

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Optimalizace nákladů spojených se svozem komunálního odpadu
Bc. Lukáš Sojka

Diplomová práce

2009

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky
Akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Lukáš SOJKA**

Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**

Studijní obor: **Dopravní management, marketing a logistika**

Název tématu: **Optimalizace nákladů spojených se svozem komunálního odpadu**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Úvod

1. Odpadové hospodářství v ČR
2. Analýza současného stavu ve firmě ODEKO, s.r.o.
3. Optimalizace nákladů spojených se svozem komunálního odpadu
4. Vyhodnocení návrhu optimalizace

Závěr

Rozsah grafických prací: **dle doporučení vedoucího**
Rozsah pracovní zprávy: **50 - 60 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**
Seznam odborné literatury:
dle pokynů vedoucího práce

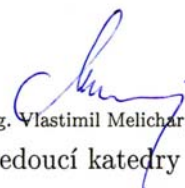
Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Rudolf Kampf, Ph.D.**
Katedra dopravního managementu, marketingu
a logistiky

Datum zadání diplomové práce: **28. listopadu 2008**
Termín odevzdání diplomové práce: **25. května 2009**



prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.
děkan

L.S.



prof. Ing. Vlastimil Melichar, CSc.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 28. listopadu 2008

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 24. května 2009

Bc. Lukáš Sojka

Anotace

Diplomová práce se zabývá problematikou odpadového hospodářství a je rozdělena do čtyř částí. V první je rozebráno odpadové hospodářství v České republice. Druhá část se již věnuje konkrétním podmínkám ve společnosti ODEKO s.r.o. Třetí část je věnována metodám operačního výzkumu s možností aplikace na konkrétní situaci a v poslední části jsou již výsledky získané za pomoci těchto metod a jejich hodnocení.

Klíčová slova

Odpady

Opadové hospodářství

Metody operačního výzkumu

Title

Optimalization of the waste removal related costs

Annotation

The final thesis handles / describes the tasks of waste management and it is divided into four parts. The very first part analyses the waste management of Czech Republic. The second part describes the exact conditions in the company ODEKO s.r.o. The third part is dedicated to methods of operational research with a possible application on a particular situation. The results and evaluation of them, based on the use of the methods from previous part, are stated in the last part of the thesis

Key words

Waste / Garbage

Waste management

Methods of operational research

Obsah

Úvod.....	9
1 Odpadové hospodářství v České republice	10
1.1 Stav životního prostředí v ČR	10
1.2 Současný stav nakládání s tuhým komunálním odpadem	11
1.3 Odpadové hospodářství	11
1.3.1 Základní činnosti v oblasti odpadového hospodářství.....	12
1.3.2 Cíle a úkoly odpadového hospodářství.....	14
1.3.3 Klíčové problémy odpadového hospodářství v ČR.....	15
1.4 Zneškodňování odpadů v ČR	16
1.4.1 Skládkování komunálního odpadu	16
1.4.2 Skládkování odpadů v ČR	18
1.4.3 Spalování komunálního odpadu	18
1.4.4 Nejvýznamnější enviromentální vlivy skládkování a spalování	19
1.4.5 Kompostování komunálního odpadu.....	19
1.4.6 Obecné zásady při nakládání s odpadem.....	20
1.5 Obec a svozová firma	21
1.6 Tuhý komunální odpad.....	22
1.6.1 Shromažďování a sběr tuhého komunálního odpadu	23
1.6.2 Sběr tříděného (separovaného) odpadu	24
1.6.3 Sběr směsného odpadu	25
1.6.4 Sběr nebezpečného odpadu	26
1.6.5 Sběr objemného odpadu	26
1.7 Právní předpisy nutné k provozování svozové firmy	27
1.7.1 Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech	27
1.8 Prostředky pro sběr tuhého komunálního odpadu.....	31
1.9 Svoz a přeprava tuhého komunálního odpadu.....	34
1.9.1 Dopraní prostředky	34
1.9.2 Převážní vzdálenost.....	36
1.9.3 Systém MSTs	37
2 Analýza současného stavu ve firmě ODEKO s.r.o.	38
2.1 Představení firmy.....	38

2.2	Charakteristika území svazku měst a obcí Poorlicko a svozové oblasti společnosti ODEKO s.r.o.	38
2.3	Aktuální nasazení vozidel pro svoz komunálního odpadu	42
2.4	Charakteristika sběru směsného komunálního odpadu společnosti ODEKO s.r.o.	42
2.4.1	Četnosti svozu komunálního odpadu.....	42
2.5	Současné trasy svozu směsného komunálního odpadu	43
2.6	Technologický postup sběru a svozu tuhého komunálního odpadu.....	43
2.6.1	Pracovní postup	44
2.6.2	Bezpečnost práce, ochrana zdraví a protipožární ochrana	45
3	Optimalizace nákladů spojených se svozem komunálního odpadu	47
3.1	Základní pojmy z teorie grafů	49
3.2	Úlohy na dopravní síti	50
3.3	Metody teorie grafů pro nalezení minimálních cest	51
3.3.1	Dijkstrova metoda	51
3.3.2	Floydova metoda	51
3.3.3	Okružní jízdy	53
3.3.4	Problém obchodního cestujícího	54
3.3.5	Problém stanovení trasy vozidel.....	54
3.3.6	Clark - Wrightova metoda	54
3.4	Analýza úlohy svozu komunálního odpadu	57
3.4.1	Postup řešení úlohy.....	57
3.4.2	Vstupní údaje.....	58
4	Vyhodnocení návrhu optimalizace.....	59
4.1	Návrh nových tras svozu komunálního odpadu	59
4.1.1	Hodnoty vstupních údajů.....	59
4.1.2	Stanovení nových svozových tras	60
4.1.3	Zhodnocení nových svozových tras	61
4.2	Faktory ovlivňující svoz komunálního odpadu	62
4.3	Možnosti inovace úvozové techniky a prostředků pro sběr komunálního odpadu... ..	64
4.3.1	Inovace svozové techniky.....	64
4.3.2	Inovace sběrných nádob	65
	Závěr.....	67
	Použitá literatura.....	68
	Seznam tabulek.....	69

Seznam obrázků.....	70
Seznam zkratk.....	71
Seznam příloh	72

Úvod

Současná lidská společnost produkuje stále se zvyšující množství odpadu. Spalitelný odpad byl a je, zejména na malých vesnicích, stále likvidován v domácích ohništích a vyprodukovaný popel slouží jako hnojivo zahrádek a záhonů. Na řadě míst vznikají černé skládky nejrůznějšího obsahu a ani hrozba vysokých pokut tomuto způsobu zbavování se odpadků není schopna zabránit. Tento problém alespoň z části pomohlo vyřešit zavedení plošných poplatků za odpad, kdy každý občan musí takovýto poplatek uhradit a také fakt, že i tu nejzazší samotou obsluhuje vozidlo firmy zabývající se svozem odpadu. Občané místo vyvezení odpadu za obec například do příkopů silnic využívají služeb sběrných dvorů a pojízdných sběren. V několika posledních letech, a to i díky stále větší informovanosti široké veřejnosti o možnosti a vhodnosti třídění odpadů, přistupují občané k odpadové problematice odpovědněji a v nemalé míře se již naučili využívat přistavených sběrných nádob na tříděný odpad.

V současné době je problém svozu odpadu řešen pro oblasti čítající i několik desítek obcí. Problematika svozu odpadu je dnes velice aktuální vzhledem ke stavu životního prostředí. Je důležité soustřeďovat se nejen na dosažení co nejmenších nákladů spojených s činností organizace, za využití nejmodernější svozové techniky potřebné k nakládání s odpady, ale také klást důraz na vzhled a čistotu obcí a snažit se minimalizovat produkci odpadů všech druhů, a to vše v souladu s platnou legislativou České republiky.

Cílem této diplomové práce je v souladu s platnými právními předpisy a za použití vhodných matematických metod, zejména metod operačního výzkumu, nalézt optimální řešení svozu komunálního odpadu, konkrétně směsného (tuhého) komunálního odpadu, ukládaného do sběrných nádob o objemech 110 l – 1,1 m³. Prováděného společností ODEKO, s.r.o., Týniště nad Orlicí při zachování současného stavu svozové techniky a stanovení nasazení vozidel na nově stanovené svozové trasy.

1 Odpadové hospodářství v České republice

Moderní vyspělá industrializovaná společnost se stále ve větší míře potýká s obecným problémem odpadů. Komunální i průmyslové odpady jsou produkovány v čím dál větších množstvích a vedle zásadní otázky celkového objemu odpadů narůstá ještě rychleji vážný problém jejich vlivu na životní prostředí. Problematika zneškodňování odpadů není jednoduchou záležitostí a je předmětem systémového řešení v souvislosti koncepčních řešení jednotlivých oblastí či regionů.

Odpadové hospodářství již dlouhá léta přerůstá hranice jednotlivých měst i zemí. Vyžaduje řešení složitých otázek, které mají v mnoha zemích podobný charakter a převážně i shodné cíle. Většina evropských států se při řešení problémů odpadů a odpadového hospodářství řídí právními normami, které jsou více méně shodné, nebo podobné ve vztahu k životnímu prostředí.

1.1 Stav životního prostředí v ČR

Životní prostředí v České republice, zejména v severočeském regionu, je velmi negativně ovlivněno veškerou antropogenní činností, která zde probíhá do té míry, že je prostředím poškozeným. Zatížené životní prostředí až na hranici katastrofálních podmínek se samozřejmě negativně projevuje i na člověku. Zásadní obrat k lepšímu není závislý na úrovni vybavení zdravotnických zařízení, ale především na tom, jak dovedeme definovat, zmapovat a zanalyzovat spektrum škodlivých faktorů životního prostředí a poznat mechanismus jejich působení. Získané kvalitní podklady jsou předpokladem efektivního řešení problematiky.

Jedním z hlavních zdrojů znečištění životního prostředí v České republice je vysoká produkce odpadů a do doby platnosti zákona o odpadech a dalších právních norem zcela nesprávné nebo vůbec žádné systematické hospodaření s nimi. Z oblasti odpadů mohou negativně působit na člověka všechny čtyři základní faktory: fyzikální, chemické, biologické a psychosociální a to buď přímým kontaktem, nebo sekundárně přes půdu, vodu, potraviny, ovzduší aj. Rovněž tak důsledky nesprávného nakládání s odpady, zejména nebezpečnými, promítnuté do oblasti psychosociální, vedou ke stresujícím vlivům na člověka.

1.2 Současný stav nakládání s tuhým komunálním odpadem

Tuhý komunální odpad tvoří z celkového objemu odpadu jen asi 0,8 % (4 mil. tun ročně). Svým založením je však neméně závažným než ostatní odpady. Setkáváme se s ním přímo na každém kroku našeho života, především v domácnostech. V průměru na každého obyvatele ČR připadá asi 200 - 250 kg komunálního odpadu ročně se stále stoupající tendencí. Ve větších městech je tato hodnota větší a dosahuje až 350 kg.

Komunální odpad ze sídel je tedy odpad vznikající v domácnostech, tzv. tuhý domovní odpad a v ostatních provozech města či sídla (odpad ze zeleně a rekreace, z občanského vybavení, z místního průmyslu služeb, z dopravy, z technického vybavení). Ze 70 % svého výskytu je organizovaně a pravidelně svážen k dalšímu využití a zneškodnění. Objem i obsah komunálního odpadu jsou veličiny proměnné a souvisejí např. i s momentální hospodářskou situací. Hospodářská recese se projevuje sníženou produkcí komunálního odpadu. Pokud jde o složení komunálního odpadu, v době recese se např. rapidně snižuje obsah organického podílu.

1.3 Odpadové hospodářství

Odpadové hospodářství je novým technologickým odvětvím, které se přímo dotýká všech stupňů výrobního a spotřebního cyklu od těžby surovin, přes jejich výrobu, dopravu a spotřebu produktů, až po jejich zneškodnění, kdy po uplynutí doby jejich životnosti se z nich stávají tzv. spotřební odpady. Při výrobě produktů vznikají vedlejší materiály, které tvoří významný podíl odpadů, tzv. výrobní odpady. Odpadové hospodářství tak má vliv na všechny složky národního hospodářství.

Použijeme-li pro výklad zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech a o změně některých dalších zákonů, je odpadové hospodářství činnost zaměřená na předcházení vzniku odpadů, na nakládání s odpady a následnou péči o místo, kde jsou odpady trvale uloženy a na kontrolu těchto činností.

Vycházíme-li z definice, jedná se o činnosti cíleně zaměřené tak, abychom odpadům předcházeli a omezovali je, a když už vzniknou, tak s nimi nakládali v souladu s ekonomickými a ekologickými potřebami. Odpadové hospodářství by měla být promyšlená, koncepční a organizačně zajištěná účelová činnost v různých oblastech hospodářského

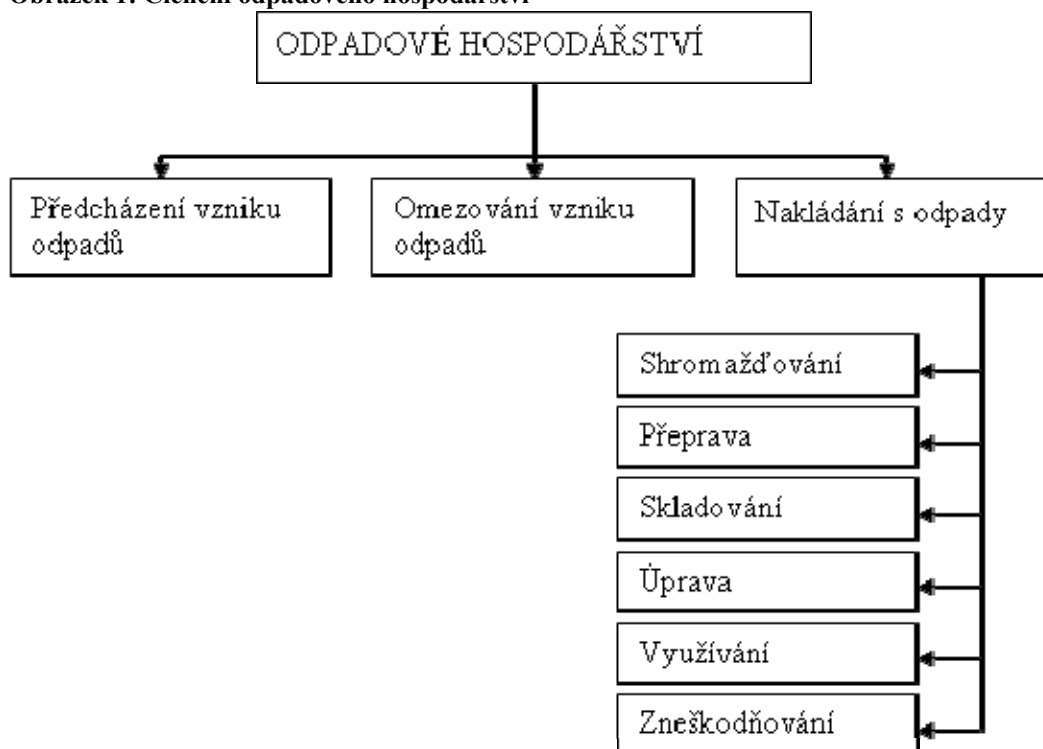
a společenského života.

V celosvětovém měřítku představuje odpadové hospodářství komplex faktorů, které vypovídají zejména o úrovni využívání surovinových vstupů a o péči o životní prostředí. Otázky a problémy týkající se odpadového hospodářství nejsou dnes pouze lokální záležitostí, nabývají mezinárodní a globální charakter.

1.3.1 Základní činnosti v oblasti odpadového hospodářství

Na obrázku č. 1 je uvedeno schéma základních činností v oblasti odpadového hospodářství, v souladu s normou ČSN 83 8001. Jednotlivé uvedené pojmy tvoří logickou posloupnost činností, přitom se však mohou jednotlivé činnosti navzájem překrývat, doplňovat a ovlivňovat. Například při určitých způsobech zneškodňování odpadů mohou být současně odpady využívány jako druhotné suroviny či zdroje energie (ze skládek odpadů lze při vhodných podmínkách získávat skládkový plyn apod.).

Obrázek 1: Členění odpadového hospodářství



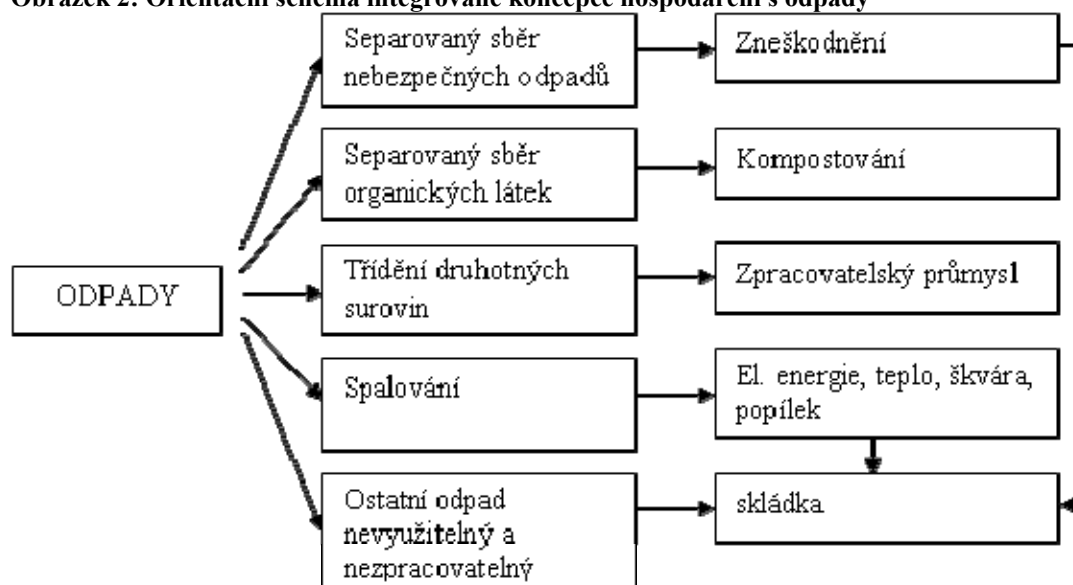
Zdroj: Autor

Využívání tuhého komunálního odpadu je v nové legislativě jako povinnost je ustanovena daleko striktněji než v původním zákonu o odpadech. V tomto případě se jedná zejména o obce, které jsou původce komunálního odpadu a mají za povinnost komunální odpad třídit. V praxi se tato skutečnost realizuje tzv. separovaným sběrem vybraných komodit, jako jsou obaly (převážně sklo, plasty, kov) a papír, popř. textil. Dále jsou shromažďovány odděleně nebezpečné složky komunálního odpadu, formou např. sběrných dvorů, nebo formou mobilního termínovaného sběru, popřípadě kombinací obou. Kromě toho jsou ze zákona vymezeny odpady, které nesmějí být zneškodněny uložením na skládce. Patří sem např. vytríděné využitelné odpady (sběrový papír, textilní materiály, pneumatiky a jejich odřezky, kompostovatelné odpady).

Existují různé způsoby jak odpady využívat a zneškodňovat. Opět je nutno brát v úvahu dva vzájemně se prolínající aspekty: ekonomický a ekologický. To znamená maximálně využít energetické a surovinové hodnoty odpadů tak, aby docházelo k minimálnímu narušení životního prostředí. Není vhodné zvolit jediný způsob, jednu technologii. Neexistuje univerzální zařízení.

V zahraničí a ve stále větší míře i u nás se prosazuje tzv. integrovaný systém nakládání s odpady (obrázek č. 2). Jde o účelovou kombinaci shromažďování, třídění, překládání, využívání a zneškodňování odpadů ve vhodné oblasti – územním celku.

Obrázek 2: Orientační schéma integrované koncepce hospodaření s odpady



Zdroj: Autor

1.3.2 Cíle a úkoly odpadového hospodářství

Snad každá obec se potýká s problémem divokých, neřízených, nekontrolovaných a neošetřovaných skládek, které otravují prostředí a působí rušivě na krajinu. Často se objevují v krásných místech přírody, v roklích, v propastech a také v lesích.

Velké nebezpečí představují jedovaté a radioaktivní odpady. Špinavé vody z měst, nemocnic, továren a polí, které jsou nasyceny jedovatými látkami a bakteriemi odtékají do řek a dále do moří, a tak se zhoršuje přirozené mořské prostředí

Hlavní cíle odpadového hospodářství jsou následující:

- Předcházet nebo omezovat vznik odpadů,
- pokud druhotné suroviny již vzniknou, nakládat s nimi tak, aby byly maximálně využity jako druhotné suroviny v původní nebo upravené formě a aby minimálně narušoval životní prostředí.

K tomu náleží ještě souhrn úkolů jako:

- Sanace starých skládek,
- výchova odborníků pracujících na úseku odpadového hospodářství, v provozech a na úřadech,
- organizace konzultačních středisek,
- vydávání odborné literatury.

Při plnění uvedených cílů a úkolů se postupuje podle moderních principů hospodaření s odpady.

U domovních odpadů se to týká:

- Zavedení odděleného sběru,
- kompostování biologických odpadů,
- třídění cenných látek a jejich recyklace,
- termické likvidace zbytkového odpadu (popel a nespálené části),
- zřizování a provoz vhodných skládek.

U nebezpečných odpadů se to týká:

- Přepavní a meziskladovací možnosti,
- zřizování a provozování zařízení na chemickou a fyzikální úpravu olejů, barviv a jedů,
- způsobu spalování a techniky zařízení,
- zřizování a provozu skládek zvláštního odpadu.

1.3.3 Klíčové problémy odpadového hospodářství v ČR

Principy udržitelného rozvoje se dostatečně nepromítají do všech oblastí hospodářství, což se projevuje negativním dopadem na celou oblast odpadového hospodářství.

Prevence vzniku odpadů se v dostatečné míře neuplatňuje, chybí ekonomická stimulace a informovanost o přínosech a výhodách opatření i investic do prevence vzniku odpadů a omezování jejich nebezpečných vlastností.

Není respektována hierarchie nakládání s odpady, převažuje odstraňování odpadů, zejména skládkování, nad využíváním odpadů. Materiálové využití odpadů je velmi obtížné zvyšovat, protože v současném prostředí tržního hospodářství není zajištěna konkurenceschopnost výrobků vyrobených z odpadů.

Třídění odpadů a jejich shromažďování podle jednotlivých druhů je nedostatečné. V důsledku toho se jen velmi málo odpadů vrací do výrobního cyklu jako náhrada vstupních surovin. V podnikatelské i občanské sféře jsou v této oblasti velké rezervy.

Změny Katalogu odpadů a seznamy nebezpečných odpadů snížily možnosti porovnávání údajů celkové produkce odpadů a nakládání s nimi v časových řadách, zejména pak u nebezpečných odpadů.

Výkon veřejné správy v oblasti odpadového hospodářství nemá odpovídající zázemí (přiměřený stav kvalifikovaných pracovních sil, finanční zabezpečení, provázanost s ostatními oblastmi veřejné správy).

Koordinace zpracování resortních koncepčních dokumentů a jejich vzájemné vazby nejsou v potřebné míře zajištěny, což v konečném důsledku negativně ovlivňuje oblast odpadového hospodářství.

Úroveň environmentální vzdělanosti veřejné správy a environmentální vědomosti podnikatelské a občanské sféry není dosud na potřebné výši.

1.4 Zneškodňování odpadů v ČR

Současný stav nakládání s komunálním odpadem se dá obecně charakterizovat jako dobře fungující systém svozu a skládkování. Vybudované skládky mají dostatečnou volnou kapacitu umožňující autonomii většině okresů s výhledem na deset až patnáct let. Svoz odpadu v okresech většinou zajišťuje jedna dominantní firma, kterou doplňují konkurenční společnosti snažící se jednotlivým obcím nabízet služby za výhodnějších podmínek. Svozové firmy zabezpečují obvykle dané území komplexně, to znamená, že daná firma zajišťuje:

- Sběr, svoz a zneškodnění směsného, nebezpečného a objemného komunálního odpadu,
- sběr, svoz a zpracování separovaných složek komunálního odpadu,
- likvidaci starých zátěží na území obce,
- ostatní služby jako je poradenská činnost, evidence odpadu, ekologická výchova atd.

Platby za svoz komunálního odpadu se provádějí buď paušálně nebo podle skutečného množství, přičemž hlavně větší města mají tendenci uplatňovat především první z obou způsobů.

Jak jsem již uvedl, komunální odpad se v České republice v drtivé většině sládkuje. Je to dáno hlavně ekonomickými důvody. Náklady na sběr, svoz a uložení 1 tuny směsného odpadu činí podle různých studií ca 1 400 Kč. Z toho samotné uložení na skládku stojí 600 Kč. Naproti tomu spalení 1 tuny odpadu stojí 2050 Kč a recyklace tuny skla ze sběrných dvorů přijde na 1 500 Kč, přičemž tento náklad v sobě již zahrnuje zisk z využití suroviny na skládkách. Recyklace tuny papíru a lepenky vyjde na 2 200 Kč, což je ještě o 150 Kč více, než kdyby papír skončil spolu s dalším odpadem ve spalovně. Vůbec nejvyšší náklady jsou na recyklaci tuny plastů a i pro tento fakt se u nás recyklují pouze jeho 4 %.

1.4.1 Skládkování komunálního odpadu

Směrnice Rady EU o skládkování odpadu

Nová směrnice Rady Evropské unie pro skládkování odpadů 99/31/ES, která byla přijata Radou v dubnu 1999, výrazně mění přístupy ke skládkování odpadů. Například omezuje skládkování biodegradabilních odpadů s cílem prevence tvorby skládkového plynu, jež má za úkol omezit vliv skládek na oteplování Země a také stanovuje povinnost přijímat na

skládky jen odpady, jež byly předem upraveny. Jejím posláním je omezit negativní vlivy na životní prostředí způsobené skládkováním odpadů po celou dobu životnosti skládky a proto předepisuje skládkám přísnější technické a provozní požadavky. Zavádí také jednotný postup pro přijímání odpadu na skládky, který dělí odpady podle kritérií přijatelnosti stanovených pro různé kategorie skládek a povolovací postupy pro všechny druhy skládek. Přijala opatření pro omezování biologicky rozložitelného odpadu, zabraňuje skládkování odpadu, který lze využít a také přijala opatření pro zajištění dostatečné kvalifikace provozovatelů a zaměstnanců skládek. Směrnice obsahuje dvacet článků a tři přílohy a je platná pro všechny státy Evropské unie. Pro názornost uvádím stručný obsah některých článků.

Článek č. 1 stanovuje opatření, postupy a návody předcházení všech negativních dopadů na životní prostředí způsobovaných skládkováním odpadů.

Článek č. 3 stanovuje rozsah působnosti této Směrnice a též vylučuje ze skládkování některé odpady, jež nemají žádnou z nebezpečných vlastností. Jedná se o kaly, které se dají využít ke hnojení a další odpady, které vznikají těžebními pracemi a jsou využitelné.

Článek č. 4 stanovuje tři kategorie skládek: skládky pro nebezpečný odpad, pro interní odpad a pro ostatní odpad, který není klasifikovaný jako nebezpečný.

Článek č. 5 stanovuje povinnost členským státům vypracovat strategii realizace omezení biologicky rozložitelných látek ukládaných na skládky. Strategie musí být vypracována do dvou let od platnosti Směrnice a její cíle pro snížování podílu biologicky rozložitelných odpadů ukládaných na skládky jsou stanoveny následovně: do roku 2006-2008 na 75 %, do roku 2009-2011 na 50 %, do roku 2016-2018 na 35 % množství biologicky rozložitelných komunálních odpadů produkovaných v roce 1995.

Článek č. 6 stanovuje mimo jiné povinnost členských států zajistit, aby každý odpad byl před uložením na skládku upraven.

V souvislosti s touto směrnicí se začalo mluvit o mechanicky-biologické úpravě komunálních odpadů. Hlavním důvodem, jak je již výše uvedeno, je snížení produkce skleníkových plynů, zvláště metanu. Toho se dá docílit především omezováním množství

vzniklého komunálního odpadu a v nejvyšší možné míře uskutečňováním odděleného sběru jednotlivých složek komunálního odpadu, které je možno zužitkovat. Jedná se především o sklo, papír, lepenku, plasty a bioodpad (běžný kuchyňský odpad). Co se týče vyprodukovaného množství, je nejvýznamnější složkou bioodpad, který by měl být využíván k anaerobnímu kompostování. Ale i při separovaném sběru zůstává ve zbytkovém odpadu velké množství biodegradabilních organických látek a tudíž ho podle Směrnice nebude možno ukládat na skládky bez předchozí úpravy.

Jelikož spalování komunálního odpadu s využitím vzniklého tepla a ukládáním popelnatého odpadu na skládky je finančně provozně náročné (vzhledem k emisním limitům), ve státech Evropské unie se začal propagovat nový způsob úpravy komunálního odpadu před jeho uložením na skládku. Tento způsob se nazývá mechanicko-biologické nakládání se zbytkovým odpadem. Jejím účelem je výrazné snížení biodegradovatelného podílu v odpadu, jímž se omezuje tvorba skleníkového plynu. V mechanické části technologie se separují kovy a lehké energeticky bohaté složky odpadů, které se využívají buď jako alternativní palivo nebo slouží k jeho výrobě. Biologická část technologie trvá asi jedenadvacet dní a má zabezpečit až 90 % snížení tvorby skleníkových plynů. Teprve poté se odpad ukládá na skládky.

1.4.2 Skládkování odpadů v ČR

„Jednou z obvyklých forem odstraňování odpadů je skládkování na řízených skládkách“ [1]. V roce 1999 bylo provozováno na našem území celkem 358 skládek, z toho je 145 skládek skupiny S III pro komunální odpady. Jejich kapacita je dostačující i do budoucna. Novější údaje se bohužel nepodařilo obstarat.

Sládkuje se však i nadále velké množství biodegradabilního odpadu bez ohledu na nebezpečí kontaminace půdy a podzemních vod, hrozící zvláště na starších skládkách, jejichž podloží nevyhovuje novým přísným kritériím Evropské unie.

1.4.3 Spalování komunálního odpadu

Jedná se o „řízené exotermické slučování hořlavých složek odpadů s kyslíkem za stechiometrických nebo nad stechiometrických podmínek“ [1].

Na našem území jsou v provozu tři spalovny komunálních odpadů. Jedna v Brně, jedna v Praze-Malešicích a jedna v Liberci.

1.4.4 Nejvýznamnější enviromentální vlivy skládkování a spalování

Enviromentální problémy způsobené skládkováním

- a) znečištění povrchových vod a podzemních vod z průsaků
- b) zesílení skleníkového efektu emisemi metanu
- c) ztráta přírodních lokalit

Vybudování skládky znamená trvalou ztrátu přírodních zdrojů a nutnost dlouhodobého monitoringu. Pokud dojde ke znečištění podzemních vod, jejich regenerace může trvat i několik desítek let. Rozkladem biodegradabilních látek vzniká metan a oxid uhličitý. Odhaduje se, že skleníkový efekt metanu je zhruba 56 x větší než u oxidu uhličitého v průběhu 20 let a 21 x větší v průběhu 100 let. Podle některých studií metan způsobuje 20 % z celkového skleníkového efektu.

Enviromentální problémy způsobené spalováním

Hlavním problémem jsou polycyklické aromatické uhlovodíky, dioxiny a furany, popílký těžké a těžké kovy uvolňované při procesu hoření. Jejich emise a nebezpečnost se však neustále snižují. Všechna nová zařízení instalovaná po roce 1990 jsou vybavena účinnými filtry.

1.4.5 Kompostování komunálního odpadu

„Kompostování je biologická metoda využívá biologicky rozložitelných odpadů, kterou se za kontrolovaných podmínek aerobních procesů (za přístupu vzduchu) a činností mikroorganismů přeměňuje biologicky rozložitelný odpad na kompost“ [1].

Kuchyňský odpad z domácností se ale dá také zpracovat kompostováním. Vzniklý kompost pak přispívá k lepší úrodnosti půdy.

Celková produkce kompostu činila v roce 1991 420 000 t při zpracování 525 000 t biodegradabilních odpadů, v roce 1998 to již bylo 860 000 t při zpracování 1 036 000 t biodegradabilních odpadů. Produkce kompostu tedy v posledních 10 letech neustále stoupá,

ale zdaleka nedosahuje úrovně z roku 1987, kdy se na našem území vyrobilo 3,1 mil. tun kompostu s využitím téměř 5 mil. tun biodegradabilního odpadu.

Kompostování ztratilo dotační podporu v roce 1989. Do té doby bylo podporováno zápornou daňovou intervencí. V posledních letech se však opět začíná mluvit o dotacích jak na budování kompostáren, tak na nákup kompostu.

Soukromé kompostárny tvoří více jak 90 % z celkového počtu kompostáren. V roce 1999 bylo registrováno v ČR čtyřicet soukromých výrobců kompostu.

1.4.6 Obecné zásady při nakládání s odpadem

Tyto zásady mají pevně dané pořadí, přičemž v první řadě platí, že je daleko lepší vzniku odpadů předejít, než pouze hledat cesty, jak je bezpečně likvidovat. Jejich bezpečná likvidace je však také velmi důležitá, protože některé odpady budou vznikat vždy.

Prevence vzniku odpadu

Předcházet vzniku odpadů je první a nejdůležitější zásadou. Při jakémkoliv výrobním procesu produkujícím odpad je nutné položit si otázku, zda se vyplatí vyrábět výrobky technologií, při které tento odpad vzniká. Strategie prevence vzniku konečného odpadu spočívá v tom, že se přestane používat technologie, která takovýto odpad produkuje. Je nutné hledat taková řešení, kde lze dosáhnout uzavřeného cyklu nebo kde se alespoň část odpadu vrací zpět do výrobního procesu. Tím se nejen předejde vzniku odpadu, ale navíc se tím šetří suroviny.

Minimalizace odpadu

Druhou zásadou je snižovat množství odpadu. V tomto směru by měli být především výrobci motivováni ke snižování hlavně obalových materiálů. V západní Evropě, ale i u nás mají výrobci tendenci okázale balit výrobky do mnoha vrstev obalů často smíšeného charakteru, čímž se komplikuje i následná recyklace. Tento problém by měla řešit legislativa, jež by nutila výrobce ke snižování produkce takto balených výrobků.

Recyklace

Každý materiál, který lze zpracovat v původním výrobním cyklu a znovu použít, by se měl takto zpracovat. Sníží se tím spotřeba surovin a často i energie. Zde je zapotřebí položit si otázku, zda je nutné vyrábět materiály, které nelze vůbec recyklovat.

Nezbytnou podmínkou recyklace domovního odpadu je jeho třídění, které je však často téměř nereálné. Je to dáno většinou tím, že lidem chybí pocit odpovědnosti za vznik jejich vlastního odpadu. Jednotlivci by měli být motivováni k třídění odpadu například tím, že poplatky za odvoz tříděného komunálního odpadu by byly nižší než za svoz smíšeného odpadu.

Získávání energie z odpadu

Není-li možné materiály vracet zpět do výrobního procesu a stává se z nich skutečný odpad, je vhodné z nich alespoň získávat nějakým způsobem energii. Může to být pomocí spalování, jímáním bioplynu a podobně.

Minimalizace znečištění

Bez ohledu na to, jaké způsoby recyklace nebo likvidace odpadu se použijí, měla by být příslušná zařízení provozována takovým způsobem, který by minimalizoval rizika znečištění životního prostředí.

1.5 Obec a svozová firma

Třídění, sběr a svoz tuhého komunálního odpadu organizuje většinou obec ve spolupráci se svozovou firmou.

Velice důležitá je zde smlouva obce se svozovou firmou, která by měla obsahovat:

- Počet a objem používaných nádob,
- četnost svozu,
- zabezpečení svozu v době svátků,
- zajištění zanášky nádob v bytových domech,
- udržování čistoty na stanovištích sběrných nádob,
- zabezpečení čistoty a údržby sběrných nádob.

V případě, že je firmou zajišťován i separovaný sběr odpadu, měla by být smlouva rozšířena o druhy a objemy nádob na separovaný sběr odpadu a četnost jejich svozu, druhy tříděných odpadů a svoz objemného a nebezpečného odpadu.

Svozová firma své služby fakturuje obci. Ta vybírá poplatky od občanů, jejichž výši stanoví obec příslušnou vyhláškou.

Svoz a přeprava odpadu je prováděna za využití různých přepravních prostředků tak, aby s přepravní vzdáleností rostlo i množství přepravovaného odpadu.

1.6 Tuhý komunální odpad

„Komunálním odpadem se všeobecně i podle legislativy rozumí veškerý odpad, který vzniká na území obce při činnosti fyzických osob (občanů) a při čištění veřejných komunikací a prostranství“ [2]. Odpad ze spotřební sféry se často označuje jako tuhý komunální odpad nebo jako domovní odpad.

Tuhým komunálním odpadem se tedy rozumí odpad ze služeb a obchodů, veřejných úřadů a institucí, drobných provozoven a domovní odpad. Jde o různorodý materiál, jehož složení není stabilní a v průběhu ročních období se mění. Vzniká na území měst a obcí a podléhá pravidelnému organizovanému svozu.

Tuhý komunální odpad je svým složením méně závažným odpadem než ostatní druhy odpadů. V průměru vyprodukuje každý občan 200 – 250 kg odpadu ročně, toto množství má stále stoupající tendenci. Převážnou část tuhého komunálního odpadu lze využít jako druhotné suroviny a v případě vhodného vytřídění umožnit jeho další zpracování. Za rok lze vytřídit až 30 kg papíru, 25 kg plastů a 15 kg skla na osobu [6].

Tuhý komunální odpad je možné rozdělit na [6]:

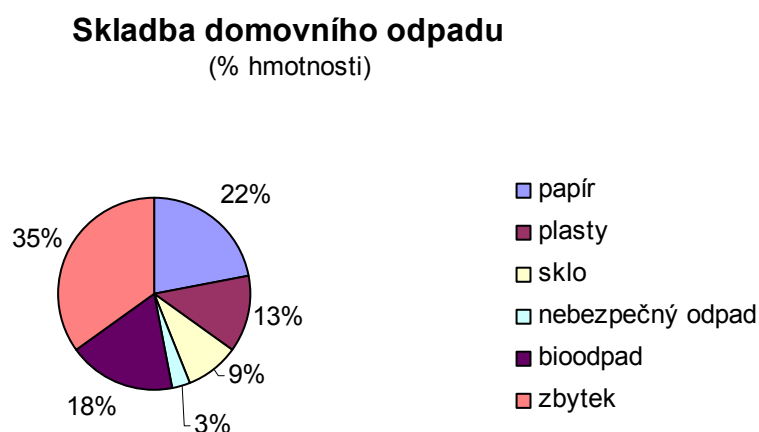
využitelný – tyto odpady je možné dále zpracovávat, jde např. o papír a lepenku, sklo, plasty (PET lahve, folie, kelímky), kovy (plechovky, hliníkové obaly), kompostovatelný kuchyňský odpad atd.; Pokud se tyto druhy odpadu v obci třídí, ukládají se barevně označených sběrných nádob,

objemný – to jsou odpady, které se pro svou velikost či objemnost nevejdou do popelnice, jde např. o starý nábytek, koberce, linolea, umyvadla, toalety, kuchyňské linky, elektrotechniku, drobný stavební odpad atd.; takovýto odpad je vhodné umístit do sběrných dvorů, popř. do velkých kontejnerů, pokud jsou v obci přistavovány,

nebezpečný – jde o odpady mající nebezpečné vlastnosti, jde např. o léky, zářivky, výbojky, akumulátory, galvanické články (baterky), ledničky – mrazničky, barvy, lepidla, oleje a nádoby jimi znečištěné apod.; nebezpečné odpady se odevzdávají do sběrného dvora nebo pracovníkům pojízdne sběrný,

ostatní (směsný) – jsou to takové odpady, které zbudou po vytřídění všeho, co je možné dále využít, jde např. o znečištěné (mastné) obaly od potravin, voskovaný papír, textil, popel, zbytky masa a kostí apod.; takovýto druh odpadu by měl být jediný, který občané umísťují do popelnic nebo kontejnerů.

Obrázek 3: Skladba domovního odpadu



Zdroj: HLAVATÁ Miluše, Odpadové hospodářství

1.6.1 Shromažďování a sběr tuhého komunálního odpadu

Shromažďování odpadů – „zahrnuje činnosti spojené s krátkodobým soustředěním odpadů do shromažďovacích prostředků v místě vzniku před dalším nakládáním s nimi, především s ohledem na jejich sběr“ [1]. Ke shromažďování tuhého komunálního odpadu zpravidla dochází nejprve v domácnosti v odpadkových koších, popřípadě v pytlích na odpadky a po jejich naplnění je odpad přemístěn do určených sběrných nádob nebo do kontejnerů, které jsou umístěny na vyhrazených stanovištích.

Sběr odpadu – je soustředování odpadů právnickou nebo fyzickou osobou oprávněnou k podnikání od jiných subjektů za účelem jejich předání k dalšímu využití nebo odstranění. Tato činnost obvykle předchází využívání odpadu.

Předpokladem úspěšného a efektivního shromažďování, sběru a následného svozu tuhého komunálního odpadu je nezbytné přičinění občanů, kteří se řídí pravidly daných zákonem o odpadech a platnou vyhláškou příslušné obce. Rovněž hustota sběrné sítě, propagace sběru a kontakt s občany jsou faktory, které ovlivňují účinnost sběru. V neposlední řadě je důležitá i informovanost o důvodech, způsobech a skutečných nákladech spojených s hospodařením a nakládáním s odpady a dále podpořená komfortem vlastního sběrného systému spočívajícím v lehké přístupnosti, snadné obsluze a přiměřeně estetickému a čistému prostředí stanovišť sběrných nádob.

1.6.2 Sběr tříděného (separovaného) odpadu

Sběr tříděného odpadu rozlišujeme podle způsobu rozmístění sběrných nádob, ve kterých se odpad shromažďuje. Rozhodnutí, který způsob bude efektivnější, je závislý na typu zástavby, druhu sbíraného odpadu a v neposlední řadě na finančních prostředcích, které mohou obce do sběru tříděného odpadu investovat. Ze zkušeností vyplývá, že nejúčinnějším způsobem, jak získávat zhodnotitelné látky z tuhého komunálního odpadu, je bezúplatný separovaný sběr do sběrných nádob nebo kontejnerů a jeho případné dotřídění na třídících linkách. Při sběru tříděného odpadu se používá donáškový, odvozový nebo kombinovaný sběr.

Donáškový sběr

„Je charakterizován sběrným místem (tzv. hnízdem) vybaveným více nádobami pro tříděný odpad a donáškovou vzdáleností 100 až 150 m, popř. i větší“ [2]. Vzhledem k tomu, že donáškový způsob sběru je pro občany méně pohodlný, jsou kontejnerová hnízda umísťována na frekventovaných místech, a to zejména v bezprostřední blízkosti obchodů a nákupních center, dále v okolí zastávek MHD, škol, zdravotních středisek apod. Donášková vzdálenost je vzdálenost mezi místem vzniku odpadu a místem jeho shromažďování, což jsou stanoviště nádob na odpad. Tato vzdálenost by neměla být příliš velká, protože s rostoucí vzdáleností klesá ochota občanů provádět třídění komunálního odpadu a následně dopravovat jednotlivé druhy odpadu do příslušných sběrných nádob. U tohoto systému sběru jsou

využívány zpravidla nádoby o větším objemu (nad 1 m³), tzv. zvony. Uplatňuje se zejména v zástavbách rodinných domků a v zástavbě panelových sídlištních domů. Jedná se o nejvíce používaný systém sběru pro tříděný odpad.

Odvozový sběr

Odvozový sběr se vyznačuje používáním sběrných nádob na odpad o menším objemu (zpravidla do 240 l), které jsou umístěny v bezprostřední blízkosti obytného domu. „Podmínkou tohoto způsobu je třídít domovní odpad v domácnosti a shromažďovat ho do jednotlivých nádob na sběrném místě v blízkosti domovních vstupů nebo uvnitř stavebních objektů s donáškovou vzdáleností do 30 – 50 m“ [2]. Uplatňuje se tedy především ve starší zástavbě bytových domů, ale lze ho uplatnit i v zástavbě rodinných domů a sídlištní zástavbě. Účinnost a kvalita tohoto systému sběru tříděného odpadu je vysoká, ale jsou zde i větší náklady na počáteční investice.

Kombinovaný sběr

Tento typ sběru je nazýván také jako sběr pytlový. Jde o kombinaci donáškového a odvozového sběru. Sběrné nádoby ve formě pytlů jsou umístěny přímo v jednotlivých domácnostech. Po naplnění pytlů jsou tyto shromážděny na určené místo a poté odváženy nebo jsou odváženy přímo od domů. Z uvedeného je zřejmé, že tento systém sběru klade vysoké nároky na organizaci a rovněž provozní náklady jsou velmi vysoké. Dosahuje se však vysoké účinnosti a kvality vytríděného sběru. Pytlový sběr nachází uplatnění pro rodinné domky v městech.

1.6.3 Sběr směsného odpadu

Sběr směsného komunálního odpadu je organizován především odvozovou formou. V zástavbě rodinných domků je komunální odpad shromažďován do sběrných nádob menších objemů (do 240 l) a v sídlištní zástavbě se využívají sběrné nádoby o objemu 1,1 m³. Tyto sběrné nádoby jsou vyprazdňovány do svozových sběrných automobilů, které zajišťují svoz odpadu na skládky nebo do spaloven komunálních odpadů. Hromadné třídění komunálního odpadu je velmi energeticky a finančně náročné, proto se dává přednost třídění ještě před uložením do sběrných nádob. Právě sběr a svoz tohoto druhu tuhého komunálního odpadu je řešen v této práci.

1.6.4 Sběr nebezpečného odpadu

Tento druh odpadu je nutné z tuhého komunálního odpadu odstraňovat. Rozlišujeme dva způsoby sběru nebezpečných látek, a to stacionární nebo mobilní sběr.

Stacionární sběr

Tento způsob sběru je založen na donáše odpadu na stabilní sběrná místa, tzv. sběrné dvory, která mají stanovenou otevírací dobu, provozní řád a proškolenou obsluhu. Ve sběrných dvorech jsou také umístěny nádoby na tříděný odpad a na ostatní odpad, který nelze umístit do sběrných nádob umístěných v městské zástavbě. Při tomto druhu sběru vyvstává problém ochoty občanů podstoupit velké přepravní vzdálenosti do sběrného dvora. Stacionárním sběrem je řešen též sběr baterií a monočlánků, např. v prodejnách s autobateriemi nebo se spotřebním zbožím a léků, rtuťových teploměrů a použitých injekčních stříkaček, které je možno odevzdávat v lékárnách.

Mobilní sběr

Tento typ sběru na rozdíl od stacionárního sběru nemá pevná místa sběru a přesně stanovenou provozní dobu. Mobilní sběr je založen na odvozu odpadu přímo z místa jeho vzniku a nedochází zde k jeho shromažďování na sběrných místech, která jsou mimo obytné objekty. Ke sběru se používá speciálně upravený nákladní automobil, který je vybaven nádobami na nebezpečný odpad. Vybavení nákladního automobilu se liší podle druhů sbíraných odpadů, ale vždy musí splňovat mezinárodní normu ADR o přepravě nebezpečných věcí a musí být podle této normy označen. Pojízdna sběrna zajíždí na určená stanoviště podle odpadového kalendáře a zde bezplatně vybírá nebezpečný odpad od občanů. Frekvence zajíždění pojízdny sběrné nebezpečných odpadů je různá a pohybuje se od sběru 1 x za měsíc až po sběr 2 x ročně. Mobilní sběr se využívá zejména v obcích, které nemají zřízen sběrný dvůr.

1.6.5 Sběr objemného odpadu

Objemný komunální odpad představují odpady jako je starý nábytek, podlahové krytiny, zdravotní keramika, nefunkční elektrospotřebiče, kompostovatelný odpad, stavební odpad, odpad z jarního a podzimního úklidu apod. Zde se uplatňuje stacionární sběr, kdy občané takovýto odpad odvázejí do sběrných dvorů nebo je dopad sbírán do

velkoobjemových kontejnerů, které svozová firma na žádost přistaví na určené místo a po naplnění odveze obsah ke zneškodnění. Sběr do velkoobjemových kontejnerů je náročný zejména na kontrolu odkládání správného druhu odpadu.

1.7 Právní předpisy nutné k provozování svozové firmy

Při provozování firmy zabývající se svozem odpadu je nutné respektovat veškerou platnou legislativu. Z hlediska dopravy a pro řešení dané úlohy se jedná zejména o tyto právní předpisy:

- Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech ve znění pozdějších předpisů,
- Zákon č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě ve znění pozdějších předpisů,
- Vyhláška č. 478/2000 Sb., kterou se provádí zákon č. 111/1994 Sb. Ve znění pozdějších předpisů,
- Zákon č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích ve znění pozdějších předpisů,
- Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích ve znění pozdějších předpisů,
- Vyhláška č. 341/2002 Sb., o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách ve znění pozdějších předpisů,
- Zákon č. 168/1999 Sb., o pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla ve znění pozdějších předpisů,
- Zákon č. 16/1993 Sb., o dani silniční ve znění pozdějších předpisů,
- Nařízení vlády č. 168/2002 Sb., kterým se stanoví způsob organizace práce a pracovních postupů, které je zaměstnavatel povinen zajistit při provozování dopravy dopravními prostředky, ve znění pozdějších předpisů.

Z uvedených zákonů a vyhlášek je z podstaty firmy nejdůležitější prvně jmenovaný.

1.7.1 Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech

Zákon o odpadech lze považovat za stěžejní právní předpis v každé problematice, která se týká nakládání se všemi druhy odpadů, mimo výjimek uvedených v zákoně. Tento

zákon stanoví pravidla pro předcházení vzniku odpadů a pro nakládání s nimi při dodržování ochrany životního prostředí, ochrany zdraví člověka a trvale udržitelného rozvoje, práva a povinnosti osob v odpadovém hospodářství a působnost orgánů veřejné správy.

Základní pojmy

Odpad je každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit.

Nebezpečný odpad je odpad uvedený v seznamu nebezpečných odpadů a jakýkoliv jiný odpad vykazující jednu nebo více nebezpečných vlastností.

Komunální odpad je veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti fyzických osob.

Odpadové hospodářství je činnost zaměřená na předcházení vzniku odpadů, na nakládání s odpady a následnou péči o místo, kde jsou odpady trvale uloženy a kontrola těchto činností.

Nakládáním s odpady se rozumí jejich shromažďování, soustředění, sběr výkup, třídění, přeprava o doprava, skladování, úprava, využívání a odstraňování.

Skladování odpadů je přechodné umístění odpadů, které byly soustředěny (shromážděny, sesbírány, vykoupěny) do zařízení k tomu určenému a jejich ponechání v něm.

Shromažďování odpadů je krátkodobé soustředění odpadů do shromažďovacích prostředků v místě jejich vzniku před dalším nakládáním s odpady.

Skládka odpadů je technické zařízení určené k odstraňování odpadů jejich trvalým a řízeným uložením na zemi nebo do země.

Sběr odpadů je soustředění odpadů právnickou nebo fyzickou osobou oprávněnou k podnikání od jiných subjektů za účelem jejich předání k dalšímu využití nebo odstranění.

Výkup odpadů je sběr odpadů v případě, kdy jsou odpady právnickou nebo fyzickou osobou oprávněnou k podnikání kupovány za sjednanou cenu.

Úprava odpadů je každá činnost, která vede ke změně chemických, biologických nebo fyzikálních vlastností odpadů, za účelem umožnění nebo usnadnění jejich dopravy, využití, odstraňování nebo za účelem snížení jejich objemu, případně snížení jejich nebezpečných vlastností.

Původce odpadů je právnická osoba, při jejíž činnosti vznikají odpady, nebo fyzická osoba oprávněná k podnikání, při jejíž podnikatelské činnosti vznikají odpady. Pro komunální odpady vznikající na území obce, které mají původ v činnosti fyzických osob, na něž se nevztahují povinnosti původce, se za původce odpadů považuje obec. Obec se stává původcem komunálního odpadu v okamžiku, kdy fyzická osoba odpady odloží na místě k tomu určeném. Obec se současně stane vlastníkem těchto odpadů.

Obecné povinnosti

Každý má při své činnosti nebo v rozsahu své působnosti povinnost předcházet vzniku odpadů, omezovat jejich množství a nebezpečné vlastnosti. Každý má při své činnosti nebo v rozsahu své působnosti povinnost v mezích daných tímto zákonem zajistit přednostně využití odpadů před jejich odstraněním. Materiálové využití odpadů má přednost před jiným využitím odpadů. Každý je povinen nakládat s odpady a zbavovat se jich pouze způsobem stanoveným tímto zákonem a ostatními právními předpisy vydanými na ochranu životního prostředí. Pokud není stanoveno jinak, lze s odpady podle tohoto zákona nakládat pouze v zařízeních, která jsou k nakládání s odpady podle tohoto zákona určena. Při tomto nakládání s odpady nesmí být ohroženo lidské zdraví ani ohrožováno nebo poškozováno životní prostředí a nesmějí být překročeny limity znečišťování. K převzetí odpadu do svého vlastnictví je oprávněna pouze právnická osoba nebo fyzická osoba oprávněná k podnikání, která je provozovatelem zařízení k využití nebo k odstranění nebo ke sběru nebo k výkupu určeného druhu odpadu. Každý je povinen zjistit, zda osoba, která předává odpady, je k jejich převzetí podle tohoto zákona oprávněna. V případě, že se tato osoba oprávněním neprokáže, nesmí jí být odpad předán. Ředění nebo míšení odpadů za účelem splnění kritérií pro jejich přijetí na skládku a míšení nebezpečných odpadů navzájem nebo s ostatními odpady je zakázáno. Pokud již došlo ke smíšení nebezpečných odpadů navzájem nebo s ostatními odpady, musí být provedeno jejich roztřídění, je-li to technicky a ekonomicky proveditelné a je-li to nezbytné pro zajištění ochrany životního prostředí a zdraví lidu. Tato povinnost se nevztahuje na míšení nebezpečných odpadů, pro které je vydán souhlas krajského úřadu.

Katalog odpadů

Původce a oprávněná osoba jsou povinni pro účely nakládání s odpadem odpad zařadit podle Katalogu odpadů, který Ministerstvo životního prostředí vydá prováděcím právním předpisem (Vyhláška č. 381/2001 Sb.). V případech, kdy nelze odpad jednoznačně zařadit podle Katalogu odpadů, zařadí odpad Ministerstvo životního prostředí na návrh příslušného

obecního úřadu obce s rozšířenou působností. Má-li odpad jednu nebo více nebezpečných vlastností uvedených v příloze k tomuto zákonu, jsou původce a oprávněná osoba povinni zařadit tento odpad jako nebezpečný a nakládat s ním jako s nebezpečným. Směsný komunální odpad se nezařazuje do kategorie nebezpečný a původce a oprávněná osoba nejsou povinni s ním nakládat jako s nebezpečným.

Povinnosti a oprávnění obce a fyzických osob při nakládání s komunálním odpadem

Obce mohou ve své samostatné působnosti stanovit obecně závaznou vyhlášku obce systém shromažďování, sběr, přepravy, třídění, využívání a odstraňování komunálních odpadů vznikajících na jejím katastrálním území. Obce jsou též povinny určit místa, kam mohou fyzické osoby odkládat komunální odpad, který produkují a musí zajistit místa, kam mohou fyzické osoby odkládat nebezpečné složky komunálního odpadu, a to minimálně dvakrát ročně. Tyto osoby jsou povinny odkládat komunální odpad na místech k tomu určených, a to ode dne, kdy obec stanoví obecně závaznou vyhláškou komunální odpad odděleně shromažďovat, třídít a předávat k využití podle systému stanoveného obcí. Obec může vybírat úhradu za shromažďování, sběr, přepravu, třídění, využívání a odstraňování komunálních odpadů od fyzických osob na základě písemné smlouvy, která musí obsahovat výši úhrady, nebo obecně závaznou vyhláškou stanoví a vybírá poplatek za komunální odpad podle zákona č. 565/1990 Sb., o místních poplatcích ve znění pozdějších předpisů. Poplatníkem je každá fyzická osoba, při jejíž činnosti vzniká komunální odpad. Plátcem poplatku je vlastník nemovitosti. Původci, kteří produkují odpad zařazený podle Katalogu odpadů jako odpad podobný komunálnímu z činnosti právnických osob a fyzických osob oprávněných k podnikání, mohou na základě písemné smlouvy s obcí využívat systém pro nakládání s komunálním odpadem, který je v obci zaveden.

Povinnosti při sběru a výkupu odpadů

Provozovatel zařízení ke sběru nebo výkupu odpadů je povinen třídít odpady podle druhů a kategorií, provozovat zařízení ke sběru a výkupu v souladu s provozním řádem, zveřejňovat druhy sbíraných nebo vykupovaných odpadů a podmínky jejich sběru nebo výkupu, ověřovat nebezpečné vlastnosti odpadů a podle toho s nimi nakládat, zabezpečit odpady před nežádoucím znehodnocením, odcizením nebo únikem, všechny odpady soustřeďovat a třídít podle druhu a kategorií a vést průběžnou evidenci o odpadech a způsobech nakládání s nimi.

1.8 Prostředky pro sběr tuhého komunálního odpadu

Občané ukládají odpad do sběrných nádob na předem stanovených místech tak, aby byly snadno přístupné při jejich naplňování i následném vyprazdňování a odvozu. Sběrné nádoby jsou využívány k přechodnému shromáždění odpadu a jejich vyprázdnění je pravidelně zajišťováno příslušnou firmou pomocí nákladního automobilu na svoz odpadu vybaveného speciální nástavbou s vyklápěčem.

Nádoby mají vždy vícenásobné použití. Je možné je rozlišit na *přesypné nádoby* a *výměnné nádoby*. Přesypné nádoby se využívají ke sběru směsného domovního odpadu i pro oddělený sběr jeho složek. Výměnné nádoby se uplatňují při sběru objemného odpadu a při výskytu komunálního odpadu ve větším množství na jednom místě. Nádoby se liší nejen svojí velikostí, ale i povrchovými úpravami, úpravami víka, barevností i použitým materiálem. Nejčastěji je použit pozinkovaný ocelový plech nebo plast.

Podle konkrétních podmínek sběrné oblasti se určuje typ a velikost použitých nádob. Při nedostatečném počtu a objemu nádob dochází k volnému umístění odpadu mimo ně. Náklady na odstranění potom výrazně převyšují náklady spojené s provozem optimálního počtu sběrných nádob. V opačném případě, při předimenzování objemu nádob, dochází k výskytu větších kusů odpadu, tím se snižuje tzv. objemová hmotnost odpadu, která udává, kolik kilogramů odpadu je uloženo v m³ úložného prostoru.

Požadavky na sběrné nádoby:

- nízká hmotnost
- lehká manipulovatelnost i s náplní (nádoby doplněné kolečky, vhodné doplňky, úchyty),
- nízká hlučnost při manipulaci,
- univerzální použití,
- odolnost vůči chemickému a fyzickému opotřebení (odolný materiál, povrchová úprava, barevná stálost u nádob z plastu),
- minimální údržba,
- dlouhá životnost,
- nízká cena,
- možnost recyklace.




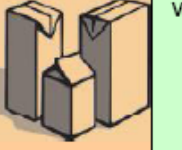
Tyto požadavky není možné vždy dodržet v nejvyšší možné míře a je proto nutné volit vhodné kompromisní řešení pro danou situaci.

Nádoby na tříděný sběr odpadu

Na tříděný sběr odpadu slouží barevné nádoby o objemu od 240 l do 3 m³, někdy i více. Používají se plastové popelnice, kontejnery s upraveným víkem, nebo sklolaminátové zvony – vždy záleží na tom, jaký svozový prostředek tyto nádoby vyprazdňuje“ [1].

Sběrné nádoby na tříděný sběr odpadu jsou barevně rozlišeny podle druhu odpadu, pro který jsou určeny.

Tabulka 1: Používané barevné rozlišení nádob na separovaný sběr

	PATŘÍ	NEPATŘÍ
PAPÍR 	noviny, časopisy, reklamní táky, kartony, sešity, papírové obaly, krabice roztrhané na menší kusy, balicí papír, lepenka, kancelářský papír, sešity, obálky	do kontejneru nepatří mokrý, mastný nebo jinak znečištěný papír, uhlový a voskovaný papír, použité plenky
PLASTY 	sešlápnuté PET lahve, plastové nádoby a lahve, plastové kelímky, sáčky a fólie, čisté plastové obaly od mléka, ogurtů a ostatních mléčných výrobků, plastové tašky, prázdné plastové obaly od šamponů, kosmetiky a čisticích prostředků	do kontejneru nepatří bakelit, guma, PVC, linoleum, pneumatiky, novodurové trubky, plastové obaly od chemikálií olejů a barev
SKLO 	bílé nebo barevné sklo, vymyté skleněné láhve, zavařovací sklenice, tabulové sklo	do kontejneru nepatří keramika, porcelán, autosklo, drátěné sklo a zrcadla
NÁPOJOVÉ KARTONY 	vypláchnuté krabice od džusů, mléka apod.	do kontejneru nebo stojanu nepatří nápojové kartony se zbytky potravin

Zdroj: SOKOL, Radek. Nakládání s odpady na území svazku měst a obcí Poorlicko a svozové oblasti společnosti ODEKO s.r.o.

Nádoby na nebezpečné odpady

Na nebezpečné odpady se používají speciální nádoby pro konkrétní druh odpadu (tekuté, tuhé, apod.). Nádoby mají dvojité stěny i dno a některé jsou vyplněny nepropustnou fólií, popřípadě speciální vložkou. Používají se plastové a kovové sudy a kontejnery, různé nádrže na tekutý odpad, speciální kontejnery na baterie a medicínální odpad.

Nádoby na směsný komunální odpad

Nádoby na směsný odpad mohou být majetkem občana nebo svozové firmy, která dá nádobu do pronájmu. „Na netříděný komunální odpad slouží plechové nebo plastové nádoby o objemu od 70 l do 1100 l“ [1]. Nádoby s pozinkovaného plechu válcového tvaru o objemu 110 l patří mezi nejčastěji používané nádoby. Pro možnost ukládání popela si získaly svoji oblibu zejména na malých městech a na vesnicích. V současné době převažuje výroba plastových nádob hranatého tvaru o objemu 120 l a 240 l. Tyto nádoby jsou osazeny kolečky pro snadnou manipulaci. V husté zástavbě a na sídlišťích se používají pojízdné kontejnery z plastu nebo pozinkované oceli o objemu 1,1 m³.

Velkoobjemové kontejnery

„Velkoobjemové kontejnery slouží k odkládání objemného odpadu, který se nevejde do běžných popelnic či kontejnerů“ [1]. Kontejnery mají objem od 5 m³ až do 30 m³. Používají se otevřené kontejnery, sloužící ke sběru objemného odpadu z domácností (nábytek, stavební odpad), odpad ze zahrad a sadů a odpad z jarních a podzimních úklidů ulic nebo kontejnery uzavřené, vybavené vřazovacími otvory. Tyto uzavřené kontejnery se mohou používat pro sběr směsného komunálního odpadu nebo separovaného odpadu. Uvnitř je možné kontejner rozdělit přepážkami a z venkovní strany může být provedeno barevné rozlišení podle sbírané složky odpadu.

Pytle z plastu, papíru nebo juty

Pytlový sběr odpadu je poměrně rozšířen v zahraničí. V našich podmínkách se využívá zejména při nárazovém a občasném zvýšení výskytu odpadů v domácnostech. Použitím pytlů odpadá namáhavá manipulace s nádobami v prašném prostředí a zvyšuje se hygiena práce. Objem pytlů na odpad se pohybuje v rozmezí od 16 do 120 l. Převládajícím materiálem na ně jsou plasty, ale vyskytují se i pytle papírové nebo jutové. Nevýhodou je jednorázové použití pytle a také z hlediska životního prostředí jsou vhodné jen papírové pytle. Z důvodu

zneškodňování odpadu i s pytlím na odpady je podle materiálu, ze kterého je pytel vyroben, zpravidla určen i druh odpadu, který do něj lze uložit (plastový pytel – plasty, papírový pytel – papíry). Po naplnění pytlů je nutné provést jejich uzavření a vhodným způsobem je zabezpečit proti vysypání obsahu.

1.9 Svoz a přeprava tuhého komunálního odpadu

Celý proces nakládání s tuhým komunálním odpadem se skládá ze dvou částí. V první části přemísťuje (přepravuje) občan na své náklady odpad z místa jeho vzniku na místo shromažďování odpadu, což jsou v tomto případě kontejnerová hnízda, stanoviště nádob na odpady, místa přistavení kontejneru apod. Vzhledem k tomu, že tato přeprava je prováděna přímo občanem, nebo na jeho přímé náklady je nutné, aby donášková vzdálenost byla co nejkratší a přemístění odpadu nebylo obtížné.

V druhé části je odpad přemísťován z místa shromažďování na místo zneškodnění (skládky, třídící linka, spalovna apod.). Svoz a přeprava odpadů je prováděna svozovou firmou na základě smlouvy uzavřené s obcí.

Přepravy tuhého komunálního odpadu je možné rozdělit podle:

- použitého dopravního prostředku,
- přepraní vzdálenosti.

1.9.1 Dopraní prostředky

Nejrozšířenějším způsobem přepravy tuhého komunálního odpadu je doprava pomocí nákladních automobilů. Nákladní automobily jsou pro tento účel speciálně konstruovány z čehož vychází jejich různorodost.

Podle účelu použití je můžeme rozdělit do tří skupin:

1) Svozové sběrné automobily jsou určeny pro odvoz směsného komunálního odpadu shromažďovaného v normalizovaných odpadových nádobách. Konstrukce automobilu vychází z částečně upraveného podvozku nákladního automobilu a speciální nástavby.

Hlavní částí nástavby jsou sběrná skříň na odpadky, zařízení na stlačování odpadu a vyklápače nádob. Stlačovací zařízení slouží ke zhuštění odpadu v sběrné skříni, aby byla co nejlépe využita užitečná hmotnost automobilu a prostor sběrné skříně. Používá se dvou rozdílných způsobů stlačování – rotačního a lineárního.

Rotační stlačování spočívá v tom, že se válcová nádrž na odpadky otáčí kolem své osy a lopatkami umístěnými v zadní části nádrže nabírá odpad a stlačuje ho dovnitř, kde je dále posunován šroubovicí.

Nástavby s lineárním stlačováním mají nástavby obdélníkového průřezu. Přední stěnu tvoří posuvná deska a zadní částí je hydraulické stlačovací zařízení, které jednak nabírá odpad z násypné vany, jednak jej zatlačuje do nádrže proti tlaku přední stěny. Přitom se dosáhne snížení jeho objemu přibližně na polovinu.

Výrobci nabízejí na trhu řadu typů nástaveb s objemy 6 – 25 m³ a s užitečnou hmotností až 18 t. Užití daného typu automobilu pak závisí na dopravních podmínkách, druhu a plošném soustředění odpadu v konkrétní svozové oblasti a typu zástavby, kde je nutné zajistit svoz i z obtížně přístupných míst jako jsou úzké uličky ve staré zástavbě apod.

2) Nosiče kontejnerů se používají pro odvoz odpadů shromažďovaných v kontejnerech určených pro sběr odpadu. Jejich konstrukce se liší podle způsobu, jakým je kontejner nakládán na automobil. Z tohoto hlediska rozeznáváme hákové nakladače a ramenové nakladače.

Hákové nakladače přepravují odvalovací kontejnery, které se vyznačují okem na uchycení háku na přední stěně a válečky umístěnými na spodní části pod zadní stěnou. Kontejner lze vyprázdnit vyklopením vzad.

Ramenový nakladač se skládá ze dvou ramen, které se pohybují současně. Na každém rameni jsou umístěny dva řetězy s háky sloužící k upevnění kontejneru za úchytné prvky na bocích. Používají se vanové kontejnery, tzv. muldy. Některé nakladače mohou pomocí hydraulického prodloužení ramen nakládat a manipulovat s kontejnery na větší vzdálenost nebo je překládat na kontejnerový přívěs.

Na nosiče kontejnerů může být instalována hydraulická ruka, vybavená dvoupákovým závěsem, pomocí něhož se provádí manipulace a vyprazdňování nádob na separovaný odpad do kontejneru, který je umístěn na vozidle.

3) Nákladní automobily určené pro dálkovou přepravu odpadů se využívají k přepravě z meziskládky do místa zneškodnění odpadů, případně na další meziskládku. Za tímto účelem se využívají jízdní soupravy přepravující velkoobjemové kontejnery. Tyto soupravy se skládají z tahače (nosiče kontejnerů) a přívěsu. Tahač je schopen sám s kontejnery manipulovat. Používají se uzavřené kontejnery nebo kontejnery s otevřených vrchem

o objemu až 30 m³ a hmotnosti 3 t. Z hlediska využití užitečné hmotnosti automobilu a ke snížení objemu přepravovaného odpadu je vhodné využít lisovacích kontejnerů.

Požadavky na dopravní prostředky:

- maximální provozní rychlost,
- nízká hlučnost,
- ergonomicky uspořádané ovládací prvky a konstrukce,
- dobrá ovladatelnost vozidla i vyklápěče,
- minimální časový cyklus vyklápěče a vyprazdňování sběrné skříně,
- univerzálnost použití různých typů nádob,
- spolehlivost při minimální nutné údržbě,
- nízká spotřeba,
- velké užitečné zatížení a vhodné hmotnostní poměry,
- dlouhá životnost,
- nízká cena.

1.9.2 Přepravní vzdálenost

„Přeprava zahrnuje jednak dopravu odpadu z místa jeho vzniku na místo jeho soustředování a jednak přepravu odpadu z místa soustředování na místo odstraňování“ [1].

Z hlediska přepravní vzdálenosti, což je vzdálenost mezi místem výskytu odpadů a místem jejich zneškodnění, lze přepravu odpadu organizovat jako jednoetapovou, dvouetapovou, popř. víceetapovou.

Jednoetapová přeprava

Jednoetapovou přepravou rozumíme přepravu z místa vzniku nebo sběru odpadu do místa jeho zneškodnění, bez provádění jakékoliv překládky, jedním automobilem. Tento způsob je vhodný na kratší přepravní vzdálenosti, v České republice je nejpoužívanější.

Dvouetapové a víceetapové přepravy

Tento typ přeprav spočívá v zajištění postupného svozu odpadu svozovými automobily do meziskládek, kde dochází k jeho krátkodobému uložení za účelem

nahromadění a popřípadě vytrídění. Po nahromadění potřebného množství je odpad nakládán do velkoobjemových kontejnerů a následně je přepraven na místo zneškodnění. Při dvou a vícefázové přepravě je pro zřízení meziskládek rozhodujícím faktorem roční výskyt odpadu v příslušné sběrné oblasti a její umístění v centru výskytu odpadu. Takovéto přepravy je vhodné z ekonomických důvodů využívat s rostoucí přepravní vzdáleností.

1.9.3 Systém MSTS

V zahraničí jsou v provozu vysoce moderní, účinné způsoby shromažďování a svozu odpadů. V našich podmínkách se jedná o systém MSTS (Multi Service Transport System).

Tento systém využívá svozových sběrných automobilů, nosičů kontejnerů i nákladních automobilů pro dálkovou přepravu odpadu a vždy se jedná minimálně o dvouetapovou přepravu.

Svozové sběrné automobily odvázejí odpad ze sběrných nádob na meziskládku, kde se umísťuje do velkoobjemových kontejnerů o objemu 20 m³. Přepravní soupravy potom mohou odvážet současně 3 tyto kontejnery ke konečnému zneškodnění.

Hlavní přednosti tohoto systému jsou:

- sběr a přeprava odpadu ke zneškodnění jsou odděleny,
- je plně použitelný pro nejrůznější druhy a skupiny odpadů,
- výrazně ulehčuje dosavadní nehygienickou a fyzicky namáhavou práci,
- podstatně se zvyšuje produktivita práce a využití svozových vozidel.

2 Analýza současného stavu ve firmě ODEKO s.r.o.

2.1 Představení firmy

Společnost vznikla z původní účelové organizace Svazku obcí Podorlicko dne 22.12.1994. Důvod byl ten, že původní rozpočtová organizace legislativně neumožňovala plnit úkoly, které na ni měly být kladeny, tj. zajistit likvidaci odpadů v celém zájmovém území Svazku obcí Podorlicko v souladu s platnou legislativou. Z toho vyplynuly následné úkoly: vystavět překládací stanici odpadů, provozovat stávající skládku a zajistit její rekultivaci. Tato opatření mají hodnotu přesahující 20 000 000 Kč.

Společnost ODEKO je společností s ručením omezeným se základním kapitálem 400 000 Kč. Společníky jsou obce svazku Podorlicko, město Holice a jedna soukromá osoba. V současné době má 14 zaměstnanců jak terénních vykonávajících přímo svozové práce, tak i pracovníků v kancelářích odpovídajících za řádný chod firmy.

Do hlavních činností společnosti spadají dvě oblast. Za první se jedná o provoz překládací stanice. Komunální odpad, který je do této stanice přivážen z okolních měst a obcí se zde váží a překládá do velkoobjemových kontejnerů, dále se tyto kontejnery formují do souprav po třech a jsou převáženy na zajištěnou skládku odpadů. Podobně se nakládá i se separovaným sběrem. Za druhé jde o provoz skládky inertních materiálů. Odpad je opět zvážen a následně uložen na vhodné místo skládky tak, aby bylo možné provést její uzavření.

Firma dále zajišťuje různé vedlejší činnosti, mezi které patří: prohrnování sněhu, naložení a odvoz různých materiálů, sečení travních porostů křovinořezem, sečení a čištění příkopů příkopovou frézku, štěpkování a v neposlední řadě prodej popelových nádob obcím i občanům.

2.2 Charakteristika území svazku měst a obcí Poorlicko a svozové oblasti společnosti ODEKO s.r.o.

„Svazek obcí Poorlicko byl založen a zaregistrován 29.6.1993 Okresním úřadem v Rychnově nad Kněžnou. Svazek má 9 členských obcí (Albrechtice nad Orlicí, Bolehošť, Borohrádek, Čermná nad Orlicí, Horní Jelení, Lípa nad Orlicí, Nová Ves, Týniště nad Orlicí, Žďár nad Orlicí) s počtem obyvatel ca 13 500“ [5].

Mikroregion vznikl založením Dobrovolného svazku obcí Poorlicko na základě zákona č. 128/2000 Sb., o obcích. Jeho území je tvořeno katastrálními územími obcí, které jsou sdruženy v tomto svazku. Jeho členy jsou města Týniště nad Orlicí, Borohrádek a obce Albrechtice nad Orlicí, Lípa nad Orlicí, Nova Ves, Bolehošť, Žďár nad Orlicí, Čermná nad Orlicí a Horní Jelení. Všechny členské obce, vyjma obce Horní Jelení, se nacházejí v okrese Rychnov nad Kněžnou v kraji Královéhradeckem. Obec Horní Jelení náleží do kraje Pardubického a je současně členem Dobrovolného svazku obcí Holicko. Mikroregion Poorlicko se nachází v jihozápadní části bývalého okresu Rychnov nad Kněžnou v Královéhradeckém kraji v blízké vzdálenosti (cca 20 km) od města Hradce Králové.

Po založení svazek vyřešil problémy spojené s likvidací odpadů na svém území. Spolu s městem Holice založil v prosinci roku 1994 společnost ODEKO s.r.o., prostřednictvím které v současné době likviduje všechny druhy odpadů.

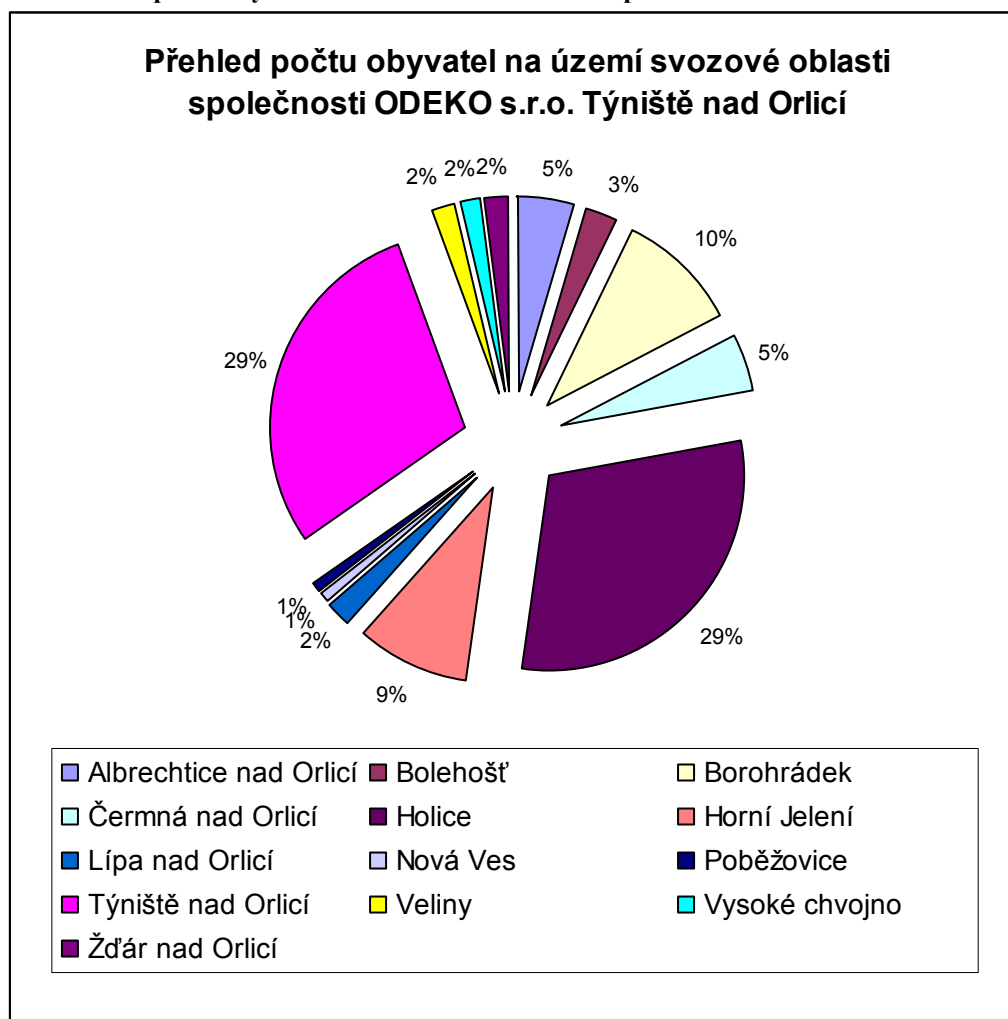
Území je charakteristické zejména rozsáhlými lesy, tvořícími více než jednu polovinu celkové katastrální výměry mikroregionu. Zemědělské pozemky se nacházejí zejména v údolní nivě řeky Orlice a v podstatné části katastrálního území obce Bolehošť. Jejich celková výměra činí přibližně jednu třetinu území mikroregionu. Vyškově poměry celého území jsou vyrovnané a pohybují se v nadmořské výšce od 250 m n.m. do 276 m n.m..

Tabulka 2: Obyvatelstvo a produkce odpadů ve svozové oblasti ODEKO s.r.o.

Název Obce	Počet obyvatel obce	Rozloha [km ²]	Směsný kounální odpad	
			[t/rok]	[kg/os./rok]
Albrechtice nad Orlicí	977	5,23	269,772	276,123
Bolehošť	574	10,71	181,920	316,934
Borohrádek	2120	13,98	644,840	304,170
Čermná nad Orlicí	1020	10,98	326,080	319,686
Holice	6339	19,69	1 818,598	286,890
Horní Jelení	1925	24,48	507,926	263,858
Lípa nad Orlicí	480	10,57	93,150	194,063
Nová Ves	145	8,42	35,250	243,103
Poběžovice	208	13,42	33,980	163,365
Týniště nad Orlicí	6151	52,44	1 511,750	245,773
Veliny	395	6,50	99,510	251,924
Vysoké chvojno	354	17,04	71,470	201,893
Žďár nad Orlicí	429	9,35	162,240	378,182
CELKEM	21 117	202,81	5 756,486	272,600

Zdroj: SOKOL, Radek. Nakládání s odpady na území svazku měst a obcí Poorlicko a svozové oblasti společnosti ODEKO s.r.o.

Obrázek 4: Přehled počtu obyvatel na území svozové oblasti společnosti ODEKO



Zdroj: SOKOL, Radek. Nakládání s odpady na území svazku měst a obcí Poorlicko a svozové oblasti společnosti ODEKO s.r.o.

Pravidelný svoz směsného komunálního odpadu a separovaných odpadů (papír, plasty, sklo, nápojové kartóny), biologicky rozložitelných a objemných odpadů zajišťuje svozová společnost ODEKO s.r.o. Týniště nad Orlicí. ODEKO s.r.o., která provozuje překládací stanici odpadů v Albrechticích nad Orlicí – Nové Vsi.

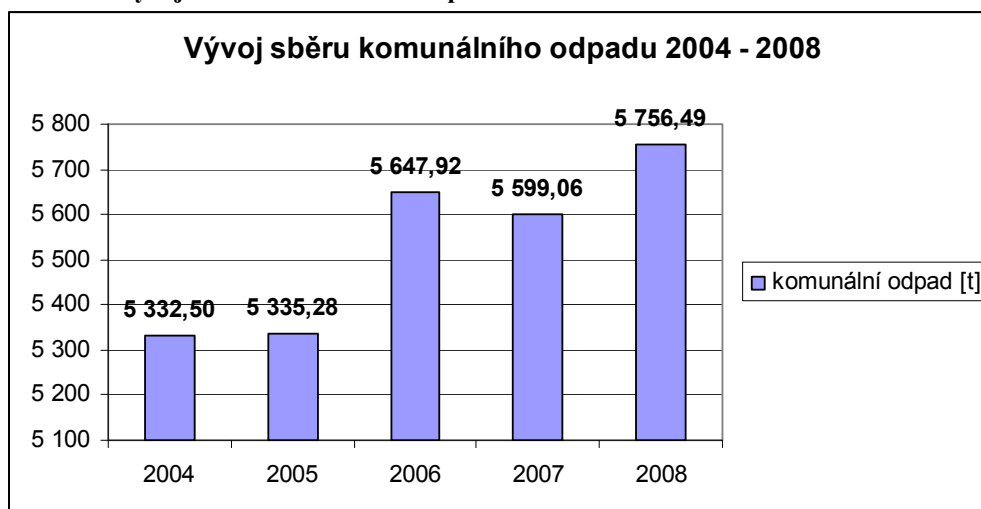
Svoz nebezpečných složek komunálních odpadů a zpětný odběr vybraných výrobků zajišťuje společnost EKOPART s.r.o. Vamberk.

System shromažďování, sběru, přepravy a třídění odpadů na území jednotlivých měst a obcí upravují obecně závazné vyhlášky vydané výše zmiňovanými městy a obcemi.

V rámci svozové oblasti je v současné době provozován jeden sběrný dvůr, který je využíván pro shromažďování objemných odpadů, nebezpečných odpadů a zpětně odebraných elektrozařízení. Sběrný dvůr slouží pro potřeby občanů města Týniště nad Orlicí a je provozován příspěvkovou organizací města Služby města Týniště nad Orlicí.

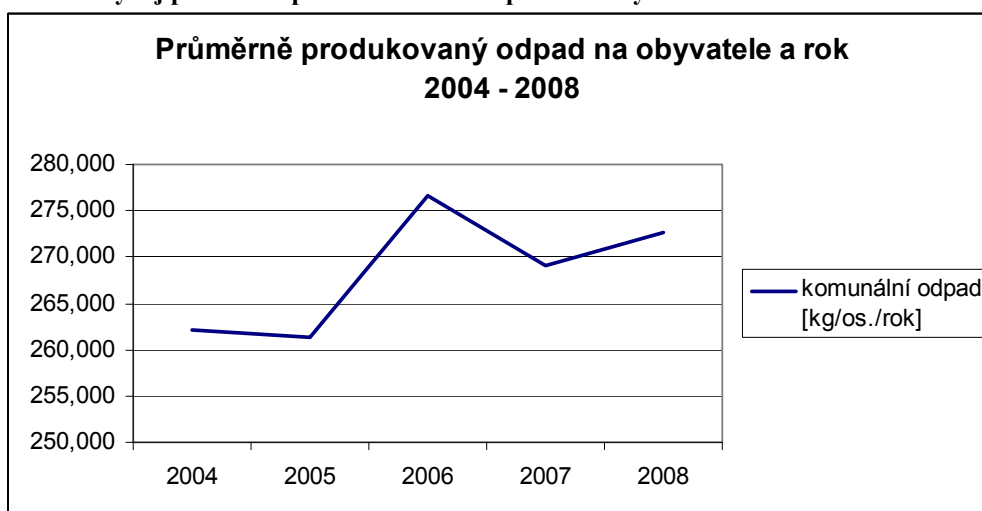
Svozová oblast společnosti ODEKO s.r.o. Týniště nad Orlicí se nachází na území Pardubického a Královéhradeckého kraje, proto musí nakládání s odpady splňovat podmínky Plánu odpadového hospodářství Pardubického kraje a Plánu odpadového hospodářství Královéhradeckého kraje. Město Holice a město Týniště nad Orlicí má zpracované Plány odpadového hospodářství, které stanovují základní principy odpadového hospodářství na území působnosti těchto měst.

Obrázek 5: Vývoj sběru komunálního odpadu



Zdroj: Autor; SOKOL, Radek. Nakládání s odpady na území svazku měst a obcí Poorlicko a svozové oblasti společnosti ODEKO s.r.o.

Obrázek 6: Vývoj průměrně produkovaného odpadu na obyvatele a rok



Zdroj: Autor; SOKOL, Radek. Nakládání s odpady na území svazku měst a obcí Poorlicko a svozové oblasti společnosti ODEKO s.r.o.

2.3 Aktuální nasazení vozidel pro svoz komunálního odpadu

ODEKO s.r.o. v současné době vlastní 3 automobily pro svoz tuhého komunálního odpadu:

- 1 svozový automobil pro sběr směsného komunálního odpadu MAN TGA 26.310 (nástavba Cityloader), dále jako MAN 21,
- 1 svozový automobil pro sběr směsného komunálního odpadu MAN 18.255 LLC (nástavba Presko) dále jako MAN 15,
- 1 nákladní automobil s hákovým nosičem kontejnerů MAN TGL 12.180 (nosič NKH 8A-34), dále jako MAN 12.

Dvě vozidla pro sběr směsného komunálního odpadu nevyjíždějí přímo z firmy ODEKO, nýbrž z Týniště nad Orlicí, část U Dubu. Nákladní automobil s nosičem kontejnerů vyjíždí z obce Žďár na Orlicí. Důvody jsou dva, a to jednak, že v místě sídla firmy nejsou kapacity pro tato vozidla a jednak se jimi zaměstnanci dopravují do práce.

Technická data a popis vozidel používaných ke svozu směsného komunálního odpadu je uveden v Příloze 1.

2.4 Charakteristika sběru směsného komunálního odpadu společnosti ODEKO s.r.o.

Směsný komunální odpad, jehož sběr a svoz je v této práci řešen, je přepravován z okruhu cca 10 – 15 km Rychnovského a Pardubického okresu, ohraničeného obcemi Bolehošť, Vysoké Chvojno, Horní Jelení a Šachov. Do svozu je zapojeno celkem 13 obcí s přidruženými částmi. Mapa svozové oblasti je uvedena v Příloze č. 2, požadavky jednotlivých obcí na svoz směsného komunálního odpadu jsou uvedeny v Příloze č. 3.

2.4.1 Četnosti svozu komunálního odpadu

Svoz odpadu je rozdělen na liché a sudé týdny. Dále je zde období cca od 16. do 48. týdne roku, kdy je v oblasti Horního Jelení dohodnut svoz bioodpadu.

Svozové plány jednotlivých vozidel jsou uvedeny v Příloze č. 4.

2.5 Současné trasy svozu směšného komunálního odpadu

Ne všechna vozidla jsou do provozu nasazována každý den. Nejmenší vozidlo je nasazeno pouze 2x týdně a to tam, kde by velké automobily měli problém s manévrovatelností v zástavbě a tam, kde by pro infrastrukturu znamenal pohyb dvaceti tunových kolosů značný problém.

Menší údržba a opravy se provádějí v době, kdy vozidlo není nasazeno na svozovou trasu. Náhlé poruchy vozidla, případně účast vozidla na dopravní nehodě se řeší operativně dle potřeby. V současné době není k dispozici žádné náhradní vozidlo, které by v takovýchto případech zastalo práci nepojízdného vozidla. Může tak dojít ke zpoždění při svážení odpadu od obvyklých časů.

Úvozové trasy nejsou sestaveny na základě žádných výpočetních metod. Společnost ODEKO s.r.o. po svém založení prováděla svoz pouze v rámci Svazku obcí Podorlicko. Postupem času, jak se rozšiřovala spolupráce s dalšími obcemi, bylo potřeba úvozové trasy upravovat tak, aby pokryly i nové obce. Na základě zkušeností provozních pracovníků docházelo ke slučování a přetváření svozových tras až do dnešní podoby.

2.6 Technologický postup sběru a svozu tuhého komunálního odpadu

Technologický postup platí pro odvoz tuhého komunálního odpadu ze sběrných nádob o objemu 60 l až 1100 l nebo na volno skládaný do násypky sběrného vozu. Je závazný pro všechny zaměstnance. Za jeho dodržování zodpovídají všichni pracovníci provádějící nebo řídící práce podle tohoto předpisu.

Materiál

Tuhý odpad v nádobách výše uvedeného objemu nebo v pytlích či volně ložený.

Stroje a zařízení

Normalizované sběrné nádoby o objemu 60 až 1100 l, kovové i plastové. Vozidla se speciálními nástavbami různých typů.

Obsluha

Řidič s řidičským oprávněním minimálně skupiny C a 2 dělníci (osádka) pro sběr odpadu na svozových trasách.

Vybavení pracovníků

Oblečení, obuv a ochranné prostředky dle směrnic k tomu vydaných ve společnosti ODEKO, lopata, koště, případně další speciální pomůcky.

Pracovní podmínky

Osádka obsluhuje odpadové nádoby naplněné tuhým komunálním odpadem podle stanoveného pracovního programu na určené úvozové trase.

2.6.1 Pracovní postup

Přípravné práce

Řidič po příchodu k vozidlu překontroluje a přezkouší správnost funkcí vozidla včetně speciální nastavby a prověří jeho způsobilost k provozu.

Řidič převezme od vedoucího provozu pracovní příkaz s určením úvozové trasy. Vedoucí provozu předává pracovní příkaz vždy den předem.

Řidič odjede společně s osádkou na svozovou trasu.

Vlastní pracovní postup

Řidič s osádkou najede na začátek úvozové trasy a tím je zahájena vlastní nakládka. Vždy platí zásada, že řidič najede podle možností a místních podmínek s vozidlem tak, aby nádoby připravené k nakládce byly co nejbližší k podávacímu zařízení a aby co nejméně překážel ostatnímu provozu. Pouze u jednosměrných ulic s jedním jízdním pruhem se nakládka provádí z obou stran ulice najednou.

Odpadové nádoby bez koleček se přivalují k místu nakládky šikmým valením ve svislém směru, po schodech zlomem přes koleno a zásadně z pravé strany. Odpadové nádoby s jednoosým podvozkem se k vozidlu přibližují táhnutím či tlačení, přičemž se nádoba uchytí za madla u víka. S nádobami o objemu 1100 l opatřenými pojezdovými kolečky se manipuluje pomocí tažných úchytnů v horní části kontejneru.

Pracovník obsluhující vyklápěč připraví přistavenou nádobu k podávacímu zařízení, zkontroluje obsah z hlediska umístění nepovolených druhů odpadů (nebezpečné, tzn. kategorie N dle katalogu odpadů; nebezpečné z pohledu negativního vlivu na nastavbu – způsobení poruchy; žhavé) a v případě, že je vše v pořádku, ji vyprázdní. Prázdnou nádobu postaví stranou. Druhý pracovník mezitím přivaluje další nádoby a prázdné odstavuje zpět k okraji chodníku či na jiné dohodnuté místo. U dělených vyklápěčů může každý pracovník vysypat nádoby samostatně se zvýšenou opatrností na svého kolegu, tzn.

celý výše popsaný cyklus provádí každý sám nezávisle. Manipulace s nádobami a obsluha zařízení se řídí návodem k obsluze daného konkrétního zařízení.

Po vyprázdnění všech nádob na stanovišti uklidí pracovníci odpady vypadané při nakládce a manipulaci s nádobami. V určených místech též uklidí stanoviště nádob. Dají znamení řidiči, ten vypne pohon nástavby a společně odjedou na další stanoviště.

Při pojezdech kratších než 100 m se osádka přepravuje na stupačkách při maximální rychlosti jízdy 20 km/h, při delších v kabině vozidla. Při couvání musí ze stupaček sestoupit. Po dokončení couvání, resp. otáčení opět nastoupí na stupačky. Přeprava dvou pracovníků na jedné stupačce je zakázána.

Po naplnění vozidla odjede řidič i s osádkou na určené místo vykládky odpadu. Po vyprázdnění vozidla se vrací zpět na trasu a nakládka pokračuje do splnění pracovního programu.

Překážky bránící řádnému svozu tuhého komunálního odpadu musí nahlásit osádka vedoucímu provozu ihned po zjištění, nevysypané nádoby označit příslušnými nálepkami.

U předem stanovených případů osádka kontaktuje určeného pracovníka obce či organizace.

Po návratu provede řidič denní údržbu a kontrolu vozidla včetně nástavby, případné závady запиše do denního výkazu a ihned je nahlásí příslušnému vedoucímu pracovníkovi. Odevzdáním vyplněného pracovního příkazu pracovní den končí.

2.6.2 Bezpečnost práce, ochrana zdraví a protipožární ochrana

Pracovníci musí být prokazatelně seznámeni se zásadami bezpečnosti práce a s údržbou vozidla v rozsahu svých pracovních povinností.

Řidič musí dodržovat platný zákon o silničním provozu (zákon č. 361 / 2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích ve znění pozdějších předpisů) a zejména dbát na to, aby co nejméně překážel ostatnímu silničnímu provozu.

V kabině vozidla musí mít řidič výstražnou vestu, kterou si musí obléknout pokud zastaví vozidlo na veřejné komunikaci za účelem zjištění závady nebo provedení opravy. Dělníci nakládky musí při práci používat signalizační vesty jakmile vystoupí z kabiny vozidla.

Zaměstnanci musí dodržovat vnitřní směrnici o poskytování ochranných oděvů a pracovních pomůcek.

S vozidlem se smí pracovat pouze na pracovním úkolu určeném pracovním příkazem

a nesmí ho být použito k jiným, nenařízeným účelům.

Při nakládce na dřené komunikaci musí být v činnosti výstražné majáky. Při poruše výstražného majáku smí být v nakládce pokračováno jen se zvýšenou opatrností vzhledem k okolnímu provozu a musí být před dalším nástupem na svozovou trasu opraven.

Při nakládce se musí každý zdržovat v bezpečné vzdálenosti od manipulovaných nádob.

Řidič si musí za pomoci osádky na nakládce zajistit bezpečné couvání a vjíždění do úzkých prostorů. Při přejezdech musí být podavač zvednut a řádně mechanicky zajištěn. Je zakázáno zdržovat se pod otevřeným nezajištěným víkem nástavby.

V případě, kdy posádka zjistí, že v prostoru stavby je žhavý odpad a hrozí nebezpečí vzniku požáru vozidla, je povinna okamžitě provést výsyp odpadu mimo dosah vozidla či jiného objektu, přivolat pomoc a informovat vedoucího zaměstnance.

Všem pracovníkům je zakázáno pracovat pod vlivem alkoholických a omamných látek.

3 Optimalizace nákladů spojených se svozem komunálního odpadu

„Matematická úloha optimalizace je snahou o nalezení takových hodnot proměnných, pro které daná cílová či účelová funkce nabývá minimální nebo maximální hodnoty“ [13].

Cílem této optimalizace je uspokojení přepravních požadavků obcí za použití nejkratší možné cesty.

Tato úloha je založena na využití metod operačního výzkumu.

Terminologie používaná při popisu dopravní sítě [7]:

Dopravní systém – soubor prvků a jejich vazeb, které slouží pro hromadnou přepravu zásilek; skládá se z pevného, pohyblivého a řídicího podsystemu.

Dopravní síť – množina úseků a uzlů, které představují část dopravního systému.

Uzel – prvek dopravní sítě, ve kterém začínají a končí úseky sítě; v uzlu se vykonávají operace s dopravními elementy, pro každou dvojici uzlů existuje alespoň jedna cesta spojující oba uzly.

Úsek – spojení mezi dvěma sousedními uzly, po kterém se přemísťují komplety; úsek je jednoznačně určen dvojicí uzlů – počátečním a koncovým bodem.

Dopravní cesta, (cesta) – střídavá posloupnost navzájem různých uzlů a úseků začínající a končící uzlem; po cestě jsou přepravovány dopravní elementy
Z počátečního do koncového uzlu cesty.

Dopravní element – objekt přemísťování na nejnižší úrovni příslušného dopravního systému.

Dávka – skupina elementů, se kterou se v daném okamžiku provádí stejná dopravní operace.

Souprava – skupina dopravních elementů určená pro společný pohyb na dopravní cestě.

Náležitost – prostředek, který je nutný pro přemísťování soupravy po dopravní cestě; přemísťuje se spolu se soupravou.

Komplet – objekt schopný samostatného přemísťování po dopravní cestě; je složen ze soupravy a náležitostí.

Trasa – posloupnost uzlů a na sebe navazujících úseků mezi těmito uzly. Není vyloučeno, že se některé úseky, popř. Uzly budou v trase vyskytovat vícekrát.

Atribut – vlastnost některého prvku dopravního systému.

Adresa – atribut dopravního elementu nebo kompletu, který označuje jméno uzlu určitým způsobem spojeného s daným elementem nebo kompletem.

Výchozí adresa – jméno uzlu, ve kterém element (komplet) vstupuje do systému z okolí.

Aktuální adresa – jméno uzlu, ve kterém se element (komplet) právě nachází.

Cílová adresa – jméno uzlu, ve kterém element (komplet) vystupuje do okolí systému.

Středisko – uzel, který má pro část sítě zvláštní postavení, obsahuje požadavky na této části sítě.

Atrakční obvod – část dopravní sítě přiřazená jednomu středisku.

Zdroj – uzel dopravní sítě, ve kterém dopravní elementy vstupují do dopravního systému (jsou v tomto uzlu generovány).

Ústí – uzel dopravní sítě, ve kterém dopravní elementy opouštějí dopravní systém (v tomto uzlu zanikají).

Dopravní síť představuje pevnou část dopravního systému. V reálných dopravních systémech představuje např. Železniční, silniční nebo telefonní síť. Železniční a silniční sítě znázorňujeme nejčastěji v grafické formě, což vede k využívání metod *teorie grafů* pro popis dopravních sítí.

Teorie grafů je matematická disciplína, která je nejčastěji používána pro řešení úloh řízení procesů na dopravních sítích. Uzly dopravní sítě mohou reprezentovat stanice na železniční síti, města a křižovatky na silniční síti apod. Uzlům dopravní sítě odpovídají vrcholy grafu. Úseky dopravní sítě potom představují reálné traťové úseky na železnici nebo silnici mezi jednotlivými městy a křižovatkami. Úsekům tedy odpovídají hrany grafu. Uzly a úseky jsou prvky dopravního systému a mají řadu nových vlastností, které nejsou v teorii grafů uvažovány, jako je vykonávání technologických operací v uzlech a na úsecích sítě apod. Přes tyto rozdíly můžeme terminologii teorie grafů uplatnit při popisu úloh na dopravních sítích.

3.1 Základní pojmy z teorie grafů

Graf je uspořádaná dvojice $G = (V, H)$

kde $V = \{v_i\}; \quad i = 1, 2, \dots, n$ označuje množinu vrcholů

$H = \{h_j\}; \quad j = 1, 2, \dots, m$ označuje množinu hran

Hrana může být vyjádřena jako neuspořádaná dvojice incidujících vrcholů $h = (u, v)$, kde u, v jsou vrcholy, tedy prvky množiny V . Graf tedy můžeme popsat množinou vrcholů a hran nebo ho můžeme zobrazit v grafické formě.

Incidence $p(h)$ přiřazuje každé hraně neuspořádanou dvojici vrcholů. Pokud je hrana zadána dvojicí vrcholů $h = (u, v)$, říkáme, že vrcholy u a v jsou sousední nebo spojené hranou. Hrana h je tedy incidentní s vrcholy u a v a tyto vrcholy jsou koncovými vrcholy hrany h . Pojem sousednosti lze rozšířit i na hrany. Dvě hrany h_j a h_k jsou sousední, jestliže jsou incidentní se stejným vrcholem.

U každé hrany je uvedena hodnota (číslo) udávající vzdálenost koncových vrcholů hrany v měrných jednotkách, dobu jízdy v časových jednotkách popřípadě jiné vyjádření nákladů například v Kč. Tyto hodnoty představují ohodnocení hran a značí se $o(h)$. Takto ohodnocený graf nazýváme hranově ohodnocený graf. Pokud přiřadíme ohodnocení vrcholům grafů, dostaneme vrcholově ohodnocený graf.

Délkou cesty rozumíme součet ohodnocení všech hran, kterými daná cesta prochází.

Délku nejkratší cesty z vrcholu u do vrcholu v nazveme vzdálenost a označíme ji $d(u, v)$.

Nejkratší (minimální) cestou mezi vrcholy u a v v grafu $G = (u, v)$ rozumíme cestu $m^*(u, v) \in M$, kde M je množina všech cest $m(u, v)$, pro kterou platí:

$$\sum_{h \in m^*(u, v)} o(h) = \min_{m(u, v) \in M} \left\{ \sum_{h \in m(u, v)} o(h) \right\}$$

- h – označení hrany,
- m^* - nejkratší cesta v grafu,
- o – ohodnocení hrany (délka, cena),
- M – množina všech cest v grafu,
- $m(u,v)$ – cesty obsažené v grafu.

Pokud jsou hrany vyjádřeny jako uspořádané dvojice vrcholů $h = [u,v]$, nazýváme takovéto hrany orientovanými. Znamená to, že každé hraně je předepsán směr (orientace). Vrchol u nazýváme počáteční (zdroj) a vrchol koncový (ústí). Orientované hrany v grafu představují například jednosměrné komunikace.

Graf podle původní definice nazýváme neorientovaný graf. Graf s orientovanými hranami. Pokud graf obsahuje orientované i neorientované hrany, jedná se o smíšený graf. Smíšený graf může reprezentovat síť městských komunikací s obousměrným i jednosměrným provozem.

3.2 Úlohy na dopravní síti

Každá síť je popsána základními údaji jako jsou její jméno, počet uzlů, počet úseků popřípadě dalšími vlastnostmi.

Jak bylo uvedeno výše, metody teorie grafů jsou nejčastěji používané metody pro řešení úloh na dopravních sítích. Mezi nejčastější optimalizační úlohy řešené v praxi patří hledání cest na dopravní síti. Snahou je minimalizovat náklady (čas, vzdálenost) nutné na uskutečnění určité cesty mezi zdrojem a ústím. Proto často mluvíme o minimalizaci vzdáleností. Hledání cesty minimální délky pro dopravu jednoho kompletu mezi zdrojem a ústím je základní úlohou, která je využívána v operativním řízení pohybu dopravních prostředku na dopravní cestě. Výsledkem řešení může být vypočtená vzdálenost (délka nalezené nejkratší cesty) a přímo nalezená cesta, vyjádřená jako posloupnost uzlů nebo úseků sítě.

3.3 Metody teorie grafů pro nalezení minimálních cest

V učebnicích teorie grafů lze nalézt různé metody výpočtu minimální (nejkratší) cesty pro orientované i neorientované sítě. Mezi nejznámější a nejpoužívanější metody patří Dijkstrova metoda a Floydova metoda.

3.3.1 Dijkstrova metoda

Metoda hledání minimální cesty podle Dijkstra je vhodná pro nalezení nejkratší cesty mezi dvěma uzly a pro nalezení nejkratší cesty z daného uzlu do všech ostatních.

3.3.2 Floydova metoda

Metoda hledání minimální cesty podle Floydova je vhodná pro nalezení nejkratší cesty pro všechny dvojice uzlů. Výpočtová složitost této metody je sice vyšší než u Dijkstrovovy metody, ale díky tomu, že nalezení nejkratších cest mezi všemi uzly je možné během jediného použití algoritmu, je právě tato metoda vhodná pro řešenou úlohu v této práci. Výsledkem je matice minimálních vzdáleností mezi všemi vrcholy o rozměru $n \times n$, kde n značí celkový počet vrcholů.

Výpočtový algoritmus:

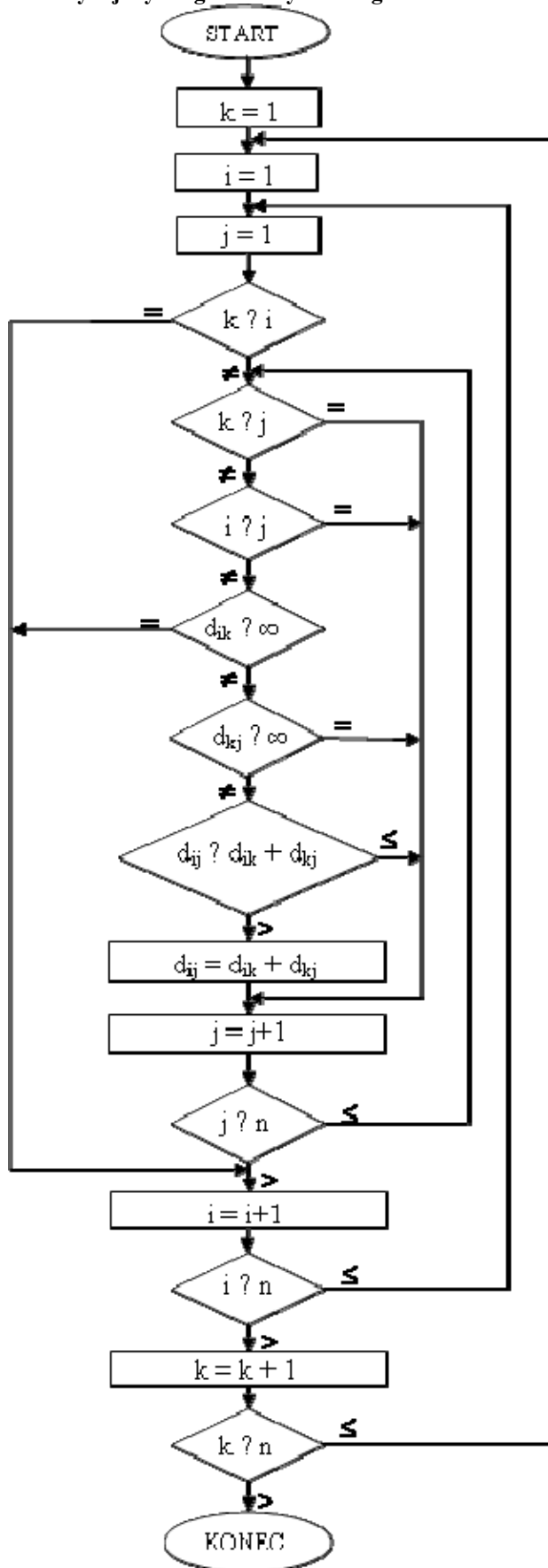
Grafu G přiřadíme čtvercovou matici $D = (d_{ij})_{i,j=1}^n$, rozměru $n \times n$, kterou nazýváme maticí přímých vzdáleností. Prvky d_{ij} nabývají hodnot:

- a) $d_{ij} = 0$, pro $i=j$ (prvky hlavní diagonály matice),
- b) $d_{ij} = o(h)$, jestliže $\exists h \in H$, pro kterou $p(h) = (vi, vj)$, $i \neq j$,
- c) $d_{ij} = \infty$, jestliže $\nexists h \in H$, pro kterou $p(h) = (vi, vj)$, $i \neq j$.

Pro přehlednost je samotný algoritmus uveden ve formě vývojového diagramu:

- k** – index určující pořadové číslo matice,
- i** – index řádku,
- j** – index sloupce,
- n** – počet prvků řádku (sloupce).

Obrázek 7: Vývojový diagram Floydova algoritmu



Zdroj: TUZAR Antonín, Teorie dopravy

3.3.3 Okružní jízdy

Úlohy, kde se ze zadaných parametrů má určit optimální trasa každého vozidla, tak aby byly dodrženy stanovené podmínky, se nazývají *úlohy okružních jízd* nebo také *úlohy trasování*. Mezi ně lze zařadit i úlohy svozového a rozvozevého charakteru.

Okružní jízdy lze zařadit do kategorie optimalizačních úloh na grafech. Hledání optimálních cest patří mezi nejčastější úlohy optimalizace na grafech a patří mezi úlohy o hledání nejkratší cesty.

Požadovaným výstupem těchto úloh je stanovení trasy pro každé z vozidel, jeho jízdní řád, časový harmonogram apod. Pro každou trasu se musí přesně stanovit posloupnost míst, která mají být navštívena, časový harmonogram pak udává konkrétní časové okamžiky, kdy má být uspokojen požadavek jednotlivých míst.

Úlohy tohoto typu lze řešit pomocí exaktních nebo heuristických metod. Exaktní metody spočívají v prověření všech možných variant, vypočtení hodnoty kritéria pro každou z nich a výběru optimálního řešení. Protože náročnost výpočtu se vzrůstající dimenzí úlohy (počet vrcholů, vozidel, dep) značně roste, ustupuje se zejména pro tyto rozsáhlé úlohy od výpočtu pomocí exaktních metod a dává se přednost metodám heuristickým.

Při problému stanovení trasy vozidel máme n vrcholů a M vozidel. Počet možných kombinací N je roven:

$$\text{pro } n > 1 \quad N_1(n) = \frac{n!}{2}, \quad \text{kde: } N - \text{počet možných kombinací,}$$
$$n - \text{počet vrcholů.}$$

$$\text{pro } n > M \quad N_M(n) = \frac{\sum_{i=1}^{n-M+1} \binom{n}{i} \cdot N_1(i) \cdot N_m(n-i)}{M} \quad \text{kde: } N - \text{počet možných kombinací,}$$
$$n - \text{počet vrcholů,}$$
$$M - \text{počet vozidel.}$$

Je zřejmé, že by bylo neefektivní a často nereálné řešit rozsáhlé úlohy exaktním postupem. proto se v praxi, kdy je třeba zpracovávat problémy složité a tedy velmi náročné na výpočet, užívají nejvíce heuristické metody a postupy. Tyto metody nezaručují nalezení optimálního řešení úlohy, ale jsou schopny poskytnout řešení blížící se optimálnímu.

U všech úloh okružních jízd se předpokládá zadaná matice minimálních vzdáleností (nákladů, času) na cestu mezi jednotlivými vrcholy.

3.3.4 Problém obchodního cestujícího

Úlohy obchodního cestujícího lze považovat za základní úlohu okružních jízd, kdy se hledá optimální trasa obsluhy uzlů dopravní sítě.

Obchodní cestující má z úkol navštívit n míst (každé z nich právě jednou) a vrátit se zpět do výchozího místa. Cílem je stanovit trasu obchodního cestujícího tak, aby celkové náklady byly minimální, a aby cestující navštívil vrchol právě jednou.

3.3.5 Problém stanovení trasy vozidel

Jde vlastně o tzv. Vícenásobný problém obchodního cestujícího. Při řešení této úlohy se předpokládá více cestujících (vozidel). Obchodní cestující mají z úkol navštívit každé z obsluhujících míst právě jednou, za předpokladu, že každé z těchto míst má určitý požadavek. K dispozici je určitý počet cestujících, tedy vozidel vozového parku, která vyjíždějí a vracejí se do stejného depa. Počet dep může být vyšší než jedno. Každé vozidlo musí na trase obsloužit alespoň jeden vrchol. Omezení úlohy vyplývají z omezené kapacity vozidel, popř. Může být omezujícím faktorem čas apod.

V literatuře je možné nalézt mnoho metod pro stanovení trasy vozidel. Za nejznámější je možné považovat metodu stanovení tras vozidel podle Clarka a Wrighta, která je vhodná právě pro řešení problému, kterým se zabývá tato práce. Další metodou, se kterou je možné v řešení počítat je využití hladového algoritmu pracujícího na principu „ber to nejlepší, dokud se dá“.

3.3.6 Clark - Wrightova metoda

Předpoklady pro řešení úlohy:

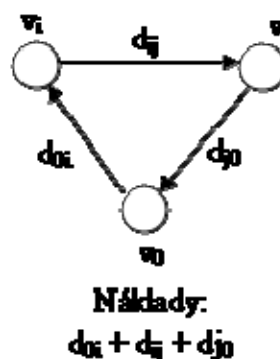
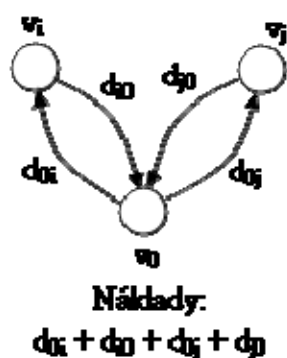
- homogenní vozový dopravní park složený o stejné kapacitě K ,
- trasa vozidla bude tvořena jedinou okružní jízdou,
- obsluha uzlů $V_1, \dots, V_i, \dots, V_n$ je z jediného depa, kde je garážován dostatečný počet vozidel
- každé vozidlo vyjíždí z depa a po obsluze uzlů se vrací zpět do depa.

Metoda vychází z počátečního neefektivního řešení, kde každá okružní jízda uspokojí požadavek jediného uzlu, tj. Jedná se o jízdu tvaru $V_0 - V_i - V_0$ o celkovém počtu n jízd.

V každé další iteraci jsou vybrány dle určitého kritéria výhodnosti dvě okružní jízdy a jsou spojeny v jednu. Tím se snižují náklady na obsluhu uzlů a zároveň se snižuje i potřebný počet vozidel. Jízdy mohou být spojeny jen tehdy, bude-li vzniklá jízda vyhovovat podmínkám přípustnosti, což v tomto případě znamená, že součet spojených jízd nesmí překročit kapacitu K a celkový pracovní čas T , pokud je uvažován. Výhodnost nebo nevýhodnost spojení dvou jízd je dána tím, zda a jaká úspora trasy zde vznikne. Spojením dvou okružních jízd v jednu, tak že propojíme uzly V_i a V_j , dostaneme úsporu Z_{ij} .

Metoda spojí v každém kroku ty dva uzly, které mají nejvyšší koeficient úspor z_{ij} , pokud je možno s ohledem na přístupnost toto spojení vytvořit. Výhodou této metody je, že koeficient z_{ij} závisí pouze na vzájemných vzdálenostech mezi uzly V_i a V_j a depem V_0 a mění se dokud je tyto dva uzly možno spojit.

Obrázek 8: Uvažované propojení vrcholů grafu



Zdroj: TUZAR Antonín, Teorie dopravy

Výpočtový algoritmus [7]:

1. Na počátku je sestavena minimálních vzdáleností $D=(d_{ij})$, $i,j=0,1,\dots,n$ dopravní síť; d_{ij} jsou náklady (vzdálenost, čas) na přepravu z uzlu V_i do uzlu V_j .
2. Dále jsou zadány:
 - v - průměrná rychlost pohybu kompletu na síti
 - t - doba potřebná k naložení jednoho elementu (popř. jednotkového množství elementů) do kompletu,
 - T - maximální doba pobytu kompletu mimo výchozí uzel V_0 ,
 - q_i $i=1,\dots,n$ -počty množství elementů, přepravovaných z V_i do V_0 ,
 - K - kapacita kompletu

3. Z matice D se odvodí matice výhodnostních koeficientů $Z=(z_{ij})$, $i,j=1,\dots,n$ podle vztahu $z_{ij}=d_{0j} +d_{0j} -d_{ij}$ (z_{ij} vyjadřuje rozdíl mezi součtem délek tras $V_0-V_i-V_0$ a $V_0-V_j-V_0$ délkou sdružené trasy $V_0-V_i-V_j-V_0$).
4. Počáteční řešení je soubor elementárních tras s uvedeným množstvím elementů a dobami přepravy včetně naložení elementů do kompletu:

Trasa:	Množství elementů:	Doba přepravy:
$V_0 - V_1 - V_0$	q_1	$\frac{2d_{01}}{e} + q_{1t}$
...
$V_0 - V_n - V_0$	q_n	$\frac{2d_{0n}}{e} + q_{nt}$

kde: $V_0 - V_n$ – vrcholy sítě,
 $q_1 - q_n$ - převážené množství,
 $d_0 - d_n$ – vzdálenosti vrcholů

5. V matici Z najdeme největší prvek $z_{ik} = \max z_{ij}$ a sdružíme, je-li to možné trasy $V_0-V_i-V_0$ a $V_0-V_k-V_0$ do trasy $V_0 -V_i -V_k -V_0$.Není-li to možné,najdete nejbližší menší nebo stejně velký prvek z_{st} a sdružíme trasy obsahující uzly V_s a V_t .Mohou to být elementární trasy nebo trasy,vzniklé předchozím sdružováním.
6. Postup opakujeme,pokud není matice Z vyčerpána,nebo pokud není zřejmé,že kapacity kompletů jsou vyčerpány a další řešení nemá smysl.

Výsledné řešení nemusí být optimální, ale pouze suboptimální, tj. řešení blížící se optimálnímu.

3.4 Analýza úlohy svozu komunálního odpadu

V dané lokalitě čítající 13 obcí je třeba optimalizovat svoz odpadu na překládací stanici, jejíž poloha je předem určena. Předpokladem je, že v každém místě, ze kterého je komunální odpad svážen, je známo jeho množství. K dispozici jsou různé typy vozidel s různými kapacitami, které jsou předem známy. Cílem je stanovit trasy těchto vozidel a nasazení těchto vozidel na úvozové trasy.

Sledovaná lokalita může být zadána mapou území (tedy hranově ohodnoceným grafem, kde obsluhovaná místa a překládací stanice představují vrcholy, vzdálenosti mezi nimi udávají ohodnocení hran grafu) nebo maticí vzdáleností (nákladů). Vždy je nutné brát v úvahu všechny omezující okolnosti, které by mohli mít na stanovení optimálních tras vliv – zákazy vjezdu, mosty, podjezdy a jiné překážky s omezujícími faktory (hmotnost, výška, šířka vozidla apod.). Všechna tato omezení (průchodnosti hran) je potřeba zohlednit v matici vzdáleností (resp. nákladů) nebo v grafickém vyjádření (orientaci hran).

Pro úlohu řešenou v této práci, kdy společnost ODEKO s.r.o. disponuje sice heterogenním vozovým parkem, ale zato dvě hlavní vozidla podobných kapacit parkují na stejném místě a veškerý tuhý komunální odpad je svážen pouze na jednu překládací stanici, je nejvýhodnější použít výše zmíněnou metodu stanovení tras podle Clarka a Wrighta.

Pro výpočet je nutné brát v úvahu kapacity jednotlivých vozidel. Vždy po naplnění kapacity musí být vozidlo vyprázdněno na překládací stanici.

Algoritmus předpokládá, že vozidlo bude vyjíždět a opět se vracet na překládací stanici, kde bude provedeno vyprázdnění vozidla. Tato podmínka bude splněna, pokud se bude v průběhu pracovní směny jedno vozidlo vracet na stanici vícekrát. Na začátku pracovní směny bude prázdné vozidlo vyjíždět z parkovacího místa. Na konci směny se vozidlo po vyprázdnění vrací ze stanice zpět na parkovací místo proto je nutné tento přejezd připočítat k celkové trase. Situace je taková, že parkovací místa jsou od překládací stanice vzdálená do tří kilometrů.

3.4.1 Postup řešení úlohy

Úlohu lze rozdělit do těchto základních oblastí:

- Nalezení minimálních vzdáleností mezi všemi uzly,
- nalezení okružních tras,
- rozvržení nalezených tras k jednotlivým vozidlům.

Nalezení minimálních vzdáleností mezi všemi uzly je možné pomocí výše uvedené Floydovy metody.

Při hledání okružních tras je nutné brát v úvahu kapacitu vozidla a časové omezení.

Při rozvrhování tras k jednotlivým vozidlům je nutné brát v úvahu časové omezení. Časově méně náročné trasy mohou být přiřazeny k vozidlu tak, že se obrátí na překládací stanici vícekrát. Vzhledem k heterogennímu vozovému parku splývá v Clark-Wrightově metodě druhý a třetí bod v jeden společný.

3.4.2 Vstupní údaje

Vozidla:

- V_i vozidla použitá při výpočtu,
- K_i – kapacita vozidel pro svoz,
- T – doba denního provozu vozidla.

Obce:

- n – počet obsluhovaných vrcholů (obcí),
- m_i - hmotnost požadavku v obci.

Vzdálenosti:

- s_{ij} - vzdálenosti mezi jednotlivými vrcholy (obcemi).

4 Vyhodnocení návrhu optimalizace

4.1 Návrh nových tras svozu komunálního odpadu

4.1.1 Hodnoty vstupních údajů

Vozidla:

- V_i $i=1,2$ - Pro tuto úlohu je počítáno s dvěma vozy, a to MAN 21 a MAN 15; trasy pro vozidlo MAN 12 zůstávají i po optimalizaci beze změn z toho důvodu, že je menší a lehčí a tudíž vhodné pro obsluhu částí obcí, kam se s velkými vozidly nemůže,
- K_i – kapacita vozidel pro svoz (ca 12-13 t, 10 – 10,5 t),
- T – denní provoz vozidla (8 – 10 h).

Obce:

- n – počet obsluhovaných vrcholů (obcí) = 16,
- m_i $i=1..n$ – hmotnost požadavku v obci.

Údaje pro jednotlivé obce jsou uvedeny v Tabulce č. 3:

Tabulka 3: Hmotnostní požadavky obcí na svoz komunálního odpadu

Název obce	Hmotnost svozeného odpadu [t]
Týniště nad Orlicí	24,05
Štěpánovsko	1,38
Petrovice	1,48
Křivice	0,89
Rašovice	0,7
Albrechtice nad Orlicí	5,1
Horní Jelení	9,6
Černá nad Orlicí	6,15
Lípa nad Orlicí	1,76
Borohrádek + (Šachov)	12,17
Holice	34,31
Veliny	1,88
Poběžovice	0,64
Vysoké Chvojno	2,65
Bolehošť	3,43
Žďár nad Orlicí + (Chotiv)	3,06

Zdroj: Autor, ODEKO s.r.o.

Vzdálenosti:

- s_{ij} - Ke zjištění vzdáleností mezi jednotlivými obcemi bylo využito mapy v elektronické podobě Mapy.cz od společnosti PLANstudio, spol. s r.o.,
- vznikla tak matice minimálních vzdáleností o rozměrech $n \times n$, v matici jsou vždy uvedeny nejkratší (nejlevnější) vzdálenosti mezi dvojicemi vrcholů.

Matice nejkratších vzdáleností je uvedena v Příloze č. 5 – Matice vzdáleností .

Další postup je ten, že se vyhotoví matice výhodnostních koeficientů (Příloha č. 6) a pomocí ní a Clark – Wrightova algoritmu se počítají okružní trasy.

Svozová oblast je tvořena celkem 13 obcemi, z nichž mají některé ještě přidružené obce. Celkový počet obsluhovaných vrcholů je tedy ve skutečnosti 19. Jedna je obsluhována vozem MAN 12 z toho důvodu, že infrastruktura těchto částí je vzhledem k větším vozům poddimenzovaná. Další dvě jsou přiřazeny jejich správní obci. Všechny 17 obcí vstupujících do optimalizace odpovídá sedmnácti názvů obcí, které jsou uvedeny ve svozových plánech vozidel společnosti ODEKO s.r.o.

4.1.2 Stanovení nových svozových tras

Pro stanovení svozových tras se vychází z požadavků obcí na svoz směsného komunálního odpadu, průměrné týdenní hmotnosti svozu, četnosti svozů a pracovní doby vozidel.

Při konstrukci nových svozových tras je zachováno členění na zimní období a sezónu bioodpadu a dále také na lichý a sudý týden. Pokud to bylo možné, je většina obcí obsluhována ve stejný den v týdnu po celý rok. U obcí, kterým nebylo možné pevně přiřadit stálý termín, se svoz odpadu v jednotlivých týdnech liší. Tato skutečnost se týká pouze dvou obcí a je způsobena různým počtem obcí a požadavků na obsluhu v jednotlivých týdnech. Svozová vozidla jsou do provozu nasazována za týden tolikrát co doposud (dva dny jsou totiž vyhrazeny pro svoz separovaného odpadu; změny provedl výpočet pouze u svozových tras) a v době ranní směny, kdy vykonají 1 – 2 okruhy na dané trase.

Tabulka 4: Návrh svozové trasy, zimní období, lichý týden

Svozový plán MAN 21		ujetá vzdálenost [km]
Pondělí	Bolehošť, Holice	51,7
Úterý	Poběžovice, Holice	35,5
Středa	Veliny, Holice	35,7
Čtvrtek	Lípa n. Orlicí, Horní Jelení	32,5
Pátek	Petrovice, Křivice, Rašovice, Albrechtice n. Orlicí, Týniště n. Orlicí	29,5
Celkem		184,9

Zdroj: Autor

Ve úvozové trase je uveden počet obcí v pořadí, ve kterém jsou obsluhovány a ujetá vzdálenost mezi jednotlivými vrcholy sítě (obcemi).

Kompletní přehled všech nově stanovených svozových tras je uveden v Příloze č. 7.

4.1.3 Zhodnocení nových svozových tras

Velikost vstupních údajů je rozhodující při řešení svozové optimalizační úlohy.

Vzhledem k tomu, že u svozových vozidel je při obsluze požadavků jednotlivých obcí užitečná hmotnost vozidla (dle technického průkazu) často využívána na 100% a někdy i překračována, bylo potřeba tyto skutečnosti zohlednit i při výpočtu nových svozových tras v podobě určité hmotnostní rezervy. Bez této korekce by se stávající a nové svozové trasy nedaly objektivně porovnat.

Z výsledků je patrné, že stávající svozové trasy, které se ve firmě ODEKO s.r.o. modelovaly postupně během let a přizpůsobovaly se novým požadavkům, jsou optimálnímu řešení vyplývajícího z Clark – Wrightovy metody relativně blízko. Přihlédne-li se k tomu, že k jejich současné podobě nebylo použito žádných matematických či operačních metod.

Při doplnění údajů, kdy sezona bioodpadu trvá přibližně 32 týdnů a zimní období 21 týdnů, vychází průměrná roční úspora kilometrů na hodnotu 4,47 %.

Tabulka 5: Porovnání nových a stávajících tras

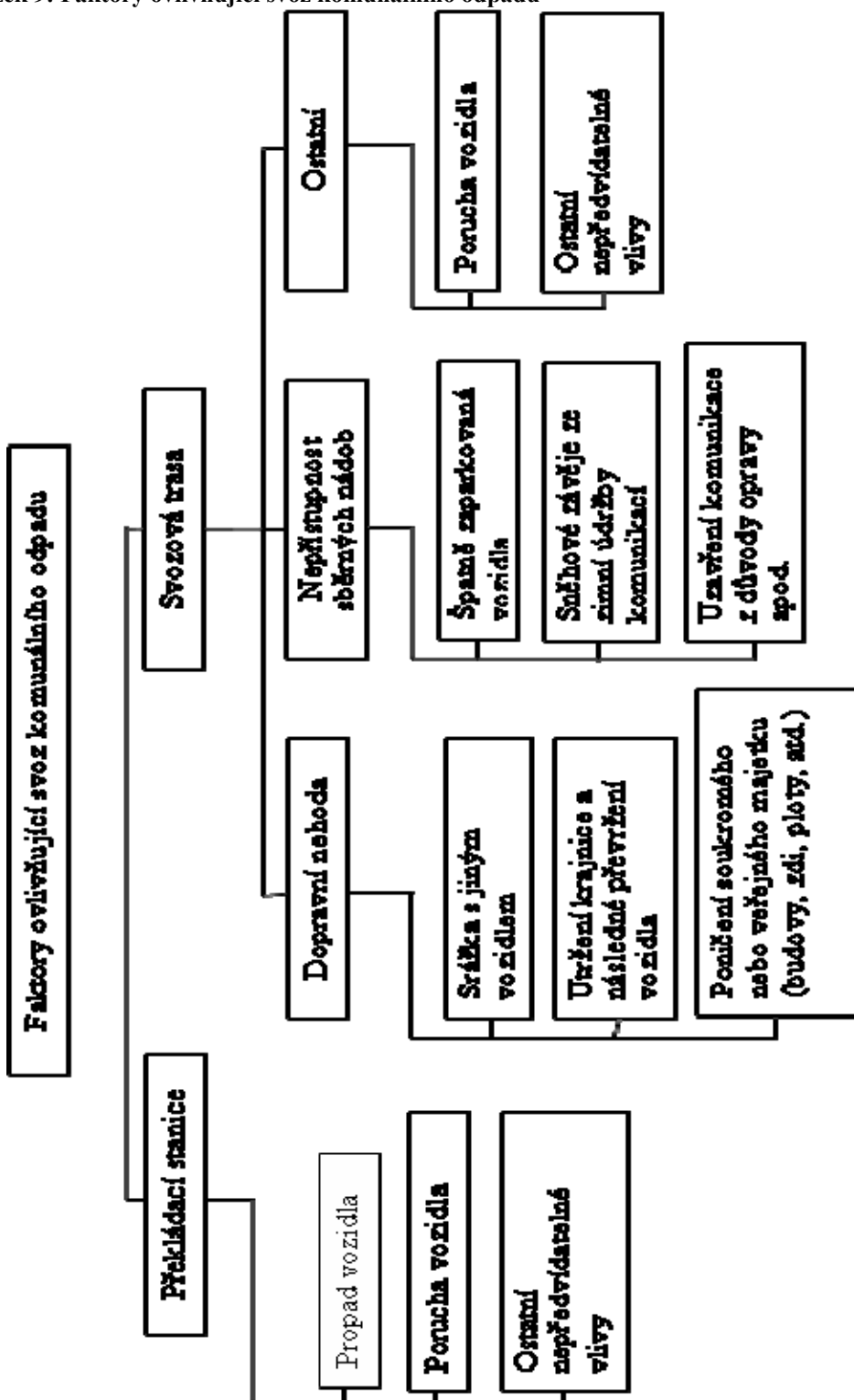
	21 týdnů		32 týdnů	
	Zimní období		Sezona bioodpadu	
	Ujeté vzdálenosti [km]		Ujeté vzdálenosti [km]	
	lichý týden	sudý týden	lichý týden	sudý týden
Stávající trasy	257,7	257,6	265,6	264,2
	515,3		529,8	
Nové trasy	243,6	254,7	247,5	254,7
	498,3		502,2	
Uspora za období [km]	184,1		405,4	
Uspora za období [%]	3,40%		5,29%	
Roční úspora [km]	589,5			
Roční úspora [%]	4,41%			

Zdroj: Autor

4.2 Faktory ovlivňující svoz komunálního odpadu

Dodržovat stanovenou svozovou trasu po stránce časové i z hlediska ujeté vzdálenosti je v praxi velice složité. V provozu se posádka svozového automobilu denně setkává s řadou faktorů, které zasahují do úvozové činnosti. Kritická místa, která mohou ovlivnit správné plnění denního harmonogramu stanoveného vedoucím pracovníkem, jsou pohyb po svozové trase a pohyb po překládací stanici a jejím okolí.

Obrázek 9: Faktory ovlivňující svoz komunálního odpadu



Zdroj: Autor

4.3 Možnosti inovace úvozové techniky a prostředků pro sběr komunálního odpadu

4.3.1 Inovace svozové techniky

Stejně jako v jiných oblastech automobilového průmyslu dochází i u svozové techniky k její inovaci a modernizaci. V dřívějších dobách byly používány téměř výhradně svozová vozidla na podvozcích značky Liaz s kulatou nástavbou a rotačním stlačovacím zařízením. V dnešní době je nabídka na trhu svozové techniky značně pestrá. Výrobci nabízejí rozličné druhy svozové techniky na podvozcích zahraniční produkce, řadu speciálních nástaveb o různých objemech s možností osazení vyklápěči podle typu používaných nádob. Veškerá vozidla a jejich technické vybavení splňují přísné ekologické normy a bezpečnostní předpisy platné České republice.

ZOELLER Systems, spol. s r.o., Říčany

ZOELLER Systems, spol. s r.o. je výrobní a prodejní organizací společnosti ZOELLER Kipper GmbH Spolková republika Německo. V západní Evropě je vedoucím výrobcem mechanismů pro zvedání a vyklápění nádob a odpadky – vyklápěčů. Svozová vozidla vyráběná touto společností patří mezi nejkvalitnější svozovou techniku na našem trhu. Společnost ZOELLER nabízí velké množství nástaveb s lineárním stlačovacím zařízením o objemech 6,5 – 25,5 m³, které lze libovolně kombinovat s různými typy vyklápěčů. Nevýhodou nabízených produktů je jejich vysoká cena.

METACO BO. BR., s.r.o., Brandýs nad Labem – Stará Boleslav

METACO BO. BR., s.r.o. je nástupnickou organizací společnosti BSS METACO, a.s., jejíž svozová technika je již řadu let k vidění na našich silnicích.

METACO BO. BR., s.r.o. je největším výrobcem vozidel na sběr tuhých komunálních odpadů v České republice. Vozidla této společnosti patří k nejpoužívanějším u nás. Společnost vyrábí vozy jak s lineárním, tak s rotačním systémem stlačování odpadu v nástavbách o objemech 6 – 22 m³. Nástavby jsou montovány na všechny vhodné podvozky zahraničních výrobců.

CTS servis, a. s., Poděbrady

Společnost CTS se zabývá výrobou kontejnerových systémů.

Současný sortiment čítá teleskopické a kloubové nosiče kontejnerů, jedno a dvouramenné se zvedacím a sklápěcím výkonem od 3 do 20 t.

Společnost nabízí také velké množství kontejnerů odpovídající normám CTS, MSTS a DIN, různých velikostí, typů a provedení, jejichž využití je možné nejenom v oblasti ukládání s odpady.

Mezi další společnosti vyrábějící svozovou techniku patří např. Otto, Kobit, Faun nebo Schörling.

4.3.2 Inovace sběrných nádob

Stejně jako u inovace vozidel dochází i u sběrných nádob k obměně za nové. Inovace sběrných nádob umožňuje především zjednodušení manipulace (nádoby na kolečkách, osazení speciálními madly, použití lehkých materiálů) a unifikací (závěsy pro vyklápění, úchytné prvky).

V České republice je nabídka na trhu sběrných nádob poměrně pestrá. V nabídkách jednotlivých společností jsou nádoby různých tvarů, velikostí, barev i použitých materiálů, ze kterých jsou nádoby vyrobeny. Jednotlivé společnosti též nabízejí různé doplňky jako jsou zámky na víka nádob, vylisování firemních log a znaků měst, umístění čipů pro identifikaci nádob, možnost sazení libovolného vřezacího otvoru do víka nádoby, větracích kanálků apod.

MEVATEC s.r.o., Roudnice nad Labem

Společnost MEVATEC s.r.o. je dceřinou společností MEVA a.s. Je nejstarším výrobcem sběrných nádob v České republice a nabízí kompletní sortiment v oblasti nádob na všechny druhy odpadů.

Mezi neznámější a nejpoužívanější produkty této společnosti patří 110 l a 1100 l nádoby z pozinkovaného plechu, které si díky své dlouhé životnosti získaly oblibu u většiny občanů.

Sortiment společnosti:

- Plastové popelnice o objemu 120 a 240 l opatřené kolečky,
- plastové a kovové popelnice kulaté o objemu 70 a 110 l,
- plastové a kovové kontejnery o objemu 660, 770 a 1100 l,
- vyklápěče nádob do 1100 l do velkoobjemových kontejnerů,
- nádoby na nebezpečný odpad (tekutý, tuhý, baterie, medicínální odpad),
- odpadkové koše,
- plastové pytle a stojany na pytle,
- velkoobjemové kontejnery – vanové, typ ABROLL,
- kompletní vybavení sběrných dvorů atd.

Mezi další společnosti zrabějící sběrné nádoby patří např. Reflex, Sulo, Otto nebo Schaeffer.

Závěr

Cílem této diplomové práce bylo nalézt optimální řešení svozu směsného komunálního odpadu společnosti ODEKO, s.r.o., Týniště nad Orlicí v souladu s platnými právními předpisy a za použití vhodných matematických metod, zejména metod operačního výzkumu.

Svoz odpadu ve společnosti ODEKO je provozován na základě praktických poznatků z provozu a historického vývoje bez předchozího využití matematické analýzy. Předpokladem pro řešení bylo zachovat současný stav svozové techniky a technologii práce tak, aby nebylo potřeba nových investičních nákladů. Pro řešení úlohy bylo čerpáno z dat poskytnutých společnostmi ODEKO, s.r.o. a z pramenů uvedených v použitých zdrojích. Výsledkem řešení úlohy je rozpis nově stanovených svozových tras. Z výsledku, který je v souladu se zavedenými postupy firmy ODEKO je patrné že není třeba rozšiřovat vozový park společnosti, ani navýšit personální stav.

Dále je z výsledku zřejmé, že ujeté vzdálenosti na nově stanovených trasách svozu odpadu jsou v jednotlivých týdenních součtech, při zachování rozlišení na období zimní a bioodpadu a dále na liché a sudé týdny, relativně blízko ujetým vzdálenostem na stávajících trasách. Konkrétně jsou o jednotky procent kratší. Při ročním porovnání za zachování rozlišení zimního období a období bioodpadu a také rozlišení na sudé a liché týdny je roční úspora 4,41 %. Dále z výsledku vyplývá, že stávající trasy svozu komunálního odpadu firmy ODEKO se optimálnímu řešení, zjištěnému pomocí metod operačního výzkumu, relativně přibližují.

Nevýhodou nově stanovených svozových tras je to, že u dvou obcí se nepodařilo pevně přiřadit den v týdnu, kdy se v ní bude provádět svoz. Liší se podle toho, zda se jedná o lichý nebo sudý týden.

Další zlepšení lze pak docílit investováním do nových technologií (svozová technika a sběrné nádoby), o kterých se v práci píše také. Mimo možnosti provozovatele svozu zůstávají další možnosti zlepšení jako např. zvýšení propustnosti silnic a jejich stav.

Obdobným způsobem by bylo možné také řešit optimalizaci svozu separovaných odpadů, popř. nebezpečných a velkoobjemových odpadů.

Použitá literatura

- [1] HLAVATÁ, Miluše. *Odpadové hospodářství*. Ostrava: VŠB - TU, 2006. ISBN 80-248-0737-8.
- [2] FILIP, Jiří a spol. *Komunální odpad a skládkování*. Brno: Editační středisko MZL, 2003. ISBN 80-7157-712-X.
- [3] ŠPYTR, Petr a kol. *Městské inženýrství (2)*. Brno: Centa, spol s r.o., 2001. ISBN 80-200-0440-8.
- [4] KIZLINK, Juraj. *Nakládání s odpady*. Brno: fakulta chemická VUT, 2007. ISBN 978-80-214-3348-9.
- [5] SOKOL, Radek. *Nakládání s odpady na území svazku měst a obcí Poorlicko a svozové oblasti společnosti ODEKO s.r.o.*. Dokument PDF, 2008.
- [6] *Informace pro veřejnost* [online]. EKO - KOM, 2009. [cit. 2009-04-26]. Dostupný na WWW: <<http://www.ekokom.cz/scripts/detail.php?id=146>>.
- [7] TUZAR, Antonín. *Teorie dopravy*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 1996. ISBN 90-7194-039-9.
- [8] VOLEK, Josef. *Operační výzkum I*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2002. ISBN 80-7194-410-6.
- [9] *CTS servis, a.s.* [online]. 2009 [cit. 2009-05-02]. Dostupný na WWW: <<http://www.cts-servis.cz/>>.
- [10] *Výrobní program společnosti METACO BO. BR., s.r.o.* [online]. 2009 [cit. 2009-05-02]. Dostupný na WWW: <http://www.metaco.cz/article.php?article_type_id=7>.
- [11] *Výrobní program společnosti ZOELLER SYSTEMS s.r.o.* [online]. 2009 [cit. 2009-05-02]. Dostupný na WWW: <<http://www.cts-servis.cz/>>.
- [12] *Výrobní program společnosti OTTO Industrie, spol s r.o.* [online]. 2009 [cit. 2009-05-02]. Dostupný na WWW: <<http://www.ottoind.cz>>.
- [13] *Optimalizace (Matematika)* [online]. Aktualizováno 3.5.2009 [cit. 2009-05-14]. Dostupný na WWW: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/Optimalizace_\(matematika\)](http://cs.wikipedia.org/wiki/Optimalizace_(matematika))>

Seznam tabulek

Tabulka 1: Používané barevné rozlišení nádob na separovaný sběr	32
Tabulka 2: Obyvatelstvo a produkce odpadů ve svozové oblasti ODEKO s.r.o.....	39
Tabulka 3: Hmotnostní požadavky obcí na svoz komunálního odpadu	59
Tabulka 4: Návrh svozové trasy, zimní období, lichý týden	61
Tabulka 5: Porovnání nových a stávajících tras	62

Seznam obrázků

Obrázek 1: Členění odpadového hospodářství	12
Obrázek 2: Orientační schéma integrované koncepce hospodaření s odpady	13
Obrázek 3: Skladba domovního odpadu	23
Obrázek 4: Přehled počtu obyvatel na území svozové oblasti společnosti ODEKO	40
Obrázek 5: Vývoj sběru komunálního odpadu	41
Obrázek 6: Vývoj průměrně produkováného odpadu na obyvatele a rok	41
Obrázek 7: Vývojový diagram Floydova algoritmu	52
Obrázek 8: Uvažované propojení vrcholů grafu	55
Obrázek 9: Faktory ovlivňující svoz komunálního odpadu	63

Seznam zkratk

apod.	a podobně
a.s.	akciová společnost
atd.	a tak dále
ca	círka (přibližně)
ČR	Česká republika
ČSN	označení pro české normy
ES	Evropské společenství
EU	Evropská unie
MHD	městská hromadná doprava
Sb.	Sbírka zákonů České republiky
s.r.o.	společnost s ručením omezením
tzn.	to znamená

Seznam příloh

Příloha č. 1: Technické parametry vozidel

Příloha č. 2: Mapa svozové oblasti

Příloha č. 3: Požadavky obcí na svoz komunálního odpadu

Příloha č. 4: Svozové plány - stávající

Příloha č. 5: Matice vzdáleností

Příloha č. 6: Matice výhodnostních koeficientů

Příloha č. 7: Svozové plány – nově sestavené

Technické parametry vozidel

Technická data MAN TGA 26.310 s nástavbou Cityloader CL 21.0 MAN 21	
Registrační značka	3H05147
Rozměry [mm]	
Rozvor náprav	3 150 + 1 350
Délka	9 150
Šířka	2 540
Výška	3 500
Hmotnosti [kg]	
Provozní	14 450
Užitečná	
Celková povolená	26 000
Povolené zatížení náprav (přední/zadní)	12 000 / 11 500
Podvozek	
Typ	MAN TGA 26.310 6x2 / 4BL
Motor	
Typ	MAN D 2066 LF04
Pohonné hmoty	nafta motorová
Zdvihový objem [cm ³]	10 518
Výkon [kW/ot]	228 / 1 900
Nápravy	
Počet náprav	3
Z toho poháněných	1 - zadní
Brzdy	
Provozní	ano
Parkovací	ano
Nouzová	
Odlehčovací	ano
Ostatní údaje	
Nejvyšší povolená rychlost	85 km/h
ABS	ano
Nástavba	
Typ	Cityloader CL 21.0
Objem [m ³]	21

Technická data MAN 18.255 LLC s nástavbou Presko MAN 15	
Registrační značka	2H01435
Rozměry [mm]	
Rozvor náprav	4 150
Délka	8 480
Šířka	2 530
Výška	3 610
Hmotnosti [kg]	
Provozní	11 600
Užitečná	
Celková povolená	18 000
Povolené zatížení náprav (přední/zadní)	11 500 / 11 500
Podvozek	
Typ	MAN 18.255 LLC
Motor	
Typ	Man D 083 LFL05
Pohonné hmoty	nafta motorová
Zdvihový objem [cm ³]	6 871
Výkon [kW/ot]	180 / 2 400
Nápravy	
Počet náprav	2
Z toho poháněných	1 - zadní
Brzdy	
Provozní	ano
Parkovací	ano
Nouzová	ano
Odlehčovací	ano
Ostatní údaje	
Nejvyšší povolená rychlost	85 km/h
ABS	ano
Nástavba	
Typ	Presko 15
Objem [m ³]	15

Technická data MAN TGL 12.180 s hákovým nosičem kontejnerů NKH 8A-34 MAN 12	
Registrační značka	3H78674
Rozměry [mm]	
Rozvor náprav	3 300
Délka	5 800
Šířka	2 330
Výška	2 800
Hmotnosti [kg]	
Provozní	4 815
Užitečná	
Celková povolená	11 990
Povolené zatížení náprav (přední/zadní)	8 700 / 8 700
Podvozek	
Typ	MAN TGL 12.180 4x2 BB
Motor	
Typ	MAN D 0834 LFL54
Pohonné hmoty	nafta motorová
Zdvihový objem [cm ³]	4 580
Výkon [kW/ot]	132 / 2 400
Nápravy	
Počet náprav	2
Z toho poháněných	1 - zadní
Brzdy	
Provozní	ano
Parkovací	ano
Nouzová	
Odlehčovací	ano
Ostatní údaje	
Nejvyšší povolená rychlost	90 km/h
ABS	ano
Nástavba	
Typ	NKH 8A - 34

Mapa svozové oblasti



Požadavky obcí na svoz komunálního odpadu

Název obce	Počet obyvatel	Počet nádob na TKO			popelnicevý ekvivalent	hmotnost svezeneho odpadu [t]
		110 - 120 l	240 l	1 100 l		
Albrechtice nad Orlicí	977	329		2	331	5,10
Bolehošť	574	192	9		201	3,43
Borohrádek (+ Šachov)	2 120	712		3	715	12,17
Černá nad Orlicí	1 020	340			340	6,15
Holice	6 339	1 627	195	23	1 845	32,96
Horní Jelení	1 925	632		10	642	9,60
Lípa nad Orlicí	480	154	9		163	1,76
Nová Ves	145	48			48	1,3 *
Poběžovice	208	69			69	0,64
Týniště nad Orlicí (+ Křivice, Petrovice, Štěpánovsko, Rašovice)	6 151	1 215	27	123	1 365	28,52
Veliny	395	151	6	2	159	1,88
Vysoké Chvojno	354	90	2	2	94	2,65 *
Žďár nad Orlicí (+ Chotiv)	429	144		3	147	3,06
Celkem nádob	21 117	5 703	248	168	6 119	109,22

* svoz 1x za 14 dní

Svozové plány – stávající

ZIMNÍ OBDOBÍ, LICHÝ TÝDEN

Svozový plán MAN 21		ujetá vzdálenost [km]
Pondělí	Týniště n. Orlicí + Křivice + Rašovice	24,8
Úterý	Horní Jelení	28,8
Středa	Holice**	35,8
Čtvrtek	Holice**	38
Pátek	Holice**	35,9
Celkem		163,3

** Do Holic jsou zahrnuty i Veliny a Poběžovice

Svozový plán MAN 15		ujetá vzdálenost [km]
Pondělí	separovaný odpad	
Úterý	Týniště n. Orlicí +(Štěpánovsko, Petrovice), Bolehošť	37,3
Středa	Albrechtice n. Orlicí, Žďár n. Orlicí +(Chotiv), Černá n. Orlicí, Lípa n. Orlicí	39,7
Čtvrtek	Borohrádek +(Šachov)	17,4
Pátek	separovaný odpad	
Celkem		94,4

ZIMNÍ OBDOBÍ, SUDÝ TÝDEN

Svozový plán MAN 21		ujetá vzdálenost [km]
Pondělí	Týniště n. Orlicí + Křivice + Rašovice	24,8
Úterý	Horní Jelení	28,8
Středa	lichý týden - Holice**, Vysoké Chvojno	35,7
Čtvrtek	Holice**	38
Pátek	Holice**	35,9
Celkem		163,2

** Do Holic jsou zahrnuty i Veliny a Poběžovice

Svozový plán MAN 15		ujetá vzdálenost [km]
Pondělí	separovaný odpad	
Úterý	Týniště n. Orlicí +(Štěpánovsko, Petrovice), Bolehošť	37,3
Středa	Albrechtice n. Orlicí, Žďár n. Orlicí +(Chotiv), Černá n. Orlicí, Lípa n. Orlicí	39,7
Čtvrtek	Borohrádek +(Šachov)	17,4
Pátek	separovaný odpad	
Celkem		94,4

SEZONA BIOODPADU, LICHÝ TÝDEN

Svozový plán MAN 21		ujetá vzdálenost [km]
Pondělí	Týniště n. Orlicí + Křivice + Rašovice	24,8
Úterý	Horní Jelení (bioodpad)	28,8
Středa	Holice**	35,8
Čtvrtek	Holice**	38
Pátek	Holice**	35,9
Celkem		163,3

** Do Holic jsou zahrnuty i Veliny a Poběžovice

Svozový plán MAN 15		ujetá vzdálenost [km]
Pondělí	separovaný odpad	
Úterý	Týniště n. Orlicí +(Štěpánovsko, Petrovice), Bolehošť	37,3
Středa	Albrechtice n. Orlicí, Žďár n. Orlicí +(Chotiv), Čermná n. Orlicí, Lípa n. Orlicí *	47,6
Čtvrtek	Borohrádek +(Šachov)	17,4
Pátek	separovaný odpad	
Celkem		102,3

* Zajíždí i na Horní Jelení pro TKO
k podnikatelským subjektům

SEZONA BIOODPADU, SUDÝ TÝDEN

Svozový plán MAN 21		ujetá vzdálenost [km]
Pondělí	Týniště n. Orlicí + Křivice + Rašovice	24,8
Úterý	Horní Jelení	35,7
Středa	lichý týden - Holice**, Vysoké Chvojno	35,8
Čtvrtek	Holice**	38
Pátek	Holice**	35,9
Celkem		170,2

** Do Holic jsou zahrnuty i Veliny a Poběžovice

Svozový plán MAN 15		ujetá vzdálenost [km]
Pondělí	separovaný odpad	
Úterý	Týniště n. Orlicí +(Štěpánovsko, Petrovice), Bolehošť	37,3
Středa	Albrechtice n. Orlicí, Žďár n. Orlicí +(Chotiv), Čermná n. Orlicí, Lípa n. Orlicí	39,7
Čtvrtek	Borohrádek +(Šachov)	17,4
Pátek	separovaný odpad	
Celkem		94,4

Matice vzdáleností

	Týniště nad orlicí	Štěpánovsko	Petrovice	Křivice	Rašovice	Albrechtice n. O.	Horní Jelení	Čermná n. O.	Lípa n. O.	Borohrádek (+ Šachov)	Holice	Veliny	Poběžovice	Vysoké Chvojno	Bolehošť	Žďár n. O.
překládací stanice	2,8	2,7	6	7,1	8	1,6	11,6	9,9	5,3	5,7	16	10	13	10,1	11,5	2,6
Týniště nad orlicí	0	4,2	4,7	4,6	5,2	2,5	14,4	12,9	4,8	8,9	17	13,3	13,6	11	8,9	6,3
Štěpánovsko		0	6	7,6	10,3	2	13,9	12,4	6	8,4	16,1	12,8	12,9	10,4	11,9	5,8
Petrovice			0	8,1	10,8	4,2	16,2	14,7	6,5	10,6	18,1	15	15,3	12,8	12,4	8
Křivice				0	3,8	5,9	17,8	16,3	6,9	12,3	19,7	16,7	16,9	14,4	4,6	9
Rašovice					0	8,5	14,3	12,8	5,1	8,7	19,1	13,2	16,9	17,1	8,4	12
Albrechtice n. O.						0	12	10,5	4,2	6,4	14,1	10,8	11,3	8,8	10,2	3,6
Horní Jelení							0	6,2	13,3	5,8	9,3	8,9	13,6	13,9	22,1	9,6
Čermná n. O.								0	13	4,1	15,4	8,7	12,5	14	20,6	8,1
Lípa n. O.									0	7,7	17,8	12,1	15,3	12,8	11,2	4
Borohrádek (+ Šachov)										0	10,6	4,7	8,4	9,9	16,6	4
Holice											0	5,9	3,1	5,9	24	14,4
Veliny												0	9	10,6	21	8,5
Poběžovice													0	3,6	21,3	12,2
Vysoké Chvojno														0	18,7	12,5
Bolehošť															0	11,5
Žďár n. O.																0

Vzdálenosti uvedeny v [km]

Matice výhodnostních koeficientů

	Týniště nad orlicí	Štěpánovsko	Petrovice	Křivice	Rašovice	Albrechtice n. O.	Horní Jelení	Černná n. O.	Lípa n. O.	Borohrádek (+ Šachov)	Holice	Veliny	Poběžovice	Vysoké Chvojno	Bolehošť	Žďár n. O.
překládací stanice																
Týniště nad orlicí																
Štěpánovsko	1,3															
Petrovice	4,1	4														
Křivice	5,3	5,2	8,5													
Rašovice	5,6	5,5	8,8	9,9												
Albrechtice n. O.	1,9	1,8	5,1	6,2	7,1											
Horní Jelení	-	-	3,2	4,3	5,2	-										
Černná n. O.	-	-	3	4,1	5	-	8,6									
Lípa n. O.	3,3	3,2	6,5	7,6	8,5	2,1	12,1	10,4								
Borohrádek (+ Šachov)	-	-	2,8	3,9	4,8		8,4	6,7	2,1							
Holice	1,8	1,7	5	6,1	7	0,6	10,6	8,9	4,3	4,7						
Veliny	-	-	2,7	3,8	4,7	-	8,3	6,6	2	2,4	12,7					
Poběžovice	2,2	2,1	5,4	6,5	7,4	1	11	9,3	4,7	5,1	15,4	9,4				
Vysoké Chvojno	1,9	1,8	5,1	6,2	7,1	0,7	10,7	9	4,4	4,8	15,1	9,1	12,1			
Bolehošť	5,4	5,3	8,6	9,7	10,6	4,2	14,2	12,5	7,9	8,3	18,6	12,6	15,6	12,7		
Žďár n. O.	-	-	2,3	3,4	4,3	-	7,9	6,2	1,6	2	12,3	6,3	9,3	6,4	7,8	

Koeficienty uvedeny v [km]

Značí kolik se uspoří km, pokud se při jedné jízdě spojí dva vrcholy oproti odděleným jízdám do každého vrcholu.

Svozové plány – nově sestavené

ZIMNÍ OBDOBÍ, LICHÝ TÝDEN

Svozový plán MAN 21		ujetá vzdálenost [km]
Pondělí	Bolehošť, Holice	51,7
Úterý	Poběžovice, Holice	35,5
Středa	Veliny, Holice	35,7
Čtvrtek	Lípa n. Orlicí, Horní Jelení	32,5
Pátek	Petrovice, Křivice, Rašovice, Albrechtice n. Orlicí, Týniště n. Orlicí	29,5
Celkem		184,9

Svozový plán MAN 15		ujetá vzdálenost [km]
Pondělí	separovaný odpad	
Úterý	Štěpánovsko, Borohrádek +(Šachov)	21,1
Středa	Týniště n. Orlicí	11,2
Čtvrtek	Čermná n. Orlicí, Žďár n. Orlicí +(Chotiv)	26,4
Pátek	separovaný odpad	
Celkem		58,7

ZIMNÍ OBDOBÍ, SUDÝ TÝDEN

Svozový plán MAN 21		ujetá vzdálenost [km]
Pondělí	Bolehošť, Holice	51,7
Úterý	Poběžovice, Holice	35,5
Středa	Veliny, Holice	35,7
Čtvrtek	Lípa n. Orlicí, Horní Jelení	32,5
Pátek	Petrovice, Křivice, Rašovice, Albrechtice n. Orlicí, Štěpánovsko	32,6
Celkem		188,0

Svozový plán MAN 15		ujetá vzdálenost [km]
Pondělí	separovaný odpad	
Úterý	Týniště n. Orlicí, Borohrádek +(Šachov)	17
Středa	Týniště n. Orlicí	11,2
Čtvrtek	Vysoké Chvojno, Čermná n. Orlicí, Žďár n. Orlicí +(Chotiv)	38,5
Pátek	separovaný odpad	
Celkem		66,7

SEZONA BIOODPADU, LICHÝ TÝDEN

Svozový plán MAN 21		ujetá vzdálenost [km]
Pondělí	Bolehošť, Holice	51,7
Úterý	Poběžovice, Holice	35,5
Středa	Veliny, Holice	35,7
Čtvrtek	Horní Jelení (bioodpad)	28,8
Pátek	Petrovice, Křivice, Rašovice, Albrechtice n. Orlicí, Týniště n. Orlicí	29,5
Celkem		181,2

Svozový plán MAN 15		ujetá vzdálenost [km]
Pondělí	separovaný odpad	
Úterý	Štěpánovsko, Borohrádek	21,1
Středa	Týniště nad Orlicí	11,2
Čtvrtek	Lípa nad Orlicí, Žďár nad Orlicí, Čermá nad Orlicí	34,0
Pátek	separovaný odpad	
Celkem		66,3

SEZOA BIOODPADU, SUDÝ TÝDEN

Svozový plán MAN 21		ujetá vzdálenost [km]
Pondělí	Bolehošť, Holice	51,7
Úterý	Poběžovice, Holice	35,5
Středa	Veliny, Holice	35,7
Čtvrtek	Lípa n. Orlicí, Horní Jelení	32,5
Pátek	Petrovice, Křivice, Rašovice, Albrechtice n. Orlicí, Štěpánovsko	32,6
Celkem		188,0

Svozový plán MAN 15		ujetá vzdálenost [km]
Pondělí	separovaný odpad	
Úterý	Týniště n. Orlicí, Borohrádek +(Šachov)	17
Středa	Týniště n. Orlicí	11,2
Čtvrtek	Vysoké Chvojno, Čermná n. Orlicí, Žďár n. Orlicí +(Chotiv)	38,5
Pátek	separovaný odpad	
Celkem		66,7