

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

Katedra biotechnických úprav krajiny



Uzavření a rekultivace bývalé skládky Modřany - Libuš

**Closure and recultivation of the former landfill Modřany-
Libuš**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Jakub Štibinger, CSc.**

Diplomant: **Bc. Marek Michalec**

2014

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra biotechnických úprav krajiny

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Michalec Marek

Regionální environmentální správa

Název práce

Uzavření a rekultivace bývalé skládky Modřany - Libuš

Anglický název

Closure and recultivation of the former landfill Modřany-Libuš

Cíle práce

Cílem této diplomové práce bude navázat na bakalářskou práci, týkající se taktéž skládkového objektu na Praze12 - Modřanech, kterou vypracoval diplomant v roce 2012.

Rešeršní část diplomové práce bude zaměřena na problematiku skládkování odpadů, včetně přiblížení základní legislativy spojené s tímto tématem. Dále se práce bude zabývat odvodněním skládek, konkrétně soustavou prvků drenážního a těsnícího systému, rekultivací skládek a budou v ní popsány i jednotlivé druhy rekultivací.

Vlastní část práce bude obsahovat charakteristiku skládkového objektu a lokality, v které se nachází. Následovat bude vyhodnocení současného stavu skládky a popsání proběhnuvších rekultivačních prací na tělese skládky. Výstupem diplomové práce bude návrh na dokončení rekultivace, zahrnující i navržené technické změny na tělese skládky. Dále bude vytvořen vlastní návrh biologické rekultivace s osázením vhodnou vegetací. Dílčím cílem bude vytvoření vlastní fotodokumentace.

Metodika

Z dostupných literárních a internetových zdrojů bude zpracována literární rešerše zaměřená na skládky odpadů, jejich uzavírání a rekultivaci. Budou v ní rozepsány druhy rekultivací a postupy při uzavírání skládek. Tato část se bude také zabývat odvodněním skládek, jejich těsnícími a drenážními systémy včetně jednotlivých rekultivačních vrstev.

Ve vlastní části diplomové práce bude student vycházet z aktivní komunikace se zainteresovanými subjekty a ze získaných dostupných materiálů. Diplomant svojí osobní účastí zmonitoruje studijní území a detailně charakterizuje současný stav bývalé skládky. Jako zdroje fotografií pro tuto část student použije zejména vlastní fotodokumentaci, kterou v průběhu monitoringu pořídí. Ze zapůjčených podkladů budou popsány již proběhlé rekultivační práce na tomto objektu a následně diplomant nastíní vlastní řešení nedostatků v technické rekultivaci. Pokud to situace vyžaduje, budou navržena vhodná protierozní opatření. Dále bude vytvořen návrh vlastní biologické rekultivace s osázením vegetací.

Harmonogram zpracování zemědělská univerzita v Praze - Kamýcká 130, 165 21 Praha 6 - Střehov

Září 2013 > Monitoring území, jednání se zainteresovanými úřady a osobami (zajištění podkladů)

Říjen 2013 - Leden 2014 > zpracování literární rešerše

Rozsah textové části

50 stran

Klíčová slova

Odpad, skládkování, průsaková voda, drenážní systém, rekultivace

Doporučené zdroje informací

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

ČSN 83 8032 Skládání odpadů – Těsnění skládek

ČSN 83 8035 Skládání odpadů – Uzavírání a rekultivace skládek

ŠLEZINGR M., KUPEC, P., SCHNEIDER J., 2009: Revitalizace v krajině

FILIP J., BOŽEK F., KOTOVICOVÁ J., 2006: Komunální odpad a skládkování

KRYL V., FRÖHLICH, SIXTA J., 2002: Zahrazení hornické činnosti a rekultivace

MALÝ J., ŠÁLEK J., 2002: Vodní hospodářství skládek domovního odpadu a čištění průsakových vod

DIMITROVSKÝ K., 2000: Zemědělské, lesnické a hydrické rekultivace území ovlivněných báňskou činností

Vedoucí práce

Štibinger Jakub, doc. Ing., CSc.

Elektronicky schváleno dne 2.4.2014

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 2.4.2014

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan fakulty

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci na téma: „Uzavření a rekultivace bývalé skládky Modřany – Libuš“ vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Jakuba Štibingera, CSc. a uvedl jsem všechny zdroje a literární prameny, ze kterých jsem čerpal.

V Praze dne

.....
Bc. Marek Michalec

Poděkování:

Rád bych poděkoval vedoucímu mé diplomové práce doc. Ing. Jakubovi Štibingerovi, CSc. za odborné vedení, cenné rady a vstřícný přístup při vypracovávání této diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Veronice Veselé a Ing. Čěnkovi Klapalovi za pomoc při získávání podkladů, které se týkají bývalé modřanské skládky.

V Praze dne

.....
Bc. Marek Michalec

Abstrakt

Diplomová práce na téma: Uzavření a rekultivace bývalé skládky Modřany - Libuš se zabývá objektem uzavřené, ne zcela zrehabilitované skládky tuhého komunálního odpadu na Praze 12. Tato práce navazuje na bakalářskou práci týkající se téhož objektu. Diplomová práce obsahuje rešerši dostupné literatury zaměřenou na skládky odpadů, jejich uzavírání a především rekultivace. Dále je v teoretické části popsáno odvodnění skládek a složení drenážního systému. Následující pasáž tvoří charakteristika studijního území včetně přírodních poměrů lokality. Praktická část práce vychází z monitoringu území skládky a z prostudování dostupných materiálů, které byly zapůjčeny Odborem životního prostředí Prahy 12. Součástí bude popsání a zanalyzování proběhnuvších prací na tělese skládky. Hlavním výstupem práce bude návrh na dokončení rekultivace skládky, případně vybudování protierozních opatření.

Klíčová slova

Odpad, skládkování, průsaková voda, drenážní systém, rekultivace

Summary

Diploma thesis: Closure and recultivation of the former landfill Modřany - Libuš deals with closed object of not entirely recultivated municipal solid waste landfills in Prague 12. This work builds on the Bachelor's thesis on the same object. The thesis contains a literature search focused on the landfill of waste, closure and recultivation mainly. The theoretical part describes the composition of drainage and landfill drainage system. The following passage is the characterization of the study area, including the natural conditions of the site.

The practical part is based on the monitoring of the landfill and studying available materials, which have been lent by the Department of Environmental Prague 12. This will include analyzing and describing the works, which was made at the landfill body. The main outcome of this work will be a proposal to complete the recultivation of landfills, eventually build erosion control measures.

Keywords

Waste, landfilling, leachate, drainage system, recultivation

Obsah

1. Úvod.....	1
2. Cíle práce.....	2
3. Literární rešerše.....	3
3.1 Definice základních pojmů.....	3
3.2 Odpadové hospodářství.....	5
3.2.1 Vývoj produkce odpadů.....	5
3.2.2 Produkce a nakládání s odpady v ČR.....	6
3.3 Skládání odpadů.....	7
3.3.1 Legislativní rámec.....	8
3.4 Skládky odpadu.....	9
3.5 Rizika skládek tuhého komunálního odpadu (TKO).....	11
3.5.1 Průsaková voda.....	12
3.5.2 Skládkový plyn.....	13
3.6 Návrh povrchových skládek.....	14
3.6.1 Těsnění skládek.....	14
3.6.1.1 Těsnění ze zemin.....	16
3.6.1.2 Fóliové těsnění.....	16
3.6.1.3 Kombinované těsnící systémy.....	17
3.6.1.4 Geotextilie.....	18
3.6.2 Odvodnění skládek - drenážní systém.....	18
3.6.2.1 Plošný drén.....	19
3.6.2.3 Sběrný drén.....	20
3.6.2.3 Svodný drén.....	20
3.6.2.4 Akumulační nádrže průsakových vod.....	21
3.6.2.5 Jímka dešťových vod.....	22
3.6.3 Bilanční rovnice pro množství prosakující vody ze skládky.....	22
3.6.4 Monitoring skládky.....	23
3.6.5 Uzavírání skládek.....	24
3.7 Rekultivace.....	24
3.7.1 Financování.....	25
3.7.2 Technická rekultivace.....	25
3.7.3 Biologická rekultivace.....	27
3.7.4 Lesnická rekultivace.....	28
3.7.5 Sadovnická rekultivace.....	29
3.7.6 Zemědělská rekultivace.....	29
3.7.7 Přírodní sukcese.....	30
4. Charakteristika studijního území.....	31
4.1 Základní údaje bývalé skládky TKO Modřany – Libuš.....	31
4.1.1 Poloha skládky.....	31
4.1.2 Historie skládky.....	32
4.1.3 Přírodní poměry.....	34
4.1.4 Geomorfologické a geologické poměry.....	34
4.1.5 Hydrologické a hydrogeologické poměry.....	35
4.1.6 Geofyzikální poměry.....	36
4.1.7 Flora a fauna.....	36
5. Metodika.....	38
5.1 Postup v CAD.....	39
5.2. Postup v GIS.....	39
6. Současný stav řešené problematiky.....	40

6.1	Nedostatky v technické rekultivaci	40
6.1.1	Stav bezpečnostních prvků	41
6.1.2	Oplocení objektu	42
6.1.3	Černé skládky	44
6.2	Vegetační pokryv skládky	45
6.3	Zhodnocení nedokončené rekultivace	46
7.	Výsledky.....	48
7.1	Vlastní návrh technické rekultivace	48
7.1.1	Příprava území.....	48
7.1.2	Úpravy ve sklonech svahů.....	50
7.1.3	Hlavní navržená opatření	50
7.1.3.1	Západní svah	50
7.1.3.2	Jižní svah.....	51
7.1.4	Návrh pokládaných vrstev	52
7.1.4.1	Vyrovnávací vrstva	53
7.1.4.2	Těsnicí vrstva	53
7.1.4.3	Ochranná vrstva	53
7.1.4.4	Drenážní vrstva	53
7.1.4.5	Drenážní vrstva šterku	54
7.1.4.6	Rekultivační vrstva	55
7.1.5	Vytvoření odvodňovacích příkopů.....	56
7.1.6	Vybudování jímek na dešťovou vodu	58
7.1.7	Úprava přístupových cest	59
7.1.8	Vytvoření monitorovacích vrtů	60
7.2	Vlastní návrh biologické rekultivace.....	61
7.2.1	Návrh výsadby.....	61
7.2.1.1	Postup při zatravnění.....	61
7.2.1.2	Postup při výsadbě dřevin	62
7.2.1.3	Péče o lokalitu po jejím uzavření	63
8.	Diskuse	64
9.	Závěr.....	66
10.	Přehled literatury a použitých zdrojů	67
10.1	Obrázky	72
10.2	Tabulky.....	75
10.3.	Zdroje použitých příloh.....	76
11.	Přílohy	77
	Příloha č.1.....	77
	Příloha č.2.....	78
	Příloha č.3.....	79
	Příloha č.4.....	80
	Příloha č.5.....	81

1. Úvod

Jedním z palčivých témat dnešní doby v oblasti hospodaření s odpady je jeho skládkování. Odpadů i skládek přibývá a s největší pravděpodobností tomu nebude jinak ani v následujících letech. Bylo by tedy dobré popřemýšlet nad jinými způsoby odstraňování odpadu, nebo alespoň zaměřit svou pozornost na větší bezpečnost úložišť, konstruovaných pro dlouhodobé ukládání odpadu.

Ve většině vyspělých zemí (včetně USA) pomalu dochází ke snižování počtu skládek, jakožto i množství ukládaného komunálního odpadu na skládky (ADEREMI et al., 2011). Ročně však na skládky putují miliony tun odpadu a jeho objem na jednotlivce roste ruku v ruce s růstem světové populace a mírou industrializace. Ukládání a zpracování komunálního odpadu ve velkých městech se tak stává stále obtížněji řešitelným problémem. Lokality, které byly uzavřeny za účelem ukládání odpadu mají limitované rozměry a problém jejich dlouhodobého zabezpečení a konečné rekultivace se stává kritickým (MARINICHEV, MARSCHALKA, 2012). Jak podotýká Christensen (2013), jsou to právě skládky komunálního odpadu, které představují potenciální riziko pro životní prostředí i zdraví lidí. Ať už se jedná o tvorbu skládkového plynu či průsakové vody.

Téma této diplomové práce bylo zvoleno v návaznosti na bakalářskou práci z roku 2012, zabývající se uzavřenou skládkou tuhého komunálního odpadu na pomezí městských částí Prahy 12 - Modřany a Libuš. Z provedených rozborů vody v pramenech pod skládkou bylo prokázáno zhoršení její kvality. Tento stav je zapříčiněn neukončenou rekultivací, což umožňuje srážkové vodě pronikat do tělesa skládky a vyluhovat z ní cizorodé látky do okolí. Rozsah znečištění v pramenech sice nereprezentuje akutní zdravotní ani ekologické riziko, avšak jedná se o rozpor obecných zájmů ochrany životního prostředí. Je proto potřeba rekultivaci skládky dokončit a obnovit její drenážní systém. Tyto nedostatky se staly jednou z hlavních pohnutek, proč jsem si opět vybral téma, týkající se tohoto skládkového objektu.

2. Cíle práce

Cílem této diplomové práce je v navázání na bakalářskou práci *Stav bývalé skládky v blízkosti přírodní památky Modřanská rokle*, kterou v roce 2012 vypracoval Marek Michalec. Rešeršní část diplomové práce bude zaměřena na problematiku skládkování odpadů, včetně přiblížení základní legislativy spojené s tímto tématem. Dále se práce bude zabývat odvodněním skládek, konkrétně soustavou prvků drenážního a těsnícího systému, rekultivací skládek a budou v ní popsány i jednotlivé druhy rekultivací.

Vlastní část bude obsahovat charakteristiku skládkového objektu a lokality, v které se nachází. Následovat bude vyhodnocení současného stavu skládky a popsání proběhnuvších rekultivačních prací na tělese skládky. Výstupem diplomové práce bude návrh na dokončení rekultivace, zahrnující i navržení technických změn na tělese skládky a navržení biologické rekultivace s osázením vhodnou vegetací. Dílčím cílem bude vytvoření vlastní fotodokumentace.

3. Literární řešerše

3.1 Definice základních pojmů

Odpad: každá movitá věc, které se chce její majitel zbavit nebo má povinnost se jí zbavit

Komunální odpad: veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti fyzických osob

Skládka odpadu: technické zařízení sloužící k odstraňování odpadů jejich trvalým a řízeným uložením na zemi nebo do země (zákon č.185/2001 Sb.)

Těleso skládky: uložený odpad včetně stabilizačních a uzavíracích vrstev spolu s rekultivací

Základna skládky: skládková plocha, na kterou se naváží těleso skládky

Svah skládky: plocha ohraničující postranně těleso skládky

Podloží skládky: geologicky, hydrogeologicky a morfologicky prozkoumaný prostor pod základovou spárou skládky

Střechovité dno skládky: upravená plocha dna skládky, jejíž úhel sklonu zajišťuje odtok průsakové vody úžlabím z jednotlivých sekcí tělesa skládky

Podkladové těsnění: technický systém sloužící k utěsnění a odvodnění základů skládky

Těsnění svahu skládky: postranní těsnění skládky navazující na podkladové těsnění

Průsaková voda: voda prosakující zhuštěným odpadem, která je znečištěna organickými a anorganickými složkami

Drenážní vrstva: je to filtračně stabilní a vodu propouštějící vrstva ze štěrkopísku, která průsakovou vodu shromažďuje a odvádí

Odvod průsakové vody: tvořen systémem zařízení ke shromažďování a odvádění průsakové vody ze skládky drenážními rourami

Těsnící fólie: vysoce odolné pásy z ohebného plastu (zpravidla polyetylen) s vysokou životností

Geotextilie: druh rouna z polypropylenu sloužící jako ochranná vrstva před poškozením polyetylenové těsnící fólie

Odplynění: způsob odvádění plynu ze skládky vodorovně a vertikálně položeným sběrným systémem

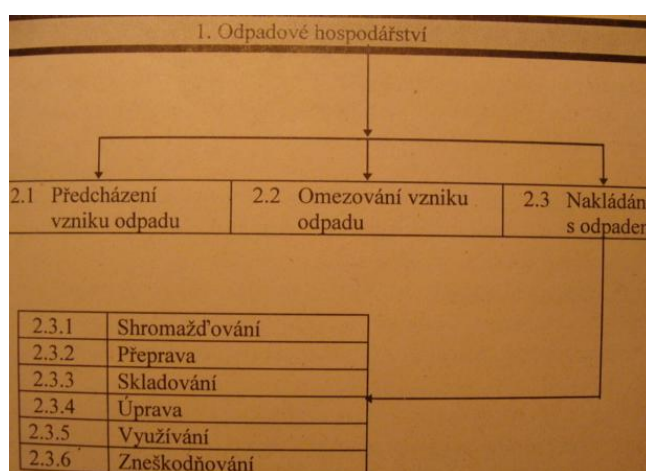
Minerální těsnění: uměle vybudované vrstvy z minerálních zemin, případně s přidáním těsnících příměsí (JURNIK, 1994)

Sanace: přijetí opatření k nápravě škod způsobených lidskou činností na krajině nebo majetku. Nápravná opatření v krajině jsou revitalizace a rekultivace (VANÍČEK, 2001)

Rekultivace: uvedení místa zpravidla dotčeného lidskou činností do souladu s okolím a obnovení funkčnosti povrchu terénu ve vztahu k jeho původnímu nebo nově zamýšlenému užívání (vyhláška MŽP č.294/2005 Sb.)

3.2 Odpadové hospodářství

Termín odpadové hospodářství můžeme chápat jako celou řadu cílevědomých opatření v řetězci likvidace odpadů z domácností, z živnostenských a průmyslových závodů, ale i z veřejných zařízení. V době narušeného životního prostředí se jedná o činnost nutnou. Jedním z prvků zapadajících do tohoto mechanismu je výstavba a provoz zařízení ke zpracovávání odpadů a odpadových skládek. K tomu náleží také sanace vadných a nedokonalých zařízení, v kterých se bezstarostně zachází s odpady a která narušují vzhled krajiny (JURNIK, 1994).



Obr.č. 1: Schéma odpadového hospodářství (KRENÍKOVÁ, 1999)

3.2.1 Vývoj produkce odpadů

V polovině 20. století připadalo na jednoho Evropana zhruba půl krychlového metru odpadu, o čtvrtstoletí později tomu bylo již třikrát více (JURNIK, 1994). Evropský odpadový standard byl upravován řadou vnitrostátních i mezinárodních předpisů. První vzorové mezinárodní předpisy upravující “řízené skládkování“ odpadů byly zpracovány koncem 60. let minulého století. V stejné době byly také přijímány ve vyspělých zemích celostátní právní předpisy upravující oblast odpadového hospodářství (ALTMAN, 1996). Na konci milénia činila v Evropě hodnota vyprodukovaného odpadu asi 250 kg na osobu ročně. V roce 1993 připadalo v Německu na osobu ročně 650 kg odpadu, což představovalo 40 milionů tun odpadu pro celý stát (JURNIK, 1994).

Významná je i změna ve složení odpadů. Dříve byla určitá rovnováha mezi vznikajícím odpadem a jeho rozkladem, což bylo spjato se životem na venkově.

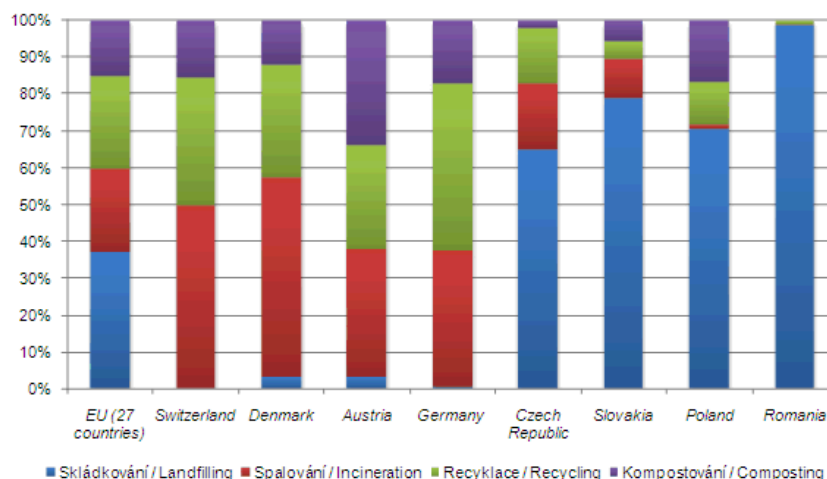
Lidé pracovali zejména v zemědělství a veškeré zbytky se dále zužitkovávaly. V dnešní době je tomu přesně naopak. Většina obyvatel žije ve městech a způsob současného žití nevede k uzavírání koloběhu látek. Roste podíl spalitelných složek jako papíru, plastů, kuchyňského odpadu a zvyšuje se objem obalového odpadu (FILIP, 2003).

3.2.2 Produkce a nakládání s odpady v ČR

V České republice se celková produkce komunálních odpadů dlouhodobě pohybuje kolem hodnoty 3 miliony tun ročně. V roce 2012 bylo vyprodukováno 3,2 milionu tun komunálního odpadu, což v přepočtu na jednoho obyvatele činí 308 kg. Z toho největší část 68 % tvořil běžný svoz (odpad z popelnic, z kontejnerů nebo svozových pytlů), 14 % činil tříděný odpad (sklo, papír, plasty) a 10 % objemný odpad (koberce, nábytek). Celkové množství odpadu, s nímž bylo nakládáno, se oproti roku 2011 výrazně nezměnilo, zato v jednotlivých způsobech nakládání s odpady lze pozorovat patrné změny. Výraznější pokles byl zaznamenán u celkového odstraňování odpadů (o 21 %), který byl způsoben snížením množství odpadů ukládaných na skládky (ČSÚ, 2012).

I přes klesající trend skládkování v ČR vyplývá z obrázku č.2, že tato metoda je neochvějně na prvním místě mezi způsoby odstraňování komunálního odpadu. Ve srovnání s vyspělejšími “západními“ státy máme, co dohánět a tudíž bychom se mohli některými z nich (např. Dánskem či Německem) inspirovat.

Obr.č. 2: Nakládání s komunálním odpadem ve vybraných zemích v roce 2011
(upraveno dle EUROSTATU, 2013)



3.3 Skládkování odpadů

Jedná se o nejstarší a dodnes nejrozšířenější způsob zneškodňování odpadů. I přes to, že se do budoucna předpokládá značný pokles množství skládkovaných odpadů, je třeba počítat s tím, že určité množství se bude na skládkách ukládat stále (ALTMAN, 1996).

Mezi způsoby odstraňování odpadů převládá skládkování s 60 až 90% podílem. Např. v USA se skládkuje 65 % odpadů, v Itálii, Řecku, Irsku je to více než 90 % a naopak v Japonsku či Nizozemí méně než 30 %. Důvodem tohoto rozšíření je jednoduchost postupu, využívání jednoduché techniky, nižší náklady a tedy i krátkodobě hospodářská výhodnost (JUCHELKOVÁ et al., 1996).



Obr.č. 3: Kompaktor hutníci odpad (ČIŽP, 2008)

S ohledem na různé omezující faktory v prostředí je nutno prosazovat pouze přísně řízené skládkování. Staré skládky nebo dokonce ty divoké mohou být i po desítkách let nebezpečným zdrojem kontaminací. Je tedy nutné skládkování věnovat maximální pozornost a to již od etapy vyhledávání vhodných lokalit, přes projektovou přípravu, provoz, až po ukončení a rekultivaci (ALTMAN, 1996).

3.3.1 Legislativní rámec

Legislativním základem pro skládkování je Směrnice Rady EU 31/99/ES o skládkách odpadu, zmiňující se o omezení produkce metanu. Konkrétně tato směrnice požaduje snížení ukládání biodegradabilních odpadů na skládky o 25 % do roku 2006, o 50 % do roku 2009 a o 65 % do roku 2016 ve srovnání s množstvím, které se ukládalo v roce 1995. Protože byla přijata zásada materiálového využívání před energetickým, tak to znamená, že všechen bioodpad, který není kontaminován cizorodými látkami, se má v první řadě kompostovat nebo vystavit anaerobní digesci s výrobou bioplynu. Tyto zásady jsou převzaty do národních zákonů. Protože se ale v některých zemích EU komunální odpad většinou skládá, je pro země ukládající na skládky více než 80 % komunálního odpadu (včetně ČR) termín posunut o čtyři roky. Výsledným efektem zmíněné směrnice je omezování až úplné zastavení výstavby nových skládek, jako je tomu např. v Německu. U nás se tento problém zatím řeší rozšiřováním stávajících skládek (FILIP, 2003).

V České republice je skládkování řešeno v zákoně o odpadech č.185/2001 Sb. ve znění pozdějších předpisů. Dalšími právními předpisy, které jsou více či méně spjaté s problematikou nakládání s odpady jsou: zákon č.17/1992 Sb. o životním prostředí, zákon č.1997/2003 o plánu odpadového hospodářství pro Českou republiku, vyhláška č.294/2005 Sb. o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu.

Technické požadavky na skládky odpadů jsou splněny odpovídají-li následujícím technickým normám:

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

> stanovuje podmínky navrhování a výstavby povrchových skládek

ČSN 83 8032 Skládkování odpadů – Těsnění skládek

> platí pro navrhování, výstavbu a kontrolu těsnících systémů skládek

> doporučuje vhodné materiály a technologické postupy

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

- > platí pro odvádění, soustředování a kontrolu kvality průsakových vod ze skládek
- > zahrnuje uspořádání drenážního systému, jímek, kontrolu kvality a množství průsakových vod

ČSN 83 8034 Skládání odpadů – Odplynění skládek

- > stanovuje zásady pro navrhování, výstavbu a provoz souborů plynového zařízení

ČSN 83 8035 Skládání odpadů – Uzavírání a rekultivace skládek

- > stanovuje podmínky uzavírání a rekultivace skládek odpovídajících normě ČSN 83 8030
- > norma zahrnuje: prostorové řešení skládky, opatření k zachytávání skládkového plynu, uzavírací vrstvy, odvodnění povrchu, rekultivační vrstvy, provozování uzavřené skládky

ČSN 83 8036 Skládání odpadů – Monitorování skládek

- > stanovuje podmínky pro sledování provozovaných i uzavřených skládek odpadů z hlediska vlivů na okolní prostředí, bezpečnosti a funkční spolehlivosti jednotlivých konstrukčních prvků skládky

Jedním ze základních ekonomických nástrojů odpadového hospodářství se považují poplatky za skládání směšného komunálního odpadu. Jejich výše má totiž přímý vliv na snižování množství odpadů ukládaných na skládku a výnosy z nich jsou využívány pro financování odpadového hospodářství (ŠŤASTNÁ, 2013). Poplatky za ukládání odpadů na skládky je povinen platit jejich původce, což je ve většině případů obec. Poplatky se skládají ze dvou složek – základní složka poplatku se platí za uložení odpadu a za uložení nebezpečného odpadu se dále platí riziková složka (185/2001 Sb.).

3.4 Skládky odpadu

Skládky jsou technická zařízení sloužící k ukládání předepsaných druhů odpadů za předem daných provozních a technických podmínek. V systému hospodaření s odpady se jedná o poslední článek v řetězci odstraňování odpadů,

proto je u skládek třeba přihlídnout na hygienická, geologická, ekologická hlediska tak, aby bylo zamezeno ohrožení životního prostředí (FILIP, 2003).



Obr.č. 4: Skládka průmyslového odpadu v Únanově (A.S.A.,2014)

Podle způsobu technického zabezpečení a provozování se dělí skládky na 3 hlavní podskupiny:

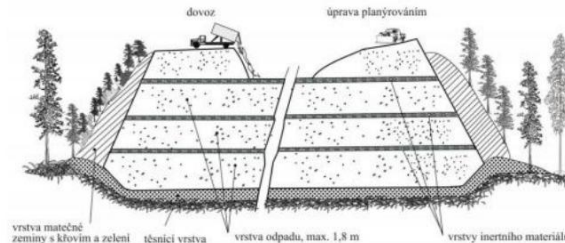
- **S-IO inertní odpad** – ukládané odpady musí splňovat limity II. třídy vyluhovatelnosti. (nutné nepropustné geologické podloží nebo těsnění)
- **S-OO ostatní odpad** – splňující limity III. třídy vyluhovatelnosti (např. komunální odpad)
- **S-NO nebezpečný odpad** – mohou překračovat limity III. třídy vyluhovatelnosti (BARTÁČKOVÁ, 2010)

Dalším možným dělením je dle vztahu skládky k úrovni terénu:

- podúrovňové – typické příkrými svahy a nutností odčerpávat veškerou průsakovou vodu – viz obrázek č.5
- nadúrovňové – díky bezpečnému provozu jsou snadné na kontrolu a jsou prakticky “nejoblíbenější“ – viz obrázek č.6
- kombinované
- podzemní (VOŠTOVÁ, FRIES, 2003)



Obr.č. 5: Podúrovňová skládka (DOČKAL, 2008)



Obr.č. 6: Nadúrovňová skládka (SOŠ OOM Ostrava, 2012)

Z pohledu ukládaného substrátu je možné skládky rozdělit na skládky:

- komunálního odpadu
- průmyslového odpadu (včetně skládek nebezpečného odpadu)
- sdružené (kombinace dvou předešlých)
- reliktní a kontaminované – staré zátěže představující riziko pro životní prostředí (KURAŠ, 1993)

3.5 Rizika skládek tuhého komunálního odpadu (TKO)

Tento druh skládek se svojí dlouhou životností uloženého odpadu představuje pro člověka i životní prostředí potenciální riziko. Z četných studií zkoumajících chování skládek tuhého komunálního odpadu a jejich emisí, vyplývá že se mnoho evropských zemí zaměřuje především na tvorbu skládkového plynu, výluhů a využití energie ze skládek. Zatímco při běžném provozu jsou tyto objekty dobře prostudované. Při nestandardních podmínkách jako jsou třeba povodně mohou nastat komplikace. Déletrvajících nebo dokonce přívalové deště mohou zčásti povodeň simulovat a pokud drenážní a těsnicí vrstvy neplní svůj účel, dochází tak k vsakování srážkových vod přímo do tělesa skládky. Těleso takové skládky se pak stává nasycené vodou a to vede k vyluhování znečišťujících látek. Přítomnost vody totiž urychluje chemické a transportní procesy uvnitř skládky. Navíc vodou nasycený odpad uložený na skládce může vést k problémům mechanické stability, což způsobuje erozi, smyky či posuvné zlomy (LANER et al., 2009).

Marinichev a Marschalka (2012) upozorňují, že při zabezpečení prostoru kolem skládky je třeba vždy zachovat zdravotní a hygienické normy. Konstrukce úložišť a jednotlivé rekultivační vrstvy by měly chránit půdu před rizikem chemické a biologické kontaminace a navíc skládce dodávat estetický vzhled. Kim, Owens (2011) dodávají, že skládky musí být správně řízeny, protože v minulosti již byl prokázán nespočet negativních dopadů na životní prostředí, které mohou tyto objekty zapříčinit. Jedná se především o tvorbu průsakové vody, což má za následek zhoršení kvality podzemních vod včetně půdy.

3.5.1 Průsaková voda

Odpady umístěné na skládkách podléhají buď podtečení podzemních vod nebo infiltraci ze srážek. Když voda prosakuje skrz odpad vyluhuje se řada anorganických a organických sloučenin. Voda vytéká z odpadů, které se hromadí ve spodní části skládky. Výsledná kontaminovaná voda se nazývá "výluh" (ADEREMI et al., 2011). Složení průsakové vody závisí na celé řadě parametrů, jako jsou například druhy odpadů ukládané na skládky, klimatické podmínky, stáří skládky a způsobu jejího provozu. Vzhledem ke komplikovanosti pevných odpadů ukládaných na skládky obsahuje výluh řadu znečišťujících látek. Tyto mohou být zařazeny do anorganických makro prvků, těžkých kovů, cizorodých organických látek a mikroorganismů (ZHANG et al., 2013). Jedná se o koncentrované komplexní odpadní vody, které obsahují především dusičnany, vápník, hořčík, sodík, draslík, železo, sulfáty, chloridy a těžké kovy, jako je kadmium, chrom, měď, olovo, zinek, nikl (ADEREMI et al., 2011).



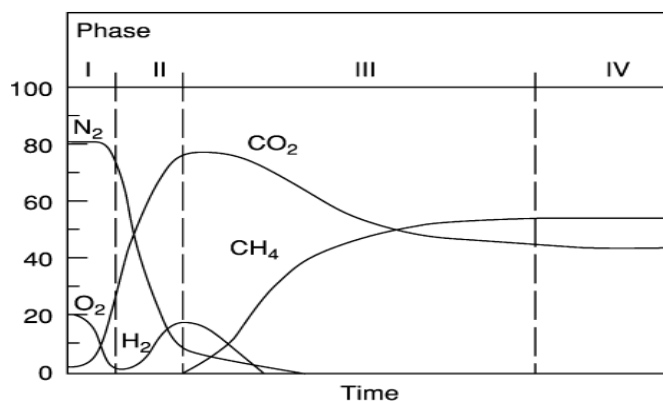
Obr.č. 7: Produkce průsakové vody (REYNOLDS, 2013)

3.5.2 Skládkový plyn

Úniky ze skládek se tedy kromě průsakové vody skládají dále ze skládkového plynu. Jedná se o zdroj, který může být použit pro výrobu a spotřebu energie a právě proto přitahuje větší pozornost než průsakové vody (LINDE et al., 1994).

Skládkový plyn je termín používaný k popisu směsí plynů vzniklých rozkladem odpadu ve skládce. Jedná se především o procesy spojené s mikrobiálním růstem, rozkladem nebo-li hnitím, ale také o chemické reakce spojené s přítomností kapaliny, transportem plynu a tepla skrz odpad ve skládce (LAMBORN, 2012). Skládkový plyn vzniká při mikrobiálně zprostředkované degradaci organického podílu odpadu. K rozkladu za aerobních podmínek dochází bezprostředně po nakládání s odpady v důsledku zachyceného atmosférického vzduchu. Vzniká oxid uhličitý a také teplo. Vzhledem k tomu, že kyslík je rychle vyčerpán pokračuje degradace za anaerobních podmínek. Vyrobený plyn se skládá z methanu a oxidu uhličitého (NASTEVA et al., 2001). Kromě metanu (CH_4) a oxidu uhličitého (CO_2) obsahuje malé množství nečistot, jako jsou například: merkaptany, vodíkové sulfidy, halogenované uhlovodíky, siloxany a stopové kovy (rtuť, olovo, měď, selen, zinek, hořčík). Byly hlášeny také těkavé methyl-siloxany, které mohou mít nepříznivé účinky na využití toho plynu (SEVIMOGLU, TANSEL, 2013).

Vznik skládkového plynu v jednotlivých fázích je znázorněn v obrázku č.8. Stadia jsou označeny jako: fáze I - aerobní, fáze II - anaerobní kyselinotvorná, fáze III - anaerobní metanogenní nestabilizovaná a fáze IV - anaerobní metanogenní stabilizovaná. Během fáze II roste CO_2 o 50 % až 90 %. Z tohoto vrcholu se pak se snižuje na asi 30 % až 50 % v průběhu fáze III a IV (ONEACRE, FIGUERAS, 2005).



Obr.č. 8: Fáze vzniku skládkového plynu (ONEACRE, FIGUERAS, 2005)

Pokud se skládkový plyn uvolní do atmosféry, představuje hrozbu pro životní prostředí, protože i metan a oxid uhličitý jsou skleníkové plyny. Také některé z přítomných organických sloučenin s sebou nesou zdravotní rizika. Mimo jiné například to, že metan je výbušný, pokud jeho objemová koncentrace dosahuje 5 % až 15 % ve směsi vzduchu. Tyto obavy o bezpečnost životního prostředí vyžadují, aby emise plynů byly na skládkách kontrolovány (NASTEVA et al., 2001).

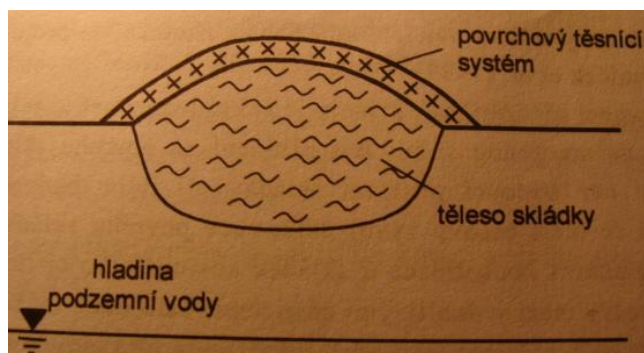
3.6 Návrh povrchových skládek

Skládka je tvořena tělesem skládky, což jsou konstrukční vrstvy skládky včetně uloženého odpadu, místem skládky – územím kde je umístěno těleso skládky a objekty pro manipulaci s odpady, skládkovým plynem a průsakovými vodami. V technickém projektu je nezbytné konstrukčně vyřešit především zařízení, která jsou základním pilířem zabezpečené skládky:

- a) těsnění skládky
- b) odvodňovací systém
- c) odplynění skládky (pokud je nutné)
- d) provozně technické zařízení
- e) monitorovací zařízení (FILIP, 2003)

3.6.1 Těsnění skládek

Proti úniku výluhů ze skládky slouží těsnicí systém, kterým se rozumí soustava vrstev přírodních či umělých těsnících materiálů a jejich mechanická ochrana. Vlastnosti těchto materiálů musí být takové, aby sedání skládky nenarušilo jejich celistvost a funkci. Nesmí ho narušit ani účinky povrchových vod, povětrnostní vlivy, činnost živočichů nebo rostlin (FILIP, 2003). Těsnicí systém brání pronikání dešťové vody do tělesa skládky a tím promývání uložených odpadů. Těsnění se rozlišuje na povrchové (obr.č.9) a spodní.



Obr.č. 9: Povrchové těsnění skládky (VANÍČEK, 2001)

První uvedené může posloužit jako základní prvek, pokud je skládka v nenasycené zóně a hladina spodní vody je níž než spodní hrana skládky. Úkolem povrchového těsnění je dlouhodobě zajistit minimální vsak srážkové vody. Proto se při návrhu orientačně vychází z očekávaného množství srážek a následně celkové vodní bilance. Jelikož část se vypaří z povrchu, část stéká a část se vsákne, ale je odvedena drenážním systémem nad těsněním. Spodní těsnění je vhodné v případě, když je nepropustné podloží v příliš velké hloubce. (VANÍČEK, 2001).

Rozeznává se jednoduché těsnění, které je tvořeno jen jednou těsnicí vrstvou, nebo kombinované těsnění, které je složeno z více vrstev. Zpravidla obsahuje složky z různých těsnících materiálů, jejichž příznivé vlastnosti se navzájem vylučují nebo doplňují (FILIP, 2003). U skládek komunálního odpadu v souladu s ČSN 83 8035 není třeba navrhovat umělý těsnicí prvek, je-li podloží tvořeno přirozenou geologickou bariérou o mocnosti min. 3 m a při hydraulické vodivosti $K_f = < 1.10^{-9} \text{ m s}^{-1}$, resp. o mocnosti přirozené těsnicí vrstvy 30 m a hydraulické vodivosti $K_f = < 1.10^{-8} \text{ m s}^{-1}$ (MALÝ, ŠÁLEK, 2002).

V principu se mohou použít různé typy těsnících systémů, avšak základní lze rozdělit na:

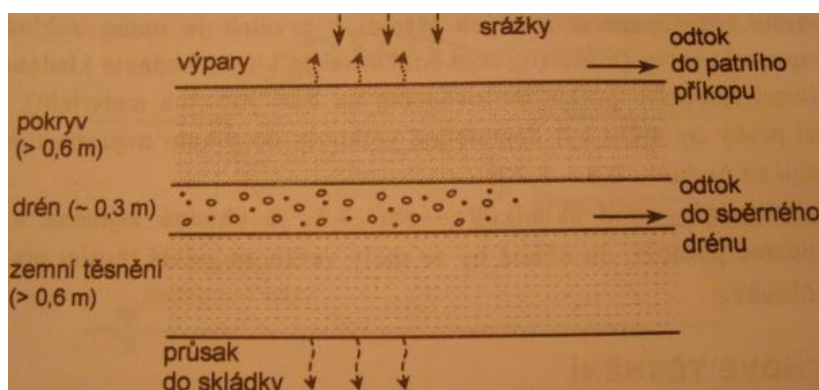
- a) zemní – jílové
- b) fóliové
- c) kombinované

Těsnění na bázi bentonitové matrace leží někde mezi těmito typy, neboť využívá vlastností jílového minerálu v kombinaci s geotextiliemi či geomembránami (JUCHELKOVÁ, 2000).

3.6.1.1 Těsnění ze zemin

Zeminy používané do zemního těsnění nesmí po zhutnění vykazovat vyšší součinitel filtrace než $k=1 \cdot 10^{-9}$ m/s. To musí být ověřeno průkaznými zkouškami vzorků.

Jako základ povrchového zemního těsnění se nejčastěji uvažuje celková mocnost 0,6 m, která je zhotovena ze tří zhutňovaných vrstev po 0,2 m a vykazující minimálně filtrační součinitel $k < 1,10^{-8}$ m/s.



Obr.č. 10: Schéma vodní bilance povrchu skládky (VANÍČEK, 2001)

Zeminy, které se používají do těsnění se určují půdně-mechanickým rozbořem. Musí být jemnozrnné a jsou uvedené v ČSN 72 1001 pod symboly GM, MG, CL, CS, ML a MI. Pokud v lokalitě skládky či blízkém okolí zeminy s těmito vlastnostmi nejsou, získávají se úpravou příměsí jiných zemin nebo hmot. Podmínkou pro použití zemin do těsnění skládky je hned několik: obsah organických látek nesmí být vyšší než 5 % hmotnosti, mez tekutosti musí být nižší než 50 % a míra zhutnění musí být minimálně 95 % (MALÝ, ŠÁLEK, 2002).

3.6.1.2 Fóliové těsnění

Těsnění z fólií je v současnosti tvořeno převážně polyetylenovými fóliemi vysoké hustoty (PE-HD) o tloušťce 1,5 až 2 mm, protože se jeví pro účely skládkování jako nejvhodnější díky své vysoké mechanické i chemické stálosti. Těsnicí fóliové pásy by měly mít šířku nejméně 5 m, aby se omezila délka svárů a délku obvykle 100 m.

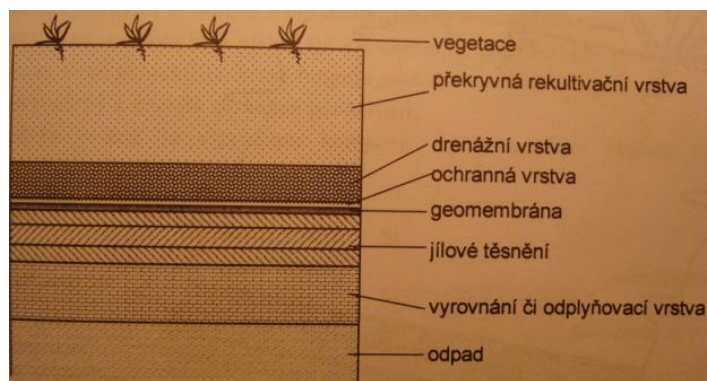


Obr.č. 11: Příprava izolace dna skládky z HDPE fólie (O'TOOLE et al., 2003)

Konce pásů se ukotvují v zavazovacím příkopu v koruně hráze skládky ohybem pásu v délce asi 2 m, kde se zakotví zeminou nebo betonem (FILIP, 2003). Použití těsnicí fólie (zatím bez ochranné vrstvy geotextilie) k izolaci dna skládky je vidět na obrázku č.11.

3.6.1.3 Kombinované těsnicí systémy

Tento způsob těsnění se doporučuje pro skládky tuhého komunálního odpadu a pro skládky nebezpečného odpadu. Nejběžnějším typem kombinací je kombinace jílového těsnění a geomembrány – viz. obrázek č.12. Pro případy velmi nebezpečného odpadu je pro utěsnění dna skládky možné použít zdvojené kombinované těsnění (VANÍČEK, 2001).



Obr.č. 12: Řez skládkovým modelem s kombinovaným těsněním (VANÍČEK, 2001)

3.6.1.4 Geotextilie

Celek i jednotlivé části těsnicího systému musí být ochráněny proti poškození při provozu, výstavbě i po uzavření skládky. Jednou z prvních takových ochran jsou geotextilie, další pak ochranná zemní vrstva nebo drenážní vrstva. Geotextilie má především chránit fóliové těsnění před mechanickým poškozením. Požaduje se jejich pevnost proti protržení, roztržení, odolnost vůči kyselinám, ultrafialovému záření apod. (LIBRA, 2005). Geotextilie plní na skládkách i řadu dalších významných funkcí:

- odděluje vrstvy s rozdílnou velikostí částic, zabraňuje vyplavování jemných frakcí
- zvyšuje stabilitu skládky (MALÝ, ŠÁLEK, 2002)

3.6.2 Odvodnění skládek - drenážní systém

Každá skládková plocha je vystavena působení srážek. Těsnicí pásy na dně skládky a bočních stěnách vytvářejí vodotěsnou vanu. Na těsněné ploše se hromadí dešťová voda a voda znečištěná průsakem uloženým odpadem. Zásadou je tyto vody urychleně ze skládky odvést a minimalizovat tak jejich vliv na plášťové těsnění. K tomuto účelu je nutné, aby byl vybudován na dně skládky odvodňovací systém, který samočinně splní svou funkci. Celý systém bude pokrytý tělesem skládky tudíž nejsou možné jeho pozdější opravy (ALTMAN, 1996).

Skládky komunálního odpadu musí být vybavené plošnou drenážní filtrační vrstvou tloušťky min. 0,3 m o hydraulické vodivosti $K_f \geq 1 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Průsaková voda je odváděna sběrnými drény z PE-HD. Nejnižší sklon, který mohou mít sběrné drény činí 1 % a rozchod drénů se navrhuje 30 – 50 m. Je-li sklon drénů 1 – 3 %, je nutné vyspárovat dno skládky kolmo k drénům ve sklonu 3 %. Drény se pak opatří šterkovým filtrem z kameniva o velikosti 16 – 32 mm. Mocnost filtru nad drénem činí 0,3 m a maximální délka drénů je 200 m (MALÝ, ŠÁLEK, 2002).

Tělesa skládek jsou ovlivňována vodou přicházející z vnějšího prostředí a vodou nacházející se uvnitř skládky. Rozdíl mezi zabezpečenými a nezabezpečenými skládkami je ten, že u zabezpečených jsou tyto vody od sebe odděleny. Vnější vody jsou ovlivněny celkovými hydrogeologickými a klimatickými poměry lokality. Před přítokem povrchových vod se skládka musí chránit

záchytnými příkopy, ty se dimenzují na průtoky Q_{100} – stoleté vody. Vnější vody mají nemalý vliv na stabilitu svahů tělesa skládky i jeho blízkého okolí, což značí nebezpečí sesuvů. Vnitřní vody jsou též vody průsakové a tvoří je mimo jiné voda srážková. Jejich množství ovlivňuje podíl organických látek a vlhkost odpadů. Je to směs výluhů, kalové vody a vytlačené pórové vody (FILIP, 2003).

Aby bylo možné navrhnout drenážní systém, je nutné znát následující údaje:

- klimatické a hydrologické poměry
- geodetické a geotechnické podklady
- údaje o sládkovaných odpadech
- dispoziční řešení skládky
- konstrukční řešení pro vyvedení a jímání skládkového plynu (ČSN 83 80 33)

Vaniček (2001) upozorňuje, ne při návrhu drénů je nutné respektovat jejich kapacitu, protože drén musí být schopen odvést požadované množství vody po celou dobu životnosti konstrukce. Návrh optimální kapacity drénu vychází z maximálního možného přítoku, z jeho hydraulické propustnosti pro definovaný hydraulický gradient. Ten je dán především sklonem drénu, který by neměl být menší než 2 %. Výpočet kapacity drénu vychází ze vztahu:

$$Q = A \cdot k \cdot i \cdot t$$

kde:

Q (m^3) – je průtok za čas t

A (m^2) – průtočná plocha (tloušťka krát jednotka šířky)

i – hydraulický gradient

Odvodňovací systém skládky tvoří: plošný drén, odvodňovací studně, svodný drén, šachty sběrného drénu, sběrný drén, jímka na dešťové vody a jímka na vody průsakové (KŘENEK, 2003).

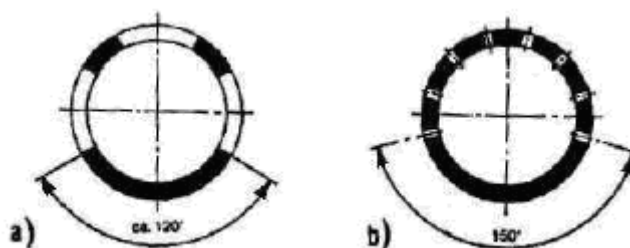
3.6.2.1 Plošný drén

Plošným drénem se nazývá vodu propouštějící a filtračně stabilní vrstva z přírodního kameniva či umělých materiálů, které pokrývají dno a svahy skládky. Touto vrstvou protéká průsaková voda ke sběrnému drénu. Plošný drén se musí

chránit před zanesením například za použití geotextilií (FILIP, 2003). Pro zrnité drény se většinou uvažuje o tloušťce 300 mm a velikostí frakce 16 – 32 mm. To platí hlavně pro drény ve dně skládky. Pro těsnění povrchové je možné volit i jinou frakci, nicméně vždy se musí brát ohled na možnost narušení těsnění. V neposlední řadě se při návrhu překryvných vrstev musí zohlednit nebezpečí prorůstání drénu kořínky rostlin (VANÍČEK, 2001).

3.6.2.3 Sběrný drén

Sběrné drény se používají v tělese skládky k jímaní průsakové vody z plošného drénu a k jejímu odvodu do jímky průsakový vod prostřednictvím svodných drénů. Sběrný drén je kruhového profilu s horizontálním uložením v tělese skládky a má perforované štěrbinové nebo kruhové otvory (ALTMAN, 1996).



Obr.č. 13: Sběrné drenážní roury se štěrbinovými (a), kruhovými otvory (b) (DOČKAL, 2009)

Sběrné drény se ukládají do střechovitě upraveného dna přímo nebo na lehce propustný materiál. Je stěžejní, aby nedošlo k pootočení rour. Položené sběrné drény se musí obsypat těžkým kamenivem (frakce 16-32 mm). Když je použito drcené kamenivo, je třeba aby byla pod sběrným drénem a jeho obsypem vrstva písku o tloušťce alespoň 10 cm. Nad sběrným drénem je nutné dodržet překrytí drenážní vrstvou o mocnosti nejméně 30 cm (FILIP, 2003).

3.6.2.3 Svodný drén

Tento drén slouží k odvedení průsakové vody z drénu sběrného do jímky. Do svodného drénu se sběrný napojuje prostřednictvím kontrolní šachty, která je vždy umístěna mimo těleso skládky. Svodné drény jsou vodotěsné a nepropustné,

nejsou tedy perforované a dimenzují se dle průtoku s vnitřní světlostí minimálně 300 mm. Délka hlavních a vedlejších svodů je maximálně 1 km.(VÍŠEK, 1993).

3.6.2.4 Akumulační nádrže průsakových vod

Nádrž nebo-li jímka průsakových vod má za úkol zachytávat znečištěnou průsakovou vodu ze skládky. Musí být dostatečně rozměrná a postavena z materiálů, které jsou nepropustné a odolné vůči chemickým vlivům. Navrhuje se jako podzemní nebo nadzemní a buď otevřená nebo uzavřená. Bývá řešena do tvaru obdélníku a členěna na dvě, někdy i tři sekce s dělicí přelivnou stěnou. Staví se z vodostavebního betonu s izolačními nátěry nebo plastovými ochrannými fóliemi. Může se jednat o zemní nádrž těsněnou stejně jako má těsnění skládka, anebo je celá jímka zhotovena jako ocelový či plastový prefabrikát (ALTMAN, 1996).



Obr.č. 14: Jímka průsakových vod u skládky Ďáblice (ŠINDLER, 2013)

Akumulační nádrž se umísťuje mimo těleso skládky, ale zároveň uvnitř oploceného areálu skládky. Podloží, kde je nádrž umístěna musí být stabilní. Ať už se jedná o nádrž otevřenou nebo uzavřenou, vždy musí být po celém obvodu chráněna zábradlím. Alespoň jedenkrát za dva roky je potřeba dno nádrže vyčistit a v tuto dobu je také nutné vykonat opět zkoušku těsnosti (FILIP,2003).

Podle Malého a Šálka (2002) se kapacita těchto nádrží stanoví z maximálního rozdílu mezi součtovou čarou přítoku a odběru. Z akumulacních nádrží se průsaková voda přečerpává zpět na skládku, odváží se mimo skládku

do čistírny odpadních vod, nebo se čistí ve vlastní čistírně. Čištěné průsakové vody se pak vypouští do vodního toku, případně se mohou používat na skládce jako užitková voda.

3.6.2.5 Jímka dešťových vod

V jímce dešťových vod se shromažďují hlavně srážkové vody vedené sběrným potrubím ze sekci skládky dosud neznečištěným odpadem, dále vody z dešťové kanalizace objektu skládky a vody vedené odvodňovacími strouhami z rekultivovaných svahů skládky (STRAKA, 2004). Tyto jímky se budují podobně jako jímky vod průsakových, nebo jako zemní konstrukce stejného technologického provedení v nárocích na těsnění jako těleso skládky. Aby nedošlo k přelití vody přes hranu, je jímka v maximální plánované hladině vybavena bezpečnostním přelivem, jímž může voda přetéct do odvodňovacího příkopu (JURNIK, 1994).

3.6.3 Bilanční rovnice pro množství prosakující vody ze skládky

Množství průsakových vod a charakteristika jednotlivých činitelů, ovlivňujících jejich množství je jedním z prvních úkolů, který je potřeba vyřešit při přípravě podkladů pro řešení vodního hospodářství skládek. K hlavním činitelům, které ovlivňují množství odtékajících průsakových vod ze skládky patří:

- výše srážkového úhrnu, intenzita dešťových srážek, výše a vodní hodnota sněhové pokrývky, rychlost tání
- složení skládkovaného odpadu, jeho fyzikální vlastnosti, vodní kapacita, stupeň zhutnění
- výpar srážkových vod (v závislosti na teplotě ovzduší i uloženého odpadu), sluneční radiace, rychlosti větru
- povrchový odtok ze skládky (MALÝ, ŠÁLEK, 2002).

Dle Křenka (2003) lze pro množství prosakující vody skládkou stanovit bilanční rovnici:

$$Q_p = S + P_p + C + M - O_p - V \pm \Delta W_k \pm \Delta W_o$$

kde:

- S - atmosférické srážky (+)
- Pp - povrchový přítok (+)
- C - tvorba vody chemickými procesy (+)
- M - množství vody dodávané uměle na povrch skládky nebo voda dodávaná spolu se skládkovým materiálem (+)
- Op - povrchový odtok (-)
- V - výpar (-)
- ΔW_k - změny vlhkosti pokryvné vrstvy (\pm)
- ΔW_o - změny vlhkosti odpadových hmot (\pm)

Stanovení jednotlivých členů bilanční rovnice je poměrně obtížné a někdy se musíme spokojit pouze s odhadem. Jedná se především o určení vlhkosti skládkového materiálu, měření povrchového odtoku a velikosti výparu (ALTMAN, 1996).

Průsakových vod je nejvíce na začátku skládkování a později se jeho kvantita obvykle znatelně snižuje. Může dokonce dojít až k pasivní vodní bilanci, zejména u skládkování komunálního odpadu. Značná část vody je totiž poutána v kapilárních pórech a mikroretenci ve skládce je spotřebována k biodegradaci (FILIP, 2003).

3.6.4 Monitoring skládky

Základní podmínky monitoringu skládek specifikuje ČSN 83 8036. Tato norma stanoví základní podmínky pro sledování provozu skládek odpadů (provozovaných i uzavřených) z hlediska vlivů na okolní prostředí a chování dílčích částí skládky a z hlediska funkční spolehlivosti a bezpečnosti jednotlivých konstrukčních prvků skládky (VANÍČEK, 2001).

Monitorováním je kontrolováno, že nedochází ke kontaminaci okolního prostředí škodlivými látkami z ukládaného odpadu. Předmětem hlavního sledování je kontrola kvality podzemních a povrchových vod, vývoj a složení skládkového plynu a spolehlivost jeho jímání. Monitorovací zařízení se dělí na hlavní a doplňující. Rozlišují se etapy monitorování v době přípravy skládky, během skládkování a po ukončení provozu. Aby byl znám stav přirozeného pozadí, musí se pozorování zahájit již před skládkováním (STRAKA, 1991). Monitorování se provádí pomocí

systémů drenážních potrubí umístěných pod minerálním těsněním, dále systémem monitorovacích vrtů nebo sítí kabelů, reagujících na změnu elektrické vodivosti ve vztahu ke změně vlhkosti minerálního podloží (ALTMAN, 1996).

3.6.5 Uzavírání skládek

Uzavření skládky je pojem, který zahrnuje soubor prací a opatření postupně prováděných na tělese skládky následně po ukončení skládkování odpadů. Technickým opatřením se chápe úprava tvaru tělesa skládky, uzavření a rekultivace povrchu skládky.

Když je dosaženo zhutněným odpadem konečné výšky v některém ze segmentů skládky, je zapotřebí tuto část bezprostředně vhodně dle druhu skládky a plánovaného budoucího užití překrýt nepropustným materiálem a rekultivovat. Při navrhování odpadu tělesa skládky může být povrch skládky upraven pouze ve sklonu mezi 3 % (což je minimální spád k zajištění odtoku dešťové vody) až 53 %. Nepropustné uzavření skládky smí být provedeno pouze v případě, že biologické degradační děje postoupily tak daleko, že již nemůže docházet k podstatnému obnovení tvorby plynu. Nebo pokud je provedené technické opatření k nucenému odplyňování skládky. U skládek tuhého sídlištního odpadu se předpokládá doba tvoření plynu až 30 let (JURNIK, 1994).

3.7 Rekultivace

Rekultivací rozumíme proces, který usiluje o obnovení funkční způsobilosti zasaženého ekosystému podle přírodních principů a požadavků veřejné správy a okolních komunit. Stanovení rekultivačních cílů je proces zahrnující jednotlivé kroky od koncepce až po konkrétní rekultivační projekt, který prochází územním a následně stavebním řízením. V tom je porovnáván s územním plánem příslušných měst a obcí a upřesňován na základě podmínek orgánů ochrany životního prostředí a územního plánování (ŠTÝS, 1997).

Na způsob rekultivace by se mělo myslet již při zakládání skládky. Nutné je především posouzení cílů a prostředků rekultivace s okolní krajinou. Jde jednak o posouzení možného vlivu klimatických, antropogenních faktorů, škodlivých činitelů, geologických a hydrogeologických poměrů, aj. Pokud jde o vlastní skládku,

je potřeba vzít v úvahu její druh, velikost, tvar, způsob založení, druh odpadu, převažující expozice svahů, stav přirozené vegetace, popřípadě dosavadní výsledky rekultivace (ČÍŽEK, LYEROVÁ, 1984).

Dočkal (2013) uvádí jako hlavní cíle rekultivace:

- vhodné začlenění rekultivované oblasti do krajiny
- vytvoření podkladu pro zdravé životní podmínky
- zvýšení ekologické stability a biodiverzity
- úprava nebo změna hospodářského využívání území
- zlepšení vodní bilance

3.7.1 Financování

I po ukončení rekultivace je nutno zajistit následnou péči o rekultivované skládky. Zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech ukládá provozovateli skládky povinnost vytvářet finanční rezervu na rekultivaci, zajištění péče o skládku a asanaci po ukončení jejího provozu.

Zkoumání a rekultivace starých skládek je dosti finančně náročná činnost a její intenzita závisí i na množství dotací uvolňovaných státem či EU. Příjemci těchto dotací jsou obce, kraje, výjimečně jiné subjekty. Dotace jsou zaměřeny na průzkum skládek a jejich uzavření (rekultivaci či sanaci). V některých případech může být hrazen i krátký monitoring. Podle platné legislativy však doba následné péče o uzavřenou skládku nesmí být kratší než 30 let. Dotace ale na celé toto období nestačí a obce musí tyto náklady hradit ze svých rozpočtů, což vede ke snaze o jejich minimalizaci. V případě havarijních stavů jako jsou sesuvy, poškození izolačního prvku mohou být náklady značně vysoké a mohou i přesahovat finanční možnosti provozovatele uzavřené skládky (HRABAL, 2013).

3.7.2 Technická rekultivace

Při technické rekultivaci se jedná o vyřešení způsobu odvodnění a odplynění tělesa skládky. Dále o zneškodňování průsakových vod, vybudování zařízení na zkrácení doby péče o rekultivovanou skládku, dokončení komunikační sítě

a pokračování v monitorování vlivu skládky na okolní životní prostředí (JURNÍK, 1994).

Odvodnění se řeší plošným drénem. Pokud je již v provozu odplynění rekultivované skládky, tak i po rekultivaci pokračuje jímání nebo odvětrávání skládkového plynu, a to po celou dobu vývinu plynu. Při uzavírání skládky, která nebyla vybavena jímacím zařízením, se musí ověřit, zda nevzniká skládkový plyn. V případě, že ano, je povinností vlastníka skládky vybudovat odplyňovací systém (FILIP, 2003).



Obr.č. 15: Rekultivační práce v bývalé pískovně u Chotíkova (GREMLICA, 2009)

Víšek (1993) považuje za součást technické rekultivace:

- převrstvení vrchní plochy a boků tělesa odpadu předepsanou vrstvou produktivní zeminy, jejíž tloušťka nesmí klesnout pod 30 cm
- osetí této vrstvy průkopnickými rostlinami k založení podzemního kořenového systému a nadzemní hmoty ke zlepšování fyzikálních a chemických vlastností půdy a k vytváření podmínek pro tvorbu humusu

K zajištění kvalitní a fungující rekultivace je potřeba dodat velké množství zúrodnujících látek (substrátů). K nápravě lze využívat také řadu substrátů a pomocných látek řazených často mezi odpady. Patří sem např. horninové drti z kamenolomů, stavební drtě, písky, šterky, odpady ze sklářského a keramického průmyslu, odpady dřevozpracujícího a papírenského průmyslu, stromová kůra, papírenské kaly, odpad z mechanického čištění ČOV, sláma, pěnové polystyrenové

odpady, uhelný mour, sádra, vápence, elektrárenské popílky, bentonity, zeolity a jiné. Všechny odpadové látky a produkty z nich vyrobené musí odpovídat příslušným hygienickým a zdravotním předpisům (HULEŠ, 2002).

3.7.3 Biologická rekultivace

Na technické rekultivace navazují biologické rekultivační úpravy. Jedná se o technologický postup provedení biologických a agrotechnických opatření směřující k tvorbě nové svrchní vrstvy půdy. Cílem je vytvoření produkční půdy na technicky zrekultivovaných plochách, pokud možno v co nejkratší době tak, aby byl umožněn život fauny a růst rostlin. Zemědělské a lesnické využití přichází v úvahu až po delší době, kdy se již tvoří menší množství skládkového plynu (ALTMAN, RŮŽIČKA, 1996).

Dle Filipa (2003) může být biologická rekultivace členěna jako:

- lesnická
- sadovnická
- zemědělská

Pro volbu druhu biologické rekultivace je důležitá tloušťka rekultivační vrstvy. Základní zásadou úpravy povrchu zakryté skládky je, že osázení bude přizpůsobeno místu, podnebí, ale i světlu a místním barvám. Je totiž potřeba mít cit ke krajině a nepřenášet do ní řešení, která jí jsou cizí (DIMITROVSKÝ, 2000)



Obr.č. 16: Zrekultivovaná část skládky Ďáblice (ŠINDLER, 2013)

3.7.4 Lesnická rekultivace

Na rozdíl od zemědělské rekultivace je lesnické využití vhodné spíše u nadúrovňových skládek. Lesnické způsoby rekultivací jsou cenné především v souvislostech s významem lesních porostů, jakožto stabilizujících prvků v ekologických soustavách, v propojení na asanační, estetické, hygienické a rekreační funkce (ČÍŽEK, LYEROVÁ, 1984).

Značný význam mají pro volbu dřevin a zalesňovacích způsobů mikroklimatické poměry a expozice vůči světovým stranám. Ze sortimentu přípravných a melioračních dřevin se osvědčil hlavně: akát, osika, jeřáb, habr, bez černý, svída bílá, rakytník úzkolistý, meruzalka zlatá a ptačí zob. Z dřevin s významem pomocným se jedná především o olši lepkavou, olši šedou, břízu a javor. Ostatní náročnější listnáče (lípa, jilm) rostou v řadě případů také uspokojivě, avšak je lepší tyto dřeviny nevystavovat zbytečnému riziku extrémních stanovišť, popřípadě úniku skládkového plynu. Za nevhodné dřeviny pro rekultivaci skládek jsou považovány duby, buky a rovněž také jehličnany s výjimkou borovice černé (ŠTÝS, 1997).

Lesnická rekultivace je charakterizována dvěma fázemi. První z nich, která většinou trvá 1 – 3 roky, tvoří mechanická a chemická příprava půdy a vlastní výsadba dřevin. Druhou fází lesnické rekultivace je následná pěstební péče realizovaná po dobu 6 – 8 let, která se skládá z vylepšování provedených výsadeb, hnojení kultur, okopávání, ožínání, ochrany proti zvěři, závlah a podle potřeby z prořezávek a případně i tvarových řezů. Při lesnických rekultivacích jsou v současnosti téměř vždy v průběhu fáze mechanické a chemické přípravy půd paradoxně likvidovány ekologicky velmi hodnotné porosty přirozených náletových dřevin, které by nově vysazované monokultury výrazně obohatily (GREMLICA, 2011).



Obr.č. 17: Lesnický zrekultivovaná část lomu Šmeral na Mostecku (ŠTÝS, 1997)

3.7.5 Sadovnická rekultivace

Sadovnickou rekultivací je označováno ozelenění uzavřené skládky za předpokladu, že se do budoucna nepočítá s větším rekreačním využíváním plochy obyvateli. Toto ozelenění může tvořit lesní nebo okrasný park, který bude sloužit rekreaci občanů. Tento typ rekultivace se tedy uplatňuje v blízkosti lidských sídel. Zásady výsadby dřevin jsou podobné jako u rekultivace lesnické. Je nutné střídat výšky stromů, využívat skupinové výsadby a nenáročné druhy, které nepoškodí odvodňovací systém pod rekultivační vrstvou zeminy. U sadovnické rekultivace se používá ve větší míře výsadba keřů a výsevu k zatravnění (FILIP, 2003).

3.7.6 Zemědělská rekultivace

Tento druh rekultivace přichází v potaz spíše u typu skládek úrovněných a to jen v případě, že navazují na zemědělsky využitelné plochy. Nebo pokud se na dané lokalitě vyskytují úrodné zemědělské půdy (KRYL et al., 2002).

U nás se zemědělských rekultivací využívá především po těžbě uhlí v lomech. Příkladem jsou četné rekultivace tohoto typu v severočeské hnědouhelné pánvi. Nejlepších výsledků je dosahováno s pomocí jetelino-travních směsí v poměru jeteloviny ku travám v poměru 70 : 30. Z jetelovin se jako základní prvky používají vojtěška setá, komonice bílá, jetel červený a jetel zvrhlý. Z travin se osvědčili hlavně ovsík vyvýšený, srha laločnatá, kostřava ovčí a bojínek luční (ŠTÝS, 1997).

3.7.7 Přírodní sukcese

Nebo-li ponechání území pozvolným, přírodním procesům. Jde o jakýsi opak rekultivace technické, při které je “za rok hotovo“, zatímco pracovat s procesy přírodní či usměrňované sukcese trvá až desetiletí. Semena rostlin a křovin zanesené větrem udělají podobnou práci jako člověk, avšak zadarmo. Tím je možné nastartovat proces přírodní sukcese, který dá vzniknout členité mozaice biotopů, jakou by dnes jinak řada živočichů a rostlin v naší přírodě jen těžko hledala (DOHNAL, 2013). Staré skládky komunálních odpadů jsou v mnoha případech lokality s vysokou druhovou biodiverzitou, což je zapříčiněno právě tím, že tato území byla většinou ponechána přirozené sukcesi. Řízená rekultivace tak může paradoxně poškodit vyvíjející se ekosystém (HRABAL, 2013).

4. Charakteristika studijního území

4.1 Základní údaje bývalé skládky TKO Modřany – Libuš

Okres:	Praha 12
Období skládkování:	1977-1985
Druh uloženého odpadu:	komunální
Objem uloženého odpadu:	1 až 1,5 milionu m ³
Plocha:	176 799 m ²
Skupina skládky:	S-OO
Typ skládky:	nadúrovňová
Provozovatel:	Technické služby (Dopravní podnik hl. m. Prahy)
Zpracovatel rekultivace:	Podařil - Voráček s.r.o.



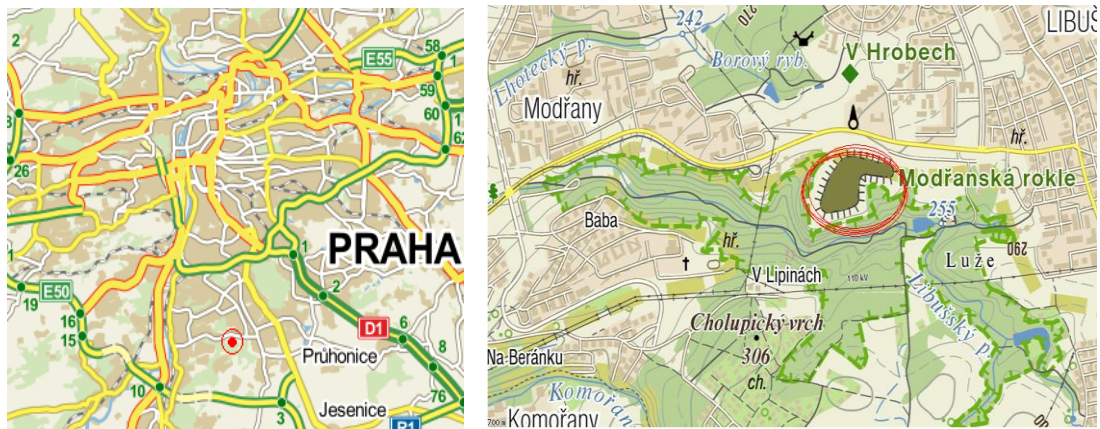
Obr.č. 18: Bývalá skládka TKO – pohled od Sídliště Modřany (foto vlastní)

Těleso skládky má nepravidelný tvar protažený ve směru východ – západ, maximální délka činí 650 m a maximální šířka 400 m. Výška skládky se pohybuje mezi 18 m na severní straně a 34 m na straně jižní (BARTÁK, 2011).

4.1.1 Poloha skládky

Skládka je situována v katastrálním území Modřany v Praze 12, jižně od komunikace spojující Modřany s Libuší u křižovatky ulic Generála Šišky

a Zelenkova, proti Meteorologickému ústavu viz obrázky č.20. Těleso skládky zaujímá prostor mezi touto komunikací a severní hranou Modřanské rokle, kterou protéká Libušský potok (PODAŘIL, 2001).



Obr.č. 19, 20 : Situační umístění skládky (upraveno z MAPY.CZ, 2014)

Dle evidence nemovitostí v katastrálním území Modřany leží větší část skládky na pozemcích parc.č.: 4423/2, 4423/17, 4423/18, 4423/89, 4423/90, 4423/93 vedle CHÚ Modřanská rokle a malá část území zasahuje do katastrálního území Libuš na pozemcích číslo 868/1, 871/1, 871/2 (ČÚZK, 2014).

4.1.2 Historie skládky

V 50. letech sloužily pozemky pod dnešní skládkou k zemědělským účelům. Z obrázku č.21 jsou ještě rozeznatelné polní meze v blízkosti Modřanské rokle. Oficiálně se zde začalo se skládkováním v 80. letech, konkrétně 1976/77. Některé informace od starousedlíků však uvádí, že lidé prý byli zvyklí sem vyvážet odpad již v letech předchozích.



Obr.č. 21: Ortofotomapa - 50. léta (upraveno z GEOPORTAL, 2014)

Od 1. 7. 1977 Dopravní podnik zajišťoval veškerou péči o komunikace, svoz (včetně likvidace) komunálního odpadu a byl také provozovatelem (FOJTÍK, 2004).

Skládka byla jako stavba povolena v roce 1979, avšak nebyla zkolaudována. V roce 1980 došlo Rozhodnutím o umístění stavby k plošnému i prostorovému rozšíření skládky pro skládkování tříděného komunálního odpadu. V této době se sem vozil odpad z celé Prahy. K rozšíření skládky došlo ještě jednou, konkrétně Rozhodnutím z 5.6.1984, což bylo necelých 7 měsíců před oficiálním ukončením skládkování ke dni 31.12.1984. V roce 1985 se začalo s rekultivací, která ale neproběhla po celé ploše skládky.

Se vstupem České republiky do Evropské unie a nutné implementaci EU se zpřísnily podmínky pro ukončení a rekultivaci skládek, které skládka Modřany nesplňovala. Proto byla v roce 2001 firma Podařil – Voráček s.r.o. pověřena vypracovat pro vlastníka skládky návrh projektu rekultivace dle tehdejších legislativních předpisů. Projekt byl schválen Odborem životního prostředí MČ 12. Technická a biologická rekultivace má být ukončena 31.12.2021 (ÚMČ Praha 12). V tabulce č.1 níže jsou uvedena důležitá rozhodnutí z let 2002-2007 týkající se bývalé modřanské skládky.

<i>Datum</i>	<i>Č.j.</i>	<i>Dokument</i>	<i>Vydal</i>
30.4.2002	1/OP/4803/02/Mn	Rozhodnutí o zákazu navážení materiálu a manipulace s již navezeným do doby nabytí právní moc územního rozhodnutí	ČIŽP oblastní inspektorát Praha
4.12.2002	MHMP- 69254/2002/OŽP-IV- 558/R-261/Se	Rozhodnutí o souhlasu se změnou stavby před dokončením ve vzdálenosti bližší než 50 m od lesa	MHMP odbor ŽP
3.2.2003	VYST/5266/02Md	Rozhodnutí-povolení změny stavby před dokončením (dokončení technické a biologické rekultivace)	ÚMČ Praha 12 odbor výstavby
2003	MHMP- 153016/2002/OŽP-II- 1355/R-71/2003/Ha	Rozhodnutí-souhlas s provozováním zařízení na odstraňování odpadů	MHMP odbor ŽP
4.1.2005	MHMP- 106011/2004/OST/Ří/Ve	Rozhodnutí, kterým se mění rozhodnutí VYST/5266/02/Md zastavení řízení	MHMP odbor stavební
20.6.2005	VYST/5266/02Md	Oznámení zahájení řízení o odstranění stavby	ÚMČ Praha 12 odbor výstavby

30.9.2005	VYST/14993/05/Šp	Rozhodnutí-nařízení provedení neodkladných zabezpečovacích prací	ÚMČ Praha 12 odbor výstavby
19.10.2005	1/OP/15335/05/Roč	Rozhodnutí o předběžném opatření-povinnost zdržet se jakýchkoliv terénních úprav a dalšího zavázení pozemků skládky do doby nabytí právní moci rozhodnutí o zastavení prací	ČIŽP oblastní inspektorát Praha
13.12.2005	1/OP/18176/05/Roč	Rozhodnutí-zákaz provádět na pozemcích skládky jakékoliv práce, které spočívají v zemní a terénních úpravách a další zavázení jiným materiálem	ČIŽP oblastní inspektorát Praha
17.3.2006	S-MHMP-9391/2006/ST/Ří/Hn	Zrušení rozhodnutí odboru výstavby ÚMČ Praha 12 č.j. VYST/14993/05/Šp	MHMP odbor stavební
17.10.2006	VYST/14993/2005/Šp	Oznámení o pokračování řízení o provedení zabezpečovacích prací, výzva stavebníkovi k doplnění dokumentace a rozhodnutí o přerušení řízení	ÚMČ Praha 12 odbor výstavby

Tab.č. 1: Rozhodnutí vydaná v letech 2002-2007 ve věci bývalé skládky TKO Modřany (ÚMČ Prahy 12)

4.1.3 Přírodní poměry

Lokalita se nachází v centrální části Českého masívu, v severovýchodním křídle Barrandienu. Orograficky náleží do povltavské soustavy Pražské plošiny (BALATKA, 1973).

Z hlediska klimatické rajonizace leží zájmové území v okrsku B₂, který je charakterizován jako mírně teplý, mírně suchý, převážně s mírnou zimou. Průměrná roční teplota vzduchu je 8-9 °C. Roční úhrn srážek činí cca 500-550 mm. Průměrná maximální mocnost sněhové pokrývky je cca 20 cm, hloubka promrzání půdy až 30 cm avšak v období mimořádných zim může dosáhnout až 100 cm (PODAŘIL, 2001).

4.1.4 Geomorfologické a geologické poměry

Území připadá na rozhraní dvou geomorfologických okrsků Úvalská plošina a Uhříněveská plošina, které jsou součástí vyšších celků Říčanská plošina a Pražská plošina. Jedná se o plochu pahorkatinu na svrchnoproterozoických

a staropaleozoických horninách, s typickými strukturními hřbety a suky. Nejvýznamnějším morfologickým útvarem, přímo navazujícím na zájmové území na jihu, je Modřanská rokle s hluboce zaříznutým Libušským potokem. Ten vytváří příkré srázy, místy až kaňonovitého charakteru (PODAŘIL, 2001).

V Modřanské rokli jsou odkryty dobříšské slepence proterozoika a při ústí Břežanské rokly do vltavského údolí se vypíná skála v silničním zářezu, tvořená strmě ukloněnými břidlicemi a pískovci až křemenci (KOHlíK, 2009).

Nadmořská výška terénu areálu deponie před jejím založením se podle starších mapových podkladů pohybovala od 285 m na jihu do cca 300 m na severu. Do prostoru skládky se od jihu zařezávalo boční údolíčko, jehož jižní část s vyústěním do Modřanské rokly je dodnes v terénu patrné. Severní partie této lokální deprese zmizela pod tělesem skládky. Další dílčí přírodní zářez ohraničuje skládku na severozápadě. Dno Modřanské rokly má v daném prostoru nadmořskou výšku 240-250 m n. m. Povrch staré skládky vystupuje na kótu max. 318 m n. m.

Skalní podklad je v místě skládky tvořen mořskými sedimentárními horninami tzv. štěchovické skupiny (prachovci, břidlicemi a drobami). Asi 450 m západně od zájmového území prochází závistská tektonická porucha. Pod východní třetinou skládky probíhá pruh tzv. dobříšských slepenců, což jsou horniny zvyšující inhomogenitu vrstevního sledu. Vrstvy proterozoických sedimentů jsou ve sledovaném prostoru porušeny menšími příčnými dislokacemi ve směru SV-JV se subvertikálními sklony. Dále se ve skalním podloží skládky projevuje existence otevřených puklin a navětrání hornin. O hloubce navětrání svědčí údaje ze dvou vrtů, kdy bylo zjištěno navětrání až do hloubek 9,4 m respektive 17,2 m a rozpukání se hojně projevovalo až do hloubek 20-30 m (PODAŘIL, 2001).

4.1.5 Hydrologické a hydrogeologické poměry

Územím protéká Libušský potok s jedním přítokem, a Písnický potok se dvěma přítoky, který se do Libušského potoka vlévá. Pod skládkou se místy vyskytují malé svahové prameny. V jihovýchodní části se na Písnickém potoce nachází rybník Kalibárna se dvěma malými rybníčky pod hrází. Dále odkalovací nádrž a retenční nádrž Libušská. (KOHlíK, 2009).

Jednoznačný směr proudění vod je k místní erozní bázi – údolí Libušského potoka, prostřednictvím menších bočních roklí, které drenují zájmové území.

(POLÁK, 2001). Chemické rozbory vod, které byly odebrány v bočních roklích přímo pod tělesem skládky vykazaly významné zhoršení jejich kvality. Charakter kontaminace v zásadě odpovídá látkám vyluhovaným ze skládek TKO. Jedná se především o zvýšené koncentrace chloridů, dusičnanů, dusitanů a amonných iontů.

Mělký horizont podzemní vody vázaný na pásmo podpovrchového rozvolnění hornin se odvodňuje do Libušského potoka, což je příčinou zhoršení kvality vody v této vodoteči. Hloubky podzemních vod se před vybudováním skládky pohybovaly v rozmezí 8-10 m pod tehdejším povrchem území. Pouze v bočních roklích ležely výše (v hloubce cca 4 m). Úroveň hladiny podzemní vody je v místě posuzované lokality 280-290 m n. m. Oběh podzemních vod zde není významný. Zvodnění je soustředěno na propustnější polohy pískovců, slepenců a zón zvýšeného rozpukání a tektonicky porušené polohy, kde nedošlo k jejich sekundárnímu zatěsnění jílovitými produkty větrání (PODAŘIL, 2001).

4.1.6 Geofyzikální poměry

Z poznatků z geofyzikálního průzkumu bylo zjištěno, že celá skládka se projevuje jako výrazně vodivé těleso. Je totiž tvořena dvěma, zhruba subhorizontálními vodivými a magnetickými vrstvami, které tvoří pravděpodobně tuhý komunální odpad, oddělený méně vodivým materiálem. Vodivé roztoky tělesa skládky pravděpodobně impregnují i tektonicky porušené horniny jejího přímého podloží, místy až do hloubky 10 m. Geofyzikálními metodami byla zjištěná mocnost uloženého materiálu pohybující se mezi 15 – 20 m. Zaznamenané tektonické linie vcelku dobře souhlasí s probíhajícími bočními roklími pod skládkou. Měření potvrdila i přítomnost polohy slepenců v souvrství proterozoických sedimentů štěchovické skupiny (POLÁK, 2001).

4.1.7 Flora a fauna

Zatímco na počátku 20. století byla Modřanská rokle skoro bezlesá a na skalách na jejím jižně orientovaném svahu rostly některé významné xerothermní rostliny, mezi jinými i hvozdík sivý. Srázy si zachovaly svou přirozenou vegetaci tvořenou kyselou doubravou na plošině a zakrslou břekovou doubravou na svazích, v níž se ostrůvkovitě vyskytuje i třemdava bílá. Naproti tomu severně orientované

srázy do údolí tvoří daleko vlhčí dubohabřiny. Následkem pozdějšího plošného zalesnění cizími dřevinami byl tento cenný ekosystém na svazích zcela zničen. (KOHLÍK, 2009). Ze stromů má v Modřanské rokli největší zastoupení: trnovník akát (31 %), borovice černá (19 %), smrk ztepilý a borovice lesní (po 10 %), jasan ztepilý (7 %). V menší měřítku jsou to pak modřín evropský, dub červený, olše lepkavá, lípa srdčitá, habr obecný (do 5 %) (JEBAVÝ, 2004).

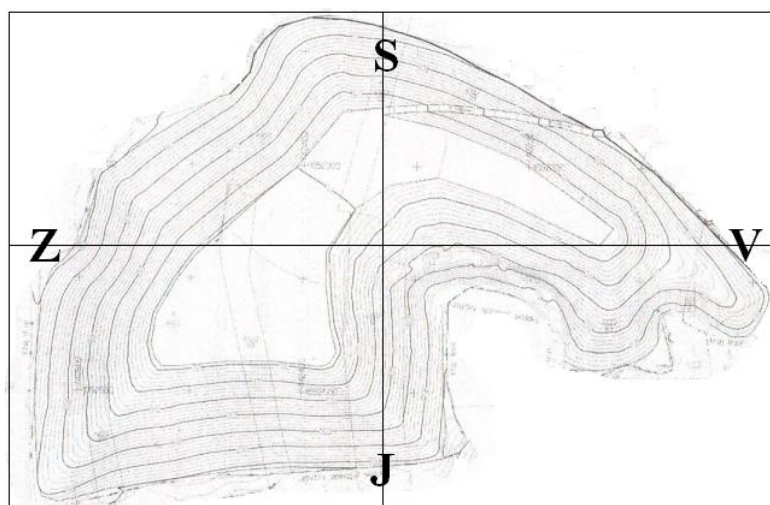
Žije zde běžná lesní zvěř, ale není problém spatřit tu srnce obecného, zajíce obecného nebo prase divoké, které sem někdy proniká z jihu. V okolí skládky a na okrajích rokle se často vyskytuje bažant obecný. Žijí zde i některé pozoruhodné druhy bezobratlých, např. lužní plž dvojzubka lužní v jasaninách, či na dně Modřanské rokle mlok skvrnitý (KOHLÍK, 2009).

5. Metodika

Rešeršní část této diplomové práce vychází z prostudování literárních a internetových zdrojů zabývajících se skládkováním odpadů, skládkami, jejich uzavíráním a rekultivacemi. Byly v ní popsány jednotlivé druhy rekultivací a postupy při uzavírání skládek. Dále se tato část zaobírá odvodněním skládek, jejich těsníciemi a drenážními systémy.

Praktická část byla zpracována na základě prostudování zapůjčených podkladů od Odboru životního prostředí Prahy 12. To však k pochopení problematiky současného stavu bývalé skládky nestačilo a proto byly vedeny rozhovory s firmou Podařil – Voráček s.r.o. a Dopravním podnikem hl. m. Prahy a.s. Monitoring studijního území spočíval v osobních pochůzkách jak po tělese skládky, tak v jejím blízkém okolí a při té příležitosti byla průběžně pořizována vlastní fotodokumentace. Po zkompletování dostupných informací a poznatků z vlastního monitoringu byla popsána historie i současný stav včetně poměrů dané lokality.

Pro lepší přehlednost a pojmenování jednotlivých svahů byla skládka rozdělena na čtyři části podle světových stran – viz. obrázek č.22. Ten vychází z mapové přílohy č.4, z které byly zároveň i dobře rozeznatelné vrstevnice tělesa skládky a tudíž se dal i snadno vyčíst směr odtoku spadlých srážkových vod. V kombinaci s poznatků z osobních prohlídek, prostudování dostupných podkladů a následném pochopení specifik modřanské skládky byla navržena jednotlivá technická opatření.



Obr.č. 22: Rozdělení skládky na kvadranty dle světových stran
(upraveno dle ŠANDERY, 2001)

Při návrhu technických úprav povrchu skládky se vycházelo především ze současného stavu objektu. Jako vodítko pro navržení jednotlivých rekultivačních vrstev (jejich mocnosti, stupně hutnění) pak posloužily České technické normy týkající se uzavírání skládek odpadů. V neposlední řadě přidali své rady i odborníci z ČZU na rekultivace a drenážní systémy. U návrhu drenážní vrstvy se vycházelo z Darcyho filtračního zákona a následně bylo ověřeno, zda drenážní vrstva štěrku bude schopna pojmout objem vody, který do ní prosákne z vrstvy rekultivační. Uvedené vzorce a výpočty byly aplikovány na hodnoty (sklonu, délky, šířky) jižního svahu skládky. Tudíž pro ostatní svahy by se výpočty prováděly podle stejného vzorce avšak s dosazením jiných hodnot.

V závěru vlastní části je návrh budoucí biologické rekultivace. Složení vegetačního pokryvu bylo navrženo s ohledem na lokalitě blízké druhy dřevin v přilehlé Modřanské rokli, ale také byl brán zřetel na vysazovanou vegetaci na jiných skládkách v ČR. K osetí travní směsi byla zvolena směs s vysokým protierozním účinkem. Inspirací se stala Česká státní norma 838035 – Uzavírání a rekultivace skládek.

5.1 Postup v CAD

K vytvoření modelu skladby jednotlivých rekultivačních vrstev bylo použito programu AutoCAD 2013. Jednotlivé vrstvy modelu byly vytvořeny úsečkami a jejich spojováním. Následně se buňky vyplnily funkcí šrafy a byly opatřeny odpovídajícími kótami. Podobně jsem postupoval i u modelu příčného řezu odvodňovacím příkopem, kde jsem k zaoblení dna příkopu využil řídicích vrcholů křivky spline.

5.2. Postup v GIS

K vytvoření mapových výstupů bylo užito softwaru ArcGIS version 10,2 a vycházelo se z ortofotomapy serveru ČÚZK. Pro zakreslení bodů a vyznačení území bylo použito vektorizace a polygonizace. Výsledná mapa byla vždy převedena do layoutu, označena legendou, severkou a měřítkem.

6. Současný stav řešené problematiky

Současný stav skládky je velmi komplikovaný. Vzhledem k pozemkovému restitučnímu problému, který nebyl znám před vydáním rozhodnutí o rekultivaci skládky, byly rekultivační práce v roce 2005 přerušeny a stejný stav trvá dodnes.

6.1 Nedostatky v technické rekultivaci

Nejsou dokončeny těsnicí ani drenážní vrstvy, tudíž může dojít a v současné době již dochází, k postupnému sesouvání obvodových svahů, které mají nepřiměřeně velký sklon. K tomuto sesouvání dochází, protože při absenci těsnicí a drenážní vrstvy prochází voda z dešťových srážek hluboko do masivu skládky. Dalším faktorem, který ovlivňuje stabilitu konečných svahů skládky je způsob pokládky rekultivačních vrstev. Zeminy byly sypány a hutněny shora od hrany svahu k jeho patě, čímž dochází k přetížení v aktivní zóně potenciálního sesuvu. Vzhledem k omezujícím požadavkům Ministerstva životního prostředí ve vztahu k přírodní památce Modřanská rokle není možný jiný postup sanačních prací, protože by to znamenalo zásah do okrajové části zeleně v chráněném území (BARTÁK, 2011). V obrázku č.23 je dokumentována svahová deformace tělesa skládky.



Obr.č. 23: Sesuv svahu v západní části skládky (foto vlastní)

V západní části objektu dochází k erozi již položených rekultivačních vrstev, což je patrné z obrázku č.24. Tento stav je i z krátkodobého hlediska nevyhovující,

protože může docházet nejen k přímému ohrožení občanů, fauny a flóry, ale také k vyluhování cizorodých látek z částečně mineralizovaného komunálního odpadu průsaky srážkových vod do vod podzemních (ALINČE, 2006).



Obr.č. 24: Hluboké erozní rýhy na západní straně skládky (foto vlastní)

6.1.1 Stav bezpečnostních prvků

Drenážní systém dna skládky byl zaústěn do třech betonových jímek, které byly rovnoměrně vybudovány po jižní straně skládky. Dnes jsou jímky již v terénu nezřetelné, neboť byly zahrnuty zeminou a průsaky ze skládky tak odtud filtrují do Modřanské rokle. Skládka má neizolované podloží a tyto průsaky mají jednotný sklon směrem k Libušskému potoce (CRHA, 1996).



Obr.č. 25, 26: Plynosběrná potrubí z let 1984 (vlevo) a 1993 (fota vlastní)

Z tehdejších technických zařízení na odplynění skládky zde zůstaly ocelové pažnice plynoběrných širokoprofilových vrtů z roku 1984, situované přibližně ve středu tělesa skládky. A úzkoprofilové vrty z let 1993-94, ve kterých bylo použito plastů – viz. obrázky č.25 a 26. Crha (1996) uvádí celkový počet úzkoprofilových vrtů v době instalace 22 jednotek. Ty mladší plastové jsou rozdílné od starších ocelových potrubí stále v dobrém technickém stavu, jen z nich někdo odcizil uzamykatelné zátky. I přes opakované ověřovací testy v minulosti, které prokázaly významnou tvorbu plynu nebylo jeho zachytávání a využívání nikdy realizováno. Údajně z důvodu neprokázání efektivní návratnosti dalších investic. Tudíž za celá ta léta skládkový plyn vrty ze skládky unikál a jeho účinkem došlo ke značným poškozením travní rekultivace a k téměř úplnému odumření rozsáhlé pokusné stromkové výsadby.

6.1.2 Oplocení objektu

V minulosti byl celý areál oplocen, ale v současnosti jsou sloupky i pletivo téměř po celém obvodu skládky v dezolátním stavu – viz. obrázek č. 27.



Obr.č. 27: Chátrající oplocení skládky (foto vlastní)

Podél jižní strany skládky už na většině úsecích ani není poznat, že zde nějaké oplocení vůbec existovalo. Jen několik zrezlých železných sloupků tu dokumentuje využití území v minulosti. Naopak u příjezdové cesty na skládku se nachází uzamykatelná vrata, vedle kterých je stavební buňka s hlídačem. On i jeho

pes tu jsou 24 hodin denně a pravděpodobně jen hlídají, aby na skládku nikdo nepřivázel další odpady.



Obr.č. 28: Příjezdová cesta s vraty a přístřeškem pro hlídače (foto vlastní)

Poblíž je na několika místech pletivo v relativně dobré kondici. Avšak dřevé části v něm umožňují nevychovaným lidem navážet sem komunální, stavební, výjimečně i nebezpečné odpady. Jedná se ale o místa, kam hlídačovo oko nedohlédne. Díky tomu jsou zejména pod severozápadní částí skládky hojně rozšířená místa s černými skládkami a to jen pár metrů od hlavní silnice (ulice Generála Šišky). Příkladem může sloužit obrázek č.29.



Obr.č. 29: Černá skládka nedaleko ulice Generála Šišky (foto vlastní)

6.1.3 Černé skládky

V blízkém okolí skládky, Modřanské rokle a dokonce na některých místech přímo v chráněném území se nachází nemalé množství načerno navezených haldíček odpadů. Některé jsou menší a zahrnují spíše stavební odpad, pytle s komunálním odpadem či pneumatiky. Jiné naopak díky “pracovitosti“ místních bezdomovců tvoří větší plochy. Ty jsou složeny hlavně z textilií, PET lahví, kartonů od vína, plechovek a všeho, co lze najít u popelnic.. Na okraji západní části Modřanské rokle jsou k nalezení zbytky stavebních prvků (betonové panely, bloky, skruže či dřevěné pražce) z doby výstavby modranského sídliště a tramvajové tratě.



Obr.č. 30: Obydlí bezdomovců pod jižním svahem (foto vlastní)

V těsné blízkosti skládky mají tábory dvě “kolonie“ bezdomovců, z které každá čítá kolem 5 členů. Své příbytky obývají celoročně, tudíž jsem se ani příliš nedivil, když jsem při obchůzce v jednom ze stanů zahlédl kamna. Jak již bylo popsáno výše, černé skládky umístěné nedaleko okraje lesa Modřanské rokle mají na svědomí právě lidé, kteří si zvolili tento svérázný styl žití. Zabydleli se především pod jižním svahem skládky a do svého okolí si nanosili hromady odpadků, které pro ně v danou chvíli nejspíše představovaly potřebné věci. Jedno z bezdomoveckých obydlí je k vidění na obrázku č.30. Nutno však dodat, že se jedná o ty slušnější respektive čistotnější obyvatele bývalé skládky.

6.2 Vegetační pokryv skládky

Jak již bylo uvedeno výše, travní rekultivace ani pokusná stromková výsadba se údajně díky účinkům skládkového plynu neujala. To je však minimálně podivné, protože povrchový průzkum migrací methanu (z roku 1994) do rekultivačních vrstev žádné uniky nezjistil. I pan František Straka z Ústavu pro výzkum a využití paliv a.s., který měl povrchový průzkum skládky na starost, se domnívá něco jiného. Myslí si, že pokusná výsadba zakrsla, protože o ní nebylo dostatečně postaráno. Jestli to bylo z důvodu nedostatečné závlahy, nevhodné zeminy či špatné volby vegetace, o tom dnes můžeme jediné polemizovat.

Z historie terénních úprav na skládce a zastavení prací v roce 2005 je zřejmé, že technická rekultivace neproběhla zdaleka tak, jak je navržena v provozním řádu. Z toho vyplývá, že ani biologická rekultivace nebyla realizována dle plánovaného záměru. Současný stav vegetace je tedy velmi blízký přírodní sukcesi.



Obr.č. 31: Jihovýchodní svah nad Modřanskou roklí (Foto vlastní)

Trávy a trvalky zde nahradily prvotní plevele. Po zhruba deseti letech nerušeného sukcesního vývoje je dnes zčásti rekultivovaná skládka pokrytá keří a také menšími stromy pocházejícími z náletů a ptačího trusu. V takovém prostředí se začíná vyskytovat také vysoká lesní zvěř, jako například srnec obecný. Pokud by se zdejší ekosystém vyvíjel tímto směrem i v dalších letech, může zde vzniknout již mladý les. K tomu se dá aktuálně přirovnat jižní svah, především pak v místech, kde se do něj “zařezávají“ severní výběžky Modřanské rokle. Ten totiž připomíná

zarostlou džungli již dnes – viz. fotografie na obrázku č.31. Tento stav vyhovuje zejména ptactvu, které v něm nachází ideální útočiště.

Náletové dřeviny na skládce reprezentuje v největším měřítku trnovník akát. U tohoto stromu je to i logické, protože jeho zastoupení v blízkém lese - Modřanské rokli je nejvyšší, zhruba 31 %. Dále se zde vyskytuje například: olše lepkavá, jasan ztepilý, javorovec jasanolistý a bříza bělokorá. Z jehličnanů je to pak jen pár jedinců borovice černé a smrku ztepilého. Co se týká keřů, z těch mají největší zastoupení slivoň mirabelka, růže šípková, třešeň křovitá a trnka obecná. Kuriozitou je přítomnost dvou kusů mahonií cesmínolistých na vrchlíku skládky. V neposlední řadě je těleso skládky pokryté i řadou trav a bylin. Nejrozšířenější jsou zde třtina křovištní a bodlák obecný.



Obr.č. 32, 33, 34: Vybrané druhy rumištní vegetace (fota vlastní)

Na jižním svahu (jižně od přístupové cesty C2) je svislice růstu vegetace nevychýlená, z čehož je možné předpokládat, že svah tam nevykazuje nechtěné pohyby. Přítomnost skupinek stromů a keřů spolu s travním porostem přináší svahům skládky i jedno pozitivum a totiž, že je povrchově zpevňují a stabilizují.

6.3 Zhodnocení nedokončené rekultivace

1. Etapa technické rekultivace v severní části měla být dokončena do konce roku 2004. Nicméně rekultivační práce byly na popud Pozemkového úřadu v roce 2005 zastaveny.

- **Technická rekultivace** nebyla dokončena.

Na tělese skládky byly provedeny jen neodkladné zabezpečovací zemní práce. Tyto improvizované úpravy nebyly zaneseny do žádné dostupné dokumentace. Tudiž nezbývá než důvěřovat informacím od pana Martina Voráčka, jednatele firmy Podařil – Voráček s.r.o., která měla zpracování rekultivace na starosti. Údajně byla tedy těsnicí vrstva realizována za použití zemních materiálů s obsahem jílu, které byly uválcovány. Na nich se prý nachází 2 m překryvné zeminy. Tento stav je nevyhovující a proto bude v následujících terénních úpravách budou navrženy nové těsnicí a drenážní vrstvy, které budou pokryté ještě rekultivační zeminou. Jednotlivé vrstvy budou oddělené geotextiliemi.

- **Biologická rekultivace** nikdy započata nebyla.

Výsadba sazenic se dle etapizace prací plánovala po dokončení rekultivace vrchní části skládky, ke které nedošlo. Proto je současný stav řízen přirozenou sukcesí a většinu vegetace tvoří náletové druhy. Po dokončení technických úprav na tělese skládky je potřeba navrhnout rekultivaci biologickou. Ta se bude skládat z výsadby vhodných dřevin a na svazích s vyšším sklonem se využije pravděpodobně zatravnění, jakožto i prvek protierozní ochrany.

- **Svahové deformace** jsou především na západní straně skládky – viz. označení v mapové příloze č.2 . Jedná se o hluboké erozní rýhy a sesuv části svahu. Příčinou těchto deformací je kombinace více faktorů. Jedná se o neplnění funkce těsnicí či drenážní vrstvy, chybějící protierozní opatření a příliš velký sklonu svahu (v místě pod slepou komunikací). Poslední jmenovaný problém se vyskytuje také v jihovýchodní části svahu skládky. Konkrétně v místě, kde do svahu vystupuje výklenek kraje lesa Modřanské rokle.

- **Monitoring** podzemních vod chybí.

Monitoring, které je běžný a hlavně povinný na skládkách komunálního odpadu, zde absentuje. Česká inspekce životního prostředí přislíbila, že se tímto problémem bude zabývat a na rok 2013 naplánovala kontrolu. Ta se pravděpodobně nekonala a úředníci z Oddělení ochrany vod přestali komunikovat. V tomto ohledu je také nutné sjednat nápravu.

7. Výsledky

7.1 Vlastní návrh technické rekultivace

Jak již bylo uvedeno výše, technická rekultivace je soubor technický úprav, v kterém se modeluje terén a sklony svahů do požadovaného tvaru. Zároveň se v této fázi musí vyřešit systém odvodnění a odplynění. Vždy je potřeba vzít v úvahu jednotlivá specifika dané lokality. V případě Modřanské skládky se musí vycházet z dosavadních výsledků nedokončené rekultivace a poznatků vzešlých z analýzy stavu skládky, která je “lidskou rukou“ netknutá již skoro 10 let.

Dle Ústavu pro výzkum a využití paliv je systém odplynění i po letech stále funkční, tudíž se nemusí inovovat. Dostačující bude, když se jednotlivá potrubí navýší nastavením tak, aby po navezení a pokládce jednotlivých rekultivačních vrstev čněla nad terénem o cca 1 m. Poté se všechna potrubí opatří uzamykatelnými zátkami. Nejvýznamnější tedy bude zaměřit se na návrh úpravy nestabilních svahů a odvodnění tělesa skládky.

7.1.1 Příprava území

Před započítáním samotných terénních prací je nutné povrch skládky zbavit nežádoucích materiálů a klestí. Tyto prvky by mohli technickou rekultivaci komplikovat nebo po realizaci snižovat její efektivitu. Především se musí odstranit:

a) černé skládky a obydlí bezdomovců. Je potřeba zaměřit se jak na černé skládky v blízkosti hlavní silnice (ulice Generála Šišky), tak na hromady odpadků v okolí tábořišť místních bezdomovců – viz. mapová příloha č.1. Jelikož se jedná odhadem o více než tunu odpadků, přistaví se k tomuto účelu několik objemných kontejnerů. Při té příležitosti se odstraní i zbytky odpadů z doby skládkování, které nalétaly do Modřanské rokle a pod jižním svahem skládky vytvořily vrstvu starého odpadu v pásu cca 10 x 3 m.

b) haldičky navezeného inertního materiálu (odpadní štěrk a kamenivo), které zde byly uloženy po ukončení oficiálního skládkování. Jelikož se haldy nachází na vrchní části skládky, zvyšují zbytečně celkovou výšku skládkového

tělesa. Tento materiál se může ponechat a použít jako případná vyrovnávací vrstva. Tímto krokem se sníží výška povrchu skládky o zhruba 1,5 m.



Obr.č. 35: Haldy odpadních šterků a kameniva na vrchlíku skládky
(foto vlastní)

c) náletová vegetace, včetně kořenového systému. Většina dřevin bude pomocí drtičky rozemleta a použita později při biologické rekultivaci jako mulčovací směs. Kořeny se spálí. Bylinné a travní patro zůstane zachováno, avšak musí se pokosit.

d) vraky karavanu a starého buldozeru

e) stavební a demoliční odpady (beton, cihly) větších rozměrů než 10 x 10 x 10 cm



Obr.č. 36: Vrak buldozeru a karavanu



Obr.č. 37: Rozměrné stavební odpady

(fota vlastní)

7.1.2 Úpravy ve sklonech svahů

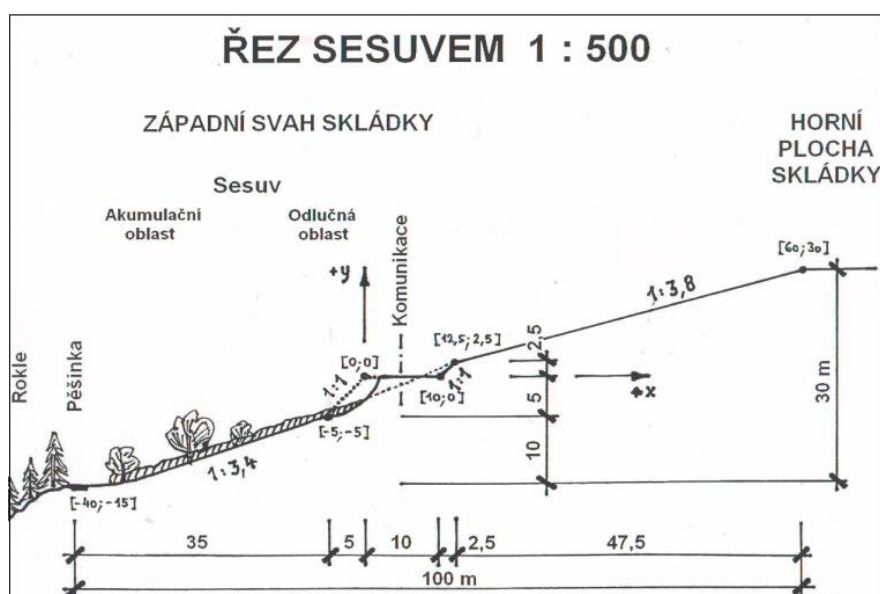
Svahy skládky jsou vytvořeny v poměrně mírných sklonech, ale ne všechny jsou díky nedokončení pokládky rekultivačních vrstev ve sklonu v rozmezí 1:3 až 1:4. Toto rozmezí bylo navrhováno v projektu rekultivace z roku 2001. Z důvodu stability doporučuji, aby svahy, které mají vyšší sklon byly upraveny do maximálního sklonu 1:3. ČSN 83 8035 uvádí minimální sklon k zajištění plynulého odtoku srážkové vody 3%. Tímto sklonem musí být upravena nepropustná těsnicí vrstva, případně i povrch skládky v konečném tvaru po sednutí. Naše řešené území má poměrně velkou plochu mezi horními hranami svahu, a proto bych doporučil minimální sklon 4 %.

7.1.3 Hlavní navržená opatření

Nejproblémovější svah je ten západní (tam již došlo k lokálnímu sesuvu) a v budoucnu se dá tušit, že to bude také svah na jižní straně tělesa skládky, resp. na jihozápadě.

7.1.3.1 Západní svah

V této části se ve značném rozsahu projevuje povrchová eroze. Erozní rýhy jsou místně hluboké až 1 m a dá se předpokládat, že mají negativní vliv na svahové pohyby. V roce 2010 se zde sesunul svahový segment o délce cca 15 m – viz. schéma v obrázku č.38.



Obr.č. 38: Podélný řez západním svahem (zmenšeno dle BARTÁKA, 2011)

Zda zde byla položena těsnicí a drenážní vrstva není jisté a pokud ano tak neplní svou funkci. Důkazem toho jsou nejen erozní deformace, ale i rozbor vody z pramenů pod svahy skládky z roku 2012. Nejvíce znečištěný byl tehdy právě pramen Pod Skládkou 3 - viz. příloha č.5, který se nachází v rokli pod západním svahem skládky.

Nejohroženější místo je úsek cca 60 m dlouhý – viz. mapová příloha č.2, podél slepé vrstevnicové komunikace C1. Ta byla v tělese skládky provedena zřejmě dodatečně a to kombinací odřezu a násypu. Sesuvy a erozní rýhy vznikají v násypové části této komunikace. Protože se v místě komunikace objevují další otevřené zátrhy, vypovídá to o hrozícím vyčerpání smykové pevnosti zeminy a možném dalším sesuvu v jiné části komunikace.

V místě sesuvu má sklon západního svahu 27 %, což odpovídá zhruba 15°. Výpočet byl proveden jednoduchým způsobem kdy:

$$\mathbf{I = H/l*100} \quad (30 \text{ m} / 110,5 \text{ m}) * 100 = \mathbf{27,14 \%}$$

I – sklon svahu

H – výškový rozdíl

l – délka svahu

Řešením by mělo být přitížení svahu v jeho patě, což kvůli zastavení prací v roce 2005 realizováno nebylo. Musí se tedy provádět sanační práce od paty svahu (v jeho pasivní zóně) směrem k jeho hraně. Tímto postupem bude riziko svahových deformací minimalizováno. V kombinaci s drenážním systémem a dalšími protierozními opatřeními (zatravnění, svodnice, záchytný žlab) bude problém západního svahu dostatečně vyřešen.

7.1.3.2 Jižní svah

Jedná se o ten v jižní, respektive jihozápadní části pod příjezdovou komunikací C2. Konkrétně v místě kde směrem ke skládce vystupuje severní výběžek Modřanské rokly. Těleso skládky je na této je dlouhodobě konsolidované, ale má poměrně strmé sklony svahu (1:1,5). Z fyzických prohlídek území však bylo zjištěno, že ve svahu už se také objevují drobné deformace, což je vidět z obrázku č.38. Tento svah je prozatím zpevněn náletovými dřevinami a travním porostem. I pan Voráček, odborník přes rekultivace, potvrdil, že se v tomto místě s nějakým

opatřením do budoucna počítá. Jednou z možností je požádat Ministerstvo životního prostředí o vyjmutí severního výběžku Modřanské rokle z CHÚ. Pak by bylo možné tohoto prostoru využít k vytvoření protisvahu respektive by se navezením další zeminy vytvořil protisvah a upravil sklon do požadovaných 1:3. Nicméně tato varianta je velmi nepravděpodobná.



Obr.č. 39: Utržená drobná část hrany svahu v jižní části (HAMERNÍK, 2014)

Pak je tu varianta odtěžit z místa stávající zeminu včetně 30 let uloženého odpadu. To je však ještě nereálnější už jen z důvodu finanční náročnosti. Pod jižním svahem není mnoho prostoru pro řešení za použití těžké techniky. Proto se zdá jako nejschůdnější možnost ukotvit pod svahem opěrnou betonovou zeď většího rozměru. Samozřejmě v kombinaci s drenáží.

7.1.4 Návrh pokládaných vrstev

Následující parametry vrstev, včetně jejich mocnosti a stupně hutnění byly navrženy po konzultaci s odborníky z ČZU na rekultivace a drenážní systémy. Jako další zdroj doporučení jednotlivých parametrů posloužily České technické normy. Po přípravě území v podobě odstranění nežádoucích materiálů, černých skládek a vykácení náletové vegetace je povrch připraven pro pokládku jednotlivých vrstev.

01 04 08	Odpadní štěrk a kamenivo neuvedené pod číslem	01 04 07
01 04 09	Odpadní písek a jíl	

17 01 01	Beton, cihly, tašky a keramika	
17 05 06	Vytěžená hlušina neuvedená pod číslem	17 05 05
17 05 04	Zemina a kamení neuvedené pod číslem	17 05 03
17 05 08	Štěrky ze železničního svršku neuvedené pod číslem	17 05 07
17 08 02	Stavební materiály na bázi sádky neuvedené pod číslem	17 08 01
17 09 04	Směsné stavební a demoliční odpady neuvedené pod čísly	17 09 01 17 09 02 17 09 03

Tab.č. 2: Odpad dle Katalogu odpadů, se kterým bude nakládáno (upraveno dle VORÁČKA, 2002)

7.1.4.1 Vyrovnávací vrstva

Jako první vrstvu navrhují upravený terén překrýt 20 cm vyrovnávací vrstvou hrubého kameniva frakce 64 mm. Je možné využít betonový či stavební recyklát. Tuto vrstvu je nutno intenzivně ztuhnit, aby došlo k vpenetrování kameniva do svrchní vrstvy skládky.

7.1.4.2 Těsnicí vrstva

Bude použito zemní jílové těsnění o celkové mocnosti 40 cm, které ale utvoří 2 vrstvy 20 cm mocnosti. Výsledná tloušťka těsnicí vrstvy musí odpovídat tloušťce 40 cm po ztuhnění. Těsnění pak nesmí vykazovat vyšší součinitel filtrace než $k=1.10^{-9}$ m/s.

7.1.4.3 Ochranná vrstva

Další fází technické rekultivace bude položení ochranné vrstvy zeminy. Tato vrstva musí zajistit bezprostřední ochranu povrchu minerálního těsnění před mechanickým poškozením.

7.1.4.4 Drenážní vrstva

Následuje vrstva drenážní, která dle ČSN 838035 musí mít mocnost minimálně 30 cm a být tvořena propustným písčítým materiálem nebo štěrskem. V našem případě zvolíme štěrky, ale menší frakce (mezi 16–32 mm) s hodnotou součinitele filtrace $K_f \geq 1.10^{-5}$ m.s, kterou také udává výše zmíněná norma. Plošná

drenáž má za úkol odvést přebytečnou srážkovou vodu mimo těleso skládky. To bude zajištěno pomocí sběrných drénů, které z některých svahů odvedou vodu do nově vybudovaných jímek na dešťovou vodu. V severní a severovýchodní části skládky se drenážní systém svede na dva nově vytvořené odvodňovací příkopy. Umístění jímek a příkopů je zaneseno do mapové přílohy č.3.

7.1.4.5 Drenážní vrstva štěrku

Ve své návrhové variantě uvádím mocnost štěrkové drenážní vrstvy 30 cm, nicméně je potřeba ještě vypočítat, jakou bude mít tento materiál propustnost, nebo-li součinitel filtrace. Dále je při návrhu drenážní vrstvy nutné brát ohled na to, aby drenáž byla schopná odvést všechnu vodu, kterou k ní propustí vrstva rekultivační. V tomto případě musí platit vztah: $Q_d \geq Q_r$

kdy: Q_d = průtok drenážní vrstvou

Q_r = přítok z rekultivační vrstvy

Návrh optimální kapacity drenážní vrstvy by měl vycházet z největšího možného přítoku vody z vrstvy rekultivační.

Výpočet pro Q_r :

$$Q_r = K_{rek} * l * d \quad \text{kde: } K_{rek} = \text{filtrační součinitel rekultivační vrstvy (m/s)}$$

l = délka (m)

d = šířka (m)

$$Q_r = 5 * 10^{-7} * 110,5 * 230$$

$$Q_r = 0,0000005 * 25415$$

$$Q_r = 0,0127075 \text{ m}^3/\text{s} \Rightarrow \mathbf{12,7 \text{ l/s}}$$

Výpočet pro Q_d :

$$Q_d = M * l * K_{dr} * I \quad \text{kde: } M = \text{mocnost drenážní vrstvy (m)}$$

l = délka (m)

K_{dr} = koeficient filtrace štěrku (m/s)

I = sklon (%)

Vzorec je třeba upravit na rovnici, protože není známa hodnota koeficientu filtrace štěrku, ale jen vztah $K_f \geq 1 \cdot 10^{-5}$ m/s.

$$Q_d \geq Q_r$$

$$M \cdot l \cdot K_{dr} \cdot I \geq K_{rek} \cdot l \cdot d$$

$$0,3 \cdot 110,5 \cdot K_{dr} \cdot 0,33 \geq 0,0000005 \cdot 110,5 \cdot 230$$

$$0,3 \cdot 110,5 \cdot K_{dr} \cdot 0,33 \geq 0,0127075$$

$$K_{dr} \geq 0,0127075 : 0,3 : 110,5 : 0,33$$

$$K_{dr} \geq 0,0011616 \Rightarrow 11,62 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$$

Nyní se zjistilo, jaký musí mít filtrační součinitel štěrk, který bude použit v drenážní vrstvě. Musí mít větší hodnotu než $11,62 \cdot 10^{-4}$ m/s. Tudíž dodavateli materiálu se zadá objednávka na štěrk takové frakce, aby $K_f = 5 \cdot 10^{-3}$ m/s, čímž je splněna předešlá podmínka.

Zbývá výpočet průtoku drenážní vrstvou a jeho porovnání s z přítokem z vrstvy rekultivační.

$$Q_d = M \cdot l \cdot K_{dr} \cdot I$$

$$Q_d = 0,3 \cdot 110,5 \cdot 0,005 \cdot 0,33$$

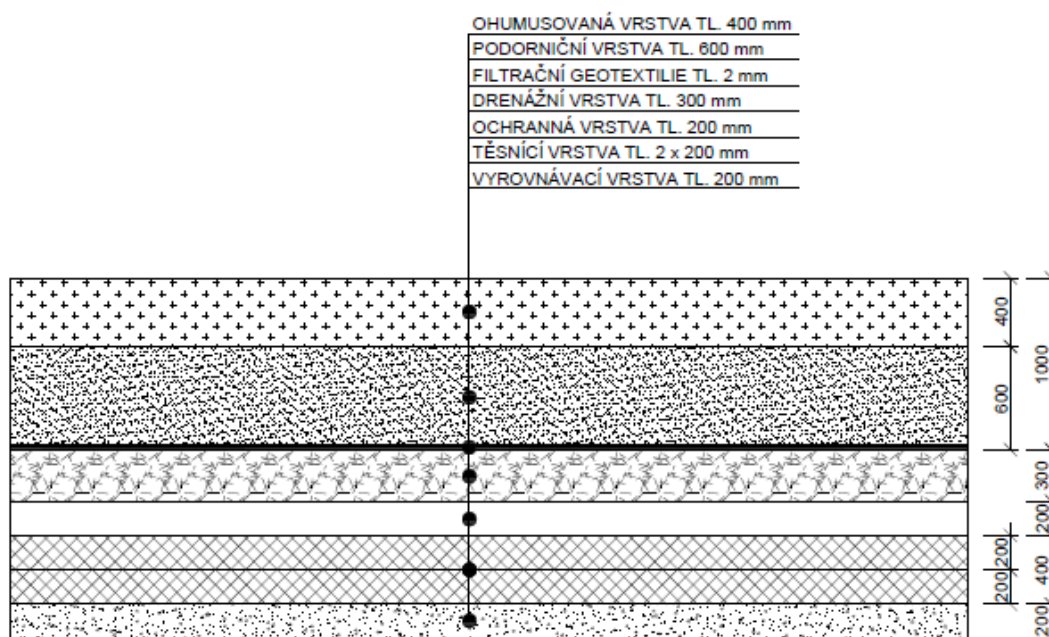
$$Q_d = 0,0546975 \text{ m}^3/\text{s} \Rightarrow \mathbf{54,7 \text{ l/s}}$$

Navrhovaná varianta drenážní vrstvy (na jižním svahu) bude schopna pojmout 54,7 l/s a maximální možný přítok z vrstvy rekultivační bude činit 12,7 l/s, tudíž vztah $Q_d \geq Q_r$ je splněn.

7.1.4.6 Rekultivační vrstva

Nad drenáží je velmi důležité neopomenout vrstvu geotextilie, aby nedošlo k zanášení drenáže z rekultivační vrstvy. ČSN 838035 doporučuje rekultivační vrstvu o mocnosti min. 1 m. Proto navrhuji použít 60 cm podorniční vrstvu (hlinité a písčito-hlinité) zeminy a na ní dalších 40 cm ohumusované zeminy. Koeficient filtrace celkové rekultivační bude splňovat $K_f \geq 1 \cdot 10^{-7} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Vrstva ohumusované

zeminy bude sloužit pro následné zatravnění a výsadbu dřevin v rámci biologické rekultivace

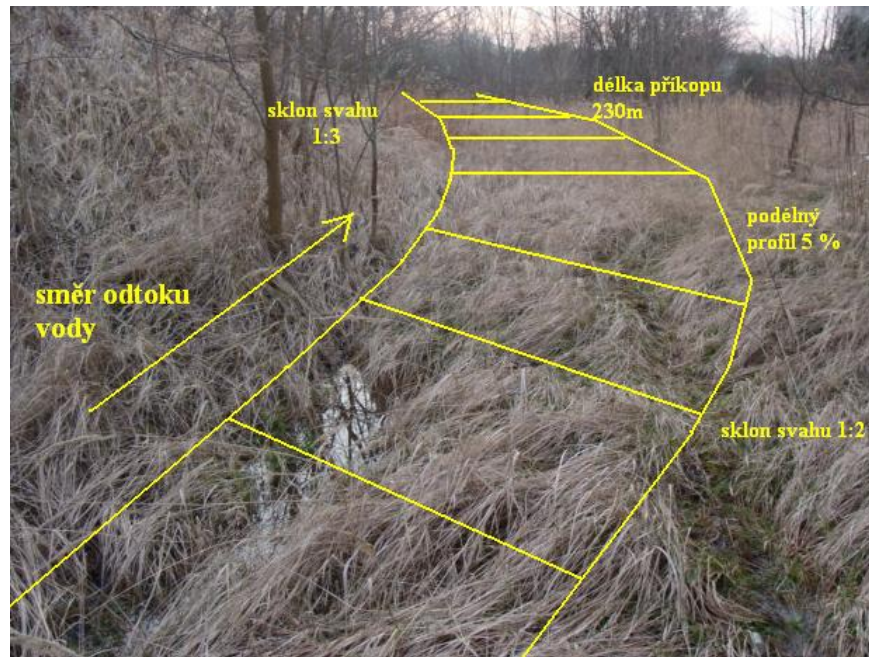


Obr.č. 40: Model skladby jednotlivých rekultivačních vrstev (vlastní)

7.1.5 Vytvoření odvodňovacích příkopů

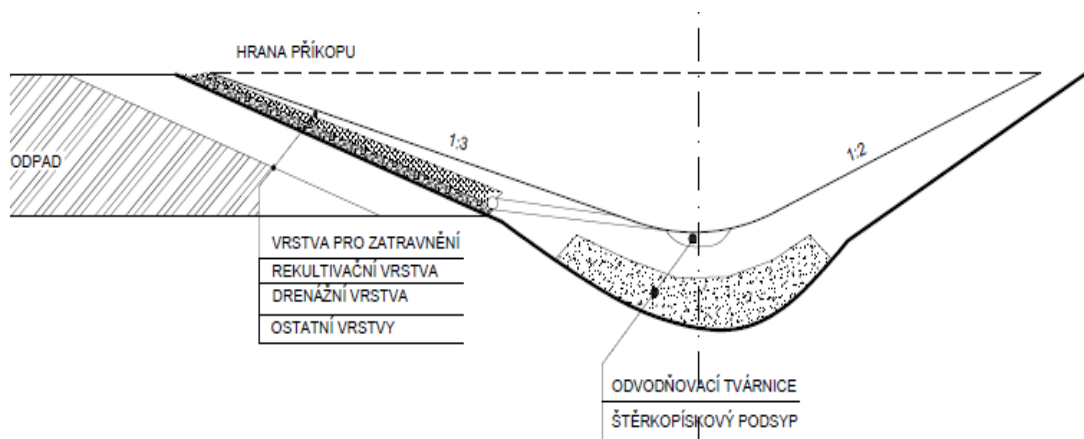
K odvedení srážkových vod se při severní straně vybudují dva odvodňovací příkopy. Toto opatření má praktický význam, a to aby dešťová voda mohla z tělesa skládky volně odtékat a nezůstávala v místě pod severním svahem, jako je tomu v současnosti. Další jeho výhodou je, že v případě přívalových dešťů nebo rychlého tání sněhu na jaře odvede bezpečně přebytečnou vodu mimo těleso skládky. Tím se zde vyřeší problém podmáčení svahu a zhoršení jeho stability.

První odvodňovací příkop se bude nacházet pod patou severního svahu skládky se svým začátkem zhruba v úrovni autobusové zastávky Observatoř Libuš a bude zaústěn do jedné z bočních roklí Modřanské rokle. Příkop by měl měřit zhruba 230 m. S hranou rokle bude příkop zaústěn na pramen Pod Skládkou 3.



Obr.č. 41: Odvodňovací příkop pod severním svahem
(foto vlastní - upraveno v Malování)

Druhý odvodňovací příkop navrhuji vytvořit pod patou svahu v severovýchodní části skládky, konkrétně 20 metrů východně od příjezdové komunikace na skládku. V tomto místě se zdá být nějaká forma příkopu již z minulosti zachována. Avšak při pohledu na patu svahu je tato povrchová “anomálie“ v terénu špatně rozeznatelná. Ať se již jedná o bývalý odvodňovací příkop či ne, navrhuji zde vytvořit nový resp. obnovit starý. Měřit by měl cca 210 m a táhnout se bude podél paty východního výběžku skládky se zaústěním do pramenu Pod Skládkou 1.



Obr.č. 42: Příčný řez odvodňovacím příkopem (vlastní)

Koryta obou příkopů budou mít tvar hyperboly se zpevněným dnem a sklonem svahů 1:3 na straně od paty svahu skládky a 1:2 na straně k silnici. Podélný sklon se bude pohybovat v rozmezí 3-5 %. Na tyto příkopy budou pomocí jednotlivých drénů svedeny vody z drenážní vrstvy severního a severovýchodního svahu. Umístění příkopů je zaneseno do mapové přílohy č.3. Odvodňovací příkopy je nutné udržovat, aby nedocházelo k jejich zarůstání nálety a zanášení listím či splachy okolní zeminy. Doporučuji tedy příkopy jedenkrát ročně vyčistit.



Obr.č. 43: Odvodňovací příkop pod východním svahem
(foto vlastní - upraveno v Malování)

7.1.6 Vybudování jímek na dešťovou vodu

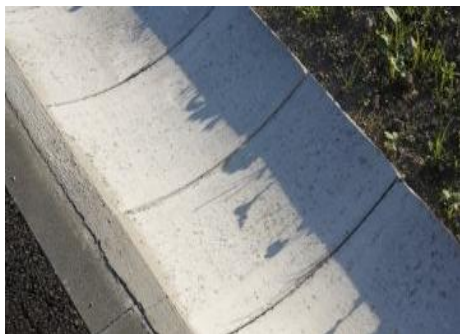
V místech zavezených jímek na průsakovou vodu budou vybudovány jímky na vodu dešťovou, které po dokončení rekultivace poslouží k závlaze nového vegetačního krytu skládky. Na jímky bude pomocí drénů sveden odtok z drenážní vrstvy skládky z jižního, jihozápadního a jihovýchodního svahu. Tato opatření v kombinaci plošného drénu a odvodňovacích příkopů po obvodu severní a východní části minimalizuje negativní vlivy srážkových vod na tělese skládky a jednotlivé svahy.

Jedná se celkem o tři nádrže (jejich umístění zaneseno v příloze č.3), každá s kapacitou 20 m³ a zapuštěné do země. Aby jímký nepřetékalý, když budou již plné, každá by měla být vybavena bezpečnostním přelivem. Potrubím pak bude moci nadbytečná srážková voda přetéct za hranu Modřanské rokly. Kvůli bezpečnosti doporučuji, aby nádrže byly uzavřené. Hlavním důvodem pro vybudování jímek je potřeba zajistit v prvních letech možnost umělého zavlažování osázených dřevin pro případ, že by nastalo období déletrvajicího sucha. Ze stejného důvodu volím raději nádrže s větší kapacitou.

7.1.7 Úprava přístupových cest

K vrchlíku skládky vedou dvě přístupové cesty, které by bylo rozumné vzhledem k budoucímu využití území zachovat. Jedná se o zpevněné cesty, po kterých se v minulosti navážela zemina než byla rekultivace skládky zastavena. Cesty jsou vyznačený v mapovém podkladu č.2. Kde severní přístupová cesta nese označení C1 a druhá, která kopíruje tvar odvodňovacího příkopu na východě byla označena C2. Upravením těchto cest zůstane zachován přístup na vrchlík skládky jak ze severní strany, tak z jižní.

Cesty bude nutné zbavit vzrostlých trav a místy i křovin. Dále je třeba srovnat nerovnosti v nich pomocí štěrku. Může být použit materiál menší frakce, avšak musí se silně zhutnit. 4% příčný sklon se upraví směrem od hrany svahu k jeho patě. Na vnějších stranách cest doporučuji vybudovat odvodňovací žlab, na který se napojí ocelové svodnice (v rozmezí po 30 metrech jedna) usazené úhlopříčně na cesty. Žlaby se zhotoví z betonových tvárnic a srážkovou vodu z cest budou odvádět do odvodňovacích příkopů. To jest žlab z cesty C1 do příkopu v severní části a žlab z cesty C2 svede srážkovou vodu do odvodňovacího příkopu pod východním cípem skládky (viz. mapová příloha č.3). Kombinace těchto odvodňovacích prvků zajistí bezpečné odvedení vody při náhlém zvýšení množství srážek. Navíc jsou žlaby i svodnice odolné, snadné na údržbu a mají protierozní vliv.



Obr.č. 44: Odvodňovací žlab



Obr.č. 45: Odvodňovací svodnice

(fota vlastní)

Až na pár úseků se po obvodu skládky nachází vyšlapaná pěšinka. Tato cesta slouží zejména pejskařům a lidem z blízkého sídliště, kteří využívají Modřanskou rokli a její přílehlé okolí k procházkám. Tyto pěší cesty zůstanou také zachovány. Jediným omezením vstupu by mělo být vytvoření nového oplocení v úseku mezi ulicí Generála Šišky a odvodňovacím příkopem podél severní části skládky. Délka úseku se pohybuje kolem 250 metrů. Jedná se o místo, kde lidé pravidelně zakládají černé skládky a touto bariérou se jim v tom doufejme zabrání.

7.1.8 Vytvoření monitorovacích vrtů

Jak bylo popsáno výše, monitoring podzemních vod na této skládce již léta chybí. To je v rozporu s ČSN 838035, která udává doporučenou dobu monitorování jakosti podzemních vod 15 let po ukončení skládkování. V tomto objektu se sice neskládkuje skoro 30 let, avšak ze zapůjčené dokumentace skládky plyne, že zde žádné monitorovací vrty nebyly ani dříve.

Dle ČSN 838036 má být počet a umístění monitorovacích míst určen na základě hydrogeologického průzkumu. Norma dále říká, že alespoň jedno monitorovací místo musí být v oblasti, kudy voda ke skládce přitéká a další dvě tam, kde vytéká. Jsem toho názoru, že součástí dokončené rekultivace by měl být i nově vytvořený monitoring podzemních vod. Tato problematika by si zasloužila především pozornost České inspekce životního prostředí, která by stanovila návrh s vhodnými monitorovacími místy včetně četnosti a rozsahu parametrů.

7.2 Vlastní návrh biologické rekultivace

Pro biologickou část rekultivace hraje důležitou roli poslední z položených rekultivačních vrstev z ohumusované zeminy. Ta totiž bude sloužit pro následné zatravnění a výsadbu dřevin nového vegetačního pokryvu skládky. Záměrem rekultivace skládky má být dle požadavku Odboru ŽP Prahy 12 vybudování oddechové zóny. V plánu městské části také bylo, že se z místa stane lesopark určený k odpočinkovým aktivitám obyvatelům z blízkých sídlišť Modřany a Libuš.

7.2.1 Návrh výsadby

Protože v daném území není hospodářské využití vhodné, navrhuji jako konečnou úpravu ozelenění travním porostem a dřevinami. Zvolí se zvláště druhy, které by se v této lokalitě měly vyskytovat přirozeně. Výsadba dřevin bude uskutečněna především na vrchlíku skládky, ale také na svazích s vyšším sklonem za účelem zamezení eroze půdy. Nově osázená lokalita musí navazovat na chráněné území Modřanské rokly, a tak se pomezí lesa a paty skládky osází rychle rostoucími křovinami. Celá plocha zrekultivované skládky (kromě přístupových cest) bude nejdříve zatravněna. Tím dojde k minimalizování vlivu vodní eroze a zároveň se zčásti zabrání růstu náletových dřevin.

7.2.1.1 Postup při zatravnění

Před samotným výsevem bude nutno půdu zkypřit, aby bylo možné dopravit osivo do hloubky 5 – 15 mm. Pokud by se zjistilo, že ohumusovaná zemina nemá dostatek živin bude potřeba půdu přihnojit organickým hnojivem. Travní výsev bude realizován po období jarních měsíců, nejlépe však koncem července nebo začátkem srpna. Po výsevu se semena zapraví do půdy a povrch se zaválí. Z počátku musí mít traviny dostatek vláhy a tak je žádoucí opakovaná zálivka v mešních dávkách.

Výběr vhodných travních druhů by měl upřednostnit trávy, které mají schopnost vytvořit v krátké době po výsevu dostatečně zapojený porost. Zároveň však musí být odolné vůči chorobám, plísním, mrazu i suchu. Na západním a hlavně jižním svahu bude zvolena travní směs minimalizující účinky vodní eroze. S ohledem na doporučení ČSN 838035 bych se přiklonil k variantě travní směsi s vysokým protierozním účinkem, která je vhodná na stanoviště sušší s nižší zásobou

živin. Složení navrhované travní směsi je uvedené v tabulce č.3. Po zatravnění bude realizována výsadba sazenic vhodných dřevin.

Druh	%	kg osiva na 100 m²
košťava červená výběžkatá	35	0,53
košťava červená trsnatá	15	0,23 – 0,30
košťava luční	20	0,24 – 0,40
lípnice luční	15	0,15
jílek vytrvalý	15	0,23

Tab.č. 3: Složení travní směsi s vysokým protierozním účinkem
(upraveno dle ČSN 838035)

7.2.1.2 Postup při výsadbě dřevin

Před vysazením cílové druhové skladby je žádoucí provést výsadbu některých přípravných a melioračních druhů dřevin. Z keřů by se mělo jedna o kombinaci druhů jako jsou například: bez černý, krušina olšová, ptačí zob, meruzalka zlatá, rakytník úzkolistý nebo trnka obecná. Ze stromů půjde zejména o druhy: olše černé, olše lepkavé, vrby jívy, ale i bříz, javorů či jabloní a hrušní .

Výsadba cílových druhů stromů bude prováděna do připravených jamek v hloubce 40 cm a ve sponu 2 – 4 m. Procentuální druhové zastoupení by mělo vycházet ze skladby okolních lesních porostů, ale také z původních porostů Modřanské rokle ještě z doby, kdy nebyl dominantním druhem trnovník akát. Jako cílovou skladbu doporučuji dřeviny k osázení v následující struktuře:

buk lesní – 30 %
dub zimní – 20 %
lípa srdčitá – 15 %
habr obecný – 15 %
javor klen – 10 %

Na zbylých 10 % budou vysázeny sazenice jehličnatých dřevin typu: smrk, jedle, borovice dle dohody s Odborem životního prostředí Prahy 12. Jehličnany se použijí výhradně při zpevněných cestách z důvodu jednoduché údržby v období

spadu listí. Sazenice, které nevzejdou nebo budou poškozené se nahradí z rezervy stromkových sazenic. Tu navrhuji stanovit jako 25 % z celkového množství použitých stromků.

Celková zalesněná plocha skládky bude tvořit zhruba 60 % jejího povrchu, což představuje po odečtení plochy přístupových cest více než 110 000 m².

7.2.1.3 Péče o lokalitu po jejím uzavření

Dle zákona o odpadech musí provozovatel skládky zajistit péči o skládku i po jejím uzavření, ale i po rekultivaci a to po dobu minimálně 30 let. Těžko říci od kdy se tato doba počítá v případě staré modřanské skládky. Její uzavření včetně rekultivace je přinejmenším diskutabilní. Domnívám se, že období třicetileté péče o lokalitu by se mělo počítat až od doby, kdy bude rekultivace kompletně dokončena jak po stránce technické, tak po stránce biologické.

Prvotní péče by měla spočívat v zajištění ochrany nově osázených dřevin. Dřeviny nižší než 1 metr se musí chránit okopáváním, ožínáním nebo zakrytím pomocí mulčovací kůry. Proti okusu zvěří postačí zbudovat na prvních několik let oplocenky. Poškozené kusy se musí průběžně vyměňovat. Dále by mělo být v průběhu prvních dvou let zajištěno 2x ročně odstraňování plevelů a kosení travního porostu. Pokud by to situace vyžadovala, měl by se upravit i poškozený povrch způsobený například rytím divokých prasat. Stejně jako u trav, musí být pro sazenice přítomen dostatek vláhy. Umělá závlaha nově osázeného území bude pro případ období s déle trvajícím suchy zajištěna rezervoáry vody v podobě 3 jímek na dešťovou vodu.

8. Diskuse

Problémy skládek odpadů, které vznikly za minulého režimu, budou ještě dlouho a hlavně draze řešeny. To je přesně i případ modřanské skládky, kde projektanti zřejmě vůbec nebrali v potaz vhodnost zdejší lokality pro umístění skládkového objektu. Co je pro mě absolutně nepochopitelné, je fakt, že skládka byla vybudována v těsné blízkosti chráněného území Modřanská rokle. Jednou z příčin musela být i benevolence tehdejších úřadů, které nejen že výstavbu skládky povolily, ale také nedostatečně dohlížely nad průběhem skládkování a jeho ukončením. Rekultivace sice proběhla, avšak ne celoplošně a při zjevném nedodržení závazných podmínek pro povolení projektu. Kombinace těchto nedbalostí vyvolává v člověku otázku, zda je na skládce uložen opravdu jen komunální odpad. Osobně se domnívám, že není. Ale to se pravděpodobně již nikdo nikdy nedozví.

Kapitola výsledky vychází z předpokladu, že trvajícím soudním spor bude vyřešen a bude na pozemcích skládky opět povoleno provádět zemní a terénní práce. Mnou navržené terénní úpravy v kombinaci s protierozními opatřeními by měly zajistit zejména stabilitu svahů a hlavně bezpečné odvedení srážkových vod mimo těleso skládky. Při návrhu jednotlivých rekultivačních vrstev jsem u těsnicí vrstvy zvažoval použití kombinovaného těsnění za použití HDPE fólie. Nakonec jsem se přiklonil k názoru, že postačí zemní těsnicí vrstva z jílového materiálu. Při tomto rozhodnutí jsem se inspiroval ČSN 838035 (Uzavírání a rekultivace skládek), která pro tento typ skládky nepožaduje umělý těsnicí prvek. Jeho použití by bylo sice dražší, ale na druhou stranu by zvýšilo míru zabezpečení skládky. Navržená drenážní vrstva je naddimenzována na čtyřnásobek množství vody, než které je do ní teoreticky schopno prosáknout. Může se stát, že její kapacita nebude nikdy plně využita, avšak pokud dojde k silným přívalovým dešťům, splní v kombinaci s odvodňovacími příkopy svoji úlohu spolehlivě.

Budoucnost této skládky je velmi nejistá. Nový vlastníci skládku na svém pozemku nechtějí, a tudíž by měla být logicky odstraněna. Jenže to jsme u astronomických nákladů v řádech stamilionů. Myslím si, že městská část by spolu s provozovatelem skládky měli vlastníky pozemků adekvátně odškodnit a pozemky od nich za solidní cenu odkoupit. To je dle mého názoru jediný správný postup, který by vedl k dokončení rekultivace a uzavření této skládky. Na dokončenou

rekultivaci by se pak mohlo navázat instalací laviček, vybudováním hřiště pro děti, případně upravením vegetace svahů pro možnost sáňkování (v zimních měsících). Navíc vrchní plocha skládky je ideální lokalita na pouštění draků. Jsem si jistý, že tuto odpočinkovou zónu by obyvatelé přilehlých sídlišť rádi a pravidelně využívali.

Rád bych ještě zmínil ochotu zainteresovaných subjektů ke spolupráci. Ta se totiž pro mě stala trochu zklamáním. Ať se již jednalo o provozovatele skládky nebo firmu, která měla rekultivaci na starosti, tak valné informace či nějaké podklady jsem od nich nezískal. Můj osobní dojem je takový, že nikdo z nich nestojí o to, aby se problematika této skládky znovu otevírala. Mohu uvést příklad jedné úřednice, která byla velmi ochotná a chtěla mi pomoci, avšak bylo jí sděleno od nadřízeného, že firma žádné informace ani jiné materiály poskytovat nebude. Opravdu jsem nepochopil, proč někomu vadí zájem o danou problematiku za studijními účely.. V roce 2012 byla také kontaktována Česká inspekce životního prostředí a její pracovníci se při shlednutí výsledků rozborů z vody pod skládkou velmi podivovali. Jak nad výsledky rozboru, tak nad tím, že modřanská skládka nemá vybudovaný monitoring podzemních vod. Úředníci tehdy slibovali kontrolu objektu na březen 2013, ke které mě předběžně pozvali, avšak kontrola se nekonala a ČIŽP na mé e-maily již nereaguje.

9. Závěr

Touto diplomovou prací jsem se snažil vhodně navázat na svou bakalářskou práci (z roku 2012) týkající se taktéž skládkového objektu na Praze 12. Věřím, že tento i ostatní stanovené cíle byly splněny.

Podrobně jsem charakterizoval objekt skládky včetně zájmové lokality. Byly určeny a vyhodnoceny nedostatky v současném stavu a následně navržena nápravná opatření. Technické úpravy na tělese skládky zahrnují přípravu území pro položení nových rekultivačních vrstev v podobě odstranění náletové vegetace a jiných nežádoucích materiálů. Dále byl vytvořen návrh na úpravu sklonitosti strmých a nestabilních svahů. Následuje položení jednotlivých rekultivačních vrstev, v kterém byl kladen důraz zejména na vrstvy drenážní, rekultivační a vztah mezi vsakem a odvedením srážkové vody. Kombinací navržených úprav bude zajištěno odvodnění povrchu skládky a zabrání se tak nepříznivým účinkům srážkové vody na obsah skládky. To znamená, že již nebudou vyluhovány cizorodé látky z uloženého odpadu a měla by se tak zlepšit i kvalita vody v bočních roklích údolí, respektive v Libušském potoce. Navržená biologická část rekultivace pak ještě zajistí snížení erozních vlivů deště, ale především to, že nově ozeleněná skládka zkulturní krajinný ráz a částečně naváže na chráněné území Modřanská rokle.

Svou diplomovou prací bych chtěl zaslat na Odbor životního prostředí Prahy 12, dále České inspekci životního prostředí, případně ještě Magistrátu hl.m. Prahy. Mým smělým přáním je, aby byla má práce alespoň pro některou z těchto institucí impulsem začít se bývalou skládkou opět aktivně zabývat.

10. Přehled literatury a použitých zdrojů

- ALINČE Z. (2006): Hydrogeologický a geologický průzkum skládky Modřany, Praha, 10s.
- ALTMAN V., RŮŽIČKA M. (1996): Technologie a technika skládkového hospodářství, MŽP, Praha, 82 s.
- ADEREMI A. O., ORIAKU A. V., GBENGA A. A., ADEBAYO O. A (2011): Assessment of groundwater contamination by leachate near a municipal solid waste landfill, African journal of science and technology, Vol. 5, p: 933-940.
- ALTMAN V. (1996): Odpadové hospodářství. VŠB, Ostrava, 89 s.
- BALATKA B. (1973): Regionální členění reliéfu ČSR, Sborník ČSSZ č.2, Praha, 96s.
- BARTÁČKOVÁ L. (2010): Skládky ostatních odpadů: Atlas zařízení pro nakládání s odpady, Praha, 171s., [online], (cit. 15.1.2014) dostupné z http://www.ceho.cz/fileadmin/user_upload/CeHO/skladky/Atlas_odpady_2.pdf
- BARTÁK J. (2011): Znalecký posudek geotechnického stavu skládky Modřany – Libuš, Praha, 7s.
- CRHA J. (1996): Povrchový průzkum skládky TKO Praha 4 – Modřany/Libuš, 16s.
- Český statistický úřad (2014): Produkce a nakládání s odpady v ČR, [online], (cit. 18.2.2014) dostupné z <http://www.czso.cz/>
- Český úřad zeměměřičský a katastrální (2014): Katastr nemovitostí, [online], (cit. 24.2.2014), dostupné z <http://www.cuzk.cz/>

ČÍŽEK J., LYEROVÁ J. (1984): Zemědělské, lesnické a parkové rekultivace skládek odpadů, 52 s.

ČSN 72 1001 Pojmenování a popis hornin

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 8035 Skládkování odpadů - Uzavírání a rekultivace skládek

ČSN 83 8036 Skládkování odpadů - Monitorování skládek

DIMITROVSKÝ K. (2000): Zemědělské, lesnické a hydričké rekultivace území ovlivněných báňskou činností. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 66 s

DOČKAL M. (2013): Rekultivace (nejen) po těžbě, ČVUT Praha, [online], (staženo 8.2.2014) dostupné z http://storm.fsv.cvut.cz/on_line/zip/Prez-Rekultivace.pdf

DOHNAL R. (2013): Odpady, č.10, Přírodní vs. Technické rekultivace, (str. 23-26)

FILIP J. (2003): Komunální odpad a skládkování, MZLU, Brno, 63s.

FOJTÍK P. (2004): Základní data z historie Dopravního podniku hl.m.Prahy, [online], (cit. 20.3.2014) dostupné z <http://www.dpp.cz/historie/>

GREMLICA T. (2011): Využívání přirozené a usměrňované ekologické sukcese při rekultivacích území dotčených těžbou nerostných surovin, [online], (staženo 13.1.2014) dostupné z <http://www.calla.cz/piskovny/soubory/Methodika-rekultivace-a-management-neprirodnich-biotopu-v-CR.pdf>

HRABAL J. (2013): Odpady, č.1: Skládkování. Musí vždy platit, že rekultivace se rovná zatěsnění? Stráž pod Dalekem, 2 s.

HULEŠ L. (2002): Využití odpadů při rekultivaci. Odpadové fórum 12, [online], (staženo 27.2.2014) dostupné z [http://mzp.cz/ris/visdn.nsf/0/c5e2cca165553a9ac1256d040025b682/\\$FILE/RES_Pri_rustky_2003_01.pdf](http://mzp.cz/ris/visdn.nsf/0/c5e2cca165553a9ac1256d040025b682/$FILE/RES_Pri_rustky_2003_01.pdf)

JEBAVÝ H. (2004): Zaostřeno na Modřanskou rokli, Praha, naučný program 180 min., (cit. 29.3.2012) dostupné z <http://www.ekocentrumkoniklec.cz/zaostreno-na-modranskou-rokli/>

JUCHELKOVÁ D. et al. (1996): Metody nakládání s odpady, VŠB, Ostrava, 60s.

JUCHELKOVÁ D. (2000): Likvidace a využití odpadů, VŠB, Ostrava, 76s.

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

KIM K. R., OWENS G. (2011): Potential for enhanced phytoremediation of landfills using biosolids, Earth systems and environmental sciences, Comprehensive biotechnology, p: 239-247.

KOHLÍK V. (2009): Plán péče o přírodní památku Modřanská rokli na období 2011-2020, [online], (staženo 23.2.2012) dostupné z http://envis.praha-mesto.cz/%28fj1bn45cwnbuvrvaooooay45%29/planypece_ozchu/PP_Modranskarokle_2011_2020/

- KRYL V., FRÖHLICH E., SIXTA J. (2002): Zahlazení hornické činnosti a rekultivace, VŠB, Ostrava, 79 s.
- KŘENEK V. (2003): Energetické využití a zneškodňování odpadů. Západočeská univerzita, [online], (cit. 23.1.2014) dostupné z http://kke.zcu.cz/_files/predmety/evo/prednaska6.doc
- KURAŠ M. (1993): Technologie zpracování odpadů, VŠCHT, Praha 279 s.
- LAMBORN J. (2012): Observations from using models to fit the gas production of varying volume test cells and landfills, Waste management, Vol. 32, p: 2353-2363.
- LANER D., FELLNER J., BRUNNER P. H. (2009): Flooding of municipal solid waste landfills – An environmental hazard?, Science of the total environment, Vol. 407, p: 3674-3680.
- LIBRA J. (2005): Stavby pro odpadové hospodářství, MZLU, Brno, 102s.
- LINDE K., JÖNSSON A. S., WIMMERSTEDT R. (1994): Treatment of three types of landfill leachate with reverse osmosis, Desalination 101, p: 21-30.
- MALÝ J., ŠÁLEK J. (2002): Vodní hospodářství skládek domovního odpadu a čištění průsakových vod, VUT, Brno, 124s.
- MARINICHEV M. B., MARSCHALKA A. Y. (2012): Geotechnical problems with recultivation of domestic-waste landfills, Soil mechanics and foundation engineering, Vol. 49, p: 188-191.
- NASTEV M., THERRIEN R., LEFEBRVE R., GÉLINAS P. (2001): Gas production and migration in landfills and geological materials, Journal of contaminant hydrology, Vol. 52, p: 187-211.

- ONEACRE J. W., FIGUERAS D. (2005): Ground water monitoring at solid waste landfills, Reference module in earth systems and environmental sciences, Encyclopedia of geology, p: 14-17
- PODAŘIL J. (2001): Projekt rekultivace skládky „Modřany“, Praha, 12s.
- POLÁK P. (2001): Posudek o geologických poměrech a hydrogeologickém průzkumu, 11s.
- SEVIMOGLU O., TANSEL B. (2013): Composition and source identification of deposits forming in landfill gas engines and effect of activated carbon treatment on deposit composition, Journal of environmental management, p: 300-305.
- STRAKA F. (1991): Metody likvidace odpadů, Praha, 224s.
- STRAKA F. (2004): Skládkování odpadu, skládkový plyn. Vysoká škola chemicko-technická, [online], (cit. 19.2.2014) dostupné z <http://www.vscht.cz/uchop/udalosti/skripta/1ZOZP/odpady/skladkovani.htm>
- ŠTÝS S. (1997): Rekultivace, Mostecká uhelná spol., 63 s.
- ŠŤASTNÁ J. (2013): Odpady č.6. Na co se využívají výnosy z poplatků za skládkování? 2 s.
- VANÍČEK I. (2001): Sanace skládek starých ekologický zátěží, ČVUT, Praha, 247s.
- VÍŠEK L. (1993): Řízené skládkování tuhých komunálních odpadů, AZ KORT a.s., Liberec
- VOŠTOVÁ V, FRIES J. (2003): Zpracování pevných odpadů. ČVUT, Praha, 157 s.
- VYHLÁŠKA MŽP č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu v platném znění

ZÁKON č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů

ZHANG Q. Q., TIAN B. H., ZHANG X., GHULAM A., FANG CH. R., HE R. (2013): Investigation on characteristics of leachate and concentrated leachate in three landfill leachate treatment plants, Waste management, Vol. 33, p: 2277-2286

10.1 Obrázky

Obr.č. 1: KRENÍKOVÁ V. (1999): Odpadové hospodářství. Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, Ústí nad Labem, 130 s.

Obr.č. 2: EUROSTAT (2013): Nakládání s komunálním odpadem ve vybraných zemích v roce 2011, [online], (staženo 27.2.2014) dostupné z <http://www.czso.cz/csu/2013edicniplan.nsf/tab/F30045A8BA>

Obr.č. 3: ČIŽP (2007): Kompaktor hutnící odpad, [online], (staženo 20.1.2014) dostupné z http://www.cizp.cz/1171_Vysledky-kontrol-zamerenych-na-odstranovani-odpadu-v-roce-2007

Obr.č. 4: A.S.A. (2014): Skládka průmyslového odpadu v Únanově, [online], (staženo 2.3.2014) dostupné z <http://www.asa-group.com/cs/Ceska-republika/Technologie/Skladky-1.asa>

Obr.č. 5: (DOČKAL, 2008) Podúrovňová skládka, , [online], (staženo 26.2.2014) dostupné z http://storm.fsv.cvut.cz/on_line/odrz/08.pdf

Obr.č. 6: SOŠ OOM OSTRAVA s.r.o. (2012): Nadúrovňová skládka, [online], (staženo 10.3.2012), dostupné z <http://www.oomostrava.cz/media/Projekty/Ukazka%20EVVO.pdf>

Obr.č. 7: REYNOLDS (2013): Produkce průsakové vody, [online], (staženo 10.2.2014) dostupné z http://www.patrickreynolds.co.uk/anaerobic_digestion/

Obr.č. 8: ONEACRE J. W., FIGUERAS D. (2005): Ground water monitoring at solid waste landfills, Reference module in earth systems and environmental sciences, Encyclopedia of geology, p: 14-17

Obr.č. 9: VANÍČEK I. (2001): Sanace skládek starých ekologický zátěží, ČVÚT, Praha, 247s.

Obr.č. 10: VANÍČEK I. (2001): Sanace skládek starých ekologický zátěží, ČVÚT, Praha, 247s.

Obr.č. 11: L .O´TOOLE, W.MADDEN, N.E.HOUE (2013): Engineering landfills in soft soils, Ninth International waste management and landfill symposium, Sardinia, 649 s.

Obr.č. 12: VANÍČEK I. (2001): Sanace skládek starých ekologický zátěží, ČVÚT, Praha, 247s.

Obr.č. 13: DOČKAL M. (2009): Odpady a recyklace. ČVUT, stavební fakulta, katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství, Praha.

Obr.č. 14: ŠINDLER V. (2013): Skládkovat odpad nebo ho pálit? [online], (staženo 12.2.2014) dostupné z <http://3pol.cz/1417/print>

Obr.č. 15: GREMLICA T. (2011): Využívání přirozené a usměrňované ekologické sukcese při rekultivacích území dotčených těžbou nerostných surovin, [online], (staženo 7.2.2014) dostupné z <http://www.calla.cz/piskovny/soubory/Metodika-rekultivace-a-management-neprirodnich-biotopu-v-CR.pdf>

Obr.č. 16: ŠINDLER V. (2013): Skládkovat odpad nebo ho pálit?, [online], (staženo 12.2.2014) dostupné z <http://3pol.cz/1417/print>

Obr.č. 17: ŠTÝS S. (1997): Rekultivace, Mostecká uhelná společnost, a.s., 63 s.

Obr.č. 18: Bývalá skládka TKO – pohled od Sídliště Modřany (2012) – vlastní

Obr.č. 19: MAPY.CZ (2014): Situační umístění skládky, [online], (staženo 23.3.2014), dostupné z <http://www.mapy.cz/#!x=14.583673&y=50.020779&z=9>

Obr.č. 20: MAPY.CZ (2014): Situační umístění skládky, [online], (staženo 23.3.2014), dostupné z <http://mapy.cz/#x=14.445188&y=50.001995&z=13&l=2>

Obr.č. 21: GEOPORTAL.CZ (2014): Ortofotomapa - 50. léta, [online], (staženo 27.3.2014), dostupné z <http://geoportal.gov.cz/web/guest/map>

Obr.č. 22: ŠANDERA P. (2001): Zaměření hranic parcel, Praha, 7s.

Obr.č. 23: Sesuv svahu v západní části skládky (2014) - vlastní

Obr.č. 24: Hluboké erozní rýhy na západní straně skládky (2014) - vlastní

Obr.č. 25: Plynosběrné potrubí z roku 1984 (2012) - vlastní

Obr.č. 26: Plynosběrné potrubí z roku 1993 (2014) - vlastní

Obr.č. 27: Chátrající oplocení skládky (2014) - vlastní

Obr.č. 28: Příjezdová cesta s uzamykatelnými vraty a přístřeškem pro hlídače (2014) - vlastní

Obr.č. 29: Černá skládka nedaleko ulice Generála Šišky (2014) - vlastní

Obr.č. 30: Obydlí bezdomovců pod jižním svahem (2014) - vlastní

Obr.č. 31: Jihovýchodní svah nad Modřanskou roklí (2014) - vlastní

Obr.č. 32, 33, 34: Vybrané druhy rumištní vegetace (2014) - vlastní

Obr.č. 35: Haldy odpadních štěrků a kameniva na vrchlíku skládky (2014) - vlastní

Obr.č. 36: Vrak buldozeru a karavanu (2014) - vlastní

Obr.č. 37: Rozměrné stavební odpady (2014) - vlastní

Obr.č. 38: BARTÁK J. (2011): Podélný řez západním svahem

Obr.č. 39: HAMERNÍK (2014): Utržená drobná část hrany svahu v jižní části

Obr.č. 40: Model skladby jednotlivých rekultivačních vrstev (2014) - vlastní

Obr.č. 41: Odvodňovací příkop pod severním svahem (2014) - vlastní

Obr.č. 42: Příčný řez odvodňovacím příkopem (2014) - vlastní

Obr.č. 43: Odvodňovací příkop pod východním svahem (2014) - vlastní

Obr.č. 44: Odvodňovací žlab (2014) - vlastní

Obr.č. 45: Ocelová odvodňovací svodnice (2014) - vlastní

10.2 Tabulky

Tab.č. 1: ÚMČ Prahy 12 (2007): Rozhodnutí vydaná v letech 2002-2007 ve věci bývalé skládky TKO Modřany, 2s.

Tab.č. 2: VORÁČEK J. (2002): Provozní řád rekultivace skládky Modřany, Odpad dle Katalogu odpadů, se kterým bude nakládáno, Praha, 41s.

Tab.č. 3: ČSN 838035 (1998): Uzavírání a rekultivace skládek

10.3. Zdroje použitých příloh

Příloha č.1: ČÚZK (2014): Ortofotomapa, (vytvořeno 8.3.2014)

Příloha č.2: ČÚZK (2014): Ortofotomapa, (vytvořeno 8.3.2014)

Příloha č.3: ČÚZK (2014): Ortofotomapa, (vytvořeno 8.3.2014)

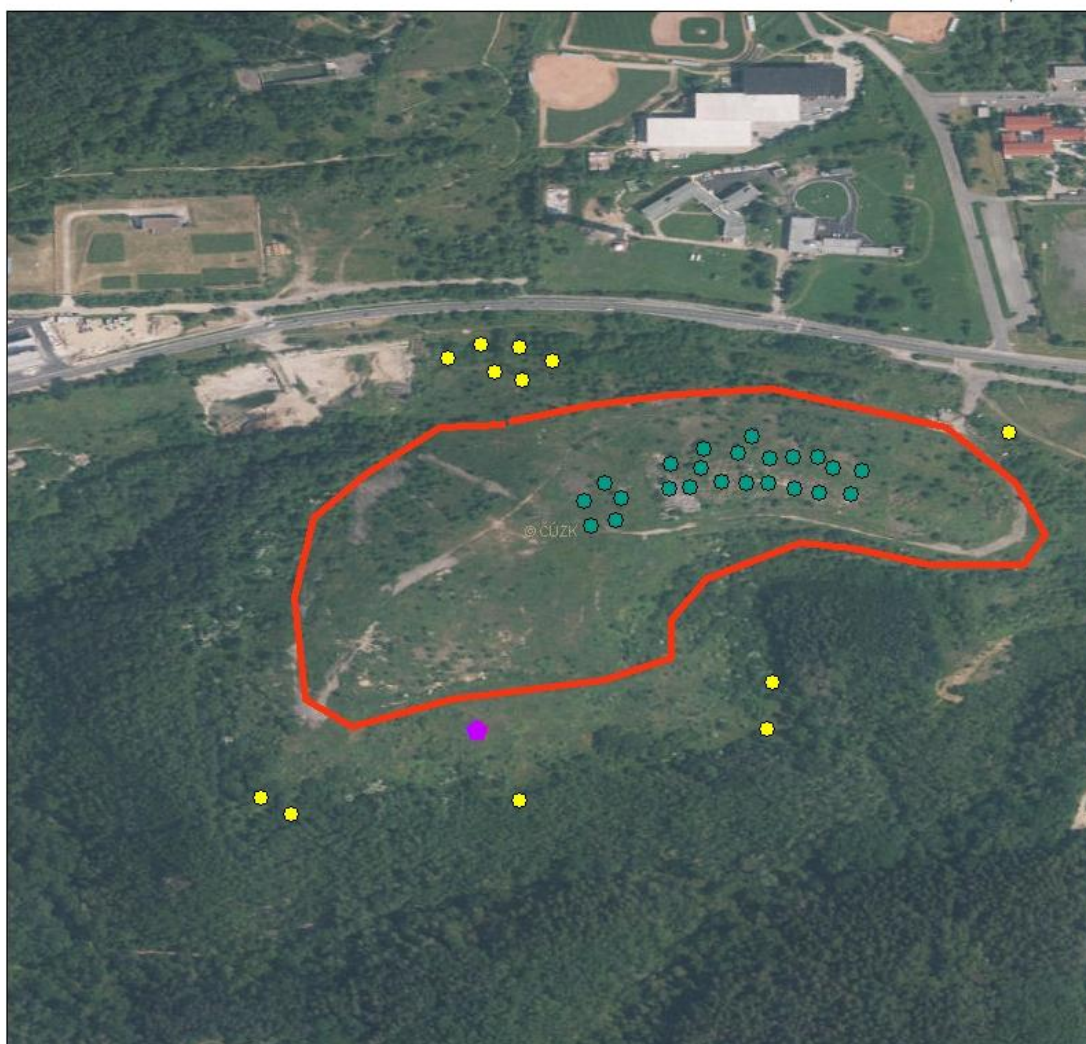
Příloha č.4: ŠANDERA P. (2001): Zaměření hranic parcel, Praha, 7s.

Příloha č.5: VZ LAB (2012): Studie vzorků vody z pramenů pod skládkou Modřany
- Libuš

11. Přílohy

Příloha č.1

Skládka Modřany - Libuš



Legenda

-  haldy odpadních sutí
-  černé skládky
-  obydlí bezdomovců
-  těleso skládky

0 50 100 200 300
m

Vypracoval: Marek Michalec
Datum: 8.3.2014
Obor: RES
Zdroj: čúzk

Svahové deformace a cestní síť



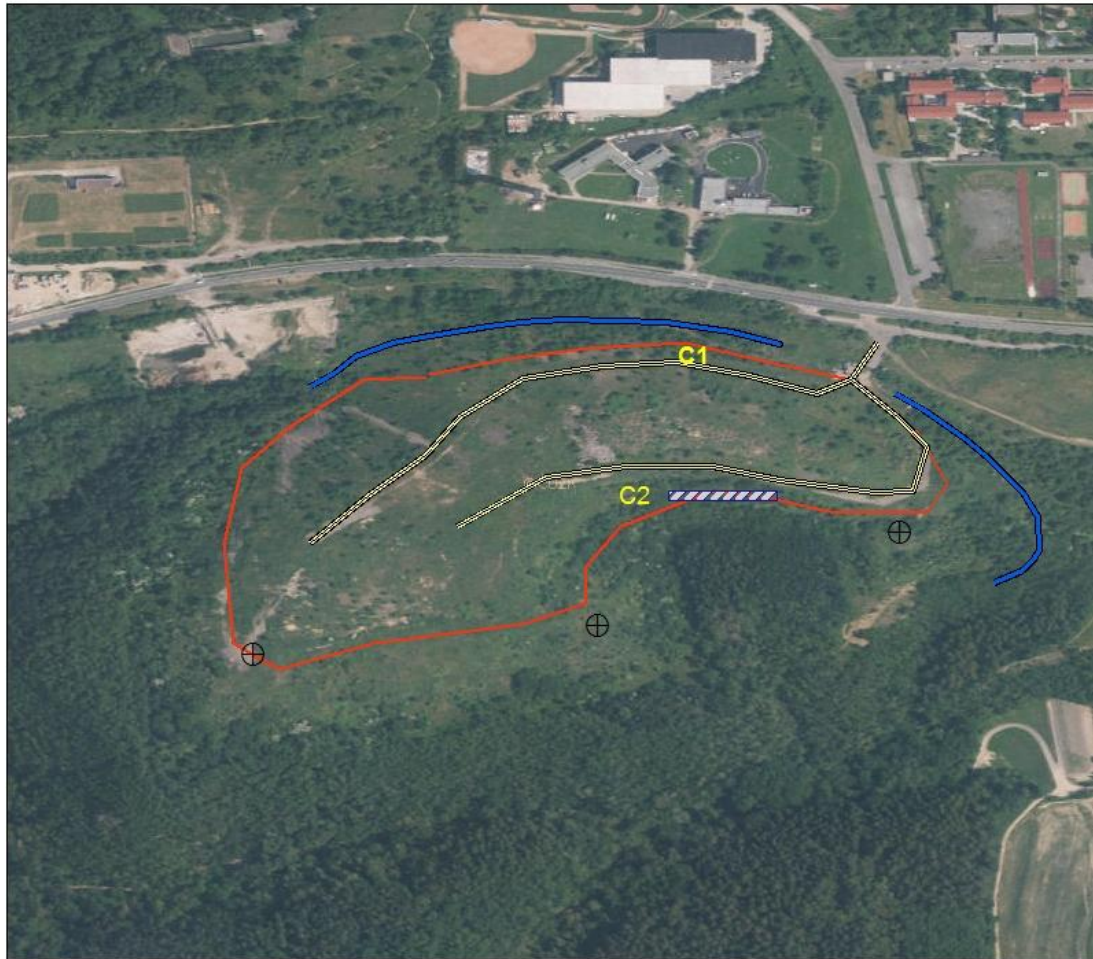
Legenda

-  vstupní brána
-  C2
-  C1
-  erozní rýhy
-  strmé svahy se sesuvy
-  těleso skládky

0 50 100 200 300
m

Vypracoval: Marek Michalec
Datum: 8.3.2014
Obor: RES
Zdroj: čůzk

Navržená technická opatření



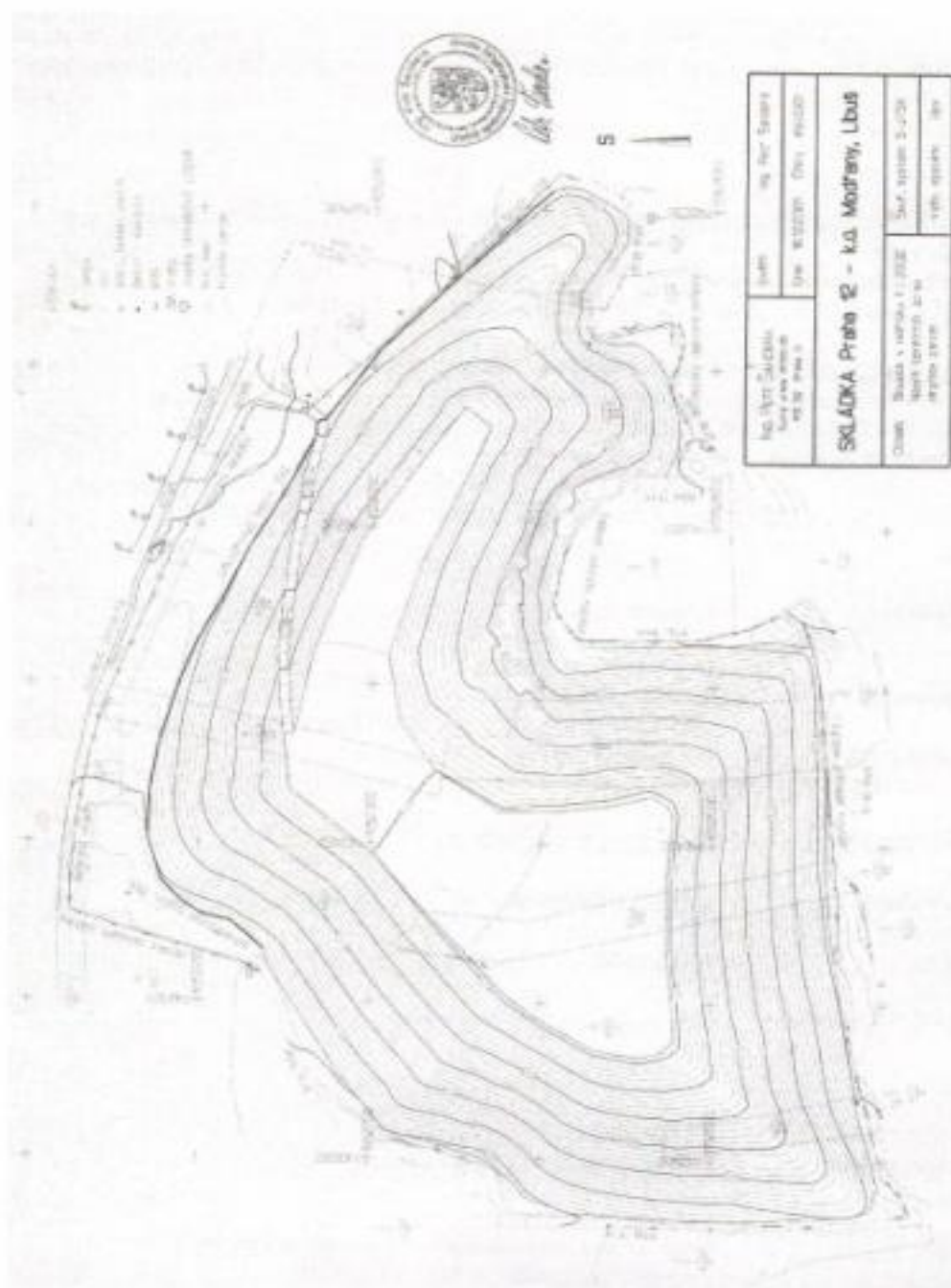
Legenda

-  jímka dešťových vod
-  odvodňovací příkop
- přístupové cesty**
-  C1
-  C2
-  betonová opěrná zeď
-  těleso skládky




Vypracoval: Marek Michalec
Datum: 8.3.2014
Obor: RES
Zdroj: čůzk


Příloha č.4



Příloha č.5



VZ lab
Jindřicha Plachty 535/16
150 00 Praha 5
tel.: 266 779 115, www.vzlab.cz



ROZBOR VODY
Protokol č.: 49899
Strana: 1 z 1

Zkušební laboratoř akreditovaná ČLA pod číslem 1402

Akce: **Studie vzorků vody z pramenů (+ L. potok) pod skládkou Modřany - Libuš**

Číslo zakázky: **123003** Zákazník: **MČ Praha 12**

Datum dodání: **28.3.2012** **Písková 830/25**

Datum odběru: **28.3.2012** **143 12 Praha 412**

Odebral: **Michalec**

	133870	133871	133872
--	--------	--------	--------

	Pod skládkou 2.	Pod skládkou 3.	Libušský potok
pH při 25°C (laboratoř)	8,3	7,8	8,4
amonné ionty mg/l	<0,03	13,0	0,24
dusitany mg/l	<0,01	2,2	0,07
dusičnany mg/l	293	274	24,1
chloridy mg/l	984	1366	104
sirany mg/l	215	264	106
fluoridy mg/l	0,24	0,30	0,19
železo mg/l	0,21	0,09	0,11
CHSK-Mn mg/l	29,6	43,2	4,0
CHSK-Cr mg/l	206	165	15,8
kyanidy volné mg/l	<0,005	<0,005	<0,005
kyanidy veškeré rozpustěné látky mg/l	<0,005	0,10	<0,005
fosforečnany mg/l	3240	4280	585
<i>Stopové kovy:</i>	<0,1	<0,1	<0,1
arsen mg/l	<0,002	<0,002	<0,002
baryum mg/l	0,095	0,11	0,055
chrom mg/l	<0,02	<0,02	<0,02
kadmium mg/l	0,0005	0,0005	<0,0003
měď mg/l	0,029	0,033	<0,02
nikl mg/l	0,034	0,063	0,049
olovo mg/l	<0,003	<0,003	<0,003
rtuť ** mg/l	0,00085	0,0040	0,0010

** Stanovení bylo provedeno v subdodávce akreditovanou laboratoří. Seznam akreditovaných subdodavatelů je k nahlédnutí v laboratoři.

< hodnota stanovení se nachází pod mezi stanovitelnosti

-pH -amonné-kationy-aniony-sirany-fluoridy-fosforečnany ve vodě -železo -CHSK-Mn -CHSK-Cr -kyanidy ve vodě -rozpuštěné látky -kovy ve vodě -kovy ve mědi	SOP 1 (ČSN ISO 10521) SOP 7 (ČSN EN ISO 10504) SOP 28A (ČSN ISO 8288) SOP 16 (ČSN EN ISO 8467, 21) SOP 17 (TNY 757520, ČSN ISO 15705) SOP 24A (ČSN 6701-2, ČSN 757415) SOP 19 (ČSN 757346, ČSN 757347) SOP 28A (ČSN ISO 8288) SOP 29A (ČSN EN 1233)
--	---

Nejistoty zkoušek na vyžádání přílohou protokolu.

Výsledky rozborů se týkají pouze analyzovaných vzorků. Protokol může být reprodukován pouze celý, část pouze s písemným souhlasem laboratoře VZ lab.

Analyzováno: 5.-6.4.2012
 Protokol vystaven dne: 7.4.2012

Ing. Eva Helešicová
 odborný pracovník

VZ lab s.r.o.
 Jindřicha Plachty 535/16, 150 00 Praha 5
 IČ: 27630991 DIČ: CZ27639991