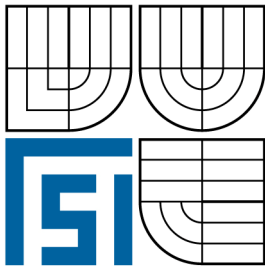


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV PROCESNÍHO A EKOLOGICKÉHO
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF PROCESS AND ENVIROMENTAL ENGINEERING

ZPŮSOBY REKULTIVACE TĚLESA SKLÁDKY
KOMUNÁLNÍCH ODPADŮ
METHODS OF RECULTIVATION WASTE DEPOIE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

PETR LIŠKA

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

ING. PAVEL NOVOTNÝ, CSc.

BRNO 2008

Anotace

Bakalářská práce se zabývá problematikou rekultivace tělesa skládky komunálního odpadu. Popisuje jednotlivé kroky a opatření pro její výstavbu a následné provozování.

Annotation

The bachelor work deals with issue of reclamation of landfill. It describes particular steps and arrangement for its construction and follow-up running.

Klíčová slova:

Odpad, skládkování, rekultivace

Key words:

Waste, waste disposal, reclamation

Bibliografická citace mé práce:

LIŠKA, P. *Způsoby rekultivace tělesa skládky komunálních odpadů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. XY s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Pavel Novotný, CSc.

Prohlášení

Prohlašuji tímto, že bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně na základě uvedené literatury pod vedením vedoucího bakalářské práce.

.....
Podpis diplomanta

Poděkování

Touto cestou děkuji Ing. Pavlu Novotnému, CSc. za vedení mé bakalářské práce, poskytnuté rady a připomínky k této práci a také za poskytnutí literatury potřebné k vypracování bakalářské práce.

Také bych chtěl poděkovat Ing. Jaroslavu Sedláčkovi, za informace o postupech rekultivace, monitorování a péči o rekultivované skládky společnosti A.S.A. s.r.o.

Obsah

Úvod	9
1. Odpadové hospodářství	12
1.1 Rozdělení odpadů	13
1.2 Základní pojmy v odpadovém hospodářství.....	14
2. Odstraňování odpadů	15
2.1 Ukládání odpadů a podmínky skládkování.....	15
2.2 Skládky odpadů	17
3. Opatření při výstavbě a provozu skládky s následnou rekultivací	18
3.1 Pojmy týkající se rekultivace skládky	19
3.2 Monitorovací systém skládek	21
3.3 Sedání tělesa skládky	22
4 Rekultivace skládek	24
4.1 Financování rekultivace	25
4.2 Rekultivační vrstva	26
4.3 Využití rekultivované skládky	28
4.4 Cenový odhad rekultivace	29
4.5 Následná péče o skládku	30
5 Hodnocení rekultivace	32
ZÁVĚR	33
Použitá literatura	34

Úvod

Skládkování odpadů je stále nejdostupnější a nejrozšířenější metodou odstraňování odpadů. Existují technologie na likvidaci odpadu spalováním, nebo na minimalizování odpadu recyklací. Těchto technologií není příliš mnoho a nejsou u nás příliš rozšířeny. Skládky jsou stále nejlevnějším způsobem odstraňování odpadů, ale z budoucího hlediska nedostatečným způsobem likvidace odpadů.

V 90. letech minulého století byla problematika skládek upravena pouze metodikami a metodickými pokyny, které se zabývaly hydrologickým průzkumem, vyhledáváním vhodných lokalit, pokyny pro řízené skládkování až po návody k rekultivaci. Je zřejmé, že tyto návody a pokyny nemohly nahradit dnešní legislativní a technické předpisy, přesto sehrály pozitivní úlohu při snaze omezit vznik a další provozování nepovolených skládek. Tyto materiály vznikaly postupně v době od roku 1975 až do roku 1987, tedy v době, kdy naše společnost začala vnímat podrobněji problematiku životního prostředí. Se změnou režimu došlo k zásadním změnám v legislativě zabývající se životním prostředím. V roce 1991 byl vydán první samostatný zákon č. 238/1991 Sb., o odpadech. Od té doby byl zákon o odpadech několikrát novelizován a přepracováván až do současné podoby, kdy je v platnosti zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech ve znění pozdějších předpisů, který v sobě zahrnuje i legislativní předpisy Evropské Unie.

Názory na způsoby odstraňování odpadů a otázka omezování vzniku odpadů a jejich ekologicky a ekonomicky výhodného využití nebo odstranění patří k palčivým otázkám současnosti. Prvotním cílem je předcházení a omezování vzniku odpadů, ať již ze strany široké veřejnosti, ale zejména ze strany původců odpadů. Dále je potřeba se zabývat možnostmi využití již vzniklého odpadu. Pro využití odpadů existuje několik druhů technologií, které převážně vycházejí z možností kompostování, spalování, využívání druhotných surovin a až jako poslední možnost by mělo být odstranění odpadu skladováním, mnohé technologie však narážejí na finanční nákladnost. Skládkování je dodnes zastoupeno na konci všech doposud známých technologií na zpracování odpadu, ale i tak si dnes nemůžeme být jisti, že skládkování je konečný způsob odstraňování odpadů, nebo jen způsob dočasný než se najdou takové technologie na jeho zpracování a minimalizování, že skládkování jako takové už nebude zapotřebí. Současné skládky také mohou být v budoucnu využity a přepracovávány jako zdroj druhotných surovin

Způsoby rekultivace tělesa skládek komunálního odpadu, kterými se budu zabývat v této práci jsou konečnou fází v procesu skládkování odpadů. Rekultivace je velmi složitý technický proces navazující na technologii skládkování odpadu, kde se využívají systémy odplyňování, odvodňování a celá řada dalších systému podléhajících platným zákonům a normám. Samotný rekultivační proces začíná po naplnění tělesa skládky a spočívá v překrytí skládky nepropustnými materiálem, zeminou a v konečné fázi

humusem, který je následně použit k ozelenění tělesa skládky. Takto rekultivovanou skládku je možné následně využívat pro zemědělské, lesnické i jiné účely.

1. Odpadové hospodářství

Chceme-li se zabývat problematikou odpadů se všemi souvislostmi, musíme si zodpovědět otázku „Co je to odpad a jak s ním chceme, můžeme a musíme nakládat?“.

Pokud se chceme seznámit s tím, co vše je možné považovat za odpad využijeme citaci ze zákona č.185/2001Sb., o odpadech, v platném znění předpisů (dále jen zákon), a to §3, ve kterém je pojem odpad definován [8]:

1. Odpad je každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit a přísluší do některé ze skupin odpadů uvedených v příloze č. 1 k tomuto zákonu.
2. Ke zbavování se odpadu dochází vždy, kdy osoba předá movitou věc, příslušející do některé ze skupin odpadů uvedených v příloze č. 1 k tomuto zákonu, k využití nebo k odstranění ve smyslu tohoto zákona nebo předá-li ji osobě oprávněné ke sběru nebo výkupu odpadů podle tohoto zákona bez ohledu na to, zda se jedná o bezúplatný nebo úplatný převod. Ke zbavení se odpadu dochází i tehdy, odstraní-li movitou věc příslušející do některé ze skupin odpadů uvedených v příloze č.1 k tomuto zákonu osoba sama.
3. Pokud vlastník v řízení o odstranění pochybnosti podle §78 odst. 2 písm. h) neprokáže opak, předpokládá se úmysl zbavit se movité věci příslušející do některé ze skupin odpadů uvedených v příloze č.1 k tomuto zákonu,
 - a) která vzniká u právnických osob nebo fyzických osob oprávněných k podnikání jako vedlejší produkt při výrobě nebo přeměně energie, při výrobě nebo nakládání s látkami nebo výrobky nebo při jejich využívání nebo při poskytování služeb, nebo
 - b) jejíž původní účelové určení odpadlo nebo zaniklo
4. Osoba má povinnost zbavit se movité věci, příslušející do některé ze skupin odpadů uvedených v příloze č.1 k tohoto zákonu, jestliže ji nepoužívá k původnímu účelu a věc ohrožuje životní prostředí nebo byla vyřazena na základě zvláštního právního předpisu.

K definici „Co je to odpadové hospodářství“ využijeme citaci z normy ČSN 83 8001 – Odpadové hospodářství: Odpadové hospodářství je soubor činností zaměřených na omezování množství vznikajícího odpadu, na nakládání s odpadem a na sanace starých zátěží, jakož i předcházení jeho vzniku

Ve smyslu odpadového hospodářství je kladen důraz na předcházení a omezování vzniku odpadů, na nakládání s odpady a na následnou péči o místo, kde jsou odpady trvale uloženy a kontrolu těchto činností. To znamená, že jde především o činnosti cíleně zaměřené tak, abychom především odpadům předcházeli a omezovali je a když už vzniknou, tak s nimi nakládali v souladu s ekonomickými (využití druhotných surovin) a ekologickými (péče o životní prostředí) potřebami. Odpadové hospodářství by měla být činnost promyšlená, koncepční a organizačně zajištěná účelová ve všech oblastech hospodářského a společenského života.

Odpadové hospodářství představuje v celosvětovém měřítku komplex faktorů, které odrážejí především úroveň využívání surovinových vstupů a péči o životní prostředí. Některé otázky, které byly dříve považovány pouze za lokální záležitost, jsou dnes otázkami mezinárodního a globálního charakteru. V rozvíjejících se zemích však chybějí finanční prostředky na výstavbu moderních zařízení pro úpravu a nezávadné zpracování odpadu.

V říjnu 1995 na Mezinárodním kongresu o odpadech (International Solid Waste Association – ISWA) ve Vídni byl předložen projekt, ve kterém bylo popsáno deset základních principů trvale udržitelného rozvoje odpadového hospodářství. Všechny body spolu navzájem souvisejí a jako celek doplňují základní schéma odpadového hospodářství. Pokud chceme, aby odpadové hospodářství plnilo svůj účel, mělo by být splněno těchto deset základních principů trvale udržitelného odpadového hospodářství[1]:

- Předcházení vzniku odpadu a snížení jeho škodlivosti
- Ekonomicky přijatelná recyklace a regenerace
- Odpovědnost za výrobek po celém období jeho životnosti
- Zřízení úpraven a zneškodňovacích zařízení s ohledem na životní prostředí
- Přísná kontrola dodržování příslušných zákonů a nařízení
- Kontrola mezinárodní přepravy odpadů přes hranice a eliminace ilegálních obchodů v mezinárodním měřítku
- Vybudování příslušných institucí a rozvoj podnikatelských kapacit
- Vypořádání a odpovědnost za všechny náklady v rámci principu „znečišťovatel platí“
- Osvěta a zapojení veřejnosti do odpadového hospodářství
- Integrace strategie odpadového hospodářství do státní politiky životního prostředí a do mezinárodní politiky

1.1 Rozdělení odpadů

Odpady lze dělit z různých hledisek. Podle skupenství hmoty se dělí na pevné, kapalné a podle původu jsou dále děleny do 20 skupin podle vyhlášky č. 381/2001 Sb., kde je zařazen Katalog odpadů ve znění vyhlášky 503/2004Sb. a vyhlášky č. 168/2007 Sb. Jedná se např. o odpady z geologického průzkumu, z prvovýroby v zemědělství, ze zpracování dřeva, z kožedělného, kožešnického a textilního průmyslu, odpadů ze zpracování ropy a další. Ve skupině „20“ katalogu odpadů jsou potom zařazeny komunální odpady.

Podle svých vlastností jsou odpady dále děleny na odpady „ostatní“ bez nebezpečných vlastností a odpady „nebezpečné“, které mají jednu nebo více nebezpečných vlastností.

Ve své práci se zabývám způsoby rekultivace tělesa skládky komunálních odpadů, tedy skládkami spadající pod označením S-OO3. Pro účely zákona je komunální odpad definován následovně:

Komunální odpad (KO) - komunálním odpadem se rozumí veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti fyzických osob a který je uveden jako komunální odpad v prováděcím předpisu, s výjimkou odpadů vznikajících u právnických osob nebo fyzických osob oprávněných k podnikání.[8]

Komunální odpad je zařazen do skupiny 20 dle Katalogu odpadů

1.2 Základní pojmy v odpadovém hospodářství

Pro účely zákona byly v odpadovém hospodářství použity následné pojmy pro nakládání s opadem[1]:

Předcházení vzniku odpadů - soubor opatření vylučujících vznik odpadů. Lze jej dosáhnout např. změnou technologie nebo upuštěním od používání výrobků, při jejichž výrobě nebo užití odpad vzniká.

Omezování vzniku odpadů - soubor opatření zaměřených na snižování množství odpadu ve výrobě nebo spotřebě. Příkladem je maloodpadová technologie, popř. její mezní případ - bezodpadová technologie. Do této skupiny patří i systém minimalizace odpadů.

Nakládání s odpady - v obecném pojetí jde o jakoukoliv manipulaci s odpadem (po jeho vzniku), bez ohledu na způsob a čas (např. sběr, výkup, zpracování, třídění aj.).

Shromažďování odpadu - dočasné soustředování odpadu před dalším nakládáním s ním.

Přeprava odpadu - přemístování odpadu jako výsledek dopravní činnosti.

Skladování odpadu - dočasné umístění odpadu mezi jednotlivými činnostmi při nakládání s ním po dobu nezbytně nutnou z provozních, organizačních, technologických nebo přepravních důvodů.

Úprava odpadu - způsob nakládání s odpadem směřující ke změně jeho fyzikálních, chemických nebo biologických vlastností. Jde o činnosti jako je drcení, řezání, stříhání, rozdrůžování, lisování, stlačování, pakětování, granulování, briketování, balení, třídění, oddělování apod.

Využívání odpadu - získávání druhotných a jiných surovin z odpadu. Za využití lze také považovat některé části zneškodňovacích technologií (např. při skládkování využití skládkového plynu, při spalování využití tepla, tepelné energie a škváry apod.).

Odstraňování odpadu - názvoslovná norma uvádí, že jde o nakládání s odpadem za účelem zamezení nebo snížení jeho škodlivého vlivu na životní prostředí.

2. Odstraňování odpadů

Existují různé způsoby, jak odpady využívat a odstraňovat. Je zde nutno brát v úvahu dva vzájemně se protínající aspekty - ekonomické a ekologické. To znamená maximálně využít energetické a surovinové hodnoty odpadů tak, aby docházelo k minimálnímu narušení životního prostředí. Není vhodné zvolit jediný způsob, nebo jedinou technologii. Také můžeme říci, že neexistuje univerzální řešení k odstraňování odpadů. U nás i zahraničí se prosazuje tzv. integrovaný systém zacházení s odpady. Jde o účelovou kombinaci shromažďování, třídění, překládání, využívání a zneškodňování odpadů ve vhodném územním celku.

Odstraňování odpadů se provádí následujícími metodami[1]:

fyzikální a chemické metody	<ul style="list-style-type: none"> • tepelné zpracování odpadů (spalování, pyrolyzní technologie, tlakové zplyňování, hydrogenační metody) • lisování odpadu; solidifikace odpadu (přepracování)
biologické metody	<ul style="list-style-type: none"> • kompostování odpadu
skládkování odpadu	<ul style="list-style-type: none"> • konečné uložení odpadu

Odstraňování odpadů fyzikálními a chemickými metodami je způsob, který využíváním těchto metod ke snížení obsahu škodlivin, míry nebezpečných vlastností odpadů a také ke zmenšení objemu samotného odpadů... (např. slisování, zatavení do skla, zabetonování, neutralizace, oxidace, redukce...). Mezi způsoby tepelného zpracování odpadů patří například metoda spalování, pyrolýza, zplyňování atd.

Odstraňování odpadů biologickými metodami znamená využití biologických procesů ke snížení koncentrace nežádoucích látek na hodnoty umožňující jejich další využití (např. mikrobiologické metody, kompostování).

Skládkování odpadu je odstraňování odpadu trvalým uložením na skládkách, odkalištích atd.

Volba technologie pro odstraňování odpadů obvykle začíná u zhodnocení množství a skladby odpadů. Ukládání odpadů na skládkách vychází v ekonomickém srovnání s ostatními procesy většinou nejvýhodněji. Skládkování odpadů je však podmíněno především dostupností vhodné lokality, která by vyhověla požadavkům ekologického zabezpečení, kapacitou i ekonomicky přijatelnými svozovými vzdálenostmi.

2.1 Ukládání odpadů a podmínky skládkování

Nejstarším a dodnes nejpoužívanějším způsobem odstraňování odpadu je skládkování. Jeho podíl na celkovém nakládání s odpady činí skoro jednu pětinu, u komunálního odpadu je tento podíl daleko vyšší, v roce 2006 byl odhadován na 81%.

Podle platné normy ČSN 83 8030 může být sládkován pouze odpad, který nelze za současné technické a ekonomické úrovně využít nebo zneškodnit jiným způsobem. Na skládku se smí ukládat pouze upravené odpady (zejména po vytrídění využitelných složek). Ukládání odpadu na skládky je v současnosti upraveno vyhláškou č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky .

Na skládky obecně nelze ukládat:

- odpady vznikající z výrobků podléhajících zpětnému odběru (oleje, el. akumulátory, galvanické články a baterie, výbojky, zářivky, pneumatiky, elektrozařízení),
- dále kapalný odpad,
- nebezpečné odpady, které mají některou z následujících nebezpečných vlastností : výbušnost, vysokou hořlavost, oxidační schopnost, schopnost uvolňovat vysoce toxické látky nebo toxické plyny ve styku s vodou, vzduchem nebo kyselinami a odpady infekční
- odpady, které prudce reagují při styku s vodou,
- určené odpady chemických a biologických látek,
- veškerá léčiva a návykové látky
- biocidy (pesticidy)
- odpady silně zapáchající
- nádoby a zařízení s obsahem plynu pod tlakem
- odpady jejichž míra obsahu radionuklidů neumožňuje jejich uložení do životního prostředí
- odpady z výroby oxidu titaničitého

Přes všechna navrhovaná a realizovaná zařízení na využití a odstraňování odpadů, která naznačují, že se v budoucnu předpokládá značný pokles množství sládkovaných odpadů, musíme i tak počítat s tím, že určité množství odpadů se bude na skládkách ukládat stále, i přes různé omezující faktory.

Se stále vzrůstajícím podílem škodlivých látek v odpadu musí být ukládání odpadu na skládku provedeno tak, aby nemohlo dojít k jejich nežádoucímu úniku, ani k narušení stability, těsnosti a konstrukce skládky. Z tohoto důvodu je nutné věnovat skládkování odpadu maximální pozornost a to již od etapy vyhledávání a projednávání, provoz až po rekultivaci.



Obr.1 - Vzhled skládka před překrytím odpadu

Pokud skládka odpadů nestačí z kapacitních důvodů, je možno použít před vlastním skládkováním třídění odpadů s odstraněním magnetických kovů a frakcí plastů a papíru pro další zpracování. Takto vyseparovaná frakce se pak může předat k dalšímu využití a kapacita skládky se tím výrazně zvýší.

2.2 Skládky odpadů

V systému nakládání s odpady představují skládky poslední fázi v řetězci likvidace odpadů.

Skládky jsou zařízení sloužící ke konečnému uložení odpadu. Z hlediska stavebního jsou skládky technickými stavbami, na které jsou vzhledem k dlouholeté životnosti kladeny velké nároky.

Podle vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách nakládání s odpady, se skládky dělí podle úrovně technického zabezpečení. Základním kritériem pro dělení skládek je druh odpadu, který je na konkrétní skládku možné ukládat. Na základě tohoto kritéria dělíme skládky do následujících skupin[9]:

- a) skupina S – inertní odpad – určená pro inertní odpady podle § 2 písm. a). Pro účely evidence, ohlašování odpadů a zařízení se skládky této skupiny označují S-IO
- b) skupina S – ostatní odpad – určená pro odpady kategorie ostatní odpad. Pro účely evidence, ohlašování odpadů a zařízení se tyto skládky označují S-OO. Tato skupina se dále dělí na podskupiny:
 1. S-OO1 – skládky nebo sektory skládek určené pro ukládání odpadů kategorie ostatní odpad s nízkým obsahem organických, biologicky rozložitelných látek, stanoveným v bodě 6 písm. c) přílohy č.4, a odpadů z azbestu za podmínek stanovených v §7,
 2. S-OO2 - skládky nebo sektory skládek určené pro ukládání odpadů kategorie ostatní odpad s nízkým obsahem organických, biologicky rozložitelných látek, stanoveným v bodě 7 písm. c) přílohy č.4, nereaktivních nebezpečných odpadů a odpadů z azbestu za podmínek stanovených v §7
 3. S-OO3 - skládky nebo sektory skládek určené pro ukládání odpadů kategorie ostatní odpad včetně odpadů s podstatným obsahem organických, biologicky rozložitelných látek, odpadů, které nelze hodnotit na základě jejich volného výluhu, a odpadů z azbestu za podmínek stanovených v §7. Na tyto skládky nebo sektory nesmějí být ukládány odpady na bázi sádry,
- c) skupina S –nebezpečný odpad–určená pro nebezpečné odpady. Pro účely evidence ohlašování odpadů a zařízení se tyto skládky označují S-NO

3. Opatření při výstavbě a provozu skládky s následnou rekultivací

Výstavba skládek může začít po provedení a vyhodnocení geologických podmínek.. Zde však již musí být zcela jasné, která technologie výstavby a těsnění bude použita

Výstavba skládek je velmi náročná činnost, která klade zvýšené požadavky na kvalitu přípravy, provádění a časový průběh stavby, a tím i na celkovou ekonomickou stránku. Podceňování těchto skutečností může mít negativní důsledky na kvalitu stavby, které se mohou okamžitě, nebo také až za několik let projevit na životním prostředí.

Investiční záměr vybudování skládky je zpracováván v přípravné a projektové dokumentaci, která musí klást důraz na poznání a objasnění širších souvislostí výstavby a na základě rozborů se zdůvodňuje nutnost výstavby.

Rozsah podkladů a požadovaná úroveň zpracování průzkumů jsou závislé na účelu zpracováváné dokumentace, druhu skládky a na potenciálním vlivu skládky na životní prostředí.

Hlavní kritéria pro výstavby skládek[10]:

- výsledky hydrologického a inženýrsko-geologického průzkumu
- geodetické údaje
- klimatické a hydrologické údaje
- údaje o pásmech hygienické ochrany vodních zdrojů
- údaje o ochranných pásmech přírodních léčivých zdrojů a přírodních minerálních stolních vod
- údaje o existenci inženýrských sítí a jejich ochranných pásmech
- údaje o zvláště chráněných územích a kulturních památkách
- výsledky hodnocení vlivu na životní prostředí, pokud toto hodnocení vyplývá ze zákona

Nezbytnou součástí dokumentace je Provozní řád, jež zahrnuje soubor předpisů a pokynů pro provoz skládky (tj. vlastní provoz, údržbu a kontrolu všech objektů skládky a mechanizačních prostředků, dodržování technologické kázně, atd.).

Stavební úřad vydá rozhodnutí o umístění stavby a po schválení projektové dokumentace vydá povolení k realizaci.

Vzdálenost skládek od trvale obydlených objektů, nemocnic, objektů občanské vybavenosti a rekreačních objektů se doporučuje nejméně 500 m, je však třeba ji individuálně posoudit. Je také nutno přihlížet ke směru převládajících větrů a k umístění skládky a s ní spojených objektů v terénu

3.1 Pojmy týkající se uzavírání rekultivace skládky

Problematikou uzavírání a rekultivace se zabývá řada zákonů a norem. Pro skládkování odpadů obecně platí následující technické normy:

- ČSN 83 8030 – Skládkování odpadů – základní podmínky pro navrhování a výstavbu skládek
- ČSN 83 8001 – Skládkování odpadů – Názvosloví odpadů
- ČSN 83 8032 – Skládkování odpadů – těsnění skládek (z 04/2002)
- ČSN 83 8033 – Skládkování odpadů – Nakládání s průsakovými vodami ze skládek (04/2002)
- ČSN 83 8034 – Skládkování odpadů – Odplynění skládek (12/2000) + změna Z1 (z 09/2003)
- ČSN 83 8035 – Skládkování odpadů – Uzavírání a rekultivace skládek (z 03/1998) + změna Z1 (z 04/2002)
- ČSN 83 8036 – Skládkování odpadů - monitorování skládek

Norma ČSN 83 8030 stanovuje základní podmínky pro navrhování a výstavbu povrchových skládek odpadu a zásady pro provozování těchto skládek.

Technická zařízení, která musí být vybudována na ploše skládky z hlediska funkčnosti skládky, jsou vymezena v normě ČSN 83 8001.



Obr.2 – pohled do spodní části tělesa skládky s těsnicí folií, skládka Žabičce

Následující definice a termíny popisující jednotlivá technická zařízení[10]:

- **bariéra:** přírodní nebo uměle vytvořená překážka, účinně bránící kontaminaci okolního prostředí látkami pocházejícími z ukládaného odpadu
- **místo skládky:** území, v němž je umístěno těleso skládky a objekty pro manipulaci s odpady, průsakovými vodami a skládkovým plynem
- **podloží skládky:** část geologického prostředí, které se nachází pod základovou spárou skládky
- **základová spára skládky:** plocha, v níž se stýká konstrukce skládky s podložím
- **těleso skládky:** konstrukční vrstvy skládky včetně uloženého odpadu

- **průsaková voda, vnitřní voda:** voda vytékající z tělesa skládky
- **jímka průsakových vod:** nepropustná bezodtoká jímka, do které je zaústěn drenážní systém pro odvádění průsakových vod ze skládky
- **kontrolní jímka:** nepropustná jímka, do níž je zaústěn kontrolní drenážní systém pod těsněním skládky
- **nejvyšší hladina podzemní vody:** nejvyšší úroveň hladiny, odvozená s přiměřenou spolehlivostí na základě dlouhodobého nebo krátkodobého pozorování, která se může vyskytnout v období výstavby i provozu skládky, a v době aktivního působení skládky na okolí po jejím uzavření
- **fólie:** plastová membrána, používaná jako plošný těsnicí prvek
- **odplyňovací systém:** systém sběrných drénů a svodných potrubí, který může být vytvářen sítí svislých, vodorovných nebo šikmých drenáží a svodů
- **součinitel filtrace:** míra propustnosti pórovitého prostředí pro vodu. Je-li součinitel filtrace stanoven laboratorními zkouškami s řízeným hydraulickým gradientem, považují se za směrodatné hodnoty tohoto součinitele, získané ze zkoušek s hydraulickým sklonem $i = 30$.

K technickému vybavení bezprostředně nutnému k bezpečnému provozu skládky (mimo řádně vybudovaného spodního zatěsnění skládky) patří:

- **Odvodňovací systémy**

Odvodněním je třeba zabránit nepříznivému působení vody na obsah skládky, na její stabilitu a povrchovou úpravu skládky s důsledky na životní prostředí. Navrhuje se s ohledem na celkové uspořádání skládky, druhu odpadů které budou na skládce ukládány a na přírodní lokalitu skládky. Drenážní systém se navrhuje z důvodu odvedení průsakových vod ze skládky (vody, které prosáknou uloženými odpady až na dno skládky). K jejímu odvedení zpravidla slouží zařízení vybudované již při zřizování skládky a tato voda je odváděna do bezodtokové nepropustné jímky průsakových vod. Základní požadavky na skladbu a technické parametry drenážního systému jsou uvedeny v kapitole 8 ČSN 83 8033 Skládání odpadů – Nakládání průsakovými vodami ze skládky

- **Plynové hospodářství**

Norma ČSN 83 8084 Skládání odpadů – plynové hospodářství skládek stanovuje zásady pro navrhování, výstavbu, zkoušení a provoz plynového zařízení povrchových skládek odpadů, v nichž se tvoří skládkový plyn. Současně uvádí vlastnosti skládkového plynu, odplyňovacího systému, systému monitoringu a následného zpracování tohoto plynu. Skládkový plyn musí být z tělesa skládky odváděn a následně likvidován. Pokud je jeho produkce malá, postačí pouhé odvětrání pomocí šachet, je-li jeho množství větší, musí být vybudováno zařízení na spalování skládkových plynů jako je např. vysokoteplotní pochodeň nebo energetické využití v kogenerační jednotce pro výrobu el. energie.

- **Monitorovací systém**

Předmět a rozsah monitorování se volí podle charakteru ukládaného odpadu na skládku, podle velikosti skládky, podle geologických a hydrologických poměrů v okolí skládky a podle potřeb, vyplývajících z charakteru okolního území. Monitoruje se hladina, jakost a kvalita protékajících vod pod skládkou; vznik a složení skládkového plynu a sedání tělesa skládky.

3.2 Monitorovací systém skládek

Současné právní předpisy v odpadovém hospodářství vyžadují při výstavbě nových skládek návrh a realizaci monitorovacího systému, jehož účelem je dozor nad funkcí technických i přírodních bariér. Monitorovací systém se většinou opírá o technické práce, systém vrtů a musí být uveden do provozu před zahájením skládkování, aby byl dokumentován přirozený výchozí stav území.

Cena monitorovacího systému tvoří nemalou část celkového rozpočtu budované skládky.

Systém monitorování vlivu skládky na okolí představuje zpravidla:

- sledování množství a jakosti průsakových vod ze skládky (odběr je prováděn nejčastěji přímo v jímce kontaminovaných vod), měřena je výška hladiny v jímce tak, aby nemohlo dojít k jejímu přetečení. Průsakové vody jsou rozlévány zpět na těleso skládky, v případě jejich přebytku jsou odvázeny do čistírny odpadních vod,
- sledování jakosti a množství podzemních vod v okolí skládky. Systém monitorovacích prvků navrhuje odborně způsobilá osoba (zpravidla hydrogeolog) tak, aby bylo možné zachytit stav znečištění „nad“ skládkou a „pod“ skládkou (ve směru proudění podzemních vod). Tím je možno porovnat, zda podzemní vody protékající pod a v okolí skládky jsou touto skládkou ovlivněny. Navrženy jsou zpravidla hydrogeologické vrty, ze kterých jsou pravidelně odebírány vzorky vody k rozborům,
- monitorování škodlivin se také může provádět systémy drenážních potrubí umístěných pod minerálním těsněním, systémem monitorovacích vrtů nebo sítí kabelů, reagujících na změnu elektrické vodivosti ve vztahu ke změně vlhkosti minerálního podloží,
- sledování množství a složení skládkového plynu, zejména skládky, na kterých jsou skládkovány komunální odpady produkující značné množství skládkového plynu (zejména metanu). Z tohoto důvodu je již v průběhu skládkování vytvořen systém pro jímání plynu – jedná se obvykle o „studny“, jež jsou tvořeny perforovanými trubkami a které probíhají ode dna skládkovaných odpadů až na povrch. Tento jímaný skládkový plyn může být odváděn do kogenerační jednotky, kde je z něj vyráběna např. elektřina,
- sledování tělesa skládky a jeho podloží - je sledován tvar tělesa, zaměřována výška uložených odpadů, sedání odpadů apod.

Rozsah sledovaných škodlivin, četnost a místa měření musí být navrženy v projektové dokumentaci. Četnost odběru kontrolních vzorků musí být uveden v provozním řádu skládky. Monitorování podzemních a povrchových vod musí pokračovat po uzavření skládky po dobu stanovenou ve vodohospodářském rozhodnutí, minimálně však 30 let. Tato doba je stanovena platnými zákony.

3.3 Sedání tělesa skládky

Kontrolní sledování sedání skládky se měří pomocí referenčních bodů, které jsou osazeny na povrchu skládky. Referenčními body jsou plastové mezníky s kotevními prvky.

Sedání skládky se měří jak před rekultivací, kdy se čeká na stanovenou hodnotu sednutí vhodnou k rekultivaci, tak i po následné rekultivaci.

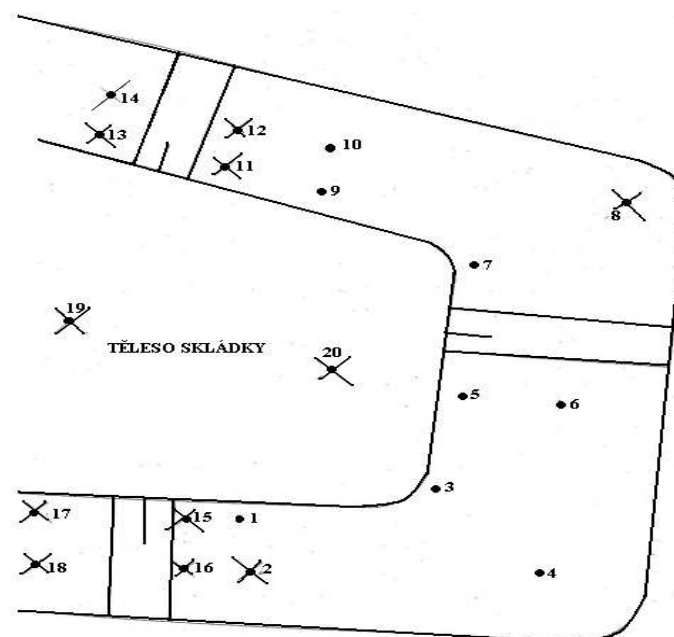
Měření sedání je důležité jak z provozně ekonomických důvodů, tak i z hlediska kontroly funkční spolehlivosti skládky.

Postupy měření jsou předepsány v normě ČSN 83 8036.

Z geodetického monitorování vertikálního posunu tělesa skládky lze ověřit velikost sednutí, časový průběh a nerovnoměrnost sedání skládky.



Obr.3- Vzorový příčný řez skládkou v Praze – Ďáblicích[5]



Obr.4 - Poloha sledovaných bodu v Praze - Ďáblicích[5]

Při hodnocení sedání na skládce v Praze Ďáblicích bylo postupováno tak, že naměřené hodnoty sednutí byly přepočítány na mocnost skládky pod referenčním bodem a tyto hodnoty jsou uvedeny v následujícím tabulkovém přehledu Tab.1. K naměřeným hodnotám sednutí je třeba uvést, že naměřené sednutí v sobě zahrnuje jak sednutí materiálů skládky, tak i sednutí jejího podloží. Maximální sednutí skládky, jak se dá předpokládat, je pod její střední části a směrem k okrajům skládky se sednutí zmenšuje.

Způsoby rekultivace tělesa skládky komunálních odpadů

bod	mocnost skládky v [m]	počet dní od začátku měření						1441
		165	342	530	710	1075	1266	
1	22,7	0,90	1,80	2,37	3,20	4,00	4,40	4,84
3	27,0	0,96	1,74	2,40	2,96	3,96	4,30	4,80
4	16,4	0,79	1,46	2,00	2,50	3,29	3,40	3,70
5	26,0	1,00	1,92	2,70	3,40	4,19	4,88	5,30
6	15,5	0,77	1,50	1,80	2,30	3,20	3,48	3,80
7	25,3	1,06	1,97	2,64	3,50	4,15	5,10	5,50
9	22,9	1,04	2,00	3,05	4,00	4,40	5,40	5,80
10	15,9	0,75	1,44	1,63	2,00	3,30	3,60	3,80

Tab.1 - Naměřené hodnoty sednutí v % mocnosti skládky pod referenčním bodem na skládce v Praze - Ďáblicích[4]

Podle naměřených výškových hodnot pod referenčními body k roku 2002 ze skládky v Ďáblicích je patrné, že skládka ve střední části, kde dosahuje výškových hodnot zhruba 30 m, sedla přibližně o 3,5-5 m. Sedání skládky dále pokračuje a z tohoto hlediska lze vyvodit, že sednutí skládky za dobu 20 let bude přibližně 4,7 – 6,6 m. Podle předchozích výsledku měření do roku 2000 však měla skládka klesnout za dobu 20 let o hodnotu pohybující se asi okolo 4 m.[5]

4 Rekultivace skládek

Problematikou uzavírání a rekultivace sládky se zabývá řada zákonů a norem. Základní normou pro rekultivaci skládek je norma „ČSN 83 8035 –Skládkování opadů - Uzavírání a rekultivace skládek“, zabývající se uzavíráním a rekultivací skládek. V této normě je uveden souhrn prací a technických opatření, které musí bezprostředně následovat po ukončení skládkování na skládce nebo její části. Těmito opatřeními jsou např. úprava tělesa skládky, uzavření s následnou rekultivací povrchu, provozování uzavřené skládky včetně jejího monitorování.

Tvar tělesa skládky je určen druhem a množstvím odpadu uloženého na skládce, terénními poměry a vychází z územně plánovacího požadavku na užívání povrchu skládky. Tvar tělesa skládky je třeba navrhnout i s ohledem na stabilitu skládky, zájmy ochrany přírody, rázu krajiny a využívání povrchu plochy po uzavřené skládce.

Konečný tvar skládky musí být upraven tak, aby po ukončeném sedání skládky byl povrch gravitačně odvodněn. Sklon nepropustně uzavírací vrstvy po sednutí by neměl být menší než 3% .

Při návrhu konečného tvaru skládky je nutné také zvážit časový průběh a velikost sedání povrchu skládky, jak v době jejího uzavírání, tak po uzavření. Sedání povrchu skládky závisí na druhu uloženého odpadu, stupni zhutnění v průběhu skládkování, množství odpadu na skládce podléhajícího rozkladu v časovém období, celkové době skládkování, výšce uloženého odpadu a stlačitelnosti podloží.

Vážným problémem na svazích již ukončených skládek je vodní eroze (plošná i rýhová) a větrná eroze, spojená s prašností a úletem lehčích frakcí odpadů do okolí tělesa skládky před jejím uzavřením. Proti úletu jsou sice na skládkách vybudované ploty nebo sítě do výšky 6 m po celém obvodu skládky, ale ty zabraňují úletům jen částečně. K zamezení těchto jevů je vhodné doplnit technickou rekultivaci společně s prvním osetím trávou (bez ohledu na budoucí využití lokality), případně využít samostatnou mřížkovou tkaninu pro ochranu svahů skládky. Další možnosti jsou v použití travních rohoží a dalších podobných opatření. Rozhodující faktory pro zabránění větrné a vodní eroze jsou především místní podmínky. Volba způsobu ochrany povrchu a svahů skládky závisí také na kvalitě krycí vrstvy odpadů.

Rekultivační technologie rozlišujeme na rekultivaci technickou a biologickou. Technologický postup je závislý na budoucím využití skládky.

Technická rekultivace je technologický postup provedení technických opatření (urovnání povrchu skládky, svahování drenáže, převrstvení ornice atd.) zajišťujících vhodné podmínky pro další způsoby rekultivace.

Biologická rekultivace je technologický postup provedení biologických a agrotechnických opatření směřující k tvorbě nové svrchní vrstvy půdy. Využívá se přitom biologicky zúrodnovacích procesů s použitím melioračních kultur, jejichž růst je třeba podporovat organickým a minerálním hnojivem a vhodnou agrotechnikou.

U skládek, které byly po dobu svého provozu vybaveny zařízením k odvětrání a jímání skládkových plynů z tělesa skládky, musí být toto zařízení udržováno v provozu i po ukončení skládkování a překrytí skládky závěrečnou rekultivační vrstvou po celou dobu vývinu skládkového plynu.

Při uzavírání skládky, která při provozu nebyla vybavena zařízením pro jímání skládkových plynů, musí být ověřeno, zda nevzniká skládkový plyn. V případě, že vzniká skládkový plyn, musí být provedena příslušná technická opatření pro jeho jímání a následné zneškodnění podle normy „ČSN 84 8034 - Skládkování odpadů – Plynové hospodářství“ skládek.

Doba provozování jímacího zařízení skládkových plynů musí být posouzena z hlediska množství vznikajících plynů, jejich nebezpečnosti a na základě tohoto posouzení musí být rozhodnuto o případném ukončení jímání plynu.

4.1 Financování rekultivace

V souladu se zákonem č. 185/2001 Sb., o odpadech je provozovatel skládky povinen již v průběhu skládkování vytvářet finanční rezervu na rekultivaci, zajištění péče o skládku a asanaci po ukončení jejího provozu.

Vytváření finanční rezervy se zahrnuje do nákladů provozovatele skládky a tato rezerva je určena k zajištění provozu a údržbě skládky po jejím uzavření Úroky z peněžních prostředků finanční rezervy jsou její součástí.

Peněžní prostředky této rezervy se ukládají na zvláštní účet v bance. S finančními prostředky na tomto účtu nemůže provozovatel volně disponovat. Pokud chce z tohoto účtu čerpat finanční prostředky na provedení např. rekultivace již zaskládkované části skládky, musí o uvolnění prostředků požádat Krajský úřad, který o uvolnění finančních prostředků rozhodne a jejich čerpání kontroluje.

Prostředky finanční rezervy nemohou být předmětem nařízení a provedení výkonu rozhodnutí, ani zahrnuty do konkurzní podstaty provozovatele skládky, majitele skládky nebo jejich právních nástupců.

Ministerstvo stanovuje vyhláškou způsob vytváření a čerpání finanční rezervy.

Výše finanční rezervy činí[8]:

- a) 100 Kč za 1 tunu uloženého nebezpečného odpadu nebo komunálního odpadu, s výjimkou odpadu azbestu,
- b) 35 Kč za 1 tunu uloženého ostatního odpadu, odpadu ukládaného jako technologický materiál na zajištění skládky a odpadu azbestu.

Prostředky finanční rezervy musí provozovatel průběžně na tento zvláštní účet odvádět. Rekultivaci, dobu trvání a podmínky péče o skládku po uzavření jejího provozu stanoví individuálně pro každou skládku příslušný Krajský úřad jako součást provozního řadu. Nelze však předpokládat, že vytvořená finanční rezerva bude dostatečně pokrývat provedení rekultivace a také následnou minimální 30ti-letou péči o uzavřenou skládku. Je proto vhodné, aby provozovatelé prováděli rekultivaci již zaskládkovaných částí průběžně.

Pokud by dle kalkulace provozovatele skládky bylo potřeba vytvořit vyšší finanční rezervu, než je předepsáno aktuálně platnými předpisy, je provozovatel povinen vytvořit rezervu v potřebné výši. Rekultivace může být prováděna postupně s budováním skládky v závislosti na rychlosti sesedání bočních svahů skládky a horizontu tělesa skládky. Geodetické měření bude před rekultivací povrch průběžně vyhodnocováno tak, aby bylo rozhodnuto o vhodném okamžiku zahájení rekultivačních prací.

4.2 Rekultivační vrstva

Na přípravu ploch k rekultivaci jsou zpracovávány dílčí prováděcí projektové dokumentace pro realizaci v souladu s platnými zákony a normami.

Rekultivace skládky nebo její části je prováděna v rámci vydaného a platného stavebního povolení, dále pak na základě oznámení stavebního úřadu, který povolení stavby vydal.

Jakmile se tedy dosáhne zhutněným odpadem konečné výšky skládky nebo její částí, musí se skládka podle svého druhu a plánovaného následného využití překrýt nepropustným materiálem a rekultivovat. Rekultivace se provádí podle schválené projektové dokumentace. Rekultivace řízených velkokapacitních skládek může být postupná nebo celková. Cílem postupné rekultivace je zakrýt výhled na skládku během jejího provozu, zpevnění svahů skládky proti erozi a sesuvu půdy, případně provádění obou cílů současně.



Obr.5 vzhled skládky po částečné rekultivaci

Nepropustné uzavření skládky smí být provedeno buď tehdy, jsou-li biologické degradační děje tak daleko, že již nemůže docházet k podstatnému obnovení tvorby skládkového plynu, nebo je-li na skládce provedeno technické opatření k nucenému odplyňování skládky.

Pro navrhování, výstavbu a kontrolu těsnících systémů skládky jak pro nově budované skládky tak i současné skládky, jejich kontrolu a následnou rekultivaci slouží norma ČSN 83 8031.

Pro návrh těsnícího systému skládky norma doporučuje vhodné materiály nebo jejich kombinace, parametry těchto materiálů a pro výstavbu těsnění doporučuje vhodné technologické postupy. Pro kontrolu materiálu i zhotoveného těsnění předepisuje rozsah a metody jeho kontroly.

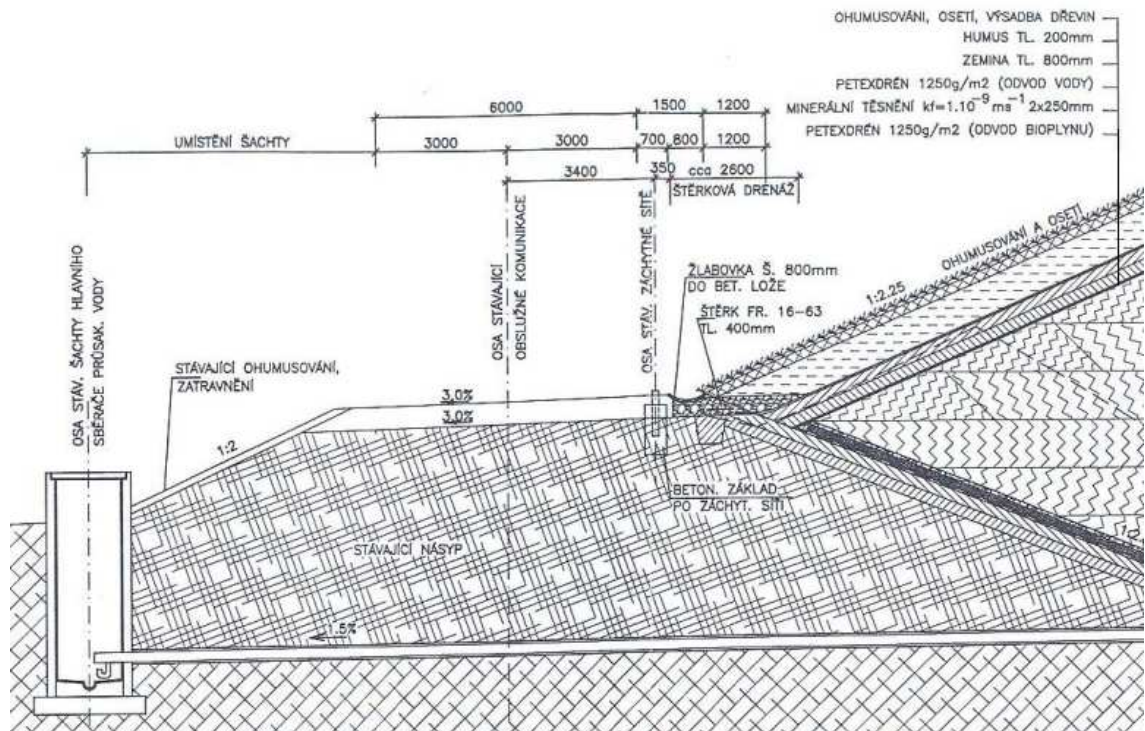
Hodnoty nepropustnosti a mocnost jednotlivých vrstev jsou doporučeny v normě ČSN 83 8032, tyto vrstvy jsou závislé na nepropustnosti použitého materiálu a budoucím využití rekultivované plochy.

Uzavírací a rekultivační vrstvy na svazích se provádí obvykle takto:

- vyrovnávací vrstva (slouží k upravení povrchu uložených odpadů)
- odplyňovací vrstva jako součást odplynění
- geotextilie (jako separátní a chránící vrstva)

Způsoby rekultivace tělesa skládky komunálních odpadů

- těsnicí vrstva (buď minerální těsnění nebo těsnicí folie – popř. kombinace obojího), vrstva má zabránit dotaci uzavřené skládky dešťovými srážkami tak, aby uložené odpady nebyly promývány. Koeficient propustnosti musí být dle ČSN 83 8032. V případě pokládky folie je prováděna zkouška její nepropustnosti)
- geotextilie
- drenážní vrstva (slouží k odvedení dešťových vod z povrchu skládky)
- kulturní vrstvy zeminy



Obr.6 Vzorový řez překrytí paty skládky na skládce v Žabčicích od společnosti A.S.A. s.r.o

V případě skládky v Žabčicích jako odplyňovací vrstva slouží Petexdrén 1250g/m². Tento drenážní prvek pro bioplyn je kladen v pruzích na těleso skládky podle předepsané technologie.

Pro těsnicí vrstvu zabraňující průsaku povrchových vod je použit opět Petexdrén 1250g/m². Tento prvek je kladen na svazích v pásech a na vrchlík celoplošně tak, aby odváděl průsakovou vodu ze svahu k patě skládky, kde je tato voda odchycena celobvodovým drénem a následně odvedena do hlavního sběrače průsakových vod.[3]

Rekultivační vrstva nad těsněním skládky musí mít dostatečnou mocnost, aby zabezpečila ochranu vrchního těsnění skládky před poškozením zejména technickými, klimatickými a biologickými vlivy. Mocnost této vrstvy se doporučuje nejméně 1,0 m. U skládek, kde se nepožaduje nepropustné uzavření, se navrhne mocnost rekultivační vrstvy podle vlastností sládkovaného materiálu a potřeb následného využití jejího povrchu.

Materiál pro zřízení rekultivační vrstvy má vyhovovat svými vlastnostmi následnému užívání povrchu skládky a musí mít vyhovující hygienické vlastnosti. Nejvhodnější jsou hlinité a písčito-hlinité zeminy, nejlépe ty, které byly odstraněny při budování skládky.

Rekultivační vrstva, která je podkladem pro ozelenění skládky, má být alespoň ve své vrchní části tvořena úrodnou zeminou, nejlépe orníci nebo zeminou zúrodnění schopnou (biologicky oživitelnou). Tloušťka této vrchní části by neměla být menší než 0,3m.

Pokud má rekultivační vrstva nevyhovující fyzikální, chemické nebo biologické vlastnosti, projevující se např. nevhodnou strukturou, neschopnosti zadržet vodu a živiny, navrhuje se její úprava. Ke zlepšení vlastností reaktivační vrstvy patří zejména úprava zrnitosti vhodnými hmotami, orbou, kypřením, dodáním živin a dalších látek zlepšujících vlastnosti půdy (organická a minerální hnojiva, vápnění), příznivé účinky některých rostlin a živočišných organismů (meliorační oseední postupy, pěstování luskobilných a jetelotravních směsek, atd.)

Bilance zemních materiálů pro rekultivaci tělesa skládka [3]:

Velikost navrhované plochy k rekultivaci.....	1,58 ha
Vyrovňovací vrstva ze zeminy (inert) na vrchlíku tl. 0,25 m.....	1.000m ³
Minerální těsnění 2x 0,25 m.....	5.900m ³
Zemina (tl. 0,8 m).....	12.650m ³
Humus (tl. 0,2 m).....	3.200m ³

Celková rekultivace se dělá po uzavření skládky a jejím cílem může být v zásadě následné konečné využití rekultivovaného území řízené skládky [1]:

- obnovení původního území devastovaného těžbou nerostných surovin (skládky na místech původních povrchových dolů)
- vytvoření umělé terénní úpravy (je třeba mít na paměti, že skládka dlouhodobě sesedá)
- vytvoření parků a zelených ploch k rekreačnímu využití pozemku, hřišť a ostatních sportovišť
- zřízení parkovací plochy
- zemědělské využití
- vytvoření ovocnářských a zelinářských ploch a zahrádkářských osad
- provedení lesnické rekultivace
- vytvoření ploch pro umístění skladů, eventuálně jiné lehké zástavby
-

4.3 Využití rekultivované skládky

Nejčastějšími způsoby budoucího využívání rekultivované skládky jsou zemědělské a lesnické účely. Na rekultivovaných plochách, kde není účelné, nebo možné hospodářské využití, se obvykle navrhuje jako konečná úprava ozelenění travním porostem a dřevinami. Při návrhu vegetace se dává přednost autochronním druhům (vegetace, která si zachovalo původní charakteristické vlastnosti).

U skládek s nepropustnými uzavíracími vrstvami není dovoleno pěstovat hluboko kořenící rostliny, jejichž kořeny by je mohly poškodit. Pro rekultivaci jsou vhodné tyto dřeviny: trnka, šípek, hloh, bez červený a černý, bříza, akát, jasan, různé druhy topolů, lípa, jeřáb, vrby, javor a další. Zásady pro ukládání a ošetřování travních a dřevinných porostů jsou uvedeny v příloze C a D v normě ČSN 84 8034 - Skládkování Odpadů – Plynové hospodářství skládek

Zemědělská rekultivace je vhodná u podúrovňových skládek v zemědělské krajině. Mocnost vrstvy krycí zeminy, která musí být schopná zúrodnění, se doporučuje 1m. Je podmíněna dosahem pracovních částí zemědělských strojů zejména při základním obdělávání půdy. Nadúrovňové skládky v zemědělské krajině mohou být využity k založení sadů, v příznivém klimatu k založení vinic. U sadů se doporučuje mocnost krycí vrstvy minimálně 0,5 m.

Lesnická rekultivace je účelná, je-li skládka umístěna na okraji lesa, případně je-li účelné založit z ekologických nebo mysliveckých důvodů remízky. Zde je důležité zajistit, co nejvíce podobnou kvalitu krycí zeminy jako má zem v lesích z důvodu správného růstu dřevin.

Parkové a rekreační či sportovní využití je nejvhodnější uskutečnit na starých skládkách založených na okraji měst, které se další zástavbou ocitly v blízkosti nově budované zástavby.

V zahraničí, zejména v USA, se na rekultivovaných skládkách běžně budují taková zařízení, jako jsou golfové hřiště a letiště. Na rekultivované skládce je postaveno např. mezinárodní letiště J.F.Kennedyho v New Yorku nebo letiště ve Vídni. Pro tyto případy však byla skládka uměle mineralizována, materiál vytříděn a částečně odstraněn. Toto řešení je však velice nákladné. Bez přiměřených opatření nelze na skládce budovat inženýrské objekty, zejména je-li na ni uložen odpad organického původu.[1]

4.4 Cenový odhad rekultivace

Každá společnost zabývající se rekultivací skládek komunálního odpadu má jiný postup zpracovávání této problematiky. Rozdíly jsou jak v mocnostech překrývacích vrstev, tak i v materiálech používaných na samotné překrytí skládky. Každá společnost musí splňovat technické parametry dané zákony a platnými normami. Z toho nám také vyplývá, že ani ceny jednotlivých společností nebudou stejné.

V mém cenovém odhadu se odkazuji na materiály od společnosti A.S.A. s.r.o, která se úspěšně věnuje problematice rekultivace skládek několik let a na našem území provozuje několik rekultivovaných nebo částečně rekultivovaných skládek.

Cena realizované rekultivace společnosti A.S.A. s.r.o.[7]:

Plocha skládky:		1,925 ha
Náklady:	Projektová dokumentace	222 000 Kč
	Inženýrská činnost	161 000 Kč
	Stavební činnost	11.119 000 Kč

Uvedené ceny jsou pouze orientační a závisí vždy na konkrétním technickém provedení skládky určené k rekultivaci.

Způsoby rekultivace tělesa skládky komunálních odpadů

1. Rekultivační vrstvy + zasakovací šachty pro průsakové vody	Kč/m ²
Úprava odpadu, násyp vyrovnávací vrstvy ze zeminy	
vrstva odplynění terradren, minerální těsnění 0,5 m-svahy ,folie 1 mm - vrchlík	
odvodňovací vrstva-fildrén,rekultivační vrstvy - zemina + ornice	
zasakovací šachty, výkopy a zásypy rýh, potrubí	Σ 520Kč/m ²
2. Odplynění skládky	
Šachty odplynění s vystrojením - horní odtah, sběrné potrubí, regulační šachty	Σ 35Kč/m ²
3. Sadové úpravy úložiště	
Hloubení jamek, výsadby křovin a nízkokeřnicích dřevin, vysev trávníku,	
vypletí dřevin a trávníku s následnou péčí 2 roky	Σ 45Kč/m ²
Vlastní rekultivace skládky celkem	600Kč/m²
4. Čerpací stanice plynu + vysokoteplotní pochodeň	3,5-5,5 MIO Kč/ks

Tab.2 - Kalkulace cen na 1m² plochy rekultivace skládky[6]

Podle hodnot uvedených v Tab.2 nám vyplývá, že přibližná cena 1m² rekultivované skládky stojí zhruba 600 Kč/m². Tato cena se odvíjí jak z projektové, inženýrské a stavební činností, tak z ceny používaných materiálů. Velká část cenového nákladu na rekultivaci závisí na dostatečném množství překrývného materiálu pro náhlednou rekultivaci. Tento materiál by měl nejčastěji zůstat v okolí skládky po odstranění orníční a podorníční vrstvy zeminy. Pokud tento materiál není k dispozici, nebo je ho nedostatek musí provozovatel skládky tento materiál dokupovat a následně dovážet. Cena takto získaného materiálu je také závislá na dovozové vzdálenosti tím se celková cena rekultivace může vyšplhat až k 1000 Kč za 1m².

4.5 Následná péče o skládku

Provoz uzavřených skládek navazuje na provoz skládek před uzavřením. To znamená, že technologická zařízení vybudovaná pro provoz skládky (čerpací a kontrolní jímky, monitorovací vrty, čistící zařízení průsakových vod, jímaní nebo odvětrávání skládkových plynů, atd.) musí zůstat i po uzavření skládky v činnosti po dobu určenou v provozním řádu. Provozní řád určený k provozování uzavřených skládek musí být po rekultivaci znovu vypracován a schválen Krajským úřadem.

Po skončení činnosti následné péče o rekultivovanou skládku se nesmí zhoršit stav životního prostředí v okolí skládky a ohrozit jakost povrchové a podzemní vod. Skončení činnosti musí být projednáno. Na našem území se v současné době nenachází žádná skládka se skončenou min 30-ti letou následnou péčí a monitoringem.

Jakmile je tedy skládka definitivně uzavřena, provozovatel je odpovědný za údržbu, monitorování a kontrolu ve fázi následné péče. Doba následné péče je stanovena na tak dlouho, jak je považováno kompetentním orgánem za nutné s ohledem na dobu, kdy je skládka aktivní a může představovat nebezpečí pro okolní životní prostředí. Minimálně je to 30 let od doby uzavření skládky.

Způsoby rekultivace tělesa skládky komunálních odpadů

Provozovatel skládky je odpovědný za monitorování a analýzy skládkového plynu a průsaků ze skládky a za režim podzemních vod v okolí skládky. Provozovatel je také povinen oznámit kompetentnímu orgánu jakékoli nepříznivé účinky na životní prostředí, zjištěné z monitorování skládky a řídit se rozhodnutími kompetentního orgánu, pokud se jedná o charakter a časování nápravných opatření, která mají být učiněná.

Protože má každý provozovatel ze zákona povinnost starat se o skládku po rekultivaci minimálně 30 let, musí počítat s dalšími nezanedbatelnými náklady na její udržování. Tyto náklady si může provozovatel alespoň částečně zmírnit vybudováním kogenerační jednotky na spalování skládkového plynu. Tato jednotka umožňuje spalování skládkového plynu a získanou energii využívá k výrobě elektrické energie. Takto získanou energii je možné následně prodávat do elektrické sítě.

Následná péče o rekultivovanou skládku	Kč/Rok	Kč/Rok	Kč/Rok	Kč/Rok
po dobu 45 let	2008-2023	2023-2048	2048-2053	
	1 - 15	15 - 30	30 - 45	
1. Monitoring vod a ovzduší	100 000	80 000	60 000	80 000
2. Sledování a čerpaní průsakové vody	90 000	70 000	56 000	72 000
čerpadlo	395 000	395 000	395 000	27 000
3. Sledování a odčerpávání skládkového plynu	44 000	83 000	123 000	84 000
čerpadlo, hořák		790 000	1 185 000	44 000
4. Drobné opravy a údržba	60 000	60 000	60 000	60 000
5. Měření sedání a sledování stability	28 000	28 000	28 000	28 000
5. Stav vegetace a údržba zelených ploch	52 000	44 000	36 000	44 000
6. Personální náklady	160 000	200 000	240 000	200 000
				639 000

Tab3. Přehled následné péče po rekultivaci skládky[6]

Z důvodů nebezpečnosti sládkovaného materiálu bylo provozovateli nařízeno provádět monitorování a následně pečovat o skládku po dobu následných 45ti let.

Tab3. nám může poskytnout rámcovou představu o tom, co je po rekultivaci skládky zapotřebí na její udržování a jakou finanční rezervu by si měl provozovatel zajistit na její provoz a údržbu.

5 Hodnocení rekultivace

Podle mého názoru je proces rekultivace velmi dobrou možností, jak se vypořádat s problematikou skládkování odpadu. Kroky, které vedly k rekultivaci, jsou zřejmé už po pohledu na následující obrázek (obr.7). Oko laika by řeklo, že se jedná pouze o nějaký kopec, kterých máme v naší krajině bezpočet. To je také cíl rekultivace skládek. Cílem rekultivace není jen bezpečné a nezávadné uložení odpadů, ale také nenásilné zařazení tělesa skládky do okolní přírody.



Obr.7 – Pohled na přední část skládky v Žabčicích po částečné rekultivaci

Po uzavření skládky a následném překrytí je skládka zbavena nehezky vyhlížejícího odpadu, úletu lehkých frakcí a nepříjemně se šířícího zápachu. Veškeré vyprodukované látky v tělese skládky jsou jímány do určených technických zařízení, kde jsou následně likvidovány. Následné monitorování a péče o skládku obstarává její provozovatel po dobu min. 30 let

Plochu získanou po rekultivaci skládky je možné následně využívat pro zemědělské a lesnické účely, ale také pro vytvoření parků a zelených ploch k rekreačnímu využití, hřišť a ostatních sportovišť.

ZÁVĚR

Cílem této práce je obeznámení se s problematikou způsobu rekultivace tělesa skládky komunálního odpadu.

V jednotlivých kapitolách jsou uvedeny nejznámější druhy produkovaného odpadu a postupy zpracování a nakládání s tímto odpadem.

U nás nejrozšířenějším a nejpoužívanějším způsobem nakládání s odpadem je jeho skládkování. Skládka jako taková za současné legislativy musí splňovat řadu zákonů a norem. Již v počáteční fázi výstavby skládky musí její provozovatel dbát na možnosti budoucího využití a následnou rekultivaci skládky. Základním parametrem skládky musí být její nepropustnost, která je zabezpečena navzájem se prolínajícími vrstvami těsnících materiálů, které zabraňují úniku nebezpečných látek do jejího okolí. Pro správnou funkci skládek je zapotřebí se zabývat plynovým hospodářstvím (pro odvádění a využívání skládkového plynu) a vodním hospodářstvím (které má na starosti veškerou vodu nacházející se jak uvnitř tělesa skládky, tak na jejím povrchu).

Rekultivace skládky je konečnou technickou úpravou tělesa skládky po jejím naplnění do konečné podoby. Rekultivace spočívá v překrytí odpadu těsnícími materiály, které navazují na již utěsněné dno skládky a tím dojde k nepropustnému uzavření skládky. Po rekultivaci se provádí ozeleněné skládky a tím se skládka nenásilnou cestou zařadí do okolní krajiny. Následná péče rekultivované skládky spočívá v monitorování a udržování tělesa skládky po dobu minimálně 30. let po jejím uzavření. Po ukončení této doby ještě nejsou zcela upřesněné následující požadavky a to zejména z důvodu, že na našem území se zatím žádná taková skládka nevyskytuje. Rekultivovaný povrch skládky je možno dále využívat pro zemědělské, lesnické i jiné účely pokud je k tomuto využití skládka navržena.

Použitá literatura

Knižní publikace

- [1] Vlastimil Altman Miroslav Růžička : *TECHNOLOGIE A TECHNIKA SKLÁDKO VÉHO HOSPODÁŘSTVÍ*, Česká zemědělská univerzita v Praze Fakulta technická 1996 Vydala: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava
- [2] Sborník referátů ze semináře : *SANACE A REKULTIVACE SKLÁDEK A KONTAMINOVANÝCH OBJEKTŮ (EKOLOGICKÉ ŠKODY IV)*, Praha, 26.4.1995

Firemní literatura

- [3] Ing.Jaroslav Sedláček, Jiří Buček A.S.A spol. s.r.o. provozovna Brno: *TECHNICKÁ ZPRÁVA – SKLÁDKA S-00 ŽABČICE ,REKULTIVACE – PLOCHA II*, Brno 2007
- [4] Ing.Jaroslav Sedláček, Jiří Buček A.S.A spol. s.r.o. provozovna Brno: *PROVOZNÍ ŘÁD SKLÁDKYODPADŮ – SKLÁDKA S-00 ŽABČICE*, A.S.A. Žabičce, spol. s.r.o Brno 2007
- [5] Prof.Ing.Jiří Škopek, DrSc : *SKLÁDKA TKO V PRAZE – ĎABLICÍCH – SEDÁNÍ TĚLESA SKLÁDKY DO 3.7.2002*, Leden 2003
- [6] Ing.Jaroslav Sedláček, A.S.A spol. s.r.o *SKLÁDKA ODPADŮ OSOBITNÉHO URĚNIA ZOHOR – CÚ* 2002
- [7] Ing.Jaroslav Sedláček, A.S.A spol. s.r.o – *REKULTIVACE REALIZOVANÉ V ROCE 2004*

Zákony a normy

- [8] *ZÁKON Č. 185/2001 SB., O ODPADECH*, Poradce s.r.o, Český Těšín, 9.1.2008
- [9] *ZÁKON Č. 294/2005SB. O PODMÍNKÁCH UKLÁDÁNÍ ODPADŮ NA SKLÁDKY A JEJICH VYUŽÍVÁNÍ NA POVRCHU TERÉNU VE ZNĚNÍ VYHLÁŠKA Č.383/2001 Sb., O PODROBNOSTECH NAKLÁDÁNÍ S ODPADY*
- [10] *ČSN 83 8001 NÁZVOSLOVÍ ODPADŮ*, Česky normalizační institut, 1993
- [11] *ČSN 83 8030 SKLÁDKOVÁNÍ ODPADŮ – ZÁKLADNÍ PODMÍNKY PRO NAVRHOVÁNÍ A VÝSTAVBU*, Česky normalizační institut, 2000
- [12] *ČSN 83 8032 SKLÁDKOVÁNÍ ODPADŮ – TĚSNĚNÍ SKLÁDEK*, Česky normalizační institut, 1998
- [13] *ČSN 83 8033 SKLÁDKOVÁNÍ ODPADŮ – NAKLÁDÁNÍ PRŮSAKOVÝMI VODAMI ZE SKLÁDKY*, Česky normalizační institut, 1998
- [14] *ČSN 83 8034 SKLÁDKOVÁNÍ ODPADŮ – PLYNOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ SKLÁDEK*, Česky normalizační institut, 2000
- [15] *ČSN 83 8035 SKLÁDKOVÁNÍ ODPADŮ – UZAVÍRÁNÍ A REKULTIVACE SKLÁDEK*, Hydroprojekt a.s., Praha, 1996
- [16] *SMĚRNICE RADY 99/31/ES PRO SKLÁDKOVÁNÍ ODPADŮ*, Česky normalizační institut, 1998