

JIHOČESKÁ UNIVERSITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: Zemědělství (B4131) Bakalářský

Studijní obor: Zemědělská technika: obchod, servis a služby

Katedra: Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

ČASOVÁ ANALÝZA PRACOVNÍCH OPERACÍ PŘI SVOZU DOMOVNÍHO A KOMUNÁLNÍHO ODPADU

AUTOR BAKALÁŘSKÉ PRÁCE: LUDĚK HEJNÝ

VEDOUCÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE: CELJAK IVO, ING. CSC.

České Budějovice 2016

Prohlášení o původnosti včetně souhlasu s uveřejněním práce

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných fakultou - elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Luděk Hejný

Poděkování

Rád bych vyslovil poděkování pro pana Ing. Ivo Celjaka CSc. Za jeho cenné rady, věcné připomínky a konzultace při vypracování této práce. Přednostně firmě Služby města Milevska s.r.o. za poskytnutí informací a možnosti měření na jejich technice. Dále bych chtěl poděkovat všem, co mi poskytli informace a pomoc při jejich sběru.

Anotace

Bakalářská práce se zabývá konkretizací nutných pracovních operací při nakládání s komunálním odpadem. Následným měřením časů potřebných k jejich vykonání.

Annotation

This thesis deals with concretization of necessary work operations in the management of municipal waste. Then measuring the time required for their execution.

Obsah

1	Úvod.....	6
2	Cíl práce.....	7
3	Rešerše literatury a zdrojů	7
3.1	Definice odpadu	7
3.2	Nádoby na komunální odpad.....	7
3.2.1	Plastové popelnice kulaté	8
3.2.2	Plastové popelnice hranaté 60 l -360 l.....	9
3.2.3	Plechové popelnice 70 l – 110 l.....	11
3.2.4	Kontejnery s objemem do 1100 l.....	12
3.2.5	Velkoobjemové kontejnery	14
3.3	Vozidla pro svoz komunálního odpadu.....	15
3.3.1	Rotační lisování	16
3.3.2	Lineární lisování.....	16
3.3.3	Dělení svozových vozidel.....	16
3.4	Dělení vozidel dle velikosti	20
3.5	Alternativní způsoby dopravy odpadu	23
4	Skladování komunálního odpadu.....	23
5	Materiál, metody a výpočty	27
6	Výsledky	29
7	Závěr	32
8	Seznam použité literatury	35
9	Seznam obrázků.....	36
10	Seznam Tabulek	37
11	Přílohy.....	38

1 Úvod

Komunální odpad vzniká ve většině domácností České republiky, stejně tak vzniká u firem. U firem se nedá přesně vyjádřit vztah mezi vznikem komunálního odpadu a počtem zaměstnanců. Na rozdíl však u průměrné domácnosti České republiky lze vztah mezi komunálním odpadem a osobami žijícími v domácnosti jednoduše vyjádřit. Čím více osob žijících v domácnosti, tím zpravidla komunálního odpadu přibývá. Celkově lze říci, pakliže přibývá lidí v dané oblasti, musí zákonitě vzrůst i produkce komunálního odpadu. Z údajů uvedených na webové stránce Ministerstva životního prostředí je patrné, že se v městě, kde bylo provedeno měření svozu, rok od roku produkce odpadu mírně zvyšuje.

To v praxi znamená, že města a oblasti kde je nárůst počtu obyvatel a kde se zvyšuje počet působících firem, budou následně zaznamenávat zvýšenou produkci komunálního odpadu a tím i zvyšující se náklady na svoz a manipulaci s komunálním odpadem.

To většinu měst a firem pracujících s komunálním odpadem donutí k vypracování postupně lepších a efektivnějších programů pro nakládání s odpady. Například linky na následné přetřídění komunálního odpadu, kde pracovníci odstraňují z komunálního odpadu tříditelný odpad. Například sklo, plast a kovy ale i biologicky odbouratelný odpad jako jsou zbytky z kuchyně. V této práci jim pomáhají jednoduché systémy, magnety které odstraňují kovy nebo sestavy dopravníkových pásů a sít.

To vše má za následek vývoj efektivnějších systémů svozu komunálního odpadu. Ať už jsou to větší objemy vozidel pro svoz komunálního odpadu nebo vylepšení jejich nakládacích a lisovacích mechanismů. Velké zvýšení pozornosti zaznamenalo i umístění popelnic a plánování tras svozu.

Svoz komunálního odpadu je běžnou, ale velmi důležitou součástí dnešní doby. Na různých místech našeho světa je svoz a nakládání s komunálním odpadem velkým problémem. Jde o takové množství komunálního odpadu, které je buď problém někde uskladnit, nebo ho vůbec nějak svézt z ulic. K této činnosti je zapotřebí množství

moderní techniky. Vzhledem k tomu, že v naší republice nejsou automobily s mechanickým ramenem tak časté, je zde zapotřebí stále mnoho lidské síly.

2 Cíl práce

Cílem práce je změřit časy dílčích pracovních operací při svozu domovního a komunálního odpadu pro výpočet celkové doby cyklu a stanovit výkonnost svozového vozidla ve vybrané lokalitě.

3 Rešerše literatury a zdrojů

3.1 Definice odpadu

Komunálním odpadem se rozumí podle vyhlášky č. 381/2001 Sb. „odpady z domácností a podobné živnostenské, průmyslové odpady a odpady z úřadů, včetně složek z odděleného sběru“ (1).

Podle § 3 Zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech je odpad movitá věc, které se člověk zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit. Odpady lze rozdělit na mnoho skupin podle rozmanitých kritérií. Komunálním odpadem se podle § 4, odst. b) rozumí veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti fyzických osob, s výjimkou odpadů vznikajících u právnických osob nebo u fyzických osob oprávněných k podnikání. Nakládáním s odpady se rozumí jejich shromažďování, sběr, výkup, třídění, přeprava a doprava, skladování, úprava, využívání a odstraňování. Přeprava a doprava odpadů jsou tedy specifickými formami nakládání s odpady (2).

Podle § 10 Zákona č. 185/2001 Sb., má každý při své činnosti nebo v rozsahu své působnosti povinnost předcházet vzniku odpadů, omezovat jejich množství a nebezpečné vlastnosti; odpady, jejichž vzniku nelze zabránit, musí být využity, případně odstraněny způsobem, který neohrožuje lidské zdraví, životní prostředí a který je v souladu s tímto zákonem a se zvláštními právními předpisy (2).

3.2 Nádoby na komunální odpad

Nádoby pro svoz komunálního odpadu lze roztrždit podle několika kritérií. Jako prvním kritériem pro třídění je objem, který se pohybuje v rozmezí 70 l – 1100 l.

Dalším kritériem třídění je nosnost nádoby, kde se jedná o hmotnosti od 48 kg až k 360 kg. Nádoby lze také dělit dle použitého materiálu, nejčastěji používanými jsou pozinkovaný plech a tvrzený plast (3).

Veškeré nádoby pro běžný komunální odpad a nádoby pro tříděný odpad jsou vyráběny dle evropské normy EN 840.

Pro rozdělení do základních skupin je použito dělení podle použitého materiálu a jejich tvaru. Následně jsou rozdělené dle jejich objemu.

3.2.1 Plastové popelnice kulaté

- Objem od 70 l do 110 l,
- nosnost 35 kg – 53 kg,
- nádoby jsou vyrobeny z nízkotlakého polyetylenu,
- plastové nádoby jsou vhodné pro ukládání všech druhů komunálního odpadu, nelze je použít pro ukládání horkého popela,
- lehké, snadno manipulovatelné, odolné mrazu a UV záření,
- přípojovací rozměry vyhovují vyklápěcí technice užívané na našem trhu,
- obě velikosti jsou dodávány ve dvou barevných odstínech,
- při velkých objednávaných množstvích je možno nádoby opatřit názvem nebo logem uživatele,
- odolné proti kyselinám a olejům. (3)

Plastová popelnice kulatá 70 l

Objem - 70 l

Hl. Rozměry – 520 x 640 mm

Hmotnost (kg) - 4,2

Nosnost (kg) – 35



Obrázek 1- popelnice

Plastová popelnice kulatá 110 l

Objem - 110 l

Hl. Rozměry - 520x940mm

Hmotnost (kg) - 6,2

Nosnost (kg) – 53

3.2.2 Plastové popelnice hranaté 60 l -360 l

- Objem od 60 l do 360 l,
- nosnost od 50 kg do 160 kg
- vhodné pro sběr komunálního a průmyslového odpadu,
- na přání zákazníka lze dodávat s úpravou pro sběr tříděného odpadu,
- odpovídají DIN EN 840-1,
- odolné UV záření, nízkým a vyšším atmosférickým teplotám,
- hladké povrchy zabraňují ulpívání odpadu,
- rezistentní proti chemickým a biologickým vlivům,
- materiál, ze kterého jsou vyrobeny je recyklovatelný, neobsahuje kadmium,

- nevhodné pro ukládání horkého popela. (4)



Obrázek 2 - Popelnice plastová 60 l

Plastová popelnice hranatá 60 l

- ROZMĚRY
 - šířka (mm) 445
 - výška (mm) 920
 - hloubka (mm) 516
 - výška v místě hřebenové lišty (mm) 871
- HMOTNOSTI
 - prázdná hmotnost (kg) 10
 - max. plnicí hmotnost (kg) 24
 - přípustná celková hmotnost (kg) 50
- MATERIÁL - HDPE (4)

Plastová popelnice hranatá 140 l

- ROZMĚRY
 - šířka (mm) 500
 - výška (mm) 1068
 - hloubka (mm) 550
 - výška v místě hřebenové lišty (mm) 1006
- HMOTNOSTI
 - prázdná hmotnost (kg) 10,3
 - max. plnicí hmotnost (kg) 56
 - přípustná celková hmotnost (kg) 70
- MATERIÁL - HDPE (4)

Plastová popelnice hranatá 360 l

- ROZMĚRY
 - šířka (mm) 640
 - výška (mm) 1095
 - hloubka (mm) 815
 - výška v místě hřebenové lišty (mm) 990
- HMOTNOSTI
 - prázdná hmotnost (kg) 21
 - max. plnicí hmotnost (kg) 144
 - přípustná celková hmotnost (kg) 160
- MATERIÁL – HDPE (4)

3.2.3 Plechové popelnice 70 l – 110 l

- Objem 70l – 110l.
- Nosnost 28kg do 44kg.
- Nádoby jsou vhodné pro sběr tuhého domovního odpadu u rodinných domků.
- Nádoby jsou opatřeny ve spodní části gumovou obručí, čímž je výrazně snížena hlučnost při manipulaci.
- Závěsy pro vyklápění odpovídají normě DIN 6629.
- Nabízíme možnost plastického ražení loga uživatele.
- Na přání zákazníka je možno víka barevně lakovat.



Obrázek 3 - popelnice plechová 110 l

- Na přání zákazníka lze dodávat v úpravě pro vložení igelitového pytle.

- Po dohodě lze popelnice osadit zamykáním víka. (3)

Plechová popelnice 110 l

Jedná se o druh nádob, které převažovaly v měření.

- Povrch
 - pozinkovaný plech 200 g/m²
 - Síla plechu - 0,8 mm
- Nosnost 44 kg
- Objem (l) 110
- Váha (kg) 13,5
- Výška (mm) 870
- Průměr (mm) 415 (3)

3.2.4 Kontejnery s objemem do 1100 l

Plastový kontejner 770 l až 1100 l



Obrázek 4 - Plastový kontejner 1100 l

- Vhodné pro sběr komunálního a průmyslového odpadu,
- nejčastější používaný objem je 1100 l,
- pro sběr tříděného odpadu jsou víka upravena, průměr otvoru pro sklo 160, mm - možnost úpravy na přání zákazníka,
- standardně se dodává se dvěma brzděnými kolečky,
- otočná kolečka o průměru 200 mm,
- lze dodat s centrální brzdou,
- celková váha kontejneru 65 kg,

- maximální doporučená hmotnost náplně 250 /360 kg,
- rozměrově odpovídají DIN 30 700 a UNI 9260,
- odolné UV, rezistentní proti chemickým a biologickým vlivům,
- hladké povrchy zabraňují ulpívání odpadu,
- materiál, z něhož jsou vyrobeny, neobsahuje kadmium a může být znovu granulován (3).

Plechový kontejner 1100 l

Tento typ byl zaznamenán jako převažující v provedeném měření.



Obrázek 5 - Kontejner plechový 1100 l

- Hmotnost- 110-135 kg dle provedení
- Rozměry - 1360x1001x1430
- Objem - 1100 l
- Nosnost - 440 kg
- Kontejnery vhodné pro sběr domovních i průmyslových odpadů.
- Kontejnery jsou vyrobeny z kvalitní oceli, následně žárově pozinkovány.
- Otočná kolečka Ø 200 mm, 2x s brzdou.
- Pro třídění odpadů lze víka vybavit příslušným vhozem a barvou (3).

3.2.5 Velkoobjemové kontejnery

Pokud budeme brát v potaz využití kontejnerů přímo pro komunální odpad, jedná se tedy především o velkoobjemové kontejnery zcela uzavřené s horními víky.



Obrázek 6 - Velkoobjemový kontejner 6 m³

Konstrukcí vycházejí z běžných velkoobjemových kontejnerů, pouze jsou opatřeny víkem s osmi horními vstupy, které mají většinou průměr plechové popelnice (415 mm). Horní vstupy jsou opatřeny víky jako u plechové popelnice. Kontejnery mívají objem od 6 m³ do 8 m³.

Kontejnery mohou být také konstruovány s jednotlivými komorami. Mohou tedy pojmout různé druhy odpadu najednou bez rizika smíchání odpadů. Tento typ konstrukce je převážně používán ke svozu tříděného odpadu.



Obrázek 7 - Vozidlo s nástavbou nosič kontejnerů

Velkoobjemové kontejnery musí být svážené pomocí vozidla s nástavbou nosiče velkoobjemových kontejnerů. Zde se používají dva typy natahování pomocí háku nebo řetězů (lan).

3.3 Vozidla pro svoz komunálního odpadu

Dle 2 § Předpisu 387/2001 Sb., musí motorová vozidla přepravující odpad po veřejně přístupných pozemních komunikacích být označena dvěma pravoúhlými reflexními bílými výstražnými tabulkami o šířce 40 cm a výšce minimálně 30 cm s černým nápisem „A“ o výšce písmene 20 cm a tloušťce 2 cm. Reflexní vlastnosti výstražných tabulek musí splňovat požadavky homologačního předpisu Evropské hospodářské komise Organizace spojených národů o značení těžkých a dlouhých vozidel a jejich přípojných vozidel a během přepravy musí být viditelně umístěny vpředu a vzadu na vozidle kolmo k jeho podélné ose. U jízdních souprav musí být zadní tabulka připevněna na zadní straně přípojného vozidla (5).

Komunální odpad z domácností je svážen speciálními vozidly pro sběr a odvoz odpadu. Tato vozidla jsou vybavena zařízením pro zvedání a vyklápění sběrných nádob, zásobníkem pro ukládání odpadu a zařízením pro lisování tohoto odpadu. Obsluha zpravidla dopraví sběrné nádoby k zadní, někdy k boční části vozidla, vloží nádobu do přídržného zařízení a zvedací zařízení vyzvedne nádobu tak, aby došlo k jejímu vyprázdnění gravitací. K dispozici jsou i svozová vozidla s nakládacím zařízením, které obsluha ovládá z kabiny (6).

Sběrné nádoby se zpravidla vyklápí do zásobníku zezadu, což je výhodné tam, kde vozidlo projíždí úzkými ulicemi. Některé modely využívají i systém s bočním nebo čelním způsobem nakládání. Některé zásobníky jsou horizontálně dělené a každá komora je vybavena svým vyklápěcím zařízením, regulací stlačení i možností samostatného vyprázdnění. Toto řešení umožňuje oddělený sběr tříděného odpadu různých frakcí souběžně s odvozem klasického komunálního odpadu. Hydraulické jeřáby se používají při vyprazdňování kontejnerů umístěných za překážkami nebo uložených v podzemí a také sběrných nádob, které se zvedají a vysypávají pomocí tohoto jeřábu, což jsou například „sběrné zvony“, které jsou opatřeny spodním výsypem. Objemy zásobníků svozových vozidel se běžně pohybují v rozmezí 2,5 až 22 m³, ale mohou dosahovat i mnohem větších objemů. Odpad je průběžně v zásobníku svozových vozidel stlačován (6).

3.3.1 Rotační lisování

U rotačního (šnekového) lisu dochází ke stlačování materiálu, který je hutněn a posouván. Po naplnění dochází k vyprázdňení komory pomocí zpětného chodu šneku. Výhodou tohoto způsobu lisování je, že dochází k homogenizaci materiálu (7).

To se pozitivně projevuje hlavně při svozu biologického odpadu.

3.3.2 Lineární lisování

Při lineárním lisování je materiál stlačován ve větší míře, čímž dochází k vyšší



Obrázek 8 - Rotační lisovací ústrojí

redukci svážené hmoty, tím však dochází k vytlačování kapalných složek hmoty, kterou je nutné zachytávat (7).

Výhodou tohoto způsobu lisování je využití většiny objemu svozového vozidla.

3.3.3 Dělení svozových vozidel

- Nákladní vozidla se speciálními nástavbami.
 - Nástavba na komunální odpad se zadním vyklápěcím zařízením.
 - Nástavba na komunální odpad s bočním vyklápěcím zařízením.
 - Nástavba na komunální odpad s čelním vyklápěcím zařízením.
- Nákladní vozidla s hydraulickými manipulátory.
- Nosiče velkoobjemových kontejnerů.

- Speciální přepravní vozidla.

Nákladní vozidla se speciálními nástavbami.

Jedná se o vozidla s upraveným podvozkem vybavené nástavbami (viz. Obr. 8). Nástavba je tvořena zásobníkem na sbíraný materiál, lisovacím zařízením a vyklápěčem nádob (8).

Vyklápěč je přizpůsoben normalizovaným nádobám, objem zásobníku je 5-8 m³ u menších vozidel a 10-15 m³ u velkých vozidel, stupeň redukce objemu je asi 5:1. Objem zásobníku ovlivňuje pokryvnou délku svozové trasy. Tato vozidla jsou konstrukčně vybavena vyklápěcím zařízením, zpravidla umístěným vzadu, případně bočně. Existují také systémy s čelním vyklápěcím zařízením, kdy sběrná nádoba je do pracovní komory dopravena nad kabinou řidiče (8).

Tato vozidla bývají vybavena čtecím zařízením, které buď pomocí čárového kódu nebo RFID čipů umožňují identifikovat jednotlivé sběrné nádoby. Při jejich vyprazdňování je zváží a jejich hmotnost spolu s údaji z GPS zaznamenají jejich hodnoty do paměti vážního systému. Data bývají následně využita k analýzám sváženého množství a optimalizaci svozových tras. Rovněž bývají tato vozidla vybavena tenzometrickými čidly umístěnými mezi šasím a nástavbou, která měří celkovou hmotnost automobilu a nedovolí obsluze přetížení vozidla (7).

Nástavba na komunální odpad se zadním vyklápěcím zařízením.

Typ vyklápěče nejvíce rozšířený v našich podmínkách hlavně díky svému úzkému profilu a schopnosti vyklápat popelnice i kontejnery. Vozidla s tímto vyklápěcím zařízením mají dvou nebo tří člennou posádku. Některé typy zadních



Obrázek 9 - Zadní vyklápěč při vyklápění průmyslového kontejneru

vyklápěčů jsou schopny vyklopit i průmyslové kontejnery. Obrázek 11 znázorňuje schopnost zadního vyklápěče vysypat i průmyslový kontejner.

Nástavba na komunální odpad s bočním vyklápěcím zařízením.

Tento styl vyklápěcího zařízení svou konstrukcí je podobný vyklápěči s hydraulickým ramenem, ale jeho systém vyklápění nádoby je podobný k zadnímu vyklápěči. Také je zde třeba více členná posádka, tak jako je tomu u nástavby se zadním vyklápěcím zařízením, zpravidla bývají dva.

Nástavba na komunální odpad s čelním vyklápěcím zařízením.

Přední vyklápěcí zařízení je především využíváno v USA a je především navrženo na vyklápění vanových kontejnerů. Vozidla s tímto vyklápěcím zařízením zpravidla obsluhuje pouze řidič z kabiny. Speciální typy předních vyklápěčů mohou vyklápět i nízko objemové nádoby (popelnice) v tomto případě jsou potřeba další pracovníci, kteří přistavují popelnice. Pro vyklápění popelnic lze na tento typ přidat speciální kontejner s hydraulickým vyklápěčem, který ovládá obsluha mimo vozidlo, ten je po naplnění vyklopen stejně jako běžný kontejner.



Obrázek 10 - Přední vyklápěcí zařízení

Nákladní vozidla s hydraulickými manipulátory.

Racionální řešení představují hydraulické manipulátory k podávání a vyprazdňování sběrných nádob přistavených při okraji komunikace. Základní výhodou je obsluha jedním pracovníkem (řidičem), který ovládá činnost manipulátoru z kabiny. Předpokládáné je použití jednotlivých typů sběrných nádob a jejich dobrá přístupnost (8).



Obrázek 11 - Vozidlo s bočním vyklápěcím zařízením

Nosiče velkoobjemových kontejnerů.

Tato vozidla slouží k přepravě velkoobjemových kontejnerů (viz. Obr. 7). Vozidla se liší typem nakládacího zařízení, které může být hydraulické výklopné, hákové, ramenné a lanové. Nejčastěji se využívá ramenný nakládací systém, s kontejnery o objemu 7-10 m³. Nejčastěji se liší typem nebo technickým provedením a objemem kontejneru, které jsou schopné převážet. Rovněž nosnost jednotlivých vozidel bývá různá a zejména při svozech prováděných v obcích je nutné počítat s nosností místních komunikací tak, aby používáním těchto vozidel nedocházelo ke zhoršování technického stavu komunikací (7).

Speciální přepravní vozidla

Jedná se o soupravu tahače s návěsem nebo přívěsem, kde celková hmotnost dosahuje 30-35 t a ložný objem se pohybuje od 120-150 m³. Využívají se k dálkové přepravě odpadů ve standardizovaných kontejnerech a znamenají další významné zvýšení efektivity dopravy (8).

3.4 Dělení vozidel dle velikosti

Jedním z problémů svozu odpadu je časté omezení zatížení vozovky v oblastech svozu odpadu. Jedná se především o obytné zóny, kde bývá zatížitelnost vozovky omezena na 3 500 kg a výjimku mívají pouze vozidla dopravní obsluhy. U vozidel dopravní obsluhy je ovšem zdaleka nejedná o tak časté přejezdy jako v případě vozidel svozu odpadu.

Těmito přejezdy nepoškozují svozová vozidla pouze vozovku ale také infrastrukturu, která se nachází pod vozovkou, bývají také poškozeny základy okolních domů.

Tento problém se dá řešit mnoho různými způsoby. Jedním z příkladů je když obyvatelé postaví sběrné nádoby na křižovatku kde tato omezení končí. To však lze považovat za efektivní řešení pouze u slepých či velmi krátkých ulic nebo v případě malé obce kde by se nákup jiného speciálního vozidla nevyplatil z důvodu malého počtu těchto omezení.

Dalším a mnohem efektivnějším způsobem je přizpůsobení svozových vozidel. Může jít o vozidla s více nápravami, kde se následně sníží tlak na vozovku, jde o vozidla se třemi případně čtyřmi nápravami. Tento typ úpravy není zdaleka tak závislý na výrobci nástaveb jako na konečném zákazníkovi. Záleží totiž na konečném rozhodnutí zákazníka, na jaký typ vozu si nechá danou nástavbu namontovat, mohou to být právě i tato vozidla s větším počtem náprav.

Ovšem nejlepším řešením asi zůstává pořízení vozidla s nízkou hmotností a sníženou velikostí.

Vozidla s nižší hmotností než 12 t

Tato vozidla by následně měla sloužit pro svoz odpadu v daných oblastech veškerého odpadu. V praxi tato vozidla zastávají i svoz odpadu z míst kam se většina svozových vozidel nedostane, jako jsou například koše na veřejných místech (náměstí, parky, pěší a cyklistické stezky).

Lisovací nástavby pro užitková vozidla do 3,5 t

Lisovací nástavba o objemu 2,7 m³ a 3,5 m³ svými rozměry je vhodná na vozidla Multicar nebo Gasolone 28 a 35 dle velikosti rozvoru náprav. Stávající objemy nástaveb lze na přání zvýšit klenutým zadním víkem o 0,3 m³ (9).



Obrázek 12 -Lisovací nástavba pro užitkové vozidlo do celkové hmotnosti 3500 kg

Lisovací nástavby LN 2700 nebo LN 3500 mohou být vybaveny vyklápěči na sběrné nádoby do 240 l, zvedacím pantografickým zařízením pro vysypávání do velkoobjemových kontejnerů nebo vyprazdňováním do velkých svozových vozů. Nástavby mohou být pevné nebo výměnné (9).

Lisovací nástavby pro užitková vozidla do 5,0 t

Lisovací nástavba o objemu 4,2 m³ je svými rozměry vhodná na vozidla do celkové hmotnosti 3500 kg (N1), ale především na vozidla do celkové hmotnosti 5000 kg. Stávající objemy nástaveb lze na přání zvýšit klenutým zadním víkem o 0,5 m³ (9).



Obrázek 13 - Lisovací nástavba pro užitkové vozidlo do celkové hmotnosti 5000 kg

Lisovací nástavby LN 4200 mohou také být vybaveny vyklápěči na sběrné nádoby do 240 l, zvedacím nůžkovým zařízením pro vysyp do velkoobjemových kontejnerů nebo vyprazdňováním do velkých svozových vozů (9).

Lisovací nástavby pro užitková vozidla do cca 8,0 t

Lisovací nástavba o objemu 5 m³ a 6 m³ je svými rozměry vhodná na vozidla do celkové hmotnosti cca 8000 kg (9).



Obrázek 14 - Lisovací nástavba pro užitkové vozidlo do celkové hmotnosti 8000 kg

Lisovací nástavby LN 5000 mohou být vybaveny vyklápěči na sběrné nádoby do 240 l, zvedacím nůžkovým zařízením pro výsyp do velkoobjemových kontejnerů nebo vyprazdňováním do velkých svozových vozů (9).

Tyto druhy vozidel mohou být vybaveny různými typy vyklápěčů a lisovacích ústrojí stejně jako velkoobjemová vozidla pro svoz.

3.5 Alternativní způsoby dopravy odpadu

V dnešní době přicházejí nové systémy na svoz nebo sběr domovního odpadu a jeho třídění. Jedním z nich je i systém automatického sběru odpadu od firmy ROSROCA.

Tento systém pracuje na principu pneumatické dopravy odpadu potrubím. Princip konstrukce je jednoduchý, za to velmi efektivní. Lidé dopraví odpad do sběrných stanic vnitřních nebo venkovních. Většina těchto stanic je umístěná v bytových domech (vnitřní) nebo na chodnících (venkovní). Podoba venkovních stanic sběru se nemusí lišit od běžných popelnic či kontejnerů. Jakmile je tato stanice plná, systém to vyhodnotí a uvolní její obsah k přepravě. Jakmile je obsah uvolněn padá samovolně do potrubí o průměru 500 mm, kterým je za pomoci vzduchu dopraven až na místo skladování. Zde je odpad odloučen od vzduchu, který průduchy odchází pod městské travnaté nebo záhonová místa. Tím částečně hnojí půdu pod rostlinami. Odpad se shromáždí v kontejneru, který je následně naložen na vozidlo to jej dopraví na skládku nebo do přeřaďovacího centra a ke zpětnému využití.

Tento systém je použitelný hlavně v nových výstavbách částí měst nebo při kompletních přestavbách komunikací čtvrtí měst zde může pomoci zlepšit životní podmínky.

4 Skladování komunálního odpadu

Skladování komunálního odpadu do skládek patří mezi nejlevnější a nejvyužívanější způsoby odstraňování odpadu. Přesto se jedná o řízený a přísně kontrolovaný proces a každá skládka má povoleny jen určité druhy odpadů (10).

Definice užitých pojmů

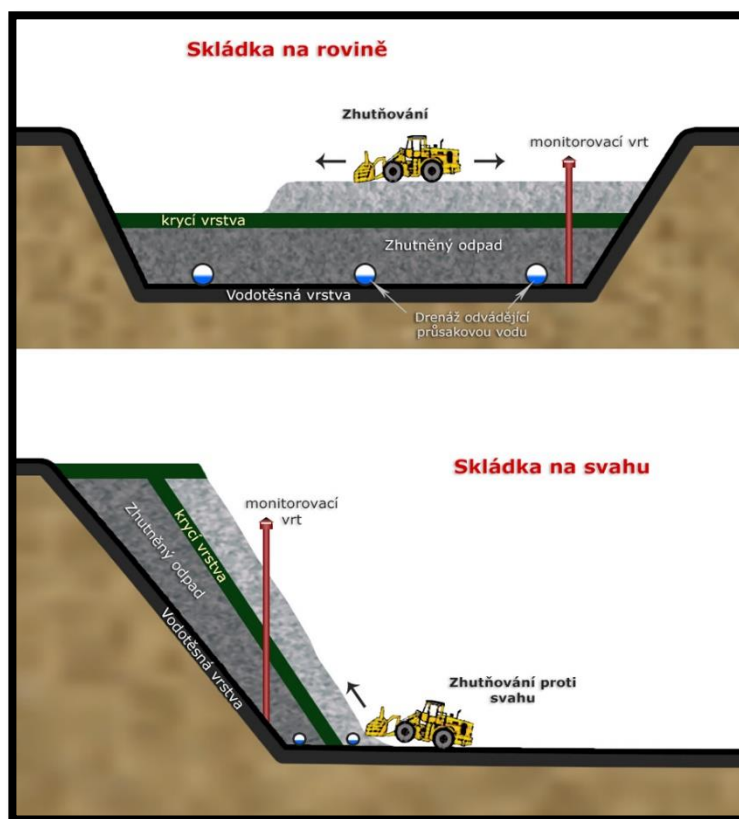
Inertním odpadem - odpad, který nemá nebezpečné vlastnosti a u něhož za normálních klimatických podmínek nedochází k žádným významným fyzikálním, chemickým nebo biologickým změnám. Inertní odpad nehoří ani jinak chemicky či fyzikálně nereaguje, nepodléhá biologickému rozkladu ani nezpůsobuje rozklad jiných látek, s nimiž přichází do styku, a to způsobem ohrožujícím lidské zdraví a ohrožujícím

nebo poškozujícím životní prostředí nebo vedoucím k překročení limitů znečišťování stanovených zvláštními právními předpisy. Směsné odpady se nepovažují za odpad inertní. **Sektorem skládky** – místně vymezená část skládky, která slouží k ukládání odpadů srovnatelných svým původem, složením a vlastnostmi, a která svým technickým provedením zabezpečí oddělené ukládání těchto odpadů uvnitř jedné skládky a zabrání kontaktu, případně smíchání odpadů uložených v jednotlivých sektorech skládky po celou dobu jejich uložení. **Biologicky rozložitelným odpadem** – jakýkoli aerobně nebo anaerobně rozložitelný odpad. **Vodným výluhem** – roztok, který byl připraven ze vzorku odpadu podle ČSN EN 12 457-4 (83 8005). **Odpadem z azbestu** – nebezpečné odpady katalogových čísel - 06 13 04, 10 13 09, 16 01 11, 16 02 12, 16 02 15, 16 11 01, 16 11 03, 16 11 05, 17 06 01, 17 06 05, 17 09 03, pokud nebezpečnou látkou, kterou obsahují, je azbest. **Skládkovým plynem** – plyn, který se vyvíjí z odpadu uloženého na skládce biologickými i chemickými pochody (11).

Skládky se podle technického zabezpečení dělí do tří skupin.

- a) S-inertní odpad – určená pro inertní odpady. 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 a odpadů z azbestu,
 - 2. 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. 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 (11).

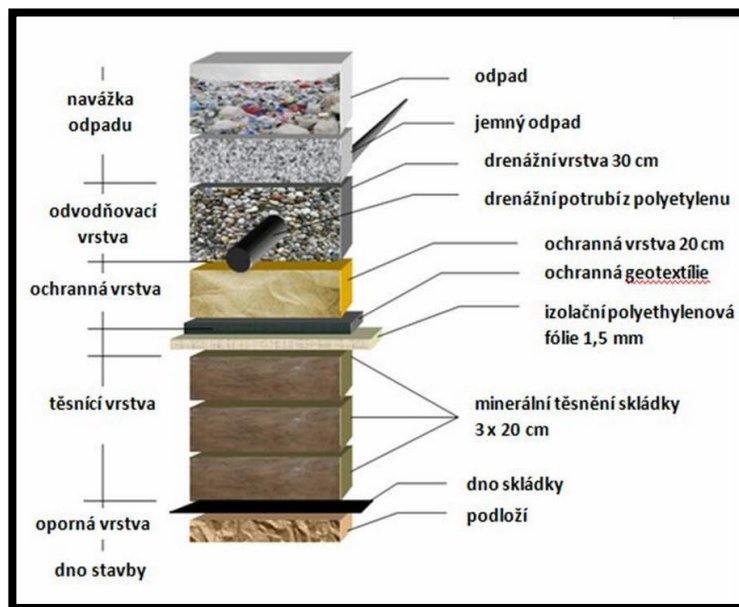
Skladování odpadu má, podobně jako ostatní způsoby odstraňování odpadu, své postupy a technologie. Odpad se ukládá buď do otevřených prohlubní, nebo se vrší nad úroveň terénu. Oba způsoby lze samozřejmě kombinovat. Zvláštním



Obrázek 15 - Průřez tělesem skládky na rovině a na svahu

případem jsou skládky podzemní, využívající přirozené nebo uměle vytvořené dutiny pod povrchem země (hlubinná injektáž). Každá skládka má několik ochranných vrstev. Základem je těsnicí vrstva, která brání úniku tzv. skládkových vod a výluhů do okolního prostředí a podzemních vod. Skládky jsou také vybaveny odvodňovací vrstvou, která prostřednictvím drenážního potrubí odvádí do speciálně zabezpečené jímky skládkovou vodu. Skládková voda je vlastně srážková voda, která naprší na plochu skládky a prosákne uloženým odpadem. Ze skládky se odebírá i skládkový plyn (bioplyn, který tvoří metan (CH_4) a oxid uhličitý (CO_2), doplněný stopovými příměsemi), který vzniká při rozkladu biologických složek a který se dále energeticky využívá (10).

Na skládkách se provádí tzv. hutnění odpadu, které spočívá ve stlačování jednotlivých vrstev odpadu. Kromě toho, že na skládku se pak vejde více odpadů, přispívá hutnění i k tvorbě skládkového plynu, k omezení zápachu, úletu lehkých částic odpadu i k omezení aktivity nežádoucích živočichů, jako jsou hlodavci nebo ptáci. Hutnění má význam i bezpečnostní. Na zhutněné ploše hrozí menší riziko vzniku požáru, a pokud vznikne, dá se snadno uhasit. K hutnění se používají stroje zvané kompaktory (viz. Obrázek 14) (10).



Obrázek 16 - Konstrukční vrstvy skládky

Skládkování představuje v ČR nejvyužívanější způsob odstraňování odpadu, i když v posledních letech jeho podíl na celkové produkci odpadů setrvale klesá. V roce 2013 bylo skládkováním uloženo 11,3 % z celkové produkce odpadů v ČR. Skládkováním se také odstraňuje cca 52 % veškerého komunálního odpadu (10).



Obrázek 17 - Kompaktor CAT 825G

5 Materiál, metody a výpočty

Metodika

Nejprve byly stanoveny definice s vazbou na sběr dat, diferencovány jednotlivé měřené časy s přesným ohraničením, jak je uvedeno v následujícím popisu (6).

Sběrné nádoby jsou nádoby určené ke shromažďování a sběru odpadů. V případě domovního odpadu se jedná nejčastěji o sběrné nádoby objemů 80 až 240 litrů, plastové nebo kovové anebo sklolaminátové, různého tvarového provedení. **Svozové vozidlo** je motorové vozidlo, které se může pohybovat po pozemních komunikacích a svojí konstrukcí nástavby umožňuje snadné vyklopení sběrných nádob, do nichž je občanem vkládán odpad. **Svoz odpadů** představuje přepravu odpadů z různých míst svozovým vozidlem. **Místem nakládky** se rozumí místo, v němž svozové vozidlo přeruší jízdu a obsluha zahájí manipulaci s plnou sběrnou nádobou nebo sběrnými nádobami, z místa její pozice, směrem k vyklápěči. **Pozice plné sběrné nádoby** je poloha, do níž byla nádoba umístěna občanem za účelem jejího vyklopení do zásobníku svozového vozidla. **Pozice prázdné sběrné nádoby** je poloha, do níž byla nádoba umístěna obsluhou vyklápěče svozového vozidla po jejím vyklopení. **Doba potřebná na vysypání sběrné nádoby** je celkový čas potřebný k vyklopení sběrné nádoby, která je přistavena na podložku k vyklápěči, její vyklopení a návrat sběrné nádoby vyklápěčím zařízením do polohy na podložku, změřený při skutečné pracovní

činnosti. **Doba potřebná na přistavení sběrné nádoby k vyklápěči** je čas potřebný pro přemístění plné sběrné nádoby na podložku k vyklápěči. **Doba potřebná na vrácení zpět do pozice prázdné sběrné nádoby** je čas potřebný pro přemístění prázdné nádoby od vyklápěče do pozice prázdné sběrné nádoby. **Doba potřebná k jízdě po dopravní trase** od jednoho místa nakládky k následujícímu místu nakládky. **Místo vykládky** je místo, kde je vyprázdněn zásobník svozového vozidla (6).

Pro stanovení celkové doby cyklu byl zaznamenán čas při zastavení vozidla u prvního místa nakládky. Od tohoto času byly měřeny časy potřebné na jízdu z míst nakládky, časy potřebné na přistavení sběrné nádoby k vyklápěči v každém místě nakládky, časy potřebné na vysypání sběrné nádoby v každém místě nakládky. Po naplnění zásobníku svozového vozidla byl měřen čas na jízdu do místa vykládky (6).

Naměřené časy byly průběžně zapisovány, počty sběrných nádob s jejich objemovým rozlišením také. Byl sledován využitý objem nádob a zaznamenány faktory, které se podílely na ovlivnění doby jízdy, vyklápění a manipulace se sběrnými nádobami (6).

Vztah pro výpočet celkové doby cyklu:

$$T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 \quad (s)$$

kde:

- t₁ - celkový čas potřebný k jízdě z místa nakládky do následujícího místa nakládky
 - t₂ - celkový čas potřebný na přistavení sběrných nádob k vyklápěči svozového vozidla
 - t₃ - celkový čas potřebný na vysypání sběrných nádob do zásobníku v místě nakládky
 - t₄ - celkový čas potřebný k návratu sběrných nádob do původní pozice sběrné nádoby
 - t₅ - čas potřebný pro jízdu z obce do místa vykládky
 - t₆ - čas potřebný na vyprázdnění zásobníku v místě vykládky
 - t₇ - čas potřebný pro jízdu z místa vykládky zpět do obce
- (všechny dílčí časy jsou v sekundách)

6 Výsledky

Za dobu měření bylo celkem vysypáno 169 sběrných nádob. Převážně se jednalo o sběrné nádoby dvou typů a to plechové popelnice objemu 110 l a plechové kontejnery objemu 1100 l. Celkový počet míst nakládky byl 137, na některých místech nakládky bylo vyklápěno více nádob najednou. Vyklápění a svoz odpadu probíhalo kontinuálně s krátkými přejezdy a prodlevami. Především se jednalo o přejezdy z jedné ulice do druhé popřípadě o zajíždění do dvorů. Na některých místech nebylo možné vozidlo otočit, tak bylo třeba udělat větší prodlevu pro přejetí na místo otočení vozu.

Za dobu svozu bylo také pracovníky zjištěno poškození na jedné svozové nádobě a to konkrétně na plechovém kontejneru objemu 1100 l. Proto kontejner odvezli na sídlo firmy a vyměnit jej za nový. To zabralo celých 5 minut a 30 s, tento čas je pouze informativní a nebyl použit k výpočtům.

Data byla zaznamenávána v části obce Milevsko a na svozovém voze firmy Služby města Milevska s.r.o.. Přesně se jednalo o vozidlo Scania P320 s nástavbou od firmy Ros Roca a typu OLYMPUS řady N.

Vozidlo, na kterém bylo provedeno měření časů svozu

Jedná se o vozidlo Scania P320, na kterém je nástavba od firmy Ros Roca OLYMPUS N viz obrázek níže.



Obrázek 18 - Vozidlo na svoz komunálního odpadu Scania

Toto vozidlo má motor Scania DC9 320 řadový 5 válec s obsahem 9 litrů. Plní normu EURO5 (ADR 80/03). Disponuje výkonem 253 kW a točivým momentem 1600Nm.

Jedná se o nápravy typu 4x2 s hnanou zadní nápravou. Přední náprava dosahuje zátěžové kapacity 7100 kg a zadní 11500 kg. Zadní náprava je uložena na vzduchových měchách a přední náprava na listových perech. Data o vozidle byla zjištěna přímo v sídle firmy Služby města Milevska a z technického listu vozidla.

Nástavba Ros Roca OLYMPUS N

OLYMPUS N (narrow = úzký) je určen do stísněných prostor (šířka 2250 mm), ve kterých jsou zvýšené nároky na průjezdnou šířku a manévrovatelnost. Kapacita nástaveb se pohybuje v rozsahu 10-19 m³ (12). Nástavba použitá na vozidle Scania P320 má kapacitu 16m³.



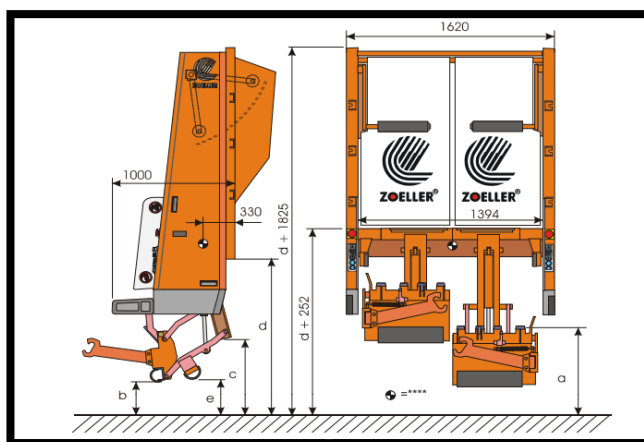
Obrázek 19 - zadní vyklápecí zařízení vozidla Scania

Nástavba Olympus N je vyráběna z ušlechtilých ořezuvzdorných ocelí a ve své kategorii disponuje největší absorpční kapacitou nakládací vany (2,4 m³) a důmyslným lisovacím mechanismem (12).

Veškeré funkce nástaveb Olympus lze ovládat pomocí programovatelného ovládacího panelu s nabídkou deseti přednastavených režimů lisování. Nástavbu Olympus N lze namontovat na libovolný podvozek o nosnosti 15, 18, nebo 26 t (12).

Na vozidle Scania P320 je použit dělený hřebenový vyklápecč typ 2301 firmy Zoeller.

Dvě navzájem nezávislé pracovní jednotky vyklápěče pracují automaticky popř. poloautomaticky a poskytují rychlejší a bezpečnější vyprazdňování v jednotlivém i spojeném provozu (13).



Obrázek 20 - Vyklápěč Zoeller nákres

Tento typ vyklápěče je schopný vklopit nádoby od 80 – 1300 l. Zdvihací síla pro jednotlivé nádoby do 340 l je 1500 N. Pokud se vyklápí nádoba na obou ramenech najednou, tedy nádoby o objemu 500 – 1300 l, dosahujeme zdvihací síly, až 7000 N. Časy na vklopení nádob jsou 5 – 7 s pro nádoby objemu do 340 l a 10 – 12 s pro nádoby objemu nad 340l. Tyto časy jsou závislé na montážní výšce vyklápěče, velikosti nádob, hmotnosti nádob a viskozitě oleje. Celková hmotnost vyklápěče je 620 kg (14).

Vozidlo disponuje zadním otevíracím čelem, skrz které je vytlačován naložený komunální odpad. Vytlačování zajišťuje přední posuvné čelo poháněné hydraulickým pístem.

Na voze byli 3 pracovníci. Dva, kteří obsluhovali zadní nakládací a vyklápěcí ústrojí vozu a jeden řidič. Díky schopnostem řidiče manévrovat a najet vozem co nejbližší k vyklápěné nádobě, byly časy potřebné k vysypání nádob sníženy na minimum. Proto se i časy přistavení kontejnerů pohybovaly průměrně okolo 9 s. Bohužel v některých případech se tím značně prodloužil čas na přesun z jednoho místa nakládky ke druhému. Nicméně to mělo za následek snížení celkového času na svezení jedné nádoby.

V tabulce 1 jsou uvedeny celkové časy naměřené při svozu domovního odpadu.

Tabulka 1 - Naměřené časy pracovních operací pro výpočet celkové doby cyklu

Dílčí pracovní operace (popis)	Celkový čas dílčí pracovní operace (s)
Jízda z místa nakládky do následujícího místa nakládky.	1808
Přistavení sběrných nádob k vyklápěči svozového vozidla.	961
Vysypání sběrných nádob do zásobníku v místě nakládky.	1656
Návrat sběrných nádob do původní pozice.	551
Jízda do místa vykládky.	760
Vyprázdnění zásobníku svozového vozidla.	134

V tabulce 2 jsou uvedeny vypočtené průměrné časové hodnoty.

Tabulka 2 - Vypočítané průměrné hodnoty pracovních operací

Dílčí pracovní operace (popis)	Průměrný čas dílčí pracovní operace (s)
Přejezd mezi místy nakládky.	13,3
Přistavení plných sběrných nádob.	5,7
Vysypání sběrné nádoby.	9,7
Návrat nádoby do původní pozice.	3,2

Doba potřebná ke složení odpadu ze zásobníku svozového vozidla byla 134 sekund.

7 Závěr

Díky této práci jsem zjistil mnoho nových poznatků a zkušeností, které mohou být využity v praxi, například při stanovení směnové výkonnosti při svozu

komunálního odpadu a při volbě velikosti nástavby, resp. objemu stlačené hmoty komunálního odpadu u svozového vozidla.

Při výpočtu výkonnosti při svozu komunálního odpadu je třeba zjistit následující podklady:

- a) Počet obcí, z nichž bude odpad svážen, jejich rozmístění a propojení dopravními trasami;
- b) Umístění skládky komunálního odpadu, na níž bude odpad svážen;
- c) Počet sběrných nádob a jejich objem v závislosti na obci;
- d) Předpokládaný objem komunálního odpadu na základě počtu a objemu sběrných nádob (za svozové období, zpravidla 14 dní);
- e) Délky dopravních tras, na nichž bude svoz realizován;
- f) Výběr variant pohybu po dopravních trasách;
- g) Průměrné rychlosti vozidla určité velikostní kategorie na dopravních trasách;
- h) Legislativní a jiná omezení na dopravních trasách vzhledem k parametrům svozového vozidla;
- i) Parametry svozového vozidla (objem zásobníku, poměr stlačení odpadu, doba jednoho cyklu nakládky jedné sběrné nádoby, doba vyložení zásobníku, průměrná dopravní rychlost, provozní hmotnost vozidla, největší povolená hmotnost vozidla (je to součet provozní hmotnosti a hmotnosti nákladu), největší povolená hmotnost na nápravu, šířka vozidla (musí být menší než největší povolená šířka vozidla v dané kategorii podle §39 Vyhlášky č. 341/2014 Sb.),
- j) Průměrnou objemovou hmotnost komunálního odpadu (z rozmezí 122 až 360 kg.m^{-3} lze použít hodnotu 241 kg.m^{-3});

Další význam této práce spočívá v rozboru složení sváženého odpadu. Domovní odpady se liší složením. Domovní odpad netříděný se skládá z papírů a lepenky (20 až 26 %), skla (6 až 8 %), plastů (obalový materiál, fólie, kuchyňské nádobí apod. 10 až 13 %), textilu (6 až 8 %), bioodpadu (kuchyňský odpad – 16 až 20 %), kovů (6 až 8 %), popela (0 až 45 %) a stavebních materiálů (0 až 12 %). Průměrná objemová hmotnost domovního odpadu nestlačeného se pohybuje v rozsahu 122 až 360 kg.m^{-3} . Objemová hmotnost stlačeného odpadu se pohybuje v rozsahu 680 až 980 kg.m^{-3} . Objemovou hmotností odpadů se rozumí hmotnost odpadu v konkrétním úseku

shodných činností jeho odpadového toku. Nejčastěji je uváděna u odpadu shromážděného ve sběrných nádobách, nebo po vysypání na skládku ze zásobníku svozového vozidla, v němž došlo ke stlačení odpadu. Stlačením dojde ke zvýšení hodnoty objemové hmotnosti. Znalost skladby domovního odpadu je důležitá pro stanovení optimalizace svozu (zejména pro minimalizaci nákladů na dopravu). Složení komunálních odpadů se liší podle typů zástavby a závisí i např. na životním stylu a věkovém složení obyvatel obce, na způsobu vytápění obytných budov (zda vzniká popel, resp. zda lidé spalují papírové obaly), záleží také na vlastnictví zahrady a způsobu nakládání s BRO ze zahrady (zda obyvatelé BRO kompostují), včetně zkrmování BRO domácími zvířaty nebo drůbeží.

Sledováním pohybu a prostojů svozového vozidla a pracovní činností jeho pracovníků jsem zjistil, že svoz byl velmi efektivní. Je to tím, že plánování svozových tras a termínů svozu bylo provedeno tak, aby svoz byl co nejrychlejší a co nejméně omezoval dopravní provoz.

Do budoucna se plánuje a v zahraničí již se ověřují nákladní automobily pro svoz komunálního odpadu. Ověřuje se, zda by se obsluha svozového vozidla nechala nahradit robotickým systémem. Pokud ale vezmeme v úvahu to, že obsluha vozu, který je předmětem bakalářské práce dokázala identifikovat vadu na kontejneru a následně jej dojet vyměnit pomocí svozového vozidla, nejsem si jistý, že by plně autonomní vozidlo bylo tohoto schopné. Proto jsem přesvědčen, že je i nadále potřeba obsluhy člověkem byť jen řidičem, který ovládá celý vůz sám a provádí odborný dohled nad stavem sběrných nádob.

Závěrem lze říci, že odvětví svozu odpadu komunálního, tříděného a bio odpadu je velmi promyšlené. Je to především díky zájmu odborné ale i neodborné veřejnosti, která jeví zájem o to vylepšit tyto systémy. Lidé si celkově více uvědomují, že je třeba s odpady nakládat podle určitých pravidel a pokud je to jen částečně možné také je recyklovat. Ovšem v celém odvětví je stále mnoho práce s optimalizováním systémů nakládání s odpady tak, aby byly stále dokonalejší a méně zatěžující pro životní prostředí.

8 Seznam použité literatury

1. **ČR.** Předpis č. 381/2001 Sb.: . *Vyhláška Ministerstva životního prostředí, kterou se stanoví Katalog odpadů, Seznam nebezpečných odpadů a seznamy odpadů a států pro účely vývozu, dovozu a tranzitu odpadů a postup při udělování souhlasu k vývozu, dovozu a tranzitu odpadů (Katalog odpadů).* 2001.
2. **ČR.** zákon č. 185/2001 Sb.:. *Zákon o odpadech a o změně některých dalších zákonů.* 2001.
3. **Meva-tec.** Meva-tec. [Online] 2015. [Citace: 3. 2 2016.] <http://www.mevatec.cz/>.
4. **Kricner.** Plastové popelnice. *SULO.* [Online] 2016. [Citace: 9. 2 2016.] http://www.kricner.cz/Popelnice-plastove-ostatni-c5_0_1.htm.
5. **ČR.** Předpis č. 374/2008 Sb.: . *Vyhláška o přepravě odpadů a o změně vyhlášky č. 381/2001 Sb., kterou se stanoví Katalog odpadů, Seznam nebezpečných odpadů a seznamy odpadů a států pro účely vývozu, dovozu a tranzitu odpadů a postup při udělování souhlasu k vývozu, dovozu a tranzitu odp.* 2008.
6. **Ing. Ivo, Celjak Csc, doc. RNDr. Petr, Bartoš Phd. a Ing. Milan, Fríd Csc.** *Spotřeba času při svozu komunálního odpadu ve vybrané obci. Českých Budějovicích : Jihočeská universita.*
7. **Altman, V. a kol.** *Využití kompostu pro optimalizaci vodního režimu v krajině.* Náměšť nad Oslavou : ZERA, 2013. ISBN 978-80-87226-26-1.
8. **Zemánek, P. a kol.** *Biologicky rozložitelné odpady a kompostování.* Praha : VÚZT, 2010. ISBN 978-80-86884-52-3.
9. **SIMED, s.r.o.** *Nástavby na svoz komunálního odpadu. Simed.* [Online] 2016. [Citace: 11. 4 2016.] <http://www.simed.cz/sortiment/nastavby-na-svoz-komunalniho-odpadu-21/>.
10. **Ehrlich, Mgr. Pavel.** *Skládkování. Vítejte na zemi...* [Online] CENIA, česká informační agentura životního prostředí, 2013. [Citace: 5. 4 2016.] <http://vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=skladkovani&site=odpady>.
11. **ČR.** Předpis č. 294/2005 Sb. *Sbírka zákonů.* Praha : autor neznámý, 2005.

12. **Olympus N. Hanes.** [Online] [Citace: 2. 3 2016.]
<http://www.hanes.cz/#!/produkty/svoz-komunalniho-odpadu/olympus-n>.

13. **2301 - Automatický dělený vyklápěč. Zoeller systems.** [Online] [Citace: 2. 3 2016.] <http://www.zoeller.cz/vyklapece/uzavrene/2301/>.

14. **Zoeller Systems, s.r.o. Dělený hřebenový automatický DELTA Systém 2301 PREMIUM. technická dokumentace od firmy Zoeller. Říčany : autor neznámý, 1.1.2012.**

9 Seznam obrázků

OBRÁZEK 1 - POPELNICE PLASTOVÁ 70 L	9
OBRÁZEK 2 - POPELNICE PLASTOVÁ 60 L	10
OBRÁZEK 3 - POPELNICE PLECHOVÁ 110 L	11
OBRÁZEK 4 - PLASTOVÝ KONTEJNER 1100 L	12
OBRÁZEK 5 - KONTEJNER PLECHOVÝ 1100 L	13
OBRÁZEK 6 - VELKOOBJEMOVÝ KONTEJNER 6 m ³	14
OBRÁZEK 7 - VOZIDLO S NÁSTAVBOU NOSIČ KONTEJNERŮ	14
OBRÁZEK 8 - ROTAČNÍ LISOVACÍ ÚSTROJÍ	16
OBRÁZEK 9 - ZADNÍ VYKLÁPĚČ PŘI VYKLÁPĚNÍ PRŮMYSLového KONTEJNERU	17
OBRÁZEK 10 - PŘEDNÍ VYKLÁPĚČÍ ZAŘÍZENÍ	18
OBRÁZEK 11 - VOZIDLO S BOČNÍM VYKLÁPĚČÍM ZAŘÍZENÍM	19
OBRÁZEK 12 - LISOVACÍ NÁSTAVBA PRO UŽITKOVÉ VOZIDLO DO CELKOVÉ HMOTNOSTI 3500 KG	21
OBRÁZEK 13 - LISOVACÍ NÁSTAVBA PRO UŽITKOVÉ VOZIDLO DO CELKOVÉ HMOTNOSTI 5000 KG	22
OBRÁZEK 14 - LISOVACÍ NÁSTAVBA PRO UŽITKOVÉ VOZIDLO DO CELKOVÉ HMOTNOSTI 8000 KG	22
OBRÁZEK 15 - PRŮŘEZ TĚLESEM SKLÁDKY NA ROVINĚ A NA SVAHU	25
OBRÁZEK 16 - KONSTRUKČNÍ VRSTVY SKLÁDKY	26
OBRÁZEK 17 - KOMPAKTOR CAT 825G	27
OBRÁZEK 18 - VOZIDLO NA SVOZ KOMUNÁLNÍHO ODPADU SCANIA	29
OBRÁZEK 19 - ZADNÍ VYKLÁPĚČÍ ZAŘÍZENÍ VOZIDLA SCANIA	30
OBRÁZEK 20 - VYKLÁPĚČ ZOELLER NÁKRES	31

10 Seznam tabulek

TABULKA 1 - NAMĚŘENÉ ČASY PRACOVNÍCH OPERACÍ PRO VÝPOČET CELKOVÉ DOBY CYKLU	32
TABULKA 2 - VYPOČÍTANÉ PRŮMĚRNÉ HODNOTY PRACOVNÍCH OPERACÍ	32

11 Přílohy

Tabulka naměřených hodnot

Legenda:

- t₁ celkový čas potřebný k jízdě z místa nakládky do následujícího místa nakládky
- t₂ celkový čas potřebný na přistavení sběrných nádob k vyklápěči svozového vozidla
- t₃ celkový čas potřebný na vysypání sběrných nádob do zásobníku v místě nakládky
- t₄ celkový čas potřebný k návratu sběrných nádob do původní pozice sběrné nádoby
- t₅ čas potřebný pro jízdu z obce do místa vykládky
- t₆ čas potřebný na vyprázdnění zásobníku v místě vykládky
- t₇ čas potřebný pro jízdu z místa vykládky zpět do obce

 takto jsou v tabulce označeny kontejnery

Počet vysypaných popelnic	142	Počet vysypaných kontejnerů	27
Počet míst nakládky	137	Měřeno dne	17.02.2016

Naměřené časy

t ₅	t ₆	t ₇
760	134	620

celkem

t ₁	t ₂	t ₃	t ₄
1808,4	961,2	1655,9	550,6

Průměrné časy

13,3	5,7	9,7	3,2
------	-----	-----	-----

	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄		t ₁	t ₂	t ₃	t ₄
1		1,5	5	1,2	51		10	17	9
2	24	2,5	6	1	52		10	12	9
3	5	9	5	2,7	53		12	12	9
4	5,2	2	7	3,7	54				
5	3,2	3	6	3	55	33	15	13	10
6	30	6,2	3	2	56	23	11	8	2
7	38	4	5,9	4	57	20	10	14	4
8	3	4	10	4	58	12	9	8	9
9	38	4	7	3	59	12	11	15	4
10	21	5	8	1	60	17	7	12	7
11	12	7	10	2	61		10	15	8
12	14	2	7	1	62	43	10	16	4
13	13	3	8	3	63	15	12	19	6
14	5	2	6	9	64		11	34	6
15	10	2	7	3	65	10	6	12	3
16	6	3	11	1	66	11	7	14	4
17	7	3	8	1	67	12	7	12	6
18	10	4	8	5	68	17	12	17	11
19		4	9	5	69	22	5	21	2
20	11	4	9	1	70	12	6	8	1
21		5	7	10	71		7	7	2
22	6	2	7	1	72	6	2	9	1
23	5	3	9	1	73	5	2	11	9
24		6	9	1	74	3	4	5	2
25	6	6	9	6	75	28	5	7	2
26	2	7	17	6	76	2	4	7	2
27	60	6	8	2	77	3	6	5	1
28	23	5	10	1	78	10	7	7	2
29	2	2	9	1	79		10	7	2
30	2	3	8	2	80	2,5	5	7	1
31	12	2	12	1	81		6	7	1
32	9	2	14	1	82	12	7	9	2
33	12	4	7	2	83		3	8	1
34	6	3	7	2	84	2,5	3	12	1
35	28	24	12	4	85		6	10	2
36		6	11	6	86	5	2	11	9
37	20	5	8	2	87		8	7	3
38	21	6	8	2	88	12	7	8	1
39	12	7	8	1	89		7	12	1
40		7	12	1	90	30	15	20	5
41	17	6	10	1	91	28	9	12	2
42	27	12	17	4	92		8	7	1
43		7	15	3	93		6	9	1
44	24	4	8	1	94	9	2	14	1
45	8	4	10	1	95		3	7	1
46	20	17	28	13	96	6	3	15	1
47		5	14	12	97		5	7	2
48		10	21	12	98	20	8	12	2
49		4	7	1	99	9	5	9	1
50	45	10	28	9	100		6	9	1

	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄		t ₁	t ₂	t ₃	t ₄
100	13	5	6	4	151	20	4	8	1
101	11	7	9	2	152	5	4	6	1
102	13	8	8	3	153		6	11	2
103	11	8	9	5	154	3	2	8	1
104	10	3	10	3	155	15	3	12	1
105	5	5	18	5	156	25	3	16	1
106	14	5	7	5	157	8	4	7	1
107	8	5	7	1	158	5	8	8	3
108	12	3	9	3	159	5	2	8	1
109	11	6	9	4	160		5	7	5
110	15	2	7	4	161	4	9	19	3
111	60	7	10	1	162	9	2	6	4
112	12	5	10	5	163	30	3	8	2
113	13	2	6	4	164	6	4	8	2
114		8	6	2	165	7	5	11	2
115	15	2	7	4	166		4	12	2
116	15	5	6	1	167	5	6	7	1
117	15	2	7	4	168	8	3	7	1
118	13	2	7	5	169	10	2	9	1
119	8	5	9	1	170		4	6	1
120	5	7	6	5	171				
121	8	7	10	8	172				
122	10	3	6	3	173				
123	11	6	7	2	174				
124	11	6	9	3	175				
125		2	7	2	176				
126	8	8	8	5	177				
127	5	5	6	4	178				
128	6	3	7	4	179				
129	8	4	7	1	180				
130	9	6	6	5	181				
131	12	2	6	3	182				
132	10	6	10	1	183				
133	9	8	19	3	184				
134	15	3	9	2	185				
135	5	4	9	4	186				
136	6	7	6	4	187				
137	8	3	8	3	188				
138	8	8	8	2	189				
139	7	4	8	1	190				
140		2	7	5	191				
141	8	3	7	4	192				
142	14	7	9	4	193				
143	45	8	7	4	194				
144	6	8	9	5	195				
145	14	8	10	4	196				
146	15	5	7	2	197				
147	10	6	9	5	198				
148	6	8	7	3	199				
149	5	2	10	1	200				
150	11	7	9	3	201				