34-0.

Kuraš, M., 1994: Odpady, jejich využití a zneškodňování. Český ekologický ústav, Praha, 241 s. ISBN 80-85087-32-4.

Schiopu A., Gavrilesco M., 2010: Options for the Treatment and Management of Municipal Landfill Leachate: Common and Specific Issues. Clean Soil Air Water 38, 1101-1110.

Sklenička P., 2003: Základy krajinné ekologie. Naděžda Skleničková, Praha, 321 s. ISBN 80-903206-1-9.

Štěpánek S., 2001: Odplyňování skládek odpadu: Historický přehled. Odpady 6, 10.

Štýs S., 1990: Rekultivace území devastovaných těžbou nerostů. MŽP, Praha, 186 s. ISBN 80-85087-10-3.

Štýs S., 1992: Proměny měsíční krajiny. Bílý slon, Praha, 256 s. ISBN 80-901291-0-2.

Tripathi N., Singh R. S., Hills C. D., 2016.: Reclamation of Mine-Impacted Land for Ecosystem Recovery. Wiley-Blackwell, Chichester, West Sussex, 232 s. ISBN 978-1-119-05790-1.

U.S. EPA, 1998: Illegal Dumping Prevention Guidebook. U.S. EPA, Chicago, 30 s.

Víšek L., 1993: Řízené skládkování tuhých domovních odpadů. AZ KORT, Liberec. 49 s.

Zhang X., Chen L., Li Q., Qi X., Yang S., 2012: Increase in soil nutrients in intensively managed cash-crop agricultural ecosystems in the Guanting Reservoir catchment, Beijing, China. Geoderma 193-194, 102-108.

## Internetové zdroje

Bartáčková, L., 2010: Atlas zařízení pro nakládání s odpady. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha, 43 s. (online) [cit. 2022.02.10], dostupné z: <[https://www.ceho.cz/files/pdf/skladky\\_odpadu/atlas\\_odpady\\_1.pdf](https://www.ceho.cz/files/pdf/skladky_odpadu/atlas_odpady_1.pdf)>.

FCC Česká republika, s.r.o., © 2023: Provozovna Ďáblice (online) [cit. 2023.03.07] <<https://www.fcc-group.eu/ceska-republika/provozovny/fcc-ceska-republika-s-r-o-provozovna-dablice>>.

Koloděje, © 2023: Historie Koloděj (online) [cit. 2023.03.07], dostupné z: <<https://www.praha-kolodeje.cz/historie-kolodej/ds-1017>>.

Městská část Praha – Ďáblice, 2019: Vyjádření městské části Ďáblice k záměru: Skládka odpadů Ďáblice, Využití volné kapacity v prostoru 1. etapy skládky, k.ú. Ďáblice (online) [cit. 2023.03.18], dostupné z: <[https://dablice.cz/sites/default/files/zivotniprostredi/vyjadrenimcdablicezamerpha1070\\_0.pdf](https://dablice.cz/sites/default/files/zivotniprostredi/vyjadrenimcdablicezamerpha1070_0.pdf)>.

Městská část Praha – Ďáblice, © 2023: Skládka Ďáblice (online) [cit. 2023.02.14], dostupné z: <https://dablice.cz/skladka-dablice>>.

Mikulová, V., 2005: Podmínky uzavírání a rekultivace skládek odpadů. PLANETA 10, 16-20. ISSN 1213-3393. (online) [cit. 2022.02.11], dostupné z: <[https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/4FC51349D2271EF2C12570A5001EE921/\\$file/planeta\\_10korektura2.pdf](https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/4FC51349D2271EF2C12570A5001EE921/$file/planeta_10korektura2.pdf)>.

MŽP, 2019: Metodický materiál k dopadům změn technických norem v odpadovém hospodářství na integrovaná povolení skládek. Ministerstvo životního prostředí ČR, Praha, 34 s. (online) [cit. 2022.02.12], dostupné z: <[https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/xsp/.ibmmodes/domino/OpenAttachment/ippc/ippc4.nsf/791496315A5B1135C1258462002FD4D8/files/2019\\_06\\_26%20Metodika%20normy%20u%20skl%C3%A1dek.pdf](https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/xsp/.ibmmodes/domino/OpenAttachment/ippc/ippc4.nsf/791496315A5B1135C1258462002FD4D8/files/2019_06_26%20Metodika%20normy%20u%20skl%C3%A1dek.pdf)>.

Smolík D., Dirner V., 2003: Výukový program Environmentálního vzdělávání Evropského sociálního fondu v ČR, modul 7: Význam rekultivace jako proces obnovy narušené biosféry. (online) [cit. 2022.12.11], dostupné z: <<https://www.hgf.vsb.cz/export/sites/hgf/546/.content/galerie-souboru/Studijni-materialy/EV-modul7.pdf>>.

Váňa J., 1993: Skripta z předmětu ekologie a ekotechnika. Biom, Praha. (online) [cit. 2022. 12.11], dostupné z: <<http://czbiom.fortunecity.ws/c/en/jv/pr10.html>>.

## **Projektové dokumentace**

Sedláček J., 2011a: Skládka S-OO Ďáblice – Uzavření a rekultivace skládky, plocha – Průvodní a souhrnná zpráva. .A.S.A. spol. s r.o., Brno, 5 s. "nepublikováno".

Sedláček J., 2011b: Skládka S-OO Ďáblice – Uzavření a rekultivace skládky, plocha X – Technická zpráva. .A.S.A. spol. s r.o., Brno, 14 s. "nepublikováno".

## **Legislativní zdroje**

Zákon č. 238/1991 Sb., o odpadech.

Zákon č. 125/1997 Sb., o odpadech.

Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech, v platném znění.

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

Vyhláška č. 61/2010 Sb., kterou se mění 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, ve znění vyhlášky č. 341/2008 Sb., a vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, ve znění pozdějších předpisů.

ČSN 83 8030: Skládkování odpadů – Základní podmínky pro navrhování, výstavbu a provoz skládek. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2018. 15 s.

ČSN 83 8033: Skládkování odpadů – Nakládání s průsakovými vodami ze skládek. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2018. 10 s.

ČSN 83 8035: Skládkování odpadů – Uzavírání a rekultivace skládek. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2018. 15 s.

## 10. Seznam obrázků

Obrázek 1: Pohled ze skládky směrem na Ďáblice (foceno autorkou pomocí dronu)

Obrázek 2: Letecký pohled na skládku v současnosti (Google Earth © 2021) (online) [cit. 2023.02.20], dostupné z: <<https://www.google.cz/intl/cs/earth/>>

Obrázek 3: Pohled na těleso skládky z jižní strany (foceno autorkou pomocí dronu)

Obrázek 4: Koordinační situace stavby (.A.S.A. spol. s r.o., 2011: Příloha č. C.01 k technické zprávě Skládka S-OO Ďáblice – Uzavření a rekultivace skládky, plocha X, "nepublikováno")

Obrázek 5: Plocha X skládky Ďáblice (foceno autorkou pomocí dronu)

Obrázek 6: Situace plynové drenáže a zasakovacích šachet (.A.S.A. spol. s r.o., 2011: Příloha č. F.01.02 k technické zprávě Skládka S-OO Ďáblice – Uzavření a rekultivace skládky, plocha X, "nepublikováno")

Obrázek 7: Vzorový řez patou skládky 1 (.A.S.A. spol. s r.o., 2011: Příloha č. F.01.07 k technické zprávě Skládka S-OO Ďáblice – Uzavření a rekultivace skládky, plocha X, "nepublikováno")

Obrázek 8: Vzorový řez patou skládky 2 (.A.S.A. spol. s r.o., 2011: Příloha č. F.01.08 k technické zprávě Skládka S-OO Ďáblice – Uzavření a rekultivace skládky, plocha X, "nepublikováno")

Obrázek 9: Vzorový řez vrchlíkem skládky (.A.S.A. spol. s r.o., 2011: Příloha č. F.01.09 k technické zprávě Skládka S-OO Ďáblice – Uzavření a rekultivace skládky, plocha X, "nepublikováno")

Obrázek 10: Zakončení jímací studny bioplynu (.A.S.A. spol. s r.o., 2011: Příloha č. F.02.02 k technické zprávě Skládka S-OO Ďáblice – Uzavření a rekultivace skládky, plocha X, "nepublikováno")

Obrázek 11: Potrubí horního odtahu PE-HD D90, 160 a jímací studny bioplynu (foceno autorkou pomocí dronu)

Obrázek 12: Situace sadových úprav (.A.S.A. spol. s r.o., 2011: Příloha č. F.03.01 k technické zprávě Skládka S-OO Ďáblice – Uzavření a rekultivace skládky, plocha X, "nepublikováno")

Obrázek 13: Pohled na jižní část plochy X (foceno autorkou pomocí dronu)

Obrázek 14: Pohled na severní část plochy X (foceno autorkou pomocí dronu)

Obrázek 15: Tvar skládky po provedení rekultivace (.A.S.A. spol. s r.o., 2011: Příloha č. F.01.01 k technické zprávě Skládka S-OO Ďáblice – Uzavření a rekultivace skládky, plocha X, "nepublikováno")

Obrázek 16: Situace vyztužení zeminové vrstvy (.A.S.A. spol. s r.o., 2011: Příloha č. F.01.03 k technické zprávě Skládka S-OO Ďáblice – Uzavření a rekultivace skládky, plocha X, "nepublikováno")

## **11. Seznam tabulek**

Tabulka 1: Požadavky pro výstavbu minerálního těsnění Sedláček J., 2011b: Skládka S-OO Ďáblice – Uzavření a rekultivace skládky, plocha X – Technická zpráva. .A.S.A. spol. s r.o., Brno, 14 s. "nepublikováno".

Tabulka 2: Navržená druhová skladba skupin dřevin Sedláček J., 2011b: Skládka S-OO Ďáblice – Uzavření a rekultivace skládky, plocha X – Technická zpráva. .A.S.A. spol. s r.o., Brno, 14 s. "nepublikováno".

## **12. Seznam příloh**

Příloha 1: Pohled na jímky vod, haly, manipulační plochy a provozní budovu skládky (foceno autorkou pomocí dronu)

Příloha 2: Pohled na skládku z východní strany (foceno autorkou pomocí dronu)

Příloha 3: Pohled na západní část skládky ze severní strany (foceno autorkou pomocí dronu)

Příloha 4: Pohled na východní část skládky ze severní strany (foceno autorkou pomocí dronu)

Příloha 5: Pohled na skládku z východní strany (foceno autorkou pomocí dronu)

Příloha 6: Pohled na západní část skládky z jižní strany (foceno autorkou pomocí dronu)

Příloha 7: Pohled na nezrekultivovanou část skládky (foceno autorkou pomocí dronu)

Příloha 8: Nezrekultivovaná část skládky (foceno autorkou pomocí dronu)

Příloha 9: Kontejnery a popelnice na různé druhy odpadu (foceno autorkou pomocí dronu)

## 13. Přílohy



Příloha 1: Pohled na jímky vod, haly, manipulační plochy a provozní budovu skládky (foceno autorkou pomocí dronu)



Příloha 2: Pohled na skládku z východní strany (foceno autorkou pomocí dronu)



Příloha 3: Pohled na západní část skládky ze severní strany (foceno autorkou pomocí dronu)



Příloha 4: Pohled na východní část skládky ze severní strany (foceno autorkou pomocí dronu)





Příloha 5: Pohled na skládku z východní strany (foceno autorkou pomocí dronu)



Příloha 6: Pohled na západní část skládky z jižní strany (foceno autorkou pomocí dronu)



Příloha 7: Pohled na nezrekultivovanou část skládky (foceno autorkou pomocí dronu)



Příloha 8: Nezrekultivovaná část skládky (foceno autorkou pomocí dronu)



Příloha 9: Kontejnery a popelnice na různé druhy odpadu (foceno autorkou pomocí dronu)