



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

Kseniia Vakhrusheva

Manipulace a svoz odpadu z území

Středočeského kraje do Prahy

Bakalářská práce

2017



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní
d ě k a n

Konviktská 20, 110 00 Praha 1

K617 Ústav logistiky a managementu dopravy

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Kseniia Vakhrusheva

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

B 3710 – MED – Management a ekonomika dopravy a telekomunikací

Název tématu (česky): **Manipulace a svoz odpadu z území Středočeského kraje do Prahy**

Název tématu (anglicky): Manipulation and Transportation of Waste from Central Bohemia Region to Prague

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

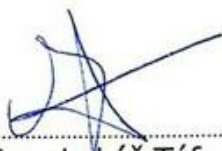
- Analýza produkovaného odpadu a způsoby třídění
- Analýza způsobů dopravy z překladišť do centrální skládky
- Způsoby dopravy mezi centrální skládkou a spalovnou
- Teoretická východiska návrhu optimalizace lokace překládacích stanic odpadu na území Středočeského kraje
- Popis metodiky řešení
- Analýza výsledků řešení, návrh dalšího postupu, doporučení

- Rozsah grafických prací: podle charakteru tématu bakalářské práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: VOLEK, J., LINDA, B. Teorie grafů - aplikace v dopravě a veřejné správě. Univerzita Pardubice, 2012
HLAVATÁ, M. Odpadové hospodářství. Vysoká škola báňská - TU Ostrava, 2004

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Josef Volek, CSc.**

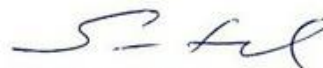
Datum zadání bakalářské práce: **30. června 2016**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **28. srpna 2017**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia



doc. Ing. Lukáš Týfa, Ph.D.
vedoucí

Ústavu logistiky a managementu dopravy



prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek, dr. h. c.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.



Kseniia Vakhrusheva
jméno a podpis studenta

V Praze dne30. června 2016

Poděkování

Ráda bych tímto poděkovala všem, kteří se podíleli na vzniku této práce. Obzvláště bych chtěla poděkovat vedoucímu své práce doc. Ing. Josefu Volkovi CSc. za cenné rady a odbornou pomoc. Za jazykovou korekturu češtiny děkuji svému kolegovi Vojtěchu Kašparovi.


A také bych chtěla poděkovat své rodině za podporu při studiu.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užívání tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 28.08.17

Podpis 

Kseniia Vakhrusheva

Název práce: Manipulace a svoz odpadu z území Středočeského kraje do Prahy
Autor: Vakhrusheva Kseniia
Obor: Management a ekonomika dopravy a telekomunikací
Druh práce: Bakalářská práce
Vedoucí práce: doc. Ing. Josef Volek, CSc.
Ústav logistiky a managementu dopravy (16117)
ČVUT v Praze Fakulta dopravní

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá návrhem systému svozu směsného komunálního odpadu produkovaného na území Středočeského kraje do hl. m. Praha s cílem jeho dalšího zpracování v zařízení na energetické využití odpadu Malešice. V první části práce je provedena analýza současného stavu v oblasti nakládání s odpadem. Dále jsou popsány různé způsoby přepravy odpadu podle přepravních prostředků a použitých přepravních jednotek. V práci je vysvětlena technologie systému svozu s překládacími stanicemi. A také je představen teoretický úvod do problému optimalizace umístění překládací na území kraje. Součástí práce je návrh systému svozu a kalkulace nákladů na přepravu.

Klíčová slova: odpadové hospodářství, ZEVO, systém svozu, překládací stanice, kalkulace nákladů.

Title: Manipulation and transportation of waste from central bohemia to Prague.

Author: Vakhrusheva Kseniia

Document type: Bachelor thesis

Thesis advisor: doc. Ing. Josef Volek, CSc.

Department of Logistics and Management of Transport - 16117
CTU in Prague Faculty of Transportation Sciences

Abstract

The bachelor thesis deals with making a proposal of a system of transportation municipal waste which was produced in the Central Bohemian region to Prague with the aim of its further utilize in Malesice incineration for energy recovery of waste. In the first part of this thesis there is an analysis of present condition in waste management. Several ways of transporting waste by used means of transport and the transport units are described below. The thesis explains the technology of the transport system with transfer stations. The theory to the problem of optimizing the location of transfer stations in the region is also introduced. The thesis contains proposal of the collection system and calculation of transportation cost.

Key words: waste management, incineration, collection system, transfer station, calculation of transportation cost.

Obsah

Seznam použitých zkratk	6
1. Úvod	7
2. Komunální odpad	10
3. Analýza současného stavu v oblasti nakládání s odpadem ve Středočeském kraji	12
3.1 Produkce SKO v jednotlivých obcích	14
3.2 Sklárky k ukládání SKO	15
4. Přeprava odpadu	19
4.1 Způsoby přepravy podle přepravní vzdálenosti	19
4.2 Způsoby přepravy podle dopravního prostředku	22
4.2.1 Vnitrozemská vodní doprava	22
4.2.2 Silniční doprava	23
4.2.3 Železniční doprava	24
4.2.4 Porovnání jednotlivých druhů dopravy	25
4.2.5 Kombinovaná doprava	26
4.3 Způsoby přepravy podle použité přepravní jednotky	26
4.4 Zahraniční zkušenosti v oblasti odpadové logistiky	30
4.4.1 Zweckverband Müllverwertung Schwandorf	30
5. Překládací stanice	32
5.1 Příklad překládacích stanic v ČR	33
6. Optimalizace lokace překládacích stanic	34
7. Návrh řešení systému svozu SKO	35
7.1 Přeprava odpadu z centrální stanice do ZEVO	35
7.2 Možnosti umístění překládacích stanic a přepravy SKO	36
7.2.1 Varianta 1.1	36
7.2.2 Varianta 1.2	39
7.2.3 Varianta 2.1	41
7.2.4 Varianta 2.2	42
7.3 Porovnání variant	43
8. Závěr	45
Reference	47
Seznám tabulek	50
Seznám obrázků	51

Seznam použitých zkratk

ZEVO – zařízení na energetické využití odpadu

POH ČR – plán odpadového hospodářství České republiky

SK – Středočeský kraj

KO – komunální odpad

SKO – směsný komunální odpad

TKO – tuhý komunální odpad

MVO – materiálově využitelný odpad

BRKO – biologicky rozložitelný komunální odpad

VISOH – veřejný informační systém odpadového hospodářství

ORP – obec s rozšířenou působností

MBÚ – mechanicko-biologická úprava

ACTS – Abroll Container Transport System

Transportní systém odvolávacích kontejnerů

ISO – International Organization for Standardization

Mezinárodní organizace pro normalizaci

ZMS – Zweckverband Müllverwertung Schwandorf

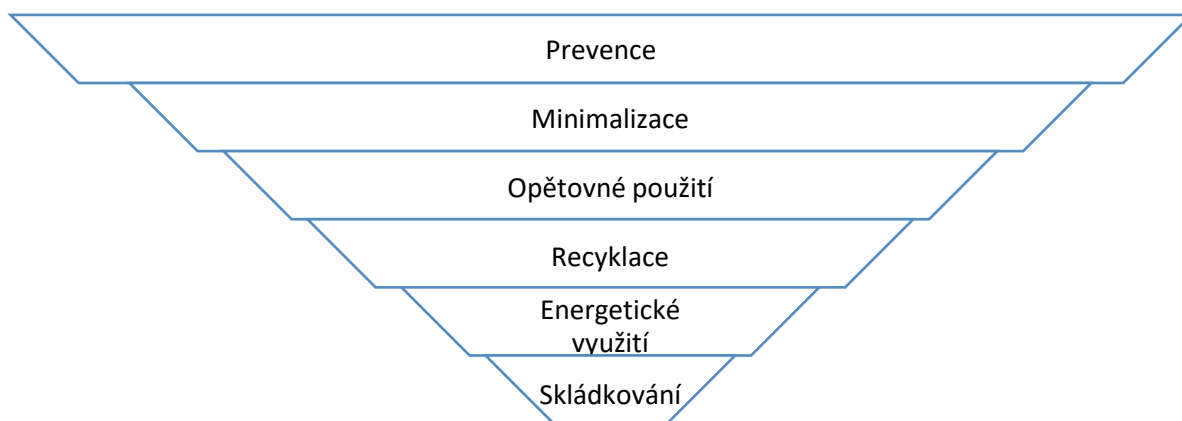
Svaz pro nakládání s odpadem v Schwandorfu

1. Úvod

Celosvětový technologický pokrok vedl k tomu, že existence člověka se stala ekologicky nebezpečnou. Jedním z důvodů je vznik a skladování velkého objemu průmyslového a komunálního odpadu. Negativní vliv odpadů na zdraví a život člověka je zřejmý. Práce orgánů ochrany životního prostředí a politika státu, která zahrnuje legislativní, finanční a organizační opatření jsou nesrovnatelné s rychlostí ničení přírody a vyčerpáváním přírodních zdrojů. V současné době oblast nakládání s odpadem ve většině přináší malý zisk, a proto soukromé podniky nemají o tuto činnost tak velký zájem. Ekologický faktor je jednou z hlavních součástí konceptu kvality života a je důležitým kritériem pro rozvoj území.

Řešením krizové ekologické situace je vyvinutí efektivní strategie nakládání s odpadem na nadnárodní, národní, regionální a místní úrovni.

17. 6. 2008 Evropský parlament přijal novelu Rámcové směrnice o odpadech č. 98/2008, což se stalo jedním z kroků na cestě ke zlepšování životního prostředí. Zavádí se nová pětistupňová hierarchie nakládání s odpady, která je znázorněna na Obrázku 1:



Obr. 1. Hierarchie nakládání s odpady [1]

Tato hierarchie způsobů nakládání s odpady stanoví pořadí priorit při zavedení právních předpisů a politiky v oblasti předcházení vzniku odpadů a nakládání s nimi. Je uvedena ve tvaru od nejpřijatelnějšího k nejméně přijatelnému. Podle této hierarchie je nejlepším způsobem, jak nakládat s odpadem, předcházení jeho vzniku nebo alespoň minimalizování jeho vzniku. Omezit množství odpadu se dá několika způsoby:

- prodloužením životnosti výrobků,
- podporou nízkoodpadových technologií,
- použitím materiálů a výrobků šetrných k životnímu prostředí a zdraví lidí,
- minimalizováním hmotnosti a velikosti výrobků.

Další stupeň v hierarchii je opětovné použití výrobku nebo jeho části pro účely, které byly původně určeny, a to například podporou vratných opakovaně použitelných obalů.

Následuje recyklace odpadů, třídění podle druhu odpadu a využití na suroviny, výrobky, pro původní nebo jakékoliv jiné účely. Výjimkou je zpracování na materiály, které mají být použity jako palivo nebo zásypový materiál.

Poté následují další způsoby využití odpadu, jako například energetické využití. Pod tím rozumíme zpracování odpadu v zařízeních pro spalování s cílem výroby energie.

Posledním a také nejhorším způsobem nakládání s odpadem je jeho odstranění, a to ukládání na povrch nebo pod úroveň povrchu země (například skládkování). To vede k velkému záběru půdy, znečištění vzduchu skleníkovým plynem metanem a také nevyužití surovin. [1]

Při vytvoření POH ČR i české legislativy v oblasti odpadového hospodářství je potřeba dodržovat tuto hierarchii způsobů nakládání s odpadem.

Pro splnění evropských směrnic v POH ČR byly stanovené cíle:

Do roku 2020 zvýšit nejméně na 50 % hmotnosti celkovou úroveň přípravy k opětovnému použití a recyklaci alespoň u odpadů z materiálů jako je papír, plast, kov, sklo, pocházejících z domácností, a případně odpady jiného původu, pokud jsou tyto toky odpadů podobné odpadům z domácností.

Směsný komunální odpad (po vytřídění materiálově využitelných složek, nebezpečných složek a biologicky rozložitelných odpadů) zejména energeticky využívat v zařízeních k tomu určených v souladu s platnou legislativou.

Byla stanovena další opatření:

- vhodnou formou legislativně stanovit od roku 2020 zákaz skládkování neupraveného směsného komunálního odpadu;
- podporovat budování odpovídající efektivní infrastruktury nutné k zajištění a zvýšení energetického využití odpadů (zejména směsného komunálního odpadu). [2]

Pro dosažení těchto cílů je potřeba vytvořit síť zařízení pro nakládání s odpadem, která by odpovídala všem požadavkům z pohledu bezpečností pro životní prostředí a zdraví lidí, byla efektivní fungující, používala moderní technologie. Je rozumnější investovat do zařízení na mechanicko-biologické úpravy, do zlepšení technologií třídění odpadu a následného zpracování materiálu na suroviny a provádět modernizace a rozšíření stávajících zařízení pro energetické využití odpadu.

Na území Středočeského kraje se produkuje obrovské množství smíšeného komunálního odpadu. Většina tohoto odpadu se ukládá na skládky kraje. Vzhledem k zavedení hierarchie nakládání se SKO by měly být všechny skládky na daném území zavřeny.

V současné době se na území Středočeského kraje nenachází žádné zařízení pro energetické využívání odpadů (dále jen ZEVO).

Nejbližší spalovna je v hl. m. Praze. Od roku 1998 spalovna Malešice je v provozu, jejíž kapacita činí cca 360 000 tun ročně. [3] Momentálně se provádějí práce pro modernizaci spalovny a navýšení její kapacity.

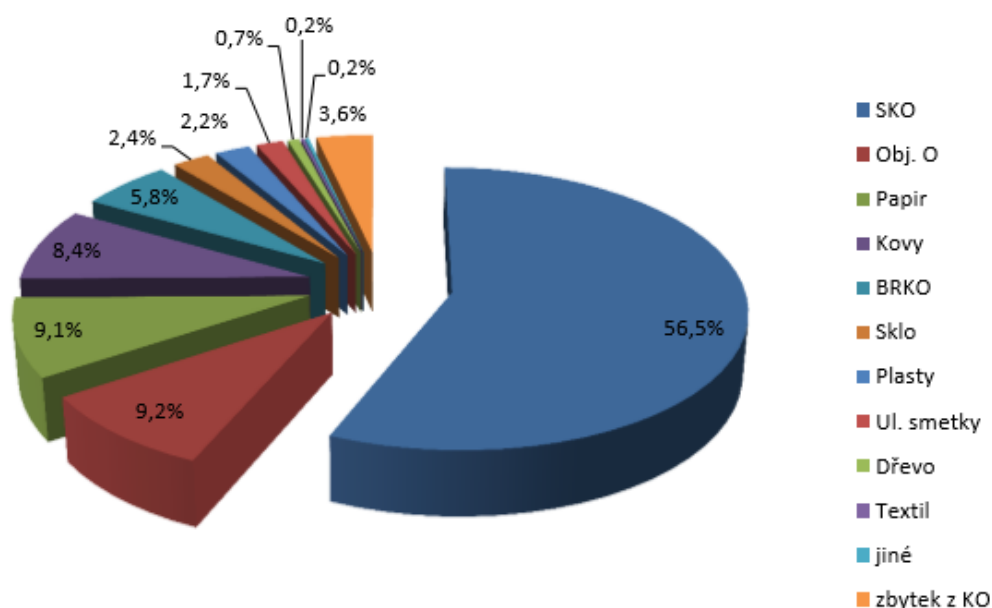
Tato bakalářská práce je zpracována s cílem navrhnout optimální systém svozu odpadu ze Středočeského kraje do ZEVO Malešice, kterou v současné době provozuje společnost Pražské služby. Kapacita spalovny není v současné době využita na 100 %, dále se bude kapacita z dlouhodobého hlediska zvyšovat. V této bakalářské práci je provedena analýza produkovaného odpadu ve Středočeském kraji, jeho složení a místa jeho vzniku. Hlavní otázkou při návrhu systému svozu bude výběr vhodných lokalit pro umístění překládacích stanic. Budou navržena kritéria, podle kterých bude navrženo řešení. Dále je v práci provedena analýza dopravní infrastruktury a možnosti využití železniční, silniční a lodní dopravy. V další části bakalářské práce jsou porovnávány různé systémy kontejnerové přepravy. Následuje návrh několika variant řešení systému svozu SKO, které jsou hodnoceny podle stanovených kritérií.

2. Komunální odpad

Pojem odpad je ze zákona definován jako každá movitá věc, které se osoba zbavuje, má úmysl nebo povinnost se jí zbavit.

Komunálním odpadem je chápán veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti fyzických osob a který je uveden jako komunální odpad v Katalogu odpadů, s výjimkou odpadů vznikajících u právnických osob nebo fyzických osob oprávněných k podnikání. [4]

Na dalším Obrázku 2 je znázorněno složení KO.

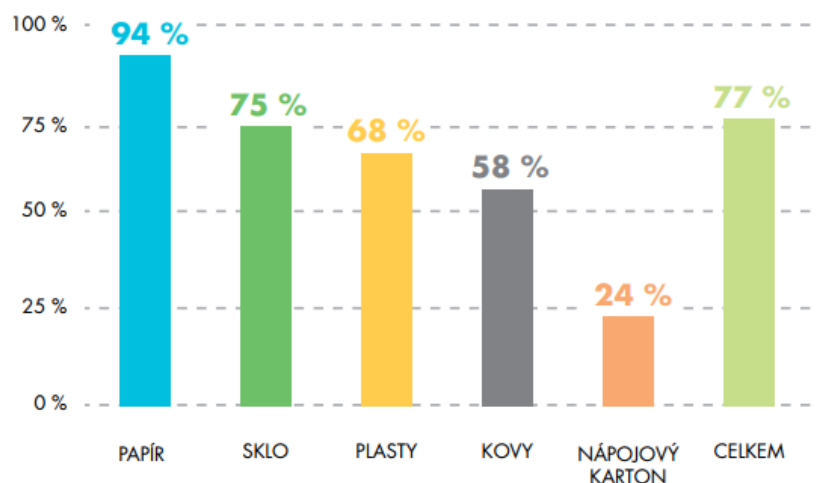


Obr. 2 Procentuální složení komunálního odpadu [2]

KO je tvořen z neseparovatelné a nevyužitelné části (směsného komunálního odpadu) a oddělitelných složek, které jsou materiálově využitelné (MVO) a biologické rozložitelné (BRKO).

V ČR se separovaným sběrem odpadu zabývá společnost EKO-KOM a.s., která již 20 let provozuje systém třídění a recyklace odpadu. Do systému je zapojeno 6 114 obcí a již 99 % obyvatel má možnost třídít odpad. Sběrná síť je velmi hustá. S každým rokem se zvyšuje počet barevných kontejnerů na tříděný sběr využitelných složek odpadu (papíru, plastů, skla, nápojových kartonů a kovů). Tím se zkracuje průměrná docházková vzdálenost pro obyvatele nesoucího odpad z domácnosti (v současné době činí průměr 96 metrů). Tento systém je doplněn pytlovým sběrem, sběrnými dvory, sběrnými středisky a výkupnami (kovový odpad, šrot, barevné kovy, ojeté automobily, elektromotory, bílá technika apod.). [5]

V roce 2016 společnost dosáhla velice dobrých výsledků (viz. Obrázek 3).



Obr.3 Procentuální podíl vyříděných komodit v roce 2016 [5]

Celkově bylo v roce 2016 recyklováno 77 % všech obalů uvedených na tuzemský trh klienty zapojenými v systému EKO-KOM. [5]

Další složkou komunálního odpadu je neseparovatelný SKO. Analýza složení SKO ukazuje, že se jedná o cennou energetickou surovinu, která se v současné době v převažující míře odváží na skládky. Studie ukazují, že jedna tuna energeticky využitého SKO dokáže nahradit 650 kg hnědého uhlí. SKO, který byl uložen na skládky v roce 2013, tak mohl nahradit 1,4 mil. tun hnědého uhlí. To přibližně odpovídá roční spotřebě hnědého uhlí v domácnostech v celé ČR. [6]

3. Analýza současného stavu v oblasti nakládání s odpadem ve Středočeském kraji

Každý rok se v ČR provádí evidence odpadu. Data o způsobech nakládání a produkce odpadu ve Středočeském kraji jsou dostupná pro veřejnost a uvedena v databázi Veřejného informačního systému odpadového hospodářství (VISOH), který od roku 2007 spravuje CENIA.

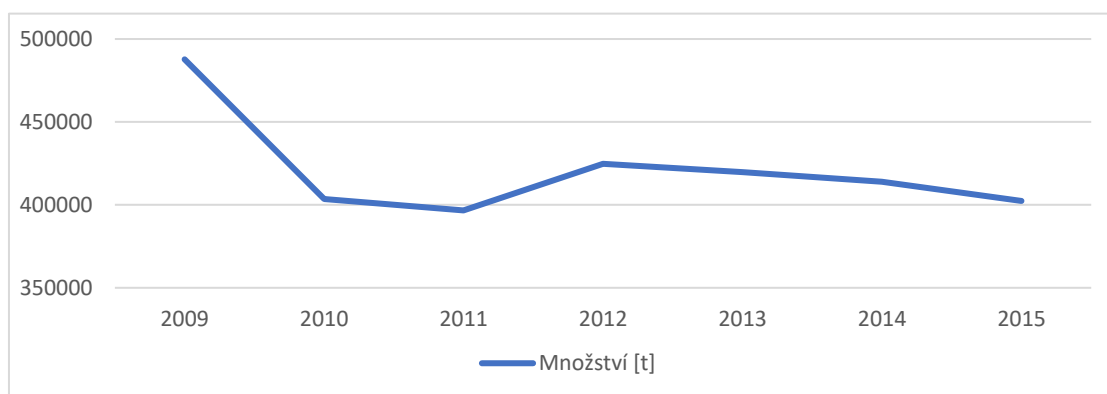
V této bakalářské práci je největší pozornost věnována analýze produkovaného SKO a způsobům nakládání s tímto odpadem ve Středočeském kraji.

Celková produkce smíšeného komunálního odpadu ve Středočeském kraji je uvedena v Tabulce 1. v období 2009-2015.

Tab. 1 Produkce SKO ve Středočeském kraji [7]

Rok	Množství [t]
2009	487 752
2010	403 566
2011	396 657
2012	424 775
2013	419 752
2014	413 865
2015	402 383

Průměrně množství produkovaného odpadu za sledované období se pohybuje kolem 420 000 tun ročně. Lepší znázornění tendence produkce SKO ve Středočeském kraji je zobrazen na Obrázku 4.



Obr. 4 Vývoj množství produkovaného odpadu ve SK

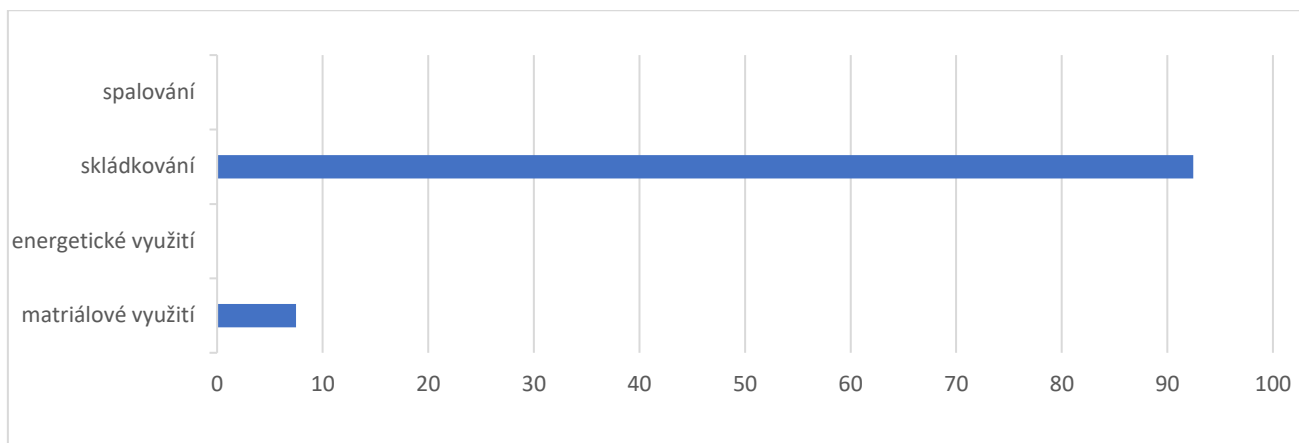
Z Tabulky 1 a grafu na Obrázku 4 je patrné, že množství produkovaného odpadu na území Středočeského kraje od roku 2012 mírně klesá. V roce 2011 byl dosažen nejlepší výsledek za sledované období. To může být spojeno s reálným úspěchem v hospodaření s odpadem (menší množství produkovaného odpadu, aktivní přístup obyvatel k třídění domácího odpadu) nebo s tím, že ne všechny odpady byly evidovány organizací CENIA.

V Tabulce 2 je uvedeno rozdělení množství směšného odpadu podle způsobu nakládání s tímto odpadem. V současné době se používají tři hlavní způsoby nakládání se SKO. Jde o materiálové a energetické využití, odstranění skládkováním a spalováním. V následující Tabulce 2 je uvedeno nakládání se SKO v období 2009–2015.

Tab. 2 Množství směšného komunálního odpadu podle způsobu nakládání [7]

Rok	Množství [t]			
	Materiálové využití	Energetické využití	Skládkování	Spalování
2009	107	0,7	564 742	3,7
2010	4 832	16,9	523 759	14,9
2011	8 328	88,7	501 359	2,9
2012	19 640	2,2	471 421	23,7
2013	18 068	0,4	450 797	12,4
2014	34 115	1 487,6	429 684	12,0
2015	34 207	211,7	422 487	7,3

Množství odpadu skládkovaného na území Středočeského kraje v roce 2015 je o 20 104 tun větší, než bylo v kraji obyvateli vyprodukováno, z čeho plyne, že se do kraje dováží odpad ze sousedních krajů a též z Prahy.



Obr. 5 Procentuální podíl způsobu nakládání s odpadem v roce 2015

Podle statistik bylo v roce 2015 92,5 % SKO uloženo na skládky, 7,5 % bylo materiálově využito. Podíl energeticky upraveného a spalovaného odpadu je zanedbatelný.

Ve stejném roce bylo produkováno 712 844 tun komunálního odpadu na území Středočeského kraje, 56 % z toho tvoří SKO. [7]

3.1 Produkce SKO v jednotlivých obcích

Na území Středočeského kraje se nachází 26 obcí s rozšířenou působností (dále ORP). Celkový počet obyvatel regionu činí 1 326 876 obyvatel.

V Tabulce 3 jsou uvedeny ORP náležející do Středočeského kraje a celková produkce směsného komunálního odpadu produkovaného v ORP za rok 2015.

Tab. 3 Množství produkovaného odpadu v ORP SK [7]

Území	Množství [t]	Kg/obyv.
Benešov	19 805	371
Beroun	16 539	305
Brandýs nad Labem-Stará Boleslav	31 872	371
Čáslav	7 415	321
Černošice	40 497	340
Český Brod	6 713	432
Dobříš	5 701	276
Hořovice	10 908	481
Kladno	31 263	271
Kolín	27 050	360
Kralupy nad Vltavou	8 313	274

Kutná Hora	17 523	385
Lysá nad Labem	6 904	295
Mělník	13 411	316
Mladá Boleslav	32 840	322
Mnichovo Hradiště	4 739	346
Neratovice	10 030	409
Nymburk	14 294	444
Poděbrady	10 412	355
Příbram	20 463	703
Rakovník	15 987	310
Říčany	21 483	457
Sedlčany	6 625	305
Slaný	10 291	268
Vlašim	7 123	314
Votice	4 182	363

Průměrná hmotnost produkovaného SKO na obyvatele je 361 kg. Největším producentem SKO je ORP Příbram (703 kg na obyvatele), který vytváří dvakrát více odpadu na jednoho obyvatele, než je průměr v kraji. Nejlepších výsledků dosáhli obyvatelé ORP Slaný s 268 kg SKO na obyvatele. Tyto rozdíly ve množství produkovaného SKO v obcích můžou být spojeny s:

- efektivitou systému nakládání se SKO v obcích,
- množstvím investic vložených obcemi do oblasti odpadového hospodářství,
- informovaností občanů a jejich osobním zájmem v třídění odpadů (množství vyříděného odpadu ovlivňuje cenu na svoz SKO),
- vytvořenými podmínkami pro třídění (umístění kontejnerů na separované komodity v docházkové vzdálenosti, hustota sítě zařízení pro nakládání se SKO),
- podílem BRKO ve SKO (umístěním kompostáren v obcích).

3.2 Skládky k ukládání SKO

Na území Středočeského kraje se nachází 22 skládek určených k uložení odpadu. Pro ostatní komunální odpad (Skupina 20 03 00 podle Katalogu odpadu) je určeno 21 skládek. Tři z těchto skládek jsou využívány pro ukládání nebezpečných odpadů. Jedna skládka se používá pro skladování inertních odpadů. Celková kapacita skládek se pohybuje kolem 20 mil. tun.

Názvy skládek, komunální firmy, které skládky provozují, obce, ve kterých se skládky nacházejí a jejich kapacity jsou uvedeny v Tabulce 4.

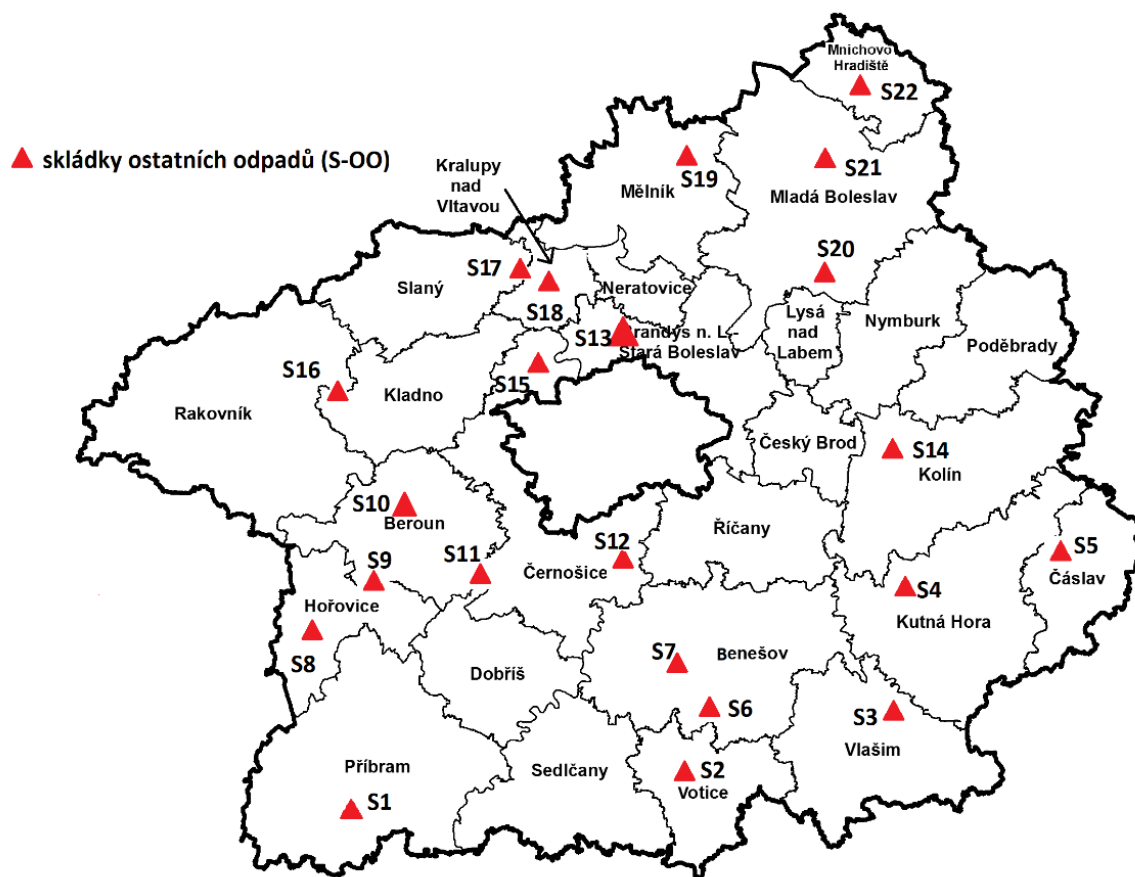
Tab. 4 Skládky SK [7]

Číslo v mapě	ID	Název	Provozovatel	Obec	Druh skládky	Kapacita [t]
S1	CZS00068	Skládka odpadů Chrást u Březnice	RUMPOLD-P s.r.o.	Březnice	S-OO	1 415 000
S2	CZS00709	Skládka TKO Votice	COMPAG VOTICE s.r.o.	Votice	S-OO	347 800
S3	CZS01168	Skládka odpadů Trhový Štěpánov	EKOSO ekologické sdružení obcí	Trhový Štěpánov	S-OO	845 200
S4	CZS00806	Skládka TKO Uhlířské Janovice – Bláto	A.S.A. s.r.o.	Uhlířské Janovice	S-OO	81 500
S5	CZS00799	Řízená skládka Čáslav	AVE CZ s.r.o.	Čáslav	S-OO + S-NO	731 000
S6	CZS00654	Skládka Bystřice – Plchovky	Technické služby Benešov, s.r.o.	Bystřice u Benešova	S-OO	76 500
S7	CZS00131	Skládka odpadů Příbyšice	Technické služby Benešov, s.r.o.	Neveklov	S-OO	574 000
S8	CZS00748	Skládka odpadů a kompostárna Hořovice-Hrádek	AVE CZ s.r.o.	Hořovice	S-OO	300 000
S9	CZS00805	Skládka tuhého odpadu Stašov	ZDIBE, spol. s r.o.	Stašov	S-OO	490 000
S10	CZS01077	Skládka odpadů Halda – Jarov	KD Waste s.r.o.	Beroun	S-IO	144 000
S11		Skládka TKO EKOS Řevnice	EKOS Řevnice, spol. s r.o.	Řevnice	S-OO	324 800
S12	CZS00810	Skládka odpadů Jílové – Radlík	AVE s.r.o.	Jílové u Prahy	S-OO	360 000
S13	CZA00417	Skládka odpadů Ďáblice	A.S.A. s.r.o.	Praha	S-OO	3 137 187
S14	CZS00752	Skládka odpadů Radim	Obec Radim	Radim	S-OO	1 656 000

S15	CZS01102	Skládka REGIOS v Úholičky	REGIOS a.s.	Úholičky	S-OO	2 827 000
S16	CZS00708	Řízená skládka tuhých odpadů – lom Babín II	EKOLOGIE s.r.o.	Rynholec	S-OO	2 000 000
S17	CZS00817	Regionální skládka Uhy – skládka TKO	Skládka Uhy, spol. s.r.o.	Uhy	S-OO	1 179 000
S18	CZS00755	Skládka odpadů Strachov II	KAUČUK, a.s.	Veltrusy	S-OO + S-NO	157 900
S19	CZS00852	Řízená skládka Mšeno	AVE CZ s.r.o.	Mšeno	S-OO	195 000
S20	CZS00819	Řízená skládka Benátky nad Jizerou	AVE CZ s.r.o.	Benátky nad Jizerou	S-OO + S-NO	1 301 000
S21	CZS00751	Skládka odpadů Michalovice	COMPAG MLADÁ BOLESLAV s.r.o.	Mladá Boleslav	S-OO	1 600 000
S22	CZS01533	Skládka Klášter Hradiště nad Jizerou	SKLÁDKA KLÁŠTER s.r.o.	Klášter Hradiště nad Jizerou	S-OO	120 000

Většina skládek se nachází v oblastech mimo místa, kde se produkuje největší množství směsného komunálního odpadu. Například z ORP Kladno a ORP Rakovník odpad se odváží do skládky, jejíž vzdálenost přesahuje 20 km od nejméně osídlených míst obcí.

Na území Středočeského kraje se nachází překládací stanice v Sedlčanech, vedle skládek odpadů Ďáblice a Jílové-Radlín. Některé skládky a stanice jsou vybaveny potřebnou technikou a zařízeními pro nakládání se SKO. Polohy skládek jsou znázorněny na Obrázku 6.



Obr. 6 Zařízení pro odstraňování ostatních odpadů ve Středočeském kraji [8]

4 Přeprava odpadu

Přeprava je část logistického řetězce nakládání s odpadem. Přeprava odpadu probíhá obvykle z místa vzniku do místa soustředování a pak na místo odstranění.

Při přepravě odpadu musíme rozlišovat, o jaký druh odpadu se jedná. Vnitrostátní přeprava se řídí přepravními předpisy (vychází z Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1013/2006 o přepravě odpadů, Směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2008/68/ES o pozemní přepravě nebezpečných věcí), které se liší pro různé kategorie odpadů. Přepravovaný odpad musí být vybaven doklady podle přepravních předpisů (Zákon č.185/2001 Sb. § 24 o povinnostech při přepravě odpadů). Přepravu kontroluje celní úřad. [9]

Přepravu SKO lze rozdělit podle několika hledisek:

- přepravní vzdálenosti,
- použitého dopravního prostředku,
- druhu použité přepravní jednotky.

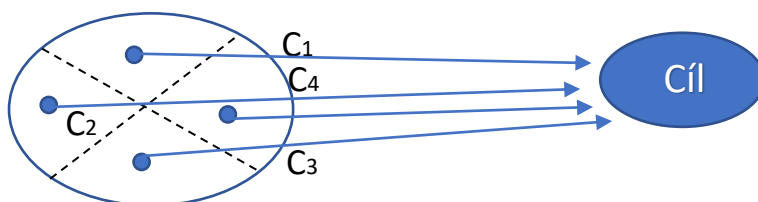
4.1 Způsoby přepravy podle přepravní vzdálenosti

Při hospodaření s odpadem se zavádí jednofázová, dvoufázová a vícefázová přeprava odpadu z místa vzniku odpadu do místa jeho odstranění v závislosti na druhu odpadu a způsobech nakládání. Největší uplatnění v současné době v ČR má jednofázová přeprava a používá se zejména pro odvoz směsného odpadu na skládky. Jednofázová přeprava je realizována jedním svozovým automobilem po celou dobu přepravy. Schéma jednofázové přepravy je uvedeno na Obrázku 7. V případě odvozu separovaného odpadu se nejčastěji jedná o dvoufázovou nebo vícefázovou přepravu, kdy se vytříděné komodity odvázejí na místa dalšího zpracování (např. dotřídňovací linky, překládací stanice) a následně do oblasti jejich použití nebo odstraňování (schéma je na Obrázku 8).

Podle zkušeností zahraničních firem (s logistickými systémy v oblasti odpadu těchto firem se seznámíme v kapitole 4.4.1), je víceetapová přeprava efektivnější. V první fázi se odpad sbírá speciálním svozovým automobilem nebo jiným alternativním způsobem (například potrubní dopravou), který ho odváží do překládacích stanic. Ve druhé fázi se používají velkoobjemové přepravní jednotky, které jsou dále přepravovány vhodnými dopravními prostředky do míst dalšího zpracování (ZEVO, MBÚ) nebo odstranění (skládky) odpadu.

Hlavní výhody vícefázového způsobu přepravy spočívají ve:

- snížení zatížení sítě dopravních komunikací,
- souvisejících ekologických efektech,
- optimálním využití svozových automobilů,
- zvýšení jejich výkonností,
- snížení přepravních nákladů. [10]

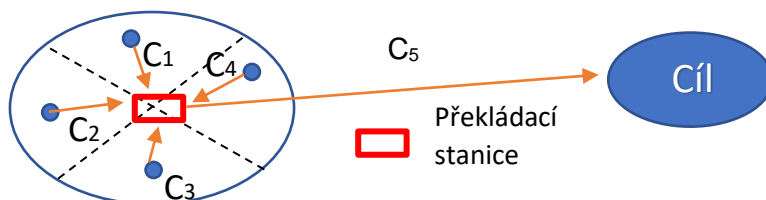


Obr. 7 Schéma přepravy odpadu do cíle bez překládací stanice

$$T_{cA} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4$$

T_{cA} jsou celkové náklady na přepravu odpadů z míst sběru 1–4 do cílového bodu.

C_1, C_2, C_3, C_4 – náklady na přepravu v jednotlivých jízdách z míst sběru 1–4 do cíle.



Obr. 8 Schéma přepravy odpadu do cíle pomocí překládací stanice

$$T_{cB} = (C_1 + C_2 + C_3 + C_4) + R_c + C_5$$

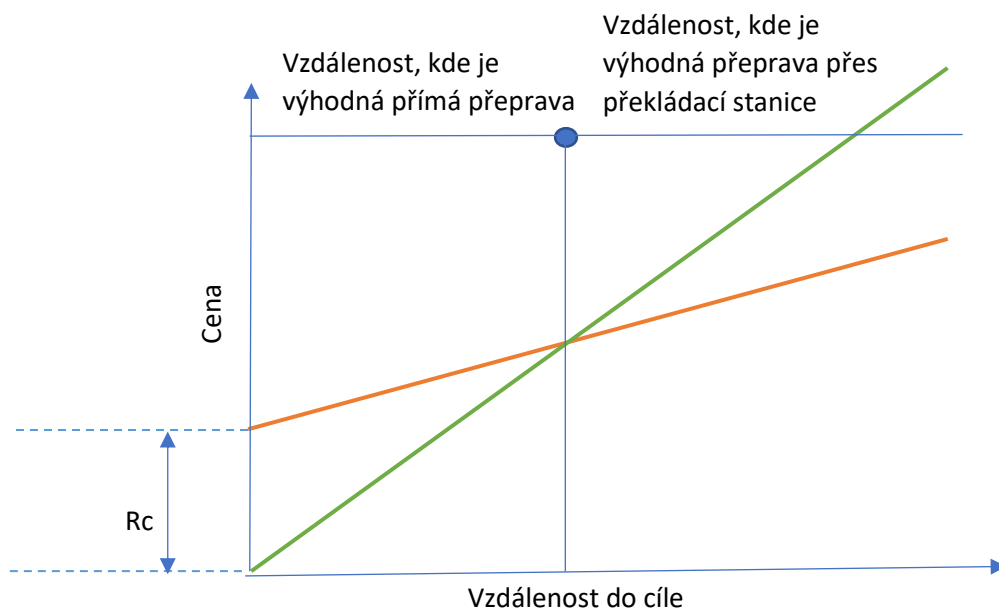
T_{cB} jsou celkové náklady na přepravu odpadů z míst sběru 1-4 do cílového bodu přes překládací stanice.

C_1, C_2, C_3, C_4 – náklady na přepravu v jednotlivých jízdách z míst sběru 1-4 do překládací stanice.

R_c – náklady zahrnující operaci v překládací stanici (náklady na výstavbu, provoz a údržbu).

C_5 – náklady na přepravu odpadu z překládací stanice do cíle.

Překládací stanice je potřebné zavést, pokud jsou celkové náklady na přepravu odpadů s překládacími stanicemi (T_{cB}) nižší než celkové náklady bez nich (T_{cA}): ($T_{cA} > T_{cB}$). Závislost celkových nákladů na vzdálenosti mezi zdrojem a cílem je znázorněna na Obrázku 9. Graf na Obrázku 9 slouží pro vyhledání optimální vzdálenosti pro umístění překládacích stanic.



Obr. 9 Závislost celkových nákladů na vzdálenosti zdroje a cíle SKO [11]

Zkušenosti rozvinutých zemí v oblasti nakládání s odpadem může být velice užitečná při plánování návrhu systému sběru a svozu tuzemského odpadu.

Ministerstvo životního prostředí v Japonsku používá moderní a efektivní technologii nakládání s odpadem. Pro zvýšení efektivity sběru a přepravy odpadu využívají překládací stanice. Tento způsob snižuje spotřebu paliva dopravních prostředků na jednotku převezeného odpadu. Vede to nejen ke snížení nákladů, ale také ke snížení emisí CO_2 a přispívá k prevenci globálního oteplování. Podle kalkulace nákladů japonských firem, se zavedení překládacích stanic vyplatí, pokud průměrná dojezdová vzdálenost z obsluhovaného území do cílové stanice přesahuje 18 km. [11]

Podle zkušenosti amerických firem, které se zabývají ochranou životního prostředí, hrají překládací stanice důležitou roli v systému managementu s odpadem. Tyto technologie jsou v USA používány již delší dobu a zařízení jsou vybudována v každém státě. Americká organizace EPA (Environmental Protection Agency) provedla porovnání cen na nakládání s odpadem pomocí překládacích stanic a bez nich. Ve výsledku je zavedení překládací stanice rentabilní pro průměrnou vzdálenost cíle větší než 28,5 km. [12]

Uvedené rozdíly hodnot pro Japonsko a USA mohou souviset například:

- s množstvím produkovaného odpadu v zemích,
- s hustotou zalidnění,
- s kapacitou použitých svozových aut,
- s dalšími technickými zařízeními a metodami pro nakládání se SKO.

4.2 Způsoby přepravy podle dopravního prostředku

Tato kapitola je věnována analýze současného stavu jednotlivých druhů dopravy a jejich porovnání.

Ve Středočeském kraji je dopravní síť použitelná pro dopravu SKO tvořena silnicemi, železnicemi a vodními cestami. Tato síť je nejpřetíženější v ČR. Středočeský kraj obklopuje hl. m. Prahu, což má ve výsledku vliv na charakteristiku dopravního systému.

4.2.1 Vnitrozemská vodní doprava

Vodní cesty ve Středočeském kraji se skládají ze dvou řek, z Labe a Vltavy. Dolní Vltava na úseku Mělník-Praha je k dispozici pro velké nákladní lodě. Dolní Labe od obce České Kopisty po Mělník o délce cca 42 km je nejvýznamnější vodní cestou a je využívána pro nákladní dopravu.

Vodní cesty včetně přístavů jsou znázorněny na Obrázcích 10, 11, 12. [13]



Obr. 10 Vodní cesta dolního Labe [13]



Obr.11 Vodní cesta dolní Vltavy [13]



Obr. 12 Vodní cesta středního Labe [13]

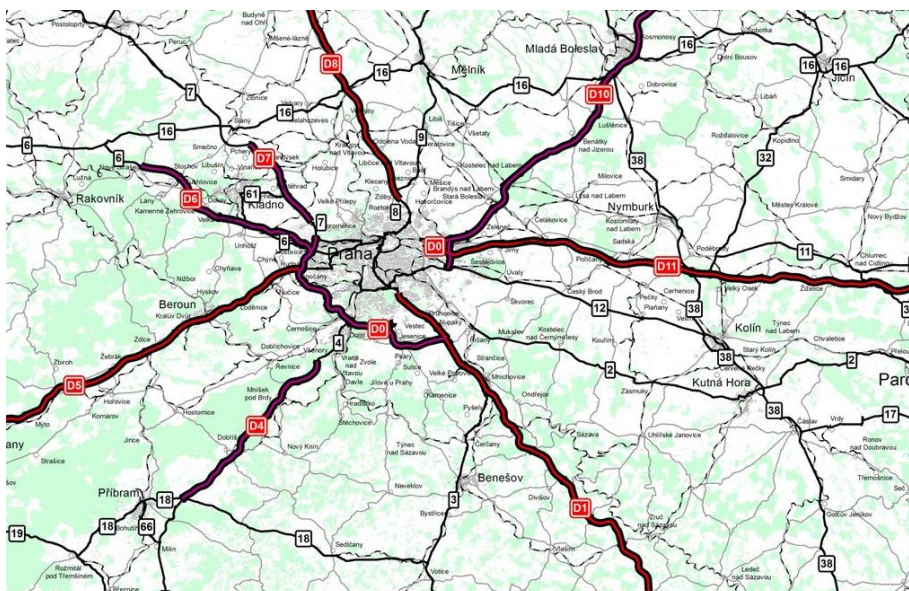
4.2.2 Silniční doprava

Silniční doprava představuje ve Středočeském kraji nejhustší síť silnic a dálnic v ČR. V daném území se nachází 9 dálnic:

- D0 – Pražský okruh, vznikl pro spojení všech dálnic, které začínají v Praze. Odlehčuje zatížení sítě městských komunikací v Praze. Při plánování systému svozu odpadu bude využita ve většině tras.
- D1 – nejvytíženější dálnice v zemi. Bude využita pro vedení tras z Benešova, Říčana, Vlašimi;
- D3 – spojuje Prahu a oblast jižních Čech. Při plánování využita spíše nebude;
- D4 – ve SK slouží ke spojení ORP Příbram a Prahy;
- D5 – prochází přes Beroun do Prahy;
- D6 – spojuje Rakovník s Prahou;
- D7 – v současnosti spojuje Prahu a Slaný;
- D8 – jde ze severu kraje do Prahy;
- D10 – komunikace z Prahy přes Mladou Boleslav;
- D11 – spojuje Poděbrady s Prahou.

Celková délka dálnic činí 346 km. [14]

Silniční síť Středočeského kraje je zobrazena na Obrázku 13.



Obr. 13 Mapa silnic a dálnic Středočeského kraje [14]

Většina dálničních komunikací je zpoplatněna za použití vozidel s povolenou hmotností více než 3,5 tuny. Sazby mýtného za ujetý 1 km jsou uvedeny v Tabulce 5. Sazby se liší podle počtu náprav a emisní třídy vozidla.

Tab. 5 Tarify mýtných sazeb [15]

Mýtné sazby pro vozidla [Kč/km]									
	emisní třída Euro 0-II			emisní třída Euro III-IV			emisní třída Euro V+		
	počet náprav								
	2	3	4+	2	3	4+	2	3	4+
D+R	3,34	5,67	8,24	2,61	4,45	6,44	1,67	2,85	4,12
silnice I. třídy	1,58	2,74	3,92	1,23	2,14	3,06	0,79	1,37	1,96

Při výběru motorového vozidla a přepravní jednotky je třeba vzít v úvahu některá legislativní omezení. Vyhláška č. 341/2014 Sb. o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích povoluje největší hmotnost silničních vozidel u jízdních souprav do 48 tun.

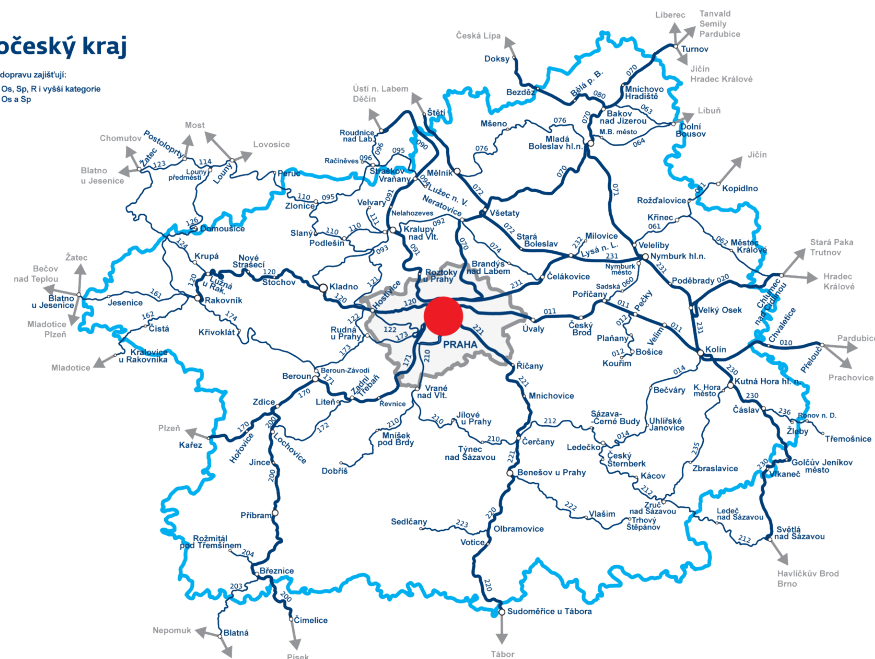
4.2.3 Železniční doprava

Železniční síť ve Středočeském kraji je nejhustější v celé České republice, její délka činí 1 410 km. [16]

Mapa železniční sítě Středočeského kraje je znázorněna na Obrázku 14.

Středočeský kraj

Na tratích osobní dopravu zajišťují:
— vlaky Os, Sp, R i vyšší kategorie
— vlaky Os a Sp



Obr. 14. Mapa železničních tratí ve Středočeském kraji [16]

Přes území prochází 1., 3. a 4. tranzitní železniční koridor. Všechny se protínají v hl. m. Praze.

1. železniční koridor vede ze severu kraje přes stanice Kralupy nad Vltavou do stanice Praha-Holešovice dále na východ přes železniční stanici Kolín.
3. železniční koridor vede ze západu přes Beroun do Prahy dále na východ přes stanici Kolín.
4. železniční koridor vede z uzlu Kralupy nad Vltavou do Prahy dále na jih přes vlakové stanice Benešov u Prahy a Votice.

4.2.4 Porovnání jednotlivých druhů dopravy

Výhody říční dopravy spočívají v nízkých nákladech na přepravu, je nejšetnější k životnímu prostředí, má nejmenší spotřebu energie. Hlavní nevýhodou tohoto druhu dopravy je nízká rychlost a malá hustota vodních cest v kraji.

Tento způsob přepravy je možné využít pouze částečně a pouze pro některé lokality.

Silniční doprava má řadu výhod. Díky velké hustotě komunikací je možnost plánování velkého počtu variant tras a hledání nejvýhodnější z nich. Poplatky za využití dopravních cest (dálnic, rychlostních silnic a silnic I. třídy) jsou mnohem nižší než cena za dopravu po železnici. Silniční doprava umožňuje přepravovat odpad z místa jeho vzniku do cíle. Na krátké vzdálenosti má nejvyšší přepravní dobu.

K nevýhodám silniční dopravy zahrnují velké externí náklady. Tento způsob přepravy produkuje ve srovnání se železniční nebo vodní dopravou velké množství emisí CO₂ (na enviromentální stránku se při plánování systému svozu odpadu klade velký důraz).

Výhodou použití železniční přepravy jsou nižší náklady na přepravu. Je mnohem šetrnější k životnímu prostředí a spotřebovává menší množství energie než silniční doprava. Železniční doprava je rychlejší než silniční při přepravě na delší vzdálenosti. Nevýhodou je omezení tras vedením tratí. Není možné uskutečnění přepravy „od dveří ke dveřím“.

4.2.5 Kombinovaná doprava

Pro využití výhod silniční a železniční dopravy může být použita jejich kombinace, kde je část přepravy provedena po silnici a část po železnici. Silniční doprava se obvykle používá pouze na začátku nebo na koncovém úseku trasy. Taková přeprava se obvykle uskutečňuje v uzavřených přepravních jednotkách, které jsou vhodné pro oba druhy dopravy a snadnou v manipulaci.

Česká společnost pro železniční nákladní přepravu ČD Cargo aktivně propaguje využití kombinované přepravy železnice-silnice. Vidí výhodu železnic v možnosti přeprav velkého objemu. Silnice je pak časově flexibilnější a dokáže obsloužit místa mimo dosah železniční sítě. Podíl dalších druhů doprav jako vodní, potrubní atd. je na tuzemském dopravním trhu zanedbatelný. [17]

14. července 2017 roku provedlo ČD Cargo pilotní přepravu komunálního odpadu ze Svitav do spalovny společnosti SAKO v Brně (stanice Brno-Slatina). Odpad byl přepraven pomocí tří železničních vozů řady Slps v devíti kontejnerech ACTS (podrobněji budou přepravní jednotky popsány v další kapitole). Kontejnery byly přeloženy ze železničních vozů na tahače návěsů a ve spalovně jednoduše vysypány. Společnost ČD Cargo je připravená na rozšíření sítí linek na svoz SKO. [18]

4.3 Způsoby přepravy podle použité přepravní jednotky

Existuje několik druhů přepravních jednotek, které jsou používány pro svoz odpadu:

- kontejnery;
- výměnné nástavby;
- silniční návěsy;
- podvojný (bimodální) návěs;
- silniční vozidla a jízdní soupravy (systém Ro-La). [19]

Kontejnery jsou vhodné pro jakýkoliv odpad (syký, kapalný atd.) a jsou snadné pro manipulaci. Proto se v této kapitole budu věnovat této přepravní jednotce.

Existuje několik systémů přeprav kontejnerů. Nejpoužívanější je systém kontejnerů ISO řady 1, ACTS (Abroll-Container-Transport-System), Innofreight a Cargo Beamer.

- Systém kontejnerů ISO řady 1.

Kontejner ISO 1 je standardizovaná a unifikovaná přepravní jednotka. Existují kontejnery různé velikosti a parametry výšky, šířky a délky. Vnější pohled na kontejner je na Obrázku 15. [20]



Obr. 15 Kontejner ISO řady 1 Univerzální [21]

- Systém kontejnerů ACTS.

Systém používá odvalovací kontejner ACTS s rámem ve tvaru písmena L a válečky pro překládku z vozidla na vagon. Proces překládky kontejneru je vyobrazen na Obrázku 16.

Společnost Advanced World Transport (AWT) je provozovatelem systému v ČR. Pro přepravu kontejnerů ACTS se používají železniční vozy řady Slps (modifikace českého vozu Sps) a upravené automobily Scania a Tatra. [22]



Obr. 16 Překládka kontejneru ACTS [22]

- Systém kontejnerů InnoFreight

Tento systém nabízí rakouská společnost InnoFreight Speditions GmbH. V ČR tento systém používá společnost CD Logistics, a. s. od roku 2005. [23] Nakládka kontejnerů je na Obrázku 17.



Obr. 17 Nakládka kontejnerů systému InnoFreight na vagony [23]

- Systém kontejnerů Cargo Beamer.

Systém byl poprvé použit v Německu. Překládka kontejnerů vyžaduje speciální překládací stanici. Největší uplatnění má tento systém ve firmách CargoBeamer AG a DB Schenker. [24]

Systémy kontejnerové přepravy se skládají ze samotného kontejneru, překládacích mechanismů pro překládku a manipulaci kontejnerů, některé systémy vyžadují překládiště (terminály), kde probíhá překládka z jednoho dopravního prostředku na druhý atd.

Překládka se rozděluje na dva druhy, a to podle směru manipulace s přepravní jednotkou na překládku:

- horizontální (pomocí přesunu nebo najetí);
- vertikální (pomocí zvednutí). [19]

V Tabulce 6 provedeno porovnání čtyř systémů kontejnerové přepravy podle několika kritérií: parametru kontejneru, způsobu přepravy po silnici a železnici, doby a podle způsobu překládky kontejneru z nákladního automobilu na vůz a podle možností stohování kontejnerů.

Tab. 6 Porovnání systému kontejnerové přepravy [20], [21], [22], [23], [24].

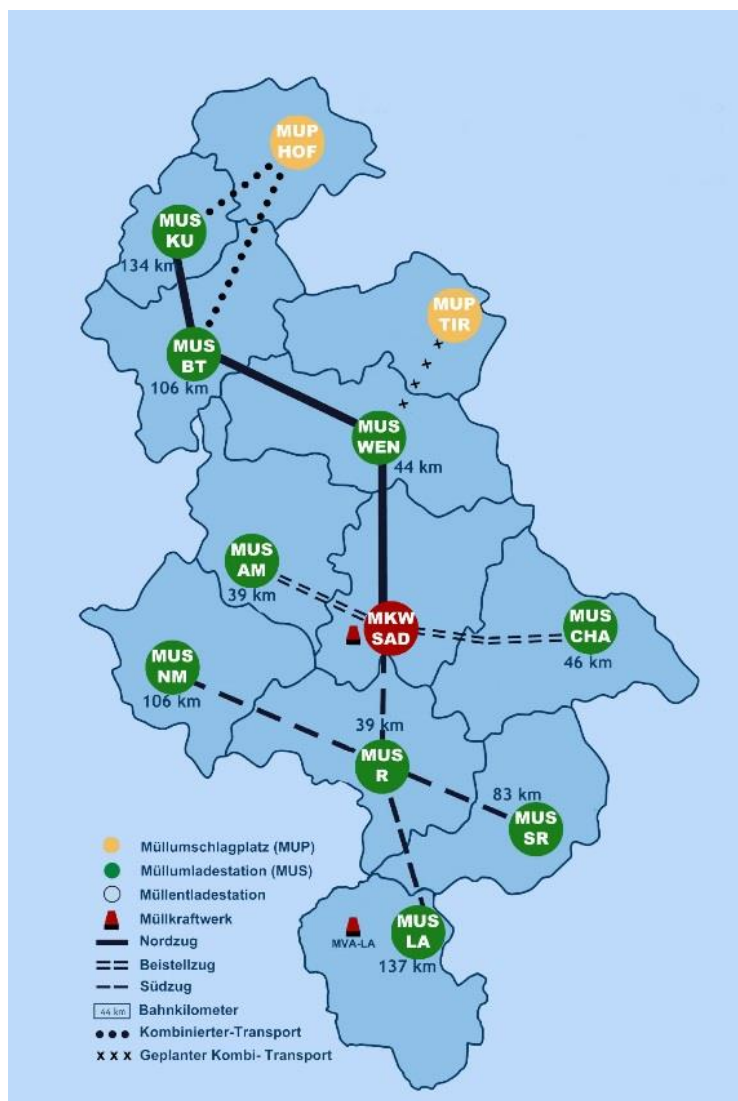
Název Kritérium	Systém kontejnerů ISO rady 1	Systém kontejnerů ACTS	Systém kontejnerů Innofreight	Systém kontejnerů Cargo Beamer
Parametry kontejnerů	Univerzální kontejner ISO 1 · vnitřní objem 34,2 m ³ · rozměry 5 898 x 2 426 x 2 393 mm · hmotnost 2340 kg · nosnost 28 t	ACTS (zavřený kontejner OVC-30) · vnitřní objem 30 m ³ · rozměry 5 700 x 2 300 x 2 250 mm · hmotnost 3 200 kg	WoodTainer XXL · vnitřní objem 45 m ³ · rozměry 6 100 x 2 900 x 2 900 mm · hmotnost 2 700 kg · nosnost 23 t	Univerzální kontejner ISO 1 · vnitřní objem 34,2 m ³ · rozměry 5 898 x 2 426 x 2 393 mm · hmotnost 2 340 kg · nosnost 28 t
Přeprava po silnici	na návěsové soupravě nebo motorové vozidlo s přívěsem	silničních nosičích vybavených hákovými nebo řetězovými manipulátory	na návěsové soupravě nebo motorové vozidlo s přívěsem	na návěsové soupravě nebo motorové vozidlo s přívěsem
Přeprava po železnici	na speciálně upravených plošinových vozech, které jsou vybaveny trny pro uchycení kontejneru	na upravených plošinových čtyřnápravových železničních vozech, které jsou opatřeny třemi otočnými rámy, umožňují současnou přepravu 3 kontejnerů	standartní plošinové vozy	speciální železniční vůz opatřený oddělitelnou a automaticky posuvnou ložnou částí;
Překládka	vertikální (nezbytné překladiště a odpovídající překládací technika – překladači jeřáb	horizontální (pomocí hákového nebo řetězového zařízení na silničních vozidlech a za pomoci	vertikální (pomocí překladačů s otočným systémem)	horizontální (pomocí posuvné ložné plochy, je nezbytné překladiště)

	nebo čelní překladač)	odvalovacího zařízení, které je součástí vybavení kontejneru, není potřeba speciálního překladiště a techniky, k překládce stačí jedna osoba)		
Doba překládky	více než 20 minut	cca 5 minut	více než 20 minut	do 15 minut
Stohování	Ano	Ano	Ano	Ano

4.4 Zahraniční zkušenosti v oblasti odpadové logistiky

4.4.1 Zweckverband Müllverwertung Schwandorf

Zweckverband Müllverwertung Schwandorf (ZMS) je německá firma, která od roku 1979 vytvořila sdružení německých měst pro společné nakládání s komunálním odpadem, firma vybudovala zařízení na spalování odpadu a přepravní systém. V současné době se do tohoto systému zapojila jedna pětina Bavorska. Systém dálkové přepravy odpadu je znázorněn na Obrázku 18.

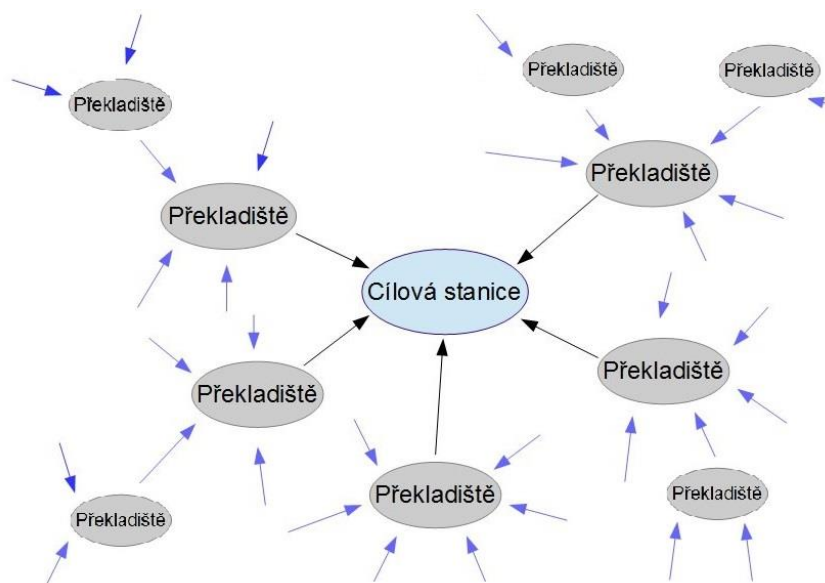


Obr. 18 Systém svozu ZMS [25]

S frekvencí dva vlaky denně jezdí mezi 9 překládacími stanicemi (na mapě jsou znázorněny zelenou barvou) a spalovnou (centrální červený bod na mapě). Před naložením odpadu do kontejneru se snižuje jeho objem pomocí speciální technologie lisování. Slisovaný odpad dosahuje zhruba čtvrtiny původního objemu. 79 vagonů se 300 uzavřenými kontejnery jsou využívány každodenně pro svoz 1 500 tun odpadu. 80 % přepravy se uskutečňuje ekologickým způsobem po železnici po třech vybudovaných trasách. Pouze 20 % odpadu je přepravováno silniční dopravou (na mapě kombinovanou dopravu znázorňují trasy ve tvaru teček). Žlutou barvou jsou označena plánovaná překladiště. [25]

5 Překládací stanice

Pro přepravu odpadu do spalovny je potřeba vybudovat síť překládacích stanic. Překládací stanice je významný prvek při manipulaci a přepravě komunálního odpadu na velké vzdálenosti. V místě překladišť se odpad shromažďuje, zpracovává (třídění, drcení, lisování), překládá z jednoho dopravního prostředku na druhý a dál se přepravuje do cílového místa (skládka, ZEVO, kompostárna). Schéma svozu je znázorněno na Obrázku 19.



Obr. 19 Schéma transportu odpadů

Při návrhu umístění překládacích stanic, jejich počtu a kapacity vycházíme zejména z množství produkovaného odpadu na daném území, dopravní infrastruktury (železnice, silnice, splavné řeky), existujících zařízení (překladiště, skládky, dotřídňovací linky atd.), vzdálenosti obcí a vzdálenosti obcí od cíle (spalovny).

Výhodnost polohy překládacích stanic vůči ostatním oceňujeme podle několika kritérií, která jsou uvedena dále:

1. Umístění a výstavba překládacích stanic v místech, kde už existují zařízení pro nakládání s odpadem. K nim patří zejména skládky, sběrné dvory, třídírny, nyní využívané překládací stanice atd. Jsou součástí funkčního logistického řetězce v oblasti hospodářství s odpadem, a proto jsou vytvořené všechny podmínky pro jejich modernizaci, zlepšení technického vybavení a zařazení do nového efektivnějšího systému.
2. Ekonomicky výhodnější je umístění stanic v oblastech, které jsou největšími producenty odpadu. Vede to k minimalizaci nákladů na sběr, přepravu a manipulaci.

3. Pro svoz odpadu je důležitá dobrá návaznost území s překládacími stanicemi na dopravní infrastrukturu. Vedení železničních tratí, silničních komunikací nebo říční dopravy přes území. Preference železniční dopravy vůči silniční.
4. Dojezdová vzdálenost z obcí pro svozová auta do překládacích stanic by měla nabývat hodnotu cca menší než 25 km. Větší vzdálenost vede k výraznému nárůstu nákladů na svoz odpadu.
5. Vzdálenost překládacích stanic od cílového bodu (Spalovna Malešice) by měla být optimální.

5.1 Příklad překládacích stanic v ČR

V současné době existují překládací stanice v městech Prostějov, Sedlčany, Olomouc a jiné.

Jedná z nejmodernějších překládacích stanic se nachází v Olomouci. Výstavbu objednalo město Olomouc, zhotovitelem byla společnost MEKOS GROUP (stavební část) a MOUDER (technologie). Použité unikátní technologie jsou špičkové v nakládání s odpady v ČR. Zařízení umožňuje především efektivní přípravu – drcení a lisování – odpadů a jejich ekonomicky výhodnou a ekologickou přepravu k dalšímu využití nebo případné likvidaci. Celkové náklady činily téměř 36 milionů korun, z toho 10 mil. bylo hrazeno z fondů Evropské unie prostřednictvím operačního programu Životní prostředí. S denní produkcí odpadu z města si nyní poradí tři automobilové soupravy, které zhutněný odpad odvázejí do spalovny v Brně.

Hlavním úkolem překládací stanice je slisování odpadu, tedy zajištění jeho úsporné a ekologické přepravy.

Minimální roční kapacita překladiště v Olomouci je 32 000 tun KO, což je zhruba 120-140 tun denně. Celkový pohled na stanici je představen na Obrázku 20. Z levé strany se nachází drtič na velkoobjemový odpad, stanoviště obsluhy, násypka s lisem a uzavřené kontejnery. [26]



Obr. 20 Překládací stanice v Olomouci [26]

6 Optimalizace lokace překládacích stanic

Problémem rozmístění různých zařízení v geografickém prostoru se zabývá lokační analýza. V daném případě jde o lokaci určitého počtu překládacích stanic na území Středočeského kraje. Umístění středisek by mělo probíhat s respektováním již existujících překládacích stanic a jiných zařízení pro nakládání s odpadem.

Cílem lokalizace je optimalizace zvolených kritérií. Tato kritéria byla popsána v Kapitole 4.

Pro tuto úlohu musíme stanovit počet rozmisťovaných středisek a jejich umístění v geografickém prostoru (v místech osídlení (obce) nebo na komunikacích).

Sítí v lokační analýze budeme rozumět souvislý, vrcholově a hranově ohodnocený obyčejný graf $G = (V, X)$. Vrcholy představují místa vzniku požadavku na obsluhu, tzn. obce nebo města vzniku SKO. Hrany představují úseky komunikací, po kterých bude odpad přepravován. Ohodnocení vrcholů nebo váha vrcholů – $w(v)$ vyjadřuje počet požadavků na obsluhu, které jsou v příslušném uzlu generovány za časovou jednotku (v dané úloze je to množství produkovaného SKO). Ohodnocení hran – $o(h)$ vyjadřuje délky úseků v délkových jednotkách (vzdálenost mezi obcemi). Váha hrany – $w(h)$ určuje důležitost komunikace (dálnice, silnice I., II., ...třída nebo železniční trať).

Pro lepší porozumění problematice úlohy je třeba uvést základní pojmy lokační analýzy.

Depem rozumíme místo na síti, kde je umístěno středisko obsluhy (překládací stanice). Množinu dep označíme D . Počet dep značíme – k .

Atrakčním obvodem $A(v)$ depa $v \in D$ rozumíme množinu vrcholů $u \in V$ a hran $h \in X$, které jsou obsluhovány z depa v .

Vzdálenost vrcholu $u \in V$ od depa $v \in D$ je definována jako délka minimální cesty $d(u, v) = \min_{m(u,v) \in M} \{ \sum_{h \in m(u,v)} o(h) \}$, kde M je množina všech cest mezi u a v .

Množinu dep - D ($k = |D|$) nazveme vrcholově optimálním umístěním k dep na síti $G = (V, X)$, když pro ni platí: $f(D) = \min_{D'} \{ f(D') \}$, kde $f(D') = \sum_{v \in D'} \sum_{u \in A^*} 2 * d(u, v) * w(u)$. [27]

7 Návrh řešení systému svozu SKO

7.1 Přeprava odpadu z centrální stanice do ZEVO

Z menších překládacích stanic bude SKO převážen velkokapacitními kontejnery silniční nebo železniční dopravou přímo do ZEVO Malešice pod podmínkou volné kapacity zařízení. Existuje též další varianta, kdy odpad bude odložen do centrální stanice, která se nachází ve vzdálenosti 2.1 km od ZEVO Malešice. Obrázek 21 ilustruje danou oblast. Areál centrální stanice patří společnosti KOVOŠROT GROUP CZ a má volnou plochu pro vykládku a dočasné skladování převezeného odpadu. Do lokality vede vlečka od železniční stanice Praha-Hostivař. Zatím žádná trať nevede přímo do spalovny Malešice, ale s rozvojem systému svozu odpadu je nutnost výstavby vlečky zřejmá, i když s sebou přináší velké náklady.



Obr. 21 Poloha ZEVO Malešice a kovošrotu (centrální překladiště)

Stavba železniční trati přímo z kovošrotu do ZEVO bude velice problematická. V dané oblasti je blízka zástavba budov, velká obchodní centra Europark a Fashion Arena Outlet Center Štěrboholy. Bylo by zřejmě použít úsek železniční trati, která vede přes stanici Praha-Hostivař k vlakové stanici Praha-Dolní Počernice s délkou 9 km a dál po plánované vlečce do spalovny.

Další varianta přepravy je pomocí silniční dopravy. Trasa bude procházet ulicí Průmyslovou a rychlostní silnicí 601, celková délka bude 2,5 km.

7.2 Možnosti umístění překládacích stanic a přepravy SKO

Byly navrženy 4 varianty systému svozu. Odlišují se způsobem přepravy ze stanic do centrálního bodu a lokalitami pro umístění překladišť.

7.2.1 Varianta 1.1

Skládky + silniční doprava.

Ze všech skládek a již existujících překládacích stanic, byly zvolené ty, které měly větší kapacitu a výhodnější polohu vůči ostatním lokalitám. Nacházejí se poblíž míst s největším množstvím produkovaného odpadu a mají dobré napojení na silniční síť.

Byly vytipované 18 lokalit pro umístění překládacích stanic podle zvolených kritérií. Zvolené skládky, vzdálenost do cílového bodu a množství přivezeného odpadu do lokality jsou uvedeny v Tabulce 7.

Byla provedena kalkulace ceny dopravy tuny odpadu z překladišť do cílového bodu. Dále jsou uvedeny jednotlivé složky zahrnuté do celkových nákladů.

Pořizovací cena je cena pořízení dopravního prostředku. V daném případě je to Tahač Volvo FH 500 a přívěs. V kalkulaci jsou tyto dvě části počítány společně. Kalkulované období je 6 let. Za tuto dobu by měly být všechny náklady spojené s pořízením dopravního prostředku splacené. Vzhledem k tomu, že bude potřeba nakoupit pro každé překladiště jedno nákladní auto a jejich využití nebude stejné, cena za ujetý km se bude pro různá stanoviště lišit.

Dále jsou započítány přímé náklady, které zahrnují náklady za pohonné hmoty, pneumatiky atd. Náklady za naftu jsou závislé na její průměrné spotřebě dopravním prostředkem a také na aktuální ceně za jednotku. Náklady na pryžové obruče zjistíme podle životnosti pneumatik (délka jízdy mezi 2 výměnami pneumatik), průměrné ceny 1 pneumatiky a jejich počtu. Ostatní přímé náklady, které zahrnují výměnu oleje, maziva a jiných provozních kapalin, byly stanoveny odborným odhadem. Tyto náklady budou stejné pro cesty ze všech stanic.

Osobními náklady se rozumí náklady na personál. V našem případě je to řidič, který vykonává dvě činnosti: řízení přepravního prostředku, nakládku a vykládku kontejneru. Manipulace s kontejnery systému ACTS je velice jednoduchá, není potřeba dalších zaměstnanců a hodně času. Pracovní doba řidiče je 8 hodin, ze kterých se 6 hodin řidič nachází v procesu přepravy kontejneru do cíle a zpět, další dvě hodiny jsou určeny pro manipulaci s kontejnery a pro povinné přestávky. Náklady na personál zahrnují také povinné odvody: sociální a zdravotní pojištění.

Do nákladů se také započítávají náklady na opravu a údržbu dopravních prostředků. Hodnota nákladů je stanovená kvalifikovaným odhadem, procentní sazbou z pořizovací ceny vozidla.

Dalším nákladem při využití silniční dopravy je mýtné. Zvolený tahač splňuje emisní třídu EURO 5 a má 3 nápravy. Dopravní cesty budou vest po zpoplatněných úsecích pouze částečně

(cca 70 % z celkových vzdáleností) a dále po místních komunikacích, které zpoplatněny nejsou. [28]

V Tabulce 7 jsou uvedené jednotlivé výpočty nákladů.

Tab. 7 Hodnoty nákladů na přepravu

Pořizovací cena	2 500 000 Kč
Opravy a údržba (9 % z ceny)	225 000 Kč
Průměrná spotřeba paliva	30 l / 100 km
Průměrná aktuální cena nafty	27,5 Kč / litr
Náklady za palivo na 1 km jízdy	8,25 Kč / km
Životnost pneumatik (km)	cca 150 000 km
Počet pneumatik	6 ks
Průměrná cena 1 pneumatiky	10 000 Kč/ ks
Náklad za pneumatiky na 1 km jízdy	2,5 Kč / km
Osobní náklady (řidič)	35 000 Kč/ měsíc
Osobní náklady na 1 km jízdy	4,3 Kč / km
Mýtné	2.85 Kč/km

V Tabulce 8 je kalkulace celkových nákladů za přepravu 1 tuny odpadu z jednotlivých lokalit do spalovny a zpět. Ve sloupci „Náklady na 1 km použití vozidla“ je zahrnuta cena za pořízení dopravního prostředku, jeho opravy a údržbu. Cena celkem za 1 km má v sobě veškeré náklady na přepravu. Cena celkem znázorňuje náklady na přepravu 1 kontejneru s 18 tunami odpadu do spalovny a cestu s prázdným kontejnerem zpět. Konečný výsledek jsou ceny za tunu přepraveného odpadu, které pak budou porovnány.

Tab. 8 Kalkulace nákladů na přepravu odpadu silniční dopravou

Název	Vzdálenost [km]	Množství SKO [t]	Náklady na 1 km použití vozidla [Kč]	Cena celkem za 1 km [Kč]	Cena celkem [Kč]	Cena za 1 tunu [Kč]
Skládka odpadů Chrást u Březnice	81	20 463	2,2	20	3 532	196,2
Skládka odpadů Trhový Štěpánov	69	7 123	6,6	25	3 645	202,5
Skládka Uhlířské Janovice – Bláto	66	17 522	3,4	21	3 083	171,3

Řízená skládka Čáslav	81	7 415	5,6	24	4 077	226,5
Skládka odpadů Příbyšice	52	23 987	2,9	21	2 427	134,8
Skládka odpadů Hořovice-Hrádek	68	10 908	4,5	22	3 306	183,7
Skládka odpadů Halda – Jarov	53	16 539	4,3	22	2 614	145,2
Skládka TKO EKOS Řevnice	49	19 200	3,7	22	2 379	132,2
Skládka odpadů Jílové – Radlík	34	34 982	3,3	21	1 702	94,6
Skládka odpadů Ďáblice	12	41 901	7,6	26	864	48,0
Skládka odpadů Radim	40	44 174	2,3	20	1 873	104,1
Skládka v Úholičkách	36	44 762	2,5	21	1 729	96,1
Řízená skládka – lom Babín II	62	15 987	3,7	22	2 938	163,2
Regionální skládka TKO Uhy	39	18 604	4,7	23	2 019	112,2
Řízená skládka Mšeno	54	13 411	5,6	24	2 802	155,6
Řízená skládka Benátky nad Jizerou	39	21 198	4,7	23	2 019	112,2
Skládka odpadů Michalovice	63	37 579	1,6	20	2 722	151,2
Překládací stanice Sedlčany	73	6 625	6,2	24	3 789	210,5

Průměrná cena na 1 tunu přepravovaného SKO je 147 Kč. Kalkulace nezahrnuje náklady na provoz překladišť, jejich výstavbu, nákup manipulační techniky a vybavení stanice. Největší

náklady na přepravu jsou ze stanic nejvíce vzdálených od centrální stanice vedle ZEVO Malešice (Kovošrot Praha-Hostivař). Jsou to překládací stanice v Sedlčanech, Čáslavi a Chrastu u Březnic.

7.2.2 Varianta 1.2

Skládky + Kombinovaná doprava.

Bylo zvoleno 5 železničních uzlů, do kterých bude odpad v první etapě převážen velkokapacitními soupravami a dál bude naložen na vlak, který odveze odpad do stanice Praha-Hostivař. Ze stanice vede vlečka do cílového místa – areálu Kovošrotu, který se nachází ve vzdálenosti 2,1 km od spalovny Malešice.

Pro výpočet tarifní vzdálenosti byl použit Kilometrovník ČD CARGO (společnost, která se zabývá železniční nákladní dopravou v ČR). [29]

Překladiště byla podle vzdálenosti přidělena ke každé vlakové stanici. Z některých překladišť bylo přímé spojení do vlakové stanice Praha-Hostivař kratší než do jedné ze zvolených, proto při přepravě kontejnerů s odpadem bude použita jenom kamionová doprava.

Při osobní konzultace se specialistou oddělení kombinované dopravy společnosti ČD Cargo byly poskytnuté aktuální tarify pro vnitrostátní přepravu v jednotkách UTI (v daném případě se jedná o kontejner ACTS). Přepravy velkého objemu mají smluvní charakter a cenu za přepravu je možné dohodnout.

Cena je závislá na ujeté vzdálenosti, velikosti kontejneru a jeho hmotnosti.

Pro kontejnery délky do 6,15 m a hmotnosti menší než 22 tuny odpovídající tarifní vzdálenost se vynásobí koeficientem 0,55.

Za vozy poskytnuté dopravcem se započítá příplatek 327 Kč / UTI za každých započatých 50 km tarifní vzdálenosti. Kalkulace nákladů na přepravu 1 tuny odpadu kombinovanou dopravou je znázorněna v Tabulce 9.

Tab. 9 Kalkulace nákladů na přepravu kombinovanou dopravou

Název	Vlaková stanice	Vzdálenost do stanice [km]	Cena železniční přepravy [Kč]	Cena silniční přepravy [Kč]	Cena celkem za 1 tunu [Kč]
Skládka odpadů Chrast u Březnice	Beroun	59	362	152	514
Skládka odpadů Trhový Štěpánov	Benešov	30	362	124	486

Skládka TKO Uhlířské Janovice – Bláto	Kolín	24	333	87	420
Řízená skládka Čáslav	Kolín	21	333	106	439
Skládka odpadů Příbyšice	Benešov	7	362	45	407
Skládka odpadů Hořovice-Hrádek	Beroun	24	362	96	457
Skládka odpadů Halda – Jarov	Beroun	7	362	53	415
Skládka TKO EKOS Řevnice	Beroun	18	362	70	432
Skládka odpadů Jílové – Radlák	Benešov	24	362	75	436
Skládka odpadů Ďáblice	Praha-Hostivař	12	0	48	48
Skládka odpadů Radim	Kolín	19	333	62	395
Skládka v Úhohličkách	Kladno	24	333	72	405
Řízená skládka – lom Babín II	Kladno	21	333	81	414
Regionální skládka Uhy – skládka TKO	Kladno	38	333	110	443
Řízená skládka Mšeno	Mlada-Boleslav	26	374	100	474
Řízená skládka Benátky nad Jizerou	Mlada-Boleslav	20	374	74	448
Skládka odpadů Michalovice	Mlada-Boleslav	7	374	39	413
Překládací stanice Sedlčany	Benešov	28	362	120	482

Z překládací stanice, která bude umístěná v Ďáblicích, odpad bude přepraven pouze silniční dopravou. Průměrná cena 1 tuny SKO na přepravu kombinovanou dopravou činí 418 Kč.

7.2.3 Varianta 2.1

Vhodné pozemky + existující skládky + silniční doprava.

Z existujících skládek byly zvoleny jenom ty, které se nacházely v místech největšího vzniku odpadu (obce s rozšířenou působností) a byly v optimální dojezdové vzdálenosti pro svozová vozidla. Další překladiště bylo navrženo umístit v areálech sběrných dvorů, kovošrotů a na volných pozemcích, které mají prostor pro vybudování stanic.

Do systému bylo vytipováno 10 skládek, 1 překládací stanice, 3 sběrné dvory, kovošrot a volné průmyslové pozemky. Všechny mají platné povolení k nakládání s odpadem.

Ceny na dopravu z překládacích stanic, které budou vybudované ve stávajících skládkách zůstanou skoro stejné, jako ve variantě 1.1. Nicméně množství odpadu a oblast, ze které bude odvážen odpad, se změní.

Cena dopravy odpadů z nově navržených lokalit jsou uvedené v Tabulce 10.

Tab. 10 Kalkulace nákladů na přepravu silniční dopravou

Název	Vzdálenost [km]	Množství SKO [t]	Náklady na 1 km použití vozidla [Kč]	Cena celkem za 1 km [Kč]	Cena celkem [Kč]	Cena za 1 tunu
Skládka odpadů Chrást u Březnice	81	20 463	2,2	20	3 532	196,2
Skládka odpadů Trhový Štěpánov	69	15 884	3,3	21	3 191	177,3
Řízená skládka Čáslav	81	16 176	2,8	21	3 623	201,3
Skládka odpadů Příbyšice	52	23 988	2,9	21	2 427	134,8
Skládka odpadů Halda - Jarov	53	27 447	2,4	20	2 419	134,4
Skládka TKO EKOS Řevnice	49	25 950	3,1	21	2 319	128,8
Skládka odpadů Radim	40	27 050	3,8	22	1 994	110,8
Regionální skládka Uhy – skládka TKO	39	13 458	7,8	26	2 261	125,6
Řízená skládka Mšeno	54	13 411	5,6	24	2 802	155,6

Skládka odpadů Michalovice	63	37 579	1,6	20	2 722	151,2
Překládací stanice Sedlčany	73	6 625	6,2	24	3 789	210,5
Sběrný dvůr MP Rakovník	79	15 987	2,9	21	3 551	197,3
Kovošrot GROUP CZ	48	56 657	1,5	19	2 120	117,8
Společnost REO, s.r.o.	25	24 706	6,1	24	1 454	80,8
Sběrný dvůr - TSM Poděbrady	50	28 196	2,6	21	2 311	128,4
Průmyslový pozemek na prodej	21	48 806	3,9	22	1 172	65,1

Průměrná cena za přepravu jedné tuny odpadu je 144,7 Kč.

7.2.4 Varianta 2.2

Vhodné pozemky + existující skládky + kombinovaná doprava.

Odpad z překládací stanice, která bude umístěna v areálu Kovošrotu GROUP CZ, bude přepravován pouze po železnici (nachází se vedle vlakové stanice). Ze dvou nově zvolených lokalit přímé spojení silniční dopravou do cílové stanice je kratší než po železnici, proto bude využita pouze přeprava nákladními automobily. Z ostatních překladišť odpad bude přepraven kombinovanou dopravou (kalkulace nákladu je znázorněna v Tabulce 11).

Tab. 11 Kalkulace nákladu na přepravu kombinovanou dopravou

Název	Vlaková stanice	Vzdálenost do stanice [km]	Cena železniční přepravy [Kč]	Cena silniční přepravy [Kč]	Cena celkem za 1 tunu [Kč]
Skládka odpadů Chrást u Březnice	Beroun	59	362	152	514
Skládka odpadů Trhový Štěpánov	Benešov	30	362	91	453
Řízená skládka Čáslav	Kolín	21	333	70	403
Skládka odpadů Příbyšice	Benešov	7	362	41	403

Skládka odpadů Halda – Jarov	Beroun	7	362	39	401
Skládka TKO EKOS Řevnice	Beroun	18	362	60	422
Skládka odpadů Radim	Kolín	19	333	61	394
Regionální skládka Uhy – skládka TKO	Kladno	38	333	98	431
Řízená skládka Mšeno	Mlada-Boleslav	26	374	74	448
Skládka odpadů Michalovice	Mlada-Boleslav	7	374	35	409
Překládací stanice Sedlčany	Benešov	28	362	77	439
Sběrný dvůr MP Rakovník	Kladno	38	333	96	429
Kovošrot GROUP CZ	Kladno	0	333	0	333
Společnost pro nakládání s odpady REO, s.r.o.	Praha – Hostivař	25	0	70	70
Sběrný dvůr – TSM Poděbrady	Kolín	23	333	65	398
Průmyslový pozemek na prodej	Praha – Hostivař	21	0	61	61

Průměrná cena přepravy 1 tuny je 376 Kč. Největší náklady budou vynaloženy obcemi nejvíce vzdálenými od cílové stanice.

7.3 Porovnání variant

Hlavní výhodou varianty 2.1 a 2.2 je umístění překládacích stanic v centrech produkce odpadu. Vede to k redukci nákladů na svoz SKO nízkokapacitními svozovými vozidly, které jezdí s větší frekvencí. Záporná stránka spočívá v tom, že nově zvolené oblasti pro překládací stanici vlastní soukromé společnosti, se kterými by se příslušné obce měly dohodnout o spolupráci. Jinak je nutné najít vhodné volné pozemky v bližších lokalitách.

Výsledek kalkulace nákladů na přepravu odpadu ukazuje, že silniční doprava je třikrát levnější než kombinovaná doprava. V dané situaci se jedná o krátké vzdálenosti, proto kombinovaná

doprava není tak výhodná. Také vyžaduje nakoupení nákladních aut, pronájem vozů pro železniční dopravu a náklady na překládku kontejnerů.

Z druhé strany jsou varianty s využitím kombinované dopravy mnohem šetrnější k životnímu prostředí. Nejvýznamnější znečištění ovzduší budou v místě cílové stanice vedle spalovny Malešice a v okolí překládacích stanic s největší kapacitou.

Nevýhodou variant se silniční dopravou je vznik kongescí na vjezdu do Prahy, což může vyvolat další náklady a zastavit celkový proces přepravy.

8 Závěr

Bakalářská práce se zabývala návrhem systému pro manipulaci a svoz smíšeného komunálního odpadu z území Středočeského kraje do spalovny Malešice. Tato práce měla za cíl navrhnout optimální síť překládacích stanic, kde se odpad bude zpracovávat a lisovat do kontejnerů a dále přepravovat vhodným dopravním prostředkem do Prahy.

V první části práce byla provedena analýza současného stavu v oblasti nakládání s odpadem v kraji. Bylo stanoveno množství produkovaného odpadu v obcích s rozšířenou působností a způsoby, které používají pro jeho zpracování. Nejčastější variantou v dnešní době je skladování odpadu na skládkách. Ministerstvo životního prostředí bojuje se skladováním odpadu na skládkách pomocí zavedení právních předpisů a nařízení a vytvořením POH ČR, které jednotlivé obce by měly brát v úvahu při vytváření své strategie odpadového hospodářství. Byly odhaleny dobré tendence jak v množství vytríděného odpadu obyvateli, tak i v celkovém poklesu produkce SKO. Ve Středočeském kraji probíhá aktivní práce společnosti EKO-COM, která vytváří všechny podmínky pro efektivní třídění a další využití odpadu.

Dále byla v kraji prozkoumána situace s přepravou odpadu. Ta se dá uskutečnit několika způsoby. Transportní síť je představena silniční, železniční a vodní dopravou. Při zvážení všech záporů a kladů jednotlivých druhů dopravy byla k dalšímu podrobnějšímu porovnání zvolena silniční a železniční doprava. Na příkladu zahraničních zemí a jejich technologií hospodaření s odpadem byly definovány výhody použití překládacích stanic a vícefázové přepravy odpadu.

V dalších kapitolách se čtenář mohl seznámit s několika systémy kontejnerové nákladní přepravy. Podle jejich charakteristik byl zvolen za nejvhodnější pro přepravu odpadu kontejnerový systém ACTS, který může být využit jak pro silniční, tak i pro železniční přepravu. Manipulace s kontejnery ACTS je jednoduchá, není časově náročná a vyžaduje pouze jednoho zaměstnance.

V následující části je představen úvod do teorie lokační analýzy, která se zabývá optimalizací lokace překládacích stanic. Byla zvolena kritéria, podle kterých by se obce měly řídit při návrhu sítí stanic.

V praktické části práce se autor zabývá návrhem přepravy kontejnerů s odpadem z centrální stanice do spalovny Malešice. Mezi lokalitami jsou k dispozici silniční komunikace a železniční tratě. Přeprava po železnici ještě vyžaduje poměrně drahou výstavbu vlečky, proto je silniční doprava cenově přijatelnější.

Dále byly v praktické části této práce navrženy 4 varianty umístění překládacích stanic a způsoby přepravy odpadu do spalovny. Pro překládací stanice v jedné variantě byly zvolené již existující skládky, které mají vhodný pozemek a povolení k nakládání s odpadem a v druhé variantě byly existující skládky doplněny dalšími lokalitami. Nejpodstatnější výhodou druhé varianty byla jejich

pozice, protože se nacházejí v okolí hlavních producentů odpadu. Takové rozmístění vede k poklesu nákladů na přepravu malokapacitními svozovými automobily. Podle provedené kalkulace nákladů je tato varianta ekonomicky výhodnější pro přepravu velkokapacitními automobily. Střední náklad na přepravu jedné tuny SKO ve variantě 1.1 je o 2,3 Kč dražší než ve variantě 2.2. Z ekonomické stránky využití silniční dopravy (varianty 1.1, 2.1) pro přepravu odpadu na takové krátké vzdálenosti je výhodnější než kombinovaná doprava. Ale z pohledu ochrany životního prostředí je lepší využití kombinaci doprav silnice-železnice.

Práce poskytuje celkový přehled o problematice nakládání s komunálním odpadem ve Středočeském kraji. Seznamuje s moderními tendencemi v technologii odpadového hospodářství a nákladní přepravě odpadu v ČR a zahraničí. Tato práce může být využita pro přepravu jak SKO, tak i jiných druhů odpadu (např. vyříděných složek KO) do různých zařízení pro jeho zpracování.

Jako doporučení do budoucna bych navrhla obcím zejména dodržování hierarchie nakládání s odpadem. Vzhledem k zavedení hierarchie byla navržena výstavba nových velkokapacitních spaloven, což není úplně správné chápání hierarchie. Stavba takových zařízení na spalování odpadu je nákladná záležitost. Investice do takových staveb v současné době nepřinášejí velké výhody. Je rozumnější investovat do zařízení na mechanicko-biologické úpravy, do zlepšení technologii třídění odpadu a následného zpracování materiálů na suroviny a provádět modernizaci a rozšíření stávajících zařízení pro energetické využití odpadu. Současně s navrhovanými opatřeními je nutné provádět aktivní propagaci třídění odpadu mezi obyvateli a vytvářet technické a organizační podmínky pro důsledné třídění odpadu.

Reference

1. Směrnice Evropského parlamentu a rady (ES) č. 98/2008 ze dne 19. listopadu 2008 o odpadech a o zrušení některých směrnic, *Úřední věstník Evropské unie*. [online]. [cit. 05.08.2017]. Dostupné také z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0098&from=CS>.
2. Plán odpadového hospodářství ČR – Ministerstvo životního prostředí. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 05.08.2017]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/plan_odpadoveho_hospodarstvi_cr.
3. Energetické využívání odpadů, *Pražské služby a.s.* [online]. [cit. 05.08.2017]. Dostupné z: <http://www.psas.cz/index.cfm/sluzby-firmam/zarizeni-pro-energeticke-vyuzivani-odpadu/energeticke-vyuzivani-odpadc5af/>.
4. Platná legislativa – Zákon o odpadech a o změně některých dalších zákonů. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 05.08.2017]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/d79c09c54250df0dc1256e8900296e32/8fc3e5c15334ab9dc125727b00339581?OpenDocument>.
5. GROLMUS, Lukáš, Systém EKO-KOM slaví 20 let činnosti! *18. ročník konference Odpady a obce 2017*. [online]. [cit. 05.08.2017]. Dostupné z: http://www.ekokom.cz/uploads/attachments/OD/SBORN%C3%8DK%2017_20170619.pdf.
6. Environmentálně příznivá náhrada skládkování SKO. *Odpady. Odborný časopis pro nakládání s odpady a životní prostředí*. 5/15 Měsíčník vydavatelství Profi Press s. r. o. [online]. [cit. 05.08.2017]. Dostupné z: <http://profipress.cz/archiv/odpady-52015/#page/1>.
7. Informační Systém Odpadového Hospodářství, *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 05.08.2017]. Dostupné z: <https://isoh.mzp.cz/>.
8. Územní členění kraje podle SO ORP k 1. 1. 2009 | ČSÚ pro Středočeský kraj. *Český statistický úřad | ČSÚ* [online]. [cit. 05.08.2017]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/xs/uzemni_cleneni_kraje_podle_so_orp_k_1_1_2009.

9. Vnitrostátní přeprava odpadů. *Vítejte na zemi*. Multimediální ročenka životního prostředí. [online]. [cit. 05.08.2017]. Dostupné z: http://vitejenazemi.cz/cenia/index.php?p=vnitrostatni_preprava_odpadu&site=odpady.
10. VOŠTOVÁ, V., ALTMANN, V., FRIES, J. a JEŘÁBEK, K., *Logistika odpadového hospodářství*. České vysoké učení technické, Praha, 2009. ISBN: 978-80-01-04426-1
11. Solid Waste Management and Recycling Technology of Japan— Toward a Sustainable Society, *Ministry of the Environment*. [online]. [cit. 05.08.2017]. Dostupné z: http://www.env.go.jp/recycle/circul/venous_industry/index_en.html.
12. Waste Transfer Stations: A Manual for Decision-Making, *United States Environmental Protection Agency*. [online]. [cit. 05.08.2017]. Dostupné z: <https://www.epa.gov/landfills/waste-transfer-stations-manual-decision-making>.
13. Vodní cesty ve Středočeském kraje, *Plavba*. [online]. [cit. 05.08.2017]. Dostupné z: <https://www.plavba.cz>.
14. Dálnice. *ceskedalnice.cz*. [online]. [cit. 05.08.2017]. Dostupné z: <http://www.ceskedalnice.cz/dalnice/>.
15. Mýtný systém, *Elektronický mýtný systém v České republice*. [online]. [cit. 05.08.2017]. Dostupné z: <http://94.138.111.102/index.html>.
16. České dráhy v hlavním městě Praze a Středočeském kraji, *ČD*. [online]. [cit. 05.08.2017]. Dostupné z: <https://old.cd.cz/stredocesky-kraj/cd-stredocesky-kraj-a-praha/-7385/>.
17. Nákladní železniční přeprava od A do Z, *Čtvrtletník společnosti ČD Cargo, a. s.*, 2015, prosinec, číslo 4. [online]. [cit. 05.08.2017]. Dostupné z: https://www.cdcargo.cz/documents/10179/70000/Bulletin_CD_Cargo_4_2015.pdf/88230fc0-41ac-426d-8376-2a4c863f17be?version=1.0.
18. Komunální odpad na železnici, *ČD Cargo, a. s* [online]. [cit. 05.08.2017]. Dostupné z: <https://www.cdcargo.cz/>.
19. NOVÁK, J. *Kombinovaná přeprava*. Vydání 1. Pardubice: Institut Jana Pernera, 2006, ISBN 80-865-3032-9.

20. NOVÁK, J., Zapojení kombinované dopravy do přepravy odpadů. *Komunální dopravní technika, Odpady*. Měsíčník pro odpadové hospodářství, 3/1999. [online]. [cit. 05.08.2017]. Dostupné z: <http://energie21.cz/wp-content/uploads/pdf/odpady/OD0399.pdf>.
21. Druhy kontejnerů, *Nákladní doprava* [online]. [cit. 05.08.2017]. Dostupné z: <http://www.nakladni-doprava.info/>.
22. Kombinovaná doprava, *Skupina AWT*, [online]. [cit. 05.08.2017]. Dostupné z: www.awt.eu.
23. Systém Innofreight, *CD Logistics*. [online]. [cit. 05.08.2017]. Dostupné z: <http://www.cdlogistics.cz/system-innofreight>.
24. How it works in a CargoBeamer terminal! *CargoBeamer*, [online]. [cit. 05.08.2017]. Dostupné z: <http://www.cargobeamer.eu/How-it-works-849768.html>.
25. Logistik, *Zweckverband Müllverwertung Schwandorf*, [online]. [cit. 05.08.2017]. Dostupné z: <https://www.z-m-s.de/muellkraftwerk/umweltschutz/logistik/index.html>.
26. KROUPA, J. V Olomouci s moderním překladištěm odpadů. *Odpady. Odborný časopis pro nakládání s odpady a životní prostředí*, 7-8/2015. [online]. [cit. 05.08.2017]. Dostupné z: <http://profipress.cz/archiv/odpady-7-82015/#page/15>.
27. VOLEK, J. a LINDA, B. Teorie grafů-aplikace v dopravě a veřejné správě, Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, ISBN: 978-80-7395-225-9.
28. TICHÝ, J. Kalkulace nákladů silniční nákladní a osobní dopravy. Metodika. Ústav logistiky a managementu dopravy Fakulta dopravní ČVUT v Praze. 2014. [online]. [cit. 05.08.2017]. Dostupné z: http://www.ioda.cz/publikace/pub/2014_SACM_navod.pdf.
29. Kilometrovník, *ČD Cargo*, [online]. [cit. 05.08.2017]. Dostupné z: <https://app.cdcargo.cz/tavz/ts2.aspx>.
30. Tarif číslo 1154.00, *Tarif, ČD Cargo a.s.* od 01. 01. 2017.

Seznám tabulek

Tab. 1 Produkce SKO ve Středočeském kraji	12
Tab. 2 Množství směsného komunálního odpadu podle způsobu nakládání [7].....	13
Tab. 3 Množství produkovaného odpadu v ORP SK [7]	14
Tab. 4 Sklárky SK [7]	16
Tab. 5 Tarify mýtných sazeb [15]	24
Tab. 6 Porovnání systému kontejnerové přepravy [20], [21], [22], [23], [24].	29
Tab. 7 Hodnoty nákladů na přepravu	37
Tab. 8 Kalkulace nákladů na přepravu odpadu silniční dopravou.....	37
Tab. 9 Kalkulace nákladů na přepravu kombinovanou dopravou	39
Tab. 10 Kalkulace nákladů na přepravu silniční dopravou	41
Tab. 11 Kalkulace nákladu na přepravu kombinovanou dopravou	42

Seznám obrázků

Obr. 1. Hierarchie nakládání s odpady [1].....	7
Obr. 2 Procentuální složení komunálního odpadu [2].....	10
Obr. 3 Procentuální podíl vyříděných komodit v roce 2016 [5]	11
Obr. 4 Vývoj množství produkovaného odpadu ve SK	12
Obr. 5 Procentuální podíl způsobu nakládání s odpadem v roce 2015.....	14
Obr. 6 Zařízení pro odstraňování ostatních odpadů ve Středočeském kraji [8]	18
Obr. 7 Schéma přepravy odpadu do cíle bez překládací stanice.....	20
Obr. 8 Schéma přepravy odpadu do cíle pomocí překládací stanice.....	20
Obr. 9 Závislost celkových nákladů na vzdálenosti zdroje a cíle SKO [11].....	21
Obr. 10 Vodní cesta dolního Labe [13].....	22
Obr. 11 Vodní cesta dolní Vltavy [13]	22
Obr. 12 Vodní cesta středního Labe [13].....	23
Obr. 13 Mapa silnic a dálnic Středočeského kraje [14].....	24
Obr. 14 Mapa železničních tratí ve Středočeském kraji [16].....	25
Obr. 15 Kontejner ISO řady 1 Univerzální [21]	27
Obr. 16 Překládka kontejneru ACTS [22]	27
Obr. 17 Nakládka kontejnerů systému InnoFreight na vagony [23].....	28
Obr. 18 Systém svozu ZMS [25]	31
Obr. 19 Schéma transportu odpadů	32
Obr. 20 Překládací stanice v Olomouci [26]	33
Obr. 21 Poloha ZEVO Malešice a kovošrotu (centrální překladiště).....	35