

**Mendelova univerzita v Brně**  
**Agronomická fakulta**  
**Ústav aplikované a krajinné ekologie**

---



**Technika pro svoz komunálního odpadu**  
Diplomová práce

*Vedoucí práce:*  
Ing. Jiří Pospíšil, CSc.

*Vypracoval:*  
Bc. Tomáš Kupský

---

Brno 2015

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci na téma Technika pro svoz komunálního odpadu vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom, že se na uvedenou práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....  
podpis

## **Poděkování**

Velmi rád bych tímto poděkoval Ing. Jiřímu Pospíšilovi, CSc. za odborné vedení a velmi vstřícný přístup při zpracování tématu diplomové práce a dále společnostmi BOMAG AG (SRN), REDOX (Slovensko), Zeppelin CZ (Caterpillar), AWP Praha (BOMAG CZ), RESPONO Kozlany, .A.S.A.CZ, SITA CZ, AVE CZ odpadové hospodářství, za poskytnutí možnosti získání informací k vypracování diplomové práce.

## ABSTRAKT

Cílem diplomové práce bylo, na základě studia literatury, vlastního vyhledávání dostupných informací, kontaktováním jednotlivých výrobců strojů nebo jejich autorizovaných zástupců, provést srovnávací analýzu současné nabídky techniky pro hutnění odpadů na skládkách komunálního odpadu v České Republice.

Do analýzy byli vybráni tři hlavní renomovaní výrobci techniky pro hutnění odpadů, tzv. kompaktorů. Základním kritériem cíle diplomové práce bylo posouzení vzájemných technických parametrů a účinností hutnění jednotlivých strojů a dále posouzení konkrétních technických a uživatelských výhod a nevýhod při vlastním provozu kompaktoru.

V úvodu práce jsem vyhledával veškerou dostupnou literaturu k zadanému tématu, dále uvedl veškeré náležitosti z oblasti platné legislativy včetně vysvětlení základních pojmů, vztahujících se k odpadovému hospodářství a skládkování v České republice.

Druhá část byla již věnována komplexnímu posuzování specifických technických parametrů u vybraných modelů kompaktorů dle jejich prodejnosti na trhu a jejich konstrukčním a technickým detailům. Vybraná skupina třech největších výrobců byla označena anonymními názvy A,B a C a to z důvodu, že některé technické detaily jsou výrobci označeny jako neveřejné.

Jednotlivé stroje zmíněných výrobců byly zařazeny do dvou kategorií, které vždy odpovídaly základnímu a nejsilnějšímu modelu od každého. Uvedené rozčlenění bylo nutné z důvodu, aby nedocházelo k nepřesnému a technicky neodpovídajícímu porovnávání konkrétních parametrů strojů.

V závěrečné části jsou shrnuty technické údaje ke konkrétním typům strojů a jejich vzájemné srovnání.

**Klíčová slova:** odpadové hospodářství, hutnění, skládka, zhutňování skládek, kompaktor,

## **ABSTRACT**

The aim of this thesis was based on the study of literature, a custom search to available information, by contacting the individual machine manufacturers or their authorized representatives, carry out a comparative analysis of the current supply technique for compacting waste in municipal waste landfills in the Czech Republic.

In the analysis were chosen three main renowned manufacturers of equipment for compacting waste so. Compactors. The basic criterion objective of the thesis was to assess mutual technical parameters and compaction efficiency of individual machines and assessment of specific technical and user benefits and drawbacks of its own operating compactor.

In the introduction, I searched all available literature on a given topic, also said all requirements of valid legislation, including an explanation of basic concepts related to waste management and landfill in the Czech Republic.

The second part has been given to the comprehensive assessment of the specific technical parameters of selected models of compactors according to their market relevance and their design and technical detailům. Vybraná group's three largest manufacturers has been reported the names of anonymous names A, B and C due to some technical details manufacturers are marked as private.

Individual machines said producers were classified into two categories, which always correspond to the basic and the most powerful model from everyone. Such segmentation was necessary because, in order to avoid an inadequate technically inaccurate and comparing specific machine parameters.

The final section summarizes the technical data relating to specific machine types and their mutual advantages and disadvantages.

**Keywords:** waste management, compaction, landfill, landfill compaction, compactor,

## **OBSAH**

<b>1 ÚVOD.....</b>	<b>8</b>
<b>2 CÍL PRÁCE.....</b>	<b>9</b>
<b>3 SKLÁDKOVÁNÍ.....</b>	<b>10</b>
<b>3.1 Skládka – legislativní pojem.....</b>	<b>11</b>
<b>3.1.1 Členění skládek dle různých hledisek.....</b>	<b>13</b>
<b>3.2 Skládky v České republice .....</b>	<b>17</b>
<b>3.3 Vlastní skládkování odpadů .....</b>	<b>22</b>
<b>4 HISTORIE KOMPAKTORŮ.....</b>	<b>23</b>
<b>5. HUTNÍČÍ TECHNIKA PRO PROVOZ SKLÁDKY.....</b>	<b>24</b>
<b>6 METODIKA SLEDOVÁNÍ.....</b>	<b>25</b>
<b>6.1 Analýza současného stavu techniky na trhu .....</b>	<b>25</b>
<b>6.1.1 společnost Aljon.....</b>	<b>25</b>
<b>6.1.2 společnost Tana.....</b>	<b>27</b>
<b>6.1.3 společnost Caterpillar.....</b>	<b>29</b>
<b>6.1.4 společnost Vandel.....</b>	<b>30</b>
<b>6.1.5 společnost Bomag.....</b>	<b>33</b>

<b>6.2 Výběr nejprodávanějších značek kompaktorů na trhu</b>	<b>35</b>
<b>6.3. Porovnání specifických vlastností vybraných strojů dle parametrů</b>	<b>39</b>
6.3.1 Průchodnost terénem - stoupavost .....	39
6.3.2 Průchodnost terénem – rám stroje .....	40
6.3.3 Nejnižší bod stroje nad terénem .....	44
6.3.4 Těžiště stroje .....	45
6.3.5 Posouzení rychlosti výměny hutnicích hlavíc.....	46
<b>6.4 Výpočet hodnotícího údaje.....</b>	<b>49</b>
<b>6.5. Vícekriteriální hodnocení vybraných parametrů strojů</b>	<b>51</b>
<b>7. ZÁVĚR .....</b>	<b>54</b>
<b>8. SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>55</b>
<b>9. SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>56</b>
<b>10.LITERÁRNÍ ZDROJE .....</b>	<b>57</b>

# 1 ÚVOD

V současném „moderním“ světě, který je řízen exponenciálním nárůstem spotřeb a rostoucích nároků lidské populace, dochází ruku v ruce k nárůstu množství vytvářených odpadů a škodlivin. Daleko je doba, kdy bylo s lidským odpadem možno nakládat zcela prostým způsobem, který spočíval v ponechání odpadu za vesnicí nebo hradbou měst. Tyto odpady, pocházející z materiálů přírodního původu, byla příroda, díky svým degradačním schopnostem, schopna plně rozložit. Nedochovalo tak k žádnému poškozování tehdejšího životního prostředí a zdraví obyvatel planety Země.

Obrovský nárůst poznání a především revoluce ve vědě a technické vyspělosti lidstva, v následujícím období, začal, mimo pozitivní aspekty, přinášet světu i výrazná negativa. Díky odpadům, které již nebyly tvořeny pouze rozložitelnými přírodními složkami, ale syntetickým látkami, došlo ke kontaminacím vod, půd i ovzduší, čímž se začala vážně poškozovat křehká přírodní rovnováha. Ukládáním odpadů na divokých skládkách se měnil původní ráz krajiny a objevila se první vážná nebezpečí pro zdraví lidí, zvířat a celého života na této planetě.

Až nyní, v 21. století, nám pozvolna dochází, jak závažně a negativně se, díky všem vymoženostem a způsobu našeho současného života, ovlivnilo naše životní prostředí a jak pracné a náročné, i z hlediska časového, bude napravit chyby let minulých resp. jejich dopady na ŽP.

Zřejmě to nejsou ještě všichni obyvatelé naší planety, ale bude to určitě jejich nemalá část, kteří se zajímají o citlivé techniky, šetrné postupy nebo bezodpadové technologie proto, aby již nedocházelo k negativům, které byly popsány výše a byla zajištěna kontinuita trvale udržitelného rozvoje.

I obor odpadové hospodářství tím dostal zcela jinou dimenzi a začaly se v něm uplatňovat mnohé vědecké myšlenky a znalosti, které přinášejí bezpečné postupy pro zajištěné skládkování v řízených skládkových tělesech, zajišťovaných specializovanými společnostmi. Nedochozí tak k průniku nebezpečných látek do životního prostředí, skládky jsou systémově vedeny a to až do poslední fáze, kterou je rekultivace a následné zajištění. Tyto společnosti dokážou, díky své specializaci a odbornosti, provozovat skládková tělesa efektivním způsobem.



## 2 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce bylo, na základě studia literatury, vlastního vyhledávání dostupných informací, kontaktováním jednotlivých výrobců strojů nebo jejich autorizovaných zástupců, provést srovnávací analýzu současné nabídky techniky pro hutnění odpadů na skládkách komunálního odpadu v České Republice.

Do analýzy byli vybráni tři hlavní renomovaní výrobci techniky pro hutnění odpadů, tzv. kompaktorů. Základním kritériem cíle diplomové práce bylo posouzení vzájemných technických parametrů a účinností hutnění jednotlivých strojů a dále posouzení konkrétních technických a uživatelských výhod a nevýhod při vlastním provozu kompaktoru.

V úvodu práce jsem vyhledával veškerou dostupnou literaturu k zadanému tématu, dále uvedl veškeré náležitosti z oblasti platné legislativy včetně vysvětlení základních pojmů, vztahujících se k odpadovému hospodářství a skládkování v České republice.

Druhá část byla již věnována komplexnímu posuzování specifických technických parametrů u vybraných modelů kompaktorů dle jejich prodejnosti na trhu a jejich konstrukčním a technickým detailům. Vybraná skupina třech největších výrobců byla označena anonymními názvy A, B a C a to z důvodu, že některé technické detaily jsou výrobci označeny jako neveřejné. Vedoucí diplomové práce byl seznámen s klíčem k anonymnímu rozdělení strojů.

Jednotlivé stroje zmíněných výrobců byly zařazeny do dvou kategorií, které vždy odpovídaly základnímu a nejsilnějšímu modelu od každého. Uvedené rozčlenění bylo nutné z důvodu, aby nedocházelo k nepřesnému a technicky neodpovídajícímu porovnávání konkrétních parametrů strojů mezi sebou

V závěrečné části jsou shrnuty technické údaje ke konkrétním typům strojů.

### 3 SKLÁDKOVÁNÍ

Rozvoj technické lidské civilizace je zatím stále spojen s velkou produkcí odpadů, které se stávají celosvětovým problémem. Ačkoliv se všeobecně přijímá zásada předcházet vzniku odpadů, již vzniklé využívat či recyklovat, přesto dosud stále největší část odpadového hospodářství se zabývá odstraňováním odpadů. <sup>[1]</sup>

Každý druh odpadu lze zneškodňovat různými způsoby, které mají své přednosti i nedostatky. Je proto nutné, aby zvolený způsob byl optimální jak z hlediska ochrany životního prostředí, tak i z hlediska ekonomického. To se týká zejména odpadů zvláštních, jejichž nevhodné zneškodňování může představovat závažné nebezpečí pro životní prostředí. Vedle toho jsou zvláštní odpady, především chemické, často cennou druhotnou surovinou, a je tedy žádoucí přednostně zvolit takový způsob zneškodnění, který by umožnil současně jejich další, alespoň částečné využití. <sup>[2]</sup>

Mezi způsoby odstraňování odpadů převládá skládkování s 60 až 90 % podílem.

Např. v USA se sládkuje 65 % odpadu, v Itálii, Řecku, Irsku více než 90 %, v Portugalsku <sup>[1]</sup> a Velké Británii 88 %, v SRN, Rakousku a Francii asi polovina, v Japonsku 30 %, ale v Nizozemí jen 23 %, ve Švýcarsku 15 %, v Dánsku dokonce jen 12 %. <sup>[1]</sup>

Důvodem tohoto značného rozšíření je jednoduchost postupu, využívání jednoduché techniky, nižší náklady a tedy i krátkodobě hospodářská výhodnost. Hrozbou jsou však průsakové a skládkové vody, únik skleníkových plynů, zápach, prašnost, nebezpečí požáru, emise mikroorganismů atp. I po uzavření skládky trvá nebezpečí kontaminace podzemních i povrchových vod a budoucí zátěž životního prostředí, neboť v tělese skládky dále probíhají biochemické procesy. Přesto se budou muset některé odpady vždy sládkovat např. zbytky po spalování odpadů ve spalovnách, některé průmyslové odpady. <sup>[1]</sup>

Srovnáním se stavem ve světě máme skládek spíše nadbytek, což ovšem souviselo i se státní politikou a postojem legislativních orgánů státu ke skládkování, neboť se preferovalo skládkování odpadů na úkor jiných způsobů. Přitom např. 3 t odpadů využitých energeticky mohou ušetřit 1 t uhlí. <sup>[1]</sup> Nutno připomenout nebezpečí nesprávného skládkování na nebezpečných skládkách pro životní prostředí, které probíhalo celá desetiletí od rozvoje průmyslu. <sup>[1]</sup>

### 3.1 Skládka

Skládka je dle zákona (185/2001 Sb. Zákon o odpadech a o změně některých dalších zákonů) - zařízení zřízené v souladu se zvláštním právním předpisem ( Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu ve znění pozdějších předpisů) a provozované ve třech na sebe bezprostředně navazujících fázích provozu, včetně zařízení provozovaného původcem odpadů za účelem odstraňování vlastních odpadů a zařízení určeného pro skladování odpadů s výjimkou skladování odpadů podle písmene h tohoto zákona :

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

Skládkou se označují všechny druhy skládek, ať už jde o řízené skládky nebo neřízené staré, nelegální skládky odpadu nebo smetiště, která nejsou ve dně a svazích skládkového tělesa izolovaná, takže případně uložené nebezpečné látky se tak mohou dostat do půdy a podzemní vody. Skládkou se může označit i samostatné místo zneškodňování odpadu. <sup>[5]</sup>

Ekonomicky výhodnými jsou velkorozměrné skládky, protože investiční náklady na zakládání skládky je možno rozložit na větší objemy odstraňovaného materiálu. Jediným zařízením pro ukládání odpadů, vyhovujícím zásadám ochrany životního prostředí, je řízená skládka. Je to technické zařízení určené k ukládání určených druhů odpadů za daných technických a provozních podmínek a při průběžné kontrole jejich vlivu na životní prostředí. Území, ze kterého je organizován svoz odpadů na danou skládku se nazývá svozovou oblastí. <sup>[10]</sup>

Zásady řízeného skládkování:

- odpady jsou plánovitě naváženy do vhodně upravených prostor

- jsou rozhrnovány a zhutňovány v asi půlmetrových vrstvách a v mírném sklonu až do výše přibližně 2 m
- zhutněný odpad je denně shora i ze stran pokrýván asi 20 cm silnou vrstvou vhodné zeminy
- skládka se po konečném zaplnění rekultivuje, což umožňuje její následné využití<sup>[10]</sup>

Optimální skládka komunálních odpadů by měla být co nejhlubší a měla by mít co nejmenší povrch. Tvar a hloubka tělesa hraje důležitou roli při vzniku skládkového plynu, způsobu jeho migrace, syčení odpadu vodou a ohrožení životního prostředí okolí skládky. Příliš mělká tělesa (přibližně 5 m a méně) jsou náchylná k „otravě kyslíkem“ (aerobizaci), zastavování biodegradačních procesů a nadměrné kontaminaci průsakových vod.<sup>[10]</sup>

#### *Ohrožování životního prostředí skládkami*

Skládkování tuhého komunálního odpadu je relativně nejméně náročný způsob odstraňování odpadů. Přináší však řadu problémů, z nichž nejzávažnější jsou:

- výtoky průsakových vod (výluhů) z tělesa skládky
- vývin skládkového plynu v tělese skládky
- stabilita tělesa skládky, jeho sedání a splachy
- prašnost, úlety materiálu a pachy
- koncentrovaný výskyt hlodavců a ptáků na skládce
- hlučnost z provozu skládky<sup>[10]</sup>

#### *Rekultivace skládky*

Dosáhne-li skládka a krycí vrstva zeminy konečného tvaru, přistoupí se k rekultivaci.

Technická rekultivace je technologický postup technických opatření (urovnání povrchu skládky, svahování, převrstvení ornici) zajišťujících vhodné podmínky pro další způsoby rekultivace. Technologický postup rekultivace se liší podle toho, zda bude skládka využívána zemědělsky, lesnicky nebo pro rekreační účely. Nejjednodušší a nejvýhodnější je účelová rekultivace.

Je to technologický postup úpravy uzavřené skládky s cílem jejího využití ke zvláštním účelům, např. pro rekreační a sportovní plochy, parky aj. <sup>[10]</sup>

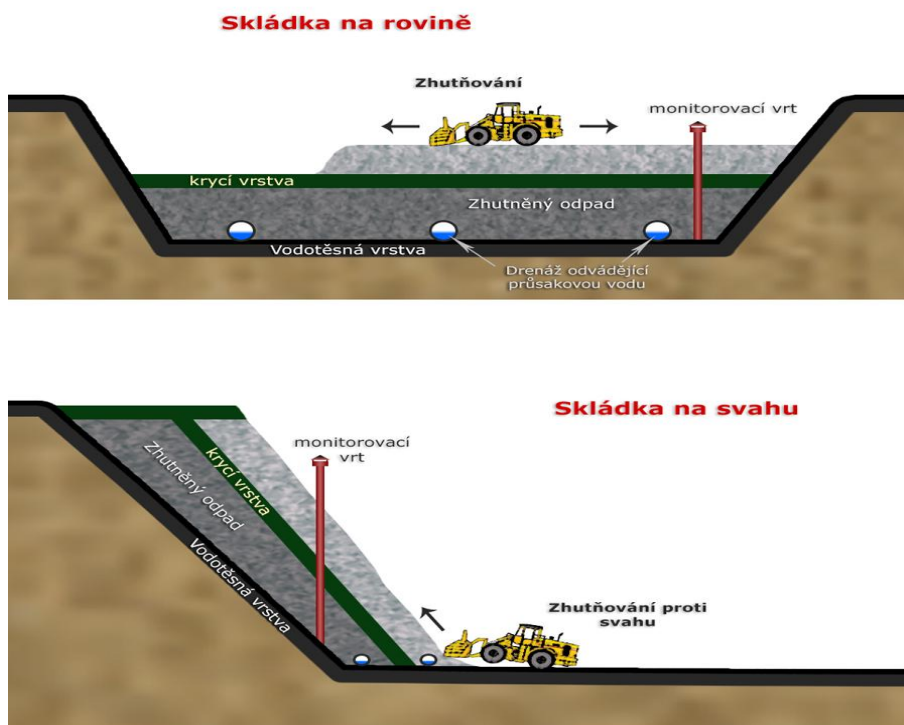
### 3.1.1 Členění skládek dle různých hledisek:

Ve vztahu k úrovni terénu:

- podúrovňové
- nadúrovňové
- podzemní
- svahové
- násypové
- kombinované

Podúrovňové skládky jsou typické příkrými svahy a nutností odčerpávat veškerou průsakovou vodu. Ukládání odpadů do prohlubně též znesnadňuje kontrolu. Svahové skládky se zřizují v bývalých lomech, pískovnách a jílovištích, která obvykle hyzdí krajinu, a proto po uzavření a rekultivaci skládky zlepšují vzhled krajiny.

Kromě toho je možný gravitační odtok průsakových vod a tím i kontrola dějů na skládce. Nejoblíbenější jsou nadúrovňové skládky násypové pro bezpečný provoz, snadnou dlouhodobou kontrolu a gravitační odtok průsakových vod. Jejich nevýhodou je zábor půdy. <sup>[5]</sup>



Obr. č.1 Skládková tělesa

zdroj: [11]

### Podle druhu a způsobu uložení odpadu

- inertní skládky
- skládky zbytkového odpadu
- příhrádkové skládky
- rekreační skládky
- podzemní skládky
- časově omezené skládky

Inertní skládky - zde se ukládají odpady s nepatrným obsahem škodlivých látek.

U těchto skládek se nevyžaduje základní podkladové těsnění ani odvod průsakové vody. Plynné emise se na takových skládkách nevyskytují. Za inertní látky označujeme takové odpady, u kterých neprobíhají žádné chemické reakce a ani je nepodporují. Zařazujeme sem odpady jako stavební sutiny, sádrové odpady, kal z brusíren kamene apod. <sup>[3]</sup>

Skládky zbytkového odpadu – zde se ukládají zbytky po upravovaných odpadech s možným zvýšeným obsahem škodlivých látek v trvalém těžce rozpustném tvaru. Průsaková voda může být buď přímo nebo po jednoduché úpravě odváděna do povodí. Plynné emise se nevyskytují. Ukládají se zde odpady jako uhelný popel, popílek, slévárenský písek apod. <sup>[3]</sup>

Příhrádkové skládky – Monoskládky – zde se ukládají anorganické odpady stejného druhu s nepatrnými a omezenými chemickými reakcemi v jednotlivých, trvale od sebe oddělených a vedle sebe přistavených odděleních (příhrádek). Jednotlivá oddělení tvoří monoskládku. Průsaková voda ze skládky musí být před vypuštěním do povodí upravena a skládkový plyn musí být pod kontrolou likvidován. Ukládá se zde škvára a popel, struska, aluminium obsahující odpady, karbidový kal, naftou znečištěná půda apod. <sup>[3]</sup>

Rekreační skládky – zde se ukládají komunální a jim podobné průmyslové odpady s intenzivními biochemickými reakcemi. Průsaková voda musí být odděleně upravena a skládkový plyn pod kontrolou likvidován nebo zužitkován. Tento druh skládek je nejčastěji praktikován. <sup>[3]</sup>

Podzemní skládky – zde se uskladňují nebezpečné odpady, které se nedají jinak upravovat. Takové skládky vyžadují geologické a geotechnické předpoklady a staví vysoké technické požadavky. Jako podzemní skládky mohou sloužit bývalé doly. Zde se ukládají například kyanid obsahující tvrdé soli, radioaktivní odpady a další.

Časově omezené skládky – jsou skládky pro meziuskladnění odpadu, který bude později hospodárně upravený a popřípadě dále zužitkovaný. <sup>[3]</sup>

#### Z hlediska ochrany před srážkami

- otevřené
- zastřešené

#### Podle časového hlediska

- skládky připravované
- skládky provozované
- skládky s přerušenou či ukončenou činností

#### Podle skládkového režimu

- skládky nezabezpečené též reliktní, divoké či černé
- skládky zabezpečené – řízené <sup>[1] [5]</sup>

U skládek nezabezpečených není znám obsah odpadu a protože nejsou izolovány od okolí, mohou mít nežádoucí vliv na okolí (ovzduší, vodu). Naopak skládka zabezpečená

(řízená) je technické zařízení k ukládání odpadu za předepsaných technických a provozních

podmínek s průběžnou kontrolou vlivu na životní prostředí. Zabezpečená skládka je od okolí izolována tzv. bariérami, je odvodněna a chráněna před vnějšími vodami, má předepsané technické vybavení pro nezávadný příjem odpadů, může obsahovat jímací zařízení na skládkový plyn a má monitorovací zařízení. <sup>[4]</sup>

Od 90. let se povolují jen zabezpečené skládky. <sup>[5]</sup>

Vyhláška 294/2005 Sb. Ministerstva životního prostředí o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady upravuje dělení skládek dle technického zabezpečení na 3 skupiny:

- skupina S-inertní odpad - určená pro inertní odpady podle § 2 písm. a). Pro účely evidence a 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 a ohlašování odpadů a zařízení se tyto skládky označují S-OO. Tato skupina se dále dělí na podskupiny:

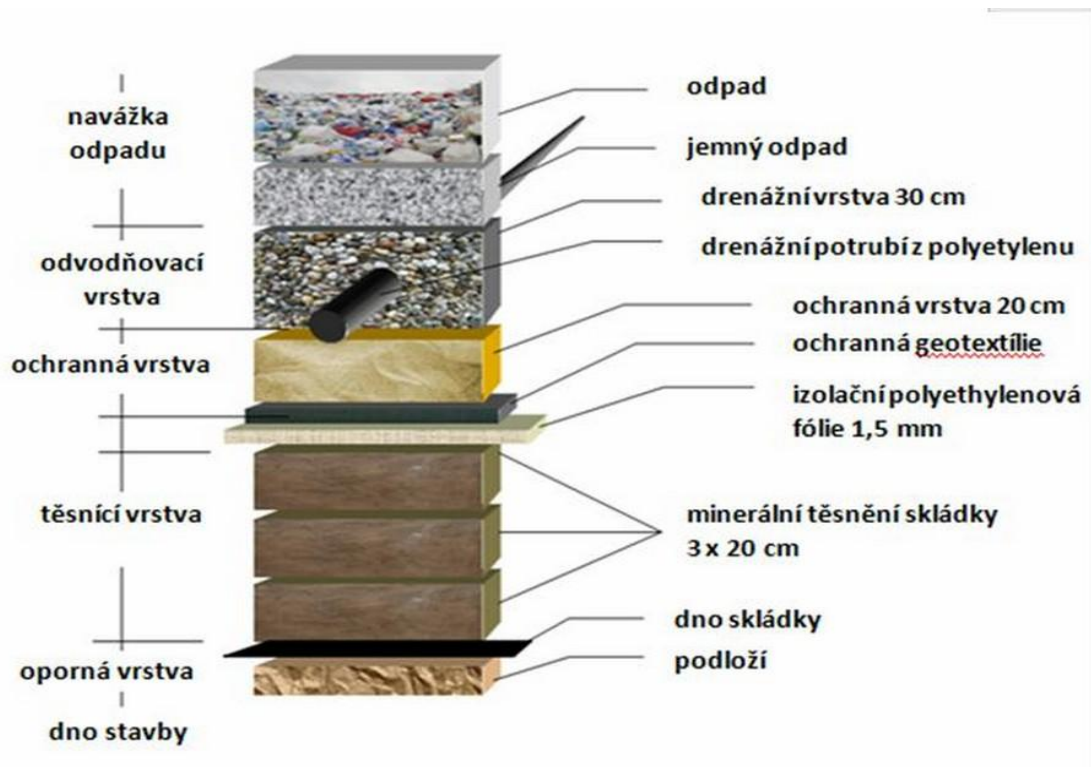
1. S-OO1 - skládky nebo sektory skládek určené pro ukládání odpadů kategorie ostatní odpad s nízkým obsahem organických biologicky rozložitelných látek, stanoveným v bodě 6 písm. c) přílohy č. 4, a odpadů z azbestu za podmínek stanovených v § 7,

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 vodného 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 a ohlašování odpadů a zařízení se skládky této skupiny označují S-NO.





**Obr. 2** Konstrukční vrstvy skládky

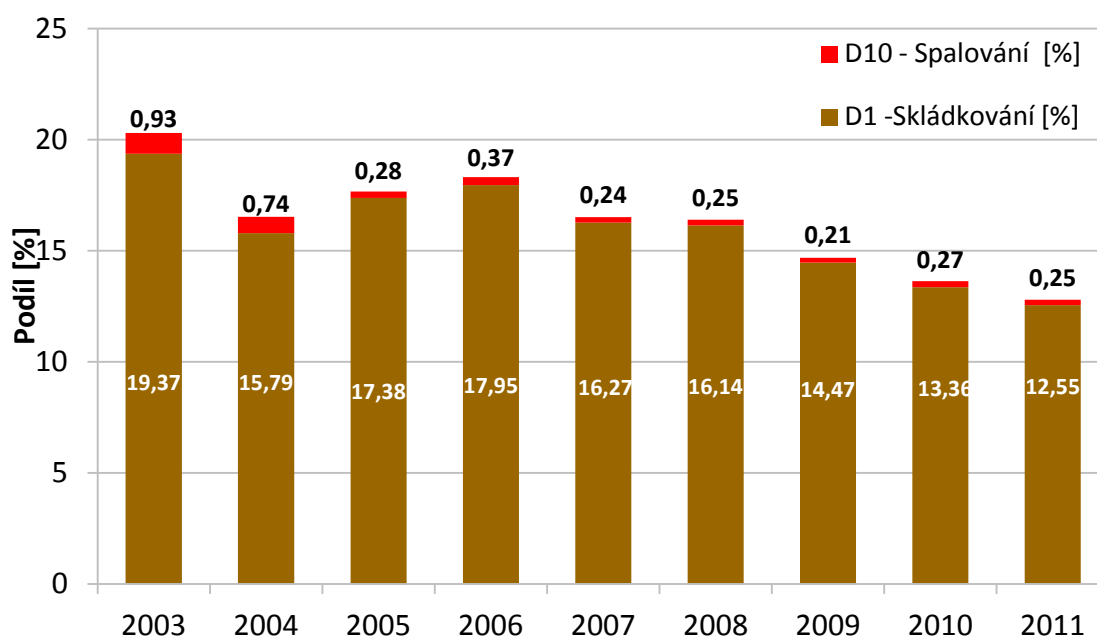
Zdroj: [11]

### 3.2 Skládky v České Republice

Ve smyslu zákona č. 185/2001 Sb. o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „zákon o odpadech“) se skládkou odpadů rozumí zařízení zřízené v souladu se zvláštním právním předpisem (z hlediska stavebního zákona jsou skládky technickými stavbami). Provozem skládky je myšlena její výstavba a provozování zařízení k odstraňování odpadů a následné uzavření a rekultivace objektu skládky a nakonec zajištění následné péče o skládku po jejím uzavření a monitoring <sup>[9]</sup>.

V současnosti na skládkách v ČR končí přibližně dvě třetiny komunálních odpadů z domácností. Plán odpadového hospodářství snížit hmotnostní podíl komunálních odpadů ukládaných na skládky o 20 % do roku 2010 ve srovnání s rokem 2000 nebyl splněn a to především díky vzrůstu ukládaného množství v období 2000 až 2006 o desítky procent. Od roku 2006 dochází k nepatrnému poklesu tohoto množství <sup>[6]</sup>.

Skládkování představuje v ČR nejvyužívanější způsob odstraňování odpadu, i když v posledních letech jeho podíl na celkové produkci odpadů klesá. V roce 2013 bylo skládkováním uloženo 11,3 % z celkové produkce odpadů v ČR. Skládkováním se také odstraňuje cca 52 % veškerého komunálního odpadu. <sup>[11]</sup>

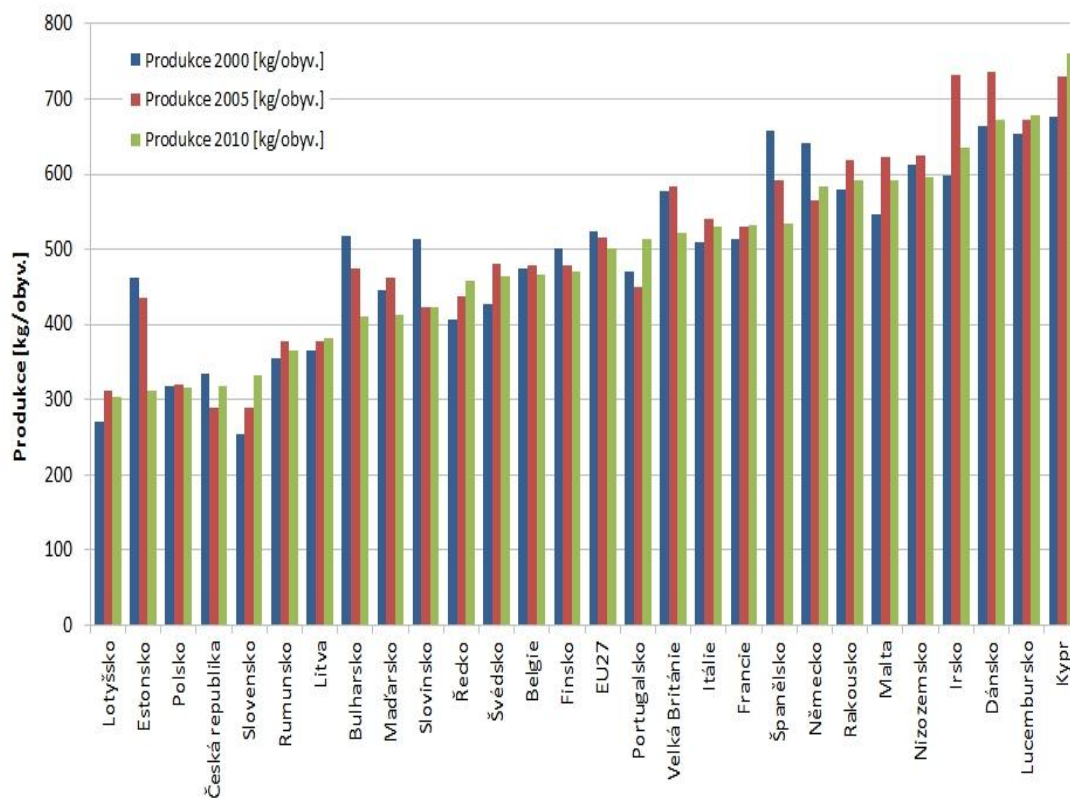


**Graf č.1** Podíl skládk. a spal. odpadů z celkové produkce odpadů v ČR [%]  
Zdroj: [11]

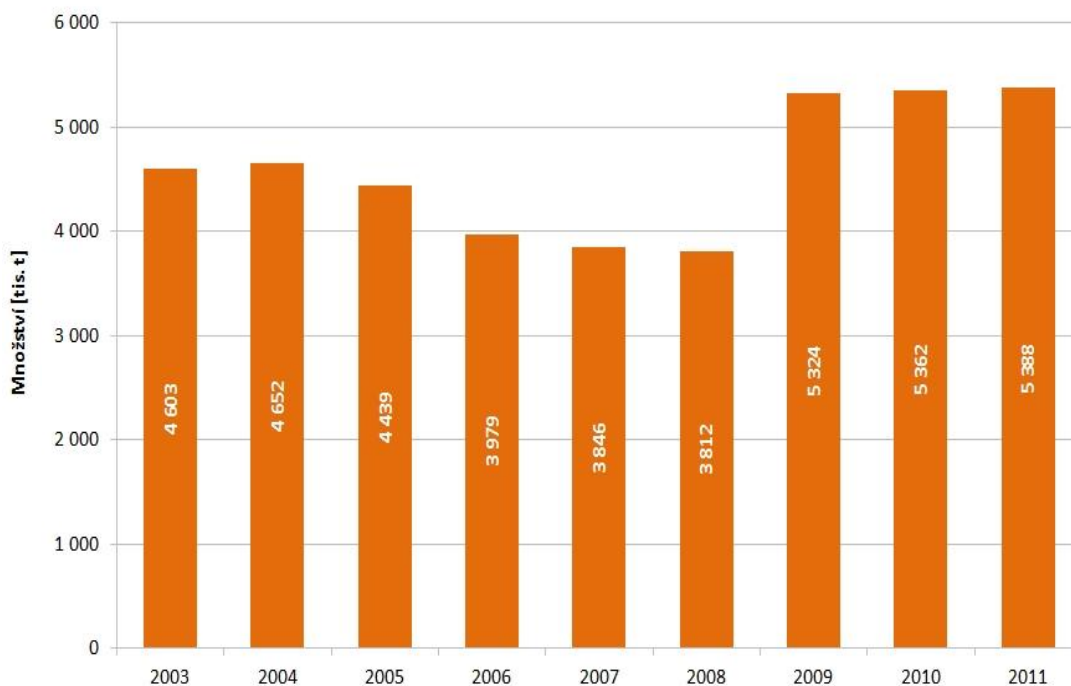
**Tab č.1** Vývoj skládkovaných a spalovaných odpadů z celkové produkce odpadů v ČR [t]

Rok	D1 - Skládkování [t]	D10 - Spalování [t]
2003	6 988 784	336 697
2004	6 112 124	287 672
2005	5 179 592	82 343
2006	5 038 504	103 745
2007	4 946 663	73 418
2008	4 968 487	76 450
2009	4 670 251	68 705
2010	4 250 771	84 444
2011	3 849 419	76 654

Zdroj: [11]

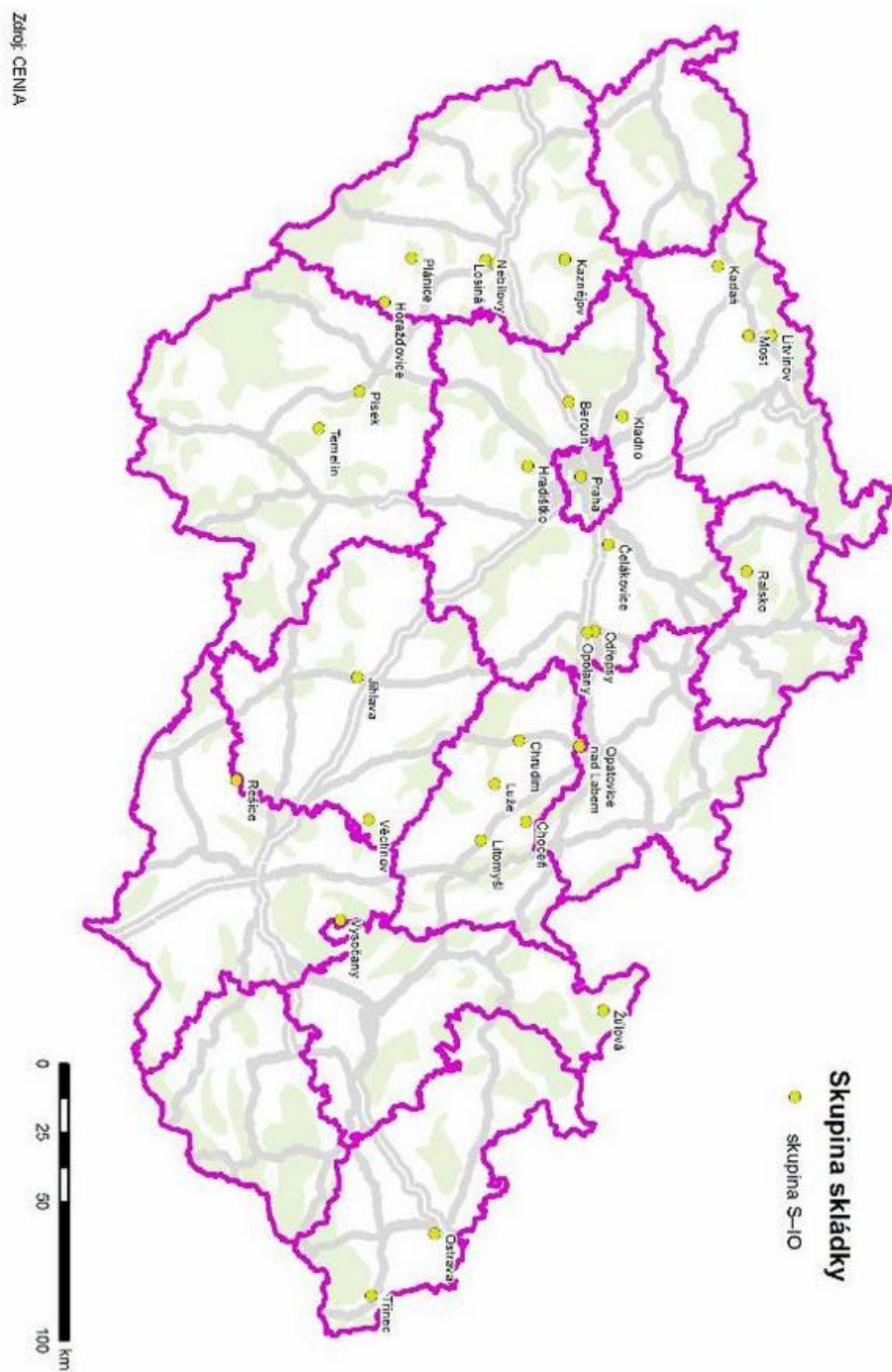


**Graf č.2** Mezinárodní srovnání produkce komunálních odpadů na obyvatele [kg/obyv.]  
Zdroj: [11]



**Graf č.3** Vývoj celkové produkce komunálních odpadů v ČR [tis. t]  
Zdroj: [11]

Obr.: Rozmístění skládek odpadů skupiny S – IO k 23. 10. 2012

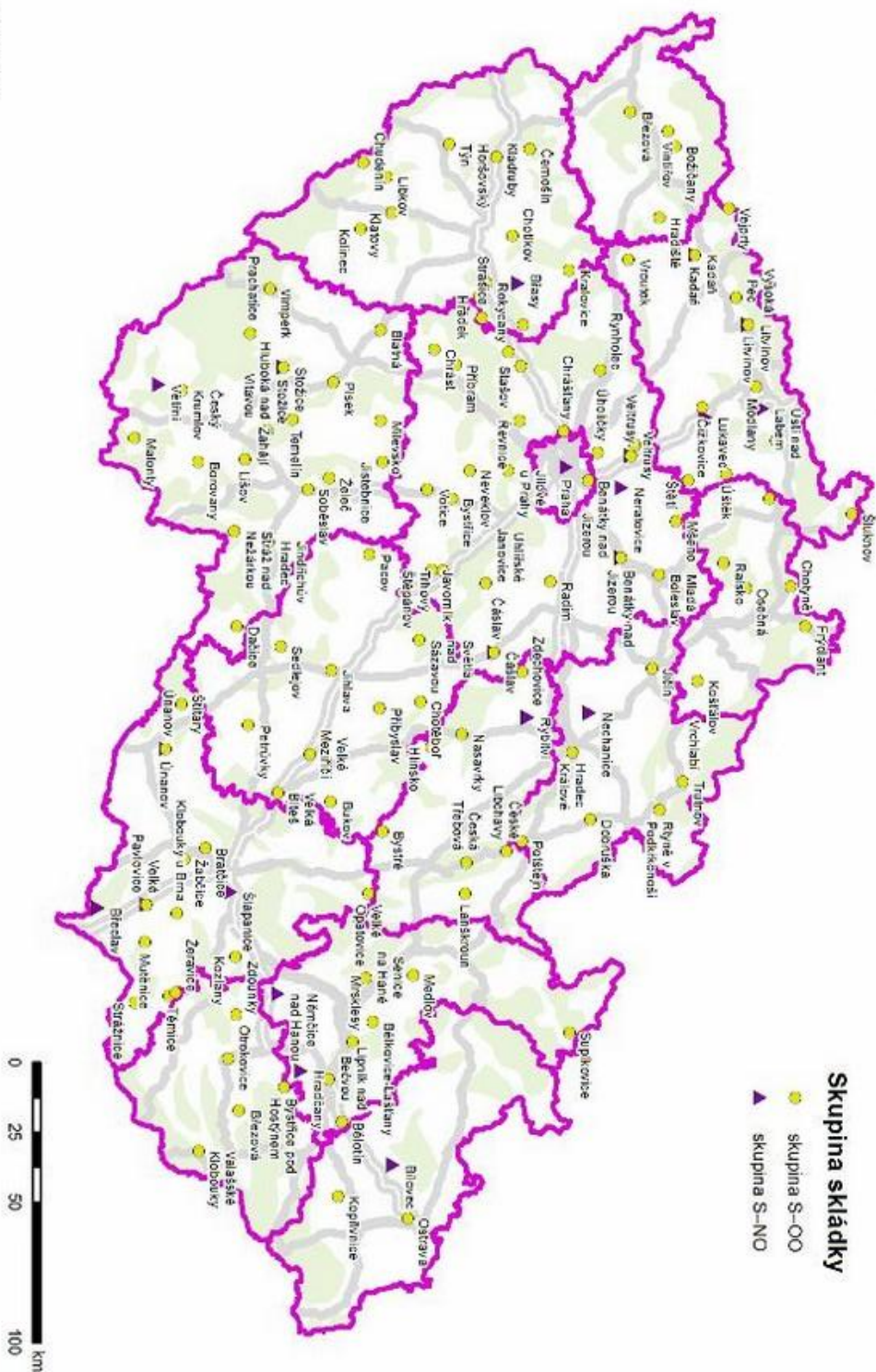


Obr. 3 Rozmístění skládek inertních odpadů v ČR (skupina S – IO) v roce 2012  
Zdroj: [11]



Obr.: Rozmístění skládek odpadů skupiny S-00, S-NO k 23. 10. 2012

Zdroj: CENIA



Obr. 4 Rozmístění skládek nebezp. odpadů (skupina S – NO) a ostatních odpadů (S – 00) v roce 2012  
Zdroj: [11]

### 3.3 Vlastní skládkování odpadů

V systému provozu skládky, má své nezastupitelné místo proces hutnění ukládaného odpadu, což znamená, že jsou odpady stlačovány vhodným technickým prostředkem do jednotlivých horizontálních vrstev. Mezi hlavní důvody využívání tohoto technologického procesu patří :

- zájmy ekonomické, kdy hutněním lze do tělesa skládky uložit více tun odpadů a také se tím podporuje tvorba skládkového plynu
- zájmy technického zabezpečení odpadu, kdy se hutněním zabrání pozdějšímu sedání tělesa skládky, které by mohlo vést k porušení izolace a dochází ke snížení propustnosti odpadových vrstev. Vlivem vyšší vlhkosti a zvýšené objemové hmotnosti odpadu dochází tak k intenzivnějšímu procesu jeho rozkladu. Snižuje se také riziko vzniku požárů na skládce.
- zájmy hygienické, kdy hutněním dochází ke snížení úrovně zápachu, nedochází k nekontrolovaným úletům lehkých částí odpadu a významně klesá aktivita nežádoucích živočichů objevujících se v blízkosti skládek – např. krysy, potkani, myši a v neposlední řadě také ptáci.

Jako technický prostředek pro přímé hutnění skládek odpadů se využívají přednostně specifické vibrační stroje s ježkovými běhouny tzv. kompaktoři. Využití buldozerů nebo běžných vibračních válců s ježkovým běhounem se ukázalo jako nevhodné, protože kupříkladu vibrační válce nejsou technicky plně koncipovány pro tento typ pracovní činnosti.

## 4 HISTORIE KOMPAKTORŮ

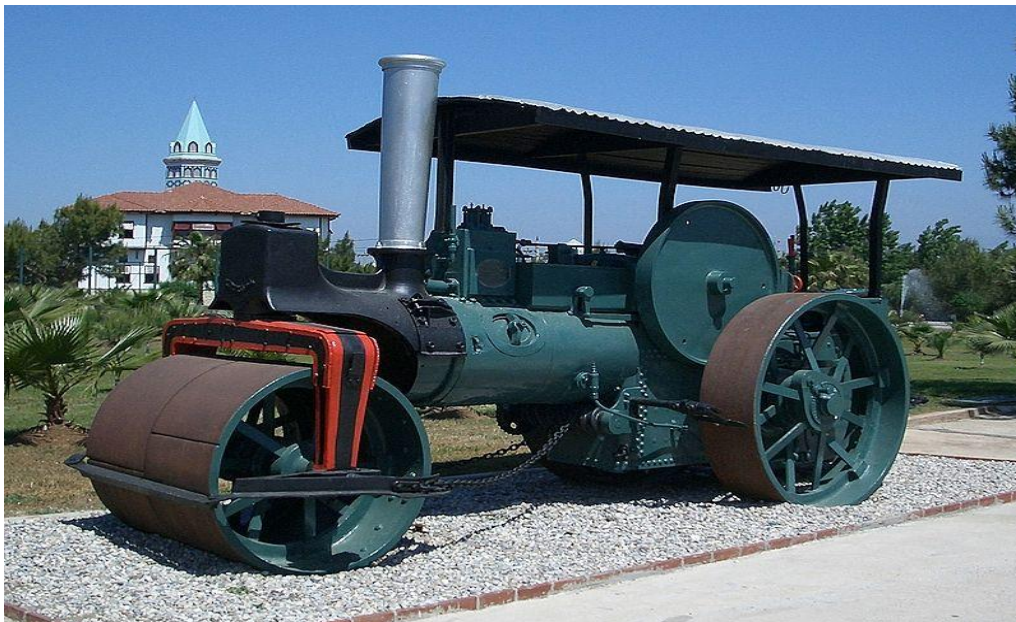
Původ skládkových kompaktorů vychází z historického vývoje vibračních válců, která sahá až do první třetiny 19. století. V této době byly za válce považovány koněm tažené jednoduché bubny vyrobené původně z kamene a následně ocelové, které hutnily podkladovou vrstvu vlastní vahou bez jakékoliv řízené vibrace viz obrázky níže.



**Obr. 5**

Zdroj: [12]

Výraznější posun k dnešní podobě vibračních válců byl uskutečněn až ve druhé polovině 19. století, kdy byly vynalezeny a postupem času zdokonalovány parní válce. Jednalo se o stroje s vlastním pohonem, což byl v principu trakční motor, kde byla kola nahrazena bubnovým válcem.



**Obr. 6**

Zdroj: [12]

Počátkem 20. století, byl parní válec osazen dieselovým motorem. Jako první válec s dieselovým motorem byl stroj společnosti Hamm, dodaný na trh roku 1911.

V současnosti jsou skládkové kompakторы již na zcela jiné technické a kvalitativní úrovni. Novodobé kompakторы skládku nejen hutní vysokým stupněm vibrací, ale také odpad drtí vlastní hmotností. Souhra uvedených technických parametrů pak dokáže hutnit a upravovat velké plochy skládkových těles.

## **5 HUTNÍČÍ TECHNIKA PRO PROVOZ SKLÁDKY**

V úvodu druhé části práce je stručný přehled několika hlavních světových výrobců kompaktorů pro hutnění odpadu. Jedná se o souhrn největších resp. nejznámějších výrobců, kteří mají tuto techniku stále ve své aktuální nabídce. Informace vyhledávány z veřejných a neveřejných zdrojů. Jediný český výrobce společnost STAVOSTROJ, který byl producentem těchto strojů v nedávné době, již kompakторы nevyrobí a to ani pod novou značkou AMMANN.

### **Hlavní světoví výrobci kompaktorů pro hutnění skládek dle veřejných a neveřejných zdrojů:**





## **6 METODIKA SLEDOVÁNÍ**

- 1) Provést analýzu současného stavu techniky na trhu, rozdělení strojů do skupin dle hmotnosti s uvedením dalších základních parametrů a seřazení do tabulek.
- 2) Výběr nejprodávanějších značek kompaktorů na trhu. Rozdělení do tří anonymních skupin. Posouzení a zařazení do váhové třídy v nejslabší a nejsilnější kategorii od každé značky a vzájemné technické porovnání. Seřazení do tabulek.
- 3) Porovnání specifických vlastností vybraných strojů dle parametrů :
  1. průchodnost terénem –stoupavost
  2. průchodnost terénem – rám stroje
  3. nejnižší bod stroje nad terénem
  4. těžiště stroje
  5. posouzení rychlosti výměny hutnicích hlavic
- 4) Výpočet poměru hmotnosti a výkonu
- 5) Vícekriteriální hodnocení vybraných parametrů strojů A,B,C.

### **6.1 Analýza současného stavu techniky na trhu**

rozdělení strojů do skupin dle hmotnosti s uvedením dalších parametrů a seřazení do tabulek.

#### **6.1.1**



Americká rodinná firma ze státu Iowa působící na trhu od počátku 60. let minulého století. V porovnání s ostatními výrobci, kteří jsou zde uvedeni je tato společnost nejmenší. Její působnost je hlavně v USA, kde je ovšem ve stínu konkurenčních strojů CATERPILLAR.

**Modelové řady strojů ALJON:**

*Tab. 2*

<b>Modelové řady/ parametry</b>	<b>ADVANTAGE 500</b>	<b>ADVANTAGE 525</b>	<b>ADVANTAGE 600</b>
<b>Hmotnost (kg)</b>	39.916	48.532	55.792
<b>Výkon motoru (HP)</b>	475/500	540/550	600/630
<b>Palivová nádrž (l)</b>	776	776	1040
<b>Oscilace rámu (+/-)</b>	6°	6°	6,5°

**Z parametrů uvedených v tabulce lze odvodit následující závěr:**

**Nejmenší model výrobce – typ ADVANTAGE 500**



**Obr. 7**

**Zdroj: [13]**

## Největší model výrobce – typ ADVANTAGE 600



Obr. 8

Zdroj: [13]

### 6.1.2



Historie této finské společnosti sahá do počátku sedmdesátých let, kdy původní zakladatel vyrobil pro výstavu v německém Hannoveru stroj, který byl postaven na traktorovém základu se dvěma plnými bubnovými běhouny. Pro stroje Tana to byl první krok na cestě stát se globální obchodní firmou, zabývající se produkty pro zpracování a nakládání s odpady.

#### Modelové řady strojů TANA:

Tab. 3

Modelové řady/ parametry	E260	E320	E380	E450	E520
Hmotnost (kg)	26.000	32.000	38.000	45.000	52.000
Výkon motoru (HP)	253	350	400	589	589
Palivová nádrž (l)	760	760	760	760	760
Oscilace rámu (+/-)	0°	0°	0°	0°	0°

**Z parametrů uvedených v tabulce lze odvodit následující závěr:**

**Nejmenší model výrobce - typ E260 LANDFILL COMPACTOR**



*Obr. 9*

Zdroj: [14]

**Největší model výrobce - typ E520 LANDFILL COMPACTOR**



*Obr. 10*

Zdroj: [14]

### 6.1.3



Společnost Caterpillar (USA) je přední světový výrobce strojní techniky pro zemní, silniční, demoliční a jiné práce. V portfoliu společnosti je i řada kompaktorů, které jsou dominantní na skládkách odpadů ve většině států USA.

#### Modelové řady strojů Caterpillar:

*Tab. 4*

Modelové řady/ parametry	816F II	826	836
Hmotnost (kg)	23.748	40.917	55.927
Výkon motoru (HP)	253	435	562
Palivová nádrž (l)	446	782	793
Oscilace rámu (+/-)	8 °	5 °	13 °

#### Z parametrů uvedených v tabulce lze odvodit následující závěr:

Nejmenší model výrobce - typ 816F II



*Obr. 11*

Zdroj: [15]

## Největší model výrobce – typ 836



*Obr. 12*

Zdroj: [15]

### 6.1.4



je dnes dceřinou společností nadnárodní skupiny VAN de Velde GROUP (Francie), původně zaměřené v 80. letech na výrobu zemědělských traktorů. Tyto zkušenosti pomohly firmě k rozvoji i v sortimentu kompaktorů, které byly následně uvedeny na trh. V současné době je Vandel výrobce celé modelové řady kompaktorů s působností v Evropě, ale také v Africe a Číně. V České Republice není provozován.



**Modelové řady strojů Vandel :***Tab.5*

<b>Modelové řady/ parametry</b>	<b>QS 260</b>	<b>QS 280</b>	<b>QS 330</b>	<b>QS 380</b>
<b>Hmotnost (kg)</b>	26.000	28.000	33.000	38.000
<b>Výkon motoru (HP)</b>	261	261	335	400
<b>Palivová nádrž (l)</b>	610	610	610	610
<b>Oscilace rámu (+/-)</b>	7°	7°	7°	7°

*Tab. 6*

<b>Modelové řady/ parametry</b>	<b>QS 430</b>	<b>QS 480</b>	<b>QS 530</b>	<b>QS 650</b>
<b>Hmotnost (kg)</b>	43.000	48.000	53.000	62.000
<b>Výkon motoru (HP)</b>	410	476	544	600
<b>Palivová nádrž (l)</b>	610	1010	1010	1500
<b>Oscilace rámu (+/-)</b>	7°	7°	9°	9°

**Z parametrů uvedených v tabulkách lze odvodit následující závěr:**

**Nejmenší model výrobce - typ QUANTUM QS 260**



*Obr.13*

Zdroj: [16]

**Největší model výrobce – typ QUANTUM QS 650**



*Obr. 14*

Zdroj: [16]



## 6.1.5



světovým lídrem v oblasti hutnicí techniky a stavebních techniky na opravy povrchů vozovek, stabilizačních a recyklačních fréz, finišerů a dalších. Absolutní špičkou je značka v oboru technika pro skládkové hospodářství, kde modely kompaktorů jsou dlouhodobě nejprodávanější značkou na evropském i světovém trhu.

### Modelové řady strojů BOMAG :

Některé zde uváděné modely jsou v současnosti nahrazovány modely novými např. BC 972 RB-3 je nyní postupně nahrazován modelem BC 972 RB-4

*Tab.7*

Modelové řady/ parametry	BC 462 RB	BC 472 RB/RS	BC 473 RB-4	BC 572 RB	BC 573 RB – 4
Hmotnost (kg)	22.500	26.800/26.000	26800	29.200	29.100
Výkon motoru (HP)	261	261	281	304	281
Palivová nádrž (l)	375	375	375	500	375
Oscilace rámu (+/-)	15°	15°	15°	15°	15°

*Tab.8*

Modelové řady/ parametry	BC 672 RB – 2	BC 672 RB – 3	BC 772 RB/RS – 3	BC 972 RB – 3/4	BC 1172 RB – 3/4
Hmotnost (kg)	32.700	33.200	37.600/38.400	49.300	56.600
Výkon motoru (HP)	442	449	449/444	543/576	590/576
Palivová nádrž (l)	500	500	500/750	1000	1000
Oscilace rámu (+/-)	15°	15°	15°	15°	15°

**Z parametrů uvedených v tabulkách lze odvodit následující závěr:**

**Nejmenší modely výrobce – typy BC 462 RB a BC 472 RB/RS**



*Obr.15*

Zdroj: [17]

**Největší model výrobce – typ BC 1172 RB – 4**



*Obr. 16*

Zdroj: [17]

## 6.2 Výběr nejprodávanějších značek kompaktorů na trhu

Rozdělení do tří anonymních značek. Posouzení a zařazení do váhové třídy v nejslabší a nejsilnější kategorii od každé značky a vzájemné technické porovnání. Seřazení do tabulek.

Z výše uvedeného seznamu hlavních světových výrobců kompaktorů pro hutnění skládek, byli na základě informací z veřejně i neveřejně přístupných zdrojů vybráni 3 výrobci, kteří tvoří nejprodávanější skupinu. Vzhledem k tomu, že některé technické informace strojů jsou výrobci považovány za neveřejné, byly kompaktory rozděleny do anonymních označení s názvy A, B, C. Neanonymní označení bylo sděleno vedoucímu diplomové práce.

### Technická data strojů A,B, C u základních modelů - hmotnostní kategorie 26 tun:

*Tab. 9*

Kompaktory	A	B	C
rovozní standardní hmotnost \ [kg]	24000	23748	26000
Zatížení náprav, přední \ [kg]	12000	11874	cca. 13000
Zatížení nápravy, zadní \ [kg]	12000	11874	cca. 13000
<b>Rozměry</b>			
Celková délka se štítem \ [mm]	8290	7854	8290
Celková šířka bez štítu \ [mm]	3335	3657	3240
Boční přesah přes kolo \ [mm]	0	0	2x290
Světlá výška, nominální \ [mm]	600	456	890
Světlá výška, nominální \ [mm]	600	456	250
Poloměr, vnitřní \ [mm]	3891	3126	4090
<b>Čelní štít</b>			
Šířka \ [mm]	3600	3556	3460
Výška štítu \ [mm]	1990	1914	1525
Plocha štítu \ [m <sup>2</sup> ]	7,2	6,7	5,3
<b>Ježková kola</b>			
Šířka, celková vpředu \ [mm]	2x1125	2x1016	1x2660

zadní \ [mm]	2x900	2x1016	1x2660
Vnější rozchod př. kol nebo bubnů \ [mm]	2660	3338	2660
Vnější rozchod zad.kol nebo bubnů \ [mm]	3335	3338	2660
Průměr, kolo nebo válec \ [mm]	1220	1300	1210
Hloubka průniku hlavic do mater. \ [mm]	220	168	180
Počet hlavic, přední	50 x 2	20 x 2	132
Počet hlavic, zadní	40 x 2	20 x 2	132
Typ kola	polygonální disk	hladký disk	ježkový válec
Druh hlavic	navářené/výměnné	navářené	navářené
Offsetové uložení hlavic \ [---]	ano	ano	ne
Počet dostupných typů kol \ [---]	3	2	1
Statické lineární zatížení, přední \ [kg / cm]	53,3	58,4	48,9
Statické lineární zatížení, zadní \ [kg / cm]	66,7	58,4	cca. 48,9
Počet škrabáků, vpředu / vzadu	20/14	6.12	22/22
<b>Jízdní vlastnosti</b>			
Rychlost (1) vpřed/vzad \ [Km / h]	0 - 4,5	5.6 / 6.3	0 -4,5
Speed (2) vpřed/vzad \ [Km / h]	0-12	9.5 / 10.6	0 - 6,0
Max. stoupavost \ [%]:	100	58(?)	neuveдена
<b>Pohon</b>			
Výrobce motoru	Deutz	Caterpillar	Cummins
Typ	TCD 2013 L06	2V C9 ACERT	QSC8.3 - C240
Počet válců		6-řadový	
Zdvihový \ [cm <sup>3</sup> ]	7146	8800	8300
Výkon ISO 9249 / DIN 6271 \ [kW]	190	175	186
Performance SAE J 1349 / J1995 \ [hp]	261	232	250
Oper. Hmotnost / výkon SAE \ [kg / hp]	92	102	104
Elektrický systém \ [V]	12	24	24
<b>Převodové ústrojí</b>			
pohon	hydrostatický	power shift	hydrostatický

<b>Řízení</b>			
Typ řízení	oscilační /kloubové	kloubové	kloubové
Systém řízení	hydrostatický	hydrostatický	hydrostatický
Úhel řízení vlevo / vpravo (stupňů)	35 40	nedost.info	nedost.info
Oscilační úhel + / - stupně	15°	8°	0°
<b>Kapacity + dopňující informace</b>			
Palivo \ [l]	375	446	760
Autom. mazací systém \ [kg]	2 kg	není	není

**Technická data strojů A,B, C u základních modelů - hmotnostní kategorie 52- 56 tun**

**Tab. 10**

<b>Hmotnosti</b>			
Provozní hmotnost standardní [kg]	55800	53682	52000
Zatížení přední nápravy [kg]	26850	nenalezeno	26000
Zatížení zadní nápravy [kg]	28950	nenalezeno	cca. 26000
<b>Rozměry</b>			
Celková délka se štítem [mm]	9575	10182	9230
Celková šířka bez štítu [mm]	4500	4280	4390
Vnější rozchod před. kol nebo bubnů [mm]	4500	4280	3800
Vnější rozchod zad. kol nebo bubnů [mm]	4260	4280	3800
Boční přesah stroje přes kolo [mm]	0	0	290 na každé straně
Světlá výška, nominální [mm]	765	632	890
Světlá výška, nejhlubší bod [mm]	765	632	250?
Poloměr otáčení, vnitřní [mm]	3050	4000	3310
<b>Čelní štít</b>			
Nastavení výšky nad zemí [mm]	1375	1.730	1230
Nastavení výšky pod zemí [mm]	50	364	140
Šířka [mm]	5200	5193	5000
Plocha štítu [m2]	11,6	11,6	9,8
<b>Ježková kola</b>			
Šířka kola/válce přední [mm]	2x 1400	2x1400	3800

Šířka kola/válce zadní [mm]	2x1400	2x1400	3800
Průměr, kolo nebo válec [mm]	1700	1720	1220
Průměr, vnější [mm]	2200	2050	1620
Počet hlavic, přední	72 x 2	40x2	110
Počet hlavic, zadní	72 x 2	40x2	110
Počet dostupných typů kol [---]	2	2	1
Typ kola	polygon. disk s kovanými, navařenými hlavicemi	hladký disk s "Plus" Tip hlavicí	hlavice ve válcovém bubnu
Typ kola	vysoce odolné hlavice Premium proti opotřebení	hladký disk se spirálovými zuby	
Druh hlavic	pin-on hlavice	plus tips	segmenty navařené
Statické lineární zatížení, vpředu [kg / cm]	95,9	nenalezeno	cca.67,8 +
Statické lineární zatížení, zadní [kg / cm]	103,4	nenalezeno	cca. 67,8 +
Počet škrabáků, vpředu / vzadu	24/24	8/16 na přání	20/20
Hloubka průniku [mm]	250	165	200
<b>Jízdni vlastnosti</b>			
Max. stoupavost [%]:	100	58	neuvádí
<b>Pohon</b>			
Výrobce motoru	Mercedes	Caterpillar	Cummins
Typ	OM502LA	C18 ACERT	QSX15-C535
Počet válců	8	6	6
Emisní třída	4i / 3b	4i / 3b	3a
Zdvihový [cm <sup>3</sup> ]	15900	18100	14900
Výkon ISO 9249 / DIN 6271 [kW]	440	419	439
Performance SAE J 1349 / J1995 [hp]	590	562	589
Otáčky [1 / min]	1800	2120	1800-2000
Oper. Hmotnost / výkon SAE [kg / hp]	93,2	107,6	88,2
Elektrický systém [V]	24	24	24
Pohon	hydrostatický	power shift	hydrostatický
<b>Řízení</b>			
Způsob řízení	oscilace + kloubové	kloubové	kloubové
System řízení	hydrostatický	hydrostatický	hydrostatický

Úhel řízení vlevo / vpravo stupňů	40	43	40
Oscilační úhel (+/-) stupňů	15°	13°	0
<b>Kapacity</b>			
Palivo	1000	793	760
Autom. mazací systém \ [kg]	2 kg	není	není

### 6.3 Porovnání specifických vlastností vybraných strojů dle parametrů

#### 6.3.1 Průchodnost terénem - stoupavost

Výrobce kompaktorů A i B uvádí v obou hmotnostních kategoriích 26/56 tun, pro své stroje, shodné hodnoty maximální stoupavosti. U výrobce C nebylo možné tyto hodnoty dohledat, neboť je neuvádí v žádných materiálech.

Vzhledem k tomu, že výrobce kompaktorů C nemá dnes trvale v České Republice žádný ze svých strojů a pouze náhodně je zapůjčuje do společností, které se zabývají skládkováním, nebylo možné tuto informaci dohledat návštěvou skládky s tímto kompaktozem.

*Tab. 11*

Výrobce kompaktoru	A	B	C
Max. stoupavost \ [%]:	100	58	neuveдена

#### Z parametrů uvedených v tabulce a dalších informací lze odvodit následující

##### závěr:

- Z hodnot je zřejmé, že výrobce kompaktorů A zcela přesahuje svojí stoupavostí zbylé konkurenty B i C.
- U kompaktoru C je možno z neveřejných zdrojů zjistit, že stoupavost stroje dosahuje výrazně horších parametrů oproti výrobcí A.
- Vzhledem k vlastní konstrukci stroje C a především dvěma pevným jezkovým válcům nemá tento stroj, i díky absenci oscilačního kyvného rámu, ideální trakční schopnosti při pojezdu v nakloněném nebo nerovném terénu skládek odpadu jako jeho konkurence.



**Obr. 17**

Zdroj: [A]

### 6.3.2 Průchodnost terénem – rám stroje

Pevnost a tuhost rámu kompaktoru je základem pro dlouhodobou výdrž stroje při zvládnutí obtížného terénu na skládkách. Kvalita materiálů rámové konstrukce musí být velmi vysoká, vzhledem k tomu, že při průjezdu po skládkovém tělese dochází, díky nerovnoměrnému povrchu a značným sklonům, ke vzniku značných torzních sil, které působí na všechna uložení, především však na řídicí středový mechanismus.

Kompaktory všech zvolených výrobců mají rám se středovým kloubem, který je hydraulicky ovládaný a umožňuje boční pohyb. Zejména v tomto místě dochází k vysokému pnutí a namáhání, což se v čase může projevit značným opotřebením. Níže je technická specifikace a na obrazové dokumentaci jsou znázorněny systémy středových kloubů jednotlivých výrobců.

#### **Parametry řízení v hmotnostní kategorii 26 tun:**

**Tab. 12**

Kompaktory	A	B	C
Úhel řízení vlevo / vpravo (stupňů)	35	nedost.info	nedost.info
Oscilační úhel + / - stupně	15°	8°	0°



**Parametry řízení v hmotnostní kategorii 56 tun:**

*Tab. 13*

Kompaktory	A	B	C
Úhel řízení vlevo / vpravo stupňů	40	43	40
Oscilační úhel (+/-) stupňů	15°	13°	0

Obrazová dokumentace jednotlivých typů středového uložení řízení

*a) Systém řízení kompaktoru A s vyobrazením oscilačního natočení.*



**Obr. 18**

Zdroj: [A]

b) *Systém řízení kompaktoru B bez možnosti oscilačního natočení.*



**Obr. 19**

Zdroj: [B]

c) *Systém řízení kompaktoru C bez možnosti oscilačního natočení.*



**Obr. 20**

Zdroj: [C]

Z uvedených tech. parametrů a obrazové dokumentace lze odvodit následující závěr:

- Kompaktor A má oscilační kloubový spoj, který je určen především ke kompenzaci různých natáčení rámu dle podkladových vrstev při pojezdu vpřed / vzad. Oscilační výkyv je možný do hodnoty (+/-) 15 stupňů. Tento pohyb ovlivňuje i míru resp. rovnoměrnost zhutnění i na nerovném terénu.

Dlouhou životnost celé soustavy zajišťuje i standardní systém centrálního mazání.

- Kompaktor B má středový kloubový spoj. Oproti konkurenčnímu stroji A má oscilaci až na zadní nápravě, což není tak výhodné spojení při snižování torzních sil ve středovém kloubu.
- Kompaktor C má středový kloubový spoj, který je určen pouze pro řízení v bočním pohybu. Není zde žádné oscilační uložení rámu jako v případě stroje A ani oscilace zadní nápravy stroje B. Při průjezdu po nerovném terénu nebo při křížení podkladových vrstev, tak vzniká velké napětí v tahu a krutu na uložení hydraulických pístnic a rám stroje. Systém centrálního mazání je možný pouze jako nadstandardní vybavení za příplatek.

### 6.3.3 Nejnižší bod stroje nad terénem

Velmi důležitou vlastností každého kompaktoru je jeho světlá výška. Jde o údaj, který stroji zajišťuje dostatečnou průchodnost hutněným odpadem, nevznikají ztráty výkonu resp. odčerpávání výkonu, protože nedochází k masivnímu hromadění odpadu pod vlastním podvozkem stroje.

#### Údaje o světlé výšce v hmotnostní kategorii 26 tun:

*Tab.14*

Výrobce kompaktoru/ světlá výška	A	B	C
Světlá výška, nominální \ [mm]	600	456	890
Světlá výška, nominální \ [mm]	600	456	cca 250

### Údaje o světlé výšce v hmotnostní kategorii do 56 tun:

Tab.15

Výrobce kompaktoru/ světlá výška	A	B	C
Světlá výška, nominální \ [mm]	765	632	890
Světlá výška, nominální \ [mm]	765	632	cca 250

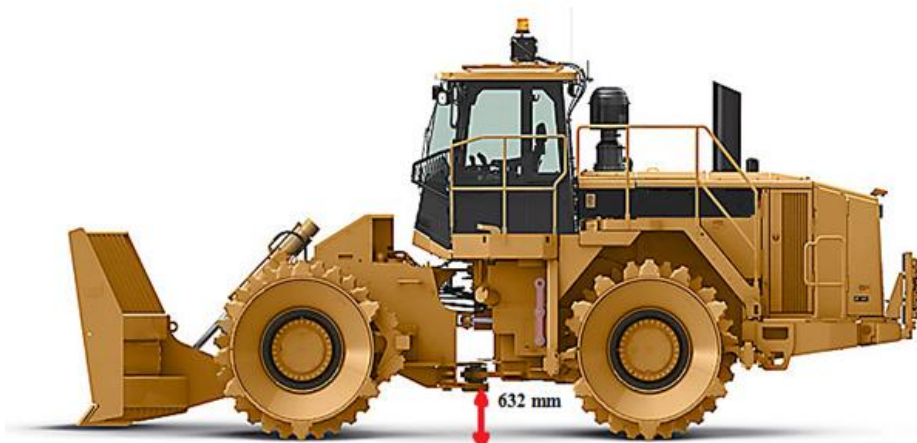
### Z výše uvedených parametrů lze odvodit následující závěr:

- Výrobce A uvádí nominální světlou výšku u svých strojů 600 a 765 mm. Vzhledem k tomu, že na rámu stroje nemá žádné body, které jsou uloženy níže, tak jsou tyto hodnoty platné.
- Obdobné posouzení platí i pro stroj výrobce B, který má podobný typ rámu a ani zde nejsou žádné jiné nižší body.
- Odlišná situace, při posouzení, nastává u výrobce C, který deklaruje svoji nominální světlou výšku na hodnotě 890 mm, čímž předčí oba své konkurenty v obou váhových kategoriích. Tento údaj však nemůže být považován jako absolutní, protože jak je z níže přiloženého snímku zřejmé, jej výrazným způsobem sníží nejnižší body stroje. Jde o čtyři nejnižší položená místa zakrytovaného podvozku, která jsou cca. 250 mm nad povrchem terénu. S tímto údajem se kompaktor C stává posledním v obou kategoriích (26/56 tun).



Obr. 21

Zdroj: [A] + úprava autora



*Obr. 22*

Zdroj: [B] + úprava autora



*Obr. 23*

Zdroj: [C] + úprava autora

#### **6.3.4. Těžiště stroje**

Dalším velmi důležitým ukazatelem stability a schopnosti strojů zvládat průjezd náročným terénem je i jejich vlastní těžiště. Fyzikální zákony nám říkají, že těžištěm jsou působiště tíhových sil působících na tělesa. Proto i u kompaktorů hraje významnou roli.

**Údaje o výšce v hmotnostní kategorii 26 tun:**

*Tab.16*

Výrobce kompaktoru	A	B	C
Výška stroje – měřeno po hranu krytu motoru \ [mm]	neudává	2489	3470

**Údaje o výšce v hmotnostní kategorii do 56 tun:**

*Tab.17*

Výrobce kompaktoru	A	B	C
Výška stroje – měřeno po hranu krytu motoru \ [mm]	neudává	3421	3520

**Z dat lze odvodit následující závěr:**

- nejnižší položené těžiště má výrobce kompaktorů B, protože např. ve třídě 26 tun je rozdíl výšek mezi strojem B a C asi 10 cm, což má zcela jistě vliv i na samotnou stabilitu stroje.
- Kompaktory A nemají nikde uvedeny potřebné hodnoty a proto nemohou být posouzeny.

**6.3.5 Posouzení rychlosti výměny hutnicích hlavic**

Hutnicí účinek stroje je, mimo vlastní hmotnost a sílu vibrací při hutnění materiálu, do značné míry ovlivněna i hlavicemi, které jsou součástí ježkových kol nebo válců. Jejich tvary, uložení a materiál, ze kterých jsou vyrobeny, hrají nezanedbatelnou roli při provozu kompaktoru. Časová náročnost jejich výměny může ovlivnit provoz stroje i v řádech několika dnů prostojů.



## Kompaktory výrobce A

- a) Základní model má na polygonálním disku navažené kované hlavice.



**Obr. 24**

Zdroj: [A] + úprava autora

- b) Druhé v pořadí jsou kované hlavice se systémem tzv. Pin-on. Jejich výměna je možná bez svařování, což následně snižuje dobu potřebnou pro jejich výměnu. Stroj tak nemá zbytečné neekonomické prostoje.



**Obr. 25**

Zdroj: [A]

- c) Třetím typem jsou na polygonální disku uchycené hlavice "Premium" s vysokou odolností proti opotřebení.

### Kompaktory výrobce B

- a) První v pořadí je hlavice Paddle Tip, která má poskytnout vysokou trakci a menší spotřebu paliva.
- b) Druhým modelem je hlavice Plus Tip, kdy se jedná o tradiční design pro zvýšení boční stability ve svazích.



**Obr. 26**

Zdroj: [B]

- c) Třetí variantou je hlavice Combination Tip, která bývá kombinací dvou již zmíněných.

Všechny modely výrobce B jsou navařeny na hladkém běhounu a jejich výměna je časově náročná.

### Kompaktory výrobce C

Hlavice tohoto výrobce jsou pouze v jednom provedení. Kované hlavice jsou zde pouze navařené na hladké ploše válce. Velkým negativem těchto hutnicích hlavice jsou jejich časově velmi náročné výměny, které lze provádět pouze zpětným navařováním.



**Obr. 27**

Zdroj: [C]



### **Z výše uvedených údajů lze odvodit následující závěr:**

Jako nejlepší variantou z hlediska časové náročnosti na výměnu, jsou na prvním místě kované hlavice stroje A se systémem tzv. Pin-on. Jejich výměna je možná bez svařování, pouze se mechanicky vyráží jistící čepy, což následně významně snižuje dobu potřebnou pro jejich výměnu. Stroj tak nemá zbytečné neekonomické prostoje.

## **6.4 Výpočet hodnotícího údaje**

**Vzorec výpočtu:**  $Výkon [kW] : hmotnost [t] = poměr [kW / t]$

### **Výkon kw/ tunu hmotnosti daného stroje v hmotnostní kategorii do 26 tun**

#### **Stroj A**

Výkon ISO 9249 / DIN 6271 \ [kW]	190
Provozní standardní hmotnost \ [t]	24,00
Zdvihový objem\ [cm <sup>3</sup> ]	7146
<b><u>Hodnota výkonu [kW / t]</u></b>	<b><u>7,92</u></b>

#### **Stroj B**

Výkon ISO 9249 / DIN 6271 \ [kW]	175
Provozní standardní hmotnost \ [t]	23,75
Zdvihový objem\ [cm <sup>3</sup> ]	8.800
<b><u>Hodnota výkonu [kW / t]</u></b>	<b><u>7,38</u></b>

#### **Stroj C**

Výkon ISO 9249 / DIN 6271 \ [kW]	186
Provozní standardní hmotnost \ [t]	26,00
Zdvihový objem\ [cm <sup>3</sup> ]	8.300
<b><u>Hodnota výkonu [kW / t]</u></b>	<b><u>7,15</u></b>

Porovnáním výše uvedených parametrů bylo zjištěno, že v hmotnostní kategorii do 26 tun má nejlepší poměr hmotnosti a výkonu kompaktor výrobce A, protože dosáhl nejvyšší hodnoty kW / t.

### **Výkon kw/ tunu hmotnosti daného stroje v hmotnostní kategorii do 56 tun**

#### **Stroj A**

Výkon ISO 9249 / DIN 6271 \ [kW]	440
Provozní standardní hmotnost \ [t]	55,80
Zdvihový objem\ [cm <sup>3</sup> ]	15.900
<b><u>Hodnota výkonu [kW / t]</u></b>	<b><u>7,88</u></b>

#### **Stroj B**

Výkon ISO 9249 / DIN 6271 \ [kW]	419
Provozní standardní hmotnost \ [t]	53,68
Zdvihový objem\ [cm <sup>3</sup> ]	18.100
<b><u>Hodnota výkonu [kW / t]</u></b>	<b><u>7,80</u></b>

#### **Stroj C**

Výkon ISO 9249 / DIN 6271 \ [kW]	439
Provozní standardní hmotnost \ [t]	52,00
Zdvihový objem\ [cm <sup>3</sup> ]	14.900
<b><u>Hodnota výkonu [kW / t]</u></b>	<b><u>8,44</u></b>

Porovnáním výše uvedených parametrů bylo zjištěno, že v hmotnostní kategorii do 56 tun má nejlepší poměr hmotnosti a výkonu kompaktor výrobce C, protože dosáhl nejvyšší hodnoty kW / t. Vzhledem k tomu, že výrobce A v kategorii do 26 tun a výrobce C v kategorii do 56 tun mají i nejnižší objemy motorů, lze předpokládat, že bude dosahována lepší průměrná hodnota ukazatele spotřeba paliva na množství zhutnělého odpadu, protože hmotnost stroje je významnou veličinou při hutnění .

## 6.5 Vícekriteriální hodnocení vybraných parametrů strojů

### 7.5.1 Metodika hodnocení:

Z hlavních technických parametrů, které jsou stěžejní z hlediska provozu a výkonů stroje, a které vycházejí ze zjištěných dat, se ke každé vybrané hodnotě z tabulky přidělí body v rozsahu od 1 do 3. Hodnota 1 je počítána jako nejslabší, hodnota 3 jako nejsilnější bodové ohodnocení. Kritérium přidělení hodnoty bodu uvedeno viz níže:

**Hmotnost** – pro hmotnost platí, co nejtěžší stroj to větší zhutnění a tím maximální počet bodů

**Plocha štítu** – platí, že 3 body mají být přiděleny stroji s největší plochou v m<sup>2</sup>

**Hloubka průniku hlavic do materiálu** – platí pravidlo čím hlouběji, tím větší účinek hutnění.

**Počet hlavic, přední** – platí pravidlo, čím větší počet hlavic, tím více je upraven povrch tělesa

**Počet hlavic, zadní** – platí pravidlo, čím větší počet hlavic, tím více je upraven povrch tělesa

**Typ kola** – Stroje s polygonálním diskem mají větší hutnicí účinnost než běžný běhoun

**Druh hlavic** – Nejvyšší počet bodů obdrží výrobce s nejkratší dobou jejich výměny

**Offsetové uložení hlavic** – Offsetové uložení je důležitým parametrem hutnění

**Počet dostupných typů kol** – Nejvíce bodů za největší počet dostupných kol

**Max. stoupavost** – Velmi důležitý parametr. Platí, čím větší má stroj stoupavost, tím zvládá obtížnější terén.

**Světlá výška, nominální** – Podstatný ukazatel pro průjezdnost a nákladovost stroje. 3 body za nejvyšší hodnotu

**Výkon** – Platí čím je větší hodnota kW, tím je stroj silnější

**Výkon kw/ tunu hmotnosti** – Obdobné jako výkon, čím je hodnota kW/t vyšší, tím je stroj silnější resp. účinnější

**Oscilační úhel + / - stupně** – Má-li stroj i oscilační výkyv rámu významně snižuje jeho mech. namáhání

**Výška stroje po hranu motorového prostoru** – Čím je těžiště stroje na nerovnoměrném terénu výše, tím má menší stabilitu. 3 body obdrží stroj s nejnižší hodnotou.

**Porovnání a bodové ohodnocení strojů v hmotnostní kategorii do 26 tun:**

**Tab.18**

	Stroj A	Stroj B	Stroj C	hodnocení		
				A	B	C
Hmotnost	24000	23748	26000	2	1	3
Plocha štítu \ [m2]	7,2	6,7	5,3	3	2	1
Hloubka průniku hlavic do materiálu \ [mm]	220	168	180	3	1	2
Počet hlavic, přední	50 x 2	20 x 2	132	2	1	3
Počet hlavic, zadní	40 x 2	20 x 2	132	2	1	3
Typ kola	Polygon. disk	hladký disk	ježkový válec	3	1	1
Druh hlavic	navářené/výměnné	navářené	navářené	3	1	1
Offsetové uložení hlavic	ano	ano	ne	3	2	1
Počet dostupných typů kol	3	2	1	3	2	1
Max. stoupavost \ [%]:	100	58(?)	neuveдена	3	2	0
Světlá výška, nominální \ [mm]	600	456	250	3	2	1
Pohon						
Zdvihový \ [cm3]	7146	8800	8300	3	1	2
Výkon ISO 9249 \ [kW]	190	175	186	3	1	2
Výkon kw/ tunu hmotnosti	7,92	7,38	7,15	3	2	1
Typ řízení	oscilační + kloubové	kloubové	kloubové	3	1	1
Oscilační úhel + / - stupně	15°	8°	0°	3	2	1
Výška stroje po hranu motoru- těžiště [mm]	neudáno	2489	3470	0	3	2
<b>Celkem bodů</b>				<b>45</b>	<b>26</b>	<b>26</b>

V kategorii DO 26 tun získaly stroje A,B,C hodnocení:

Kompaktor A - 45 bodů

Kompaktor B - 26 bodů

Kompaktor C - 26 bodů

**Porovnání a bodové ohodnocení strojů v hmotnostní kategorii do 56 tun:**

**Tab.19**

	Stroj A	Stroj B	Stroj C	hodnocení		
				A	B	C
Hmotnost	55800	53682	52000	3	2	1
Plocha štítu \ [m2]	11,6	11,6	9,8	3	3	2
Hloubka průniku hlavice do materiálu \ [mm]	250	165	200	3	1	2
Počet hlavice, přední	72 x 2	40x2	110	3	1	2
Počet hlavice, zadní	72 x 2	40x2	110	3	1	2
Typ kola	polygon. disk	hladký disk	válcový buben	3	2	1
Druh hlavice	pin-on hlavice	plus tips	segmenty navařené	3	2	1
Offsetové uložení hlavice	ano	ne	ne	3	1	1
Počet dostupných typů kol	2	2	1	3	3	1
Max. stoupavost \ [%]:	100	58(?)	neuveдена	3	2	0
Světlá výška, nominální \ [mm]	765	632	cca 250	3	2	1
Pohon						
Zdvihový \ [cm3]	15900	18100	14900	2	1	3
Výkon ISO 9249 \ [kW]	440	419	439	3	1	2
Výkon kw/ tunu hmotnosti	7,88	7,80	8,44	2	1	3
Typ řízení	oscilační + kloubové	kloubové	kloubové	3	2	2
Oscilační úhel + / - stupně	15°	13°	0°	3	2	1
Výška stroje po hranu motoru– těžiště [mm]	neudáno	3421	3520	0	3	2
<b>Celkem bodů</b>				<b>46</b>	<b>30</b>	<b>27</b>

V kategorii DO 56 tun získaly stroje A,B,C hodnocení:

Kompaktor A - 46 bodů

Kompaktor B - 30 bodů

Kompaktor C - 27 bodů

## 7 ZÁVÉR

V diplomové práci jsem svoji pozornost zaměřil na dosud málo publikovanou problematiku skládkových kompaktorů.

Základem práce byla analýza všech dostupných údajů a technických parametrů a to z veřejných i neveřejných zdrojů. Z těchto informací jsem dále čerpal fakta, která mi následně pomohla vybrat hlavní světové výrobce zmiňovaných strojů. Z této skupiny byli vybráni tři hlavní producenti, které jsem podrobněji popsal v textu a v technických parametrech uvedených v tabulkách. Z portfolia této úzké skupiny jsem následně vybral reprezentativní vzorek strojů a to nejslabší a nejsilnější model od každého vybraného výrobce.

V hmotnostní řadě do 26 tun jsem zjistil následující závěry. Kompaktor výrobce A byl posouzen ve vícekritériálním hodnocení jako nejvhodnější stroj mezi vybranými, kdy obdržel 45 bodů, což bylo nejvíce mezi sledovanými. Výhodou těchto kompaktorů je vlastní koncepcí rámu stroje a ovládání s oscilačním výkyvem, které napomáhá ke snižování torzních sil v rámové konstrukci, vznikajících při průjezdu po nezpevněném a nakloněném terénu. Dalším zvýhodňujícím parametrem stroje je jeho výkon kw/ tunu hmotnosti a hloubka průniku hlavic do materiálu. I v těchto údajích byl kompaktor A ohodnocen nejvyšším počtem bodů. Druhý v pořadí se umístil kompaktor výrobce B, který obdržel 26 bodů. Na druhé místo byl zařazen i přes stejný počet bodů se stroje C a to díky celkové konstrukci stroje a řízení. Předností byla i např. stejná plocha čelního štítu s vítězem A, nejlépe umístěné těžiště mezi všemi hodnocenými a obdobný typ konstrukce rámu jako u kompaktoru A. Plného počtu bodu v tomto kritériu neobdržel vzhledem k tomu, že má oscilační výkyv pouze v zadní nápravě, což není optimální vůči namáhání stroje ve středovém kloubu. Třetí v pořadí byl kompaktor výrobce C, který dosáhl stejného počtu bodů s výsledkem 26. Tento stroj je konstruován odlišným způsobem oproti dvěma předešlým, kdy je vybaven dvěma ježkovými běhouny šíře stroje. Tato konstrukce se neosvědčila jako nejvhodnější, neboť kompaktor má menší stabilitu v náklonech, neuváděnou stoupavost a také není vybaven jakýmkoliv oscilačním výkyvem rámu a to ani ve středovém kloubu nebo v nápravě. Tím dochází k pnutí konstrukčních prvků rámu, především ve středovém uložení kloubu. O těchto

negativech svědčí malý zájem kupujících v ČR, kdy není trvalou součástí žádného skládkového provozu.

V hmotnostní řadě do 56 tun jsem zjistil tyto závěry. Vítězem multikriteriálního hodnocení byl, tak jako v předešlé třídě, kompaktor výrobce A, který obdržel 46 bodů, což bylo nejvíce mezi sledovanými. Zisk maximálního počtu bodů si připsal i v kategorii počtu hlavice a jejich uchycení na polygonální disk rychlosystémem Pin-on. Ostatní, již zmíněné přednosti z předešlé váhové kategorie, jsou samozřejmě obdobné i u tohoto modelu kompaktoru A, které jsem dále hodnotil. Druhým v pořadí byl stroj výrobce B, který v této kategorii získal navíc body i v počtu dostupných ježkových kol. Jinak je konstrukce stroje stejná jako v předešlé hmotnostní třídě a taktéž nebylo důvodem ji znovu hodnotit.

Třetím, s počtem 27 bodů, byl kompaktor výrobce C, který je konstrukčně také stejný jako sesterský model v nižší váhové kategorie.

## **8 SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 .....	13
Obrázek 2.....	17
Obrázek 3.....	20
Obrázek 4.....	21
Obrázek 5 .....	23
Obrázek 6.....	23
Obrázek 7.....	26
Obrázek 8.....	27
Obrázek 9.....	28
Obrázek 10.....	28
Obrázek 11.....	29
Obrázek 12.....	30
Obrázek 13.....	32
Obrázek 14.....	32
Obrázek 15.....	34
Obrázek 16 .....	34
Obrázek 17 .....	40

Obrázek 18.....	41
Obrázek 19.....	42
Obrázek 20.....	42
Obrázek 21.....	44
Obrázek 22.....	45
Obrázek 23.....	45
Obrázek 24.....	47
Obrázek 25.....	47
Obrázek 26.....	48
Obrázek 27.....	48

## **9 SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1.....	18
Tabulka 2.....	26
Tabulka 3.....	27
Tabulka 4.....	29
Tabulka 5.....	31
Tabulka 6.....	31
Tabulka 7.....	33
Tabulka 8.....	33
Tabulka 9.....	35
Tabulka 10.....	37
Tabulka 11.....	39
Tabulka 12.....	40
Tabulka 13.....	41
Tabulka 14.....	43
Tabulka 15.....	44
Tabulka 16.....	46
Tabulka 17.....	46
Tabulka 18.....	52
Tabulka 19.....	53



## 10 LITERÁRNÍ ZDROJE

- [1] Filip J., Božek F., Kotvicová J.: *Komunální odpad a skládkování*. 1. vydání. Brno.: MZLU, 2003. 128 s. ISBN 80-7157-712-x
- [2] Mareček J.: *Legislativa odpadového hospodářství*. 1. vydání. Brno.: MZLU, 2003. 135s. ISBN 80-7157-656-5
- [3] Jurník A.: *Ekologické skládky*, Olomouc.: Alda, 1994, 180 s.
- [4] Pokorný E., Filip J., Láznička V.: *Rekultivace*. 1. vydání. Brno.: MZLU, 2001. 128 s. ISBN 80-7157-489-9
- [5] Kučerová, Erika. Minimalizace vlivu výstavby skládky na životní prostředí: bakalářská práce. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Agronomická fakulta, 2006. 38 l., strana 9-12. Vedoucí bakalářské práce Kotovicová, Jana.
- [6] Ministerstvo životního prostředí. Šestá hodnotící správa o plnění nařízení vlády č. 197/2003 Sb., O Plánu odpadového hospodářství České republiky za rok 2010. [Internet] Praha, 2012
- [7] BUDA, J.: Produkce odpadů a vývoj ukládání odpadů na skládky v České republice [online]. Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.Masaryka. [cit. 15-5-2010]. Dostupné z: < [http://www.bipro.de/wasteevents/doc/events07/cz\\_presentation\\_13cwm\\_jb.pdf](http://www.bipro.de/wasteevents/doc/events07/cz_presentation_13cwm_jb.pdf)
- [8] Statistická ročenka MŽP České republiky 2012. Praha: Cenia. [Internet] 2012, [cit. 11. 12. 2014]. .
- [9] Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech. [Internet] 2001, [cit. 12. 9. 2014]. .

- [10] VŠCHT. Skripta *Skládkování odpadů*, [online] [Cit. 10.4.2015]. Dostupné z :  
<http://old.vscht.cz/uchop/udalosti/skripta/1ZOZP/odpady/odpady4.htm>
- [11] Cenia. Článek [online] [Cit. 10.4.2015]. Dostupné:  
<http://vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=skladkovani&site=odpady>
- [12] Německé muzeum, Článek [online] [Cit. 12.4.2015]. Dostupné z :  
[http://de.wikipedia.org/wiki/Deutsches\\_Stra%C3%9Fenmuseum#/media/File:Deutsches\\_Stra%C3%9Fenmuseum,\\_Germersheim.\\_Horse-drawn\\_road\\_roller\\_01.jpg](http://de.wikipedia.org/wiki/Deutsches_Stra%C3%9Fenmuseum#/media/File:Deutsches_Stra%C3%9Fenmuseum,_Germersheim._Horse-drawn_road_roller_01.jpg)
- [13] Oficiální stránky výrobce. *ALJON*, Článek [online] [Cit. 12.3.2015]. Dostupné z :  
<http://www.aljon.com/solid-waste-equipment/>
- [14] Oficiální stránky výrobce. *TANA*, Článek [online] [Cit. 12.12.2014]. Dostupné z :  
<http://www.tana.fi/landfill-operations/tanaproducts>
- [15] Oficiální stránky výrobce. *CATERPILLAR*, Článek [online] [Cit. 2.11.2014].  
Dostupné z :  
<http://zeppelin.cz/online-katalog/stavebni-stroje-caterpillar/dozery/kompaktory-cat>
- [16] Oficiální stránky výrobce. *VANDEL*, Článek [online] [Cit. 21.4.2015]. Dostupné z :  
<http://www.vandel.fr/us/landfill-compactor-quantum-qs-260.asp>
- [17] Oficiální stránky výrobce. *BOMAG*, Článek [online] [Cit. 18.2.2015]. Dostupné z :  
<http://www.bomag.com/de/de/neumaschinen.htm>