ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Katedra biotechnických úprav krajiny

Diplomová práce

Rekultivace skládky odpadů v obci Měcholupy

Reclamation of waste dumps in Měcholupy

Vedoucí práce

doc. Ing. Jakub Štibinger, CSc.

Diplomant

Bc. Jan Müller

Praha 2018

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Jakuba Štibingera, CSc. a že jsem uvedl všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpal.

Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

V Praze 18.4.2018 ……

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu mé diplomové práce doc. Ing. Jakubovi Štibingerovi, CSc. za odborné vedení a vstřícný přístup během zpracování diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat všem, kteří mi byli během vzniku práce jakkoli nápomocni.

V Praze 18.4.2018 ……

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jan Müller

Voda v krajině

Název práce

Rekultivace skládky odpadů v obci Měcholupy

Název anglicky

Reclamation of waste dumps in Měcholupy

Cíle práce

Cílem práce je popsat a navrhnout rekultivaci skládky odpadů s ohledem na začlenění do prostředí a zamezení poškození životního prostředí uloženým odpadem.

Metodika

1. Odpadové hospodářství a nakládání s odpady
2. Skládkování odpadů
3. Rizika skládek odpadů
4. Zabezpečení skládek
5. Uzavírání a rekultivace
6. Popis území
7. Návrh rekultivace
8. Výpočty, výkresy
9. Fotodokumentace

Doporučený rozsah práce

40 – 70 stran + grafy a tabulky

Klíčová slova

skládka odpadů, drenážní systém, uzavření a rekultivace

Doporučené zdroje informací

ČSN 83 30 35 Uzavírání a rekultivace skládek odpadů

FILIP, Jiří, Jana KOTOVICOVÁ a František BOŽEK, 2003: Komunální odpad a skládkování. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita

MALÝ, Josef a Jan ŠÁLEK, 2002: Vodní hospodářství skládek domovního odpadu a čištění průsakových vod, Brno: CERM

VANÍČEK, Ivan, 2002: Sanace skládek, starých ekologických zátěží. Praha: Vydavatelství ČVUT

Zákon 185/2001 Sb.

Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – FŽP

Vedoucí práce

doc. Ing. Jakub Štibinger, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra biotechnických úprav krajiny

Konzultant

ing Purnoch

Elektronicky schváleno dne 29. 3. 2018

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 29. 3. 2018

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 16. 04. 2018

Abstrakt

V první části práce je formou rešerše rozebrána problematika spojená s odpadovým hospodářstvím, nakládáním s odpady, a to zvláště s komunálními odpady z domácností. Část zabývající se nakládáním s odpady je zaměřena převážně na likvidaci a ukládání komunálního odpadu na skládkách tuhých komunálních odpadů. Je zde rozebrána a popsána problematika skládek tuhých komunálních odpadů se zaměřením na ochranu životního prostředí v blízkosti skládek. Jsou zde nastíněny procesy probíhající ve skládkách, které mohou vést k poškození životního prostředí a případně i lidského zdraví.

Druhá část diplomové práce se zabývá projektem na likvidaci staré ekologické zátěže v podobě černé skládky odpadů. Tento projekt je zpracován pro skládku nacházející se v katastrálním území obce Měcholupy, ležící v okrese Louny. Je zde proveden podrobný popis území se zaměřením na přírodní podmínky, geologii, pedologii a klimatu. Dále je v této části zpracován samotný projekt na zmírnění dopadů černé skládky na životní prostředí a rekultivace celého území. Součástí práce jsou fotografie zachycující současný stav a výkresy drenážních systémů.

Klíčová slova: skládka odpadů, drenážní systém, uzavření a rekultivace

Summary

In the first part of the thesis, the question of waste management, especially municipal waste from households, is analyzed in the form of research. The waste management part is mainly focused on the disposal and storing of municipal waste at municipal solid waste lan dfills. The issue of landfills for solid municipal waste with a view to environmental protection in the vicinity of landfills is discussed and described here. There are outlined the processes taking place in the landfills, which can lead to damage to the environment and human health.

The second part of the diploma thesis deals with the project for the disposal of old ecological burdens in the form of a illegal waste landfill. This project is prepared for a landfill located in the cadastral area of the village of Měcholupy, located in the Louny district. There is a detailed description of the territory with a focus on natural conditions, geology, pedology and climate. In addition, the project itself is designed to mitigate the impact of the illegal dumps on the environment and to reclaim the entire territory. The work includes photographs capturing the current state and drawings of drainage systems.

Keywords: landfill, drainage system, closure and reclamation

Obsah

1 Úvod 1
2 Cíle práce 2
3 Odpadové hospodářství 3
3.1 Nakládání s odpady 3
3.1.1 Komunální odpad 3
3.1.2 Způsoby nakládání s komunálním odpadem 5
4 Skládkování odpadů 6
4.1 Skládky odpadu 7
4.2 Rizika skládek tuhého komunálního odpadu 10
4.2.1 Průsakové vody 10
4.2.2 Nakládání s průsakovými vodami 12
4.2.3 Skládkový plyn 14
4.3 Těsnění skládek 15
4.3.1 Těsnění ze zemin 16
4.3.2 Fóliové těsnění 17
4.3.3 Ostatní druhy těsnění 18
4.4 Odvodnění skládek – drenážní systém 19
4.4.1 Plošný drén 19
4.4.2 Sběrný a svodný drén 20
4.5 Monitoring skládek 20
4.6 Uzavírání skládek 21
5 Rekultivace 24
5.1 Technická rekultivace 24
5.2 Biologická rekultivace 25
5.2.1 Lesnická rekultivace 26
5.2.2 Zemědělská rekultivace 27
5.2.3 Sadovnická rekultivace 27
5.2.4 Přírodní sukcese 27
5.2.5 Ostatní typy rekultivací 28
6 Popis území 29
6.1.1 Klimatické poměry 30
6.1.2 Geologické a pedologické poměry 31
6.1.3 Hydrologické poměry 33

6.1.4 Flora a fauna ... 33
6.1.5 Území skládky ... 34
6.1.6 Nakládání s odpady v obci ... 34
6.1.7 Současný stav skládky ... 34
7 Návrh rekultivace ... 36
7.1 Příprava území ... 36
7.2 Odplyňovací systém ... 37
7.3 Těsnící systém ... 38
7.4 Drenážní systém ... 38
7.4.1 Plošný drén ... 38
7.4.2 Svodný drén ... 40
7.5 Návrh rekultivace ... 42
7.5.1 Zemědělská rekultivace ... 42
7.5.2 Lesnická rekultivace ... 43
7.5.3 Následná péče a monitoring skládky ... 44
8 Diskuze ... 45
9 Závěr ... 46
10 Literatura ... 47
11 Seznam obrázků a tabulek ... 50
12 Přílohy ... 51

1 Úvod

Jedním z nejdiskutovanějších témat v oblasti hospodaření s odpady je jeho skládkování. S tím, jak dochází k neustálému zvyšování životních potřeb obyvatel, jde ruku v ruce i zvyšující se množství odpadů. Odpadů i skládek stále přibývá a ať chceme nebo ne, skládkování odpadů zůstává stále nejdostupnějším, nejrozšířenějším a nejlevnějším způsobem zneškodňování odpadů. Existují odpady, které se dokáží rozložit za velmi krátkou dobu, na druhou stranu jsou zde i odpady, které v nezměněné formě přetrvávají desítky let. I přesto že se jedná o nejlevnější způsob zneškodňování odpadů, je většina doposud provozovaných skládek nevhodně konstruována, což může v důsledku vést ke kontaminaci podloží skládky a jejího okolí. Mnohdy je za vrchol zabezpečení považováno pouhé oplocení areálu, které má zabránit nežádoucímu ukládání odpadů.

Názory na způsoby zneškodňování odpadů nejsou dosud jednotné a jsou prosazována rozdílná řešení zneškodňování. Mezi ta nejčastější patří skládkování, kompostování, spalování a využívání druhotných surovin. Každý z uvedených způsobů nakládání s odpady má své výhody i nevýhody. Skládkování se však v tuto chvíli mezi ostatními jeví jako konečný způsob při zneškodňování odpadů (Altman, Růžička, 1996).

I přes to, že skládkování je konečný proces v cestě odpadu, o území, kde je skládka zbudována, to nikdy platit nesmí. Proto se při naplnění kapacit skládek tuhých komunálních odpadů přistupuje k jejich uzavírání a rekultivaci poškozeného území. Tyto procesy se řídí přesnými pravidly a pokyny, které jsou-li všechny řádně splněny je možné území, které bylo skládkováním značně zdevastováno, opět začlenit do krajiny a plnohodnotně využívat. Tyto náročné procesy obnovy krajiny jsou však pro zachování kvalitního a stabilního životního prostředí velmi důležité.

Tato diplomová práce se zabývá návrhem uzavření a rekultivace skládky odpadů v katastru severočeské obce Měcholupy. Avšak v tomto případě jsou tyto procesy o to složitější, že se jedná o černou skládku odpadů, kam bylo v průběhu několika desetiletí bez jakékoliv kontroly vyváženo velké množství, v mnohých případech i nebezpečných odpadů.

2 Cíle práce

Cílem práce je dle české a zahraniční literatury popsat poznatky týkající se odpadového hospodářství, odpadů a nakládání s nimi. Řešeršní část diplomové práce bude zaměřena na poznatky týkající se technických záležitostí skládek komunálních odpadů. Tato část bude zaměřena převážně na těsnění skládek TKO, systémy odvodu plynů, vody a nakládání s nimi. Dále na uzavírání skládek a rekultivace poškozených území skládkovou činností.

Ze zjištěných poznatků bude vypracován projekt revitalizace území černé skládky odpadů. Tato část bude obsahovat popis území skládky a nejbližšího okolí. Výstupem práce bude projekt zaměřený na zamezení průniků povrchových vod do tělesa skládky a následná rekultivace území.

3 Odpadové hospodářství

Termín odpadové hospodářství se dá chápat jako řada opatření v řetězci nakládání a likvidace odpadů vzniklých v domácnostech, živnostenských a průmyslových závodech či veřejných zařízeních (Jurnik, 1994). Odpadové hospodářství je neodmyslitelně spjaté s lidskou činností a hmotnými potřebami lidstva, které stále rostou, což v konečném důsledku vede ke zhoršování životního prostředí. Toto odvětví zahrnuje všechny stupně výroby (výrobní odpady) ale i spotřeby (spotřební odpady), tudíž od těžby surovin a jejich zpracování, přes výrobu, dopravu, spotřebu až po následné využití nebo zneškodnění výrobků, které se již staly odpady.

Primárním úkolem odpadového hospodářství je však především předcházet a zamezovat vzniku odpadů, a to především těch nebezpečných. V případě, že již došlo ke vzniku odpadu, je primárním úkolem odpadového hospodářství využít tento vzniklý odpad jako druhotnou surovinu a teprve poté přistoupit k jeho odstraňování. Jedná se tedy o multidisciplinární obor, který pro prevenci vzniku odpadu, jeho zpětného využití či odstranění využívá mnohé chemické, biologické nebo fyzikální technologie (Filip, 2002).

Základními oblastmi, kterými je nutno se zabývat při koncepci odpadového hospodářství jsou:

1) omezování zbytečného vzniku odpadů
2) rozvoj bezodpadových, respektive maloodpadových technologií
3) využívání odpadů a jejich úprava na druhotné suroviny, náhrada neobnovitelných zdrojů surovin
4) koordinované zacházení s využitelnými odpady a jejich zneškodňování
5) omezování zátěže životního prostředí tuhými odpady a kaly
6) omezení vlivu starých skládek jako zátěže životního prostředí
7) omezení vlivu starých zátěží na dalším poškozování životního prostředí (Kreníková, 1999)

3.1 Nakládání s odpady

3.1.1 Komunální odpad

Definice komunálního odpadu v zákoně číslo 185/2001 Sb.,§ 4, odst. b udává: „*Komunální odpad je veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti fyzických*

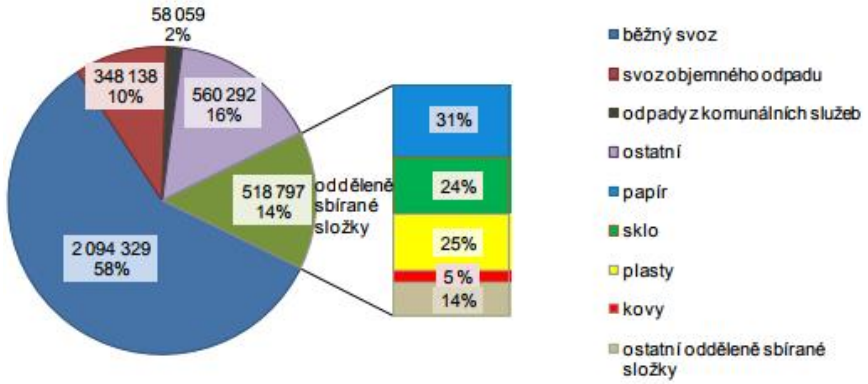
osob pro kterou nejsou právními předpisy stanovena zvláštní pravidla nebo omezení, s výjimkou odpadů vznikajících u právnických osob nebo fyzických osob oprávněných k podnikání. Komunální odpad je také odpad vznikající při čištění veřejných komunikací a prostranství, při údržbě veřejné zeleně včetně hřbitovů.“

Přestože se na vzniku komunálního odpadu podílejí fyzické osoby, je legislativou z roku 1991 jako původce komunálního odpadu určena obec, která proto musí plnit zákonné povinnosti původců odpadů stanovené § 16 zákona o odpadech. Zároveň z tohoto vyplívá, že do komunálního odpadu nespadá odpad, u kterého je znám jeho původce. Tímto odpadem se rozumí odpad z komunálního hospodářství, spaloven, demolic, dopravy, topenišť kotelen a výtopen apod. (Filip, 2006).

Komunální odpad je z hlediska fyzikálně-chemických vlastností velice různorodý materiál, jehož složení záleží na mnoha faktorech, jako je druh zástavby obcí, životní styl obyvatel či způsob vytápění. Jeho složení je typické proměnlivým složením jak množství, tak kvalitou a nestejnorodostí odpadu. U skladby komunálního odpadu dochází v posledních letech ke změnám nejen vlivem soustředěné zástavby, ale i přeměnou vytápění v obcích (plyn, elektrická energie, tepelná čerpadla). K největšímu kolísání dochází zejména u množství spalitelných látek a popela. Nezanedbatelný podíl na změně složení komunálního odpadu má také vetší disciplinovanost při třídění odpadů jako jsou papír, plasty, sklo, kovy a biologicky rozložitelné odpady. Komunální odpad se vyznačuje nestabilitou, schopností zahnívání a vylučování nepříjemných pachových emisí z organické frakce odpadu, a to jak v místě vzniku, tak i v místě shromažďování, zpracování nebo zneškodnění (Hlavatá, 2004).

Dle údajů Českého statistického úřadu bylo v roce 2016 v České republice vyprodukováno 3,6 mil. tun komunálního odpadu. Oproti roku 2015 se produkce komunálních odpadů zvýšila o 7,3 % a v přepočtu na jednoho obyvatele činila 339 kg. Jak ukazuje obrázek číslo 1, z celkově vyprodukovaného množství komunálních odpadů pocházela většina odpadů (58 %) z běžného svozu (odpad z popelnic, kontejnerů nebo svozových pytlů). 10 % komunálních odpadů tvořil objemný odpad (koberce, nábytek apod.), 16 % tvořil ostatní komunální odpad (např. odpadní zemina a kameny, odpad z údržby zeleně, biologicky nerozložitelný odpad). Pouhá 2 % připadají na odpady z komunálních služeb (odpady z čištění ulic, odpadkové koše).

Tříděný odpad činil 14 % produkce komunálních odpadů, tj. odděleně sbírané složky (papír, sklo, plast, kovy). Největší podíl odděleně sbíraných složek tvořil papír 31 %, dále sklo 24 %, plasty 25 % a kovy 5 % (czso.cz).



Obr. 1 Skladba odpadu v roce 2016 (czso.cz)

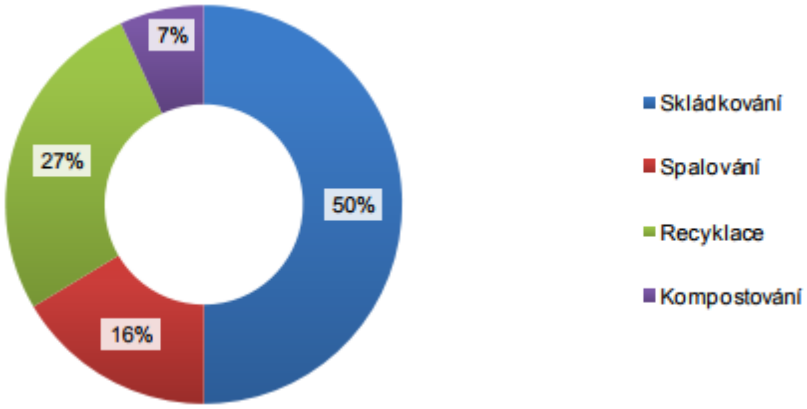
3.1.2 Způsoby nakládání s komunálním odpadem

V současnosti existuje mnoho způsobů, jak nakládat s komunálními odpady, a to hlavně z důvodu neustálého rozšiřování typů odpadů. Primární vodítko, jak nakládat s odpady by měl dát samotný typ odpadu dle zařazení do katalogu odpadů. Odpad může být buďto využit nebo odstraněn. K nejpoužívanějším metodám při využívání odpadů patří spalování za vzniku energie a recyklace. U odstraňování je to především skládkování a kompostování (vyhl. č. 351/2008 Sb.)

V oblasti nakládání s odpady by měla politika státu vycházet z toho, že odpad je surovina nebo je možné z něj surovinu získat. Jak uvádí Kreníková (1999) přístup k nakládání s odpady je možné shrnout do následujících zásad:

1) Předcházení vzniku odpadů, s důrazem na minimalizaci vzniku nebezpečných odpadů
2) Recyklace a opětovné využívání odpadů, jejichž vzniku se nepodařilo předejít
3) Oddělené shromažďování různých druhů odpadů a jejich bezpečná přeprava
4) Zneškodňování nevyužitelných podílů odpadů tak, aby nepoškozovaly životní prostředí a nezpůsobovaly nově nadměrné zatížení území a ekologickou újmu
5) Bezpečné ukládání nevyužitelných odpadů, u nebezpečných odpadů až po úpravě na materiály blízké přírodě
6) Integrované pojetí nakládání s odpady zahrnující materiálové toky tuhých, kapalných a plynných odpadů

Na obrázku číslo 2 můžeme vidět nejčastější způsoby nakládání s odpady. Ze statistiky vyplívá, že největší část odpadu je odstraněna skládkováním, což je však nejméně výhodný způsob odstranění odpadů, z důvodu možného ekologického poškození prostředí a nulového ekonomického využití. Z grafu je však patrné, že i přes tyto nevýhody skládkování je v ČR tímto způsobem stále odstraňováno 50 % komunálního odpadu (czso.cz).



Obr. 2 Způsoby nakládání s komunálními odpady v roce 2016 (czso.cz)

v t

	Celkem	v tom odpady		index 2016/2015
		nebezpečný	ostatní	
Nakládání s odpady celkem	**34 484 528**	**1 545 108**	**32 939 420**	**100,8**
z toho:				
využívání celkem	**19 028 051**	**419 235**	**18 608 817**	**100,0**
v tom:				
využití jako paliva nebo jiným způsobem k výrobě energie	1 032 496	30 402	1 002 095	97,7
zasypávání	6 651 755	140 796	6 510 960	97,0
využití odpadů (kromě energetického využití)	11 343 800	248 038	11 095 762	102,1
z toho:				
recyklace	8 375 039	92 422	8 282 617	108,0
kompostování	477 629	-	477 629	134,2
odstraňování celkem	**3 885 423**	**110 253**	**3 775 170**	**107,7**
z toho:				
skládkování	3 800 384	33 205	3 767 179	108,0
spalování na pevnině	80 979	77 047	3 932	99,8

Obr. 3 Způsoby nakládání s odpady v roce 2016 (czso.cz)

4 Skládkování odpadů

Skládkováním se rozumí trvalé uložení odpadu na k tomu určené místo, a tedy o trvalé odstranění odpadu bez jeho dalšího využití (Juchelková et al., 1996). Na rozdíl

od skladování odpadů, které je v zákoně o odpadech definováno jako: „*přechodné soustřeďování odpadů v zařízení k tomu určeném po dobu nejvýše 3 let před jejich využitím nebo 1 roku před jejich odstraněním.“* S technickým rozvojem lidské civilizace jde ruku v ruce také vysoká produkce odpadů, která se stává celosvětovým problémem. I přesto, že se přijímá zásada předcházet vzniku odpadů nebo již vzniklý odpad využít či recyklovat, je stále vysoké množství odpadu odstraňováno bez ekonomického využití (Filip a kol., 2003). Nejstarším a dodnes nejrozšířenějším způsobem odstraňování odpadů je skládkování. I přes to, že se do budoucna počítá s poklesem skládkovaných odpadů, a tudíž s větším využíváním jiných metod odstraňování, bude se jisté procento odpadů i na nadále ukládat na skládkách (Altman, 1996). V ČR bylo dle ČSU v roce 2016 uloženo na skládky 50 % vyprodukovaného odpadu, což je 1,8 mil. tun odpadu. Například v USA tvoří skládkovaný odpad 65 % produkce, v Itálii, Řecku a Irsku více než 90 %, a ve Švýcarsku přibližně 15 % (Juchelková et al., 1996).

Důvodem takového rozšíření skládkování je jednoduchost postupu, využívání jednoduché techniky, nižší náklady a krátkodobá hospodářská výhodnost. Je však na uvážení, zda nebezpečnost skládek nepřevyšuje její výhody. Teoretická hrozba skládek spočívá v jejich negativním vlivu na životní prostředí. Mezi největší problémy patří průsakové skládkové vody, úniky skleníkových plynů (například metan) vzniklé při rozkladných procesech, prašnost, zápach, nebezpečí požáru či emise mikroorganismů. I po ukončení provozu skládky přetrvává nebezpečí kontaminace životního prostředí, neboť v tělese skládky stále probíhají biochemické procesy (Filip a kol., 2003).

4.1 Skládky odpadu

Jediným zařízením pro trvalé ukládání odpadu, které vyhovuje zásadám ochrany životního prostředí, je řízená skládka. Řízená skládka je technické zařízení určené k ukládání odpadů za přesně daných provozních a technických podmínek a při průběžné kontrole jejich vlivu na životní prostředí. Všechny řízené skládky komunálních odpadů musí být vybaveny:

- zařízením na zhutňování odpadu
- těsnícím systémem
- drenážním systémem

- zařízením na jímání skládkového plynu (Kuraš, 1993)

Zákon o odpadech 185/2001 Sb. dále uvádí, že skládkou odpadu je zařízení zřízené v souladu se zvláštním právním předpisem (Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů) a provozované ve třech na sebe bezprostředně navazujících fázích provozu, včetně zařízení provozovaného původcem odpadů za účelem odstraňování vlastních odpadů a zařízení určeného pro skladování odpadů

- první fází provozu skládky - provozování zařízení k odstraňování odpadů jejich ukládáním na nebo pod úrovní terénu,
- druhou fází provozu skládky - provozování zařízení k případnému využívání odpadů při uzavírání a rekultivaci skládky,
- třetí fází provozu skládky - provozování zařízení neurčeného k nakládání s odpady za účelem zajištění následné péče o skládku po jejím uzavření

Skládky jako technická zařízení musí respektovat ukládání odpadů z několika hledisek. Nejčastěji jsou skládky umisťovány mimo hustě osídlená území a pro jejich budování se využívají plochy neplodné nebo zdevastované. Výhodnými místy pro umístění skládky jsou polohy na rozvodnici povrchových vod a lokality o nižších srážkových úhrnech. Před jejich zbudováním musí být vyhotoveny podklady jejichž rozsah a požadovaná úroveň jsou závislé na účelu zpracovávané dokumentace, druhu a skupině skládky a na potenciálním vlivu skládky na životní prostředí.

Hlavními podklady pro budování skládek jsou:

1) Výsledky hydrologického a inženýrsko-geologického průzkumu. V této studii se hodnotí stabilita území a podloží skládky, vytváří se prognóza možných následků havárie a uvádí se návrh monitorovacího systému skládky.
2) Mapové a geodetické podklady (vodohospodářská mapa v měřítku 1:50 00, účelová mapa lokality skládky v měřítku 1:1000, geologické a další tématické mapy)
3) Klimatické a hydrologické údaje, a to především srážkové úhrny na území pro predikci množství průsakových vod. Důležitou součástí jsou údaje o přívalových deštích, jejich intenzitě a periodicitě. Dále je zde uvedena průměrná rychlost a převažující směr větru.

4) Údaje o pásmech hygienické ochrany vodních zdrojů, ochranných pásmech přírodních léčivých a minerálních vod.
5) Údaje o inženýrských sítích.
6) Údaje o zvláště chráněných územích a kulturních památkách
7) Základní údaje o druhu a množství ukládaného materiálu

Vzdálenost skládek od některých objektů jako jsou trvale obydlené objekty, nemocnice či rekreační zařízení se volí nejméně 500 m, ale toto kritérium je vždy řešeno individuálně, a to především s ohledem na převažující směr větru, který by mohl k těmto objektům zanášet nepříjemné pachy.

Jako místa pro budování skládek odpadů se naprosto vylučují územní pásma hygienické ochrany 1. stupně podzemních a povrchových zdrojů pitné vody, území národních přírodních rezervací a památek, ochranná pásma telekomunikačních sítí, dálkových produktovodů a území s intenzivními svahovými pohyby (Filip, 2003)

Skládky můžeme členit dle třídy vyluhovatelnosti odpadů, kdy podle způsobu technického zabezpečení a provozování, dle kterého skládky dělíme na 3 skupiny:

- **Skupina S-inertní odpad S-IO** – ukládané odpady musí splňovat limity II. třídy vyluhovatelnosti. (nutné nepropustné geologické podloží nebo těsnění)
- **Skupina S-ostatní odpad S-OO** – splňující limity III. třídy vyluhovatelnosti (např. komunální odpad), tato skupina se dále dělí na 3 podskupiny dle obsahu organických biologicky rozložitelných látek (S-OO1, S-OO2, S-OO3)
- **Skupina S-nebezpečný odpad S-NO** – určena pro nebezpečný odpad (Kizling, 2014)

Dalším možným způsobem dělení skládek je dle vztahu k úrovní okolního terénu na:

- podúrovňové – typické příkrými svahy a nutností odčerpávat veškerou podzemní vodu
- nadúrovňové – nejčastěji budované
- podzemní
- svahové
- násypové

- kombinované (Filip, 2003)

4.2 Rizika skládek tuhého komunálního odpadu

Ukládání tuhého komunálního odpadu na skládky je relativně nejméně náročným způsobem zneškodňování odpadu, avšak je s ním spojeno mnoho problémů. Nejzávažnějšími problémy spojenými se skládkováním jsou:

- výtoky průsakových vod z tělesa skládky
- vytváření skládkového plynu v tělese skládky
- stabilita tělesa skládky u nadúrovňových skládek, sedání tělesa a splachy
- prašnost, pachy a úlet ukládaného materiálu
- větší výskyt hlodavců a ptáků využívající těleso skládky jako možný zdroj potravy
- hlučnost spojená s provozem skládky

Hlavním zdrojem průsakových vod vznikajících v tělese skládky jsou srážky. Průsakové vody mohou být potencionálním zdrojem znečištění jak podzemních (při porušení těsnění skládky), tak i povrchových vod. Primárním úkolem je průsaky co nejrychleji odvést z tělesa skládky, aby nedocházelo k přílišnému namáhání těsnícího systému. Z tohoto důvodu se na dně skládek buduje odvodňovací systém, který průsaky odvádí do sběrných, bezodtokých nádrží. Dalším problémem spojeným se srážkami jsou splachy z povrchu tělesa při extrémních srážkových jevech. Pro zachycení splachu z povrchu se kolem tělesa budují záchytné příkopy, které zachytávají splachy a zamezují jejich případnému znečistění povrchový toků a odnosu materiálu mimo těleso skládky.

4.2.1 Průsakové vody

Na složení průsakových vod mají největší vliv chemické a mikrobiální procesy probíhající ve skládce. Průsaková voda je silně nasycena chemickými a biologickými škodlivinami. Druh a množství škodlivin je závislý jak na druhu ukládaného odpadu (průmyslový odpad, organický odpad), ale také na čase, teplotě a adsorpčních vlastnostech překryvné zeminy a samotného materiálu. Výluhy ze skládek vznikají ve chvíli, kdy je překročena sorpční kapacita odpadu. Dle zjištění může 1 m^3 přijmout 100–200 l vody. Objem vody, které je odpad schopný přijmout, je závislý hlavně na stlačení odpadu (Kuraš, 1993).

Celkové množství průsakové vody je závislé na obsahu vody v samotném komunálním odpadu (pohybuje se přibližně kolem 30-35%), na množství srážek dopadajících na těleso skládky a jejich odpadu, a na tvaru a propustnosti skládky (Kuraš,1993). Přibližné množství vody prosakující skládkou je možno odvodit z celkové vodní bilance. Odvození je však složité, jelikož je velice těžké zahrnout i biologické procesy uvnitř skládky. Je to především oxidace organických látek, při které dochází ke zvýšení teploty, což může zvyšovat odpar, tvorba plynů, které snižují propustnost, nebo zhutnění materiálu, při kterém se snižuje vodní kapacita (Altman, Růžička, 1996).

Bilanční rovnice pro množství prosakující vody:

$$Vp = Vs + Vm - Opovr - Opodz - E - Vms$$

Kde: Vs - objem srážek

Vm - objem vody v odpadu přiváženém na skládku

Opovr - povrchový odtok

Opodz - podzemní odtok

E - výpar do ovzduší

Vms -množství vody poutané ve skládkovém materiálu

Množství a intenzita dešťových srážek se stanoví z ombrometrických a ombrografických studií v nejbližším okolí skládky, nebo z vlastního měření. Každá větší skládka by měla být vybavena meteorologickou stanicí vybavenou ombrometrem pro měření srážek a umožňovat měření teploty vzduchu, relativní vlhkosti vzduchu a potenciálního výparu pro rychlejší určení bilance průsakových vod.

Na množství průsakových vod vytékajících ze skládky má také velký vliv druh a stáří skládky, jelikož při začátku navážení odpadu je většina vody z nezaskládkované plochy odvedena do jímky povrchových vod. Množství vody vyteklé ze skládky se pohybuje mezi 20–80 % přivedené vody. Zbylá voda, která se na skládku dostane je zachycena v tělese skládky a spotřebována na chemické reakce, a to převážně na tvorbu skládkového plynu (Altman, Růžička, 1996).

Vyluhovacími procesy, při kterých dochází k přechodu rozpustných látek z odpadu na roztok, nebo vymýváním nerozpustných látek, je průsaková voda různě zatížena organickými a anorganickými látkami. Z tohoto důvodu se s průsakovou vodou musí nakládat jako s vodou odpadní a všechny průsakové vody ze skládky musí být odváděny do bezodtoké jímky a nesmějí být volně vypouštěny do recipientu. Bezodtoká jímka pro průsakové vody je budována mimo násypný prostor skládky, avšak v areálu skládky. Jímky jsou vystavěny většinou jako železobetonové konstrukce z vodostavebního, chemicky stálého betonu (Altman, Růžička, 1996). Dispozičně jsou jímky řešeny jako otevřené nebo uzavřené nádrže. Konstrukční řešení musí vyhovovat charakteru přitékajících průsakových vod, například pro silně zapáchající průsakovou vodu se doporučuje uzavřená nádrž, z důvodu omezení unikání pachů do okolí (ČSN 83 8033). Otevřená i uzavřená jímka musí být z důvodu bezpečnosti opatřena zábradlím. Čištění jímky a zkouška těsnosti by dle praxe mělo být prováděno jedenkrát za dva roky.

Pro návrh objemu jímky průsakových vod je rozhodující úhrn přívalových srážek z hlediska intenzity a doby opakování, plocha skládky, doba zdržení vody v tělese skládky a způsob zneškodňování průsakových vod. Objem jímky se navrhuje tak, aby pokryl patnáctiminutový déšť a na srážku 1 až 2denní, s pravděpodobností opakování jednou za sto let. Objem musí být dostatečný, aby akumuloval veškerou vodu vytékající ze skládky a nedošlo k přelití a úniku znečištěné vody do prostředí (ČSN 83 8033).

Jímka dešťových vod se buduje buď stejně jako jímka průsakových vod nebo postačí pouze zemní nádrž s foliovým těsněním. Těsnění je budováno pouze do výšky maximální hladiny a výše hladiny podléhá denní kontrole. Stejně jako u jímky průsakových vod je nutné vybudovat zábradlí kolem celé nádrže. Voda z jímky dešťových vod může být využívána pro závlahu trávníků, případně sadové úpravy v objektu skládky, mytí obslužných komunikací nebo jako požární voda. Po kontrole chemického složení může být přebytek vypuštěn do recipientu (Altman, Růžička, 1996).

4.2.2 Nakládání s průsakovými vodami

Nakládání s průsakovými vodami podléhá legislativním předpisům a je závislé na lokálních podmínkách. Nejčastěji je průsaková voda čištěna společně s městskými

odpadními vodami na čistírnách odpadních vod. Jelikož jsou skládky budovány ve větších vzdálenostech od městské zástavby, je nutné vyvážet vodu z jímek pomocí cisteren. Rizikem společného čištění splaškových a průsakových vod je vyšší obsah biologicky nerozložitelných látek v průsakových vodách, což vede ke zvýšení hodnot CHSK na odtoku z ČOV. Dalším rizikem je možný vyšší obsah těžkých kovů v dovážené vodě. Těžké kovy při čištění přecházejí do kalu, a i přestože nejsou tyto koncentrace nebezpečné z hlediska toxického působení na biologické procesy čištění, mohou způsobit problém při dodržování limitů pro těžké kovy obsažené v kalu. Tento fakt by mohl být limitujícím faktorem při využívání čistírenského kalu ke hnojení.

Průsakové vody je možné čistit i samostatně bez naředění splaškovými vodami. Z důvodu jejich různorodého složení jsou používány mnohé postupy, které jsou voleny s přihlédnutím k dané lokalitě a kvalitě vody. Procesy využívané k čištění lze rozdělit na chemické, fyzikální, fyzikálně chemické a biologické. Chemickým čištěním se nejčastěji rozumí srážecí a redoxní reakce, kterými se odstraňují nebo snižují koncentrace nežádoucích složek, jako například těžkých kovů. Při fyzikálních metodách je často využíváno aktivní uhlí, které díky svému velkému povrchu odstraňuje rezistentní organické látky (Malý, Šálek, 2002).

Jedním z biologických procesů čištění průsakových vod je čištění ve vegetačních kořenových čistírnách, které využívají samočistící procesy probíhající v mokřadním prostředí. Základním principem čištění vod v kořenových čistírnách odpadních vod (KČOV) je horizontální či vertikální průtok vody porézním substrátem osázeným mokřadními rostlinami. Průtokem vody přes substrát dochází kombinací fyzikálních, chemických a biologických procesů k čištění vody (Vymazal, 2004). Filtrační pole je ve většině případů dimenzováno tak, aby bylo zajištěno dostatečné odstranění nerozpuštěných a organických látek. Výpočet plochy filtračního pole vychází z rovnice reakce prvního řádu pro pístový tok při odstraňování BSK_5 navržené Kickuthem (Šálek, 1999):

$$\mathbf{Ah = Qd\ (ln\ C0 - ln\ Ct) / KBSK}$$

Ah = plocha filtračních polí (m^2)

Qd = průměrný průtok odpadní vody (m^3*d-1)

C0 = koncentrace BSK_5 na přítoku na filtrační pole ($mg*l^{-1}$)

Ct = požadovaná koncentrace BSK5 na odtoku ($mg*l^{-1}$)

KBSK = rychlostní konstanta ($m*d^{-1}$)

Nejčastěji používanými mokřadními rostlinami v KČOV jsou rákos obecný (*Phragmites australis*), chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*), zblochan vodní (*Glyceria maxima*) a u domovních KČOV pro zlepšení estetických vlastností také různé druhy orobinců (*Typha* spp.) (Vymazal, 2016). Největší výhodou KČOV je možnost jejich zbudování přímo v místě skládky čímž odpadá nutnost vyvážení vody cisternami. Průsakovou vodu je po přečištění možné ihned vypustit do recipientu (Vymazal, 2004).

4.2.3 Skládkový plyn

Jako skládkový plyn označujeme bioplyn, který vzniká v těle skládky jako produkt biochemického rozkladu organických látek z naváženého odpadu. Organické látky jsou nejméně stabilní částí odpadu a jejich rozklad probíhá již ve fázi svozu odpadu a pokračující až několik týdnů, což je závislé na obsahu kyslíku v odpadu. Při vyčerpávání kyslíku začnou převládat anaerobní děje nad aerobními a působením acidogenních bakteriích začne docházet k tvorbě oxidu uhličitého. Složení bioplynu je závislé na stáří skládky, složení odpadu, rychlosti jeho čerpání, vlhkosti odpadu, stupni zhutnění a na pH vodného prostředí ve skládce. Nejčastěji se skládá z methanu a oxidu uhličitého. Jako modelové složení skládkového plynu se uvažuje plyn o složení 60-75 % objemu methanu a 40-25 % obsahu oxidu uhličitého (Altman, Růžička, 1996). Množství skládkového plynu závisí na kvalitě odpadu, konfiguraci skládky, technologii ukládání odpadu a poměru celkového uhlíku k celkovému dusíku. Množství bioplynu vyprodukovaného z 1 tuny komunálního odpadu se odhaduje 100-300 m^3, z tohoto množství jsme schopní zachytit 20-70 % vyprodukovaného plynu. Největší produkce bioplynu probíhá v rozmezí 5-13 let od uzavření skládky (Kuraš, 1993).

Z energetického hlediska lze skládkový plyn označit jako obnovitelný zdroj energie. Lze ho využít jako palivo v plynových turbínách pro výrobu elektrické energie nebo jako náhražka za plyn zemní. Využití skládkového plynu pro účely výroby elektrické energie je reálné u dostatečně velkých skládek, jejichž celkový roční příjem odpadů se pohybuje kolem 100 000 tun. Pokud je na skládku dováženo dostatečné množství organické hmoty, má dobře zavedený odplyňovací systém, je zavlažována průsakovou vodou ze skládky a má instalovanou dostatečně výkonnou

kogenerační jednotku, je schopna vyrobit relativně velké množství elektrické energie. Spalování skládkového plynu spojené s výrobou elektrické energie je sice investičně náročné, ale návratnost investičních nákladů se pohybuje v rozmezí 4-5 let a je výhodné i z hlediska ochrany životního prostředí.

Není-li plyn ze skládky uměle odčerpáván, dochází k jeho volné migraci vrstvami odpadu, kde může vytvářet výbušnou směs se vzduchem. Výbušnost nebo zápalnost skládkového plynu je dána obsahem methanu ve směsi se vzduchem. Nutnost budování systému pro odvod plynů závisí na druhu odpadu ukládaného na skládku. U skládek inertních odpadů je budování tohoto systému zcela neúčelné, naproti tomu u skládek komunálního a biologicky rozložitelného odpadu je vždy nutné odplynění zbudovat (Altman, Růžička, 1996). Odplyňovací systém může být navržen jak aktivní, pasivní nebo kombinovaný. Aktivní odplyňovací systém se navrhuje v případě energetického využívání plynu nebo pro spalování. Odplyňovací systém se zpravidla sestává ze sběrné sítě plynu, svodné sítě plynu a zařízení pro odvod, využití a zneškodňování plynu. K samotnému jímání plynu v tělese skládky se používá sběrná síť plynů, která je budována jako horizontální, vertikální či kombinovaný systém. Vertikální odplyňovací drény jsou u starých skládek tvořeny vrty a u nových jímacími studnami, které jsou budovány v průběhu zakládání. Horizontální odplyňovací drény jsou dvojího typu, a to pásové a celoplošné. U starých skládek se pokládají až do vrchní vrstvy pod těsnící vrstvu, u nově zakládaných skládek se budují postupně. Při rozmisťování se postupuje tak, aby byla pravidelně pokryta celá plocha skládky. Svodná síť zajišťuje odvod plynu těleso skládky a může být budováno jako oddělené nebo společné potrubí s průsakovou vodou (ČSN 83 8034).

4.3 Těsnění skládek

Těsnění skládek je budováno pro zachycení průsakových vod, čímž poskytuje dostatečnou ochranu podzemních vod před kontaminací (Malý, Šálek, 2002). V našich podmínkách se však vyskytuje jen málo geologicky a hydrologicky příznivých lokalit, na kterých by bylo možné zřídit ekologicky bezpečnou skládku bez vybudování umělého těsnění (Altman, 1996). Primárním dělením těsnění skládek je dělení na geologické a technické. Geologickou bariérou se rozumí těsnění pouze samotnou zeminou. Samotného geologického těsnění je využito pouze u skládek typu S-IO, u skupin skládek S-OO a S-NO je nutné doplnit geologickou bariéru ještě technickým

těsněním, které je nejčastěji tvořeno plastovou fólií o příslušné tloušťce (ČSN 83 8030). Těsnící systém skládky je navrhován s přihlédnutím k celkovému uspořádání skládky, kategorii odpadů ukládaných na skládku a na přírodních podmínkách v lokalitě skládky. Těsnícím systémem se rozumí soustava vrstev těsnících materiálů, přírodních či umělých, která může být doplněna dalšími vrstvami pro zlepšení mechanické ochrany. Těsnící systém se navrhuje z takových materiálů a tak, aby byla zaručena jeho funkce a celistvost i při sedání skládky a jejího podloží, účincích vnitřních a povrchových vod. Jednotlivé vrstvy těsnícího systému, podloží, krycí vrstvy i systém jako celek musí být stabilní (ČSN 83 8032).

Důležitým faktorem při budování těsnění je také hloubka podzemní vody. Těsnění by se mělo budovat nejméně 1 m nad hladinou podzemní vody ať přirozené nebo uměle snížené pomocí drenáže.

Primárním požadavkem na použité materiály těsnění je jejich dostatečně nízká propustnost, chemická odolnost proti výluhům, schopnost snášet případné deformace podloží.

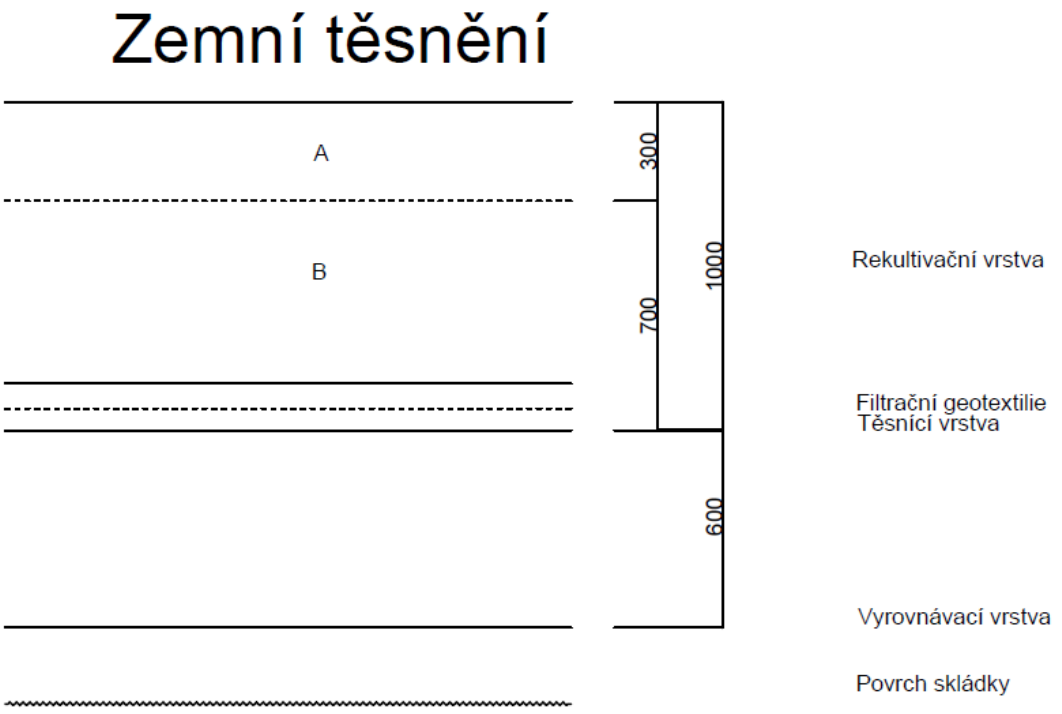
Základní dělení těsnících systémů:

1) těsnění ze zemin
2) fóliové
3) ostatní

4.3.1 Těsnění ze zemin

Použité zeminy musí mít takové fyzikální a geochemické vlastnosti, které zaručí jejich objemovou stálost při změnách vlhkosti. Zeminy, které lze použít do zemního těsnění nesmějí po zhutnění vykazovat vyšší součinitel filtrace než $k = 1*10^{-9}$ m/s. Vhodnost zemin určených do těsnících systému se posuzuje na základě laboratorních zkoušek. Pro těsnění se nejčastěji používají jemnozrnné zeminy, které jsou dle ČSN 72 1001 označeny symboly GM, MG, CL, CI, CS, ML, MI. Hlavními podmínkami pro vhodnost zemin jakožto těsnění je obsah organických látek pod 5 % hmotnosti, mez tekutosti menší než 50 % a největší velikost zrn nesmí přesahovat polovinu tloušťky vrstvy po zhutnění. V případě, že zeminy nacházející se v blízkosti skládky nevykazují tyto vlastnosti v přirozeném stavu, lze přistoupit k úpravě těchto zemin, a to přidáním jiných zemin či hmot. Je však nutné dobré promísení těchto

příměsí s původní zeminou, čímž je zajištěna homogenita podloží. Celková tloušťka zemního těsnění nesmí být po zhutnění menší než 0,5m (ČSN 83 8032).

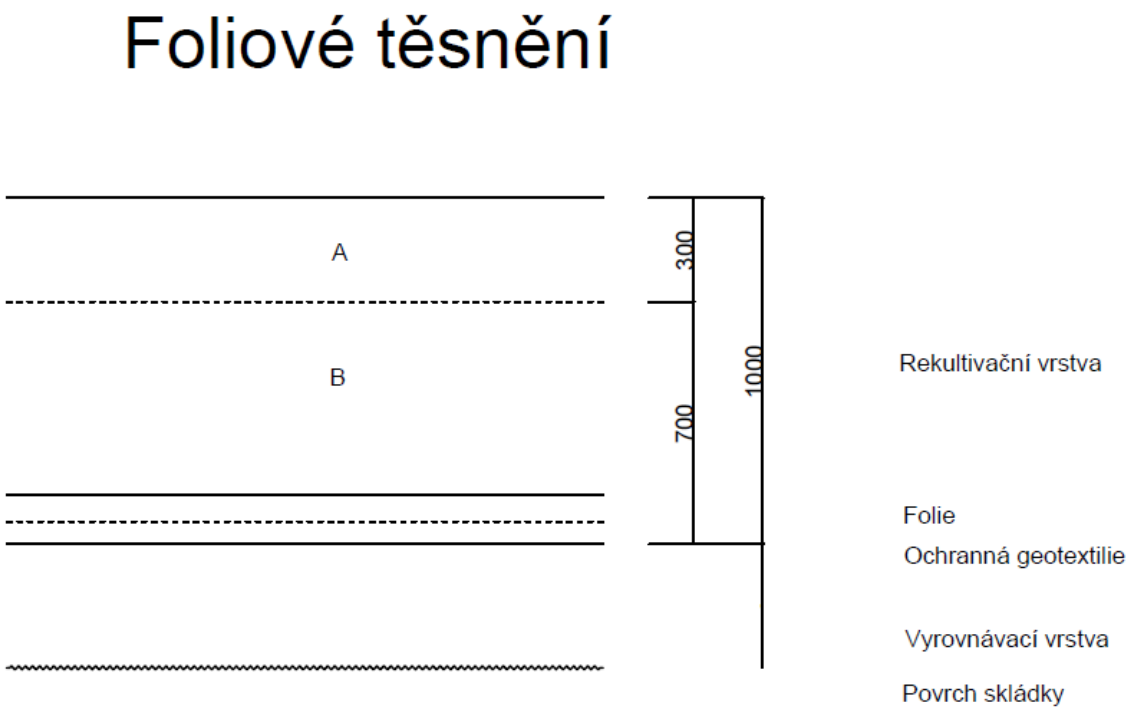


Obr. 4 Zemní (jílové) těsnění (ČSN 83 8032)

4.3.2 Fóliové těsnění

Druh použité fólie a hlavně její tloušťka se určuje dle vlastností odpadu ukládaného na skládky. Pro skládky ze skupiny S-OO nesmí být tloušťka folie menší než 1,5 mm, zatímco pro skládky ze skupiny S-NO nesmí být použita fólie o tloušťce menší než 2 mm (ČSN 83 8032). V současné době se pro výrobu geomembrán nejčastěji používají 3 kategorie polymerů – termické elastomery, termoplastické látky a bituminósní typy, jednoznačné však mezi nimi převládají fólie z termoplastických látek. Fólie z termoplastických látek mají tu výhodu, že po zahřátí měknou, avšak po odstranění zdroje tepla se vrací k původní struktuře (Vaníček, 2002). Nejčastěji používanými termoplasty pro výrobu těsnících fólií jsou polyetylénové fólie vysoké hustoty (HDPE), polyetylén o velmi nízké hustotě (VLDPE) a polyvinyl chlorid (PVC), které vykazují vysokou chemickou, mechanickou stálost a musí mít zaručenou minimální funkčnost 30 let (Malý, Šálek, 2002). I přes vysokou mechanickou stálost musí být fólie ukládána pouze na hladký a urovnaný povrch bez ostrých výstupků. Ukládání fólie je předem dáno kladečských plánem, který určí rozměry a vzájemnou

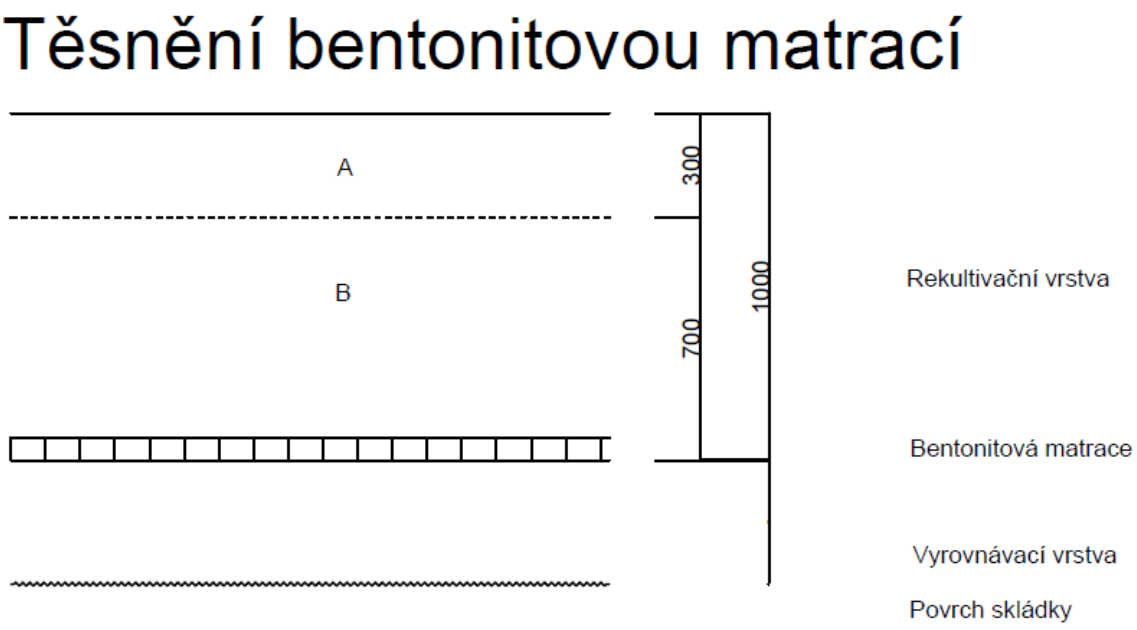
polohu pásů fólie. Jednotlivé pásy se spojují svařováním, jehož druh musí odpovídat požadavkům výrobce. Minimální šíře jednotlivých pásů by neměla být menší než 5 m s délkou obvykle 100 m, aby se omezilo množství svárů. Ukotvení pásů se provádí ohybem fólie v délce nejméně 2 m a ukotvením v koruně skládky pomocí zeminy či betonové kotvy (Filip, 2003)



Obr. 5 Fóliové těsnění (ČSN 83 8032)

4.3.3 Ostatní druhy těsnění

Mezi ostatní druhy těsnění řadíme těsnění asfaltové nebo asfaltobetonové, betonové, rohože s bentonitovou či obdobnou náplní a jiné materiály vhodných vlastností jako jsou například produkty ze spalovacích a odsiřovacích procesů. Tyto druhy těsnění se však navrhují výjimečně a je nutný individuální návrh (ČSN 83 8032).



Obr. 6 Těsnění bentonitovou matrací (ČSN 83 8032)

4.4 Odvodnění skládek – drenážní systém

Těsnící systém neplní pouze funkci bariéry, proti pronikání znečištění do prostředí, ale také vytváří vodotěsnou vanu, která brání odtoku srážek, čímž zvyšuje vlhkost ve skládce a tím i váhu celého tělesa skládky, který poté více namáhá celý těsnící systém. Z tohoto důvodu je nutné urychleně tyto vody ze skládky odvést a snížit tak působení materiálu na těsnění (Altman, 1996). Dle ČSN 83 8030 musí tudíž být všechny skládky vybaveny vnitřním drenážním systémem, který tyto vody odvádí mimo těleso skládky do bezodtoké jímky. Drenážní systém musí být navržen tak, aby byla zajištěna samočinná funkce systému po celou dobu provozu skládky. Pozdější opravy již nejsou možné, jelikož je drenážní systém plně skryt pod tělesem skládky.

Odvodňovací systém skládky tvoří:

- plošný, svodný a sběrný drén
- šachty sběrného drénu
- jímka průsakových a jímka povrchových vod

4.4.1 Plošný drén

Plošným drénem se rozumí vrstva drenážního štěrku, kterým je pokryto dno a svahy skládky. Filtrační součinitel materiálu musí být nejméně $1*10^{-4}$ m/s. Tato 30–50 cm mocná vrstva tvoří stabilní a vodu propouštějící vrstvu, která nejen že propouští

vodu ke svodnému drénu, ale má také staticko-opěrnou funkci při zachycení plošného zatížení uloženého materiálu. Pro budování plošného drénu se používá materiál o zrnitosti 16–32 mm (Altman, 1996). Drén může být zhotoven z přírodního kameniva (štěrkopísku nebo drceného kameniva) nebo z umělých sypkých materiálů (drť ze stavebního materiálu, skleněné střepy). Při použití umělých materiálů musí být ohlídáno, zda u nich nedochází k vylouhování nebezpečných látek. Z tohoto důvodu je například zakázáno použití pneumatik, ať už drcených či celých, pro tento účel (ČSN 83 8033)

4.4.2 Sběrný a svodný drén

Sběrný drén je budován pro sběr průsakové vody a její odvod do svodného drénu. Světlost drénu se používá nejméně 200, u větších skládek či skládek s větším podílem organického odpadu se volí světlost 300 pro zamezení ucpání či zarůstání. Materiál drénu je třeba volit s ohledem na odolnost materiálů vůči průsakové vodě a zatížení odpady. Nejčastěji se používají trubky z vysokohustotního polyetylenu HDPE nebo PVC. Drény jsou v prostoru tělesa skládky štěrbinovitě či kruhovitě děrovány do 2/3 až 3/4 obvodu. Velikost děrování je volena s ohledem na velikost obsypu samotných drénů.

Svodný drén odvádí vodu mimo těleso skládky a jeho světlost se volí nejméně 300, v závislosti na požadované průtočné kapacitě a ztrátách.

Sběrné drény se na svodné napojují v šachtách mimo těleso skládky (ČSN 83 8033). Šachty hlavního sběrače se budují buď jako monolitické, železobetonové nebo jsou stejně jako drény z vysokohustotního polyetylenu HDPE. Průměr šachet je minimálně 1,5 m a jsou uloženy na betonovém podloží. Jejich horní část musí převyšovat terén, aby nedocházelo k průnikům povrchových vod a je vybavena poklopem. Od každé šachty je souběžně veden odvod průsakových a povrchových vod. Při etapovém budování skládek se pak pouze přepojí potrubí odvádějící čistou vodu z nevyužívaných částí skládky na potrubí odvádějící znečištěnou vodu do jímky průsakových vod (Altman, Růžička, 1996).

4.5 Monitoring skládek

Bezpečný a spolehlivý provoz skládek vyžaduje monitoring jejich technického stavu, technologií provozu a funkcí. Při monitoringu je kladen důraz na sledování

jakosti povrchových a podpovrchových vod v blízkosti skládky, vývin a složení skládkového plynu, sledování tělesa skládky, vlivu skládky na kvalitu ovzduší a celkově na životní prostředí (Malý, Šálek, 2002). U každé skládky je nutné zřídit monitorovací systém, jehož rozsah je stanoven individuálně dle stupně rizika ovlivnění životního prostředí a musí být v provozu po celou dobu provozu skládky i po jejím uzavření. U nově zakládaných skládek musí být sledovací systém uveden do provozu již před jejím otevřením, a to z důvodu dokumentace původního stavu území (ČSN 83 8036).

Dle ČSN 83 8036 „Skládkování odpadů – Monitoring skládek“ se kontroly a sledování zaměřují přednostně na:

- sledování jakosti a množství průsakových vod
- sledování podzemních a povrchových vod v okolí skládky
- sledování množství a složení skládkového plynu
- sledování tělesa skládky a jeho podloží
- kontrolu souladu přijímaní odpadů s kritérii stanovenými pro dotyčnou skupinu skládky
- kontrolu funkčnosti všech opatření určených k ochraně životního prostředí
- kontrolu plnění podmínek stanovených v povolení skládky

Složení a množství průsakových vod se monitoruje na výtoku z drenážního systému do jímky. Rozsah a parametry jsou stanoveny individuálně s přihlédnutím k charakteru ukládaných odpadů.

Jakost a množství vývinu skládkového plynu se sleduje hlavně u skládek na které je ukládán biodegradační odpad. Během provozu i následné péče se pravidelně (během provozu 1x měsíčně, při následné péči každých 6 měsíců) sledují emise plynů CH_4, CO_2, O_2 a dle potřeby také ostatní plyny jako například H_2S a H_2 (ČSN 83 8036).

4.6 Uzavírání skládek

Uzavíráním skládky se rozumí souhrn prací a opatření prováděných na tělese skládky po ukončení navážení odpadů. Uzavírání se provádí za účelem zabránění potenciálnímu poškození nebo ovlivnění životního prostředí v okolí skládky. Soubor prací, které jsou prováděny bezprostředně po ukončení provozu, jsou úpravy tvaru

tělesa skládky, rekultivace povrchu a provozování uzavřené skládky spolu s monitoringem.

Jak uvádí zákon o odpadech 185/ 2001 Sb. §52: „*Skládka nebo její část může být považována za uzavřenou až poté, co příslušný krajský úřad provede konečné místní šetření a udělí provozovateli souhlas s uzavřením skládky. Dobu trvání a podmínky péče o skládku po uzavření jejího provozu, rekultivaci a asanaci stanoví individuálně pro každou skládku nebo její část příslušný krajský úřad jako součást provozního řádu. Lhůta nesmí být kratší než 30 let.*“

Tvar tělesa skládky je určen druhem a množstvím odpadu a terénními poměry. Povrch tělesa skládky je nutné upravit do tvaru, který odpovídá místním podmínkám, avšak je nutné ho navrhnout s ohledem na stabilitu tělesa, zájmy ochrany přírody a tvorby krajiny. Sklon svahů se volí tak, aby byl zajištěn odtok srážkových vod, proto nemá být sklon svahů po sednutí tělesa menší než 3 %. Největší sklon závisí na mnohých faktorech, jako například využívání rekultivovaného území, vlastnostech uloženého odpadu a vlastnostech jednotlivých částí uzavíracího systému. U všech typů skládek je nutné povrch opatřit nepropustnou vrstvou, která zamezí vnikání srážek do tělesa skládky. Nepropustná vrstva však musí být opatřena zařízeními, která umožní bezpečné odvádění vytvořeného skládkového plynu z prostoru skládky i po dobu několika desítek let od uzavření (ČSN 83 8035).

Uzavírací vrstvy tvoří několik jednotlivých vrstev a to vyrovnávací, těsnící a ochranná vrstva. Materiál a technologie pro vytvoření nepropustné, uzavírací vrstvy se mohou značně lišit. Jak je možné vidět na obrázcích 4, 5 a 6, je možné uzavírací vrstvu vytvořit jako zemní těsnění, těsnění bentonitovou matrací či foliové těsnění. Jednu z možných variant uvádí Altman a Ružička (1996): po navezení vyrovnávací vrstva je vytvořena těsnící vrstva z jílové zeminy (filtrační součinitel $k \leq 10^{-9}$ $m*s^{-1}$) s mocností 60 cm ve zhutnělém stavu. Dále jsou položeny těsnící pásy z polyetylénu HDPE s tloušťkou nejméně 2 mm, které jsou překryty geotextilií, která slouží jako ochrana proti mechanickému poškození. V další vrstvě se ze štěrku vytvoří plošný drén o mocnosti 30 cm, který přivádí vodu k drenážním rourám. Jako poslední vrstvy se znovu využije geotextilie, překryté zeminou, jejíž mocnost se určí dle plánovaného využití území. Voda, která je zachycena uzavírací vrstvou a odtéká drenážním

systémem nebo po povrchu skládky, je zachycena a odvedena mimo těleso skládky již zbudovaným systémem příkopů (ČSN 83 8035).

5 Rekultivace

Rekultivací skládky se rozumí uvedení místa dotčeného lidskou činností do souladu s okolím a obnovení funkčnosti a povrchu terénu ve vztahu k jeho užívání nebo nově zamýšlenému užívání. Cílem rekultivace je minimalizace množství odtékajících průsakových vod z prostoru skládky, zabezpečení skládky před nežádoucím vývojem skládkového plynu, vhodná modelace terénu s přihlédnutím k budoucímu využití a ozelenění povrchu skládky, vedoucí ke zvýšení ekologické stability krajiny a obnově půdního fondu (Štýs, 1997).

Provozovatel skládky je povinen vytvářet finanční rezervu na rekultivaci, zajištění péče o skládku a asanaci po ukončení jejího provozu. Čerpání z prostředků finanční rezervy smí být prováděno pouze se souhlasem příslušného krajského úřadu na práce související s rekultivací, zajištěním péče o skládku po skončení jejího provozu a asanací.

Výše finanční rezervy činí

a) 100 Kč za 1 tunu uloženého nebezpečného odpadu nebo odpadu uvedeného ve skupině 20 Katalogu odpadů, s výjimkou odpadu azbestu

b) 35 Kč za 1 tunu uloženého ostatního odpadu a odpadu azbestu, odpadu ukládaného jako technologický materiál na zajištění skládky a odpadu azbestu (zákon 185/2001 Sb.)

5.1 Technická rekultivace

Pojem technická rekultivace zahrnuje všechny procesy, které předcházejí samotnému začlenění poškozeného území do krajiny. Při technické rekultivaci je těleso skládky upraveno do finálního tvaru, buduje se systém pro sběr, využití či zneškodnění skládkových plynů, pokud již není v provozu. Dále se buduje těsnící systém pro zamezení průniku srážek do tělesa skládek a systém pro odvod a využití srážek. Neméně důležitým krokem je budování zařízení na zkrácení doby péče o rekultivovanou skládku a pokračuje proces monitorování vlivu skládky na životní prostředí (Jurnik, 1994).

Sběr a využití skládkového plynu byl již popsán v kapitole Skládkový plyn. Je důležité, aby systém jímání a zneškodňování skládkového plynu fungoval i po uzavření skládky. Pokud by tomu tak nebylo, mohlo by dojít k nahromadění plynu a jeho případnému výbuchu, nebo by unikající plyn mohl mít nepříznivé účinky na budoucí biologickou rekultivaci (Kuraž, 1993). Proti přítoku atmosférických srážek do tělesa se buduje těsnící systém. Těsnění skládek se dle typu skládky navrhuje buď jako horninové, nebo fóliové (viz. kapitola Uzavírání skládek). Sběr a odvod prosáklé vody je řešen plošným a sběrným drénem, který vodu odvádí do jímky dešťových vod (Filip, 2003).

Součástí technické rekultivace je také převrstvení tělesa skládky zeminou o mocnosti nejméně 30 cm a její osázení průkopnickými rostlinami, pro založení podpovrchového kořenového systému a nadzemní biomasy. Dále se do půdy přidávají další látky, které zlepšují její vlastnosti, jako například sláma, kůra či kaly z čistíren odpadních vod (Víšek, 1993).

5.2 Biologická rekultivace

Na technickou rekultivaci přímo navazuje biologická rekultivace, při které je předem upravený a převrstvený povrch skládky osázen vhodnými rostlinami, které pomohou k celkovému začlenění území do krajiny a zvýší ekologickou hodnotu území. Hlavními procesy při biologické rekultivaci jsou návoz ornice, orba, příprava půdy pro setí, hnojení, ošetření kultur proti škůdcům a okusu zvěří a prořezávky.

Biologickou rekultivaci můžeme dále rozdělit na další podskupiny:

- lesnická rekultivace
- zemědělská rekultivace
- sadovnická rekultivace
- přírodní sukcese (Štýs, 1997)

Volba vhodné biologické rekultivace je závislá na tvaru a typu skládky mocnosti rekultivační vrstvy, druhu a kvalitě rekultivační vrstvy. Pro zlepšení kvality rekultivační vrstvy se do zeminy přimíchávají další příměsi, které do půdy dodávají potřebné živiny, či zlepšují půdu z hlediska zasakování či provzdušnění. Jako příměsi se používá kompost, rybniční bahno, sláma, kaly z ČOV, rašelina, bentonity či statkové hnoje. Musí však být pohlídáno, zda příměsi neobsahují i nebezpečné látky

jako například pesticidy či těžké kovy, to se týká hlavně rybničního bahna a kalů z ČOV (Váňa, 1998).

5.2.1 Lesnická rekultivace

Na rozdíl od zemědělské rekultivace je lesnická rekultivace hojně využívána na nadúrovňových skládkách, které vytvářejí vypouklé terénní útvary. Dále je výhodné lesnickou rekultivaci použít, pokud se skládka nachází na kraji lesa, čímž dojde k připojení na stávající biotop nebo v případě, je-li ať již z ekologických či mysliveckých důvodů výhodné založit remízek. Před začátkem zalesňování je velmi důležitý stanovištní průzkum celého tělesa, protože kromě místního klimatu a mocnosti krycí vrstvy má značný význam pro volbu umístění jednotlivých druhů i orientace ke světovým stranám a mikroklima (Čížek, Lyerová, 1984).

Jako prvotní rostliny se doporučuje vysévat přípravné (pionýrské) rostliny, které se vyznačují rychlým růstem, vytvářením humusové vrstvy a obohacováním půdy o dusík. Ze sortimentu pionýrských a melioračních dřevin se osvědčil hlavně: akát bílý (*Robinia pseudacacia*), topol osika (*Populus tremula*), modřín opadavý (*Larix decidua*), jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*), habr obecný (*Carpinus betulus*), bez černý (*Sambucus nigra*), rakytník řešetlákový (*Hippophae rhamnoides*) a ptačí zob (*Ligustrum vulgare*). Dřeviny s významem pomocným efektem jsou především olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), olše šedá (*Alnus incana*), bříza bělokorá (*Betula pendula*) a javor mléč (Štýs, 1997). Na nejsušších stanovištích se nejvíce osvědčil akát bílý (*Robinia pseudacacia*) avšak jako nepůvodní druh v naší flóře se nedoporučuje jeho použití. Proto se jako nejrozšířenější dřeviny používají rychle rostoucí topoly, tzv. japonské topoly, které vznikly zkřížením našeho topolu černého (*Populus nigra*) a topolu maximowizcova (*Populus Maximowiczii*). Za nevhodné dřeviny se považují jehličnany (borovice černá), duby a buky (Čížek, Lyerová, 1984).

Lesnická rekultivace je rozdělena na dvě fáze. První fáze trvá většinou 1–3 roky, tvoří jí mechanická a chemická příprava půdy a vlastní výsadba dřevin. Majitelé pozemků, respektive rekultivační firmy jednoznačně preferující budoucí ekonomický přínos před ekologickými a environmentálními funkcemi nových lesů, proto dochází k vysazování monokultur, které však mají minimální ekologickou hodnotu. V druhé fázi lesnické rekultivace probíhá následná pěstební péče, která trvá většinou 6–8 let. Dochází k vylepšování provedených výsadeb, hnojení kultur, okopávání, ožínání,

ochrany proti zvěři, závlah a podle potřeby. Při lesnických rekultivacích jsou téměř vždy v průběhu fáze mechanické a chemické přípravy půd likvidovány ekologicky velmi hodnotné porosty přirozených náletových dřevin (bříza bělokorá, růže šípková, ostružiník maliník), které by nově vysazované monokultury výrazně ekologicky obohatily (Gremlica, 2011).

5.2.2 Zemědělská rekultivace

Zemědělská rekultivace se využívá při rekultivaci podúrovňových typů skládek a v případech, kdy území navazuje na zemědělsky využívanou půdu. V prvních několika letech se doporučuje půdu osít směsí bohatě kořeních jetelovin či travin. Při rekultivaci ploch dotčených povrchovou těžbou se doporučuje použít hluboko kořenících, bobovitých rostlin jako je například tolice vojtěška *(Medicago sativa)*, která však při rekultivaci skládek není příliš vhodná z důvodu případného zarůstání drénů. Z tohoto důvodu je výhodnější při rekultivaci skládek využít rostliny jako jsou například komonice bílá (*Melilotus albus*), jetel zvrhlý (*Trifolium hybridum*), ovsík vyvýšený (*Avena elatior*) nebo srha laločnatá (*Dactylis glomerata*) (Štýs, 1997). Na rekultivovaných skládkách, u nichž došlo k intenzivnímu hnojení svrchní vrstvy půdy, je výhodné v prvních letech vysévat okopaniny jako například brambory, řepu, kapustu či kukuřici, a to z důvodu intenzivního zpracování a provzdušnění půdy, díky čemuž je z půdy odváděn vzniklý metan (Čížek, Lyerová, 1984).

5.2.3 Sadovnická rekultivace

Sadovnická rekultivace se nejčastěji využívá na plochách, které jsou v blízkosti lidských sídel a je zde tedy předpoklad pozdějšího využití občany k rekreaci. Tato plocha může být konceptuálně řešena jako lesní nebo okrasný park. Při sadovnické rekultivaci se postupuje jako při lesnické rekultivaci a doporučuje se využívat stromů s různou výškou vzrůstu a mělkým kořeněním, aby nedošlo k poškození drenáží. Dále je výhodně ve větší míře využívat keřových porostů a celé území zatravnit (Filip, 2003).

5.2.4 Přírodní sukcese

Sukcese představuje postupné změny ve složení a funkci společenstva v průběhu ekologického času. Jedná se o uspořádaný vývoj bioty na daném místě, kdy jedno společenstvo nahrazuje druhé. Sukcese je zcela běžným procesem probíhajícím v ekosystému, v němž dochází k disturbancím, které opakovaně narušují či likvidují

celá společenstva. Rozeznáváme dva typy sukcese, a to primární a sekundární. Pokud dojde k odstranění půdy a veškerého organického materiálu, potom tento proces označujeme jako primární sukcesi. Je-li území narušeno, například požárem či větrnou bouří, a je z něj odstraněna pouze většina žijících organismů, nikoli však půda, probíhá zde následně sekundární sukcese (Walker a kol., 2007).

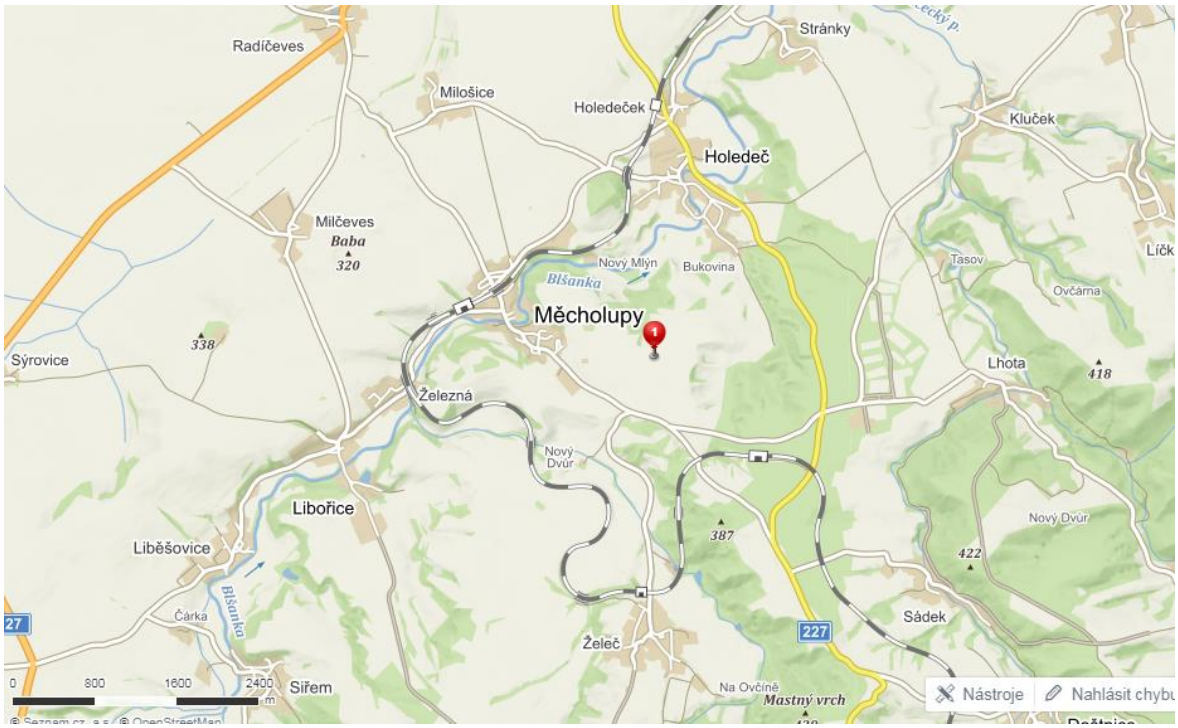
Pokud mluvíme o přírodní sukcesi jako o rekultivační metodě, jedná se o ponechání území přirozeným procesům. Nevýhodou této metody je fakt, že neprobíhá v řádu měsíců jako je tomu u ostatních typů rekultivací, ale roky i desetiletí. Rostliny se na území dostávají mnohými cestami, jako například větrem či přenosem živočichy. V prvních letech se na území objevují sukcesní neboli pionýrské druhy, které nejlépe snášejí nepříznivé podmínky na stanovišti a svojí činností zlepšují podmínky a připravují půdu pro pozdější sukcesní druhy. Tento proces dává vzniknout široké mozaice biotopů, které se již v naší přírodě skoro nevyskytují a mnohdy poskytují životní prostor pro vzácné či ohrožené druhy z naší flóry a fauny (Dohnal, 2013).

5.2.5 Ostatní typy rekultivací

Pokud se rekultivované území nachází v blízkosti aglomerace, přichází v úvahu i další využití tohoto území, jako například zbudování parkoviště, letiště, sportovního areálu či golfového hřiště (Filip a kol., 2003)

6 Popis území

Kraj:	Severočeský
Okres:	Louny
Parcelní číslo:	504
Obec:	Měcholupy
Katastrální území:	Měcholupy u Žatce
Číslo LV:	10002
Výměra [m^2]:	13844
Typ parcely:	Parcela katastru nemovitostí
Druh pozemku:	ostatní plocha
Způsob využití:	dobývací prostor
Vlastník:	Česká republika (Státní pozemkový úřad)
Definiční bod:	Y: 801096,40 X: 1014963,50
	WGS-84: 50°15'45.90"N, 13°33'28.10"E



Obr. 7 Situační umístění skládky (mapy.cz)

Obr. 8 Ortofoto mapa pozemku skládky (vdp.cuzk.cz)

6.1.1 Klimatické poměry

Území obce Měcholupy ležící na Žatecku spadá do klimatického regionu 4 – mírně teplý, suchý (MT1), zaujímajícího největší část Plzeňské pahorkatiny (Plzeňsko a Rakovnicko), na Moravě pak jihovýchod a dále část Českomoravské vysočiny. Pro tento klimatický region jsou charakteristické vysoké teploty a málo srážek, které je zde navíc umocněno srážkovým stínem Krušných hor (bpej.vumop.cz).

Charakteristika klimatického regionu T2

suma teplot nad 10°C	2400 – 2600
průměrná roční teplota	7 – 8,5 °C
průměrný úhrn srážek	450 – 550 mm
vláhová jistota	0 – 4

stanice Žatec 234 m.n.m.							
		leden	únor	březen	duben	květen	červen
teplota	prům. max. °C	3	4	8	14	19	21
	prům. min. °C	-2	-2	1	5	9	12
	srážky mm	26	26	33	37	62	70
		červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
teplota	prům. max. °C	24	24	20	15	8	4
	prům. min. °C	14	14	11	6	2	-1
	srážky mm	74	65	47	31	34	32

Tab. 1 Průměrné měsíční teploty a srážky na stanici Žatec (meteoblue.com)

6.1.2 Geologické a pedologické poměry

Zkoumané území se nachází v prostoru geomorfologického celku Džbán, což je celek Poberounské soustavy. Džbán se rozkládá ve středních a severozápadních Čechách přibližně mezi městy Louny, Slaný, Kladno, Rakovník a Žatec. Pro toto území jsou charakteristické rozsáhlé náhorní roviny oddělené hlubokými a širokými údolími. Náhorní roviny jsou pokryty 3 až 12 metrů silnou opukovou vrstvou, která leží na měkkém permském pískovci. Oblast Džbánu se vyznačuje jednotnou geologickou stavbou. Na podloží svrchního permokarbonu byly vytvářeny vrstvy jílovců, slínovců a pískovců, většinou nápadné červené barvy, které se v průběhu druhohor usazovaly na dně křídového moře. Pískovce, jílovce, slíny a spongilit, které utváří vrcholovou tabuli, jsou většinou vodorovně uloženými horninami svrchní křídy. Struktura tohoto zvláštního pohoří tak zde umožnila těžbu měkkého, tvárného a poměrně lehkého kamene se šedobílou až nazlátlou barvou (Bína, Demek, 2012).

Jak již bylo zmíněno, těleso skládky se nachází ve zbytkové jámě po povrchové těžbě opuky. Opuka je usazená hornina, prachovitý druh slínovce, která vznikala z nejjemnějších částic usazených na mořském dně. Má bělavou až pískově žlutošedou barvu. Opuka je tvořena jílovitými a prachovitými částicemi, dále obsahuje vápencové složky a jehlice mořských hub spongií mikroskopických rozměrů. Množství těchto jehlic mořských hub určuje její pevnost a trvanlivost. Kromě nich jsou časté i zbytky dírkonošců. Běžnou minerální příměsí je glaukonit.

Z pedologického hlediska se na okolních pozemcích vyskytují rendziny a pararendziny s celkovým obsahem skeletu 25-50 %. Pararendziny se z pravidla vyskytují v nižších nadmořských výškách. Vznikají na opukách a vápnitých pískovcích (Smolíková, 1982). Tyto půdy patří do skupiny půd melanických. Půdní profil této skupiny půd je tvořen relativně mocným humusovým horizontem, který přechází přímo do substrátu tvořeného fyzikálně rozrušenou přemístěnou horninou. Humusový horizont je charakteristický vysokým podílem zčásti rozložené organické hmoty, která vyplňuje mezery mezi horninovým skeletem. Přes řadu poměrně příznivých vlastností (např. vláhový režim), jsou tyto půdy téměř výhradně lesními stanovišti. Číslo BPEJ 4.19.04. Jedná se o půdy hluboké až středně hluboké vyskytující se v mírně teplém, suchém klimatickém regionu a jedná se o půdy málo produkční velmi málo produkční. Rendziny a pararendziny se řadí mezi půdy se střední rychlostí infiltrace (bpej.vumop.cz).

Infiltrace a propustnost	0,10 – 0,15 $mm*min^{-1}$
Retenční vodní kapacita	100 – 160 $l*m^{-2}$
Využitelná vodní kapacita	80 – 109 $l*m^{-2}$

Obr. 9 Půdní profil odkrytý na okraji lomu (foto autor)

6.1.3 Hydrologické poměry

Území leží na pravém břehu potoka Blšanka. Tato řeka pramení v Doupovských horách ve vojenském újezdu Hradiště. Délka toku je 49 km a zabírá plochu 482,84 km2. Povodí řeky Blšanky s číslem hydrologického pořadí 1-13-03-083 patří do povodí Ohře, do které se tok vlévá. Roční úhrn srážek na zvoleném území je díky srážkovému stínu malý, pohybuje se v rozmezí 450–550 mm/rok.

Na východ od tělesa skládky na svahu kopce ve vzdálenosti 800 m vyvěrá pramen podzemní vody, který je zachytáván v blízkém jezírku. Pramen se nachází přibližně 25 m pod úrovní tělesa skládky a je tedy pravděpodobné, že by mohl být znečištěn průsakovými vodami ze skládky. V údolí pod kopcem se nachází čerpací stanice podzemní vody, ze které byla čerpána podzemní voda pro zásobování blízkých obcí Měcholupy a Holedeč. Tento vrt již není v tuto chvíli k zásobování využíván, ale stále se v tomto území nachází několik jiných funkčních vrtů.

6.1.4 Flora a fauna

V nejbližším okolí skládky se nachází pouze zemědělská půda, na které se pěstuje převážně kukuřice, pšenice a řepka. Na severní a východní straně je skládka obrostlá remízkem náletových rostlin, ve kterém převažuje třešeň ptačí (*Prunus avium*), javor mléč (*Acer platanoides*) a bříza bělokorá *(Betula pendula).* Z keřového pásma růže šípková (*Rosa canina*) bez černý (*Sambucus nigra*) a na již zahrnutých částech skládky se daří ostružiníku keřový (*Rubus fruticosus)* a štětce plané *(Dipsacus fullonum).* Na severní straně na pozemek navazuje výběžek lesa, který dále pokračuje do údolí Blšanky. Les je tvořen převážně porostem borovice černé (*Pinus sylvestris),* javoru klenu (*Acer pseudoplatanus*) a vtroušeně dubu letního (*Quercus robur*). Z bylinného patra stojí za zmínku hlavně chráněná lilie zlatohlavá (*Lilium martagon*), která zde roste.

Z fauny, která se v blízkosti skládky vyskytuje, můžeme uvést hlavně srnu obecnou (*Capreolus capreolus*), která je na okolních polích vidět hlavně v období zimy, a prase divoké *(Sus scrofa),* z ptáků jsou to pak různé druhy pěvců jako skřivan polní (*Alauda arvensis)*, vrabec obecný (*Passer domesticus*), kteří obývají pole a remízky kolem skládky, nebo hrabaví ptáci jako bažant obecný (*Phasianus colchicus*).

6.1.5 Území skládky

Skládka se nachází na vrcholu kopce Hůrka v nadmořské výšce 300 m. n. m., přibližně kilometr JV směrem od obce Měcholupy. Terén je v nejbližším okolí skládky rovinatý, poté se na severní straně kopce prudce svažuje do údolí řeky Blšanky. Tento svah je zalesněný, jinak okolí skládky tvoří zemědělská půda, která je využívána pro pěstování zemědělských plodin. Samotné území skládky tvoří těleso povrchového lomu na opuku, která se zde a v nejbližším okolí těžila před druhou světovou válkou. Všechny lomy však byly uzavřeny ještě před rokem 1945. Ke skládce je možné se dostat po polní cestě, která začíná v obci a končí u silnice III/22712.

6.1.6 Nakládání s odpady v obci

V obci funguje svoz domovního odpadu, který zajišťuje firma Marius Pedersen a odpad zde vyprodukovaný končí na skládce komunálního odpadu Vrbička u Podbořan. Náklady na svoz komunálního odpadu se pohybují v rozmezí od 1470 do 3628 korun v závislosti na velikosti nádoby a četnosti vyvážení (mecholupy.sc.cz). V obci se dále nachází 3 místa s kontejnery na tříděný odpad (papír, plast, sklo) a funguje zde sběrný dvůr, kam je možné zdarma odevzdat všechen velkokapacitní odpad, nebezpečný odpad, ale například i pneumatiky od aut. Dále zde funguje forma soutěže ve třídění odpadu, kdy při vytřídění největšího množství plastů jsou nejlepším odpuštěny náklady spojené se svozem odpadu. Je tedy nelogické proč na zdejší skládce končí v převážné míře plasty, papír, ale i velkokapacitní odpad a pneumatiky, jak je možné vidět na fotografiích v příloze.

6.1.7 Současný stav skládky

Jak již bylo řečeno, těleso skládky vzniklo zavážením zbytkové jámy po těžbě opuky, která byla vyžívána ke stavbě domů v obci. Konec těžby je datován před rokem 1945. Majitelem pozemku je Česká republika ve správě Státního pozemkového úřadu, který tuto parcelu vede jako dobývací prostor.

Jelikož není vlastní území pod skládkou nijak upraveno k těmto účelům, jedná se vlastně o černou skládku, která je však obcí tolerována. Začátek zavážení prostoru není znám, ale již za minulého starosty bylo možné na skládku odpad vyvážet. Zavážení prostoru probíhalo z jižní strany prostoru od obslužné silnice. Skládka byla divoká, bez udržování a v severní části vznikal prudký svaz, kde docházelo k uvolňování odpadu a hrozilo nebezpečí případného zavalení. Jelikož nebylo možné

kontrolovat jaký odpad je na skládku vyvážen, končil zde všemožný komunální odpad z domácností, zahrad, stavenišť ale i nebezpečný odpad jako nádoby od barev a laků, olejů, akumulátory do aut, autovraky a další nebezpečné odpady. Po nástupu nové starostky Bc. Doris Černíkové bylo vyvážení odpadu na skládku zakázáno a vjezd na obslužnou komunikaci zatarasen závorami. Odpad, který přečníval přes okolní povrch byl nakladači svržen do prázdného prostoru jámy a povrch u komunikace byl překryt hlínou. Zatarasení komunikace však bylo neúčinné, protože lidé závory objížděli a k vyvážení docházelo dále. V současné době je obcí povoleno vyvážet na skládku stavební odpad a biologický odpad ze zahrad. Místní zemědělské družstvo každý rok vyváží biologický odpad vzniklý při česání chmele na zdejší česačce. Jak můžeme vidět na fotografiích v příloze 1, realita je jiná. Z důvodu nulové kontroly vyváženého odpadu stále končí na skládce komunální odpad z domácností, plasty, sklo, kovový odpad a nebezpečný odpad jako obaly od barev a laků. Dle odhadu se v tuto chvíli nachází pozemku zhruba 54 tisíc m^3 odpadu a volný prostor je schopný pobrat přibližně ještě 16 tisíc m^3 odpadu. Což v součtu dělá 70 tisíc m^3 odpadu, který není nijak zajištěn.

V současné době by se dalo území skládky rozdělit na 3 části (viz příloha číslo 2). První část nejblíže k obslužné cestě je již vzhledově plně začleněna do okolní krajiny. Všechen odpad byl již překryt vrstvou zeminy, která je již zarostlá sukcesními rostlinami jako například kopřivou dvoudomou (Urtica dioica), růží šípkovou (*Rosa canina*) a ostružiníkem křovitým (*Rubus fruticosus)*. V druhé, střední části skládky stále probíhá navážení odpadu a část starší navážky je částečně zarostlá rostlinami, ale povrch stále nebyl překryt zeminou. A třetí část je prázdný důlní prostor, kde jsou stále vidět lomové stěny a celý prostor je zarostlý vzrostlými stromy.

7 Návrh rekultivace

Jak již bylo výše uvedeno, z hlediska přípravy území pro zbudování skládky se jedná o černou skládku. V prostoru skládky nejsou vybudovány žádné záchytné příkopy povrchové vody, odplyňovací systém a co je hlavní, dno bývalého lomu není nijak zabezpečeno proti průnikům skládkových vod do podloží a dále do povrchových vod. Navrhované řešení musí být především zaměřeno na zamezení průniku srážek do tělesa skládky, kde by došlo k jejich znečištění navezeným odpadem.

7.1 Příprava území

Před započetím terénních prací a samotné rekultivaci území je nutné provést ještě několik přípravných prací, které pokud by se vynechaly, mohly by způsobit ještě větší případné škody na ekosystému, než je tomu nyní. Na skládku bylo během let vyváženo velké množství plastů, kovového odpadu a obalů od barev a olejů (viz. fotodokumentace v příloze). Proto by bylo žádoucí tento odpad, který ještě nebyl zavezen a leží na povrchu tělesa, vysbírat a roztřídit do velkokapacitních kontejnerů a odvést k dalšímu využití.

Terénní práce spočívají převážně v zavezení zbývajícího prostoru lomu zeminou, aby došlo k zarovnání tělesa a nevznikaly zde prohlubně, ve kterých by docházelo k akumulaci vody. Před zavážením zbytkové jámy musí být ještě provedeno vykácení stromů a keřů, které v jámě rostou. K zavezení zbytkové jámy bude využita zemina, která byla již navezena k překrytí odpadu, ale musí být znovu stržena. Povrch skládky je totiž v určitých místech zarovnán s okolním terénem a z toho důvodu musí být zemina opět stržena, aby vznikl prostor pro meliorační a rekultivační vrstvy. Množství zeminy, která je v tuto chvíli na skládku navezena, by mělo být dostačující k zavezení zbytku jámy a není tedy nutné dovážet jiný materiál. Odpad bude po stržení zeminy zhutněn pojezdem, aby došlo k jeho sednutí a vytvoření dostatečného prostoru pro další vrstvy. Dále se na jižní straně skládky nacházejí haldy zeminy, která byla určena k pozdějšímu překrytí odpadu. Bylo by výhodné tuto zeminu deponovat na některý s přilehlých pozemků a později jí využít jako rekultivační vrstvu, což ušetří náklady.

7.2 Odplyňovací systém

Jak již bylo zmíněno v předešlých kapitolách, skládky jsou bohatým zdrojem takzvaného skládkového plynu, který vzniká v tělese aerobním a anaerobním rozkladem biologického materiálu. Jedná se o směs methanu a oxidu uhličitého v různém poměru. Pokud není plyn ze skládky odváděn, dochází k jeho transportu tělesem a při nahromadění může dojít k jeho vznícení či výbuchu. Skládkový plyn může také poškozovat kořeny rostlin rostoucích v rekultivační vrstvě a tím zabraňovat začlenění do ekosystému. Množství plynu záleží hlavně na složení naváženého odpadu, u inertních odpadů je množství skoro nulové, avšak u komunálního a biologického odpadu je vývoj plynu značný. Vzhledem k charakteru námi řešené skládky je velice důležité zbudovat kvalitní systém odplynění tělesa. Do této doby zde nebyl žádný systém odplynění zbudován a plyn tedy volně kumuluje ve skládce a uniká do prostředí.

V našem případě máme dvě možnosti, jak odplyňovací systém zbudovat, a to buď jako systém vertikálních vrtů, kterými se pravidelně pokryje celá plocha skládky nebo jako plošný horizontální systém, který se umístí pod těsnící vrstvy. V tomto případě navrhuji zbudovat odplynění jako systém vertikálních vrtů, a to proto že není známo složení jednotlivých vrstev odpadu ani jeho hutnění. Není tedy možné zjistit, jak dobře plyn prostupuje celým tělesem skládky a zda některé vrstvy nepůsobí jako izolanty, pod kterými by docházelo ke hromadění plynů. Vertikální vrty však poruší jednotlivé vrstvy a bude zajištěn odvod plynů. Celý systém bude pasivní a plyn nebude nijak dále využíván, ale pouze vypouštěn do ovzduší. Aktivní systém odčerpání a energetické využití plynu by v tomto případě nebylo výhodné, protože nedokážeme určit množství plynu, který skládka vyprodukuje a vzhledem k odlehlosti území by byla složitá jakákoliv obsluha kogeneračních jednotek.

Jednotlivé vrty budou vyloženy perforovanými trubkami z HDPE, kterými bude plyn proudit k povrchu. Rozmístění vrtů je znázorněno v příloze číslo 3, kdy dojde k pravidelnému pokrytí celé plochy a vzdálenost jednotlivých vrtů od sebe je 30x35 metrů. Na pozemku bude tedy umístěno 10 odplyňovacích jednotek, 8 bude nutné navrtat do navezeného odpadu a 2 budou zbudovány průběžně při zavážení zbytkové jámy. Tímto řešením bude zajištěno, že vzniklý plyn bude ze skládky odcházet a nebude docházet k jeho hromadění a případnému výbuchu či poškození rekultivačních rostlin.

7.3 Těsnící systém

Primárním úkolem těsnícího systému je zamezení vnikaní srážek do tělesa skládky, které by dále vedlo k infiltraci znečištěné vody podzemí skládky. Jelikož v tomto případě není zbudován žádný drenážní systém na dně skládky, který by případné průsaky odváděl do bezodtoké jímky, musí být těsnící systém vybudován z co možná nejvíce těsnících materiálů. Z tohoto důvodu navrhuji vybudovat těsnící vrstvu z HDPE folie, a ne pouze jako jílové těsnění.

Před samotným pokladem foliových pásů je nutné celý povrch urovnat, vyspádovat a překrýt ochranou vrstvou zeminu. Jak již bylo zmiňováno dříve, jako ochranná vrstva se využije deponovaná zemina, která se již v tuto chvíli na skládce nachází. Výška vrstvy zeminy by měla být nejméně 0,3 m, aby došlo k dokonalému překrytí odpadu, a zemina bude zhutněna pojezdem. Celý povrch skládky se také vyspáduje ve sklonu přibližně 3°, a to západním směrem k nejdelšímu okraji skládky. Na ochranou vrstvu zeminy bude položena ochranná vrstva z geotextilie, která zabrání mechanickému poškození těsnící folie. Geotextilie se dodává v pásech 100x5 m a na urovnaný povrch se pokládá s mírným překryvem jednotlivých pásů. Na tuto ochranou vrstvu bude použita nesilnější možná geotextilie o plošné hmotnosti 300 g/m^2, aby byla zajištěna dostatečná ochrana folie proti poškození kameny či odpadem.

Vlastní hydroizolační vrstva bude vytvořena z HDPE folie o síle 3 mm, která zajistí dostatečné odizolování tělesa skládky proti srážkám. HDPE folie se dodávají v různých šířkách a délkách. K našemu použití se nejvíce hodí folie o co největších rozměrech, jelikož bude natažena na rovný povrch. Při velkém rozměru folie nebude potřeba tolik spojů, kterými by mohla voda pronikat. Spojování jednotlivých kusů folie se provádí teplem, jelikož HDPE po zahřátí měkne, je tvarovatelný a po vychladnutí drží svůj tvar.

7.4 Drenážní systém

7.4.1 Plošný drén

Plošný drén bude vytvořen z přírodního kameniva (štěrkopísku) o frakci 16-32 mm, která bude dostatečně propustná a bude přivádět vodu ke svodným drénům. Zde musí být dodržena podmínka, že filtrační koeficient materiálu musí být nejméně $1*10^{-4}$ m/s. Pro výpočet výšky plošného drénu jsme vycházeli z hodnoty filtračního

koeficientu materiálu Kz = 8,5*10^{-3} m/s. Návrh optimální kapacity plošného drénu by měl vycházet z největšího možného přítoku z vrstvy rekultivační.

$$Qr = Qd$$

$$Qr = L * d * Kz$$

$$Qd = S * v = m * d * Kd * I$$

Kde:	Qr	průtok rekultivační vrstvou
	Qd	průtok drenážní vrstvou
	L	vzdálenost od hranice skládky po svodný drén
	d	šířka skládky
	Kz	filtrační součinitel rekultivační vrstvy
	m	výška plošného drénu
	Kd	filtrační koeficient plošného drénu
	I	sklon povrchu skládky

Filtrační koeficient (hydraulická vodivost) je potřeba ještě opravit o faktor zanášení, který i přes oddělení vrstvy plošného drénu a rekultivační vrstvy bude během let snižovat vodivost plošného drénu. Zde je důležité započítat dva faktory - redukční koeficient biologického zanášení R_{bio} = 3 a redukční koeficient chemického zanášení R_{chem} = 1,5, které jsou závislé na obsahu organických látek a chemizmu rekultivační vrstvy.

$$K\check{s} = \frac{K\check{s}}{R_{bio} * R_{chem}}$$

$$K\check{s} = \frac{8{,}5 * 10^{-3}}{4 * 1{,}5} = 1{,}88 * 10^{-3}$$

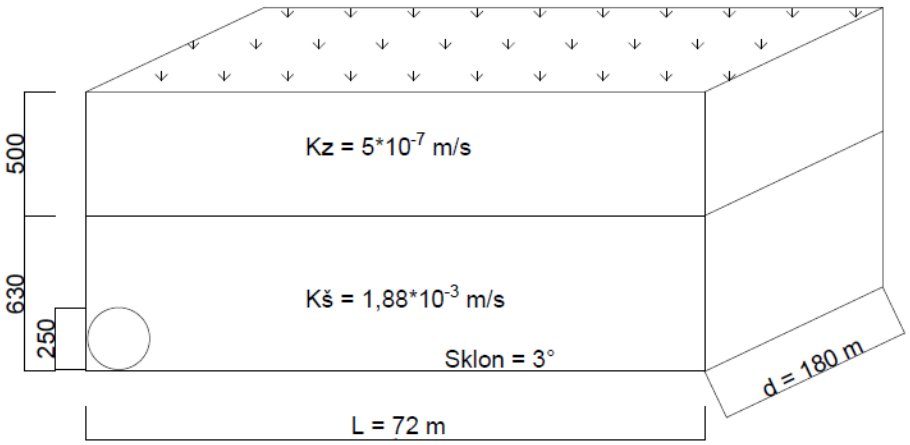
Výpočet výšky plošného drénu:

$$72 * 180 * (5 * 10^{-7}) = m * 180 * 0{,}03 * (1{,}88 * 10^{-3})$$

$$m = \frac{0{,}00648}{0{,}0101} = 0{,}63\ m$$

Z výpočtu víme, že maximální přítok vody z rekultivační vrstvy při těchto podmínkách je 6,48 l/s a navrhovaný plošný drén je v tuto chvíli schopný pojmou 10,1 l/s. Je tedy splněna podmínka Qr<Qd.

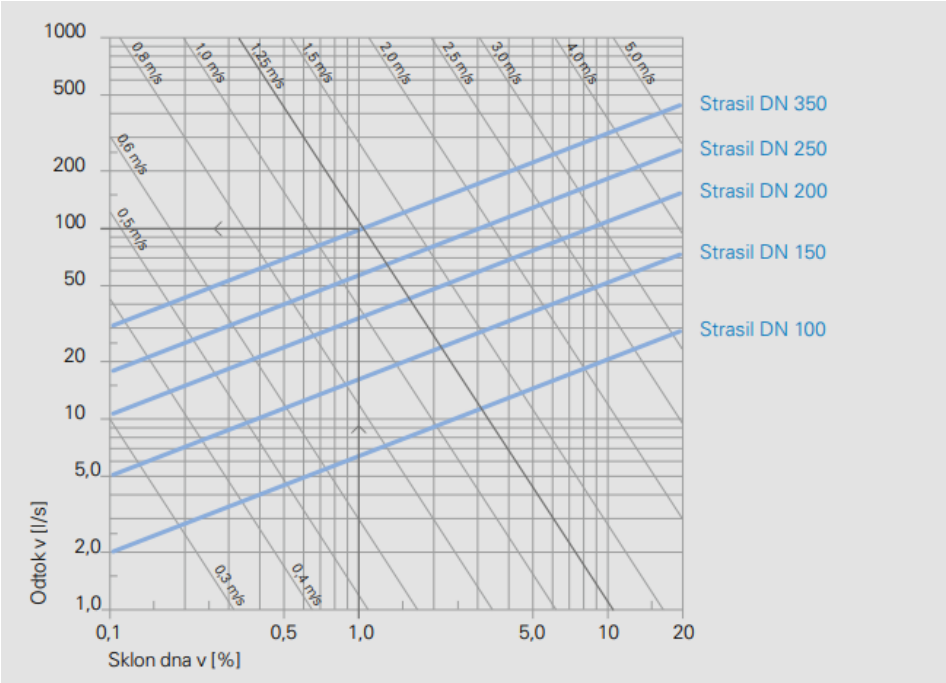
Výška plošného drénu poté vyjde přibližně 0,6 m. Po navezení plošného drénu bude celý povrch znovu překryt geotextílií, aby došlo k oddělení drenážní a rekultivační vrstvy a nedocházelo tak k vymývání rekultivační zeminy. Pro tento účel postačí netkaná geotextilie o plošné hmotnosti 100 g/m^2, která jednotlivé vrstvy bezpečně oddělí, ale přesto je dostatečně propustná pro vodu.



Obr. 10 Schéma plošného drénu

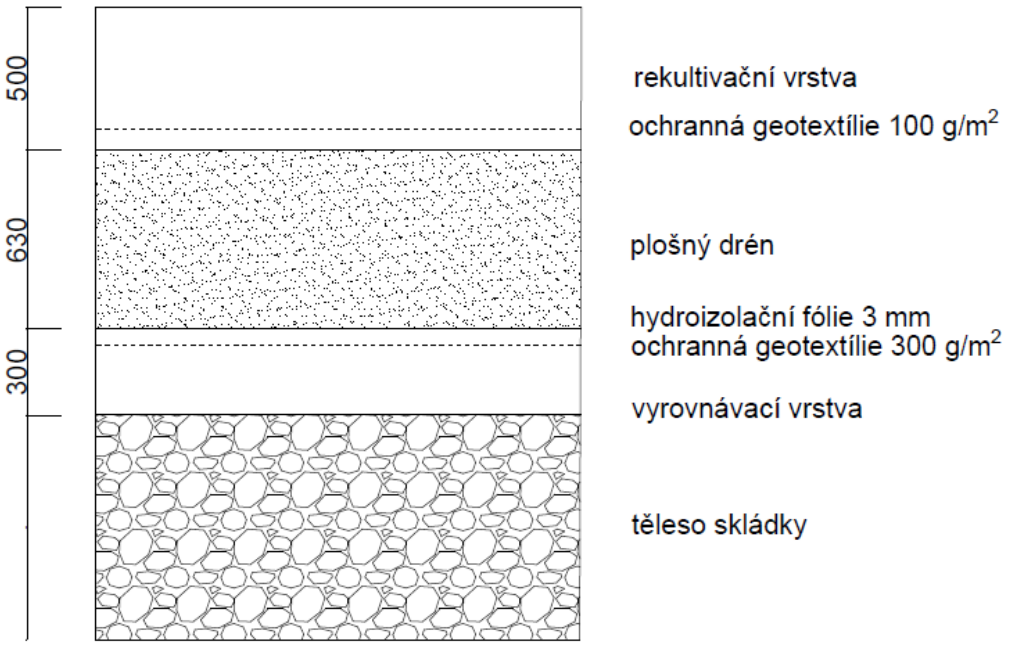
7.4.2 Svodný drén

Svodný drén bude položen na západním okraji pozemku, který je nejdelší. Délka svodného drénu je 235 metrů a celý povrch je vyspádován severním směrem pod úhlem 2°. Toto uložení zajistí bezpečné odvedení srážek přivedených plošným drénem. Svodný drén bude zbudován z PVC trubek o světlosti 250 mm. Jak můžeme vidět na obrázku číslo 12, je tato světlost při daném sklonu pro odvod vody v tomto případě naprosto dostačující. Zde udávaný odtok je u této světlosti a sklonu 60 l/s, a maximální odtok z drenážní vrstvy je dle výpočtu 10,1 l/s.



Obr. 11 Určení odtoku z drenážní vrstvy při daném sklonu drénu (Fränkische)

Svodný drén bude zaústěn do jímky povrchových vod, voda z jímky by mohla být použita pro případné zalévání jak rekultivovaného území, tak blízkých pozemků v případě nedostatku vláhy a možného úhynu rekultivačních rostlin. Jímka bude zbudována jako betonová nádrž s přepadem dimenzovaná na. Jako nejvhodnější se jeví umístit jímku na severním konci pozemku, kam přirozeně klesá reliéf. Přepad z jímky bude potrubím zaústěn do blízké rokle, kde dojde k jeho zasáknutí a nebude docházet k zasakování v blízkosti pozemku a případnému podtékání hydroizolační vrstvy. Jímku bude oplocena z důvodu většího pohybu zvěře, jež by mohly v jímce uvíznout.



Obr. 12 Schéma uložení jednotlivých uzavíracích vrstev

7.5 Návrh rekultivace

Závěrečnou uzavírací vrstvu skládky tvoří rekultivační vrstva zeminy. Mocnost této vrstvy je 0,5 metru a je volena s ohledem na plánované budoucí využití a také s ohledem na prostor, který je možný v tuto chvíli využít. Z typů biologické rekultivace v tomto případě přichází v úvahu pouze zemědělská rekultivace ve formě trvalého travního porostu či využití přírodní sukcese. Lesnická nebo sadovnická rekultivace přímo na tělese skládky není možná z důvodu možného poškození drenážní a izolační vrstvy kořeny stromu. Zemědělská rekultivace je zde výhodná také z důvodu navázání území na okolní krajinný ráz. Lesnickou rekultivaci bude vhodné využít pouze na okrajích pozemku, čímž by došlo k pomyslnému uzavření celého pozemku a ochraně před případným dalším navážením odpadu.

Rekultivační vrstvu zeminy je vhodné obohatit o humusové látky, které budou do půdy zapracovány povrchovou orbou. K tomuto účelu je vhodné využít například slámu, či kaly z čistíren odpadních vod, při dodržení limitních hodnot nebezpečných látek.

7.5.1 Zemědělská rekultivace

Po navezení rekultivační vrstvy bude povrch osázen směsí rekultivačních rostlin jako jsou například komonice bílá (*Melilotus albus*), jetel zvrhlý (*Trifolium*

hybridum), ovsík vyvýšený (*Avena elatior*), jílek vytrvalý (*Lolium perenne*), kostřava červená (*Festuca rubra*) nebo srha laločnatá (*Dactylis glomerata*). Tyto rostliny jsou voleny s ohledem na jejich hloubku zakořenění, která je dostatečně malá, aby nedošlo k poškození melioračních vrstev. Travní osev je výhodné realizovat v jarním období, kdy jsou dobré vláhové a teplotní podmínky. Půda se před výsevem nakypří a po výsevu se povrch ukulí, aby došlo z zapravení semen do půdy. Pro správné vyklíčení rostlin je dobré udržovat půdu po výsevu vlhkou. K tomuto účelu je vhodné využít vodu zachycenou v jímce povrchových vod a dodávat jí na povrch v malých dávkách do doby, než dojde k dostatečnému zapojení porostu a poté vždy při dlouhotrvajícím období sucha.

V prvních letech po rekultivaci je vhodné využívat prostor jen jako trvalý travní porost a upravovat ho pouze vysekáváním náletových dřevin, které by mohly poškodit drenážní vrstvu a sečením. Posekané rostliny je výhodné z pozemku neodvážet, ale nechat je zetlít na místě, čímž dojde k dalšímu obohacení humusové vrstvy půdy. V pozdějších letech se již může pozemek využívat k pastvě nebo biomasu sklízet.

7.5.2 Lesnická rekultivace

Lesnická rekultivace se bude skládat především z probírky stávajícího stromového porostu, který samovolně vznikl především v severní a východní části pozemku. Jak je vidět na přiložených ortofoto mapách a v příloze, některé zde rostoucí stromy jsou již i desítky let staré a byla by škoda je zcela vykácet. Proto bude vhodné provést probírku stávajících stromů na okrajích pozemku, s tím že dojde k vykácení poškozených či proschlých stromu a keřů. Jižní strana pozemku a část východní strany je zcela bez stromů, a proto je vhodné zde stromy a keře vysázet. Tímto krokem dojde k celkovému uzavření pozemku jak opticky, tak i pro případný vjezd.

Výsadba stromů a keřů bude probíhat do předem připravených jamek a skladba bude zvolena tak, aby navazovala na skladbu stromů přirozeně se vyskytujících v okolí. Na výsadbu keřového patra je dobré využít keře jako jsou: bez černý (*Sambucus nigra*), trnka obecná (*Prunus spinosa*) či ptačí zob obecný (*Ligustrum vulgare*). A ze stromů půjde zejména o habr obecný (*Carpinus betulus*), dub zimní (*Quercus petraea)* nebo jírovec maďal (*Aesculus hippocastanum*). Vysázené

a stávající stromy vytvoří biotop pro úkryt a hnízdění ptáků a celkově ovlivní mikroklima celého území.

7.5.3 Následná péče a monitoring skládky

Podle zákona je provozovatel skládky povinen zajistit péči o skládku i po jejím uzavření, a to po dobu 30 let. Jelikož v tomto případě žádný provozovatel neexistuje, připadne nejspíše péče o pozemek do rukou obce, která bude muset zajistit péči o území.

V prvních letech po uzavření bude péče spočívat v údržbě travního porostu a vysázených stromů. Stromy bude nutné chránit plůtky či nátěry proti okusu zvěří a zajistit dostatek vláhy. Travní porost je nutné 2x ročně sekat a zbavovat ho náletových rostlin. Zavlažování nově vysázených stromů a travního porostu bude prováděno z jímky dešťových vod. Prvních několik týdnů je potřeba dodávat zálivku častěji, aby došlo k zapojení rostlin, později již pouze v období déle trvajícího sucha.

Monitoring skládky bude spočívat převážně v kontrole povrchu skládky a větších místních poklesů povrchu. Vetší, lokální poklesy by mohly být způsobené větším sedáním materiálu, což by mohlo vést k poškození hydroizolační folie a plošného drénu. Dále bude nutné sledovat průchodnost drenážního systému a systému odvodu plynů. V neposlední řadě je nutné zajistit zabezpečení území před případným dalším navážením odpadu.

8 Diskuze

Problémy se skládkováním odpadů na skládkách, které vznikaly tzv. na divoko bez potřebného zabezpečení budou ještě velmi dlouho a nákladně řešeny. Je smutné, že i přes veškerou snahu obce, která se snaží o snižování množství komunálního odpadu všemožnými programy a zbudováním sběrného dvoru, končí stále jak komunální, tak tříditelný odpad na skládce a co více na černé skládce. V tuto chvíli již není možné určit co všechno a v jakém množství bylo na tuto skládku vyvezeno. Je ale naprosto jasné, že se jedná o obrovskou ekologickou zátěž pro celé území a je nutné jí v co nejkratší možné době vyřešit, než dojde k ještě většímu poškození životního prostředí a případně i lidského zdraví.

V první řade je v tomto případně nutné zakázat vyvážení odpadu, přísná kontrola dodržování a při porušení zákazu tvrdý postih. Je však velice těžké na tomto místě kontrolovat dodržování vzhledem k odlehlosti místa. Obec se o tento krok již pokoušela instalací závor, to se však ukázalo jako neúčinné řešení. Stejně jako zřízení sběrného dvoru a míst pro uložení tříděného odpadu. Vyvstává zde také otázka, zda jsou v tomto případě původci odpadu opravdu obyvatelé Měcholup nebo obyvatelé nedalekých obcí. Dle mého názoru, bych se přikláněl spíše k variantě toho, že odpad je zde vyvážen spíše cizími než místními obyvateli, vzhledem k dostupnosti sběrného dvoru.

Ať je původcem odpadu kdokoliv bude stát náprava toho problému nemalé finanční prostředky a je otázkou, kdo je poskytne. A zda nebude z důvodu financování náprava odkládána do doby, než dojde k ještě většímu poškození životního prostředí.

9 Závěr

Cílem této práce bylo dle dostupné literatury co možná nejlépe popsat problémy týkající se odpadového hospodářství, a to především nakládání s odpady. Práce byla zaměřena na skládkování odpadů a byl proveden popis skládek tuhých komunálních odpadů, jednotlivé typy těchto skládek a problémy které s sebou ukládání odpadu na skládkách nese. systému snižující negativní účinky skládek na okolní prostředí, a to především popis hydroizolačních a drenážních systémů důležitých pro nakládání s vodami ze skládek.

Druhá část této práce byla zaměřena na nastínění a vyřešení konkrétního problému, týkajícího se černé skládky odpadů. Celé území skládky a její nejbližší okolí bylo popsáno z hlediska pedologie, geologie nebo hydrologie, aby bylo možné navrhnout co možná nejúčinnější řešení tohoto problému. Byl nastíněn současný stav této skládky a přibližná historie vzniku. V práci dále bylo popsáno nakládání s odpady v obci v jejímž katastru skládka leží, a to především z důvodu zjištění proč právě zde vznikla tato černá skládky, která se od ostatních liší především svou velikostí. Byly navrženy technické úpravy na tělese, aby bylo možné provést další kroky vedoucí k rekultivaci tohoto území. Tyto úpravy byly zaměřeny především na zbudování technických doplňků důležitých pro uzavření skládky, jako šachet pro odvod plynů z tělesa a povrchových vod. Bylo navrženo fóliové těsnění celé skládky, z důvodu zamezení průnikům srážek do tělesa skládky. Dalšími částmi důležitými pro nakládání s povrchovými vodami byly části drenážního systému. Ten byl navržen jako plošný drén z kameniva o mocnosti 0,6 m, který srážky spadlé na území odvádí do svodného drénu zaústěného do jímky. Těmito kroky bylo zamezeno vnikání srážek do tělesa skládky, kde by docházelo k vylouhování cizorodých látek a jejich následnému transportu do okolního prostředí. Celé území bylo následně překryto rekultivační vrstvou zeminy, která byla vhodně osázena rostlinami, aby došlo k začlenění celého území do okolní krajiny.

10 Literatura

ALTMANN, V., RŮŽIČKA, M., 1996: *Technologie a technika skládkového hospodářství,* Ostrava: VŠB-Technická univerzita, Phare. ISBN 80-7078-355-9.

BÍNA, J., DEMEK, J., 2012: *Z nížin do hor*. Geomorfologické jednotky České republiky. 1. vyd. Praha: Academia,. 344 s. ISBN 978-80-200-2026-0.

ČÍŽEK, J., LYEROVÁ, J., 1984: *Zemědělské, lesnické a parkové rekultivace skládek odpadů,* Praha: Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství

ČSN 83 8030 Skládkování odpadů – Základní podmínky pro navrhování a výstavbu skládek

ČSN 83 8032 Skládkování odpadů – Těsnění skládek

ČSN 83 8033 Skládkování odpadů – Nakládání s průsakovými vodami ze skládek

ČSN 83 8034 Skládkování odpadů – Odplynění skládek

ČSN 83 8036 Skládkování odpadů – Monitorování skládek

ČSN 83 8035 Skládkování odpadů – Uzavírání a rekultivace skládek

DOHNAL, R., 2013: *Odpady*, č.10, Přírodní vs. Technické rekultivace

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

FILIP, J., KOTOVICOVÁ, J., BOŽEK, F., 2003: *Komunální odpad a skládkování*, V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, ISBN 80-7157-712-x.

GREMLICA T., 2011: *Využívání přirozené a usměrňované ekologické sukcese při rekultivacích území dotčených těžbou nerostných surovin,* [online], [cit. 25.2.2018] dostupné z: http://www.calla.cz/piskovny/soubory/Metodika-rekultivace-a-management-neprirodnich-biotopu-v-CR.pdf

HLAVATÁ, M., 2004: *Odpadové hospodářství,* Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, ISBN 80-248-0737-8.

Hydrologie a hydropedologie, [cit. 30.3.2018] dostupné z: https://web.vscht.cz/~pokornd/hp/Hydrologie%20a%20hydropedologie-intern%C3%AD%20texty.pdf

JUCHELKOVÁ, D., FIBINGER, V., MÍKA, J., 1996: *Metody nakládání s odpady*. Ostrava: VŠB-Technická univerzita, ISBN 80-7078-309-5

JURNIK A.,1994: *Ekologické skládky domovního a průmyslového odpadu*, ALDA, Olomouc, 179s.

KRENÍKOVÁ, V., 1999: *Odpadové hospodářství*, Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně, ISBN 80-7044-213-1.

KURAŠ, M., 1993: *Technologie zpracování odpadů*. 2. přeprac. rozš. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, ISBN 80-7080-195-6.

KIZLINK, J., 2014: *Odpady: sběr, zpracování, zužitkování, zneškodnění, legislativa*. 3., upr. a rozš. vyd., V Akademickém nakl. CERM 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, ISBN 978-80-7204-884-7

MALÝ, J., ŠÁLEK, J., 2002: *Vodní hospodářství skládek domovního odpadu a čištění průsakových vod: vypracováno s podporou Grantové agentury ČR v rámci řešení grantového úkolu 103/00/0095*. Brno: CERM, ISBN 80-214-2296-3.

Produkce, využití a odstranění odpadu a produkce druhotných surovin v roce 2016, [cit. 5.2.2018] dostupné z: https://www.czso.cz/documents/10180/66641868/280029-17.pdf/c3c7a63e-9f68-40a9-a147-5494067ea7d9?version=1.2

Odvodňovací systémy pro výstavbu pozemních komunikací, [cit. 1.3.2018] dostupné z: https://www.fraenkische.com/cz/Odvodovn-komunikac/Pouit/Odvodovn-silnic-a-dlnic/Strasilsup-sup-10948.html

SMOLÍKOVÁ, L., 1982: *Pedologie II*, Praha, Státní pedagogické nakladatelství

STRAKA F., 2004: *Skládkování odpadu, skládkový plyn*, Vysoká škola chemicko-technická, [online], [cit. 5.3.2018] dostupné z http://www.vscht.cz/uchop/udalosti/skripta/1ZOZP/odpady/skladkovani.htm

ŠÁLEK, J., 1999: *Navrhování a provozování vegetačních kořenových čistírek*, Praha: ÚZPI MZČR, č.2, 54 s.

ŠTÝS, S., 1997: *Rekultivace*, Most: Mostecká uhelná společnost

VÁŇA, J., 1998: Skripta z předmětu ekologie a ekotechnika, [cit. 13.3.2018] dostupné z: http://czbiom.fortunecity.ws/clen/jv/pr4.html

VANÍČEK, I., 2002: *Sanace skládek, starých ekologických zátěží*. Praha: Vydavatelství ČVUT, ISBN 80-01-02438-5

VÍŠEK L., 1993: *Řízené skládkování tuhých komunálních odpadů*, AZ KORT a.s., Liberec

Vyhláška číslo 351/2008 Sb. o podrobnostech nakládání s odpady, ve znění pozdějších předpisů

VYMAZAL J., 2004: *Kořenové čistírny odpadních vod*, ENKI o. p. s. Třeboň.

VYMAZAL, J., 2016*: Kořenové čistírny odpadních vod: využití ve světě, České republice a Plzeňském kraji*, Krajský úřad Plzeňského kraje, odbor životního prostředí, Plzeň

WALKER, L., WALKER, J., HOBBS, R., 2007: *Linking restoration and ecological succesion*, Springer

Internetové zdroje:

eKatalog BPEJ © VÚMOP v.v.i. - Půdní služba, © 2017 Webová aplikace (online) [cit. 10.4.2018] dostupné z: geoportal[at]vumop.cz

Český úřad zeměměřičský a katastrální © 2017 ČÚZK (online), [cit. 28.3.2018] dostupné z: cuzk.cz

Česká geologická služba (online), [cit. 28.3.2018] dostupné z: geology.cz

Oficiální stránky Obce Měcholupy © 2018 (online), [cit. 1.4.2018], dostupné z: mecholupy-sc.cz

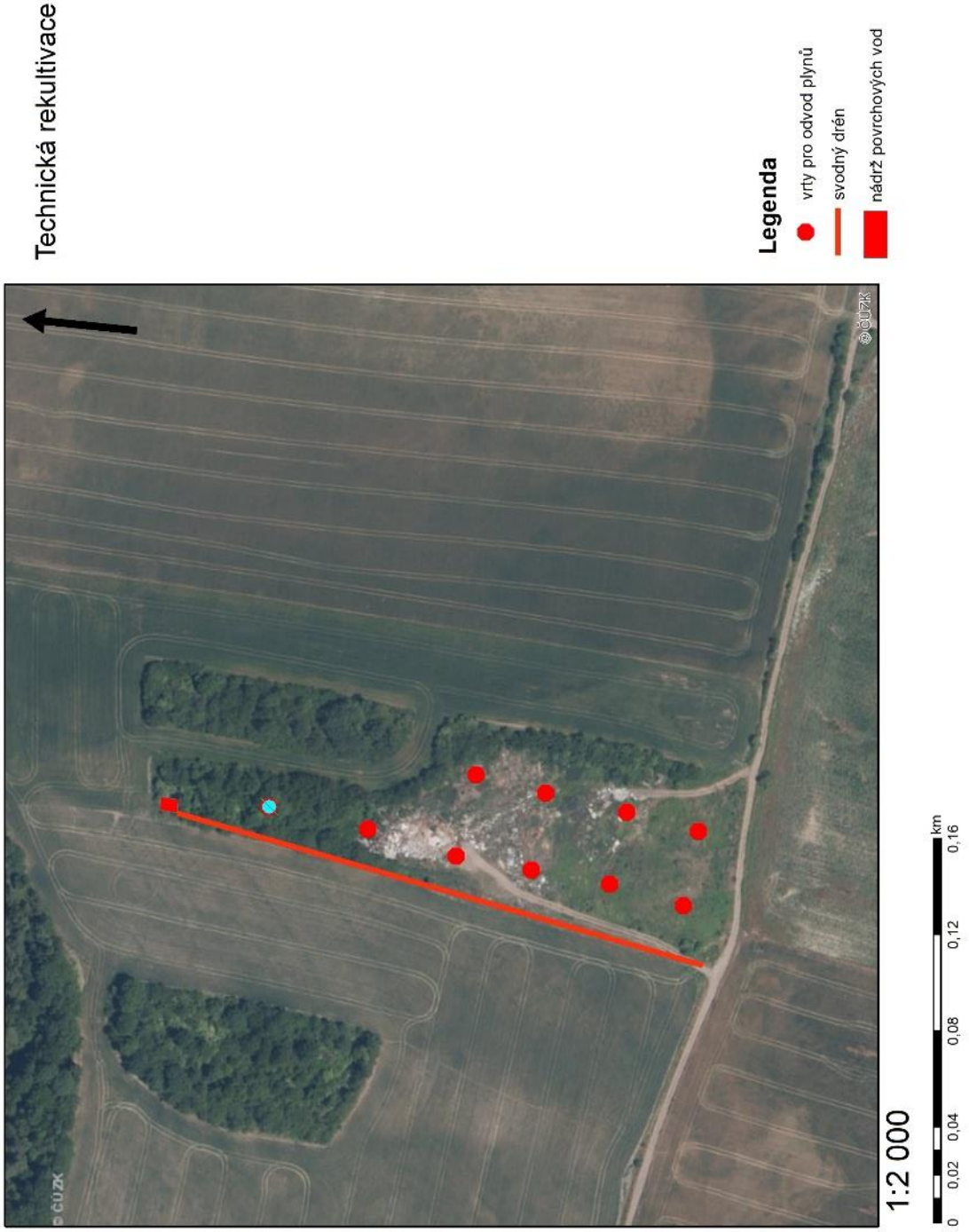
11 Seznam obrázků a tabulek

Obr. 1 Skladba odpadu v roce 2016 (czso.cz) 5
Obr. 2 Způsoby nakládání s komunálními odpady v roce 2016 (czso.cz) 6
Obr. 3 Způsoby nakládání s odpady v roce 2016 (czso.cz) 6
Obr. 4 Zemní (jílové) těsnění (ČSN 83 8032) 17
Obr. 5 Fóliové těsnění (ČSN 83 8032) 18
Obr. 6 Těsnění bentonitovou matrací (ČSN 83 8032) 19
Obr. 7 Situační umístění skládky (mapy.cz) 29
Obr. 8 Ortofoto mapa pozemku skládky (vdp.cuzk.cz) 30
Obr. 9 Půdní profil odkrytý na okraji lomu (foto autor) 32
Obr. 10 Schéma plošného drénu 40
Obr. 11 Určení odtoku z drenážní vrstvy při daném sklonu drénu (Fränkische) 41
Obr. 12 Schéma uložení jednotlivých uzavíracích vrstev 42

Tab. 1 Průměrné měsíční teploty a srážky na stanici Žatec (meteoblue.com) 31

12 Přílohy

Příloha 1: fotodokumentace území skládky

Příloha 2: současný stav lokality

Příloha 3: technická rekultivace skládky