

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra systémového inženýrství



Diplomová práce

**RACIONALIZACE SYSTÉMU SVOZU
KOMUNÁLNÍHO ODPADU VE VYBRANÉ
LOKALITĚ**

Bc. PAVEL ŠŤASTNÝ

© 2020 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Pavel Šťastný

Veřejná správa a regionální rozvoj

Název práce

Racionalizace systému svozu komunálního odpadu ve vybrané lokalitě

Název anglicky

Rationalization of municipal waste transporting system in selected location

Cíle práce

Cílem práce je zhodnotit výhodnost stávajících dopravních tras svozu komunálního odpadu společnosti Pošumavská odpadová s.r.o. a navrhnout způsob odstranění nalezených nedostatků. Hlavním výsledkem bude optimální (nebo alespoň optimu se blížící) plán svozu komunálního odpadu pro vybranou lokalitu.

Metodika

1. Nastudování odborné literatury
2. Analýza současného stavu dopravních tras
3. Výběr metody k řešení dopravní úlohy
4. Vložení dat do vybraného modelu
5. Interpretace výsledků
6. Zhodnocení navrženého řešení
7. Využitelnost řešení v praxi

Doporučený rozsah práce

60-80 stran

Klíčová slova

Komunální odpad, svoz, okružní dopravní problém

Doporučené zdroje informací

- BROŽOVÁ, Helena a Milan HOUŠKA. Základní metody operační analýzy. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, 2008, 250 s. ISBN 978-802-1309-517.
- KOSKOVÁ, Ivanka. Distribuční úlohy I. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, 2007, 52 s. ISBN 978-802-1311-565.
- ORAVA, František. Vývoj a navrhování logistických systémů. Olomouc: Moravská vysoká škola Olomouc, 2010, 73 s. ISBN 978-808-7240-397.
- PERNICA, Petr. Doprava a zasilatelství. Praha: ASPI Publishing, 2001, 496 s. ISBN 80-863-9513-8.
- SVOBODA, Vladimír. Dopravní logistika. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004, 115 s. ISBN 80-010-2914-X.
- ŠUBRT, Tomáš. Ekonomicko-matematické metody. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2011, 351 s. ISBN 978-807-3803-452.
- VONDRA, Miroslav. Optimalizace dopravních tras v logistickém podniku. Liberec, 2016, 77 s. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní. Vedoucí práce František Manlig.
- VOŠTOVÁ, Věra. Logistika odpadového hospodářství. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2009, 349 s. ISBN 978-800-1044-261

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – PEF

Vedoucí práce

doc. Ing. Milan Houška, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra systémového inženýrství

Elektronicky schváleno dne 19. 10. 2018

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 19. 10. 2018

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 20. 11. 2019

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci „Racionalizace systému svozu komunálního odpadu ve vybrané lokalitě“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 31. 3. 2020

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval panu docentovi Ing. Milanu Houškovi, Ph.D. za jeho vedení a odbornou pomoc při zpracovávání tématu a za trpělivost projevenou při konzultacích souvisejících se zpracovávanou diplomovou prací. Dále bych chtěl poděkovat řediteli společnosti Pošumavská odpadová s.r.o. panu Jiřímu Vítovcovi za cenné informace nezbytné pro tuto práci.

Racionalizace systému svozu komunálního odpadu ve vybrané lokalitě

Abstrakt

Diplomová práce se zaměřuje na problematiku dopravních systémů s využitím optimalizace okružních stabilních dopravních tras ve společnosti Pošumavská odpadová s.r.o. Uvedená společnost vznikla jako regionální společný projekt měst Klatovy a Sušice. K zakládajícím členům se postupně přidávají další obce a cílem do budoucnosti je zvětšit své působení na celý region Klatovska. Z tohoto důvodu společnost Pošumavská odpadová s.r.o. hledá efektivní plánování nových tras a podklady pro racionalizaci stávajících tras svozu komunálního odpadu. Cílem diplomové práce by měly být nejen nižší náklady optimalizací dopravních tras, ale i přínos pro obyvatele malých obcí, kdy se díky racionalizaci nebudou zvyšovat stávající ceny za sběr komunálního odpadu.

V části teoretická východiska byla popsána legislativa a její budoucí směr vzhledem k cílům EU, systém sběru komunálního odpadu a jeho metody, problematika odpadového hospodářství, popis distribučních úloh se zaměřením na optimalizaci okružních dopravních tras.

Klíčová slova: Komunální odpad, svoz, okružní dopravní problém

Rationalization of municipal waste transporting system in selected location

Abstract

The thesis focuses on the problems of transport systems with the use of optimization of stable circular transport routes in the company Pošumavská odpadová s. r. o. The company was established as a regional joint project of the towns of Klatovy and Sušice. The founding members are gradually joined by other municipalities and the goal for the future is to expand their activities to the entire region of Klatovy. For this reason, the company Pošumavská odpadová s. r. o. seeks efficient planning of new routes and materials for the rationalization of existing municipal waste collection routes. The aim of the thesis should be not only lower costs by optimizing transport routes, but also the benefit for residents of small municipalities, because the rationalization will not increase the current prices for municipal waste collection. In the theoretical part legislation and its future direction with regard to EU objectives was described, municipal waste collection system and its methods, waste management issues, a description of distribution tasks with a focus on optimizing circular transport routes.

Keywords: Communal waste, collection, circular traffic problem

Obsah

1	Úvod.....	12
2	Cíl práce a metodika.....	14
2.1	Cíl práce	14
2.2	Metodika	14
3	Teoretická východiska	16
3.1	Legislativa odpadového hospodářství	16
3.1.1	Vymezení pojmu komunální odpad	16
3.1.2	Skladba a množství komunálního odpadu	17
3.1.3	Priority a strategické cíle plánu odpadového hospodářství ČR	19
3.2	Metody shromažďování, sběr a svoz komunálního odpadu.....	21
3.2.1	Nádobový sběr	21
3.2.2	Pytlový sběr	22
3.2.3	Mobilní sběr.....	24
3.3	Technika pro svoz komunálního odpadu	25
3.3.1	Historie svozu odpadů	25
3.3.2	Svozový automobil na komunální odpad.....	25
3.3.3	Svozové vozy se speciální nástavbou	26
3.3.4	Svozové vozy s kontejnery na překládku	27
3.3.5	Svozové vozy s hydraulickou rukou pro sběr separovaného odpadu	28
3.3.6	Svozové vozy pro přepravu kapalných a nebezpečných odpadů.....	28
3.3.7	Svozové vozy s přepravníky	28
3.3.8	Druhy stlačování KO	30
3.4	Optimalizace dopravních tras.....	32
3.4.1	Dopravní logistika.....	33
3.4.2	Distribuční a dopravní modely	35
3.4.3	Jednostupňová dopravní úloha.....	35
3.4.4	Okružní dopravní problémy.....	36
3.4.5	Jednookruhový dopravní problém	37
	Vogelova aproximační metoda	39
	Metoda výhodnostních čísel – paralelně.....	40
	Metoda větví a mezí.....	42
3.4.6	Výpočetní program TSPKOSA	44

3.4.7	Závěrečné shrnutí problematiky optimalizačních problémů v přehledu souvisejících prací	45
3.4.8	Způsoby monitorování vozidel pomocí informačních a komunikačních technologií	47
3.4.9	Shrnutí minimalizace nákladů na přepravu	48
4	Vlastní práce.....	49
4.1	Charakteristika společnosti Pošumavská odpadová, s.r.o.....	49
4.2	Technologie a vybavení pro svoz komunálního odpadu	50
4.3	Popis řešené úlohy.....	52
4.3.1	Analýza současného stavu plánování tras ve společnosti	53
4.3.2	Hodnocení výhodnosti stávajících přepravních plánů	61
4.3.3	Postup návrhu nových tras svozu KO	63
4.4	Zhodnocení výsledků	67
5	Závěr	71
	Seznam použitých zdrojů.....	73
6	Přílohy	76
6.1	Stávající trasy svozu komunálního odpadu.....	79
6.1.1	Stávající trasy lichý týden – PONDĚLÍ.....	80
6.1.2	Stávající trasy lichý týden – ÚTERÝ	80
6.1.3	Stávající trasy lichý týden – STŘEDA	81
6.1.4	Stávající trasy lichý týden – ČTVRTEK	83
6.1.5	Stávající trasy lichý týden – PÁTEK.....	85
6.1.6	Stávající trasy sudý týden – PONDĚLÍ	87
6.1.7	Stávající trasy sudý týden – ÚTERÝ	87
6.1.8	Stávající trasy sudý týden – STŘEDA.....	89
6.1.9	Stávající trasy sudý týden – ČTVRTEK.....	91
6.1.10	Stávající trasy sudý týden – PÁTEK	93
6.1.11	Souhrn najetých kilometrů a času stávajících tras svozu KO	95
6.2	Nové trasy svozu komunálního odpadu	96
6.2.1	Nové trasy lichý týden – ÚTERÝ	97
6.2.2	Nové trasy lichý týden – STŘEDA.....	100
6.2.3	Nové trasy lichý týden – ČTVRTEK.....	104
6.2.4	Nové trasy lichý týden – PÁTEK	108
6.2.5	Nové trasy sudý týden – ÚTERÝ	112
6.2.6	Nové trasy sudý týden – STŘEDA	115
6.2.7	Nové trasy sudý týden – ČTVRTEK	119
6.2.8	Nové trasy sudý týden – PÁTEK.....	123
6.2.9	Souhrn najetých kilometrů a času nových tras svozu KO	125

Seznam obrázků

Obrázek 3-1 Hierarchie strategických cílů plánu odpadového hospodářství ČR	19
Obrázek 3-2 Oběhové hospodářství, přechod od lineární ekonomiky k cirkulární	20
Obrázek 3-3 Separovaný sběr pomocí sběrných nádob	22
Obrázek 3-4 Nástavba malého objemu s bočním nakládáním nádob	27
Obrázek 3-5 Mobilní lisovací kontejner	27
Obrázek 3-6 Jednoramenný hákový a dvojramenný způsob nakládání kontejneru.....	29
Obrázek 3-7 Svozové vozidlo s rotačním stlačováním a otevřeným vyklápěčem	30
Obrázek 3-8 Svozové vozidlo s lineárním a otevřeným vyklápěčem.....	32
Obrázek 3-9 Kroky metody výhodnostních čísel	41
Obrázek 3-10 Větvení řešení algoritmu metody větví a mezí	43
Obrázek 3-11 Přenos polohy vozu pomocí lokační služby GPS	48
Obrázek 4-1 Trasa svozu KO v obci Křenice a jejích místních částí	56
Obrázek 4-2 Trasa svozu KO v obci Běhařov	56
Obrázek 4-3 Okruh 2 Plánice a Obrázek 4-4 Okruh 3 Zavlekov.....	63
Obrázek 4-5 Trasa svozu v obci Dolany včetně místních částí	69

Seznam tabulek

Tabulka 3-1 Znaky sledovaných typů zástavby v sídelních jednotkách ČR	18
Tabulka 3-2 Přehled nádob na odpad	23
Tabulka 3-8 Dopravní tabulka (matice sazeb vzdáleností).....	36
Tabulka 4-1 Počet osob na 1 nádobu v jednotlivých zástavbách	54
Tabulka 4-4 Průměrné týdenní množství KO	58
Tabulka 4-5 Rozdělení tras pro jednotlivé obce do lichého a sudého týdne	60
Tabulka 4-6 Tabulka středa lichý	62
Tabulka 4-7 Středa sudý	62
Tabulka 4-10 Matice sazeb - sudý čtvrtek okruh Mochtín před úpravou.....	66
Tabulka 4-11 Matice sazeb - sudý čtvrtek okruh Mochtín s úpravou vzdáleností	66
Tabulka 4-12 Tabulka výsledných hodnot trasy - sudý čtvrtek okruh Mochtín.....	67
Tabulka 4-13 Stávající trasy - počet kilometrů a počtu hodin za 14 dnů	67
Tabulka 4-14 Nové trasy – počet kilometrů a počtu hodin za 14 dnů	68

Seznam rovnic

Rovnice 1 Vyváženost dopravní úlohy	36
Rovnice 2 Minimum lineární funkce	37
Rovnice 3 Celkový počet odpadkových nádob.....	54

Seznam použitých zkratk

- KO – směsný komunální odpad - zbytková směs netříděných odpadů z činností souvisejících se životem domácností a službami veřejnosti, které zajišťuje obec pro své občany. V širším pojetí KO je potřeba zmínit, že za něj lze označit například i odpad z odpadkových košů, z úklidu silnic a údržby veřejné zeleně.
- GPS – GPS pochází z názvu Global Positioning System a představuje první hromadně používaný a ucelený navigační systém využívající umělých satelitů na oběžné dráze

Země. Systém GPS je v současné době nejrozšířenější funkční GNNS. Prvotně byl vyvinut americkou vládou jako vojenský navigační systém.

GALILEO - Navigační systém Galileo je plánovaný evropský globální družicový polohový systém, který by měl být obdobou amerického systému Navstar GPS a ruského systému GLONASS. Jeho výstavbu zajišťuje Evropská unie (EU) reprezentovaná Evropskou komisí (EC) a Evropská kosmická agentura (ESA). Jedná se tedy o systém provozovaný civilní správou. Galileo měl být původně provozuschopný od roku 2010, dle nových plánů je nejbližší rok spuštění prvních tří služeb naplánován na rok 2015.

GSM - Globální Systém pro Mobilní komunikaci, původně však francouzsky („Groupe Spécial Mobile“), je nejrozšířenější standard pro mobilní telefony na světě. Lokalizace pomocí GSM sítě je založená na využití znalostí její struktury a monitorování činnosti lokalizovaného mobilního zařízení, které je do ní přihlášeno. Využíváno je několik metod s rozdílnou přesností určení polohy. Základní z metod využívá tzv. Cell ID. GSM síť je tvořena sítí základnových stanic (tzv. BTS), jež vytváří buňkovou strukturu. Pomocí Cell ID neboli identifikačního čísla buňky a známé polohy základnové stanice pak lze určit polohu mobilního zařízení, které je k dané buňce přihlášeno. Poloha základnových stanic je známa a velikost buněk se pohybuje v závislosti na lokalitě od cca 100 až do 500 metrů čtverečních. S využitím výpočtu průniků buněk (mobilní zařízení přijímá signál z více základnových stanic) lze přesnost lokalizace dle dostupných informací zvýšit přibližně na 300 m.

SOA - pro dopravu komunálního odpadu speciálně konstruované automobily, které se označují jako svozové odpadkové automobily. SOA jsou převážně stavěny na částečně upraveném podvozku nákladního automobilu.

1 Úvod

Odpadové hospodářství a celkově odpady jsou fenoménem dnešní doby a nedílnou součástí fungování každé obce. Bez služeb odvozu a likvidace odpadů z našich domovů si dnes neumíme představit svůj život. Bohužel racionalita odpadového hospodářství stojí na okraji zájmu podnikatelských subjektů, protože shromažďování, třídění, recyklace a likvidace odpadů přináší jen malé ekonomické zisky při potřebě dlouhodobých investic. Požadavky ekologie a ekonomie se v této oblasti prolínají s cílem zabezpečit zdravý a bezpečný život lidí nejen ve velkých aglomeracích, ale i v nejmenších obcích. Proto se nabízí otázka: „Je vůbec možné dosáhnout časově a ekonomicky nákladově optimálního řešení v oblasti svozu odpadů?“

Odpovědí na tuto otázku je například eliminace nadbytečných kilometrů svozu komunálního odpadu. Základní úvahou je předpoklad, že stávající trasy svozových automobilů jsou řešeny pouze na základě zkušeností a intuice. Pokud by byly použity ekonomicko-matematické metody při jejich plánování, optimalizací dopravních tras svozu by došlo ke zkrácení jejich délky a tím i k úspoře nákladů a času. Optimální využití dopravních prostředků by bylo výhodné nejen pro provozovatele svozu odpadů z hlediska ušetřených nákladů opakujících se dopravních tras, ale i pro odběratele služeb, obce a občany, udržením stávajících cen za odvoz odpadů. Záměrem není pouze úspora nákladů, ale pokus o racionalizaci svozu ve vybrané lokalitě a tím zvýšení produktivity práce při svozu odpadů při zachování stejných nákladů.

Pro zpracování diplomové práce byla vybrána společnost Pošumavská odpadová s.r.o., regionální podnikatelský záměr měst Klatovy a Sušice. Základní myšlenkou pro vznik společnosti bylo pro zastupitelstva obou měst nejen zabezpečit svým občanům veřejně prospěšné služby, ale i zachovat přijatelné ceny svozu a likvidace odpadů. Od vzniku společnosti probíhá kontinuálně připojování dalších měst a obcí s cílem postupného zapojení většiny obcí v rámci regionu Klatovska. Úkolem vedení společnosti Pošumavská odpadová s.r.o. je proto najít takové metody vytváření efektivních provozních harmonogramů svozu komunálního odpadu, aby mohlo tento cíl ekonomicky realizovat.

Počet vstupních faktorů ovlivňujících rozhodování přepravních tras je velmi rozsáhlý. Předpokladem pro výběr optimálního využití trasy je znalost matice vazeb tras, četnosti operací, topologie cest, čas nutný k nakládce, restrikcí cest a také kapacity vozidel.

Možnost využití analýzy užitečných hodnot svozu komunálního odpadu pomocí porovnávacích tabulek by bylo pro celkové řešení pouze vhodným vodítkem a při splnění pouze funkčních kritérií nedávalo spolehlivé výsledky. Proto bylo nezbytné posoudit ještě další faktory možných omezení svozu, jako je členitost vybraného dopravního okružního problému, časový plán doby svozu a návaznost na časové vytížení provozovaných vozidel vzhledem k nutnému odvozu odpadu na skládku komunálního odpadu.

Vybraná společnost Pošumavská odpadová s.r.o. má za cíl neustále zlepšovat své služby s důrazem na efektivitu, zlepšování svých technologických a logistických procesů i s ohledem na ochranu životního prostředí. Velká výzva do budoucna je v pečlivém rozdělení veškerého komunálního odpadu již přímo u zákazníků služeb společnosti a jeho oddělený odvoz k dalšímu zpracování. Tímto by se výrazně eliminovaly skládky, jak je cílem novelizované Směrnice 99/31/EC o skládkování odpadů, a zvýšila využitelnost komunálního odpadu. (Rada Evropské unie, 2015)¹

Z důvodu velkého rozsahu dané problematiky nebylo možné posuzovat všechny stávající trasy ve vybrané společnosti. Pro zjištění, zda lze úspěšně racionalizovat dopravní trasy svozu komunálního odpadu, byl proto vybrán za cíl posoudit stávající harmonogram svozu obcí ve venkovském regionu okolí Klatov provozované společností Pošumavská odpadová s.r.o. Vybraná společnost poskytovala veškeré informace k vybraným okružním trasám svozu.

¹ Nejdůležitějším cílem nové legislativy je především zvýšení třídění a recyklace odpadů, odklon od skládkování a s tím související plnění povinných evropských cílů. Podle nich již v roce 2025, tzn. za necelých 6 let, musí Česká republika recyklovat veškerý svůj komunální odpad z 55 %. Dnes se jí to daří pouze z 39 % vyprodukovaného komunálního odpadu. V roce 2030 musí být v ČR recyklováno 60 % komunálního odpadu, za dalších 5 let ještě o dalších 5 % více. (Roubíčková, 2019) (Tiskové oddělení MŽP, 2019)

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem diplomové práce je racionalizovat stávající dopravní trasy svozu komunálních odpadů provozované společností Pošumavská odpadová s.r.o. a navrhnout pro vybranou lokalitu svozu nové trasy. V případové studii bude analyzováno využití stávajících svozových tras komunálního odpadu v dané lokalitě, rozsah zastávek a vytížení vozidla svozu včetně spotřeby pracovního času. Po podrobné analýze bude pomocí matematických metod navržena optimalizace tras s cílem redukovat délky nových tras.

V současné době je svoz odpadů plánován s ohledem na dlouhodobou znalost místních podmínek. Celkovým cílem bude poté porovnání současné a nově navržené okružní dopravní trasy a tím i výběr vhodné metody její optimalizace pro další praktické využití ve společnosti Pošumavská odpadová s.r.o. Pomocí vybrané metody bude dispečer společnosti Pošumavská odpadová s.r.o. mít poté možnost navrhnout optimální dopravní trasu i na ostatní trasy svozu. Tím by došlo k racionalizaci a úspoře nákladů.

Na tento cíl naváží dílčí cíle analýzy:

- Návrh racionalizace svozového plánu
- Zhodnocení navrženého stavu nových tras
- Využitelnost navrženého řešení v praxi pro optimalizaci ostatních tras svozu

2.2 Metodika

Diplomová práce se skládá ze dvou částí. V první, teoretické části, je popsána legislativa, budoucnost odpadového hospodářství a technika svozu komunálního odpadu. Jako systémový přístup budou popsány vhodné metody pro řešení okružních dopravních tras v rámci racionalizace svozu komunálního odpadu.

Druhá část, případová studie, se zabývá praktickou rovinou řešení optimalizace tras svozu komunálního odpadu ve firmě Pošumavská odpadová s.r.o. ve vybrané lokalitě. Nejprve bude popsána technika, která je používána jako svozové odpadkové automobily, a její vliv na řešení práce. Dále se řešená úloha zabývá trasami ve vybrané lokalitě, kde je svoz realizován, a zároveň proveden jejich rozbor z hlediska časového sledu a naplněnosti vozidla, které danou trasou projíždí. V tomto kroku analýzy bude pro vlastní rozhodování o racionalizaci pro stávající okružní dopravní trasy vytvořena i jejich matice vzdáleností,

aby se ve vlastním výpočtu porovnala stávající trasa s navrženými pomocí matematických metod.

Optimalizace trasy bude provedena pomocí výpočetního programu TSPKOSA, s využitím metod: Vogelova aproximační metoda, metoda nejbližšího souseda (sekvenčně), metody výhodnostních čísel (paralelně) a metodou větví a mezí. Jako směrodatnou metodu výpočtu se použije metoda větví a mezí. Optimalizované dopravní okruhy budou takové, které mají nejkratší délku trasy. Z těchto okruhů bude poté vybráno nejvýhodnější řešení s daným pořadím navštívených míst a nejmenší délkou ujetých kilometrů a pomocí nastudované odborné literatury interpretovány výsledky.

V závěru práce bude posouzena správnost myšlenky na racionalizaci svozu komunálního odpadu a její využitelnost v praxi.

3 Teoretická východiska

3.1 Legislativa odpadového hospodářství

Vstoupením ČR do EU byly vyvolány pozitivní změny legislativy v české ekologii přijetím řady nových směrnic, které hájí oblast životního prostředí. (Ministerstvo životního prostředí, 2019) Tato sjednocená pravidla zemí EU pobízejí rozvíjet využití obnovitelných zdrojů energie nebo pravidla pro oběhové hospodářství. (Evropský výbor regionů, 2015) Jako dobrý příklad může sloužit kampaň na omezení jednorázových plastů s názvem „Dost bylo plastu“. (Ministerstvo životního prostředí, 2019)

Mezi významné environmentální cíle EU patří omezit stále rostoucí množství odpadů, které končí skládkováním na půdě, která by mohla být využita pro prospěšnější účely. Druhotným efektem omezení skládkování odpadů by bylo i omezení vzniku nebezpečného skleníkového plynu metanu, který se tímto vytváří. Hmotnostně nejvýznamnější je směsný komunální odpad. (Rada Evropské unie, 2015) Základním způsobem, jak těchto cílů dosáhnout, je lepší třídění odpadů, jejich spalování moderními spalovnami KO a také optimalizovaná a účelná doprava. (Evropská agentura pro životní prostředí (EEA), a další, 2014) „Z hlediska množství spalovaných komunálních odpadů má pro další vývoj základní význam: *Směrnice 99/31/EC o skládkování odpadů.*“ (Bagarová, 2000)

3.1.1 Vymezení pojmu komunální odpad

Lidská společnost musela řešit odpady s přechodem života od kočovného k usedlému. Od starověku se proto vznikající města potýkala s problémy jeho odsunu mimo své území. (Sdružení provozovatelů technologií, 2018) S příchodem moderní doby se začal tento odpad nazývat komunální, obecní, patřící do pravomoci měst a obcí. (Ošmerová, 2013) Základní zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů stanovuje pravidla pro předcházení vzniku odpadů a pro nakládání s nimi při dodržování ochrany lidského zdraví, životního prostředí, trvale udržitelného rozvoje a při omezování nepříznivých dopadů využívání přírodních zdrojů a zlepšování účinnosti tohoto využívání v souladu s příslušnými předpisy Evropských společenství. Kromě toho upravuje práva a povinnosti osob v odpadovém hospodářství a působnost orgánů veřejné správy v odpadovém hospodářství. (Ministerstvo životního prostředí, 2018)

Odpad lze charakterizovat dle zákona č. 185/2001 Sb., ve znění §3 :

„Odpad je každá movitá věc, které se osoba zbavuje, nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit.“ (Ministerstvo životního prostředí, 2018)

Komunálním odpadem je možno i rozumět:

„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.“ (Ministerstvo životního prostředí, 2017)

V práci je uvažovaný odpad míněn jako směsný komunální odpad (dále jen KO) - zbytkovou směsí netříděných odpadů z činností souvisejících se životem domácností a službami veřejnosti, které zajišťuje obec pro své občany. V širším pojetí KO je potřeba zmínit, že za něj lze označit například i odpad z odpadkových košů, z úklidu silnic a údržby veřejné zeleně. (Ministerstvo životního prostředí, 2017)

3.1.2 Skladba a množství komunálního odpadu

Skladba domovního odpadu, jeho využitelných složek odpadů a nakládání s nimi je důležitou informací pro rozhodování obce o způsobech separace. Údaje odděleně sbíraných využitelných složek KO do sběrných nádob (papír, plast, sklo a organický odpad) slouží vedení obce k poznání chování jejích občanů a možné cílené osvětové činnosti v oblasti nakládání s odpady, což je předpokladem pro jeho další využití. (Voštová, 2009)

Podle metodiky, která spočívá v roztřídování směšného domovního odpadu do souboru předem určených látkových skupin ve fázi po vysypání do svozového automobilu, jsou rozlišovány čtyři typy obytné zástavby dle možnosti využití, spalování a kompostování KO. (Voštová, 2009)

Tabulka 3-1 Znaky sledovaných typů zástavby v sídelních jednotkách ČR

Symbol	Znaky: zástavba, způsob vytápění	Charakter zacházení s KO
C "centrální"	Sídlišťe s centralizovaným zásobováním tepla	Bez možnosti jakéhokoliv využití odpadu na místě vzniku
S "smíšený"	Převážně starší zástavba městských čtvrtí se smíšeným vytápěním ušlechtilými palivy (plyn, nafta, elektřina), ústředním vytápěním z domovních a blokových kotelen i individuálních (lokálních)	S možností spalovat část hořlavé složky
V "vilový"	Zástavba městských čtvrtí tvořená rodinnými domky a nájemními vilami s lokálním vytápěním pevnými a částečně i ušlechtilými palivy (zejména plynem)	S větším podílem spalování hořlavé složky i dalšího využití KO
P "příměstský"	Vesnická a příměstská zástavba s vytápěním převážně pevnými palivy	S možností využít značnou část KO, tj. část spalovat, část kompostovat a část zkrmovat domácími zvířaty

Zdroj: (Voštová, 2009)

Dále je množství a skladba komunálního odpadu ovlivněna:

- Systémem sběru komunálního odpadu
- Intervalem svozu
- Druhem a počtem odpadkových nádob

Pro pochopení důležitosti znalostí těchto ukazatelů KO při optimalizaci svozu, je potřeba poukázat na objemovou hmotnost odpadu, která je rozhodující pro převoz po stlačení. (Ošmerová, 2013)

Objemová hmotnost KO pro domácnosti se rozlišuje mezi topné a netopné období. Lisováním KO ve svozovém voze se poté objem zmenšuje, což značně ulehčuje jeho převoz. Stupeň stlačení je závislý na druhu odpadu. Využitím znalostí množství objemů a skladby KO lze využít při optimalizaci sběrné sítě s přesným stanovením počtu sběrných nádob, určených pro další separaci odpadů. A rovněž stanovit počet svozových vozů, kapacity třídících linek, velikost skládek a jiných zařízení na využití nebo odstraňování odpadů. (Voštová, 2009)

3.1.3 Priority a strategické cíle plánu odpadového hospodářství ČR

„22. 12. 2014 vláda ČR schválila nový Plán odpadového hospodářství ČR (POH ČR) pro období 2015 – 2024. Rovněž schválila nařízení vlády, kterým se vyhláší závazná část POH ČR, nařízení vlády č. 352/20014 Sb., o Plánu odpadového hospodářství České republiky pro období 2015–2024.“ (Ministerstvo životního prostředí, 2014)

„Strategické cíle uvedené v POH ČR jsou:

1. Předcházení vzniku odpadů a snižování měrné produkce odpadů.
2. Minimalizace nepříznivých účinků vzniku odpadů a nakládání s nimi na lidské zdraví a životní prostředí.
3. Udržitelný rozvoj společnosti a přiblížení se k evropské „recyklační společnosti“.
4. Maximální využívání odpadů jako náhrady primárních zdrojů a přechod na oběhové hospodářství.“ (Ministerstvo životního prostředí, 2014)

Obrázek 3-1 Hierarchie strategických cílů plánu odpadového hospodářství ČR



Zdroj: (Koutná, 2018)

Základní bod hierarchie je odstranění skládkování, čím vyš se další body nachází, tím méně je jeho uplatňování důležité.

„Z priorit Plánu odpadového hospodářství vyplývá i nezbytnost stanovit a koordinovat síť zařízení k nakládání s odpady v regionech. Na POH ČR tak přímo navazuje nový programový dokument Operačního programu Životní prostředí 2014–2020, prostřednictvím kterého bude možné čerpat finance pro podporu nových zařízení a systémů nakládání s odpady v ČR.“ (Ministerstvo životního prostředí, 2014)

Z toho vyplývá, že postupem času by mělo docházet k tzv. oběhovému hospodářství, k přechodu lineární ekonomiky k cirkulární. Principem je úsilí o využití produktů v systému na co nejdelší dobu, než dojde k jejich likvidaci (a tím i opuštění systému). Z hierarchického hlediska se jedná o co nejdelší setrvání na horních stupních pyramidy. Příkladem může být použití biologicky rozložitelných odpadů jako součásti hnojiv, různé druhy recyklace stavebních materiálů a používání skleněných lahví. (Koutná, 2018)

„V roce 2018 jsme vyprodukovali 5,8 milionu tun (577 kilo na jednoho obyvatele) komunálního odpadu, z čehož téměř polovina skončila na skládce. To je dvakrát více než průměr států Evropské unie. Ze zbytku se materiálově zpětně využije asi třetina a 12 procent se spálí. A množství skládkovaného odpadu se Čechům nedaří snižovat dlouhodobě.“ (Sedláčková, 2020)

Z toho vyplývá, že skládkování je nyní na vyšší příčce, než je cílem. Do budoucna bude proto značný dopad zákazu skládkování na logistické systémy odpadového hospodářství. Proto je racionalizace dopravy a změna systémů přepravy odpadů důležitým krokem k naplnění priorit POH ČR. (Ministerstvo životního prostředí, 2014)

Obrázek 3-2 Oběhové hospodářství, přechod od lineární ekonomiky k cirkulární



Zdroj: (Sedláčková, 2020)

Prioritou omezení nutnosti skládkování a tím předcházení vzniku odpadu, je nejvyšší stupeň pyramidy a využití co největší míry opětovného využití. Další prioritou je zlepšení efektivity separace. V roce 2016 byl separovaný odpad 14 % KO, možnosti na zlepšení jsou v efektivnějším třídění složek KO. (Koutná, 2018)

„Předkládaná legislativa musela především zohlednit nová unijní pravidla, na nichž se shodly členské státy EU s europoslanci již v roce 2018. Podle nich musí Češi již v roce 2025 recyklovat veškerý svůj komunální odpad z 55 procent, v roce 2030 to má být již 60 procent a za dalších pět let ještě o pět procent více. Od roku 2030 (původně ministerstvo navrhovalo již rok 2024) by obce neměly ke skládkování přijmout žádný odpad, který může být recyklován nebo jinak využit (s výjimkou odpadu, pro nějž skládkování představuje řešení nejvstřícnější vůči životnímu prostředí).“ (Sedláčková, 2020)

3.2 Metody shromažďování, sběr a svoz komunálního odpadu

Cyklus KO začíná jeho přesunem z domácností (domovní odpad) nebo firem do sběrných nádob nebo do nádob na separovaný odpad (vytříděné odpady, objemné odpady, odpady ze služeb, průmyslové odpady nesouvisející s výrobou). (Voštová, 2009)

Shromažďování odpadů z domácností a právnických osob se uskutečňuje pomocí sběrných nádob. Nabídka těchto nádob je co do materiálu (plast či kov), vybavení (kolečka) i objemu (od 60 do 1 200 l) dostatečně široká. Pro jejich správné užívání je důležité jejich označení, které se doporučuje umístit na zadní viditelnou a dobře čitelnou nálepku s uvedením druhu odpadů, názvem svozové firmy a kontaktních údajů. Specifickým druhem sběrných nádob jsou velkoobjemové kontejnery, které se užívají nejen ke sběru objemného odpadu (např. vyřazený nábytek, stavební suť, větve apod.), ale i ke sběru komunálního odpadu, a to především ve venkovských oblastech. Převážně pro komunální odpady s nízkou měrnou hmotností (obaly, sběrový papír, PET) se vyrábějí velkoobjemové kontejnery, které mají zabudovanou lisovací jednotku (obdobou vozu s lisovacím zařízením). (Voštová, 2009)

Podle technického vybavení lze sběr komunálního odpadu rozdělit na dva typy:

- Nádobový způsob
- Pytlový způsob

3.2.1 Nádobový sběr

*„Základem nádobového separovaného sběru je vícenásobné použití sběrných nádob. Přitom se může jednat o **nádobový sběr s vyprazdňováním nádob** (v ČR nejrozšířenější způsob) nebo **nádobový sběr s výměnou nádob**.*

Pro nádobový sběr s vyprazdňováním nádob se používají barevně rozlišené nádoby o objemu 40 – 3200 l se speciálními úpravami.

Obvyklé barevné členění je: modrá – papír a lepenka, žlutá – plasty, bílá – čiré sklo, zelená – barevné sklo, hnědá – biopad, oranžová – nápojové kartóny.“ (Voštová, 2009)

Obrázek 3-3 Separovaný sběr pomocí sběrných nádob



Zdroj: (ELKOPLAST CZ, s.r.o., 2015)

„Výhody: občany akceptovaný způsob, možnost volby velikosti nádob pro různé typy zástavby.

Nevýhody: vysoké investiční náklady, nezbytnost pečlivě volit stanoviště nádob.

Při nádobovém sběru s výměnou nádob se užívají kontejnery o objemu 5 – 11 m³ vnitřně dělené pro jednotlivé složky KO a zvnějšku barevně odlišené. Nejčastěji se používají pro sběr papíru, čirého a barevného skla.

Výhody: operativnost nasazení.

Nevýhody: možnost znečištění okolí při nárazovém naplnění kontejneru.“

(Voštová, 2009)

3.2.2 Pytlový sběr

„Pytlový sběr představuje alternativu k předchozímu sběru odpadu. Využívá se převážně pro sběr směsného komunálního odpadu a separovaného sběru využitelných složek. Aplikují se pytle papírové, plastové či jutové. Frekvence svozu v případě naplněných

pytlů přímo od jednotlivých domů se provádí 1 × týdně až 1 × za 14 dní. Při mobilním sběru je frekvence alespoň 1 × měsíčně.

Výhody: pořizovací náklady na zavedení tříděného sběru jsou nižší než při nákupu sběrových nádob, provozovatel systému nehradí údržbu sběrových nádob nebo pronájem z veřejných prostranství, systém vyžaduje jednoduchou svozovou techniku (postačí nákladní automobil s korbou).

Nevýhody: provozní náklady za pořizování dostatečného množství plastových pytlů do jednotlivých domácností jsou příliš vysoké, dochází ke znečišťování ulic a komunikací, pytle na nákladním automobilu je nutné zajistit sítí, jednotlivé sbírané suroviny je nutno před odvozem ke zpracovateli vysypat z pytlů a dotřídit.“ (Voštová, 2009)

Tabulka 3-2 Přehled nádob na odpad ²

Používané nádoby	Materiál	Objem nádob	Hmotnost plastové nádoby	Hmotnost plechové nádoby	Průměrná hmotnost	Průměrná hmotnost	Průměrná hmotnost
					Papír	Plast	Sklo
					[kg]	[kg]	[kg]
Plastové pytle	plast	60			8	3	12
		120					
Nádoby s horním výsypem	Pozinkovaný plech, plast	110	6,4	24	6	2,5	28
Nádoby s horním výsypem na kolečkách	Pozinkovaný plech, plast	660	45	100-114	35	17	170
		770	48-50	135-145	40	20	200
		1100	65-80		58	28	296
Nádoby se spodním výsypem	pozinkovaný plech, sklolaminát	1100	65		58	28	286
		1500	77		79	39	390
		2100	90		112	55	546
		3200	150		170	84	832

Zdroj: (Voštová, 2009)

² Poznámka: Hmotnost odpadu v nádobě závisí na naplněnosti nádoby a objemu odpadu. Výpočty uvedené v tabulce jsou vypočítány za předpokladu 100% naplněnosti nádob. Další činitel, který ovlivňuje hmotnost odpadu v nádobě, je množství nežádoucích příměsí. (Voštová, 2009)

3.2.3 Mobilní sběr

Způsoby přepravy odpadu

- Potrubní svoz
- Mobilní svoz – pravidelný, nepravidelný

Potrubní svoz

- *odpad se přepravuje z místa vzniku na místo zpracování v potrubí,*
- *nižší nároky na pracovní sílu, vyšší hygieničnost sběru,*
- *vyšší investiční náklady i náklady na energii, nepodporuje se třídění komunálního odpadu,*
- *vhodné především pro konkrétní případy (hygienický sběr špinavého prádla v nemocnicích).*

Mobilní svoz - pravidelný

Týká se domovního odpadu a odpadů jemu podobnému, některých průmyslových odpadů, odpadů z těžební činnosti nebo kalu, které se pravidelně v předem určených termínech, odvázejí.

- *přesypný postup – pro domovní odpad soustředěný do odpadních nádob,*
- *výměnný postup – pro objemný odpad, průmyslový odpad aj. – pomocí objemných kontejnerů.*
- *jednorázový postup – domovní, nemocniční a jiný odpad umístěný v pytlích nebo sudovitých nádobách. Je hygienicky nezávadný a časově kratší, ale je fyzicky náročnější na obsluhu.*

Mobilní svoz - nepravidelný

- *velkorozměrné odpady,*
- *odpady o malé hmotnosti,*
- *odpady velkého objemu, které se vyskytují jen občas (např. stavební odpad).*

Obvykle se tento odpad shromažďuje ve velkoobjemových kontejnerech, které se podle potřeby vyvážejí výměnným způsobem nebo jednorázově. “ (Voštová, 2009)

3.3 Technika pro svoz komunálního odpadu

3.3.1 Historie svozu odpadů

Historický vývoj odstraňování odpadu z domácností a živností začíná na Blízkém východě již přibližně před sedmi tisíci lety, kdy tehdejší domy měly vyřešen odtok odpadní vody z koupelen a potrubí z kuchyně pro dopravu odpadků ven. Starý Jerusalems měl například v údolí Kidron skládku a zaveden funkční kanalizační systém. Spalitelné odpady byly spalovány³ a pro zemědělství byly využívány kompostovatelné zbytky. Další vývoj odsunu odpadů pokračoval v antice ve starověké Římské říši, kdy byly v zájmu hygienických potřeb obyvatel měst budovány nejen vodovody a veřejné lázně, ale i související kanalizační stoky a o čištění měst se staraly uklízečské četky. Se zánikem Římské říše se lidská společnost o cílené vyvážení odpadů nezajímala a většina odpadů končila na ulicích a v blízkých vodotečích. (Sdružení provozovatelů technologií, 2018)

S postupným rozvíjením státních institucí z feudálního systému a lidským poznáním, se problém svozu odpadů řešil od 17. století koňskými povozy, kdy se odpad jednoduše odvezl na nedalekou skládku města. Jak uvádí Tomáš Běhal ve své práci Design popelářského vozu, povozy byly upraveny pouze vysokými bočnicemi, aby bylo možné uvést co největší množství odpadu. Dále uvádí, že rozvoj specializovaných popelářských vozů popelářské svozové techniky začíná v 19. a 20. století nástupem pohonu pomocí spalovacích motorů. Od roku 1933 se objevuje ve Francii popelářský vůz s lisovacím zařízením v uzavřené nástavbě a v Německu v roce 1927 vůz s rotačním stlačováním, čímž bylo položen základ dnešní svozové techniky. (Běhal, 2015)

3.3.2 Svozový automobil na komunální odpad

Hlavním nástrojem pro odvoz KO jsou dnes specializované popelářské vozy s nástavbou se stlačovacím zařízením různého druhu. Základním požadavkem je schopnost přepravit co největší množství odpadu při minimálních nákladech. Při manipulaci s těžkými odpadními nádobami pomáhá posádce vozu nakládací mechanismus, který je napojen na hydraulický systém vozu. (Běhal, 2015) Vzhledem k různorodosti typů, objemu nástaveb

³ O spalování odpadů je zmínka i v Bibli (3. kniha Mojžíšova, kapitola 4, verš 11/12): „Kůži z býčka spolu s hlavou a s vnitřnostmi odvézt mimo stanoviště a spálit na ohni.“ (Sdružení provozovatelů technologií, 2018)

a specializace svozové techniky pro KO nelze uvést všechny varianty a možnosti, a ani to není cílem této práce. Budoucností svozu odpadů je separace odpadu jako je papír, plast, sklo a bioodpad již u prvotního článku sběru, odběratelů svozu (domácností a firem) a jejich přeprava do místa, kde proběhne jeho následné zpracování. Svozovou techniku pro převoz odpadů lze rozdělit na:

- vozy se speciální nástavbou (lisování odpadu a odvoz na skládku),
 - vozy s kontejnery na překládku (využití např. u pytlového sběru, sběr průmyslového odpadu či nepravidelného sběru v obcích),
 - nosiče přepravníků (princip oddělení korby vozu od samotného vozu),
 - vozy s hydraulickou rukou pro sběr separovaného odpadu (velkoobjemové nádoby pro tříděný odpad, papír, sklo, plasty),
 - vozy pro přepravu kapalných a nebezpečných odpadů,
 - vozy s přepravníky (nepravidelný sběr KO, úklid obce)
- (EKO-KOM, a.s., 2018)

3.3.3 Svozové vozy se speciální nástavbou

Základem této varianty svozového vozu je speciální nástavba, nádrž na odpad, která je upevněna na podvozku nákladního automobilu. Součástí nástavby je i hydraulický zdvihač nádob na odpad a vyklápěcí zařízení pro vyprazdňování speciální nástavby. Nádrž pro odpad dle typu stlačovacího zařízení je buď hranatá, nebo válcového tvaru. Stlačovací zařízení nástavby hutní odpad v nádrži, aby se maximálně využil její objem a přepravní využitelnost automobilu. Typ stlačování je daný historickým konceptem nástavby⁴, a to buď rotačním způsobem, kdy je nádrž válcová s vnitřním šnekem, nebo pomocí lineárního hydraulického systému s několika tlačnými deskami uvnitř hranaté nádrže. V úzkých historických ulicích měst jsou tyto nástavby malého objemu s bočním nakládáním nádob, který dovoluje lepší manipulaci. Rotační způsob stlačování je vhodný pro sypký odpad, jako je popel a bioodpad. Lineární typ, v současné době v EU nejpoužívanější, je ekonomicky výhodný pro vysokou stlačitelnost odpadu a rychlost nakládky. (Běhal, 2015) Podrobně se těmito dvěma způsoby stlačování bude věnovat kapitola **3.3.8 Druhy stlačování KO**.

⁴ kapitola **3.3.1 Historie svozu odpadů**

Obrázek 3-4 Nástavba malého objemu s bočním nakládáním nádob určená do úzkých ulic



Zdroj: (Pošumavská odpadová, s.r.o., 2016)

3.3.4 Svozové vozy s kontejnery na překládku

Princip výměny naplněného kontejneru za prázdný a přepravy naplněného na místo zpracování. Kontejner slouží jako mobilní sběrné místo pro daný typ odpadu, které lze v krátkém časovém okamžiku vyměnit pomocí speciálně upraveného nákladního automobilu. Další výhodou je možnost překládky těchto standardizovaných kontejnerů na železniční nebo lodní dopravu - kontejnery ABROL+CITY. (Ošmerová, 2013) Použití kontejnerů v oblasti sběru odpadů je velice široké, výrobci nabízejí i mobilní lisovací kontejnery, které již přímo v místě zmenšují objem komunálních nebo průmyslových odpadů až o 20 %. (ELKOPLAST CZ, s.r.o., 2015)

Obrázek 3-5 Mobilní lisovací kontejner



Zdroj: (ELKOPLAST CZ, s.r.o., 2015)

3.3.5 Svozové vozy s hydraulickou rukou pro sběr separovaného odpadu

Tyto vozy se využívají při sběru separovaného odpadu z kontejnerů na tříděný sběr, které jsou umístěny v obcích.⁵ Pomocí hydraulické ruky pracovník kontejner vyzvedne nad sběrnou korbu umístěnou na podvozku nákladního automobilu a dle typu kontejneru jej speciálním lanem otevře a vysype. Jedná se o efektivní způsob, jak obsloužit a odvézt na místo zpracování tříděný (separovaný) odpad. Ve spolupráci s použitím kontejneru Abrol nebo podobnými, které lze umístit nejen na nákladní vozidlo, ale i na železniční vagón, se může separovaný odpad převážet na velké vzdálenosti bez překládky. V současnosti již výrobci speciálních nástaveb s lineárním stlačováním KO nabízejí umístění hydraulické ruky pro vyprazdňování nádob na separovaný odpad jako součást kompletu nástavby na nákladní automobil a tím využití nástavby nejen na směsný KO. (Ošmerová, 2013)

3.3.6 Svozové vozy pro přepravu kapalných a nebezpečných odpadů

Jedná se o nákladní automobily ve speciální úpravě pro nebezpečné a tekuté odpady. Odpady z průmyslu, při dekontaminaci ploch nebo nebezpečných látek (ropné látky, azbest, pesticidy) se umísťují do uzavřených van a nádrží na podvozku nákladního auta. Tyto nádrže a vany mohou být i dvojplášťové a dalším zabezpečením proti úniku. Kaly a tekuté odpady se čerpají pomocí vakuových pump. (Ošmerová, 2013) Transport těchto odpadů musí být v souladu s mezinárodní Basilejskou úmluvou o oznamování přepravy nebezpečných odpadů. (DEKONTA, a.s., 2016)

3.3.7 Svozové vozy s přepravíky

Přepravíky na nákladním automobilu si lze pojmenovat jako vanové kontejnery, které jsou určeny pro ukládání a přepravu komunálních a průmyslových odpadů. Oddělení vanového kontejneru od podvozku nákladního automobilu probíhá různými způsoby (Ošmerová, 2013):

- lanovým nebo hákovým způsobem, kdy je vanový kontejner navalován po kluzných válcích umístěných na jedné straně vany na podvozek auta. Jedná se o jednoramenný systém.

⁵ Práva a povinnosti v této věci stanovuje zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech. Podle § 17 odst. 2 obec může ve své samostatné působnosti stanovit obecně závaznou vyhláškou obce systém shromažďování, sběru, přepravy, třídění, využívání a odstraňování komunálních odpadů. (Voštová, 2009)

- dvojrámenný systém vanový kontejner vyzvedne z podvozku auta nebo místa uložení pomocí dvou ramen a nedojde k možnému poškození vany nebo plochy navalováním. (Ošmerová, 2013)

Vanové kontejnery se používají v mnoha provedeních a velikostech objemu. Mohou být otevřené nebo mít uzavíratelná víka. Jejich použití je mnohostranné i pro jiné účely, například pro sběrné dvory, na stavbách pro stavební suť, pro sběr KO při údržbě veřejné zeleně. (ELKOPLAST CZ, s.r.o., 2015)

Obrázek 3-6 Jednoramenný hákový a dvojrámenný způsob nakládání kontejneru



Zdroj: (F. X. MEILLER Slaný s.r.o., 2015)

Uvedený typ svozu odděluje sběr a odvoz odpadů. Přeprava poté může být nejen jednofázová, ale i vícefázová na delší přepravní vzdálenosti do místa dalšího zpracování. Předností této přepravy je ekonomická výhodnost a úspora času, kdy lze využít jedno nákladní auto pro více druhů kontejnerů, ať se jedná o kontejnery na překládku nebo vanové kontejnery. (Ošmerová, 2013)

V kapitole **3.3.3 Svozové vozy se speciální nástavbou** jsme základním způsobem rozdělili speciální nástavby pro sběr a převoz KO na rotační a lineární typ dle druhu stlačování odpadů. Tyto nástavby se umísťují na podvozek vhodného nákladního automobilu jako pevné a jsou napojeny na hydraulický systém vozidla. (Ošmerová, 2013) Výhodnosti a principu obou systémů stlačování a jeho vlivu na sběr KO je věnována další kapitola.

3.3.8 Druhy stlačování KO

Rotační stlačování

Z dob totality si většina pamětníků vzpomene na oranžové Kuka popelářské vozy pro sběr a svoz komunálních odpadů. Uvedené vozy vycházely z konceptu firmy KUKA, která první přišla s konceptem stlačování odpadu v otáčivé válcové nádrži. Odpad se v nádrži posouvá otáčením pomocí nízké dvouchodé šroubovice a stlačuje se v přední části nádrže. Z toho vyplývá možnost pouze zadního nakládání s násypkou ve výšce. Tento princip byl v Evropě, jak uvádí ve své práci Tomáš Běhal, velmi využívaný. (Běhal, 2015) Důvodem je vhodnost pro mokré typy odpadů (bioodpad) a odpad z vytápění pevnými palivy, jak uvádí Koutná ve své práci Transportní systémy v odpadovém hospodářství. (Koutná, 2018) Dalším kladem těchto nástaveb je, že nepotřebují tak výkonné automobily pro stlačení v porovnání s lineárním lisem. (Ošmerová, 2013)

Na válcovou nádrž navazuje konstrukce vyklápěče obsahu a hydraulického zařízení pro zvedání nádob s odpadem. Při naplnění prostoru nádrže vůz s nástavbou zajede na skládku a otevře zadní vyklápěč. Po spuštění protichodného směru otáčení nádrže, se pomocí šroubovice obsah nádrže vyprázdní. (Běhal, 2015)

Vzhledem k nemožnosti sběru separovaného odpadu a malé stlačitelnosti KO, je dnes od tohoto způsobu sběru a přepravy KO postupně upouštěno a využívá se především jako doplňkový způsob v oblastech s vysokým podílem sypkého odpadu, popel, biodpad. (Ošmerová, 2013)

Obrázek 3-7 Svozové vozidlo s rotačním stlačováním a otevřeným vyklápěčem



Zdroj: (Běhal, 2015)

Lineární stlačování

Rozvoj systémů s hydraulickým lisováním, který původně vznikl ve Francii a pokračoval v USA, dostal vývoj tohoto konceptu nástaveb pro sběr a přepravu odpadů až k používání několika samostatných lisovacích a podávacích desek. (Běhal, 2015) V nádrži kvádrového tvaru se ve směru od kabiny pohybuje tlačná deska, která lisuje nabraný odpad proti druhé vícelamelové desce v zadní části nástavby. Vícelamelová deska má dvě funkce. V první fázi nabírá nasypaný odpad z násypné vany „hopperu“, která je součástí konstrukce vyklápěče. Poté co spodní pohyblivá deska tento úkon provede, celá stěna v protisměru stlačí odpad proti desce v přední části. Tím se uvolní prostor pro další „porci“ odpadu v nádrži. Po zaplnění celé nádrže vůz otevře na skládce nebo místě výsypky celou konstrukci vyklápěče vzhůru a přední tlačná deska odpad vytlačí ven. Vyklápěč mimo sběrné vany a vícelamelové desky má, stejně jako rotační nástavby, hydraulické zařízení pro zvedání nádob s odpadem. *„U třínápravových popelářských vozů s nákladovým prostorem o objemu 20 m³ se tato hodnota pohybuje okolo 2,8 m³. Velikost násypky má vliv na to, jak často musí být použit lis k posunutí odpadu do nákladového prostoru. Tedy čím větší násypka je, tím menší je nutnost použít lis k posunu a slisování odpadu dále do vozu.“* (Běhal, 2015)

Výhodou konstrukce lineárního stlačování je jeho vysoká účinnost stlačení vsypaného odpadu až 1 : 4, snadná manipulace s nádobami do relativně malé výšky, rychlost stlačení a využití objemu nádrže vzhledem k maximální nosnosti nákladního vozidla. Nevýhodou je možnost vzpříčení vícelamelové desky, která se pohybuje v drážkách a je citlivá na velké kusy dřev a podobného měkkého odpadu. Rovněž sběr skla a popela v této konstrukci stlačování není příliš vhodný. Také velikost zadního převisu u nástavby s lineárním stlačováním je pro manévrování vozu v úzkých ulicích a parkovištích nevýhodný. (Běhal, 2015)

Trendem do budoucnosti je způsob sběru a svoz komunálního a separovaného (papír, plast, sklo, bioopad) odpadu v jedné nástavbě. Tímto by se ušetřilo množství energie pro převoz při stlačení separovaného odpadu již v nástavbě a zároveň by se sběr KO posunul k logičtější variantě třídění odpadu přímo u hlavního zdroje KO. (Běhal, 2015)

Obrázek 3-8 Svozové vozidlo s lineárním a otevřeným vyklápěčem



Zdroj: (Běhal, 2015)

3.4 Optimalizace dopravních tras

Pokud jakýkoliv dopravce chce zavést optimalizaci dopravních tras, která má za výsledek snížení nákladů na pohonné hmoty, zlepšení efektivity pracovní doby řidičů, účelnější zacházení s vozovým parkem a využití nákladového prostoru, měl by se orientovat na dva základní kroky minimalizace nákladů na přepravu (Vondra, 2016):

- Prostřednictvím optimalizačních metod, postupů a analýz zmenšit souhrnný počet ujetých kilometrů a kilometrů bez nákladu. S tím souvisí volba vhodných přepravních vozidel, která budou svou ložnou plochou nebo objemem co nejefektivněji využita. Cílem je i minimalizace časů jízdy vozidla a navýšení dopravních výkonů. Existuje mnoho metod, které tuto problematiku řeší. Rešeršní část představí a popíše ty nejzákladnější, které nejvíce vyhovují charakteristice diplomové práce.
- Používat pokrokové informační a komunikační technologie jako posily výše uvedeného optimalizačního procesu. Jedním z těchto prvků je vzdálené sledování v reálném čase pomocí polohovacího systému GPS (Český kosmický portál, 2017) a jiných monitorovacích nebo analyzačních prvků. (Vondra, 2016)

3.4.1 Dopravní logistika

Dopravou rozumíme specifickou činnost lidí, která slouží k cílevědomému a ekonomicky zdůvodněnému přemístování věcí nebo osob vedoucí k uspokojování potřeb přemístění. Z tohoto důvodu je v logistice doprava nositelem hmotného toku těchto potřeb. Makroekonomika rozeznává v oběhových procesech dvě struktury dopravy (Svoboda, 2004):

- Ekonomický oběh hmotných produktů z výroby za účelem směny zboží či jiných produktů spotřeby jako proces nevýrobního charakteru
- Jako proces ve výrobním procesu, který slouží k manipulaci jako je skladování, řízení zásob a technická úprava zboží nebo produktů, vyvolané potřebou jejich oběhu a přemístování (Svoboda, 2004)

Logistický reengineering

Ve druhé polovině dvacátého století se rozvinuly nové vědní obory, zejména informatika a kybernetika, které způsobily, že procesy v rámci výrobního procesu mohou do určité míry nahrazovat procesy hmotných statků a tím v této oblasti ekonomického oběhu minimalizovat fyzické toky. Minimalizace dopravy mezi výrobcem a spotřebitelem je realizována tím způsobem, že obchod jako zprostředkovatel zde pracuje pouze s toky informací bez nutnosti přesunu hmotných statků. Dodatečné procesy ovšem nejsou jen činnosti vykonávané mezi sférou výroby a sférou spotřeby. Vysoká specializace výroby a spotřeby vygenerovala stav, kdy výrobek vstupuje do dopravní logistiky jako materiál určený pro výrobní proces, ve kterém se spotřebuje k vytvoření finálního výrobku. Následně je v rámci dopravní logistiky s novými užitnými hodnotami dopraven k místu jeho spotřeby. (Svoboda, 2004)

Oběhový proces

Integrovaný systém řízení výše uvedených oběhových procesů je v širším pojetí chápán jako oběhový proces, který probíhá od získání surovin až po převoz finálních výrobků ke spotřebě. V procesech oběhu nejsou účelem nové užitné hodnoty hmotných statků, tato činnost umožňuje jejich konečnou spotřebu a v cílové fázi i jejich likvidaci a recyklaci. V rozvinuté společnosti je proto snaha minimalizovat náklady na tyto oběhové

činnosti a využívat různých vědních oborů k dosažení ekonomické optimalizace. (Svoboda, 2004)

Logistická doprava

Aby se dosáhlo ekonomické optimalizace, je nutné používat integrovaný systém vedoucí k žádané optimalizaci. Tento systém lze nazývat jako logistický řetězec, který se skládá ze systému logistického a přepravního. Logistický systém řídí přepravní řetězec jako soubor činností nutných k oběhu materiálů a zboží od získávání surovin do realizace směny finálního výrobku. Po jeho morální nebo fyzické amortizaci probíhá i další proces, který lze dále optimalizovat, likvidace a recyklace, díky které se část surovin vrací do oběhového procesu. (Svoboda, 2004)

Vývojem logistiky a její historií se ve své práci Analýza dopravních tras ve společnosti Asavet Biřkov zabývá Rostislav Sysel. Uvádí příklady logistických řešení ve stavitelství a plánování vojenských operací. (Sysel, 2012)

Uvádí rozdělení Hospodářské logistiky na:

- *Makrologistika se zabývá vzájemnými hospodářskými vazbami mezi jednotlivými podniky.*
- *Mikrologistika se zabývá procesními vazbami mezi organizačními útvary uvnitř podnikové organizační struktury (vnitropodniková).*
- *Metalogistika jsou činnosti různých organizací, podniků, které se utváří mezi makrologistikou a mikrologistikou.*
- *Distribuční logistika tvoří spojovací článek mezi výrobou a zákazníkem*
- *Zásobovací logistika se zabývá administrativním zajištěním a posléze nákupem materiálových vstupů pro výrobu a jejich dodávkou na výrobní pracoviště.*
- *Výrobní logistika zajišťuje plánování výroby produktu dle předem daných požadavků, technologické zajištění, řízení a rozmístění výroby až po konečnou adjustaci produktu k distribuci.*
- *Distribuční logistika zajišťuje přepravu výrobků k zákazníkům.*
- *Reverzní logistika je zpětným tokem použitých výrobků, vratných obalů a materiálů.*

(Sysel, 2012)

3.4.2 Distribuční a dopravní modely

„Distribuční modely se zabývají speciálními rozmisťovacími problémy. Pomáhají řešit základní otázky přemísťování či přemísťování lidí, materiálu a informací, které lze vyjádřit slovy odkud, kam, čím a kudy. ... Mezi nejtypičtější tyto úlohy patří dopravní modely.“ (Brožová, a další, 2008)

V další části budou popsány distribuční modely z hlediska dopravních problémů a jejich řešení v návaznosti na téma této práce. Rozdělit dopravní problémy můžeme na: jednostupňové, dvoustupňové, přiřazovací, zobecněné, okružní, trasovací a další. (Šubrt, 2011)

3.4.3 Jednostupňová dopravní úloha

Jednostupňová dopravní úloha hledá řešení problému, jak dopravit heterogenní produkt od místa jeho skladování nebo výroby k odběratelům při minimálních nákladech. Při řešení je předpokládán stejný dopravní prostředek. Dále je předpoklad, že mezi každým dodavatelem a spotřebitelem je možná pouze jedna dopravní trasa, kterou lze přepravit jakékoliv množství zboží nebo produktu. Rovněž předpokládáme, že náklady na dopravu jsou úměrné velikosti přepravovaného produktu. (Šubrt, 2011)

Obecná formulace dopravní (jednostupňové) úlohy

„Je dáno m dodavatelů D_1, D_2, \dots, D_m , každý z nich má určitou kapacitu nějakého produktu a_1, a_2, \dots, a_m . Od dodavatelů je třeba tento produkt dopravit k n spotřebitelům S_1, S_2, \dots, S_n , jejichž požadavky jsou b_1, b_2, \dots, b_n . Dále jsou zadány sazby c_{ij} , což jsou ceny za přepravu jednotky produktu mezi dodavatelem D_i a spotřebitelem S_j . Mohou to být náklady na přepravu jednotky produktu, často to bývá také vzdálenost mezi dodavateli a spotřebiteli. Hledané množství přepravovaného produktu, které má být mezi jednotlivými dodavateli a spotřebiteli přepravováno se označuje x_{ij} .“ (Šubrt, 2011)

Cílem je sestavení dopravního řešení, které splní požadavky spotřebitelů při minimálních celkových nákladech. (Šubrt, 2011) Rovněž můžeme předpokládat, že kapacita všech dodavatelů je rovna součtu požadavků všech spotřebitelů. (Šubrt, 2011)

Rovnice 1 Vyváženost dopravní úlohy

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$$

Zdroj: (Šubrt, 2011)

Dopravní tabulka (matice sazeb vzdáleností)

Veškeré informace o dopravní úloze, vzdálenosti a kapacity produktů dodavatelů zapisujeme do dopravní tabulky - matice sazeb vzdáleností, ve které následně provádíme výpočet řešení. (Šubrt, 2011)

Tabulka 3-3 Dopravní tabulka (matice sazeb vzdáleností)

Dodavatelé	Spotřebitelé				Kapacity dodavatelů
	S ₁	S ₂	...	S _n	
D ₁	c ₁₁ x ₁₁	c ₁₂ x ₁₂	...	c _{1n} x _{1n}	a ₁
D ₂	c ₂₁ x ₂₁	c ₂₂ x ₂₂	...	c _{2n} x _{2n}	a ₂
...
D _m	c _{m1} x _{m1}	c _{m2} x _{m2}	...	c _{mn} x _{mn}	a _m
Požadavky spotřebitelů b _j	b ₁	b ₂	...	b _n	$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$

Zdroj: (Šubrt, 2011)

3.4.4 Okružní dopravní problémy

„ Okružní dopravní problém je úloha, jejímž cílem je nalézt nejvýhodnější způsob dopravy nikoli izolovaným spojením dvojic míst (dodavatel - odběratel), nýbrž spojením okružním, tedy sestavením posloupnosti všech míst tak, aby se v ní každé z nich vyskytlo právě jednou s výjimkou počátečního, které se objeví opět na jejím konci, a aby součet sazeb pro jednotlivá spojení v této posloupnosti byl minimální.“ (Brožová, a další, 2008)

S ohledem na komplikovanost dané dopravní úlohy můžeme dělit okružní dopravní problém na jednookruhový a víceokruhový. V praxi je toto rozdělení způsobeno nejvíce

podmínkou kapacitní, ale i dalšími omezeními, kdy nelze přepravu realizovat jedním okruhem. (Brožová, a další, 2008)

3.4.5 Jednookruhový dopravní problém

Nejjednodušší z typů okružních problémů je jednookruhový okružní dopravní problém. Jedná se o případ, kdy je potřeba dopravit zboží, suroviny od jednoho nebo více dodavatelů k více odběratelům a můžeme vyloučit přímé spojení mezi nimi. Realizujeme proto potom trasu okružní, kdy kapacita nebo jiný faktor nepřekročí kapacitu pro danou jízdu. V odborné literatuře je nejčastěji uváděna jako „problém obchodního cestujícího“, nebo „problém listonoše“. (Brožová, a další, 2008)

„Je dáno n míst (měst, uzlů) a sazba c_{ij} pro každou dvojici těchto měst (i, j) představující např. vzdálenost, spotřebu času nebo náklady pro přímé (či nejvýhodnější) spojení z místa i do místa j .“ (Šubrt, 2011)

Cílem je najít posloupnost veškerých navštívených míst, aby každé místo v této posloupnosti bylo navštíveno právě jednou s výjimkou počátečního místa a součet sazeb všech spojení v posloupnosti byl minimální. (Šubrt, 2011)

Matematický model jednookruhového okružního dopravního modelu

Tuto úlohu lze zapsat matematicky následujícím způsobem jako minimum lineární funkce:

Rovnice 2 Minimum lineární funkce

$$Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min$$

Zdroj: (Šubrt, 2011)

Za podmínek:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} \quad j = 1, 2, \dots, n \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$u_i - u_j + n x_{ij} \leq n - 1 \quad i = 1, 2, \dots, n \quad j = 1, 2, \dots, n; i \neq j$$

$$x_{ij} \in \{0; 1\} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad j = 1, 2, \dots, n;$$

$$c_{ij} = 1, 2, \dots, n.$$

Zdroj: (Šubrt, 2011)

„Tato matematická formulace (jednookruhového) okružního dopravního problému je velmi podobná přiřazovací úloze. Okružní trasu můžeme popsat tak, že každému místu, které projíždíme, přiřadíme místo, které je na okružní trase následuje. Některá řešení přiřazovací úlohy ale mohou charakterizovat situaci, kdy se jednotlivá místa objedou několika samostatnými okruhy. Aby se vyloučila tato možnost, jsou v modelu přiřazovací úlohy přidány tzv. Tuckerovy podmínky (vzorec 2.22). Obtížnost úlohy (NP – úplnost) ovšem nezapřičiňují Tuckerovy podmínky, ale podmínky bivalentnosti proměnných (vzorec 2.23). Pokud bychom podmínku (vzorec 2.23) nahradili podmínkami nezápornosti proměnných, jaké jsou například v obecné formulaci modelu lineárního programování nebo u jednostupňové úlohy jako optimální hodnoty proměnných by mohla vyjít desetinná čísla.“ (Šubrt, 2011)

„Je-li tedy $x_{ij} = 1$, znamená to, že při průjezdu okruhem z i -tého místa pokračujeme do j -tého, v opačném případě je $x_{ij} = 0$.“ (Šubrt, 2011)

Metoda nejbližšího souseda

Tato metoda patří mezi jednodušší aproximační metody pro okružní dopravní problém. Princip tkví ve zvolení výchozího místa, z kterého se vydáme do místa, které je nejbližší výchozímu. Dále pokračujeme podobně do všech míst, která jsme ještě nenavštívili. Po navštívení všech se vracíme do výchozího. (Šubrt, 2011)

Výpočet této metody se provádí ve výše uvedené matici (tabulce) sazeb. Začínáme tím, že proškrtneme sloupec s výchozím místem. V řádku odpovídajícímu výchozímu místu najdeme buňku s nejmenší hodnotou a zaškrtneme ji. Tímto jsme se dostali do dalšího místa a opět proškrtneme sloupec s tímto místem a vyloučíme možnost, že se do něj budeme vracet. V řádku tohoto místa opět opakujeme předešlý postup s nejbližším sousedem, které je opět místo s nejmenší hodnotou. V posledním zbývajícím řádku se vracíme do buňky výchozího místa a okruh je tímto uzavřen.

Metoda nejbližšího souseda patří svým způsobem výpočtu mezi takzvané hladové metody a je poměrně přesná s tím, že je nutno opakovat výpočet pro všechna místa jako výchozí bod. Z těchto výsledků vzdáleností vyplyne nejkratší a nejvýhodnější spojení. Nevýhodou této metody je její vhodnost pro symetrické matice vzdáleností a zároveň splňují pravidlo trojúhelníku.⁶ U nesymetrických matic je postup hledání okružní trasy „pozpátku“, tj. hledáme nejmenší sazby ve sloupcích a vyškrtáváme řádky. Tím ale není zaručena přesnost. (Šubrt, 2011)

Vogelova aproximační metoda

Vogelova aproximační metoda (VAM) využívá při hledání optimální okružní trasy v řádcích tabulce matice sazeb rozdílů mezi dvěma nejvýhodnějšími sazbami. Metoda využívá předpokladu, že pro zařazení daného spoje do okruhu je výhodnější použít relativní preferenci vzhledem k možnému následnému neefektivnímu pokračování výpočtu v dalším kroku, před použitím k hledání optimální trasy pouze pomocí absolutní výše sazby u daného spoje. Relativní výhodnost preferencí je určována dle rozdílů mezi nejvýhodnější sazbou a následující nejvýhodnější sazbou. Tímto postupem je podporována v průběhu celého

⁶ Pravidlo trojúhelníku: přímá vzdálenost mezi dvěma místy nesmí být delší než trasa do stejného místa přes třetí místo (uzel). (Šubrt, 2011)

výpočtu rovnoměrnost obsazování nejvýhodnějších spojů. Vogelova metoda se ovšem liší v postupu výpočtu pro jednostupňovou dopravní úlohu, kde je nutno uvažovat i s množstvím přepravovaného zboží, od jednookruhového okružního problému. Postup je nutno proto mírně modifikovat. Do tabulky matice vzdáleností se zapisují pouze sazby vzdáleností – difference. (Brožová, a další, 2008)

Algoritmus Vogelovy aproximační metody

„Tato metoda využívá předpokladu, že pro zařazení určitého spojení do okruhu není nejdůležitější absolutní výše sazby, ale relativní výhodnost této sazby vzhledem k možnému zhoršení řešení, pokud bude muset být využito až druhé nejvýhodnější spojení. Tato relativní výhodnost se určuje pomocí řádkových a sloupcových diferencí, které jsou rozdílem mezi nejvýhodnější a druhou nejvýhodnější sazbou v dané řadě. Ze všech diferencí se vybere ta největší a v odpovídajícím řádku nebo sloupci se obsadí nejvýhodnější spojení. V matici sazeb se posléze vyškrtne řádek i sloupec, ve kterém se zařazované spojení nachází. Dále je nutné vyloučit spojení, která by okruh uzavřela dříve, než by byla zařazena všechna místa. V dalším kroku se přepočtou difference a postupuje se stejným způsobem, dokud není okruh kompletní. Pokud se při volbě řady vyskytne několik stejných maximálních diferencí, obsazuje se to spojení, které má nejvýhodnější sazbu z hlediska všech polí v matici, tzv. sedlové pole. Pokud takových spojení existuje více, vybírá se to, pro které je součet řádkové a sloupcové difference nejvyšší. V případě, že ani toto pravidlo jednoznačně neurčí, které pole má být zařazeno do okruhu, určují se druhé difference. Druhé difference jsou rozdílem mezi druhou nejvýhodnější sazbou v řadě s nejvyšší první diferencí a nejvýhodnější sazbou v kolmé řadě, která prochází uvažovanou druhou nejvýhodnější sazbou. Do okruhu se zařadí spojení s nejvýhodnější sazbou v řádku nebo sloupci, kde je druhá difference nejvyšší.“ (Dolejšová, 2011)

Metoda výhodnostních čísel – paralelně

Metoda vytvářející řešení dopravní úlohy s konstruováním od začátku a globálně, na více místech najednou a jednotlivé takto získané části řešení se časem spojí v jedno.

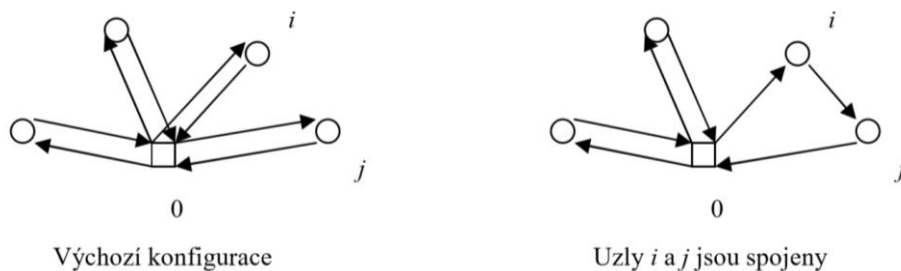
Výhodou aproximačních metod s paralelním postupem oproti metodám se sekvenčním postupem je, že dávají obecně lepší řešení. (Kučera, 2009)

„Jde o metodu z nejstarších, ale přitom často používaných metod pro okružní úlohy, kterou Clarke a Wright navrhli ve formě použitelné i pro trasovací problémy. Verzi pro okružní dopravní problémy studovali například Frieze, Galbiati a Maffioli. V zahraniční literatuře je tato metoda nazývána *savings method*.“ (Kučera, 2009)

Matematické řešení metody výhodnostních čísel

„Vybere se jeden libovolný uzel, který bude označen indexem 0. Pro každou dvojici ostatních uzlů i, j se spočte pro přímou trasu mezi nimi (se sazbou c_{ij}) výhodnostní číslo $S_{ij} = c_{i0} + c_{0j} - c_{ij}$. Trasy se seřadí podle výhodnostních čísel od největší po nejmenší. Postupně se v tomto pořadí zpracovávají a přidávají do řešení (okruhu), pokud mohou s dosud zařazenými tvořit okruh. Takto nakonec vznikne cesta procházející všemi uzly kromě uzlu 0, který již jen zbývá k řešení připojit. Uvedený postup je vhodné provést pro všechny možné volby **uzlu 0** a jako řešení vybrat nejlepší takto získané.“ (Kučera, 2009)

Obrázek 3-9 Kroky metody výhodnostních čísel



Zdroj: (Kučera, 2009)

Jak uvádí Petr Kučera ve své disertační práci Metodologie řešení okružního dopravního problému, výpočet uvedené metody lze urychlit zakomponováním paralelního postupu, všechny trasy budou konstruovány zároveň. Modifikace začíná výpočtem výhodnostního čísla S_{ij} pro všechny hrany, které neincidují s centrálním uzlem 1, a poté jejich seřazením od nejvyššího výhodnostního čísla po nejmenší. V dalším kroku provedeme kontrolu, zda přidané hrany „...tvoří množinu vrcholově disjunktních cest a délka

žádné z nich po jejím připojení k centrálnímu uzlu nepřekračuje limit L .. Takto opakujeme výpočet, dokud všechna necentrální místa neleží na některé z cest. “ (Kučera, 2009) Urychlení spočívá i v použití limitu L , díky kterému se nemusí testovat a připojovat delší hrany než je limit. Lze totiž předpokládat, že tyto hrany budou dávat horší cesty. (Kučera, 2009)

Metoda větví a mezí

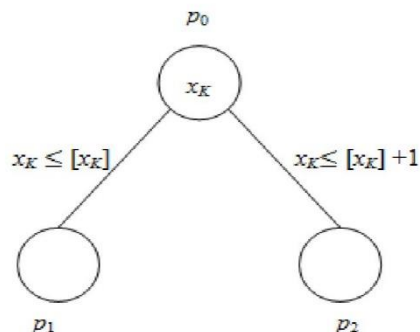
Při hledání optimální trasy při řešení úlohy obchodního cestujícího se vyskytuje základní požadavek, aby všechna navštívená místa byla sestavena v jednom celistvém okruhu. Uvedený požadavek komplikoval řešení, protože dlouhou dobu nebyl znám žádný algoritmus, který by alespoň v rámci menších úloh poskytl optimální hodnotu účelové funkce. Řešení přinesla až Littlova metoda s postupem založeném na metodě větví a mezí. (Hanuš, a další, 1996) Principem metody metody je dělení množiny, která obsahuje všechna přípustná řešení, posloupnost míst, na stále menší podmnožiny. „*Pro každou z podmnožin se vypočte hranice minimální dosažitelné délky cyklu. Postup končí, je-li nalezeno řešení s nejmenší hodnotou spojení rovnou nejnižší určené hranici. Metoda je vhodná pro stanovení okružní trasy při neomezené kapacitě vozidel.*“ (Brožová, a další, 2008)

Algoritmus metody větví a mezí

Proces výpočtu lze znázornit pomocí stromového grafu skládajícího se z vrcholů a větví. Jednotlivé kroky výpočtového mechanismu pak znázorňuje stromový diagram, kde **p** představuje vrcholy diagramu a **b** pak jednotlivé větve spojující jednotlivé vrcholy. Strom vizualizuje dělení množin na podmnožiny. Vrchol znázorňuje přípustné řešení ze kterého se uskutečňuje větvení, kde příslušnou větví rozumíme omezení celočíselnosti.

Uvažme následující diagram (Krhovjác, 2011):

Obrázek 3-10 Větvení řešení algoritmu metody větví a mezí



Zdroj: (Krhovjác, 2011)

S ohledem na podrobně popsany postup matematického výpočtu v citovaných zdrojích (Krhovjác, 2011), při kterém se vychází ze skutečnosti, že množina řešení se skládá z konečného počtu bodů a uplatňujeme vždy kritérium optimálnosti, i nyní uvedme výhradně v několika krocích postup při řešení metody větví a mezí (Krhovjác, 2011):

- **Krok 1.** *Nalezneme řešení spojité úlohy lineárního programování, které bude odpovídat vrcholu $i = 1$ stromového diagramu, jehož horní mezí bude řešení spojité úlohy a dolní mezí jeho zaokrouhlení na nejbližší nižší celá čísla. Jsou-li všechny proměnné celočíselné, výpočet končí a obdrželi jsme optimální řešení. V případě, že ne, vrchol 1 se stává větvícím.*
- **Krok 2.** *Pro větvení vybereme proměnnou s největší neceločíselnou částí a podle ní vytvoříme dva nové podproblémy, které představují možné následovníky.*
- **Krok 3. Řešíme 1. podproblém.**
 - *Získali jsme řešení, které není přípustné, větev zavrhneme a přejdeme k 4. kroku.*
 - *Jestliže je řešení přípustné, můžou nastat dvě situace:*
 - *Všechny proměnné jsou v celočíselných hodnotách. Pokračujeme 4. krokem.*
 - *Alespoň jedna proměnná je neceločíselná. Tento vrchol pak přiřadíme do množiny adeptů.*

- **Krok 4.** Řešíme **2. podproblém** se stejnými možnými případy jako v předcházejícím podproblému.
- **Krok 5.**
 - Vrchol i má dva možné potomky v množině adeptů. Jednoho z nich zvolíme jako větvící vrchol. Přejdeme k 6. kroku.
 - Vrchol i má jediného možného potomka v množině adeptů.
 - Vrchol i nemá žádného potomka v množině adeptů.
 - Jestliže je množina adeptů prázdná, algoritmus končí.
 - Pokud ne, jeden z vrcholů adeptů určíme za nejbližší větvící vrchol.
- **Krok 6.** Nejbližší větvící vrchol pak vyloučíme z množiny adeptů a označíme ho jako vrchol $i + 1$. Pokračujeme 2. krokem. Nejlepší celočíselné řešení je pak optimální. (Krhovják, 2011)

3.4.6 Výpočetní program TSPKOSA

Program TSPKOSA je určen pro řešení okružního dopravního problému pomocí čtyř vybraných metod ke zpracování počítačem. Jeho autoři jsou Krejčí, Kučera a Vydrová z Katedry systémového inženýrství ČZU. Výpočetní program TSPKOSA svou rychlostí usnadňuje nalezení řešení úloh okružního dopravního problému pomocí čtyř určených metod:

- **Aproximační metody**
 - Metoda nejbližšího souseda (sekvenčně)
 - Vogelova aproximační metoda pro okružní dopravní problém.
 - Metoda výhodostních čísel (paralelně)
- **Optimalizační metoda**
 - Metoda větví a mezí pro okružní dopravní problém

Pro provedení výpočtů se musí nejprve vytvořit matice vzdáleností mezi jednotlivými místy. Po vybrání metody a vložení dat matice vzdáleností do programu je provedeno vygenerování tras a vybrán nejkratší optimalizovaný dopravní okruh.

3.4.7 Závěrečné shrnutí problematiky optimalizačních problémů v přehledu souvisejících prací

Problém okružních dopravních problémů, jak jednookružních, tak i víceokružních dopravních problémů je řešen v bakalářských a diplomových pracích různými autory poměrně hojně.

Jako nejbližší práci při hledání optimální okružní trasy lze uvést autora (Sysel, 2012), který řeší optimalizaci svozových tras a minimalizaci dopravních nákladů včetně zkrácení času provozu potřebných vozidel. Práce se zabývá optimalizací svozu živočišných odpadů, který provozuje společnost Asavet a. s. Biřkov jako součást jejich následného zpracování ve svém areálu v obci Biřkov u Klatov. Cílem práce bylo nalézt vhodnou optimalizační metodu, která by byla použitelná pro neměnný dopravní okruh z hlediska geograficky stálých zákazníků v rámci časově se opakujících tras několika nákladních vozidel, které se opakují každý lichý a sudý týden. Autor v prvním kroku sestavil matici vzdáleností pro všechna odběrná místa. V dalším vypočetl za pomoci programu TSPKOSA pro jednotlivá nákladní vozidla optimální trasy jejich dopravních okruhů v lichém i sudém týdnu tak, aby byla obsloužena všechna odběrná místa. Autor vycházel z údajů poskytnutých společností Asavet Biřkov a vzhledem k omezení nosnosti typově rozdílných nákladních vozidel nepoužil v práci změnu v místech navštívených odběrných míst, kde je nutno konfiskát naložit. Tím se změnilo pouze pořadí navštívených míst ve stávající okružní dopravní trase pro jednotlivá nákladní vozidla. Díky programu TSPKOSA a zvláště v ní obsažené metodě větví a mezí, bylo ovšem i tak dosaženo velké kilometrové úspory. Z hlediska času jízdy bylo ovšem dosaženo úspory jen u zhruba třetiny okružních tras, přičemž některé trasy činí i po optimalizaci přes 10 hodin, což je jistě pro řidiče velmi vyčerpávající. (Sysel, 2012)

Další autorka práce (Dolejšová, 2011), která se zabývá okružním dopravním problémem, se snažila na rozdíl od předchozí práce racionalizovat současný plán jízd obchodních zástupců distributora tisku z hlediska časových úspor. Popisovaná firma PNS a. s. dodává různé typy tiskovin a její obchodní zástupci mají za úkol v pravidelných intervalech navštěvovat konkrétní typy prodejních míst, kde provádí kontrolu kontaktů, pohledávek, školení v rámci nových produktů a především řeší požadavky zákazníků. Autorka práce na základě reálných podkladů od firmy PNS. a. s. provedla nové rozdělení opakujících se návštěv prodejen ve čtyřech týdnech pro obchodního cestujícího.

Byla při tom respektována periciodita návštěv, protože určitá místa byla navštěvována v týdenním, 14denním nebo měsíčním intervalu. Dále autorka práce provedla časové ohodnocení mezi jednotlivými místy a vytvořila matici času dopravy mezi jednotlivými místy. Pomocí Mayerovy metody přerozdělila navštívená místa do jednotlivých dnů v týdnech. Optimalizace nových tras obchodního zástupce pro všechny dny byla provedena pomocí programu TSPKOSA, Vogelovy aproximační metody a metody větví a mezí. V práci jsou velmi dobře použity prohibitivní sazby v druhém kroku při sestavování nových tras pomocí Mayerovy metody. Při výběru byly pomocí nulové prohibitivní sazby ohodnocena nejvzdálenější místa od místa centrálního svozu a tím i bylo zajištěno rozvrstvení jednotlivých návštěv vzdálenějších míst. Autorka práce ovšem v rámci obce Doksy pouze naznačila princip nového rozdělení cest do tohoto nejvzdálenějšího prodejního místa. Rozdělení cest by mělo probíhat i s ohledem na možnost skloubit co nejvíce navštívených míst v místě a tím eliminovat zbytečné dlouhé časové přesuny v jiné dny. Rovněž zde chybí časová potřeba na schůzky v místě zastávek obchodního zástupce a tím i možnost posoudit celkovou délku každého dne. Celková délka pracovního dne je řešena pouze porovnáním stávajícího a nového plánu jízd. Byla zde nastíněna myšlenka, že ušetřený čas využije obchodní zástupce k práci v kanceláři a ke zpracování nabídek. (Dolejšová, 2011)

Analogická práce na optimalizaci okružních tras ve firmě Thomas Romano s.r.o. pomocí Mayerovy metody a podobného postupu, řeší úsporu dopravních tras při rozvozu a nabízení sortimentu pracovních oděvů a pomůcek. (Mociková, 2014) Autor práce zde ovšem neřeší pouze úsporu naježděných kilometrů, ale hledá racionalitu současných tras obchodního zástupce společnosti Thomas Romano s.r.o. a jak uvádí v závěru práce, stejná metodika by mohla být využita i při kompletní změně navštěvovaných míst. Rovněž pomocí porovnání stávajících a nových tras došla autorka k výsledku úspory najetých kilometrů. Rovněž se její práce dá velmi dobře využít v případě, že by obchodní zástupce získal nové zákazníky, aby bylo možno bez problému zařadit do stávajících okružních tras, s ohledem na jejich místo a časové vytížení obchodního zástupce. Pokud by zástupce firmy Thomas Romano s.r.o. využil nový plán jízd, úspora oproti původnímu plánu jízd by činila 74 km za čtyři týdny. To potvrzuje racionalitu stávajících tras. Je zde také rozdíl od předešlé práce (Dolejšová, 2011), kdy v práci autorka sice uvádí nutnost dodržení osmihodinové pracovní doby a seskupení navštívených zákazníků v dané lokalitě, aby nedocházelo ke zbytečným

jízdám mimo určené dny, ale již neposoudila nutnost vyčlenění určitého času pro vyhledávání a navštívení nových zákazníků v dané oblasti pro každý den, což je pro obchodního zástupce podstatnou částí náplně jeho práce a platového ohodnocení. Bohužel tento volný čas soustředila pouze do pátku, kdy by měl mít obchodní zástupce den vyhrazený na administrativní činnost. (Mociková, 2014)

3.4.8 Způsoby monitorování vozidel pomocí informačních a komunikačních technologií

Plánování dopravních tras pomocí optimalizace matematických modelů dopravních úloh je založeno na existenci úplné sítě dopravních cest a jednoho centrálního místa, odkud nákladní vozy vyrážejí na svou trasu. Tento předpoklad vyhovuje jak pro periodicitu návštěv, tak pro možnost snadného matematického výpočtu optimalizace dopravní trasy. Při zadání dopravní úlohy známe v praktickém použití plánování cíl cesty a díky mapovým podkladům i dopravní infrastrukturu, která bude sloužit pro vypočítanou trasu. Dále je ale nutné znát i aktuální stav vybrané dopravní cesty nebo dopravní situace na ní, aby byl náklad doručen včas a nedošlo ke zbytečným vícenákladům. *„Tedy místa s uzavírkami a objížděnkami, místa kde se právě stala dopravní nehoda, kde se tvoří kolony vlivem vysoké intenzity provozu, místa s nepříznivou meteorologickou situací nebo se zhoršenou sjízdností komunikací.“* (Bílek, 2013)

Rozvoj moderních technologií určování přesné polohy na základě telematických systémů, navigačních systémů GPS a GALILEO nebo lokalizace pomocí signálu GSM, nabízí propojení naplánované trasy s aktuálními podmínkami sjízdnosti na vybrané dopravní cestě. Dopravní operátor, který plánuje dopravní trasy jednotlivých nákladních vozů, může on-line přes příslušný program v počítači nebo tabletu sledovat aktuální polohu každého vozu vzhledem k naplánované trase, nebo později identifikovat případné prostoje nebo neefektivní jízdu mimo vytčenou trasu. Do vozu je nainstalována jednotka, která pomocí lokační služby GPS zaznamenává údaje o poloze vozu. Údaje jsou pomocí GSM signálu odesílány v zašifrované poloze na server k poskytovateli programového prostředí, který si zakoupil provozovatel nákladního vozu. Ten tímto způsobem sleduje přesný počet najetých kilometrů, činnost vozu v určených místech nebo projížděných trasách a zadaných časech. (Bílek, 2013) (O2 Czech Republic a.s., 2016)

Obrázek 3-11 Přenos polohy vozu pomocí lokační služby GPS



Zdroj: (O2 Czech Republic a.s., 2016)

Rovněž je možná on-line komunikace mezi řidičem a dopravním operátorem. Systém údaje o absolvované trase zanesou do knihy jízd a tím se i omezí zbytečné administrativní náklady. Rozšířením o instalaci palivové tyče do nádrže vozu lze získat i kontrolu nad neoprávněným odčerpáváním paliva.

Tímto způsobem lze aktuálně upravovat naplánovanou trasu dle aktuální situace sjízdnosti na dopravní cestě nebo ji přizpůsobit naléhavým požadavkům zákazníka. (O2 Czech Republic a.s., 2016)

3.4.9 Shrnutí minimalizace nákladů na přepravu

Minimalizace nákladů na dopravu, jak bylo v úvodu kapitoly **3.4 Optimalizace dopravních tras** popsáno má několik rovin, které se vzájemně prolínají a doplňují za účelem efektivního využití času, minimalizace nákladů a využití provozované techniky. Nelze proto pouze matematicky vymodelovat nejkratší trasu vozidla, ale i zajistit kontrolu jejího dodržování, komunikaci s dopravním dispečerem v případě poruch nebo objížďky, mít možnost okamžitě přizpůsobit navrženou trasu vozidla dle aktuálních požadavků zákazníků bez zbytečných časových prostojů. Propojení mezi řidičem vozidla a dispečerem zabezpečí nejen telefonický kontakt, ale i dnešní možnosti on-line datových přenosů, kdy se trasa vozidla zobrazuje v navigačním displeji vozidla a redukovat tak lidskou chybu.

4 Vlastní práce

4.1 Charakteristika společnosti Pošumavská odpadová, s.r.o.

Od 1. 1. 2016 města Klatovy a Sušice spustila společný projekt v oblasti odpadového hospodářství, který bude zajišťovat služby pro občany a veřejnost na území zmíněných měst. Vzhledem k blízkosti zakladatelských měst k šumavským hvozdům byl vybrán název Pošumavská odpadová s.r.o. Podíly měst na založení nové společnosti byly schváleny 16. 9. 2015 zastupitelstvem města Sušice ve výši 35% podílu a poté i 29. 9. 2015 schváleno zastupitelstvem města Klatovy ve výši zbývajících 65% do celkové hodnoty nové společnosti. (Pošumavská odpadová, s.r.o., 2016)

Se změnou dozorčí rady a jednatele společnosti dne 14. dubna 2016 bylo do obchodního rejstříku zapsáno dalších 20 nových společníků. Společnost Pošumavská odpadová s.r.o. nyní sdružuje nejen města Klatovy a Sušice, dvě nejvýznamnější centra v klatovském okrese, ale i obce Bezděkov, Boleshiny, Číhaň, Dlouhá Ves, Dolany, Hnačov, Hrádek, Chlístov, Janovice nad Úhlavou, Kolinec, Lomec, Mezihorí, Mokrosuky, Ostřetice, Plánice, Poleň, Rabí, Týnec, Újezd u Plánice a Žihobce.

V současné době společnost Pošumavská odpadová s.r.o. sdružuje 25 měst, městysů a obcí, ve kterých žije více jak 50 tisíc obyvatel. Dalších 6 obcí si skrze svá zastupitelstva odsouhlasilo vstup do konce roku 2018 ve III. přístupové vlně, která proběhla na konci roku.

Z tohoto vyplývá, že společnost Pošumavská odpadová s.r.o. je ve své podstatě regionální subjekt založený na základě spolupráce s cílem rozšířit do budoucnosti své působení v celém regionu Klatovska. Uvedená společnost proto hledá podklady pro nové efektivní provozní řady svozu komunálního odpadu, chce zároveň být v určitých oblastech ziskovou společností a jejím cílem do budoucnosti bude rozšířit své působení na celý region Klatovska. Má pro tyto cíle položeny kvalitní základy s jasnými kroky do budoucna. Společnost má své sídlo v Klatovech, Dr. Sedláka 782, v areálu Centra odpadového hospodářství. S ohledem na oblast působení společnosti má dvě provozovny – Klatovy a Sušice. (Pošumavská odpadová, s.r.o., 2016)

Na činnost firmy Pošumavská odpadová, s.r.o. navazuje provozování skládky smíšeného komunálního odpadu, který je produkován městem Klatovy a blízkými obcemi. Skládku provozuje Odpadové hospodářství Klatovy, s.r.o. a je ve 100 % vlastnictví města Klatovy. (Pošumavská odpadová, s.r.o., 2016)

„Skládka je v provozu od roku 1996 a do současné doby zde bylo uloženo více než 257 tisíc tun odpadu. Část už se ale skrývá pod travnatým povrchem porostlým malými stromky a namísto smetiště připomíná běžný kopec. Skončila zde totiž první část rekultivace, která přišla na zhruba sedm milionů korun bez DPH a hradilo ji Odpadové hospodářství Klatovy, s.r.o.“ (Klatovský deník, 2018) Uvedená skládka KO se nalézá asi 5 km od Klatov.

Společnost Pošumavská odpadová s.r.o. ve spolupráci s firmou Odpadové hospodářství Klatovy, s.r.o. zajišťují tyto činnosti:

- svoz komunálního odpadu,
- přistavení, odvoz a odstranění odpadů pomocí kontejnerů,
- mobilní svoz problémových odpadů,
- likvidaci nebezpečných odpadů,
- zajištění svozu a likvidace tříděného odpadu (sklo, papír, plast),
- prodej odpadových nádob – 110, 120 a 240 l,
- provozování skládky u Štěpánovic,
- provozování sítě sběrných dvorů,
- provozování třídící linky,
- zpracování evidence dle platné legislativy,
- poradenskou činnost v oblasti nakládání s odpady.

(Pošumavská odpadová, s.r.o., 2016) (Odpadové hospodářství Klatovy, s.r.o., 2016)

4.2 Technologie a vybavení pro svoz komunálního odpadu

Pro optimalizaci dopravních tras je nezbytně nutné znát charakter vozidla. V současné době používá firma Pošumavská odpadová pro dopravu komunálního odpadu speciálně konstruované automobily, které se označují jako svozové odpadkové automobily (dále jen SOA). SOA jsou převážně stavěny na částečně upraveném podvozku nákladního automobilu. Vlastní nástavba, která ze SOA dělá speciální automobil, je z nádrže na odpadky, stlačovacího zařízení a vyklápěče nádob. U vozidel s rotačním způsobem je průměrný počet odbavených nádob s objemem 110 litrů 200 až 300 podle ročního období. (Koutná, 2018)

Základem flotily SOA společnosti Pošumavská odpadová s.r.o. je Mercedes Benz Actros 2542 L 6x2 s nástavbou SEMAT Linear Press s objemem 19 - 21 m³. Hmotnost

odpadu je závislá na ročním období (směsný KO a popel v topném období), proto nelze přesně stanovit maximální možnou váhu. K tomuto účelu je SOA vybaven tenzometrickým vážicím zařízením Waste Weight mezi nástavbou a rámem vozidla, které dá obsluze přes vnitřní vyhodnocovací jednotku údaj o dosažení maximálního naplnění nebo hmotnosti nákladu. V praxi se však dosažení maximální hmotnosti SOA dosahuje jen výjimečně, dříve dojde k naplnění limitu objemu nástavby. (Pošumavská odpadová, s.r.o., 2016)

SOA Mercedes Benz Actros 2542 se používá na trasách, kde jsou jeho rozměry s nástavbou pro průjezd vhodné, převážně v širokých ulicích města Klatovy a obcích venkovského charakteru. V rámci historického středu města Klatov a tras v ucpaných uličkách sídlišť Pod Hůrkou, Domažlické předměstí, Rozvoj, je nasazováno druhé a rozměrově menší SOA Mercedes Atego s nástavbou s rotačním stlačováním.

SOA vyjíždí na trasu ze základny firmy v provozovně Klatovy dle předem daného harmonogramu. Vyjma obcí Klatovy, Luby a Tajanov je svoz dělen na zimní a letní. V letním období je svoz komunálního odpadu předpokládán 1x za 14 dní, s využitím lichého a sudého týdne pro předem stanovený okruh obcí. V zimním období by tato frekvence byla nedostatečná, protože většina obyvatel obcí vesnického charakteru plní odpadní nádoby i popelem, a proto je jednou týdně. Popel nelze dobře stlačovat a je zde i nebezpečí požáru vozidla při dlouhých trasách. Lze si objednat i svoz 2x týdně, 1x za 4 týdny a individuální frekvenci svozu, pokud je v trase SOA. Individuální frekvenci svozu využívají především právnické osoby a firmy. (Pošumavská odpadová, s.r.o., 2016)

Abychom mohli provést výpočet optimální trasy SOA, musíme optimalizovat nejen délku tras daného vozidla s přihlédnutím na čas strávený na okružní trase, základna – obce – skládka směsného komunálního odpadu, ale provést i optimalizaci trasy s ohledem na objem nástavby. Budeme uvažovat o letním období, kdy v optimalizaci trasy není obsažena proměnná vliv topného období a sběr popela. Je vybrán SOA s nástavbou s lineárním stlačováním a objemu 19 - 21 m³. Objem směsného komunálního odpadu bez příměsi popela lze stlačit v nástavbě lineárním stlačováním až v poměru 1 : 5. Dle Statistického lexikonu obcí – 2013 (Český statistický úřad, 2013) lze zjistit počet obývaných domů a obyvatel v daných obcích a na základě metody průměrných hodnot týdenního měrného množství komunálního odpadu určit, dle typu zástavby a období, množství komunálního odpadu. (Voštová, 2009) Dále bychom určili vzdálenosti mezi

jednotlivými obcemi a čas strávený jízdou, využijeme plánovač tras na webovém portálu společnosti Seznam (dokumentace v příloze). (Seznam.cz, a.s, 2019) Rovněž z tohoto zdroje určíme vzdálenost, kterou SOA projede v rámci sběru odpadových nádob v dané obci.

Pokud celkové požadavky odběrných míst překračují objem nástavby vozidla, jedná se o víceokruhový dopravní problém. Proto je nutné podle vybraných stávajících tras SOA zjistit, zda tyto trasy jsou optimální z hlediska vzdálenosti a poté i zda daná trasa vyhovuje z hlediska naplnění nástavby s lineárním stlačováním.

SOA jsou parkovány v místě sídla provozovny firmy a okružní trasa proto začíná v místě parkování vozidla. Ze základny SOA vyjíždějí dle stanovených harmonogramů svozu firmy Pošumavská odpadová, aby tak měly zabezpečenu připravenost sběrných nádob v místě jejich vyprázdnění. V současné době jsou trasy svozu dány pouze dle kontinuální historické zkušenosti. Poté co SOA objedná danou trasu, zamíří na skládku komunálního odpadu provozovanou městem Klatovy. Ta se nachází mezi obcemi Štěpánovice a Dehtín u silnice I. třídy č. 27. (Odpadové hospodářství Klatovy, s.r.o., 2016) Zde je uskutečněna vykládka stlačeného komunálního odpadu z nástavby SOA. Vozidlo může poté dle času začít nový sběr nebo se vrátit na základnu firmy, aby byl posádce vozidla poskytnut zákonem daný odpočinek. V případě, že po vykládce na skládce vozidlo SOA končí poslední trasu, je zde provedeno umytí a desinfekce vozidla, aby bylo připraveno na další den. (Pošumavská odpadová, s.r.o., 2016)

4.3 Popis řešené úlohy

Práce řeší efektivnost dopravních tras při svozu komunálního odpadu, protože výsledná částka za svoz, třídění a odstranění KO, kterou platí fyzické osoby (občané) podle platného zákona č. 185/2001 Sb. o odpadech, je nejvíce ovlivněná právě dopravní frekvencí svozu. Složky KO získané separovaným sběrem (sklo, papír, plast) totiž vyžadují před odesláním ke konečnému zpracování většinou dotřídění (odstranění nečistot) a další úpravy (drcení a lisování). Prodejní ceny těchto druhotných surovin jsou tak nízké, že ani nepokryjí vstupní náklady. KO proto zůstává stěžejním finančním pilířem pro dodavatele služeb, který zajišťuje místní obci sběr odpadů. (Voštová, 2009)

4.3.1 Analýza současného stavu plánování tras ve společnosti

Využití optimalizace dopravních tras u svozu KO ovlivňuje několik limitujících faktorů, které musely být vzaty jako limitující pro určení vhodné trasy a zahrnuty do výběru neoptimálnější trasy.

Časové omezení

Mezi nejvíce limitující faktor výběru vhodné trasy patří časové omezení doby sběru v rámci pracovní doby zaměstnanců, která je běžných 8 hodin. V první fázi návrhu práce nebyl čas sběru brán jako limitující faktor, protože byl předpoklad naplnění nástavby sběracího vozu a tím k jeho přesunu na skládku dříve než nastane konec pracovní doby. Teprve v průběhu získávání detailních informací o způsobu svozu KO z firmy Pošumavská odpadová s.r.o. bylo postupně zjištěno, že pro navrhování optimálních tras je mantinelem, který nelze zásadně překročit. Proto byl do charakteristiky svozu zahrnut do tabulky i časový údaj „trasa svozu v obci (min)“, který byl vypočten pomocí údaje počtu obyvatel, obývaných domů z dat ČSÚ (Český statistický úřad, 2013), stanovení potřebného počtu odpadkových nádob podle počtu obyvatel ve vesnické zástavbě – tabulka 4-1 (Voštová, 2009). Pomocí údaje o počtu obyvatel v dané obci byl určen počet odpadkových nádob (na standardní velikost nádoby 110 litrů). Dle druhu zástavby, domy v řadách za sebou (například obce Luby nebo Plánice) nebo v rozptýlené zástavbě domů a vyplývající nutnosti dlouhých přejezdů, byly pomocí odborné literatury a zkušenostem z firmy Pošumavská odpadová s.r.o., stanoveny průměrné doby nutné pro zastavení vozidla u stanoviště s připravenou odpadkovou nádobou, přesunu odpadkové nádoby ke sběrnému vozidlu, vysypání obsahu do nástavby a přesunu nádoby zpět a obsluhy na sběrný vůz. V obcích, kde jsou domy v husté zástavbě v řadě, se dvojčlenná obsluha střídá ve sběru nádob u jednotlivých domů a nástavba sběracího vozu se proto plní relativně rychle. S dlouhými přesuny mezi jednotlivými stanovišti nádob se tato výhoda rychle ztrácí.

Pro stanovení průměrné doby sběru v jednotlivé obci byl použit následující výpočet:

a) Stanovení potřebného počtu odpadkových nádob podle počtu obyvatel dle tabulky – počet osob na 1 nádobu v jednotlivých zástavbách

Tabulka 4-1 Počet osob na 1 nádobu v jednotlivých zástavbách

Počet osob na 1 nádobu v jednotlivých zástavbách			
Druh zástavby	Centrální	Smíšený	Lokální
Druh nádoby	1100 l	110 l	110 l
Frekvence odvozu (počet jízd za týden)	2	2	2
Počet osob na 1 nádobu (K_a)	30 - 40	5,5 - 6,5	2,8 - 3,3

Zdroj: (Voštová, 2009)

Celkový počet odpadkových nádob potřebný v daném svozovém okrsku je tedy možno vypočítat podle vzorce:

Rovnice 3 Celkový počet odpadkových nádob

$$N = \frac{(1,4 * A)}{K_a}$$

Zdroj: (Voštová, 2009)

N - celkový počet odpadkových nádob potřebný pro daný svozový okrsek,

A – počet obyvatel svozového okrsku

K_a – koeficient počtu obyvatel na 1 nádobu. (Voštová, 2009)

Tímto způsobem se určí počet odpadních nádob v daném svozovém okrsku (obci). Z důvodu, že všechny dotčené obce jsou vesnického charakteru, byla použita pro výpočet hodnota koeficientu K_a 3,3 osob na jednu nádobu. Tento údaj byl konzultován s vedením společnosti firmy Pošumavská odpadová s.r.o. jako relevantní. (Pošumavská odpadová, s.r.o., 2016)

b) Stanovení průměrné doby nakládky jedné nádoby

Dle odborné literatury

- Vozidla s rotačním způsobem stlačování – 0,5 minuty
- Vozidla s lineárním způsobem stlačování – od 1 do 1,5 minuty (Voštová, 2009)

Dle zkušenosti ve firmě Pošumavská odpadová s.r.o.

- Hustá zástavba rodinných domů, lineární stlačování – od 1 do 1,2 minuty
- Rozptýlená zástavba vesnického charakteru, lineární – 1,5 minuty

(Pošumavská odpadová, s.r.o., 2016)

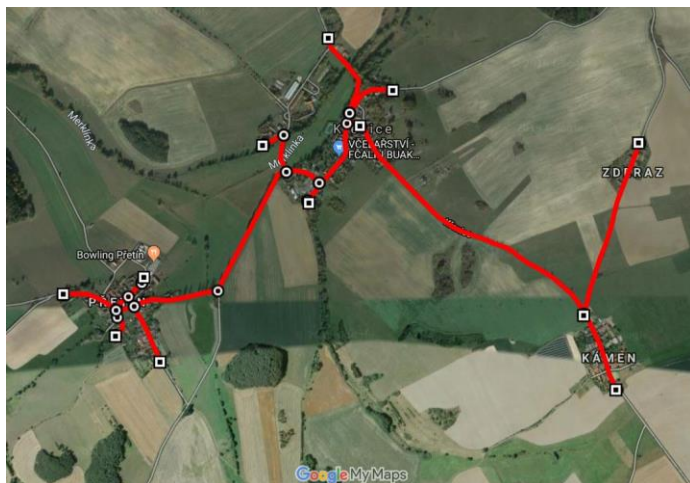
Autor práce použil jako průměrnou dobu nakládky 1,5 minuty, v naprosté případě dotčených obcí se jedná o vesnický typ zástavby. Pouze v případě obce Luby a Plánice, které osobně zná, byl použit čas kratší z důvodu husté zástavby, 1 a 1,2 minuty. Čas je určen dle typu stlačování, firma Pošumavská odpadová s.r.o. v rámci svozu z okolních obcí Klatov používá pouze sběrací vozy s lineárním stlačováním. Uvedený čas byl konzultován s vedením firmy jako odpovídající. Menší doba pro nakládku by byla pro pracovníky firmy již příliš krátká a stresující.

c) Stanovení průměrné doby svozu v jednotlivé obci bez nakládky

Jako poslední pro stanovení celkové doby potřebné pro svoz v daném okrsku (obci), bylo nutné zjistit dobu svozu, kdy svozové vozidlo postupně projíždí a zastavuje u jednotlivých stanovišť s odpadními nádobami v dané obci. Proto byly od firmy Pošumavská odpadová s.r.o. poskytnuty podkladové materiály, kdy pomocí GPS modulu byla monitorována přesná trasa sběracího vozidla při nakládce v jednotlivých obcích. Tyto údaje byly poté pomocí interního programu O2 CarControl exportovány do formátu kml. (O2 Czech Republic a.s., 2016) Z tohoto formátu byly nahrány do volně přístupného prohlížeče Google MyMaps, ve kterém byla provedena analýza každé trasy a spočítán čas potřebný pro projetí vozidla obcí bez času potřebného k nakládce odpadních nádob. Průměrná rychlost byla převzata z údajů firmy Pošumavská odpadová s.r.o. Poskytnuté údaje tras v obcích byly členěny dle veřejně přístupného seznamu svozu KO z měst a obcí. V uvedeném seznamu je v některých případech zahrnuta nejen příslušná obec, včetně jejích místních částí, což bylo zohledněno při výpočtech nejen času trasy a nakládky,

ale i počtu odpadových nádob. Jako příklad lze uvést trasu svozu v obcích Křenice a Běhařov.

Obrázek 4-1 Trasa svozu KO v obci Křenice a jejích místních částí Zderaz, Kámen a Přetín



Zdroj: (Google LLC, 2010)

Obrázek 4-2 Trasa svozu KO v obci Běhařov



Zdroj: (Google LLC, 2010)

Výsledná hodnota však nereflektuje aktuální provoz a meteorologické podmínky na komunikacích (sníh, nehody, vyhýbání se překážkám atd.). Z tohoto důvodu je nutno brát časový údaj pouze jako průměrnou hodnotu, v praxi budou hodnoty pravděpodobně o něco vyšší.

Čas průměrné doby svozu v jednotlivé obci bez nakládky je uveden v příloze v tabulkách stávajících tras jako trasa svozu v obci (minuty).

Výsledek časového limitu

Po zjištění celkových výsledků času potřebného k nakládce a k projetí sběracího vozu ve všech obcích bylo zřejmé, že optimalizaci trasy svozu v průběhu 8 hodinové pracovní doby budou určovat nejen vzdálenosti mezi jednotlivými obcemi, ale i limitující faktor času. Z důvodu, že tyto trasy je velmi problematické optimalizovat, byly průměrné doby svozu v jednotlivé obci bez nakládky použity i při návrhu nových, optimalizovaných tras.

Objemové a váhové omezení přepravy KO

Jedná se o ovlivnění užitečnou kapacitou sběrného vozu. Ta je buď dána na 13,5 tun nebo objemem cca 21 m³, v případě posuzovaných vozidel se jedná o nástavby s lineárním stlačováním KO. V určitém bodu trasy je kapacita vozu vyčerpána a musí zajet na skládku vyprázdnit obsah nástavby, aby se mohl opět vrátit na svozovou trasu. Z tohoto důvodu se práce nezabývá optimalizací tras ve velkých obcích (Klatovech a v Sušici), kde je tento omezující faktor potlačen velmi malým rozdílem vzdáleností mezi jednotlivými ulicemi města a velkým objemem KO, který je nutno odvézt. Byl ovšem předpoklad, že k naplnění nástavby KO může dojít i během jeho přepravy po menších obcích. Proto byl do výpočtu stávajících a nových tras zahrnut i tento údaj.

Pro stanovení váhy a objemu přepravovaného KO, bylo postupováno následovně:

- a) Stanovení celkového množství KO na základě průměrných hodnot týdenního měrného množství KO** (tato metoda byla použita z důvodu, že nebylo možné získat údaje na základě vážení sběrných vozidel KO pro jednotlivé obce)⁷.

⁷ **Tabulka 4-2** Průměrné týdenní množství KO navazuje na **Tabulku 3-1** *Znaky sledovaných typů zástavby v sídelních jednotkách ČR* uvedené v kapitole **3.1.2 Skladba a množství komunálního odpadu**, ve které jsou popsány typy zástaveb.

Tabulka 4-2 Průměrné týdenní množství KO ⁷

Zástavba	Průměrné týdenní množství KO (kg.obyvateľ.týden)	
	Topné období	Netopné období
C	2,5	2,5
S	5,5	3,0
V	6,5	3,0
P	8,0	2,3

Zdroj: (Voštová, 2009)

Pomocí tohoto údaje byl stanoven jako průměrné množství na jednoho obyvatele v příměstské a vesnické zástavbě za týden 2,3 kg, ve výpočtu je uveden ve sloupci průměrné týdenní množství KO na 1 osobu, v tabulkách současných tras. Pro zimní období nebyl tento údaj počítán, protože hodnota stlačení popela pro zimní období, který tvoří jedinou přidanou složkou KO z vesnické zástavby oproti letnímu období, je ovlivněna různými faktory, například plynofikace jednotlivých obcí. Jak bylo zjištěno konzultací u firmy Pošumavská odpadová s.r.o., je možno použít pouze racionalizaci tras v rámci letního období. (Pošumavská odpadová, s.r.o., 2016)

Následně pomocí údaje počtu obyvatel z dat ČSÚ (Český statistický úřad, 2013) byla počítána hmotnost vyprodukovaného odpadu za týden pro danou obec. Tento údaj je uveden v tabulce (například **Tabulka 4-4**) současných tras pod názvem: Objem KO v obci za 14 dní/týden (tuny). Z názvu vyplývá další limitující faktor svozu KO, který bude uveden až v následujícím textu, a to rozdělení svozu jednou týdně a jednou za 14 dní pro různé obce. Ve výpočtu se proto hodnota pro obce, kde je svoz KO pouze jednou za 14 dní, zdvojnásobila.

b) Stanovení celkového objemu KO pro jednotlivé obce a trasy

Kapacita sběrného vozu je dána užitečným objemem nástavby. V případě lehkých a objemově rozměrných odpadů, je předpoklad, že objem nástavby bude naplněn dříve, než dojde k překročení váhového limitu vozidla. Z tohoto důvodu byl na základě hodnot počtu odpadních nádob v každé obci, proveden výpočet objemové kapacity odpadu pro jednotlivé obce a poté i pro každou trasu. Výpočet je v tabulkách stávajících tras (například v Tabulce 4-4) uveden ve sloupci **celkový objem KO v obci (m³)**. V případě

posuzovaných sběracích vozů, které jsou s nástavbou s lineárním stlačováním, lze tento objem pomocí hydraulického zařízení a pohyblivých desek v nástavbě stlačit v průměru na 1/3 původního objemu.⁸ Hodnota stlačeného KO je uvedena ve sloupci **objem stlačeného KO v obci - 1/3 (m³)**. (například v Tabulce 4-4)

Výsledek objemového a váhového omezení

Oproti původním předpokladům autora práce, že v průběhu svozové trasy bude nástavba sběrného vozidla KO naplněna a bude muset dojít k jeho vyprázdnění na skládce KO, bylo zjištěno, že tomu tak v případě vesnické a příměstské zástavby není. Kapacita používaných nástaveb s lineárním stlačováním ve firmě Pošumavská odpadová s.r.o. je dostačující jak z hlediska objemového naplnění, tak i z hlediska váhového omezení vozidla. (Pošumavská odpadová, s.r.o., 2016)

Omezení vlivem frekvence svozu KO

Dalším limitujícím faktorem pro výpočet vhodné trasy svozu KO je frekvence vyvážení KO. Fyzická osoba nemusí akceptovat navrženou frekvenci pravidelného odvozu KO zajišťovaného obcí (Voštová, 2009). Je ale povinna prokázat, že odpad sama využila nebo odstranila. Příkladem jsou občané ve vesnických oblastech nebo chataři, kteří by nevyužili kapacitu obvyklého týdenního svozu. Z tohoto důvodu firma Pošumavská odpadová s.r.o. stanovila pro jednotlivé obce takovou frekvenci svozu, aby byl plně využit objem odpadních nádob, které občané naplní svým odpadem v místě svého trvalého bydliště. Frekvence svozu KO dle jednotlivých obcí je k náhledu ve svozovém harmonogramu, který je volně ke stažení na webových stránkách firmy Pošumavská odpadová s.r.o. (Pošumavská odpadová, s.r.o., 2016) Uvedený harmonogram obcí a tím i jejich frekvence vyvážení KO, byl základním podkladem pro výpočet stávajících tras.

Dle harmonogramu se svoz KO dělí na jednu týdně pro velké obce a Luby, jedenkrát za 14 dní pro ostatní menší obce. Svoz KO města Klatovy a obce Štěpánovice, obce na trase mezi Klatovy a skládkou KO, má oddělený harmonogram. Sběr KO ve městě Klatovy probíhá samostatným sběracím vozem v průběhu celého týdne, třemi vozy v rámci pondělí

⁸ Dle konzultace u společnosti Pošumavská odpadová s.r.o.

a poté jedním v úterý a v pátek. Tuto frekvenci svozu a počty vozů nutných pro svoz bylo nutno v řešeném území zachovat.

V rámci postupu bylo nejprve nutno provést zhodnocení výhodnosti stávajícího přepravního harmonogramu. Proto byly obce dle stávajícího harmonogramu svozu rozděleny do jednotlivých dnů v lichém a sudém týdnu v období 14 dní do následující tabulky.

Tabulka 4-3 Rozdělení tras pro jednotlivé obce do lichého a sudého týdne

pondělí	td	úterý	td	středa	td	čtvrtek	td	pátek	td
Čínov	S	Mochtín	L	Habartice	L	Dlažov	L	Bezděkov	L
Štěpánovice	L	Ostřetice	L	Klenová	L	Dolany	L	Dlažov	L
		Plánice	L	Křenice	L	Chudenice	L	Janovice	L
		Dobrá Voda	S	Kvaslice	L	Poleň	L	Lomec	L
		Drslavice	S	Luby	L	Čertovka	S	Novákovice	L
		Chlístov	S	Mezihorí	L	Dehtín	S	Beňovy	S
		Křištin	S	Myslovice	L	Dolany	S	Bezděkov	S
		Lažánky	S	Plánice	L	Chaloupky	S	Běhařov	S
		Mochtín	S	Předslav	L	Kosmáčov	S	Bolešiny	S
		Sobětice	S	Újezd	L	Kydliny	S	Černíkov	S
		Srbice	S	Vítkovice	L	Otín	S	Janovice	S
		Střeziměř	S	Bolešiny	L	Pihovice	S	Kal	S
		Tajanov	S	Číhaň	S	Točník	S	Koryta	S
		Těšetiny	S	Hnačov	S	Úsilov	S		
		Tupadly	S	Javor	S	Vícenice	S		
		Věckovice	S	Luby	S				
				Obytce	S				
				Plánice	S				
				Týnec	S				
				Zavlekov	S				

Zdroj: autor

Ve sloupcích je uvedeno, zda v dané obci probíhá svoz v lichém – L nebo sudém týdnu – S. Žlutě podbarvená políčka jsou obce, kde probíhá svoz 1x týdně.⁹ Ve výpočtech tras jsou všechny frekvence stávajícího svozu pro 1x týdně a 1x za 14 dní zachovány. V pondělí probíhá svoz KO pouze v rámci města Klatov, obce Čínov a Štěpánovice. Z tohoto důvodu nebyl pondělní svoz hodnocen a nebylo s ním dále uvažováno.

⁹ V případě obce Dlažov probíhá svoz zdánlivě nelogicky 2x po sobě jdoucích dnech pouze v lichém dnu. Při konzultaci bylo sděleno, že druhý svoz v pátek pod názvem Dlažov není určen přímo pro obec Dlažov, ale pro okolní obce na trase směrem na obec Poleň. Tato odchylka byla vzata do úvahy při návrhu nových tras a je zahrnuta v nové trase pod názvem Úsilov. Zdroj: autor

Výsledek omezení vlivem frekvence svozu KO

Racionalizaci svozu KO nelze řešit v rámci jednotlivých tras vlivem určité návaznosti na frekvenci svozu z malých a velkých obcí s pevně danou frekvencí svozu. Velké obce, kde je potřeba rozdělit svoz na dva vlivem více odpadních nádob nebo má daná obec sjednán odvoz 1x týdně, bylo nutné danou frekvenci akceptovat a zahrnout do dalších výpočtů.

4.3.2 Hodnocení výhodnosti stávajících přepravních plánů

V této části práce byly pomocí stávajícího svozového plánu (harmonogramu) rozděleny obce na jednotlivé dny do dvou týdnů, vyjma pondělí a víkendu, do tabulek stávajících tras pro každý den. Byly doplněny údaje o počtu obyvatel v jednotlivých obcích a výpočty uvedenými v předchozí kapitole **4.2.1 Analýza současného stavu plánování tras ve společnosti** byly zjištěny výsledky pro časové, objemové a hmotnostní využití stávajících tras sběrných vozidel KO. Výpočty pomocí programu Excel byly provedeny pro celkem 21 tras během 14 dní, aby byla zachována frekvence svozu i pro výběr nových tras.

Bylo zjištěno, že v rámci časového využití jsou stávající trasy velmi nerovnoměrně využity a v některých případech se v rámci pracovní doby zaměstnanců nedaří limit pracovní doby dodržet. Vlivem potřeby manipulace s odpadními nádobami a jejich vyprazdňování do sběrného vozu, dochází i k časovým prodlevám, kdy jeden sběrný vůz obsluhuje za celý den pouze jednu obec. Naopak v malých obcích je tento časový limit malý a bylo by tak možno pomocí vhodné optimalizace dopravních tras ušetřit čas během přesunu mezi obcemi. V tabulkách pro jednotlivé dny stávajícího svozu byly vyhodnoceny průměrné časy pro nakládku KO v jednotlivých obcích a pro přesun mezi nimi. Tabulky jsou připojeny jako příloha práce. V tabulkách stávajících tras jsou uvedeny obce, ve kterých příslušný den v týdnu probíhá svoz KO. Barevně jsou rozlišeny jednotlivé okruhy sběracích vozů. Pro první sběrací vůz je červená barva řádků, pro druhý je to modrá barva a pro třetí černá. Pro snadné rozlišení všech dnů v obou týdnech byla použita pro každý den jiná barva podbarvení obcí a výsledků tras, viz tabulka Rozdělení tras pro jednotlivé obce do lichého a sudého týdne. V dolní části tabulek je poté souhrn kilometrů a času pro každý okruh. Protože je nutné pro pozdější porovnání stávajících a nových tras oddělit projeté kilometry

v obci a mimo obec, je souhrn kilometrů v obci ve sloupci **trasa svozu v obci (km)**. Celkový počet kilometrů je uveden ve spodní části tabulky (například v **Tabulce 4-4** středa lichý).

Tabulka 4-4 Středa lichý

Místo nákladky komunálního odpadu	počet obyvatel v obci	Průměrné týden. množstv. KO/1os	Objem KO v obci za 14 dní/týd . (tuny)	osob na 1 odpadní nádobu (110 l)	počet popelnic v obci (110 l)	čas k nakládce popelnic (min)	celkový objem KO v obci (m3)	objem stlačeného KO v obci - 1/3 (m3)	sudý / lichý týden	trasa svozu v obci (min)	celkový čas sběru KO v obci (min)	trasa svozu v obci (km)
Habartice	72	2,3	0,33	3,3	31	46	3,36	1,12	L	5,00	51	2,00
Klenová	120	2,3	0,55	3,3	51	76	5,60	1,87	L	7,00	83	2,70
Křenice	180	2,3	0,83	3,3	76	115	8,40	2,80	L	14,00	129	7,50
Kvaslice	8	2,3	0,04	3,3	3	5	0,37	0,12	L	1,00	6	0,20
Luby	972	2,3	2,24	3,3	412	206	22,68	7,56	OBA	32,00	238	13,50
Mezihoří	71	2,3	0,33	3,3	30	45	3,31	1,10	L	2,00	47	1,00
Myslovice	119	2,3	0,55	3,3	50	76	5,55	1,85	L	11,00	87	4,30
Předslav	266	2,3	1,22	3,3	113	169	12,41	4,14	L	13,00	182	6,50
Újezd u Pl.	104	2,3	0,48	3,3	44	66	4,85	1,62	L	7,00	73	3,20
Vítkovice	9	2,3	0,04	3,3	4	6	0,42	0,14	L	5,00	11	1,70
skládky	celkem KO v m3						17,69	5,90		celkem	907	42,60
okruh 1	Újezd u Pl.	minut	410	okruh 2	Klenová	minut	322	okruh 3	Křenice	minut	176	
Trasa mimo obec	minut	62	Trasa mimo obec	minut	38	Trasa mimo obec	minut	38				
celkem minut	minut	472	celkem minut	minut	360	celkem minut	minut	214				Celkem (km)
celkem hodin	hodin	7,86	celkem hodin	hodin	5,99	celkem hodin	hodin	3,56				
Vzdálenost	km	42,4	Vzdálenost	km	28,3	Vzdálenost	km	29,7				143

Zdroj: autor

Tabulka 4-5 středa sudý

Místo nákladky komunálního odpadu	počet obyvatel v obci	Průměrné týden. množstv. KO/1os	Objem KO v obci za 14 dní/týd . (tuny)	osob na 1 odpadní nádobu (110 l)	počet popelnic v obci (110 l)	čas k nakládce popelnic (min)	celkový objem KO v obci (m3)	objem stlačeného KO v obci - 1/3 (m3)	sudý / lichý týden	trasa svozu v obci (min)	celkový čas sběru KO v obci (min)	trasa svozu v obci (km)
Plánice	976	2,3	2,24	3,5	390	254	21,47	7,16	OBA	23,00	277	9,60
Luby	972	2,3	2,24	3,5	389	194	21,38	7,13	OBA	32,00	226	13,50
Bolešiny	435	2,3	1,00	3,5	174	113	9,57	3,19	OBA	11,00	124	4,10
Číhaň	199	2,3	0,92	3,3	84	127	9,29	3,10	S	11,00	138	4,10
Hnačov	96	2,3	0,44	3,3	41	61	4,48	1,49	S	8,00	69	3,00
Javor	68	2,3	0,31	3,3	29	43	3,17	1,06	S	5,00	48	1,90
Obytce	199	2,3	0,92	3,3	84	127	9,29	3,10	S	13,00	140	4,40
Týnec	304	2,3	1,40	3,5	122	146	13,38	4,46	S	12,00	158	4,50
Zavlekov	300	2,3	1,38	3,5	120	120	13,20	4,40	S	19,00	139	9,50
skládky	celkem KO v m3						35,86	11,95		celkem	1319	54,60
okruh 1	Týnec	minut	433	okruh 2	Plánice	minut	401	okruh 3	Zavlekov	minut	485	
Trasa mimo obec	minut	42	Trasa mimo obec	minut	52	Trasa mimo obec	minut	48				
celkem minut	minut	475	celkem minut	minut	453	celkem minut	minut	533				Celkem (km)
celkem hodin	hodin	7,91	celkem hodin	hodin	7,55	celkem hodin	hodin	8,89				
Vzdálenost	km	30,5	Vzdálenost	km	38,9	Vzdálenost	km	47,9				171,9

Zdroj: autor

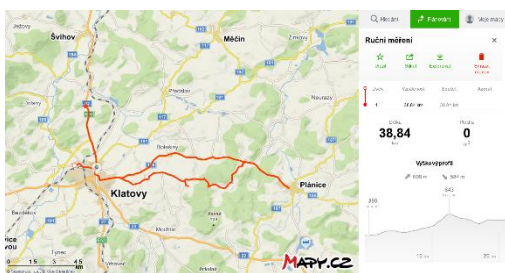
Ze dvou přiložených tabulek je možné porovnat čas na 3. okruhu (trase) ve středu v lichém a sudém týdnu, kdy dochází vlivem špatně navržených tras v případě tras v rámci obcí Křenice a Zavlekov k podhodnocení a překročení limitu pracovní doby.

Jak již bylo uvedeno v kapitole **Časové omezení** - oddílu **c) Stanovení průměrné doby svozu v jednotlivé obci bez nákladky**, trasa každého sběrného vozidla

je dokumentována pomocí GPS modulu. (O2 Czech Republic a.s., 2016) Po převedení těchto údajů do Google Mymaps (Google LLC, 2010) a jejich vyhodnocení, byla každá stávající trasa pro přehlednost a pozdější porovnání kilometrů přenesena do internetového plánovače tras Mapy.cz na webových stránkách firmy Seznam. (Seznam.cz, a.s, 2019) Následně byly provedeny malé korektury vzdáleností u některých stávajících tras mezi jednotlivými obcemi, kdy například sběrný vůz nejel přímou trasu, ale odbočil bez nakládání sběrných nádob v obci. Tím se sjednotilo měření vzdáleností mezi obcemi a vyloučily se případné chyby při pozdějším porovnávání stávajících a nových tras. Všechny stávající trasy jsou k nahlédnutí v příloze i ve formě obrázků.

Stávající trasy mezi obcemi po přenesení do internetového plánovače tras

Obrázek 4-3 Okruh 2 Plánice



Obrázek 4-4 Okruh 3 Zavlekov



Zdroj: (Seznam.cz, a.s, 2019)

4.3.3 Postup návrhu nových tras svozu KO

V současné době jsou stávající trasy svozu KO, které jsou popsány v předchozí kapitole práce, výsledkem dlouholeté historické zkušenosti, intuitivně a bez použití matematických metod. Provoz sběru KO z obcí, které jsou společníky v regionálním projektu města a obcí firmě Pošumavská odpadová s.r.o., částečně navazuje na předchozí plány sběru KO, který v minulosti zajišťovaly například Technické služby města Klatov a jiné. Předpokladem pro vytvoření nových tras je periodicita svozu během období, kdy dojde u obyvatel dotčených obcí k naplnění jejich odpadních nádob KO a tím i k potřebě jejich vyprázdnění. Tento interval naplnění je dán nejen analýzou skladby KO dle charakteristiky zástavby ¹⁰, dostupnosti využívat možnost bezplatně odnést odděleně

¹⁰ Například pomocí metodiky KZT, metodiky ERRA (Voštová, 2009)

sbírané složky separovaného odpadu do kontejnerů v obci, využívání jiných způsobů topení než je spalování tuhých paliv a především ekonomikou provozu svozových vozů. Současný harmonogram svozu obcí a měst firmy Pošumavská odpadová s.r.o. používá opakující se periodicitu rozdělenou do dvou týdnů, s názvy lichý a sudý týden. Pro každý týden jsou v harmonogramu na určitý den uvedeny obce, kde svoz KO probíhá. K zajištění svozu je využíváno 5 sběrných vozidel. V pondělí, v lichém i sudém týdnu, je všech 5 vozidel využíváno pro sběr KO ve městě Klatovy a obcích Štěpánovice, Čínov a Tajanov. Svoz ve městě Klatovy není předmětem této práce, svoz je mezi jednotlivými vozy rozdělen do bloků dle ulic. Obec Štěpánovice se nachází v trase sběrných vozů na skládku KO a obec Čínov vzhledem ke své malé vzdálenosti od Klatov, je součástí svozu ulic v dané lokalitě města. Od úterý se využití svozových vozidel rozděluje na svoz ve městě Klatovy a okolních obcích. Pro město Klatovy se využívají 4 vozidla v lichý týden a 3 v sudý týden. Ve středu, čtvrtek a pátek pro oba týdny se využití vozidel změní na dva vozy pro město Klatovy a ostatní tři vozy zajišťují svoz KO v rámci ostatních obcí v harmonogramu. Pro svoz v Klatovech jsou určeny dva výhradní svozové vozy. Jeden s rotačním způsobem stlačování a druhý vůz s malým objemem nástavby vhodný do malých jednosměrných ulic historického centra města. Pro svoz v okolních obcích se používají stejné typy vozidel s nástavbou o objemu 21 m³ a lineárním stlačováním. V rámci zachování frekvence svozu bude uvedené uspořádání počtu vozidel pro jednotlivé dny zachováno. Pro další postup optimalizace tras byla nejprve vypracována základní matice sazeb vzdálenosti mezi všemi obcemi vyjma Klatov, kdy byl mezi obce započítán i počáteční a cílový bod. **Matice sazeb vzdáleností je samostatnou přílohou práce.**

Určení startovacího a cílového bodu tras

Významným prvkem pro výpočet optimální trasy je možnost úplné sítě cest mezi jednotlivými obcemi a určení centrálního místa. Pro výpočet trasy svozu KO jako okružního dopravního problému se nabízí jako vhodná k sestavení okružních jízd metoda větví a mezi vycházející z Mayerovy metody. Jako místo, odkud budou sběrné vozy na svou trasu každé ráno vyjíždět, bylo zvoleno místo jejich obvyklého parkování, areál firmy Pošumavská odpadová s.r.o. v ulici Dr. Sedláka v Klatovech. Jako cílové místo na konci každé trasy je skládka směsného komunálního odpadu mezi obcemi Štěpánovice a Dehtín, kam musí vozidlo po absolvování dané trasy zajet vyprázdnit svůj náklad.

Dodržení frekvence svozu u obcí s týdenním intervalem

Po sestavení matice sazeb vzdáleností byly vybrány jako prioritní obce (dále jako centrální), které se musí v rámci frekvence svozu KO vyvážit jak lichý, tak i sudý týden. Tyto obce dostaly každá svoji trasu v týdnu tak, aby byla frekvence svozu vždy v opakující se den v týdenní periodicitě. V úterý bude začínat svoz obcí Bolešiny a městysem Plánice. Ve středu budou obce Dolany a příměstská část Klatov Luby, jedna trasa v tento den zůstala volná. Ve čtvrtek bude opakující se svoz v obci Mochtín a Bezděkov, opět s jednou volnou trasou. V pátek bylo nutno zařadit do dvou okruhů městys Janovice nad Úhlavou.

Dodržení časového omezení svozu

V dalším kroku byly podle matice sazeb vzdáleností vybírány k obcím s týdenní periodicitou další obce se 14denním intervalem dle minimálních vzdáleností v matici, aby byla zachována výhodnost modelu i pro obce s týdenní frekvencí. V tomto kroku bylo ovšem nutné dodržet předpoklad nejen minimálních vzdáleností, ale také časového limitu pracovní doby. Proto musely být vybrány takové obce k obci s týdenní frekvencí svozu, které pouze vhodně doplní zbytkový čas v rámci pracovní doby. V obci Chudenice byl čas svozu v rámci obce tak velký, že po započtení doby cesty se nedalo najít další vhodnou obec. Ten samý problém nastal i u svozu obce Janovice n.Ú. v pátek sudého týdne. Pro obce Dolany, Janovice n. Ú. v lichém týdnu a Luby se zbývající kapacitu času svozu podařilo naplnit pouze jednou obcí v blízkosti. Zbývající obce byly při výběru sestaveny dle matice sazeb do zbývajících volných tras a dní.

Výpočet tras pomocí ekonomicko-matematických modelů

Pro všechny okruhy v dílčích dnech bylo nutné v druhém kroku provést opět jejich vlastní matici sazeb vzdáleností (v příloze). Data se do těchto matic čerpala ze základní matice vzdáleností, která je samostatnou přílohou práce. Po sestavení matice daného okruhu s hodnotami vzdáleností se pomocí programu TSPKOSA provedly výpočty metodou nejbližšího souseda, Vogelovou aproximační metodou pro okružní dopravní problém, metodou výhodnostních čísel (paralelně) a optimalizační metodou větví a mezí pro okružní dopravní problém.

Z důvodů sestavení trasy s místem počátku trasy a cílového bodu, které každé vozidlo musí navštívit na začátku a po projetí všech obcí v trase, muselo být zajištěno,

že tato dvě místa budou vždy ve výsledcích okružní trasy vedle sebe. Tím se dosáhlo úprav hodnot v matici sazeb, kdy mezi skládkou a základnou byla sazba silně výhodná a naopak mezi základnou a obcemi byly sazby silně prohibitivní. Silně prohibitivní sazbou se upravily i hodnoty mezi skládkou a obcemi. Tímto krokem bylo zajištěno správné sestavení trasy.

Tabulka 4-6 Matice sazeb - sudý čtvrtek okruh Mochtín před úpravou

	základna	Mochtín	Obytce	Kydliny	Kvaslice	Habartice	skládku
základna		8,5	9,2	8,4	13,2	12	5,1
Mochtín	8,5		4,9	4,1	9,4	8,3	11,9
Obytce	9,2	4,9		3,5	5	3,8	12,1
Kydliny	8,4	4,1	3,5		7,4	6,2	11,3
Kvaslice	13,2	9,4	5	7,4		1,4	16,1
Habartice	12	8,3	3,8	6,2	1,4		14,9
skládku	5,1	11,9	12,1	11,3	16,1	14,9	

Zdroj: autor

Tabulka 4-7 Matice sazeb - sudý čtvrtek okruh Mochtín s úpravou vzdáleností

	základna	Mochtín	Obytce	Kydliny	Kvaslice	Habartice	skládku
základna		1008,5	1009,2	1008,4	1013,2	1012	0,51
Mochtín	1008,5		104,9	104,1	109,4	108,3	1011,9
Obytce	1009,2	104,9		103,5	105	103,8	1012,1
Kydliny	1008,4	104,1	103,5		107,4	106,2	1011,3
Kvaslice	1013,2	109,4	105	107,4		101,4	1016,1
Habartice	1012	108,3	103,8	106,2	101,4		1014,9
skládku	0,51	1011,9	1012,1	1011,3	1016,1	1014,9	

Zdroj: autor

Po výpočtech pomocí uvedených metod u všech 21 tras byla každá trasa pro porovnání kilometrů a zjištění času potřebného pro přesun svozových vozidel mezi obcemi přenesena do internetového plánovače tras Mapy.cz na webových stránkách firmy Seznam. (Seznam.cz, a.s, 2019) Ke každé trase byla následně vytvořena tabulka s údaji o vzdálenosti a potřebném času v rámci svozu pro každou obec a byla doplněna i těmito údaji o vzdálenosti a času trasy mezi obcemi z internetového plánovače tras Mapy.cz. Tím byla zjištěna celková vzdálenost každé trasy a potřebný čas. V případě, že by časový limit 8 hodinové pracovní doby nestačil, byl celý postup opakován od sestavení vhodné trasy.

Tabulka 4-8 Tabulka výsledných hodnot trasy - sudý čtvrtek okruh Mochtín

čtvrtek	MIN	KM
Mochtín	127	5,6
Obytce	140	4,4
Kydliny	63	3,2
Kvaslice	6	0,2
Habartice	51	2
mezisoučet	387	15,4
TRASA	53	37,81
CELKEM	7,33	53,2

Metoda nejbližšího souseda - sekvenčně

Z_min = 37,91

(Kvaslice) - (Habartice) - (Obytce) - (Kydliny) - (Mochtín) - (základna) - (skládku) - (Kvaslice)

Vogelova aproximační metoda pro ODP

Z_min = 38,31

(skládku) - (základna) - (Obytce) - (Habartice) - (Kvaslice) - (Kydliny) - (Mochtín) - (skládku)

Metoda výhodnostních čísel - paralelně

Z_min = 37,81

(Mochtín) - (Obytce) - (Habartice) - (Kvaslice) - (Kydliny) - (skládku) - (základna) - (Mochtín)

Metoda větví a mezi (Počet větví: 362)

Z_min = 37,81

(skládku) - (základna) - (Mochtín) - (Kydliny) - (Habartice) - (Kvaslice) - (Obytce) - (skládku)

Zdroj: autor

4.4 Zhodnocení výsledků

Pro zjištění možnosti racionalizace stávajících tras svozu KO pomocí optimalizačních metod bylo použito jejich rozdělení do nových tras, které se opakují v rámci dvou týdnů. Určitým omezením při návrhu nového plánu tras bylo nejen dodržení časového rámce pracovní doby, váhového omezení přepravy KO, ale i požadavek na zachování frekvence svozu pro některé obce s opakováním svozu po 1 týdnu. Základní cíl, racionalizace svozu KO pro vybranou lokalitu, byl dodržen zkrácením současných tras o 46 km za 14denní cyklus. Přehled počtu kilometrů ve stávajících okruzích svozu KO za 14denní cyklus je uveden v **Tabulce 4-9**, celkový počet kilometrů v nových okruzích je shrnut v **Tabulce 4-10**.

Tabulka 4-9 Stávající trasy - počet kilometrů a počtu hodin za 14 dnů

STÁVAJÍCÍ TRASY											
Den v týdnu	LICHÝ TÝDEN					SUDÝ TÝDEN					
	OKRUH SVOZU KO	MEZI km	OBEC km	CELK km	ČAS min	OKRUH SVOZU KO	MEZI km	OBEC km	CELK km	ČAS min	
Úterý	Okruh 1 Plánice	53	16,4	69,4	502	Okruh 1 Mochtín	43,2		43,2	479	
						Okruh 2 Věckovice	37,9	30,1	68	604	
Středa	Okruh 1 Újezd u Plánice	47,5		47,5	478	Okruh 1 Týnec	36		36	482	
	Okruh 2 Klenová	33,1		33,1	366	Okruh 2 Plánice	44,1		44,1	460	
	Okruh 3 Křenice	33,6	42,6	76,2	219	Okruh 3 Zavlekov	53	54,6	107,6	540	
Čtvrtek	Okruh 1 Dolany	27,3		27,3	338	Okruh 1 Dolany	19,6		19,6	410	
	Okruh 2 Poleň	41,8		41,8	295	Okruh 2 Úsilov	42,1		42,1	356	
	Okruh 3 Chudenic	31,6	39,5	71,1	473	Okruh 3 Kydliny	33,7	48,8	82,5	486	
Pátek	Okruh 1 Bezděkov	38,2		38,2	456	Okruh 1 Bezděkov	24,5		24,5	491	
	Okruh 2 Janovice nad Úhlavou – část A	32,5		32,5	416	Okruh 2 Janovice nad Úhlavou – část A	36,4		36,4	488	
	Okruh 3 Janovice nad Úhlavou – část B	32,2	26	58,2	411	Okruh 3 Janovice nad Úhlavou – část B	29	26,4	55,4	484	
CELKEM LICHÝ TÝDEN				495,3	3954	CELKEM SUDÝ TÝDEN				559,4	5280
CELKEM STÁVAJÍCÍ SVOZ KO						1054,7 kilometrů				153,9 hodin	

Zdroj: autor

Tabulka 4-10 Nové trasy – počet kilometrů a počtu hodin za 14 dnů

NOVÉ TRASY											
LICHÝ TÝDEN						SUDÝ TÝDEN					
Den v týdnu	OKRUH SVOZU KO	MEZI km	OBEC km	CELK km	ČAS min	OKRUH SVOZU KO	MEZI km	OBEC km	CELK km	ČAS min	
Úterý	Okruh 1 Bolešiny	32,5	15,3	47,9	458	Okruh 1 Plánice	42,3	15,4	57,7	412	
	Okruh 2 Plánice	43,9	17,1	61,0	466	Okruh 2 Zavlekov	52	16,6	68,6	399	
Středa	Okruh 1 Dolany	34	33,8	67,8	470	Okruh 1 Dolany	30,8	27,5	58,3	384	
	Okruh 2 Luby	25,2	19,1	44,3	471	Okruh 2 Luby	27	18	45	430	
	Okruh 3 Poleň	41,5	6,9	48,4	440	Okruh 3 Drslavice	24,8	7,8	32,6	404	
Čtvrtek	Okruh 1 Mochtín	43,2	17,4	60,6	478	Okruh 1 Mochtín	42,9	15,4	58,3	446	
	Okruh 2 Bezděkov	26,2	9,1	35,3	434	Okruh 2 Bezděkov	23,1	8,4	31,5	448	
	Okruh 3 Vícenice	20	10,7	30,6	352	Okruh 3 Úsilov	43,1	6,4	49,5	410	
Pátek	Chudenice – bez výpočtu	29,9	8	37,9	478	Janovice nad Úhl. – část A – bez výpočtu	29	15,4	44,4	405	
	Okruh 1 Janovice nad Úhlavou – část 1	35,6	17,3	52,9	482	Janovice nad Úhl. – část B – bez výpočtu	28,7	15,4	41,1	408	
	Okruh 2 Janovice nad Úhlavou – část 2	32,9	18,1	51	482						
CELKEM LICHÝ TÝDEN				537,7	5011	CELKEM SUDÝ TÝDEN				487	4146
CELKEM STÁVAJÍCÍ SVOZ KO						1024,7 kilometrů				152,6 hodin	

Zdroj: autor

Zhodnocení časového limitu nových tras

Při porovnání časových údajů mezi původními a novými trasami je z výše uvedených tabulek zřejmé, že velká disproporce využití pracovní doby v rámci jednotlivých okruhů byla díky racionalizaci optimalizována v nově navržených okruzích do 8 hodin pracovní doby s maximální dobou 482 minut. Optimalizace trasy proto přispěla k větší efektivitě svozu KO a lepšího využití časového rámce pracovní doby.

Zhodnocení objemového a váhového omezení nových tras

Kapacita používaných nástaveb s lineárním stlačováním ve společnosti Pošumavská odpadová s.r.o. nebyla u žádného nového okruhu překročena jak z hlediska objemového naplnění, tak i z hlediska váhového omezení vozidla. Proto žádný okruh nebude narušen nutnou cestou na skládku za účelem vysypání nákladu KO v průběhu trasy. Každý nový okruh bude lineárním mezi základnou, obcemi, skládkou a návratem SOA na základnu. V rámci budoucího přidávání nových obcí do navržených okruhů je možné volnou kapacitu SOA případně využít a tím i ekonomicky zhodnotit.

Zhodnocení omezení vlivem frekvence svozu KO u nových tras

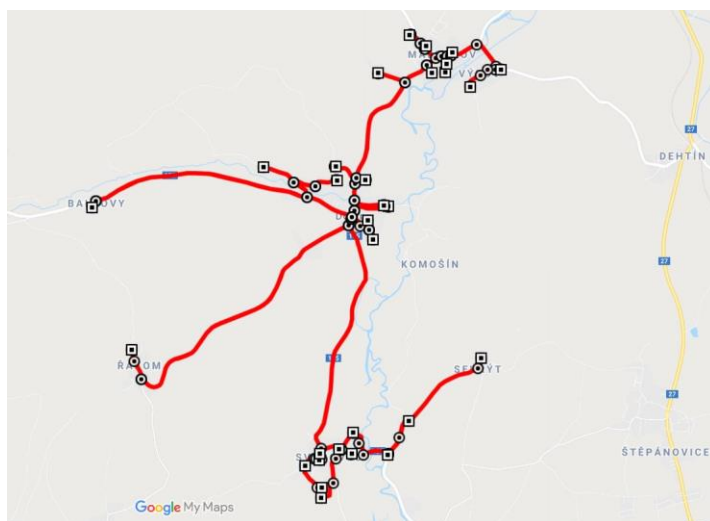
Návrh nových tras musel být koncipován dle návaznosti na stávající frekvenci svozu. Pokud by došlo ke změně 14denní frekvence svozu, musela by být rozšířena počet SOA nebo změněna pracovní doba svozu. Tím by ovšem došlo k navýšení nákladů a racionalizace nových tras by již nebyla přínosem pro společnost Pošumavská odpadová s.r.o.

Zhodnocení návrhu racionalizace svozového plánu

Při navrhování optimalizace nových tras byl použit postup, který je popsán v kapitole 4.3.3. Předpokladem bylo, že bude zachována periodičita svozu a poté vypracována základní matice sazeb se vzdálenostmi mezi obcemi. Na základě periodicity svozu a vzdáleností tras byla vybrána centrální obec, která se stala pro danou trasu hlavním bodem. Poté byly k tomuto hlavnímu bodu trasu přiřazovány obce s nejkratší možnou vzdáleností od uvedené centrální obce. Přiřazování obcí do nové trasy probíhalo s ohledem na časové limity pracovní doby, kdy se do limitujících 8 hodin musel započítat i čas potřebný pro manipulaci s odpadními nádobami při jejich vyprazdňování a také čas strávený pojížděním sběrného vozu v každé obci. Dále také bylo nutné zohlednit i návaznost tras na stávající silniční síť, tak aby nová trasa byla co nejvíce efektivní v lokalitě vybrané centrální obce. Jako příklad vyhodnocení nové trasy lze uvést okruh 1 pro obec Dolany.

V původním plánu tras svozu KO byla obec Dolany jako centrální místo svozu zařazena ve čtvrtek, a to jak v lichý, tak i v sudý týden (příloha **Tabulka 6-1**). Tato pravidelnost musela být při návrhu nové trasy zachována s drobnou úpravou s ohledem na ostatní trasy, místo čtvrtka byl navržen středeční termín svozu. Dále byl zjištěn celkový čas sběru KO v obci a délka trasy svozu v obci (příloha **Tabulka 6-5**). Zjištěná data jsou souhrnem sběru nejen pro samotnou obec Dolany, ale i pro její místní části: Svrčovec, Malechov, Balkovy, Andělice, Sekrýt, Komošín, Malechov – Výrov.

Obrázek 4-5 Trasa svozu v obci Dolany včetně místních částí: Svrčovec, Malechov, Balkovy, Andělice, Sekrýt, Komošín, Malechov – Výrov



Zdroj: (Google LLC, 2010) (Pošumavská odpadová, s.r.o., 2016)

Pro návrh nové trasy byla zvolena obec Dolany jako centrální bod trasy a poté byly pomocí matice vzdáleností do této trasy postupně navrhovány další obce, ve kterých probíhá 14denní cyklus svozu s minimální sazbou vzdálenosti od obce Dolany. Původní střeďeční trasa v lichém týdnu do obcí Křenice a Mezihorí včetně jejích místních částí byla vzhledem k jejich vzdálenosti od místa startu a skládky KO značně nevýhodná. Proto byly obě obce vzhledem k minimální sazbě a poloze ve směru k obci Dolany, rozděleny do nových okruhů v rámci trasy svozu Dolany. Došlo proto jak k výhodnějšímu využití tras v rámci obce Dolany, tak i k lepšímu využití fondu pracovní doby. Původní střeďeční periodicita byla zachována.

Tímto příkladem byla racionalita nového svozového plánu pro vybranou lokalitu potvrzena. Navrženou metodiku optimalizace nových tras svozu KO lze doporučit pro další využití.

Využitelnost navrženého řešení v praxi pro optimalizaci ostatních tras svozu

Celkový cíl práce, racionalizace stávajících tras svozu KO pomocí optimalizačních dopravních metod, není z pohledu úspory 46 kilometrů za celkových 14 dní svozu zcela jednoznačný. Celková úspora v množství pouhých 4 % celkového počtu kilometrů se nachází blízko hranice statistické chyby a skutečná úspora nákladů by musela být ověřena zavedením navržených tras do praktického využití. Z tohoto pohledu se ovšem otevírá další rovina na využití návrhu nových tras.

Navržené řešení je optimálními trasami i z hlediska předpokladu budoucího využití pro celé provozování svozu ve společnosti Pošumavská odpadová s.r.o. Pomocí vybrané metody bude dispečer společnosti Pošumavská odpadová s.r.o. mít poté možnost navrhnout optimální dopravní trasu i na ostatní trasy svozu. Tím by došlo k výraznější racionalizaci a úspoře nákladů. Výsledky práce budou předány společnosti Pošumavská odpadová s.r.o. pro praktické využití.

5 Závěr

Racionalizace dopravních tras svozu komunálních odpadů provozované společností Pošumavská odpadová s.r.o. ve vybrané lokalitě byla vedena od seznámení se s problematikou svozu komunálního odpadu a metodami optimalizace dopravních úloh až po vypracování metodiky nových tras. Porovnáním stávajících tras svozu s nově sestavenými trasami bylo zjištěno, že výrazný rozdíl v počtu ujetých kilometrů není velký. Důvodem může být převládající malý počet zastávek v průběhu okružních tras, spotřeba času při nakládce odpadních nádob a poježdění sběrného vozu v obci. V průběhu zpracování práce se prokazovalo kritérium spotřeby pracovního času jako významný prvek návrhu optimálních tras. Tím se také naznačila nutnost další analýzy stávajících tras svozu i v rámci ulic v jednotlivých obcích. Tím by se otevřel prostor i pro racionalizaci tras svozu ve městě Klatovy. Předpoklad eliminace zbytečných nákladů se ovšem může projevit s postupným připojováním dalších partnerských obcí do společného regionálního subjektu měst a obcí klatovského regionu, jak má společnost Pošumavská odpadová s.r.o. od začátku založení ve svém cíli. V takovém případě by již navržená metodika sestavení optimálních dopravních tras byla pro uvedenou společnost přínosem s jistotou nejlepších možných řešení.

Rovněž se pro nalezení vhodné trasy při výpočtu optimalizace okružních tras pomocí programu TSPKOSA manifestovala použitá metoda větví a mezí, jako nejlepší možná. Tímto se program TSPKOSA, který je bezplatně poskytován Českou zemědělskou univerzitou v Praze, ukázal jako vhodný nástroj pro racionalizaci dopravních úloh i v oblasti svozu komunálního odpadu.

Při souhrnném pohledu na výsledky porovnání stávajících a nových dopravních tras lze konstatovat, že cíl práce, racionalizace dopravních tras svozu komunálních odpadů byl naplněn. Nové trasy jsou navrženy v optimu nejen z hlediska úspory nákladů, ale i z pohledu racionalizace spotřeby času, která je omezena pracovní dobou. Vzhledem k velké fyzické námaze pracovníků, kteří provádějí manipulaci s nádobami

komunálního odpadu a velmi nízké poptávce po této pracovní pozici, může i taková maličkost podporovat další rozvoj společnosti Pošumavská odpadová s.r.o.

V průběhu zpracování práce se ukázalo, že při sběru odpadu hraje finanční stránka důležitou roli. Při potřebě naplnit priority strategického cíle odpadového hospodářství ČR dle nařízení vlády č. 352/2014 Sb., kdy mělo dojít k oběhovému hospodářství a omezení skládkování, je třídění komunálního odpadu již v počátku před samotným odvozem nezbytností. Tím se ovšem postupně změní i systém přepravy odpadů v samotných základech a bude nutné odvážet z místa jejich vzniku separované odpady zvlášť. V dnešní době se tento princip odvozu již provozuje při nádobovém sběru separovaného odpadu v obcích. I proto je myšlenka racionalizace dopravních tras svozu odpadů přínosem do dalších let, kdy se dle plánu sice omezí rozsah přepravy směsného komunálního odpadu z domácností a firem, ale zároveň mnohonásobně vzroste potřeba přepravy jednotlivých separovaných složek odpadu (papír, plast, bílé sklo, směsné sklo...) k místu jejich dalšího zpracování. Proto bude možné aplikovat metody optimalizace uvedené v této práci i do budoucna.

Zároveň je i přes veškeré ušlechtilé a perfektně odůvodněné potřeby racionalizace a nové cíle nakládání s odpady bez podpory motivace občanů pouze utopii. Vhodnou možností je podpora jejich osobní motivovanosti zachovat si zdravé životní prostředí i pro své potomky, redukci plýtvání omezených zdrojů a snižování poplatků za svoz odpadů.

Seznam použitých zdrojů

- Bagarová, Martina Grzywa. 2000.** Požadavky Evropské unie. *www.odpady-online.cz*. [Online] 24. 5 2000. [Citace: 14. 5 2018.] <https://www.odpady-online.cz/pozadavky-evropske-unie/>.
- Běhal, Tomáš. 2015.** *Design popelářského vozu*. Brno : Vysoké učení technické v Brně, 2015. Diplomová práce.
- Bílek, Roman. 2013.** *Elektronické systémy sledování vozidel*. Brno : Mendelova univerzita v Brně , 2013. Diplomová práce.
- Brožová, Helena a Houška, Milan. 2008.** *Základní metody operační analýzy*. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, 2008. str. 250. ISBN 978-802-1309-517.
- Český kosmický portál. 2017.** Americký družicový navigační systém NAVSTAR GPS. *www.czechspaceportal.cz*. [Online] 2017. [Citace: 7. 8 2019.] <https://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/gnss-systemy/gnss-mimo-evropu/americky-navstar-gps/>.
- Český statistický úřad. 2013.** Statistický lexikon obcí České republiky 2013: podle správního rozdělení k 1.1.2013 a výsledků sčítání lidu, domů a bytů k 26. březnu 2011. <https://www.czso.cz/csu/czso/statisticky-lexikon-obci-2013-a8m6eyff20>. [Online] 4116-13, 31. 10 2013. [Citace: 20. 3 2019.] <https://www.czso.cz/csu/czso/statisticky-lexikon-obci-2013-a8m6eyff20>. ISBN 2019978-80-250-2394-5.
- DEKONTA, a.s. 2016.** Přeprava odpadů. *www.dekonta.cz*. [Online] 2016. [Citace: 6. 8 2019.] <https://www.dekonta.cz/sluzby/zpracovani-odpadu/preprava-odpadu.html>.
- Dolejšová, Kateřina. 2011.** *Analýza dopravních tras pro obchodní zástupce*. Praha : Česká zemědělská univerzita, 2011.
- EKO-KOM, a.s. 2018.** Třídím jako divá: svoz odpadu. <https://www.samosebou.cz/2018/09/24/tridim-jako-diva-svoz-odpadu/>. [Online] 24. 9 2018. [Citace: 24. 8 2019.] <https://www.samosebou.cz/2018/09/24/tridim-jako-diva-svoz-odpadu/>.
- ELKOPLAST CZ, s.r.o. 2015.** Kontejnery ABROL+CITY. *www.elkoplast.cz*. [Online] 2015. [Citace: 6. 8 2019.] <https://www.elkoplast.cz/velkoobjemove-kontejnery-abroly>.
- ELKOPLAST CZ, s.r.o. 2015.** Mobilní lisovací kontejnery. *www.elkoplast.cz*. [Online] 2015. [Citace: 6. 8 2019.] <https://www.elkoplast.cz/mobilni-lisovaci-kontejnery>.
- ELKOPLAST CZ, s.r.o. 2015.** Polyethylenové kontejnery (na tříděný sběr). *www.elkoplast.cz*. [Online] 2015. [Citace: 20. 8 2019.] <https://www.elkoplast.cz/polyethylenove-kontejnery-1>.
- Evropská agentura pro životní prostředí (EEA) a Andrzej Bochenski. 2014.** Odpady: problém či zdroj? *www.eea.europa.eu*. [Online] 8. 8 2014. [Citace: 30. 7 2019.] <https://www.eea.europa.eu/cs/signaly/signaly-2014/clanky/odpady-problem-ci-zdroj>.
- Evropský výbor regionů, Komise pro životní prostředí. 2015.** Stanovisko Evropského výboru regionů – Směrem k oběhovému hospodářství: přezkum evropských právních předpisů v oblasti odpadů. <https://eur-lex.europa.eu/>. [Online] 12. 2 2015. [Citace: 5. 6 2019.] [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/HTML/?uri=CELEX:52014AR4083&from=CS.COM\(2014\)397 final – 2014/0201 \(COD\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/HTML/?uri=CELEX:52014AR4083&from=CS.COM(2014)397%20final-2014/0201(COD)).
- F. X. MEILLER Slaný s.r.o. 2015.** Dvouramenný nosič kontejnerů MEILLER při nasazení. *www.meiller.com*. [Online] 2015. [Citace: 6. 8 2019.] <https://www.meiller.com/cz/vyroby/dvouramenny-nosic-kontejneru/>.

Google LLC. 2010. Mapy Google. www.google.cz/maps/. [Online] 2010. [Citace: 10. 5 2017.] <https://www.google.cz/maps/@49.451104,13.2567581,13.74z?hl=cs>.

Hanuš, František a Píšek, Milan. 1996. *Rozhodovací analýza : vybrané modely a metody řešení na PC*. 1. Praha : Editační středisko ČVUT, 1996. str. 78. 8001015343.

Klatovský deník. 2018. Štěpánovická skládka má zmizet pod zemí. www.klatovsky.denik.cz. [Online] 8. 5 2018. [Citace: 6. 12 2018.] https://klatovsky.denik.cz/zpravy_region/stepanovicka-skladka-ma-do--let-zmizet-pod-zemi.html.

KOSKOVÁ, Ivanka. 2007. *Distribuční úlohy I*. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, 2007. str. 52. ISBN 978-802-1311-565.

Koutná, Marie. 2018. *Transportní systémy v odpadovém hospodářství*. Brno : Vyspké učení technické v Brně, 2018. Bakalářská práce.

Krhovják, Adam. 2011. *Celočíselné programování – metoda větví a mezí*. Zlín : Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2011. Bakalářská práce.

Kučera, Petr. 2009. *Metodologie řešení okružního dopravního problému*. Česká zemědělská univerzita . Praha : autor neznámý, 2009. dizertační práce.

Ministerstvo životního prostředí. 2019. Kampaň Dost bylo plastu. www.dostbyloplastu.cz. [Online] 2019. [Citace: 10. 5 2019.] <https://www.dostbyloplastu.cz/>.

Ministerstvo životního prostředí. 2017. Komunální odpady. www.mzp.cz. [Online] 2017. [Citace: 25. 8 2019.] https://www.mzp.cz/cz/komunalni_odpady.

Ministerstvo životního prostředí. 2014. Plán odpadového hospodářství ČR. www.mzp.cz. [Online] 22. 12 2014. [Citace: 7. 8 2019.] https://www.mzp.cz/cz/plan_odpadoveho_hospodarstvi_cr.

Ministerstvo životního prostředí. 2019. Předcházení vzniku odpadů. www.mzp.cz. [Online] 2019. [Citace: 25. 10 2019.] https://www.mzp.cz/cz/predchazeni_vzniku_odpadu.

Ministerstvo životního prostředí. 2018. *Zákon č. 185/2001 Sb.* Praha : Ministerstvo životního prostředí, 2018.

Mociková, Monika. 2014. *Plánování tras pro obchodní zástupce ve společnosti Thomas Romano s.r.o.* Česká zemědělská univerzita. Praha : autor neznámý, 2014. Bakalářská práce.

O2 Czech Republic a.s. 2016. O2 Car Control. www.carcontrol.o2.cz. [Online] 2016. [Citace: 15. 2 2020.] <https://carcontrol.o2.cz/web/predstaveni-sluzby>.

Odpadové hospodářství Klatovy, s.r.o. 2016. Odpadové hospodářství Klatovy, s.r.o. www.klatovynet.cz. [Online] 2016. [Citace: 6. 12 2018.] <http://www.klatovynet.cz/ohk/onas.asp>.

ORAVA, František. 2010. *Vývoj a navrhování logistických systémů*. Olomouc : Moravská vysoká škola Olomouc, 2010. str. 73. ISBN 978-808-7240-397.

Ošmerová, Iva. 2013. *Technika pro soz komunálního odpadu*. Brno : Mendelova univerzita, 2013. Diplomová práce .

PERNICA, Petr. 2001. *Doprava a zasílatelství*. Praha : ASPI Publishing, 2001. str. 496. ISBN 80-863-9513-8.

Pošumavská odpadová, s.r.o. 2016. FOTOGALERIE - Vozový park. www.posumavskaodpadova.cz. [Online] 2016. [Citace: 20. 8 2019.] <https://www.posumavskaodpadova.cz/posumavskaodpadova/fotogalerie.asp?copper=155&navrat=yes>.

- Pošumavská odpadová, s.r.o. 2016.** Pošumavská odpadová, s.r.o. www.posumavskaodpadova.cz. [Online] 2016. [Citace: 10. 5 2017.] <https://www.posumavskaodpadova.cz/posumavskaodpadova/default.asp>.
- Rada Evropské unie. 2015.** Směrnice Rady 1999/31/ES ze dne 26. dubna 1999 o skládkách odpadů. www.eur-lex.europa.eu. [Online] 22. 5 2015. [Citace: 26. 7 2019.] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=LEGISSUM%3A121208>.
- Roubíčková, Petra. 2019.** www.mzp.cz. [Online] 9. 4 2019. [Citace: 30. 6 2019.] https://www.mzp.cz/cz/news_09042019-nova-odpadova-legislativa-recyklace-komunalnich-odpadu-trideni.
- Sdružení provozovatelů technologií, pro ekologické využívání odpadů. 2018.** Jak to bylo kdysi s odpady? www.odpadjeenergie.cz. [Online] 2018. [Citace: 25. 6 2018.] <http://www.odpadjeenergie.cz/historie/jak-to-bylo-kdysi-s-odpady>.
- Sedláčková, Helena. 2020.** Prostor pro inovace, hezké cvičení nebo boj o recyklát? Návrh nové odpadové legislativy budí emoce. www.ekonomickydenik.cz. [Online] 24. 1 2020. [Citace: 10. 2 2020.] https://ekonomickydenik.cz/prostor-inovace-hezke-cviceni-boj-recyklat-navrh-nove-odpadove-legislativy-budi-emoce/?utm_source=www.seznam.cz&utm_medium=sekce-z-internetu.
- Seznam.cz, a.s. 2019.** [Mapy.cz](http://www.mapy.cz). www.mapy.cz. [Online] 2019. [Citace: 20. 5 2019.] Podmínkou pro publikaci je uvedení zdroje ve formě loga Mapy.cz (onas.seznam.cz/cz/ke-stazeni/loga/), v případě malých výřezů popisu: Zdroj: "Mapy.cz". . <https://mapy.cz/zakladni?x=21.8050426&y=50.9062137&z=6> .
- Svoboda, Vladimír. 2004.** *Dopravní logistika*. Praha : České vysoké učení technické v Praze, 2004. str. 115. ISBN 80-010-2914-X.
- Sysel, Rostislav. 2012.** *Analýza dopravních tras ve společnosti Asavet Biřkov*. Česká zemědělská univerzita. Praha : autor neznámý, 2012. Diplomová práce.
- Šubrt, Tomáš. 2011.** *Ekonomicko-matematické metody*. Plzeň : Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2011. str. 351. ISBN 978-807-3803-452.
- Tiskové oddělení MŽP. 2019.** Česko čeká velká odpadková revoluce, vláda dnes schválila novou odpadovou legislativu. www.mzp.cz. [Online] 9. 12 2019. [Citace: 5. 1 2020.] https://www.mzp.cz/cz/news_20191207-cesko-ceka-velka-odpadkova-revoluce-vlada-dnes-schvalila-novou-odpadovou-legislativu.
- Vondra, Miroslav. 2016.** *Optimalizace dopravních tras v logistickém podniku*. Liberec : Technická univerzita v Liberci, 2016. Diplomová práce.
- Voštová, Věra. 2009.** *Logistika odpadového hospodářství*. Praha : České vysoké učení technické v Praze, 2009. str. 349. ISBN 978-800-1044-261.

6 Přílohy

Obsah příloh

Seznam tabulek příloh

Tabulka 6-1 Harmonogram svozu komunálního odpadu	79
Tabulka 6-2 Stávající trasa svozu KO - PONDĚLÍ	80
Tabulka 6-4 Stávající trasa svozu KO - ÚTERÝ	80
Tabulka 6-8 Stávající trasa svozu KO - STŘEDA	82
Tabulka 6-5 Stávající trasa svozu KO - ČTVRTEK	84
Tabulka 6-6 Stávající trasa svozu KO - PÁTEK	86
Tabulka 6-7 Stávající trasa svozu KO - PONDĚLÍ	87
Tabulka 6-8 Stávající trasa svozu KO - ÚTERÝ	88
Tabulka 6-9 Stávající trasa svozu KO - STŘEDA	90
Tabulka 6-10 Stávající trasa svozu KO - ČTVRTEK	92
Tabulka 6-11 Stávající trasa svozu KO - PÁTEK	94
Tabulka 6-12 Stávající trasa svozu KO – souhrn km a času svozu KO	95
Tabulka 6-13 Nový harmonogram svozu komunálního odpadu	96
Tabulka 6-14 Matice sazeb – ÚTERÝ - OKRUH 1 - Bolešiny	97
Tabulka 6-15 Výsledné hodnoty trasy – ÚTERÝ - OKRUH 1 - Bolešiny	98
Tabulka 6-16 Matice sazeb– ÚTERÝ - OKRUH 2 - Plánice	98
Tabulka 6-17 Výsledné hodnoty trasy– ÚTERÝ - OKRUH 1 - Bolešiny	99
Tabulka 6-18 Matice sazeb– STŘEDA - OKRUH 1 - Dolany	100
Tabulka 6-19 Výsledné hodnoty trasy – STŘEDA - OKRUH 1 - Dolany	100
Tabulka 6-20 Matice sazeb – STŘEDA - OKRUH 2 – Luby	101
Tabulka 6-21 Výsledné hodnoty trasy– STŘEDA - OKRUH 2 – Luby	102
Tabulka 6-22 Matice sazeb – STŘEDA - OKRUH 3 - Poleň	102
Tabulka 6-23 Výsledné hodnoty trasy– STŘEDA - OKRUH 3 - Poleň	103
Tabulka 6-24 Matice sazeb – ČTVRTEK - OKRUH 1 - Mochtín	104
Tabulka 6-25 Výsledné hodnoty trasy– ČTVRTEK - OKRUH 1 - Mochtín	105
Tabulka 6-26 Matice sazeb– ČTVRTEK - OKRUH 2 - Bezděkov	105
Tabulka 6-27 Výsledné hodnoty trasy– ČTVRTEK - OKRUH 2 - Bezděkov	106
Tabulka 6-28 Matice sazeb – ČTVRTEK - OKRUH 3 - Vícenice	107
Tabulka 6-29 Výsledné hodnoty trasy – ČTVRTEK - OKRUH 3 - Vícenice	107
Tabulka 6-30 Výsledné hodnoty trasy – PÁTEK - OKRUH 1 – Chudenice	108
Tabulka 6-31 Matice sazeb – PÁTEK - OKRUH 2 – Janovice n. Ú. – část A	109
Tabulka 6-32 Výsledné hodnoty trasy – PÁTEK - OKRUH 2 – Janovice n. Ú. – část A	110
Tabulka 6-33 Matice sazeb – PÁTEK - OKRUH 3 – Janovice n. Ú. – část B	110
Tabulka 6-34 Výsledné hodnoty trasy – PÁTEK - OKRUH 3 – Janovice n. Ú. – část B	111
Tabulka 6-35 Matice sazeb– ÚTERÝ - OKRUH 1 - Plánice	112
Tabulka 6-36 Výsledné hodnoty trasy– ÚTERÝ - OKRUH 1 - Plánice	113
Tabulka 6-37 Matice sazeb – ÚTERÝ - OKRUH 2 - Zavlekov	113
Tabulka 6-38 Výsledné hodnoty trasy – ÚTERÝ - OKRUH 2 - Zavlekov	114
Tabulka 6-39 Matice sazeb– STŘEDA - OKRUH 1 - Dolany	115
Tabulka 6-40 Výsledné hodnoty trasy– STŘEDA - OKRUH 1 - Dolany	116
Tabulka 6-41 Matice sazeb – STŘEDA - OKRUH 2 - Luby	116

Tabulka 6-42 Výsledné hodnoty trasy – STŘEDA - OKRUH 2 - Luby	117
Tabulka 6-43 Matice sazeb – STŘEDA - OKRUH 3 - Drslavice	118
Tabulka 6-44 Výsledné hodnoty trasy– STŘEDA - OKRUH 3 - Drslavice	118
Tabulka 6-45 Matice sazeb– ČTVRTEK - OKRUH 1 - Mochtín	119
Tabulka 6-46 Výsledné hodnoty trasy – ČTVRTEK - OKRUH 1 - Mochtín	120
Tabulka 6-47 Matice sazeb– ČTVRTEK – OKRUH 2 - Bezděkov	120
Tabulka 6-48 Výsledné hodnoty trasy – ČTVRTEK – OKRUH 2 - Bezděkov	121
Tabulka 6-49 Matice sazeb – ČTVRTEK – OKRUH 3 - Úsilov	122
Tabulka 6-50 Výsledné hodnoty trasy– ČTVRTEK – OKRUH 3 - Úsilov	122
Tabulka 6-51 Výsledné hodnoty trasy– PÁTEK - OKRUH 1 - Janovice n. Ú. – část A ..	123
Tabulka 6-52 Výsledné hodnoty trasy – PÁTEK - OKRUH 2 - Janovice n. Ú. – část B	124
Tabulka 6-53 Nové trasy svozu KO – souhrn km a času svozu KO	125

Seznam obrázků příloh

Obrázek 6-1 Stávající trasa svozu KO - ÚTERÝ	80
Obrázek 6-2 Stávající trasa svozu KO – STŘEDA - OKRUH 1 - Újezd u Plánice	81
Obrázek 6-3 Stávající trasa svozu KO - STŘEDA - OKRUH 2 - Klenová.....	81
Obrázek 6-4 Stávající trasa svozu KO - STŘEDA - OKRUH 3 - Křenice	82
Obrázek 6-5 Stávající trasa svozu KO - ČTVRTEK - OKRUH 1 - Dolany	83
Obrázek 6-6 Stávající trasa svozu KO - ČTVRTEK - OKRUH 2 - Poleň	83
Obrázek 6-7 Stávající trasa svozu KO - ČTVRTEK - OKRUH 3 - Chudenice	84
Obrázek 6-8 Stávající trasa svozu KO - PÁTEK - OKRUH 1 - Bezděkov.....	85
Obrázek 6-9 Stávající trasa svozu KO - PÁTEK - OKRUH 2 - Janovice n. Ú. – část A....	85
Obrázek 6-10 Stávající trasa svozu KO - PÁTEK - OKRUH 3 - Janovice n. Ú. – část B ..	86
Obrázek 6-11 Stávající trasa svozu KO – ÚTERÝ - OKRUH 1 - Mochtín	87
Obrázek 6-12 Stávající trasa svozu KO – ÚTERÝ - OKRUH 2 - Věckovice.....	88
Obrázek 6-13 Stávající trasa svozu KO – STŘEDA - OKRUH 1 - Týnec	89
Obrázek 6-14 Stávající trasa svozu KO - STŘEDA - OKRUH 2 - Plánice	89
Obrázek 6-15 Stávající trasa svozu KO - STŘEDA - OKRUH 3 - Zavlekov	90
Obrázek 6-16 Stávající trasa svozu KO - ČTVRTEK - OKRUH 1 - Dolany	91
Obrázek 6-17 Stávající trasa svozu KO - ČTVRTEK - OKRUH 2 – Úsilov	91
Obrázek 6-18 Stávající trasa svozu KO - ČTVRTEK - OKRUH 3 - Kydliny	92
Obrázek 6-19 Stávající trasa svozu KO - PÁTEK - OKRUH 1 - Bezděkov	93
Obrázek 6-20 Stávající trasa svozu KO - PÁTEK - OKRUH 2 - Janovice n. Ú. – část A ..	93
Obrázek 6-21 Stávající trasa svozu KO - PÁTEK - OKRUH 3 - Janovice n. Ú. – část B ..	94
Obrázek 6-22 Nová trasa svozu KO – ÚTERÝ - OKRUH 1 - Bolešiny	97
Obrázek 6-23 Nová trasa svozu KO – ÚTERÝ – OKRUH 2 - Plánice.....	98
Obrázek 6-24 Nová trasa svozu KO – STŘEDA - OKRUH 1 - Dolany	100
Obrázek 6-25 Nová trasa svozu KO – STŘEDA - OKRUH 2 – Luby.....	101
Obrázek 6-26 Nová trasa svozu KO – STŘEDA - OKRUH 3 - Poleň.....	102
Obrázek 6-27 Nová trasa svozu KO – ČTVRTEK - OKRUH 1 - Mochtín	104
Obrázek 6-28 Nová trasa svozu KO – ČTVRTEK - OKRUH 2 - Bezděkov	105
Obrázek 6-29 Nová trasa svozu KO – ČTVRTEK - OKRUH 3 - Vícenice.....	106
Obrázek 6-30 Nová trasa svozu KO – PÁTEK - OKRUH 1 – Chudenice.....	108
Obrázek 6-31 Nová trasa svozu KO – PÁTEK - OKRUH 2 – Janovice n. Ú. – část A....	109

Obrázek 6-32 Nová trasa svozu KO – PÁTEK - OKRUH 3 – Janovice n. Ú. – část B	110
Obrázek 6-33 Nová trasa svozu KO – ÚTERÝ - OKRUH 1 - Plánice	112
Obrázek 6-34 Nová trasa svozu KO – ÚTERÝ - OKRUH 2 - Zavlekov	113
Obrázek 6-35 Nová trasa svozu KO – STŘEDA - OKRUH 1 - Dolany	115
Obrázek 6-36 Nová trasa svozu KO – STŘEDA - OKRUH 2 - Luby	116
Obrázek 6-37 Nová trasa svozu KO – STŘEDA - OKRUH 3 - Drslavice	117
Obrázek 6-38 Nová trasa svozu KO – ČTVRTEK - OKRUH 1 - Mochtín	119
Obrázek 6-39 Nová trasa svozu KO – ČTVRTEK – OKRUH 2 - Bezděkov	120
Obrázek 6-40 Nová trasa svozu KO – ČTVRTEK – OKRUH 3 - Úsilov.....	121
Obrázek 6-41 Nová trasa svozu KO – PÁTEK - OKRUH 1 - Janovice n. Ú. – část A	123
Obrázek 6-42 Nová trasa svozu KO – PÁTEK - OKRUH 2 - Janovice n. Ú. – část B.....	124

6.1 Stávající trasy svozu komunálního odpadu

Tabulka 6-1 Harmonogram svozu komunálního odpadu

SVOZ KOMUNÁLNÍHO ODPADU - PŘEHLED MĚST A OBCÍ			
LICHÝ TÝDEN		SUDÝ TÝDEN	
Obec	Svozový den	Obec	Svozový den
Bezděkov	pátek	Beňovy	pátek
Dlažov	čtvrtek	Bezděkov	pátek
Dlažov	pátek	Běhařov	pátek
Dolany	čtvrtek	Bolešiny	středa
Habartice	středa	Bolešiny	pátek
Chudenice	čtvrtek	Černíkov	čtvrtek
Janovice	pátek	Čertovka	čtvrtek
Klenová	středa	Číhaň	středa
Křenice	středa	Čínov	pondělí
Kvaslice	středa	Dehtín	čtvrtek
Lomec	pátek	Dobrá	úterý
Luby	středa	Dolany	čtvrtek
Mezihoří	středa	Drslavice	úterý
Mochtín	úterý	Hnačov	středa
Myslovice	středa	Chaloupk	čtvrtek
Novákovice	pátek	Chlístov	úterý
Ostřetice	úterý	Janovice	pátek
Plánice	úterý	Javor	středa
Plánice	středa	Kal	pátek
Poleň	čtvrtek	Klatovy	dle ulic
Předslav	středa	Koryta	pátek
Štěpánovice	pondělí	Kosmáčov	čtvrtek
Újezd	středa	Křištín	úterý
Vítkovice	středa	Kydliny	čtvrtek
		Lažánky	úterý
		Luby	středa
		Mochtín	úterý
		Obytce	středa
		Otín	čtvrtek
		Pihovice	čtvrtek
		Plánice	středa
		Soběstice	úterý
		Srbice	úterý
		Střeziměř	úterý
		Tajanov	úterý
		Těšetiny	úterý
		Točník	čtvrtek
		Tupadly	úterý
		Týnec	středa
		Úsilov	čtvrtek
		Věckovice	úterý
		Vícenice	čtvrtek
		Zavlekov	středa

Zdroj: Pošumavská odpadová s.r.o.

<https://www.posumavskaodpadova.cz/posumavskaodpadova/dokumenty.asp>

6.1.1 Stávající trasy lichý týden – PONDĚLÍ

Tabulka 6-2 Stávající trasa svozu KO - PONDĚLÍ

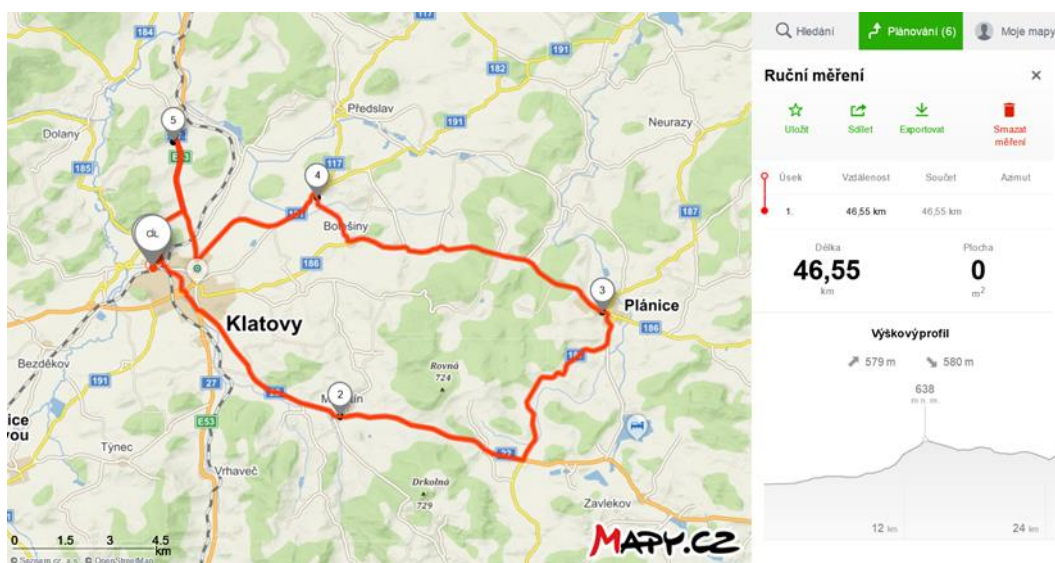
Místo nákladky komunálního odpadu	počet obyvatel v obci	Průměrné týden. množstv. KO/1os	Objem KO v obci za 14 dní/týd . (tuny)	osob na 1 odpadní nádobu (110 l)	počet popelnic v obci (110 l)	čas k nakládce popelnic (min)	celkový objem KO v obci (m3)	objem stlačeného KO v obci - 1/3 (m3)	sudý / lichý	trasa svozu v obci (min)	celkový čas sběru KO v obci	trasa svozu v obci (km)
Štěpánovice	265	2,3	1,22	3,3	112	169	12,37	4,12	L	15,00	184	5,60
skládky				celkem KO v m3			12,37	4,12				

Zdroj: Pošumavská odpadová s.r.o., ČSÚ, Voštová - Logistika odp. hospodářství, Mapy.cz

Okruh svozu obce Štěpánovice navazuje na trasu svozu KO ve městě Klatovy, z tohoto důvodu není v rámci práce řešen.

6.1.2 Stávající trasy lichý týden – ÚTERÝ

Obrázek 6-1 Stávající trasa svozu KO - ÚTERÝ



Zdroj: Pošumavská odpadová s.r.o., Mapy.cz

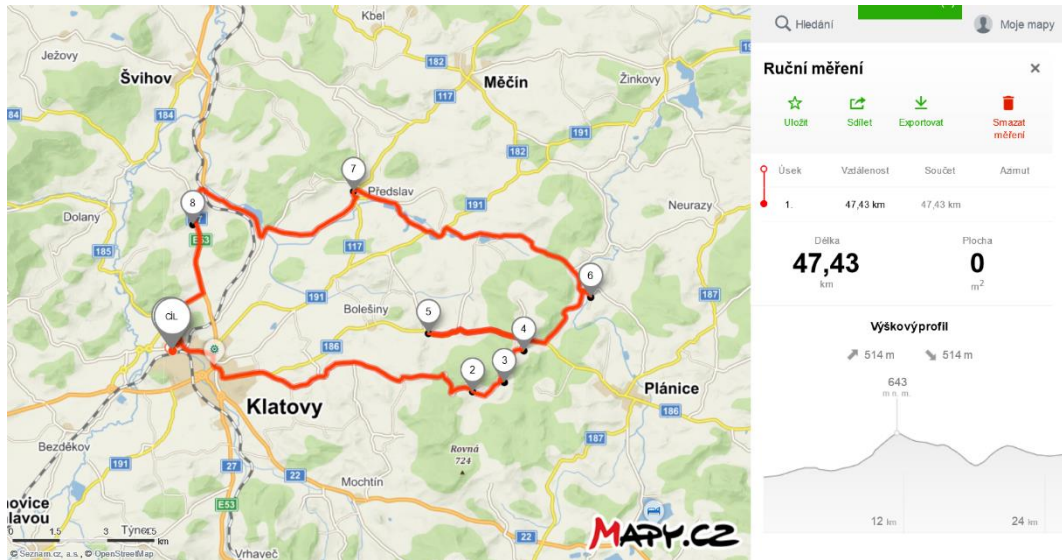
Tabulka 6-3 Stávající trasa svozu KO - ÚTERÝ

Místo nákladky komunálního odpadu	počet obyvatel v obci	Průměrné týden. množstv. KO/1os	Objem KO v obci za 14 dní/týd . (tuny)	osob na 1 odpadní nádobu (110 l)	počet popelnic v obci (110 l)	čas k nakládce popelnic (min)	celkový objem KO v obci (m3)	objem stlačeného KO v obci - 1/3 (m3)	sudý / lichý	trasa svozu v obci (min)	celkový čas sběru KO v obci	trasa svozu v obci (km)
Mochtín	358	2,3	0,82	3,3	152	99	8,35	2,78	OBA	13,00	112	5,60
Ostřetice	66	2,3	0,30	3,3	28	42	3,08	1,03	L	3,00	45	1,20
Plánice	976	2,3	2,24	3,5	390	254	21,47	7,16	OBA	23,00	277	9,60
skládky				celkem KO v m3			32,91	10,97			433,48	16,40
										Mimo obec (min/km)	53	46,6
										celkem minut (min)	486	CELKEM
										celkem hodin (min)	8,11	(km)
										celkový čas a km (min)	8,06	63,00

Zdroj: Pošumavská odpadová s.r.o., ČSÚ, Voštová - Logistika odp. hospodářství, Mapy.cz

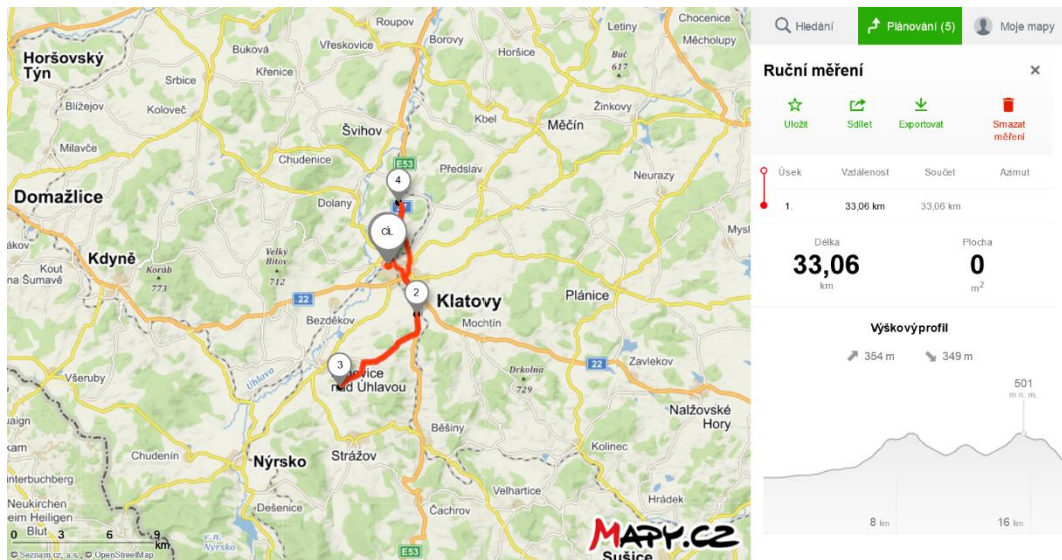
6.1.3 Stávající trasy lichý týden – STŘEDA

Obrázek 6-2 Stávající trasa svozu KO – STŘEDA - OKRUH 1 - Újezd u Plánice



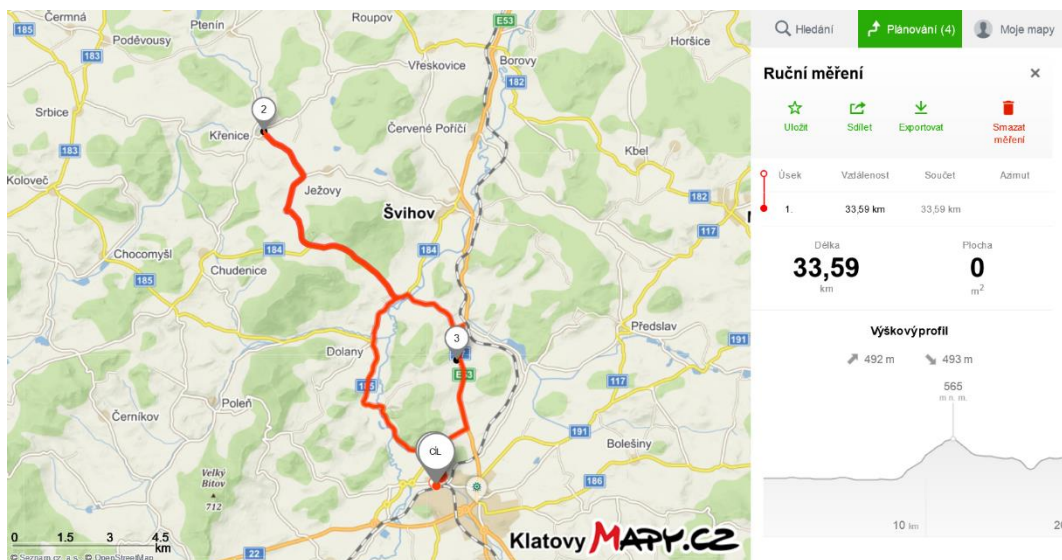
Zdroj: Pošumavská odpadová s.r.o., Mapy.cz

Obrázek 6-3 Stávající trasa svozu KO - STŘEDA - OKRUH 2 - Klenová



Zdroj: Pošumavská odpadová s.r.o., Mapy.cz

Obrázek 6-4 Stávající trasa svozu KO - STŘEDA - OKRUH 3 - Křenice



Zdroj: Pošumavská odpadová s.r.o., Mapy.cz

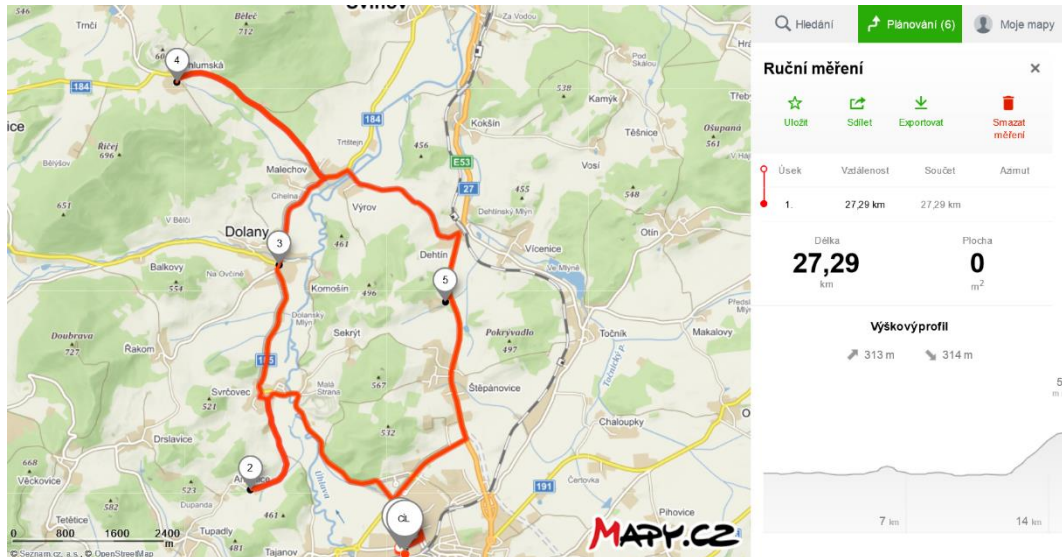
Tabulka 6-4 Stávající trasa svozu KO - STŘEDA

Místo nákladky komunálního odpadu	počet obyvatel v obci	Průměrné týden. množstv. KO/1os	Objem KO v obci za 14 dní/týd. (tuny)	osob na 1 odpadní nádobu (110 l)	počet popelnic v obci (110 l)	čas k nakládce popelnic (min)	celkový objem KO v obci (m3)	objem stlačeného KO v obci - 1/3 (m3)	sudý / lichý týden	trasa svozu v obci (min)	celkový čas sběru KO v obci (min)	trasa svozu v obci (km)
Habartice	72	2,3	0,33	3,3	31	46	3,36	1,12	L	5,00	51	2,00
Klenová	120	2,3	0,55	3,3	51	76	5,60	1,87	L	7,00	83	2,70
Křenice	180	2,3	0,83	3,3	76	115	8,40	2,80	L	14,00	129	7,50
Kvaslice	8	2,3	0,04	3,3	3	5	0,37	0,12	L	1,00	6	0,20
Luby	972	2,3	2,24	3,3	412	206	22,68	7,56	OBA	32,00	238	13,50
Mezihoří	71	2,3	0,33	3,3	30	45	3,31	1,10	L	2,00	47	1,00
Myslovice	119	2,3	0,55	3,3	50	76	5,55	1,85	L	11,00	87	4,30
Předslav	266	2,3	1,22	3,3	113	169	12,41	4,14	L	13,00	182	6,50
Újezd u Pl.	104	2,3	0,48	3,3	44	66	4,85	1,62	L	7,00	73	3,20
Vítkovice	9	2,3	0,04	3,3	4	6	0,42	0,14	L	5,00	11	1,70
skládky							17,69	5,90			907	42,60
okruh 1	Újezd u Pl.	minut	410	okruh 2	Klenová	minut	322	okruh 3	Křenice	minut	176	
	Trasa mimo obec	minut	68		Trasa mimo obec	minut	44		Trasa mimo obec	minut	43	
	celkem minut	minut	478		celkem minut	minut	366		celkem minut	minut	219	
	celkem hodin	hodin	7,96		celkem hodin	hodin	6,09		celkem hodin	hodin	3,65	Celkem (km)
	Vzdálenost	km	47,5		Vzdálenost	km	33,1		Vzdálenost	km	33,6	156,8

Zdroj: Pošumavská odpadová s.r.o., ČSÚ, Vořtová - Logistika odp. hospodářství, Mapy.cz

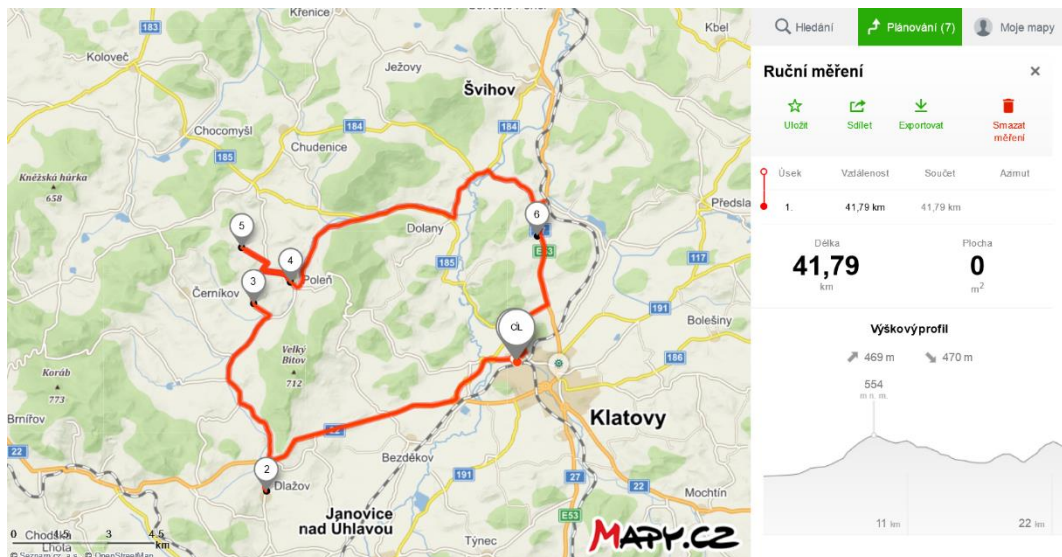
6.1.4 Stávající trasy lichý týden – ČTVRTEK

Obrázek 6-5 Stávající trasa svozu KO - ČTVRTEK - OKRUH 1 - Dolany



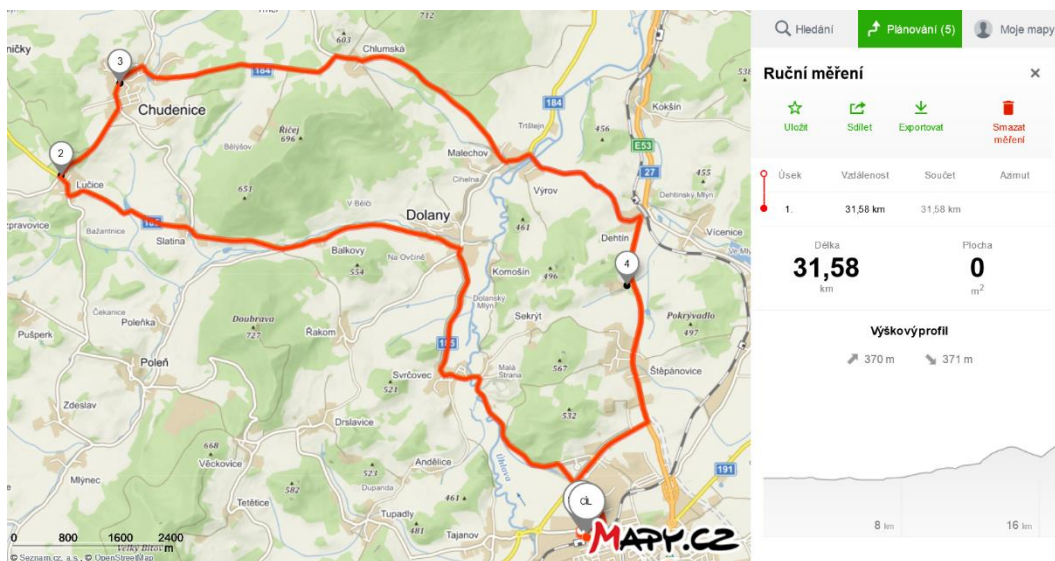
Zdroj: Pošumavská odpadová s.r.o., Mapy.cz

Obrázek 6-6 Stávající trasa svozu KO - ČTVRTEK - OKRUH 2 - Poleň



Zdroj: Pošumavská odpadová s.r.o., Mapy.cz

Obrázek 6-7 Stávající trasa svozu KO - ČTVRTEK - OKRUH 3 - Chudenice



Zdroj: Pošumavská odpadová s.r.o., Mapy.cz

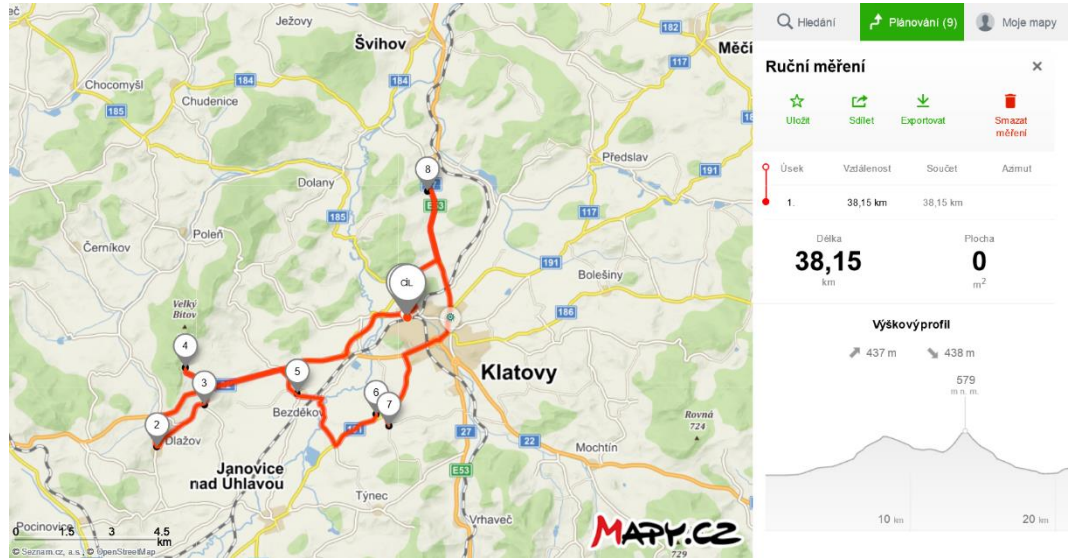
Tabulka 6-5 Stávající trasa svozu KO - ČTVRTEK

Místo nákladky komunálního odpadu	počet obyvatel v obci	Průměrné týden. množstv. KO/1os	Objem KO v obci za 14dní/týd (tuny)	osob na 1 odpadní nádobu (110 l)	počet popelnic v obci (110 l)	čas k nakládce popelnic (min)	celkový objem KO v obci (m3)	objem stlačeného KO v obci - 1/3 (m3)	sudý / lichý týden	trasa svozu v obci (min)	celkový čas sběru KO v obci (min)	trasa svozu v obci (km)
Dlažov	150	2,3	0,69	3,3	64	48	7,00	2,33	2xL	5,00	53	2,20
Dolany	778	2,3	1,79	3,3	330	248	18,15	6,05	OBA	51,00	299	26,50
Chudenice	661	2,3	3,04	3,3	280	421	30,85	10,28	L	21,00	442	8,00
Poleň	286	2,3	1,32	3,3	121	182	13,35	4,45	L	7,00	189	2,80
skládky							celkem KO v m3	celkem KO v m3			celkem	celkem
okruh 1	Dolany	minut	299	okruh 2	Poleň	minut	242	okruh 3	Chudenice	minut	442	
Trasa mimo obec		minut	39	Trasa mimo obec		minut	53	Trasa mimo obec		minut	31	
celkem minut		minut	338	celkem minut		minut	295	celkem minut		minut	473	
celkem hodin		hodin	5,63	celkem hodin		hodin	4,91	celkem hodin		hodin	7,88	Celkem (km)
Vzdálenost		km	27,3	Vzdálenost		km	41,8	Vzdálenost		km	31,6	140,2

Zdroj: Pošumavská odpadová s.r.o., ČSÚ, Voštová - Logistika odp. hospodářství, Mapy.cz

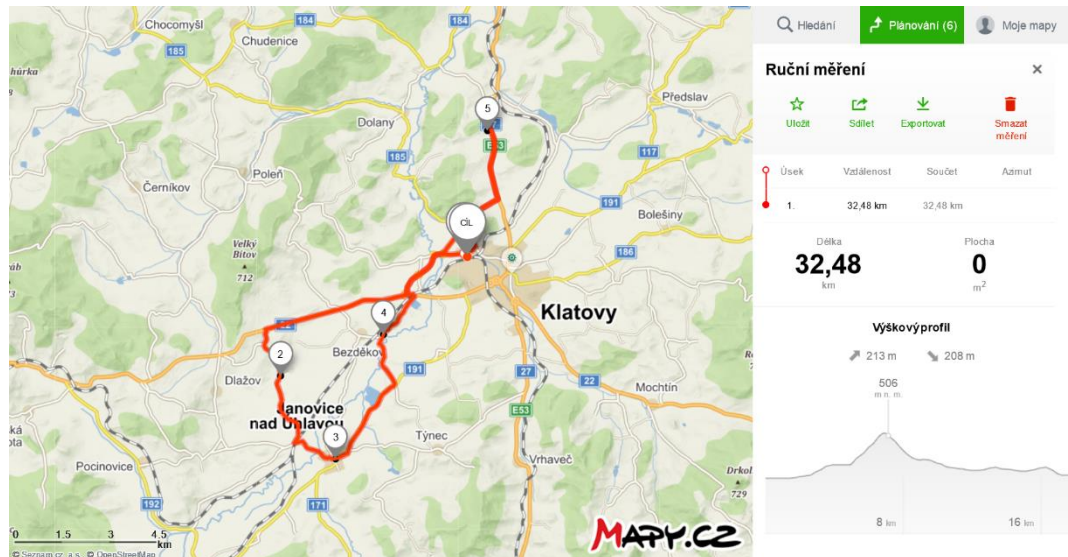
6.1.5 Stávající trasy lichý týden – PÁTEK

Obrázek 6-8 Stávající trasa svozu KO - PÁTEK - OKRUH 1 - Bezděkov



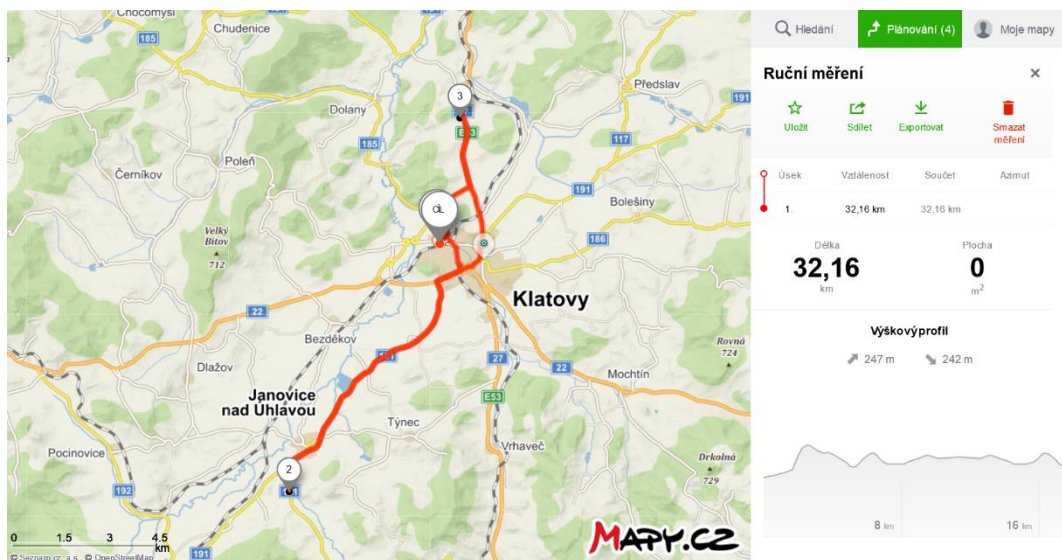
Zdroj: Pošumavská odpadová s.r.o., Mapy.cz

Obrázek 6-9 Stávající trasa svozu KO - PÁTEK - OKRUH 2 - Janovice nad Úhlavou – část A



Zdroj: Pošumavská odpadová s.r.o., Mapy.cz

Obrázek 6-10 Stávající trasa svozu KO - PÁTEK - OKRUH 3 - Janovice nad Úhlavou – část B



Zdroj: Pošumavská odpadová s.r.o., Mapy.cz

Tabulka 6-6 Stávající trasa svozu KO - PÁTEK

Místo nákladky komunálního odpadu	počet obyvatel v obci	Průměrné týden. množstv. KO/1os	Objem KO v obci za 14dní/týd (tuny)	osob na 1 odpadní nádobu (110 l)	počet popelnic v obci (110 l)	čas k nákladce popelnic (min)	celkový objem KO v obci (m3)	objem stlačeného KO v obci - 1/3 (m3)	sudý / lichý týden	trasa svozu v obci (min)	celkový čas sběru KO v obci (min)	trasa svozu v obci (km)	
Dlažov	150	2,3	0,69	3,3	64	48	7,00	2,33	2xL	5,00	53	2,20	
Bezděkov	776	2,3	1,78	3,3	329	247	18,11	6,04	OBA	15,00	262	5,90	
Janovice	2263	2,3	5,20	3,3	960	720	52,80	17,60	OBA	32,00	752	15,40	
Lomec	86	2,3	0,40	3,3	36	55	4,01	1,34	L	5,00	60	1,50	
Novákovice	49	2,3	0,23	3,3	21	31	2,29	0,76	L	3,00	34	1,00	
skládky				celkem KO v m3			59,10	19,70		celkem		1161	26,00
okruh 1	Bezděkov	minut	409	okruh 2	Janovice A	minut	376	okruh 3	Janovice B	minut	376		
Trasa mimo obec		minut	47	Trasa mimo obec		minut	40	Trasa mimo obec		minut	35		
celkem minut		minut	456	celkem minut		minut	416	celkem minut		minut	411	Celkem	
celkem hodin		hodin	7,59	celkem hodin		hodin	6,93	celkem hodin		hodin	6,85	(km)	
Vzdálenost		km	38,2	Vzdálenost		km	32,5	Vzdálenost		km	32,2	128,9	

Zdroj: Pošumavská odpadová s.r.o., ČSÚ, Voštová - Logistika odp. hospodářství, Mapy.cz

6.1.6 Stávající trasy sudý týden – PONDĚLÍ

Tabulka 6-7 Stávající trasa svozu KO - PONDĚLÍ

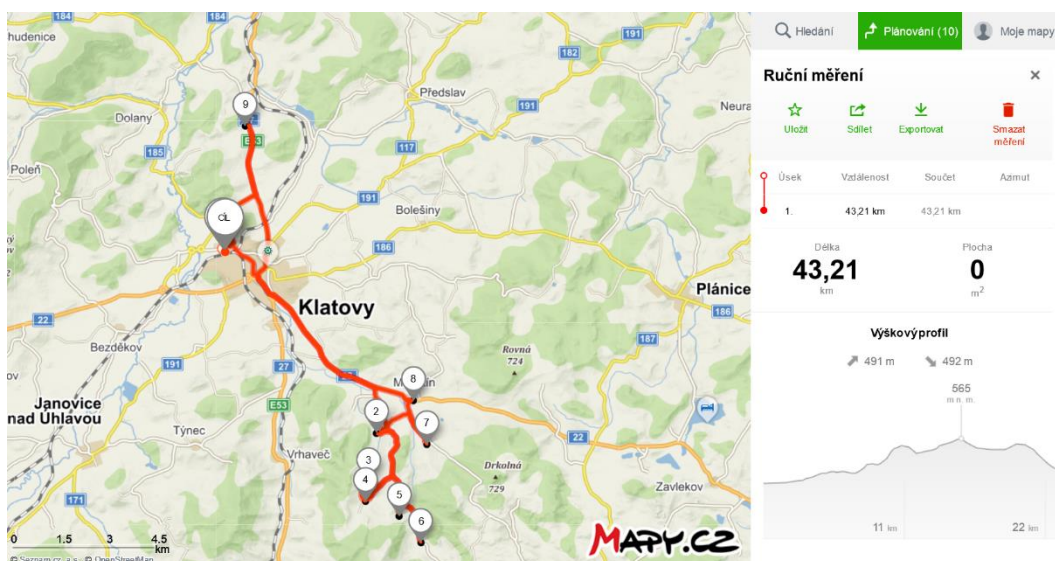
Místo nákladky komunálního odpadu	počet obyvatel v obci	Průměrné týden. množstv. KO/1os	Objem KO v obci za 14dní/týd . (tuny)	osob na 1 odpadní nádobu (110 l)	počet popelnic v obci (110 l)	čas k nákladce popelnic (min)	celkový objem KO v obci (m3)	objem stlačeného KO v obci - 1/3 (m3)	sudý / lichý	trasa svozu v obci (min)	celkový čas sběru KO v obci	trasa svozu v obci (km)
Čínov skládku	127	2,3	0,58	3,3	54	81	5,93	1,98	S	6,00	87	2,30
				celkem KO v m3			5,93	1,98				

Zdroj: Pošumavská odpadová s.r.o., ČSÚ, Voštvá - Logistika odp. hospodářství, Mapy.cz

Okruh svozu obce Čínov navazuje na trasu svozu KO ve městě Klatovy, z tohoto důvodu není v rámci práce řešen.

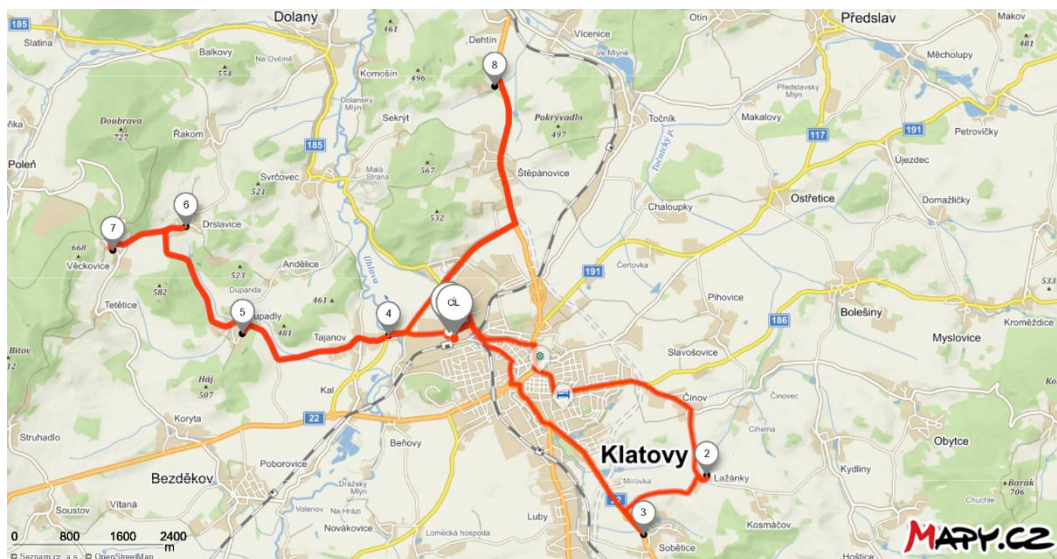
6.1.7 Stávající trasy sudý týden – ÚTERÝ

Obrázek 6-11 Stávající trasa svozu KO – ÚTERÝ - OKRUH 1 - Mochtín



Zdroj: Pošumavská odpadová s.r.o., Mapy.cz

Obrázek 6-12 Stávající trasa svozu KO – ÚTERÝ - OKRUH 2 - Věckovice



Zdroj: Pošumavská odpadová s.r.o., Mapy.cz

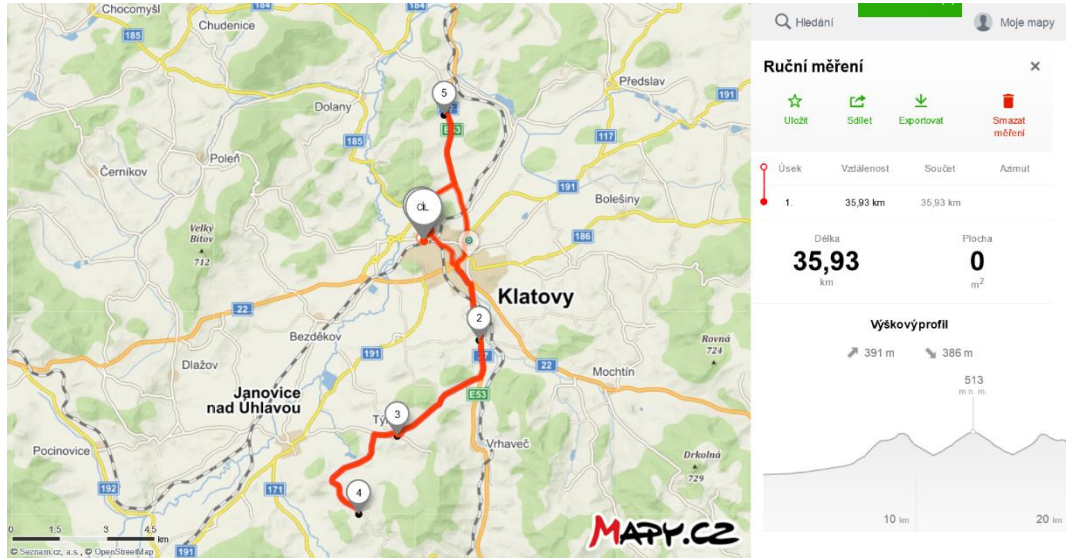
Tabulka 6-8 Stávající trasa svozu KO - ÚTERÝ

Místo nákladky komunálního odpadu	počet obyvatel v obci	Průměrné týden. množstv. KO/1os	Objem KO v obci za 14dní/týd . (tuny)	osob na 1 odpadní nádobu (110 l)	počet popelnic v obci (110 l)	čas k nákladce popelnic (min)	celkový objem KO v obci (m3)	objem stlačeného KO v obci - 1/3 (m3)	sudý / lichý týden	trasa svozu v obci (min)	celkový čas sběru KO v obci (min)	trasa svozu v obci (km)	
Mochtín	358	2,3	0,82	3,3	152	114	8,35	2,78	OBA	13,00	127	5,60	
Dobrá Voda	20	2,3	0,09	3,3	8	13	0,93	0,31	S	1,00	14	0,10	
Drslavice	94	2,3	0,43	3,3	40	60	4,39	1,46	S	3,00	63	1,40	
Chlístov	110	2,3	0,51	3,3	47	70	5,13	1,71	S	7,00	77	2,90	
Kříštín	31	2,3	0,14	3,3	13	20	1,45	0,48	S	6,00	26	1,90	
Lažánky	10	2,3	0,05	3,3	4	6	0,47	0,16	S	1,00	7	0,40	
Sobětice	252	2,3	1,16	3,3	107	160	11,76	3,92	S	12,00	172	4,50	
Srbice	121	2,3	0,56	3,3	51	77	5,65	1,88	S	11,00	88	3,60	
Střeziměř	65	2,3	0,30	3,3	28	41	3,03	1,01	S	5,00	46	2,00	
Tajanov	271	2,3	1,25	3,3	115	172	12,65	4,22	S	7,00	179	3,20	
Těšetiny	61	2,3	0,28	3,3	26	39	2,85	0,95	S	3,00	42	1,30	
Tupadly	161	2,3	0,74	3,3	68	102	7,51	2,50	S	6,00	108	2,60	
Věckovice	26	2,3	0,12	3,3	11	17	1,21	0,40	S	2,00	19	0,60	
skládky							11,57	3,86			969	30,10	
okruh 1	Mochtín	minut	420							okruh 2	Věckovice	minut	549
	Trasa mimo obec	minut	59								Trasa mimo obec	minut	55
	celkem minut	minut	479								celkem minut	minut	604
	celkem hodin	hodin	7,98								celkem hodin	hodin	10,07
	Vzdálenost	km	43,2								Vzdálenost	km	37,9
													Celkem (km)
													111,2

Zdroj: Pošumavská odpadová s.r.o., ČSÚ, Voštová - Logistika odp. hospodářství, Mapy.cz

6.1.8 Stávající trasy sudý týden – STŘEDA

Obrázek 6-13 Stávající trasa svozu KO – STŘEDA - OKRUH 1 - Týnec



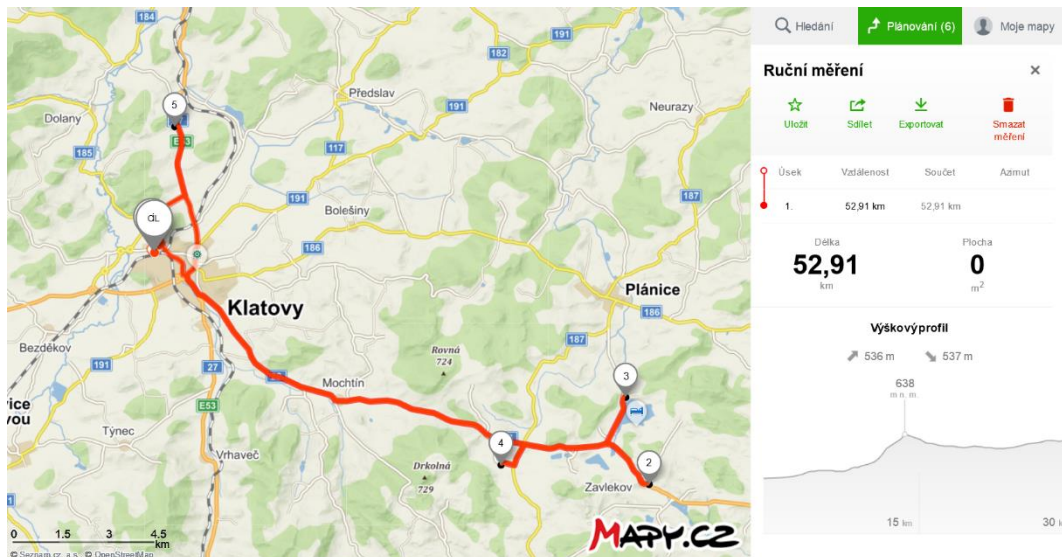
Zdroj: Pošumavská odpadová s.r.o., Mapy.cz

Obrázek 6-14 Stávající trasa svozu KO - STŘEDA - OKRUH 2 - Plánice



Zdroj: Pošumavská odpadová s.r.o., Mapy.cz

Obrázek 6-15 Stávající trasa svozu KO - STŘEDA - OKRUH 3 - Zavlekov



Zdroj: Pošumavská odpadová s.r.o., Mapy.cz

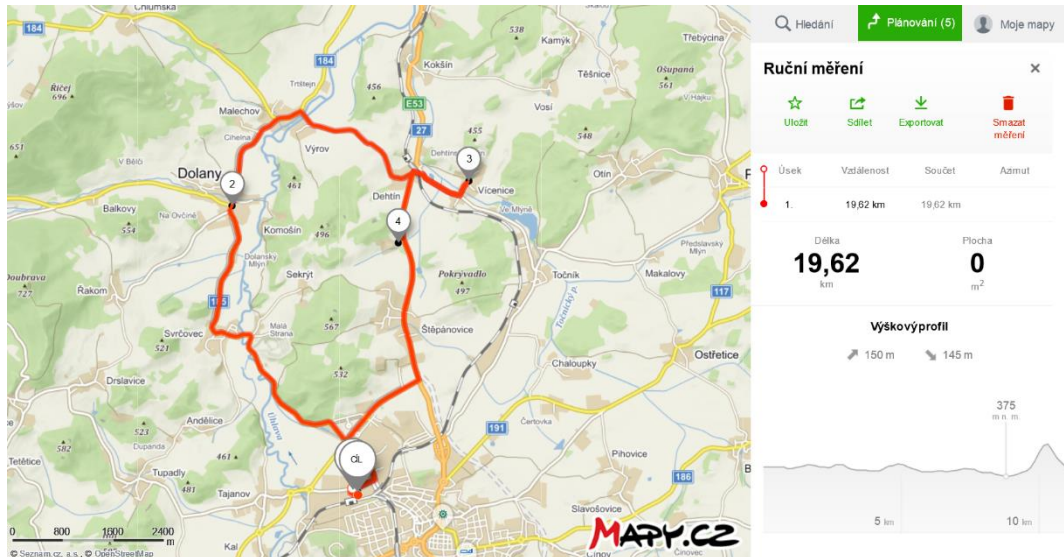
Tabulka 6-9 Stávající trasa svozu KO - STŘEDA

Místo nákladky komunálního odpadu	počet obyvatel v obci	Průměrné týden. množstv. KO/1os	Objem KO v obci za 14 dní/týd - (tuny)	osob na 1 odpadní nádobu (110 l)	počet popelnic v obci (110 l)	čas k nakládce popelnic (min)	celkový objem KO v obci (m3)	objem stlačeného KO v obci - 1/3 (m3)	sudý / lichý týden	trasa svozu v obci (min)	celkový čas sběru KO v obci (min)	trasa svozu v obci (km)
Habartice	72	2,3	0,33	3,3	31	46	3,36	1,12	L	5,00	51	2,00
Klenová	120	2,3	0,55	3,3	51	76	5,60	1,87	L	7,00	83	2,70
Křenice	180	2,3	0,83	3,3	76	115	8,40	2,80	L	14,00	129	7,50
Kvaslice	8	2,3	0,04	3,3	3	5	0,37	0,12	L	1,00	6	0,20
Luby	972	2,3	2,24	3,3	412	206	22,68	7,56	OBA	32,00	238	13,50
Mezihoří	71	2,3	0,33	3,3	30	45	3,31	1,10	L	2,00	47	1,00
Myslovice	119	2,3	0,55	3,3	50	76	5,55	1,85	L	11,00	87	4,30
Předslav	266	2,3	1,22	3,3	113	169	12,41	4,14	L	13,00	182	6,50
Újezd u Pl.	104	2,3	0,48	3,3	44	66	4,85	1,62	L	7,00	73	3,20
Vítkovice	9	2,3	0,04	3,3	4	6	0,42	0,14	L	5,00	11	1,70
skládky							17,69	5,90			907	42,60
okruh 1	Újezd u Pl.	minut	410	okruh 2	Klenová	minut	322	okruh 3	Křenice	minut	176	
	Trasa mimo obec	minut	68		Trasa mimo obec	minut	44		Trasa mimo obec	minut	43	
	celkem minut	minut	478		celkem minut	minut	366		celkem minut	minut	219	
	celkem hodin	hodin	7,96		celkem hodin	hodin	6,09		celkem hodin	hodin	3,65	Celkem (km)
	Vzdálenost	km	47,5		Vzdálenost	km	33,1		Vzdálenost	km	33,6	156,8

Zdroj: Pošumavská odpadová s.r.o., ČSÚ, Voštová - Logistika odp. hospodářství, Mapy.cz

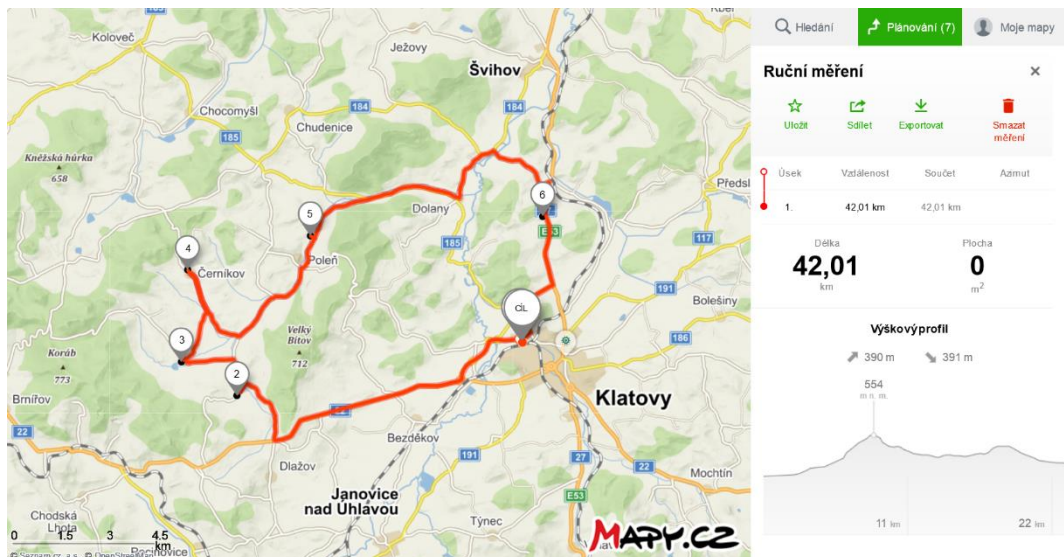
6.1.9 Stávající trasy sudý týden – ČTVRTEK

Obrázek 6-16 Stávající trasa svozu KO - ČTVRTEK - OKRUH 1 - Dolany



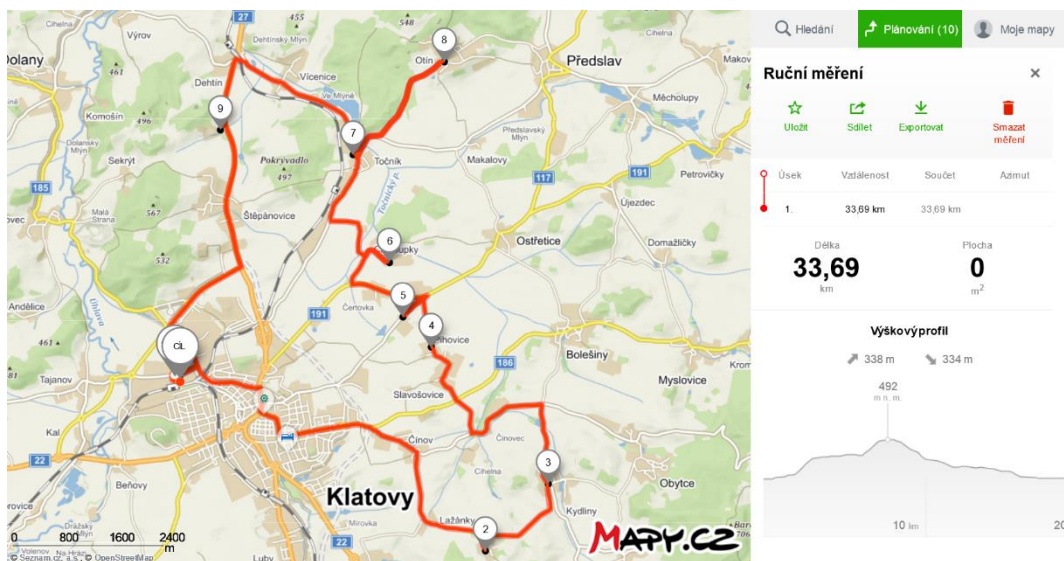
Zdroj: Pošumavská odpadová s.r.o., Mapy.cz

Obrázek 6-17 Stávající trasa svozu KO - ČTVRTEK - OKRUH 2 – Úsilov



Zdroj: Pošumavská odpadová s.r.o., Mapy.cz

Obrázek 6-18 Stávající trasa svozu KO - ČTVRTEK - OKRUH 3 - Kydliny



Zdroj: Pošumavská odpadová s.r.o., Mapy.cz

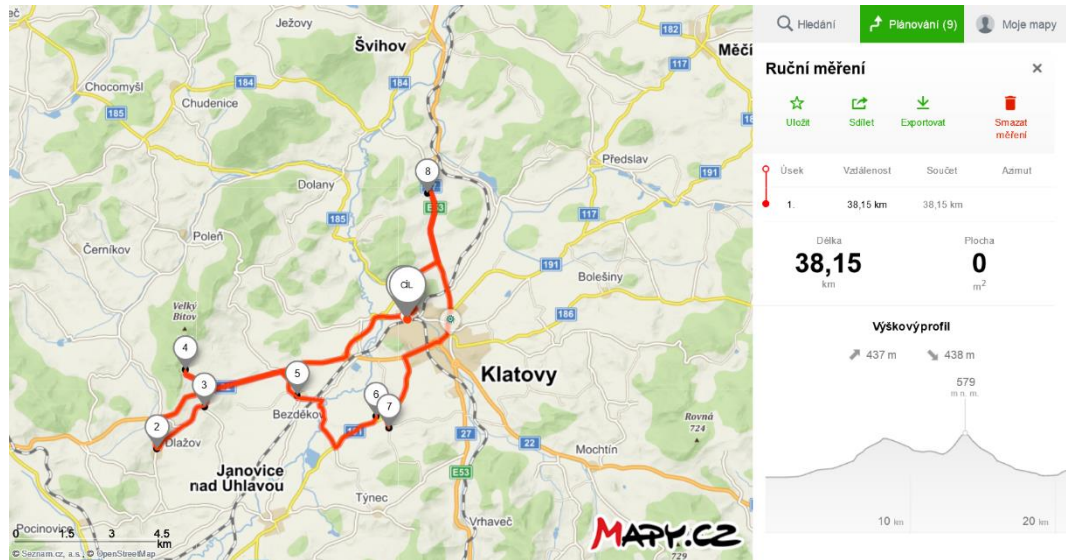
Tabulka 6-10 Stávající trasa svozu KO - ČTVRTEK

Místo nákladky komunálního odpadu	počet obyvatel v obci	Průměrné týden. množství KO/1os	Objem KO v obci za 14dní/týd . (tuny)	osob na 1 odpadní nádobu (110 l)	počet popelnic v obci (110 l)	čas k nakládce popelnic (min)	celkový objem KO v obci (m3)	objem stlačeného KO v obci - 1/3 (m3)	sudý / lichý týden	trasa svozu v obci (min)	celkový čas sběru KO v obci (min)	trasa svozu v obci (km)
Dlažov	150	2,3	0,69	3,3	64	48	7,00	2,33	2xL	5,00	53	2,20
Dolany	778	2,3	1,79	3,3	330	248	18,15	6,05	OBA	51,00	299	26,50
Chudonice	661	2,3	3,04	3,3	280	421	30,85	10,28	L	21,00	442	8,00
Poleň	286	2,3	1,32	3,3	121	182	13,35	4,45	L	7,00	189	2,80
skládky				celkem KO v m3			62,35	20,78		celkem	982	39,50
okruh 1	Dolany	minut	299	okruh 2	Poleň	minut	242	okruh 3	Chudonice	minut	442	
Trasa mimo obec		minut	39	Trasa mimo obec		minut	53	Trasa mimo obec		minut	31	
celkem minut		minut	338	celkem minut		minut	295	celkem minut		minut	473	Celkem (km)
celkem hodin		hodin	5,63	celkem hodin		hodin	4,91	celkem hodin		hodin	7,88	
Vzdálenost		km	27,3	Vzdálenost		km	41,8	Vzdálenost		km	31,6	140,2

Zdroj: Pošumavská odpadová s.r.o., ČSÚ, Voštová - Logistika odp. hospodářství, Mapy.cz

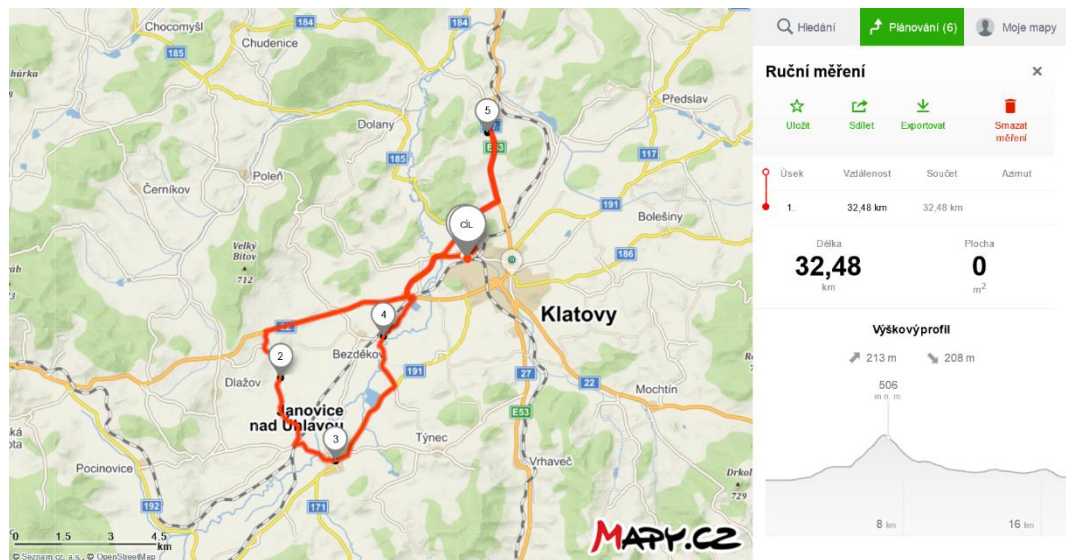
6.1.10 Stávající trasy sudý týden – PÁTEK

Obrázek 6-19 Stávající trasa svozu KO - PÁTEK - OKRUH 1 - Bezděkov



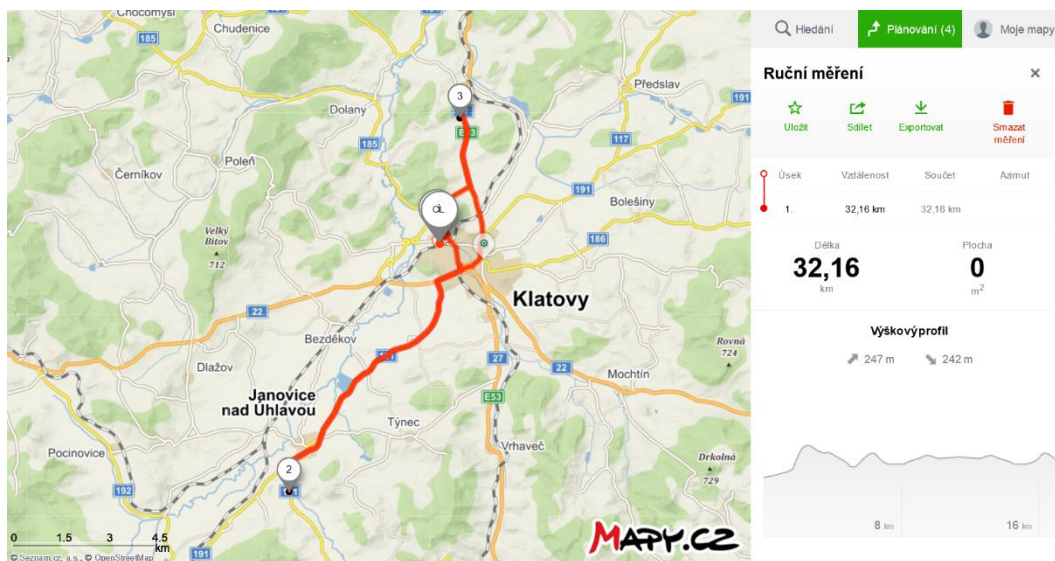
Zdroj: Pošumavská odpadová s.r.o., Mapy.cz

Obrázek 6-20 Stávající trasa svozu KO - PÁTEK - OKRUH 2 - Janovice nad Úhlavou – část A



Zdroj: Pošumavská odpadová s.r.o., Mapy.cz

Obrázek 6-21 Stávající trasa svozu KO - PÁTEK - OKRUH 3 - Janovice nad Úhlavou – část B



Zdroj: Pošumavská odpadová s.r.o., Mapy.cz

Tabulka 6-11 Stávající trasa svozu KO - PÁTEK

Místo nákladky komunálního odpadu	počet obyvatel v obci	Průměrné týden. množství KO/10s	Objem KO v obci za 14 dní/týd. (tuny)	osob na 1 odpadní nádobu (110 l)	počet popelnic v obci (110 l)	čas k nakládce popelnic (min)	celkový objem KO v obci (m3)	objem stlačeného KO v obci - 1/3 (m3)	sudý / lichý týden	trasa svozu v obci (min)	celkový čas sběru KO v obci (min)	trasa svozu v obci (km)
Bezděkov	776	2,3	1,78	3,3	329	247	18,11	6,04	OBA	15,00	262	5,90
Janovice	2263	2,3	5,20	3,3	960	720	52,80	17,60	OBA	32,00	752	15,40
Beňovy	61	2,3	0,28	3,3	26	39	2,85	0,95	S	2,00	41	0,70
Běhařov	221	2,3	1,02	3,3	94	141	10,31	3,44	S	5,00	146	1,90
Kal u Klatov	68	2,3	0,31	3,3	29	43	3,17	1,06	S	2,00	45	1,00
Koryta	173	2,3	0,80	3,3	73	110	8,07	2,69	S	3,00	113	1,50
skládky				celkem KO v m3			21,56	7,19		celkem	1359	26,40
okruh 1	Bezděkov	minut	461	okruh 2	Janovice A	minut	446	okruh 3	Janovice B	minut	451	
Trasa mimo obec		minut	30	Trasa mimo obec		minut	42	Trasa mimo obec		minut	33	
celkem minut		minut	491	celkem minut		minut	488	celkem minut		minut	484	Celkem (km)
celkem hodin		hodin	8,18	celkem hodin		hodin	8,14	celkem hodin		hodin	8,07	
Vzdálenost		km	24,5	Vzdálenost		km	36,4	Vzdálenost		km	29	116,3

Zdroj: Pošumavská odpadová s.r.o., ČSÚ, Voštová - Logistika odp. hospodářství, Mapy.cz

6.1.11 Souhrn najetých kilometrů a času stávajících tras svozu KO

Tabulka 6-12 Stávající trasa svozu KO – souhrn km a času svozu KO

STÁVAJÍCÍ TRASY																
Den v týdnu	LICHÝ TÝDEN						SUDÝ TÝDEN									
	OKRUH SVOZU KO			MEZI km	OBEC km	CELK km	ČAS min	OKRUH SVOZU KO			MEZI km	OBEC km	CELK km	ČAS min		
Úterý	Okruh 1 Plánice			53	16,4	69,4	502	Okruh 1 Mochtín			43,2		43,2	479		
								Okruh 2 Věckovice			37,9	30,1	68	604		
	Okruh 1 Újezd u Plánice			47,5		47,5	478	Okruh 1 Týnec			36		36	482		
Středa	Okruh 2 Klenová			33,1		33,1	366	Okruh 2 Plánice			44,1		44,1	460		
	Okruh 3 Křenice			33,6	42,6	76,2	219	Okruh 3 Zavlakov			53	54,6	107,6	540		
	Okruh 1 Dolany			27,3		27,3	338	Okruh 1 Dolany			19,6		19,6	410		
Čtvrtek	Okruh 2 Poleň			41,8		41,8	295	Okruh 2 Úsilov			42,1		42,1	356		
	Okruh 3 Chudenice			31,6	39,5	71,1	473	Okruh 3 Kydliny			33,7	48,8	82,5	486		
	Okruh 1 Bezděkov			38,2		38,2	456	Okruh 1 Bezděkov			24,5		24,5	491		
	Okruh 2 Janovice nad Úhlavou – část A			32,5		32,5	416	Okruh 2 Janovice nad Úhlavou – část A			36,4		36,4	488		
Pátek	Okruh 3 Janovice nad Úhlavou – část B			32,2	26	58,2	411	Okruh 3 Janovice nad Úhlavou – část B			29	26,4	55,4	484		
	CELKEM LICHÝ TÝDEN						495,3	3954	CELKEM SUDÝ TÝDEN						559,4	5280
	CELKEM STÁVAJÍCÍ SVOZ KO								CELKEM SUDÝ TÝDEN						1054,7 kilometrů	153,9 hodin

Zdroj: autor

6.2 Nové trasy svozu komunálního odpadu

Tabulka 6-13 Nový harmonogram svozu komunálního odpadu

Svozový den	LICHÝ TÝDEN			SUDÝ TÝDEN		
	Okruh 1	Okruh 2	Okruh 3	Okruh 1	Okruh 2	Okruh 3
úterý	Bolešiny	Plánice		Plánice	Zavlekov	
	Předslav	Újezd u Pl.		Bolešiny	Číhaň	
	Chaloupky	Myslovice		Vítkovice	Hnačov	
	Čertovka					
	Pihovice					
	Ostřetice					
středa	Dolany	Luby	Poleň	Dolany	Luby	Drslavice
	Křenice	Lažánky	Dlažov	Mezihoří	Týnec	Tupadly
		Sobětice	Běhařov			Věckovice
		Kosmáčov				Tajanov
čtvrtek	Mochtín	Bezděkov	Vícenice	Mochtín	Bezděkov	Úsilov
	Dobrá Voda	Beňovy	Točnick	Obytce	Koryta	Černíkov
	Chlístov	Novákovice	Otín	Kydliny	Kal u Klatov	Dlažov
	Křištín	Lomec	Dehtín	Kvaslice		
	Srbice			Habartice		
	Střeziměř					
	Těšetiny					
pátek	Chudenice	Janovice	Janovice	Janovice	Janovice	
		Klenová	Javor			

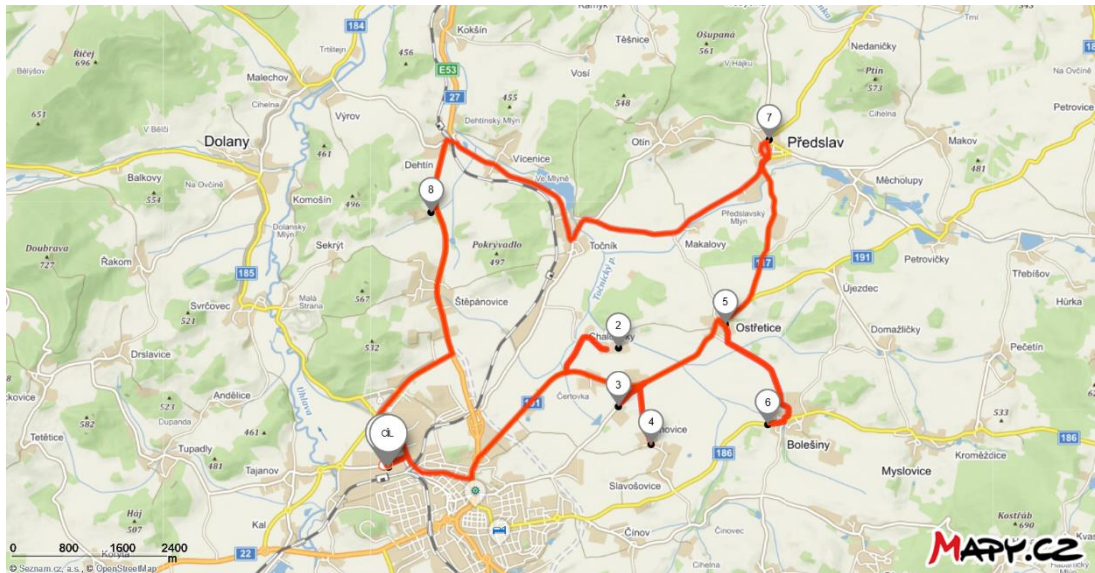
Zdroj: autor

Okruhy svozu obcí Štěpánovice a Čínov v pondělí navazují na trasy ve městě Klatovy. Z tohoto důvodu nejsou řešeny a zůstávají beze změny.

6.2.1 Nové trasy lichý týden – ÚTERÝ

OKRUH 1 – Bolešiny

Obrázek 6-22 Nová trasa svozu KO – ÚTERÝ - OKRUH 1 - Bolešiny



Zdroj: autor, Mapy.cz

Tabulka 6-14 Matice sazeb (kilometry) – ÚTERÝ - OKRUH 1 - Bolešiny

	základna	Bolešiny	Předslav	Chaloupky	Čertovka	Pihovice	Ostřetice	skládka
základna		7,7	9,8	4,8	4,2	5,8	6,7	5,1
Bolešiny	7,7		5,3	5,6	5,6	5,7	3,4	10,6
Předslav	9,8	5,3		7,1	5,8	6,3	2,7	7,8
Chaloupky	4,8	5,6	7,1		1,4	3,1	4	6,9
Čertovka	4,2	5,6	5,8	1,4		1,7	2,6	6,4
Pihovice	5,8	5,7	6,3	3,1	1,7		2,6	8
Ostřetice	6,7	3,4	2,7	4	2,6	2,6		8,9
skládka	5,1	10,6	7,8	6,9	6,4	8	8,9	

Zdroj: autor, Mapy.cz

Výpočet okružní trasy pomocí programu TSPKOSA:

Metoda nejbližšího souseda - sekvenčně

Z_{min} = 28,81

(Chaloupky) - (Čertovka) - (Pihovice) - (Ostřetice) - (Předslav) - (Bolešiny) - (základna) - (skládka) - (Chaloupky)

Vogelova aproximační metoda pro ODP

Z_{min} = 28,01

(základna) - (skládka) - (Předslav) - (Ostřetice) - (Bolešiny) - (Pihovice) - (Čertovka) - (Chaloupky) - (základna)

Metoda výhodnostních čísel - paralelně

Z_{min} = 27,51

(Předslav) - (skládka) - (základna) - (Chaloupky) - (Čertovka) - (Pihovice) - (Ostřetice) - (Bolešiny) - (Předslav)

Metoda větví a mezí (Počet větví: 136)

Z_{min} = 27,51

(Ostřetice) - (Bolešiny) - (Předslav) - (skládka) - (základna) - (Chaloupky) - (Čertovka) - (Pihovice) - (Ostřetice)

Zdroj: autor, ČZU Praha Katedra systémového inženýrství, Katedra statistiky

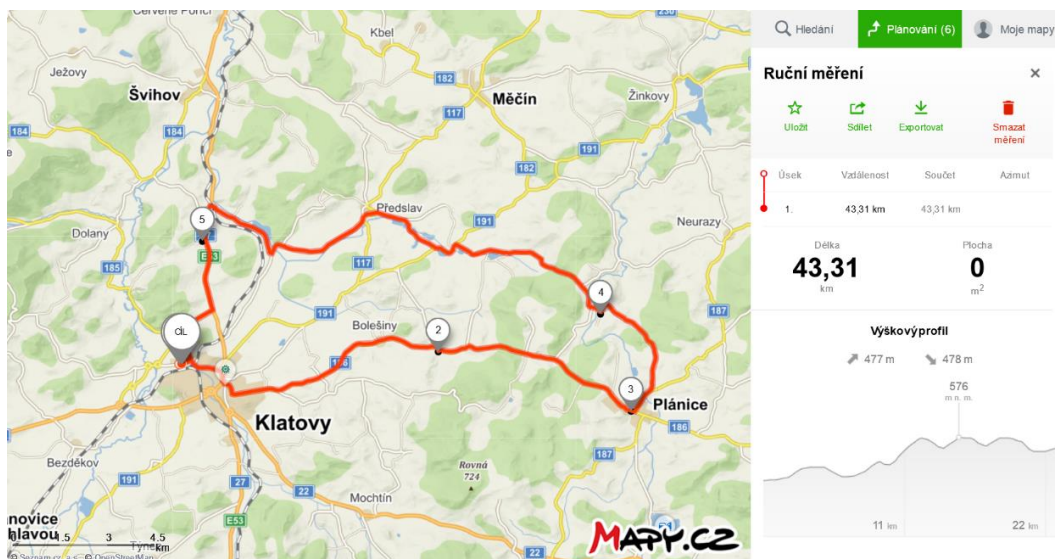
Tabulka 6-15 Výsledné hodnoty trasy (čas + kilometry) – ÚTERÝ - OKRUH 1 - Bolešiny

lich. úterý 1	min	km
Bolešiny	124	4,1
Předslav	182	6,5
Chaloupky	20	1,2
Čertovka	7	0,3
Pihovice	33	2
Ostřetice	45	1,2
mezisoučet	412	15,3
TRASA	46	27,5
zpět skládka - základna		5,1
CELKEM	7,6	47,9
	hodin	km

Zdroj: autor, Mapy.cz

OKRUH 2 – Plánice

Obrázek 6-23 Nová trasa svozu KO – ÚTERÝ – OKRUH 2 - Plánice



Zdroj: autor, Mapy.cz

Tabulka 6-16 Matice sazeb (kilometry) – ÚTERÝ - OKRUH 2 - Plánice

	základna	Plánice	Újezd u Pl.	Myslovice	skládka
základna		16,5	16,2	9,7	5,1
Plánice	16,5		4,9	6,9	19,5
Újezd u Pl.	16,2	4,9		6,5	16,8
Myslovice	9,7	6,9	6,5		12,6
skládka	5,1	19,5	16,8	12,6	

Zdroj: autor, Mapy.cz

Výpočet okružní trasy pomocí programu TSPKOSA:

Metoda nejbližšího souseda - sekvenčně

Z_min = 38,81

(Újezd u Pl.) - (Plánice) - (Myslovice) - (základna) - (skládku) - (Újezd u Pl.)

Vogelova aproximační metoda pro ODP

Z_min = 38,81

(Myslovice) - (základna) - (skládku) - (Újezd u Pl.) - (Plánice) - (Myslovice)

Metoda výhodnostních čísel - paralelně

Z_min = 38,81

(Újezd u Pl.) - (skládku) - (základna) - (Myslovice) - (Plánice) - (Újezd u Pl.)

Metoda větví a mezí (Počet větví: 22)

Z_min = 38,81

(Újezd u Pl.) - (skládku) - (základna) - (Myslovice) - (Plánice) - (Újezd u Pl.)

Zdroj: autor, ČZU Praha Katedra systémového inženýrství, Katedra statistiky

Tabulka 6-17 Výsledné hodnoty trasy (čas + kilometry) – ÚTERÝ - OKRUH 1 - Bolešiny

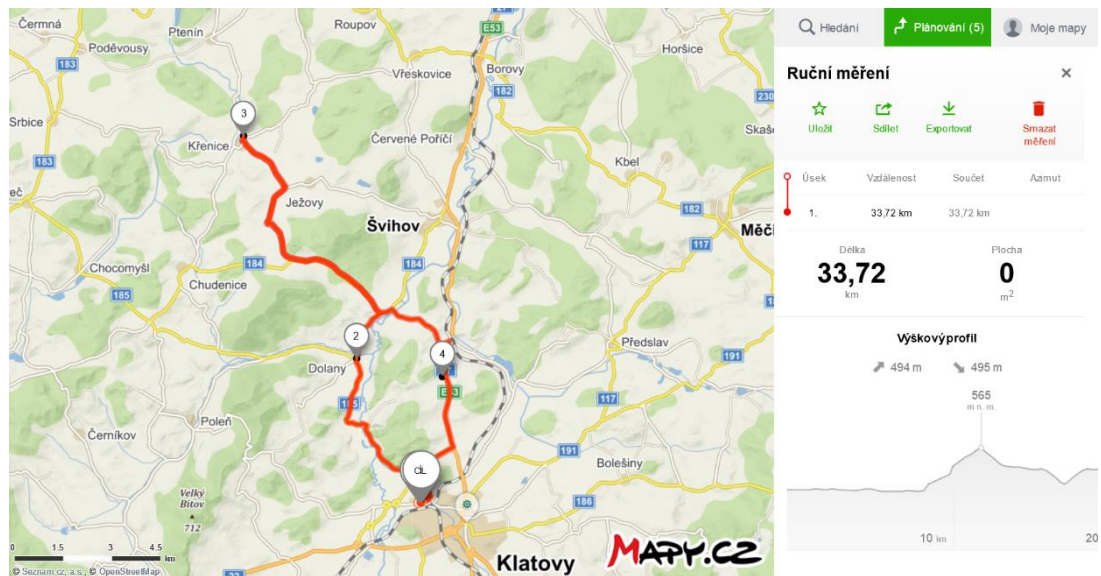
lich. úterý 2	min	km
Plánice	249	9,6
Újezd u Pl.	73	3,2
Myslovice	87	4,3
mezisoučet	409	17,1
trasa mimo	57	38,8
zpět skládka - základna		5,1
CELKEM	7,8	61,0
	hodin	km

Zdroj: autor, Mapy.cz

6.2.2 Nové trasy lichý týden – STŘEDA

OKRUH 1 – Dolany

Obrázek 6-24 Nová trasa svozu KO – STŘEDA - OKRUH 1 - Dolany



Zdroj: autor, *Mapy.cz*

Tabulka 6-18 Matice sazeb (kilometry) – STŘEDA - OKRUH 1 - Dolany

	základna	Dolany	Křenice	skládku
základna		6,5	16,3	5,1
Dolany	6,5		9,8	5,4
Křenice	16,3	9,8		11,9
skládku	5,1	5,4	11,9	

Zdroj: autor, *Mapy.cz*

Výpočet okružní trasy pomocí programu TSPKOSA:

Vogelova aproximační metoda pro ODP

$Z_{min} = 28,71$

(skládku) - (základna) - (Dolany) - (Křenice) - (skládku)

Metoda větví a mezí (Počet větví: 18)

$Z_{min} = 28,71$

(skládku) - (Křenice) - (Dolany) - (základna) - (skládku)

Zdroj: autor, *ČZU Praha Katedra systémového inženýrství, Katedra statistiky*

Tabulka 6-19 Výsledné hodnoty trasy (čas + kilometry) – STŘEDA - OKRUH 1 - Dolany

lich. středa 1	min	km
Dolany	299	26,5
Křenice	129	7,5
mezisoučet	427	34
TRASA	43	28,7
zpět skládku - základna		5,1
CELKEM	7,8	67,8
	hodin	km

Zdroj: autor, *Mapy.cz*

OKRUH 2 – Luby

Obrázek 6-25 Nová trasa svozu KO – STŘEDA - OKRUH 2 – Luby



Zdroj: autor, Mappy.cz

Tabulka 6-20 Matice sazeb (kilometry) – STŘEDA - OKRUH 2 – Luby

	základna	Luby	Lažánky	Soběstice	Kosmáčov	skládka
základna		4,5	6,1	5	7,1	5,1
Luby	4,5		3,9	1,8	4,9	7,8
Lažánky	6,1	3,9		2,1	1,2	9
Soběstice	5	1,8	2,1		3,1	8,4
Kosmáčov	7,1	4,9	1,2	3,1		10
skládka	5,1	7,8	9	8,4	10	

Zdroj: autor, Mappy.cz

Výpočet okružní trasy pomocí programu TSPKOSA:

Metoda nejbližšího souseda - sekvenčně

Z_{min} = 20,11

(Lažánky) - (Kosmáčov) - (Soběstice) - (Luby) - (základna) - (skládka) - (Lažánky)

Vogelova aproximační metoda pro ODP

Z_{min} = 20,11

(základna) - (skládka) - (Lažánky) - (Kosmáčov) - (Soběstice) - (Luby) - (základna)

Metoda výhodnostních čísel - paralelně

Počet minimálních cyklů (z testovaných zvolenou metodou): 2

Z_{min} = 20,11

(Luby) - (Soběstice) - (Kosmáčov) - (Lažánky) - (skládka) - (základna) - (Luby)

Metoda větví a mezí (Počet větví: 58)

Z_{min} = 20,11

(skládka) - (základna) - (Luby) - (Soběstice) - (Kosmáčov) - (Lažánky) - (skládka)

Zdroj: autor, ČZU Praha Katedra systémového inženýrství, Katedra statistiky

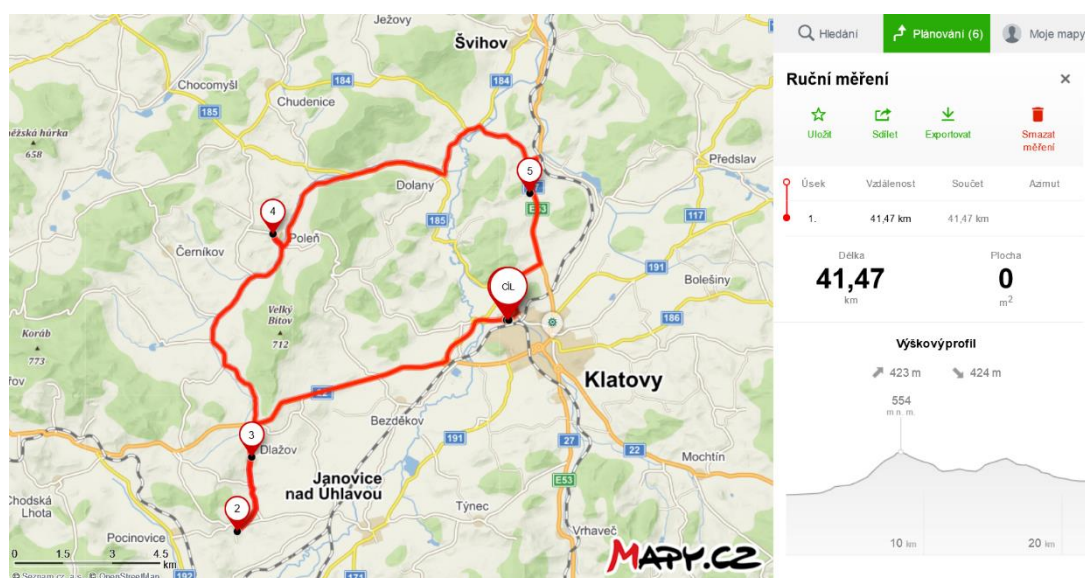
Tabulka 6-21 Výsledné hodnoty trasy (čas + kilometry) – STŘEDA - OKRUH 2 – Luby

lich. středa 2	min	km
Luby	238,18	13,5
Lažánky	7,36	0,4
Sobětice	172,36	4,5
Kosmáčov	16,00	0,7
mezisoučet	434	19,1
trasa mimo	37	20,1
zpět skládka - základna		5,1
CELKEM	7,8	44,3
	hodin	km

Zdroj: autor, Mapy.cz

OKRUH 3 – Poleň

Obrázek 6-26 Nová trasa svozu KO – STŘEDA - OKRUH 3 - Poleň



Zdroj: autor, Mapy.cz

Tabulka 6-22 Matice sazeb (kilometry) – STŘEDA - OKRUH 3 - Poleň

	základna	Poleň	Dlačov	Běhařov	skládka
základna		10,6	10,1	12,7	5,1
Poleň	10,6		8,4	11,1	12,1
Dlačov	10,1	8,4		2,7	14,3
Běhařov	12,7	11,1	2,7		16,9
skládka	5,1	12,1	14,3	16,9	

Zdroj: autor, Mapy.cz

Výpočet okružní trasy pomocí programu TSPKOSA:

Metoda nejbližšího souseda - sekvenčně

Z_min = 36,41

(základna) - (skládkka) - (Poleň) - (Dlažov) - (Běhařov) - (základna)

Vogelova aproximační metoda pro ODP

Z_min = 36,41

(základna) - (skládkka) - (Poleň) - (Dlažov) - (Běhařov) - (základna)

Metoda výhodnostních čísel - paralelně

Z_min = 36,41

(Poleň) - (skládkka) - (základna) - (Běhařov) - (Dlažov) - (Poleň)

Metoda větví a mezí (Počet větví: 22)

Z_min = 36,41

(Poleň) - (skládkka) - (základna) - (Běhařov) - (Dlažov) - (Poleň)

Zdroj: autor, ČZU Praha Katedra systémového inženýrství, Katedra statistiky

Tabulka 6-23 Výsledné hodnoty trasy (čas + kilometry) – STŘEDA - OKRUH 3 - Poleň

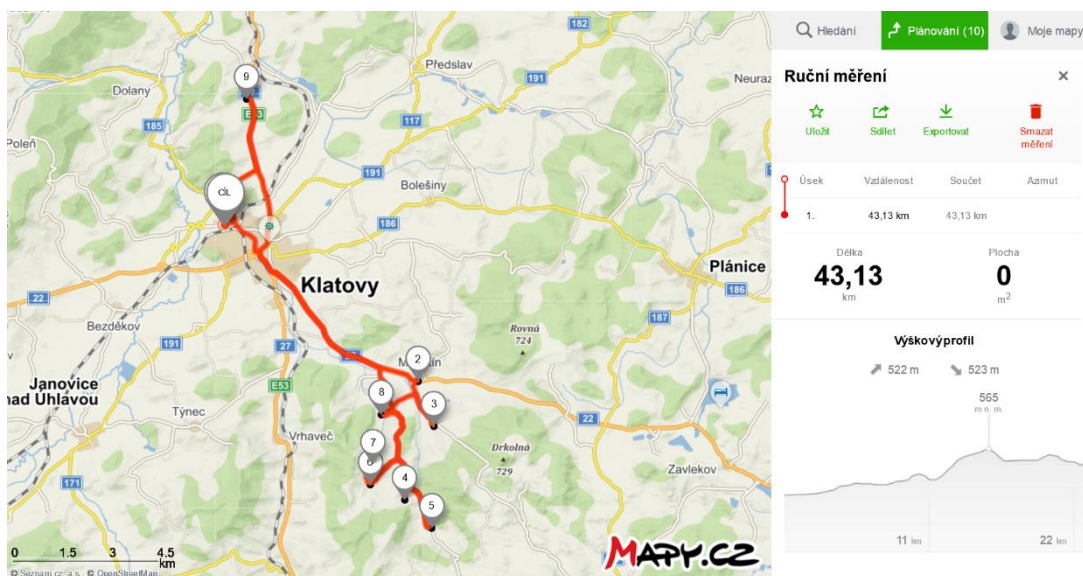
lich. středa 3	min	km
Poleň	189	2,8
Dlažov	53	2,2
Běhařov	146	1,9
mezisoučet	387	6,9
trasa mimo	53	36,41
zpět skládkka - základna		5,1
CELKEM	7,3	48,4
	hodin	km

Zdroj: autor, Mapy.cz

6.2.3 Nové trasy lichý týden – ČTVRTEK

OKRUH 1 - Mochtín

Obrázek 6-27 Nová trasa svozu KO – ČTVRTEK - OKRUH 1 - Mochtín



Zdroj: autor, Mapy.cz

Tabulka 6-24 Matice sazeb (kilometry) – ČTVRTEK - OKRUH 1 - Mochtín

	základna	Mochtín	Dobrá Voda	Chlístov	Křištin	Srbice	Střeziměř	Těšetiny	skládká
základna		8,5	11,9	12,8	11,3	9	11,6	9,9	5,1
Mochtín	8,5		4,7	5,7	4,2	1,9	4,5	1,7	11,9
Dobrá Voda	11,9	4,7		2,3	2,4	3,6	2,7	5,3	15,2
Chlístov	12,8	5,7	2,3		3,3	4,6	3,6	6,3	16,2
Křištin	11,3	4,2	2,4	3,3		3,1	0,75	4,8	14,7
Srbice	9	1,9	3,6	4,6	3,1		3,4	2,5	12,3
Střeziměř	11,6	4,5	2,7	3,6	0,75	3,4		5,1	14,9
Těšetiny	9,9	1,7	5,3	6,3	4,8	2,5	5,1		13,2
skládká	5,1	11,9	15,2	16,2	14,7	12,3	14,9	13,2	

Zdroj: autor, Mapy.cz

Výpočet okružní trasy pomocí programu TSPKOSA:

Metoda nejbližšího souseda - sekvenčně

Z_{min} = 38,26

(základna) - (skládká) - (Mochtín) - (Těšetiny) - (Srbice) - (Křištin) - (Střeziměř) - (Dobrá Voda) - (Chlístov) - (základna)

Vogelova aproximační metoda pro ODP

Z_{min} = 38,06

(skládká) - (základna) - (Mochtín) - (Těšetiny) - (Srbice) - (Dobrá Voda) - (Chlístov) - (Křištin) - (Střeziměř) - (skládká)

Metoda výhodnostních čísel - paralelně

Z_{min} = 38,06

(Mochtín) - (Těšetiny) - (Střeziměř) - (Křištin) - (Chlístov) - (Dobrá Voda) - (Srbice) - (skládká) - (základna) - (Mochtín)

Metoda větví a mezi (Počet větví: 6198)

Z_{min} = 38,06

(skládká) - (základna) - (Mochtín) - (Těšetiny) - (Dobrá Voda) - (Chlístov) - (Střeziměř) - (Křištin) - (Srbice) - (skládká)

Zdroj: autor, ČZU Praha Katedra systémového inženýrství, Katedra statistiky

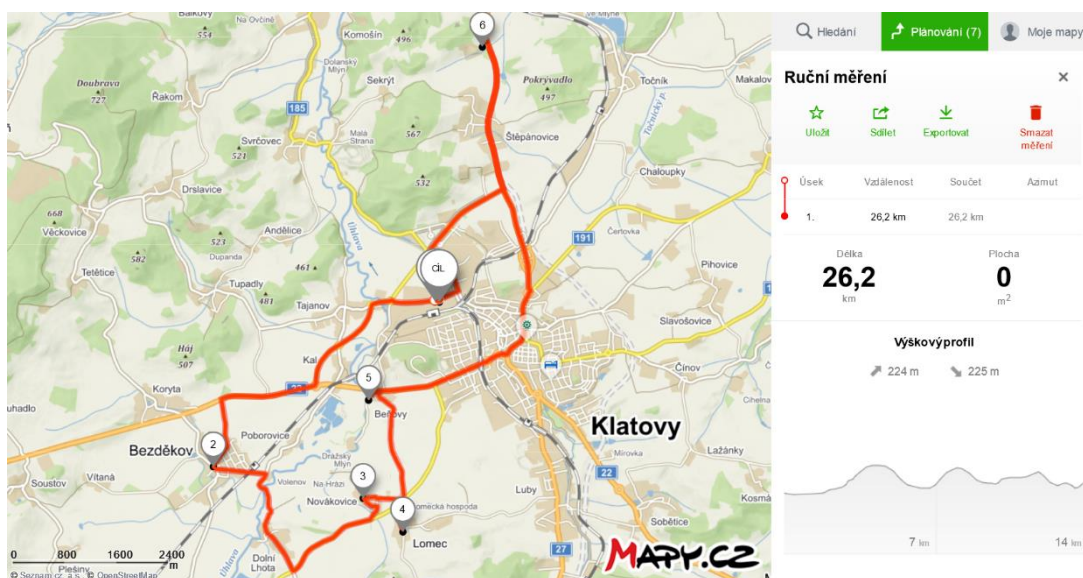
Tabulka 6-25 Výsledné hodnoty trasy (čas + kilometry) – ČTVRTEK - OKRUH 1 - Mochtín

lich. čtvrtěk 1	min	km
Mochtín	127	5,6
Dobrá Voda	14	0,1
Chlístov	77	2,9
Křištín	26	1,9
Srbice	88	3,6
Střeziměř	46	2
Těšetiny	42	1,3
mezisoučet	420	17,4
trasa mimo	58	38,06
zpět skládka - základna		5,1
CELKEM	8,0	60,6
	hodin	km

Zdroj: autor, Mapy.cz

OKRUH 2 – Bezděkov

Obrázek 6-28 Nová trasa svozu KO – ČTVRTEK - OKRUH 2 - Bezděkov



Zdroj: autor, Mapy.cz

Tabulka 6-26 Matice sazeb (kilometry) – ČTVRTEK - OKRUH 2 - Bezděkov

	základna	Bezděkov	Beňovy	Novákovice	Lomec	skládka
základna		5,3	3,5	5	5	5,1
Bezděkov	5,3		3,2	4,4	5,2	9,6
Beňovy	3,5	3,2		2,5	2,5	7,4
Novákovice	5	4,4	2,5		1	9
Lomec	5	5,2	2,5	1		8,9
skládka	5,1	9,6	7,4	9	8,9	

Zdroj: autor, Mapy.cz

Výpočet okružní trasy pomocí programu TSPKOSA:

Metoda nejbližšího souseda - sekvenčně

Z_min = 21,11

(základna) - (skládku) - (Beňovy) - (Lomec) - (Novákovice) - (Bezděkov) - (základna)

Vogelova aproximační metoda pro ODP

Z_min = 21,11

(Beňovy) - (skládku) - (základna) - (Bezděkov) - (Novákovice) - (Lomec) - (Beňovy)

Metoda výhodnostních čísel - paralelně

Z_min = 21,11

(Novákovice) - (Lomec) - (Beňovy) - (skládku) - (základna) - (Bezděkov) - (Novákovice)

Metoda větví a mezí (Počet větví: 582)

Z_min = 21,11

(Bezděkov) - (základna) - (skládku) - (Beňovy) - (Lomec) - (Novákovice) - (Bezděkov)

Zdroj: autor, ČZU Praha Katedra systémového inženýrství, Katedra statistiky

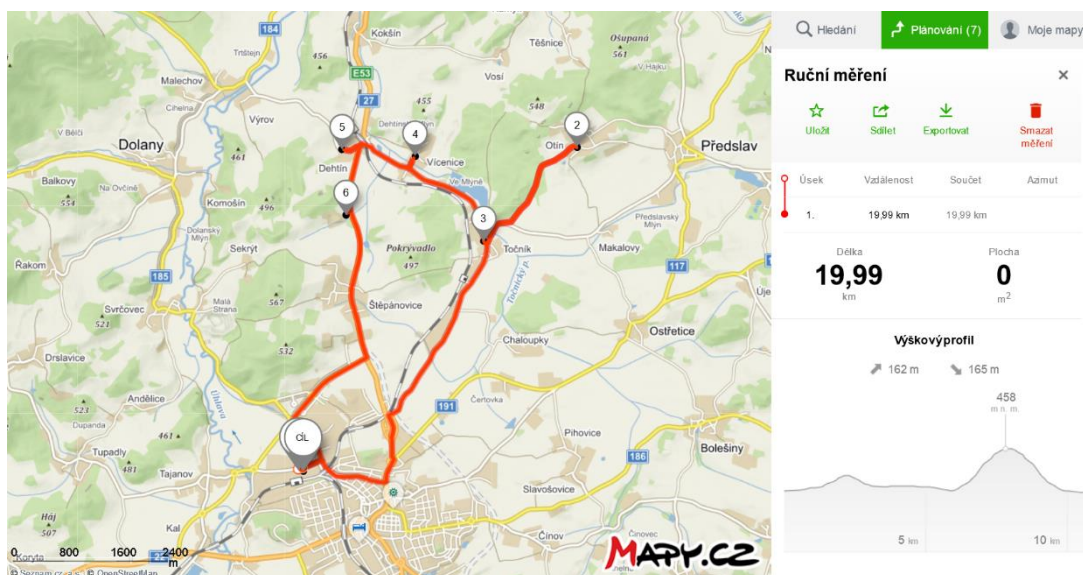
Tabulka 6-27 Výsledné hodnoty trasy (čas + kilometry) – ČTVRTEK - OKRUH 2 - Bezděkov

lich. čtvrtek 2	min	km
Bezděkov	262	5,9
Beňovy	41	0,7
Novákovice	34	1
Lomec	60	1,5
mezisoučet	397	9,1
trasa mimo	37	21,11
zpět skládka - základna		5,1
CELKEM	7,2	35,3
	hodin	km

Zdroj: autor, Mapy.cz

OKRUH 3 – Vícenice

Obrázek 6-29 Nová trasa svozu KO – ČTVRTEK - OKRUH 3 - Vícenice



Zdroj: autor, Mapy.cz

Tabulka 6-28 *Matice sazeb (kilometry) – ČTVRTEK - OKRUH 3 - Vícenice*

	základna	Vícenice	Točnick	Otín	Dehtín	skládka
základna		7,2	5,8	7,9	6	5,1
Vícenice	7,2		2	4,3	1,2	2,2
Točnick	5,8	2		2,2	2,6	3,7
Otín	7,9	4,3	2,2		4,9	6
Dehtín	6	1,2	2,6	4,9		1,1
skládka	5,1	2,2	3,7	6	1,1	

Zdroj: autor, *Mapy.cz*

Výpočet okružní trasy pomocí programu TSPKOSA:

Metoda nejbližšího souseda - sekvenčně

Z_{min} = 14,91

(základna) - (skládka) - (Dehtín) - (Vícenice) - (Točnick) - (Otín) - (základna)

Vogelova aproximační metoda pro ODP

Z_{min} = 17,91

(základna) - (skládka) - (Točnick) - (Otín) - (Vícenice) - (Dehtín) - (základna)

Metoda výhodnostních čísel - paralelně

Z_{min} = 14,91

(Vícenice) - (Dehtín) - (skládka) - (základna) - (Otín) - (Točnick) - (Vícenice)

Metoda větví a mezí (Počet větví: 9)

Z_{min} = 14,91

(Točnick) - (Otín) - (základna) - (skládka) - (Dehtín) - (Vícenice) - (Točnick)

Zdroj: autor, *ČZU Praha Katedra systémového inženýrství, Katedra statistiky*

Tabulka 6-29 *Výsledné hodnoty trasy (čas + kilometry) – ČTVRTEK - OKRUH 3 - Vícenice*

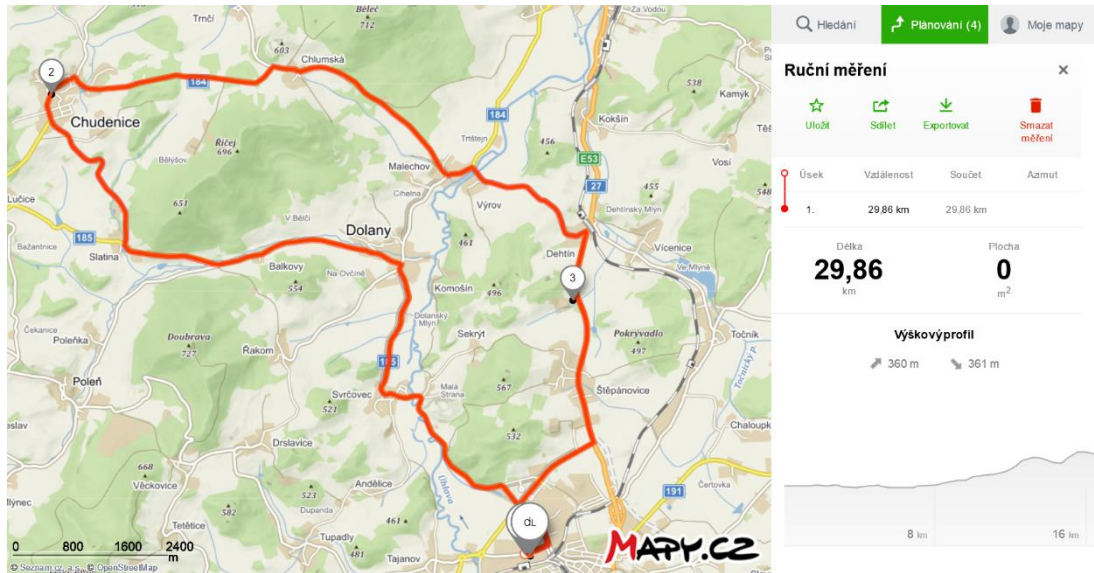
lich. čtvrtek 3	min	km
Vícenice	56	2,1
Točnick	160	4,3
Otín	79	3,2
Dehtín	28	1,1
mezisoučet	323	10,7
trasa mimo	29	14,91
zpět skládka - základna		5,1
CELKEM	5,9	30,7
	hodin	km

Zdroj: autor, *Mapy.cz*

6.2.4 Nové trasy lichý týden – PÁTEK

OKRUH 1 – Chudenice – bez výpočtu

Obrázek 6-30 Nová trasa svozu KO – PÁTEK - OKRUH 1 – Chudenice



Zdroj: autor, Mapy.cz

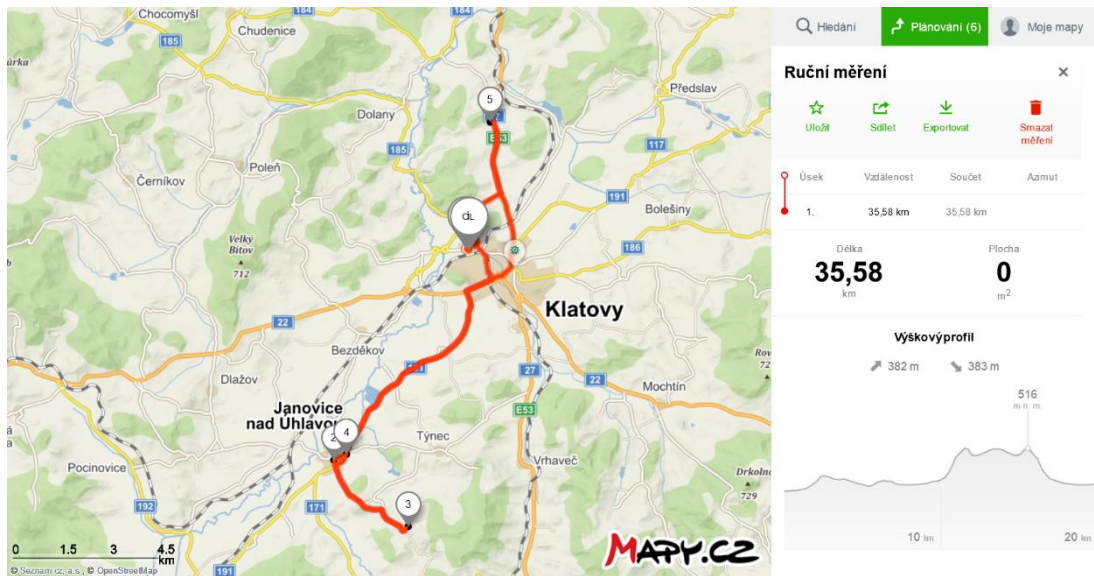
Tabulka 6-30 Výsledné hodnoty trasy (čas + kilometry) – PÁTEK - OKRUH 1 – Chudenice

lich. pátek 1	min	km
Chudenice	442	8
mezisoučet	442	8
trasa mimo	36	24,8
zpět skládka - základna		5,1
CELKEM	8,0	37,9
	hodin	km

Zdroj: autor, Mapy.cz

Okruh 2 - Janovice nad Úhlavou – část A

Obrázek 6-31 Nová trasa svozu KO – PÁTEK - OKRUH 2 – Janovice nad Úhlavou – část A



Zdroj: autor, Mapy.cz

Tabulka 6-31 Matice sazeb (kilometry) – PÁTEK - OKRUH 2 – Janovice nad Úhlavou – část A

	základna	Janovice	Javor	skládka
základna		9,7	13,5	5,1
Janovice	9,7		3,5	13,6
Javor	13,5	3,5		16,8
skládka	5,1	13,6	16,8	

Zdroj: autor, Mapy.cz

Výpočet okružní trasy pomocí programu TSPKOSA:

Vogelova aproximační metoda pro ODP

Z_{min} = 31,11

(základna) - (skládka) - (Janovice) - (Javor) - (základna)

Metoda výhodnostních čísel - paralelně

Z_{min} = 30,51

(Janovice) - (Javor) - (skládka) - (základna) - (Janovice)

Metoda větví a mezí (Počet větví: 18)

Z_{min} = 30,51

(skládka) - (základna) - (Janovice) - (Javor) - (skládka)

Zdroj: autor, ČZU Praha Katedra systémového inženýrství, Katedra statistiky

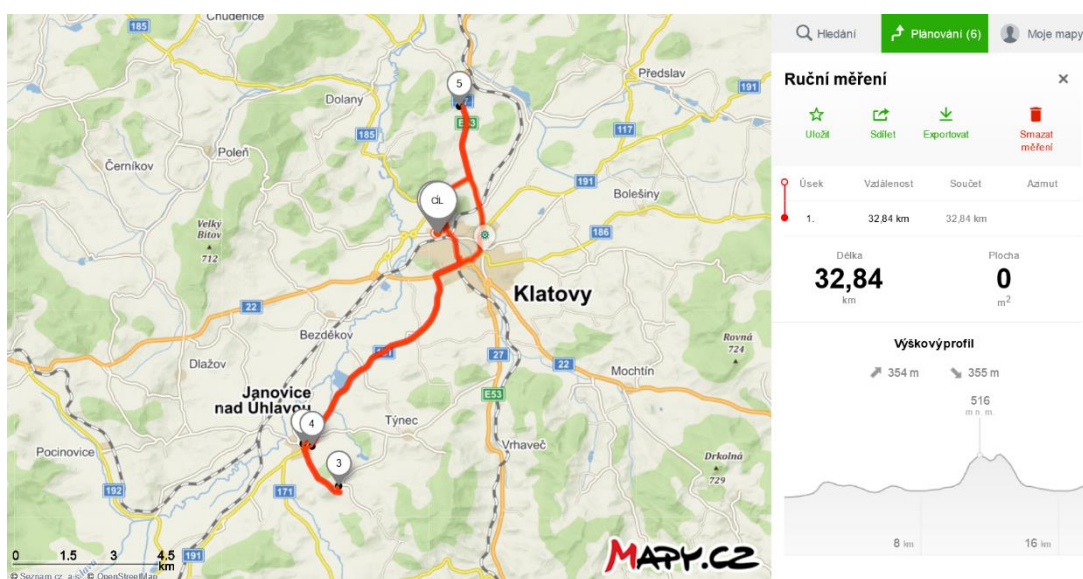
Tabulka 6-32 Výsledné hodnoty trasy (čas + kilometry) – PÁTEK - OKRUH 2 – Janovice nad Úhlavou – část A

lich. pátek 2	min	km
Janovice	391	15,4
Javor	48	1,9
mezisoučet	439	17,3
trasa mimo	43	30,51
zpět skládka - základna		5,1
CELKEM	8,0	52,9
	hodin	km

Zdroj: autor, Mapy.cz

Okruh 3 - Janovice nad Úhlavou – část B

Obrázek 6-32 Nová trasa svozu KO – PÁTEK - OKRUH 3 – Janovice nad Úhlavou – část B



Zdroj: autor, Mapy.cz

Tabulka 6-33 Matice sazeb (kilometry) – PÁTEK - OKRUH 3 – Janovice nad Úhlavou – část B

	základna	Janovice	Klenová	skládka
základna		9,7	12,2	5,1
Janovice	9,7		2,2	13,6
Klenová	12,2	2,2		15,4
skládka	5,1	13,6	15,4	

Zdroj: autor, Mapy.cz

Výpočet okružní trasy pomocí programu TSPKOSA:

Vogelova aproximační metoda pro ODP

Z_{min} = 28,51

(základna) - (skládka) - (Janovice) - (Klenová) - (základna)

Metoda výhodnostních čísel - paralelně

Z_{min} = 27,81

(Janovice) - (Klenová) - (skládka) - (základna) - (Janovice)

Metoda větví a mezí (Počet větví: 18)

Z_{min} = 27,81

(skládka) - (základna) - (Janovice) - (Klenová) - (skládka)

Zdroj: autor, ČZU Praha Katedra systémového inženýrství, Katedra statistiky

Tabulka 6-34 Výsledné hodnoty trasy (čas + kilometry) – PÁTEK - OKRUH 3 – Janovice nad Úhlavou – část B

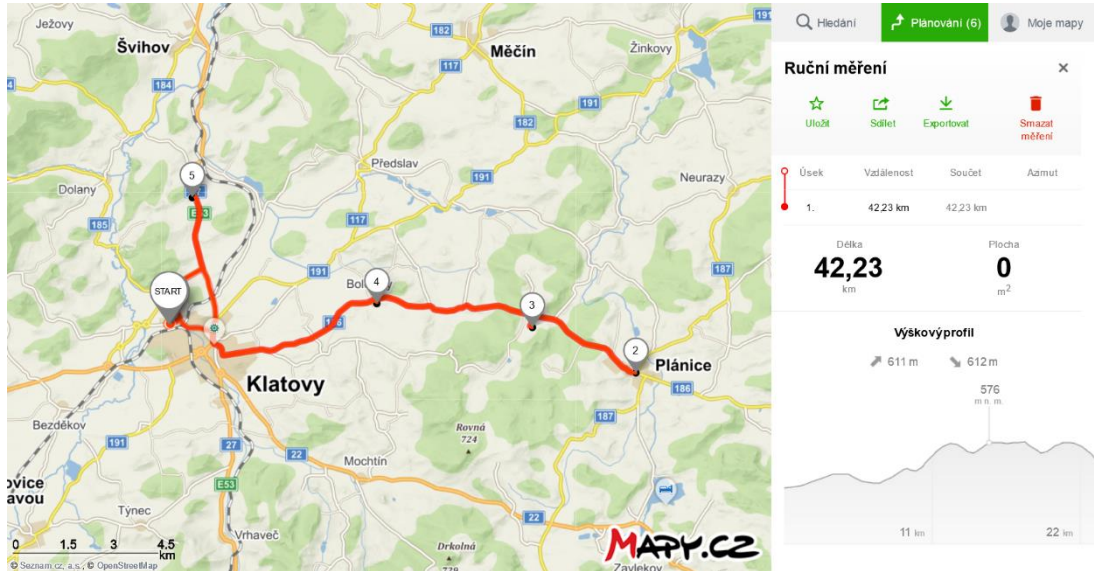
lich. pátek 3	min	km
Janovice	361	15,4
Klenová	83	2,7
mezisoučet	444	18,1
trasa mimo	38	27,81
zpět skládka - základna		5,1
CELKEM	8,0	51,0
	hodin	km

Zdroj: autor, Mapy.cz

6.2.5 Nové trasy sudý týden – ÚTERÝ

Okruh 1 – Plánice

Obrázek 6-33 Nová trasa svozu KO – ÚTERÝ - OKRUH 1 - Plánice



Zdroj: autor, Mapy.cz

Tabulka 6-35 Matice sazeb (kilometry) – ÚTERÝ - OKRUH 1 - Plánice

	základna	Plánice	Bolešiny	Vítkovice	skládky
základna		16,5	7,7	13,3	5,1
Plánice	16,5		8,8	4,1	19,5
Bolešiny	7,7	8,8		5,5	10,6
Vítkovice	13,3	4,1	5,5		16,2
skládky	5,1	19,5	10,6	16,2	

Zdroj: autor, Mapy.cz

Výpočet okružní trasy pomocí programu TSPKOSA:

Metoda nejbližšího souseda - sekvenčně

Z_{min} = 37,21

(základna) - (skládky) - (Bolešiny) - (Vítkovice) - (Plánice) - (základna)

Vogelova aproximační metoda pro ODP

Z_{min} = 37,31

(Bolešiny) - (základna) - (skládky) - (Vítkovice) - (Plánice) - (Bolešiny)

Metoda výhodnostních čísel - paralelně

Z_{min} = 37,21

(Plánice) - (Vítkovice) - (Bolešiny) - (skládky) - (základna) - (Plánice)

Metoda větví a mezí (Počet větví: 106)

Z_{min} = 37,21

(Vítkovice) - (Bolešiny) - (skládky) - (základna) - (Plánice) - (Vítkovice)

Zdroj: autor, ČZU Praha Katedra systémového inženýrství, Katedra statistiky

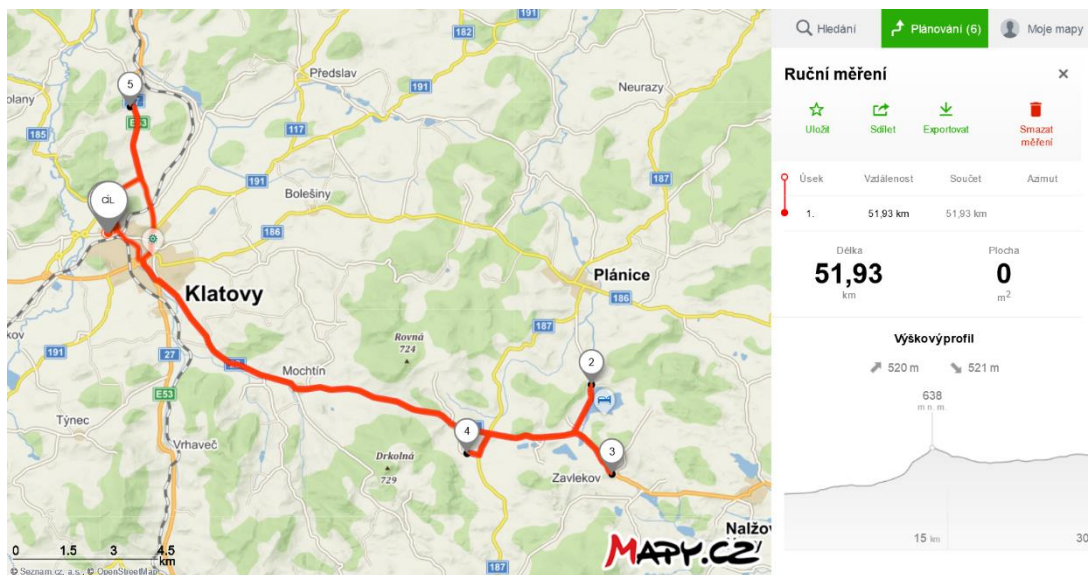
Tabulka 6-36 Výsledné hodnoty trasy (čas + kilometry) – ÚTERÝ - OKRUH 1 - Plánice

sud. úterý 1	min	km
Plánice	276,76	9,6
Bolešiny	124,10	4,1
Vítkovice	10,73	1,7
mezisoučet	412	15,4
trasa mimo	52	37,21
zpět skládka - základna		5,1
CELKEM	7,7	57,7
	hodin	km

Zdroj: autor, Mapy.cz

Okruh 2 - Zavlekov

Obrázek 6-34 Nová trasa svozu KO – ÚTERÝ - OKRUH 2 - Zavlekov



Zdroj: autor, Mapy.cz

Tabulka 6-37 Matice sazeb (kilometry) – ÚTERÝ - OKRUH 2 - Zavlekov

	základna	Číhaň	Zavlekov	Hnačov	skládka
základna		14,5	19,3	19,1	5,1
Číhaň	14,5		5,9	5,7	17,7
Zavlekov	19,3	5,9		3,7	22,5
Hnačov	19,1	5,7	3,7		22,4
skládka	5,1	17,7	22,5	22,4	

Zdroj: autor, Mapy.cz

Výpočet okružní trasy pomocí programu TSPKOSA:

Metoda nejbližšího souseda - sekvenčně

Z_min = 46,91

(základna) - (skládkka) - (Číhaň) - (Hnačov) - (Zavlekov) - (základna)

Vogelova aproximační metoda pro ODP

Z_min = 46,91

(základna) - (skládkka) - (Číhaň) - (Zavlekov) - (Hnačov) - (základna)

Metoda výhodnostních čísel - paralelně

Z_min = 46,91

(Zavlekov) - (Hnačov) - (Číhaň) - (skládkka) - (základna) - (Zavlekov)

Metoda větví a mezí (Počet větví: 70)

Z_min = 46,91

(Číhaň) - (skládkka) - (základna) - (Hnačov) - (Zavlekov) - (Číhaň)

Zdroj: autor, ČZU Praha Katedra systémového inženýrství, Katedra statistiky

Tabulka 6-38 Výsledné hodnoty trasy (čas + kilometry) – ÚTERÝ - OKRUH 2 - Zavlekov

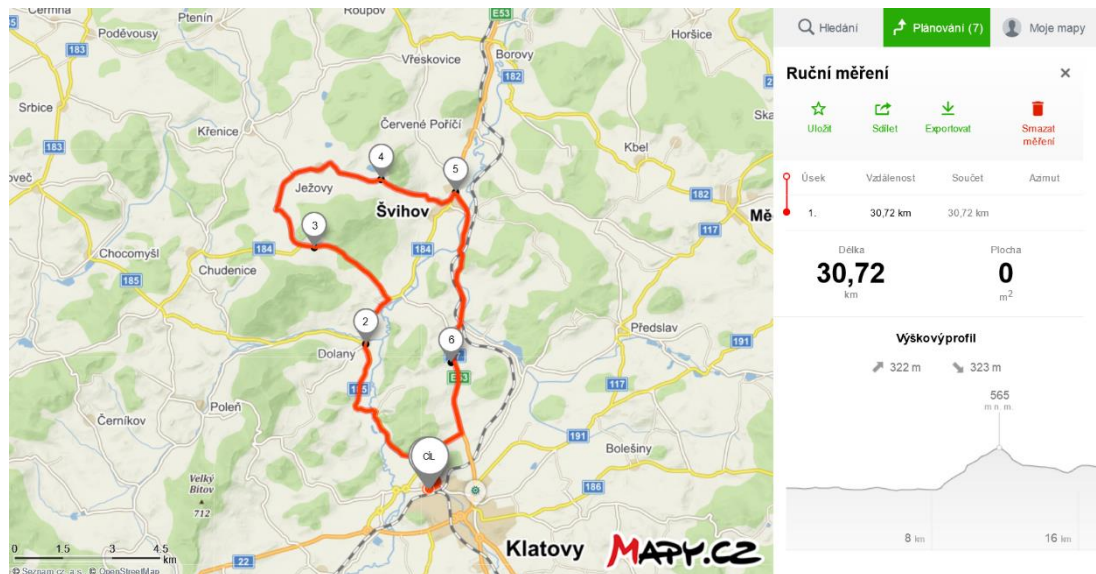
sud. úterý 2	min	km
Číhaň	137,64	4,1
Zavlekov	139,00	9,5
Hnačov	69,09	3
mezisoučet	346	16,6
trasa mimo	53	46,91
zpět skládkka - základna		5,1
CELKEM	6,6	68,6
	hodin	km

Zdroj: autor, Mapy.cz

6.2.6 Nové trasy sudý týden – STŘEDA

Okruh 1 - Dolany

Obrázek 6-35 Nová trasa svozu KO – STŘEDA - OKRUH 1 - Dolany



Zdroj: autor, Mapy.cz

Tabulka 6-39 Matice sazeb (kilometry) – STŘEDA - OKRUH 1 - Dolany

	základna	Dolany	Mezihoří	skládku
základna		6,5	12,9	5,1
Dolany	6,5		10,8	5,4
Mezihoří	12,9	10,8		7,9
skládku	5,1	5,4	7,9	

Zdroj: autor, Mapy.cz

Výpočet okružní trasy pomocí programu TSPKOSA:

Metoda nejbližšího souseda - sekvenčně

$Z_{min} = 25,71$

(Dolany) - (Mezihoří) - (skládku) - (základna) - (Dolany)

Vogelova aproximační metoda pro ODP

$Z_{min} = 25,71$

(skládku) - (základna) - (Dolany) - (Mezihoří) - (skládku)

Metoda výhodnostních čísel - paralelně

$Z_{min} = 25,71$

(základna) - (skládku) - (Mezihoří) - (Dolany) - (základna)

Metoda větví a mezi (Počet větví: 18)

$Z_{min} = 25,71$

(skládku) - (Mezihoří) - (Dolany) - (základna) - (skládku)

Zdroj: autor, ČZU Praha Katedra systémového inženýrství, Katedra statistiky

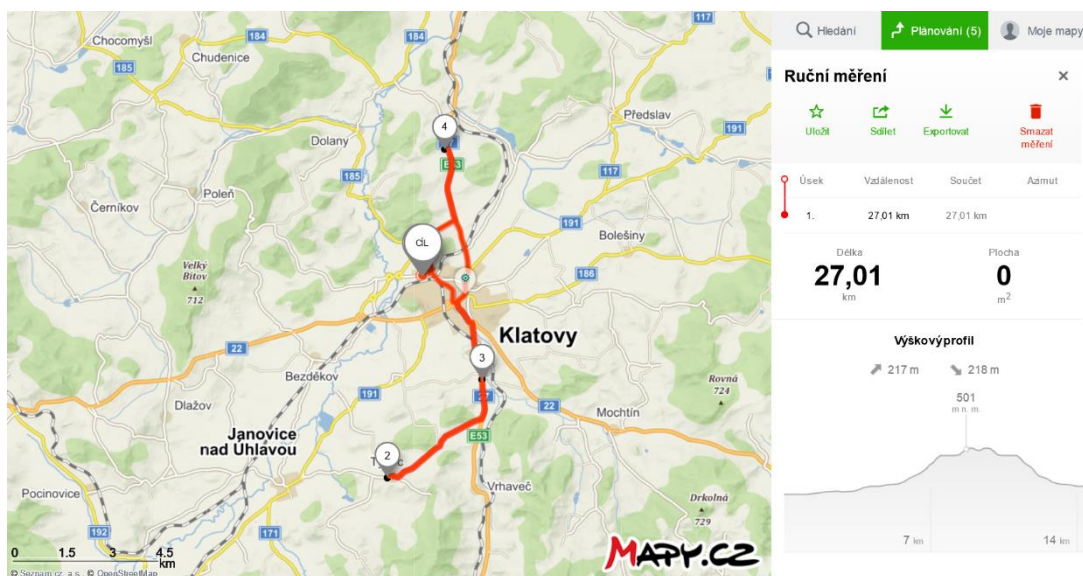
Tabulka 6-40 Výsledné hodnoty trasy (čas + kilometry) – STŘEDA - OKRUH 1 - Dolany

sud. středa 1	min	km
Dolany	299	26,5
Mezihoří	47	1
mezisoučet	346	27,5
trasa mimo	38	25,71
zpět skládka - základna		5,1
CELKEM	6,4	58,3
	hodin	km

Zdroj: autor, Mapy.cz

Okruh 2 - Luby

Obrázek 6-36 Nová trasa svozu KO – STŘEDA - OKRUH 2 - Luby



Zdroj: autor, Mapy.cz

Tabulka 6-41 Matice sazeb (kilometry) – STŘEDA - OKRUH 2 - Luby

	základna	Luby	Týnec	skládka
základna		4,5	9	5,1
Luby	4,5		4,6	7,8
Týnec	9	4,6		12,3
skládka	5,1	7,8	12,3	

Zdroj: autor, Mapy.cz

Výpočet okružní trasy pomocí programu TSPKOSA:

Metoda nejbližšího souseda - sekvenčně

Z_min = 21,91

(základna) - (skládka) - (Luby) - (Týnec) - (základna)

Vogelova aproximační metoda pro ODP

Z_min = 21,91

(základna) - (skládka) - (Luby) - (Týnec) - (základna)

Metoda výhodnostních čísel - paralelně

Z_min = 21,91

(Luby) - (Týnec) - (skládka) - (základna) - (Luby)

Metoda větví a mezí (Počet větví: 50)

Z_min = 21,91

(Týnec) - (Luby) - (skládka) - (základna) - (Týnec)

Zdroj: autor, ČZU Praha Katedra systémového inženýrství, Katedra statistiky

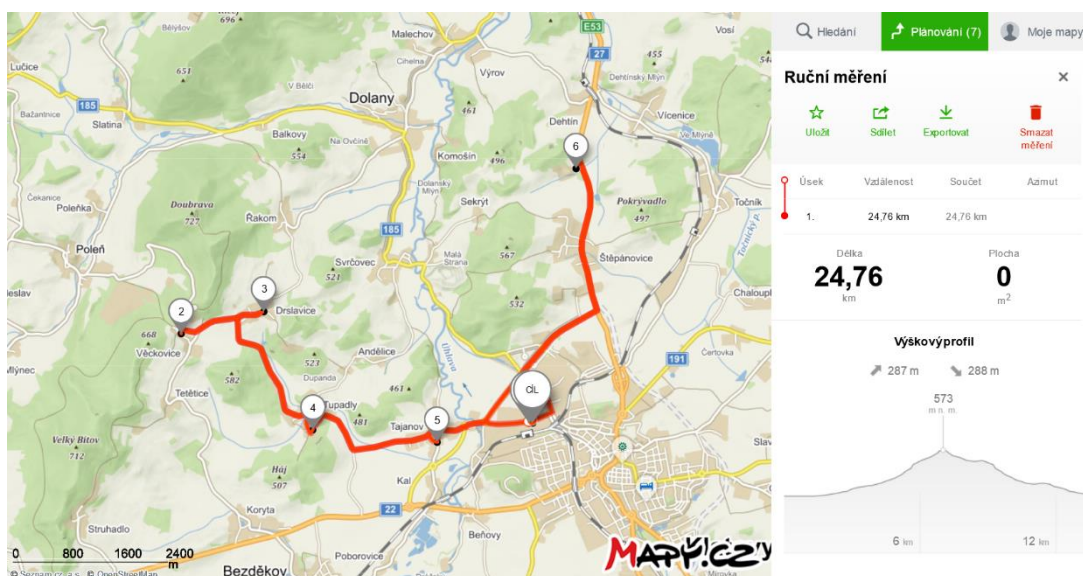
Tabulka 6-42 Výsledné hodnoty trasy (čas + kilometry) – STŘEDA - OKRUH 2 - Luby

sud. středa 2	min	km
Luby	238	13,5
Týnec	158	4,5
mezisoučet	396	18
trasa mimo	34	21,91
zpět skládka - základna		5,1
CELKEM	7,2	45,0
	hodin	km

Zdroj: autor, Mapy.cz

Okruh 3 - Drslavice

Obrázek 6-37 Nová trasa svozu KO – STŘEDA - OKRUH 3 - Drslavice



Zdroj: autor, Mapy.cz

Tabulka 6-43 Matice sazeb (kilometry) – STŘEDA - OKRUH 3 - Drslavice

	základna	Tajanov	Tupadly	Věckovice	Drslavice	skládka
základna		1	3,8	7	6,4	5,1
Tajanov	1		2,8	6	5,4	5,2
Tupadly	3,8	2,8		3,5	2,8	8
Věckovice	7	6	3,5		1,4	11,2
Drslavice	6,4	5,4	2,8	1,4		10,6
skládka	5,1	5,2	8	11,2	10,6	

Zdroj: autor, Mapy.cz

Výpočet okružní trasy pomocí programu TSPKOSA:

Metoda nejbližšího souseda - sekvenčně

Z_{min} = 19,71

(základna) - (skládka) - (Tajanov) - (Tupadly) - (Drslavice) - (Věckovice) - (základna)

Vogelova aproximační metoda pro ODP

Z_{min} = 19,81

(Tupadly) - (Tajanov) - (základna) - (skládka) - (Drslavice) - (Věckovice) - (Tupadly)

Metoda výhodnostních čísel - paralelně

Z_{min} = 19,71

(Tajanov) - (Tupadly) - (Drslavice) - (Věckovice) - (skládka) - (základna) - (Tajanov)

Metoda větví a mezí (Počet větví: 278)

Z_{min} = 19,71

(Drslavice) - (Tupadly) - (Tajanov) - (skládka) - (základna) - (Věckovice) - (Drslavice)

Zdroj: autor, ČZU Praha Katedra systémového inženýrství, Katedra statistiky

Tabulka 6-44 Výsledné hodnoty trasy (čas + kilometry) – STŘEDA - OKRUH 3 - Drslavice

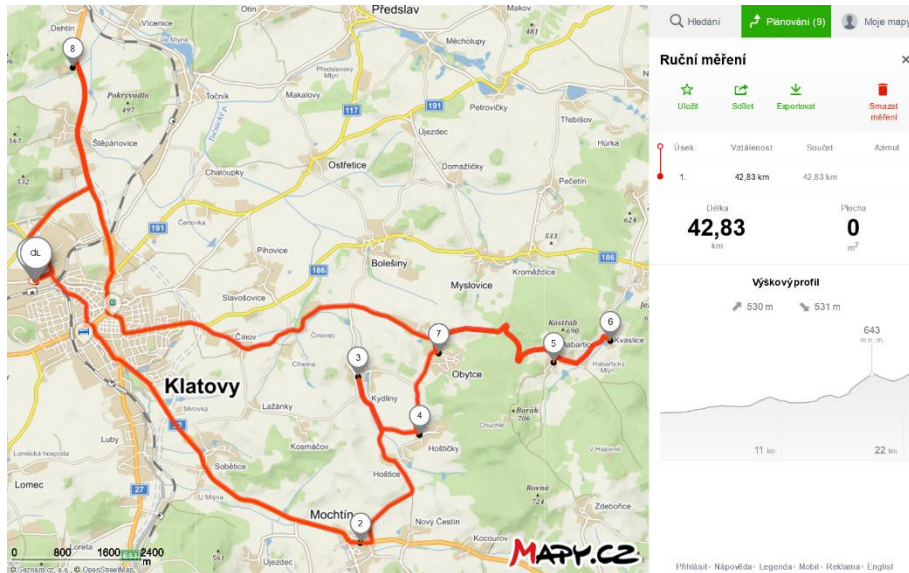
sud. středa 3	min	km
Tajanov	179	3,2
Tupadly	108	2,6
Věckovice	19	0,6
Drslavice	63	1,4
mezisoučet	369	7,8
trasa mimo	35	19,71
zpět skládka - základna		5,1
CELKEM	6,7	32,6
	hodin	km

Zdroj: autor, Mapy.cz

6.2.7 Nové trasy sudý týden – ČTVRTEK

Okruh 1 Mochtín

Obrázek 6-38 Nová trasa svozu KO – ČTVRTEK - OKRUH 1 - Mochtín



Zdroj: autor, Mapy.cz

Tabulka 6-45 Matice sazeb (kilometry) – ČTVRTEK - OKRUH 1 - Mochtín

	základna	Mochtín	Obytce	Kydliny	Kvaslice	Habartice	skládka
základna		8,5	9,2	8,4	13,2	12	5,1
Mochtín	8,5		4,9	4,1	9,4	8,3	11,9
Obytce	9,2	4,9		3,5	5	3,8	12,1
Kydliny	8,4	4,1	3,5		7,4	6,2	11,3
Kvaslice	13,2	9,4	5	7,4		1,4	16,1
Habartice	12	8,3	3,8	6,2	1,4		14,9
skládka	5,1	11,9	12,1	11,3	16,1	14,9	

Zdroj: autor, Mapy.cz

Výpočet okružní trasy pomocí programu TSPKOSA:

Metoda nejbližšího souseda - sekvenčně

Z_{min} = 37,91

(Kvaslice) - (Habartice) - (Obytce) - (Kydliny) - (Mochtín) - (základna) - (skládka) - (Kvaslice)

Vogelova aproximační metoda pro ODP

Z_{min} = 38,31

(skládka) - (základna) - (Obytce) - (Habartice) - (Kvaslice) - (Kydliny) - (Mochtín) - (skládka)

Metoda výhodnostních čísel - paralelně

Z_{min} = 37,81

(Mochtín) - (Obytce) - (Habartice) - (Kvaslice) - (Kydliny) - (skládka) - (základna) - (Mochtín)

Metoda větví a mezí (Počet větví: 362)

Z_{min} = 37,81

(skládka) - (základna) - (Mochtín) - (Kydliny) - (Habartice) - (Kvaslice) - (Obytce) - (skládka)

Zdroj: autor, ČZU Praha Katedra systémového inženýrství, Katedra statistiky

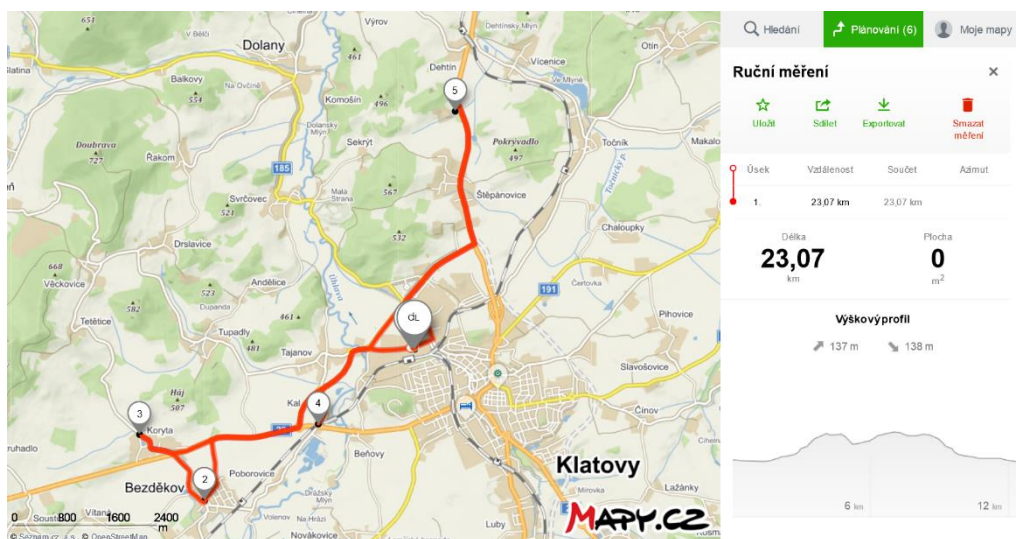
Tabulka 6-46 Výsledné hodnoty trasy (čas + kilometry) – ČTVRTEK - OKRUH 1 - Mochtín

sud. čtvrtěk 1	min	km
Mochtín	127	5,6
Obytce	140	4,4
Kydliny	63	3,2
Kvaslice	6	0,2
Habartice	51	2
mezisoučet	387	15,4
trasa mimo	59	37,81
zpět skládka - základna		5,1
CELKEM	7,4	58,3
	hodin	km

Zdroj: autor, Mapy.cz

Okruh 2 – Bezděkov

Obrázek 6-39 Nová trasa svozu KO – ČTVRTEK – OKRUH 2 - Bezděkov



Zdroj: autor, Mapy.cz

Tabulka 6-47 Matice sazeb (kilometry) – ČTVRTEK – OKRUH 2 - Bezděkov

	základna	Bezděkov	Koryta	Kal u Klatov	skládka
základna		5,3	5,3	2,4	5,1
Bezděkov	5,3		1,6	4,1	9,6
Koryta	5,3	1,6		4	9,6
Kal u Klatov	2,4	4,1	4		6,6
skládka	5,1	9,6	9,6	6,6	

Zdroj: autor, Mapy.cz

Výpočet okružní trasy pomocí programu TSPKOSA:

Metoda nejbližšího souseda - sekvenčně

Z_{min} = 18,01

(základna) - (skládka) - (Kal u Klatov) - (Koryta) - (Bezděkov) - (základna)

Vogelova aproximační metoda pro ODP

Z_{min} = 18,01

(základna) - (skládka) - (Kal u Klatov) - (Koryta) - (Bezděkov) - (základna)

Metoda výhodnostních čísel - paralelně

Z_{min} = 18,01

(Bezděkov) - (Koryta) - (Kal u Klatov) - (skládka) - (základna) - (Bezděkov)

Metoda větví a mezí (Počet větví: 22)

Z_{min} = 18,01

(Koryta) - (Kal u Klatov) - (skládka) - (základna) - (Bezděkov) - (Koryta)

Zdroj: autor, ČZU Praha Katedra systémového inženýrství, Katedra statistiky

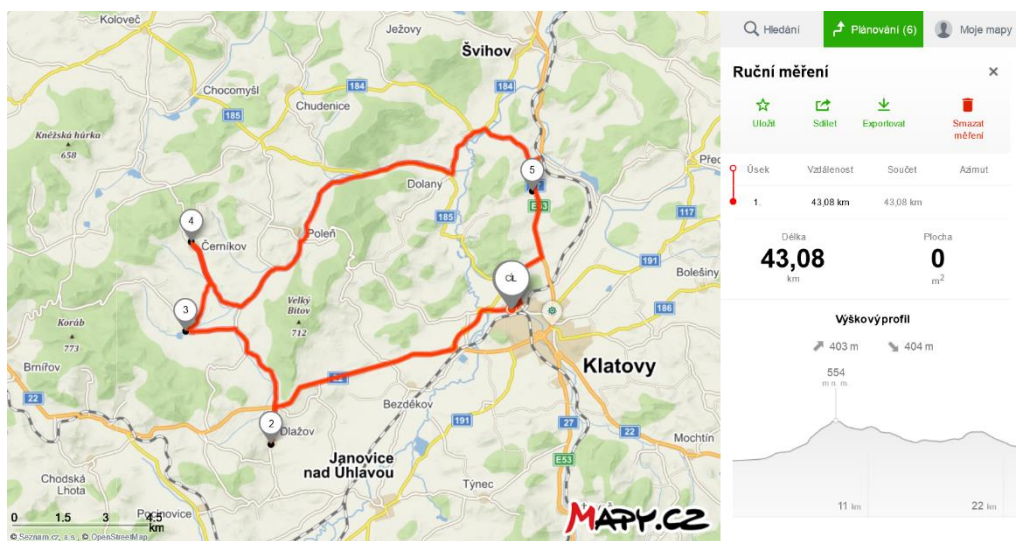
Tabulka 6-48 Výsledné hodnoty trasy (čas + kilometry) – ČTVRTEK – OKRUH 2 - Bezděkov

sud. čtvrtek 2	min	km
Bezděkov	262	5,9
Koryta	113	1,5
Kal u Klatov	45	1
mezisoučet	420	8,4
trasa mimo	28	18,01
zpět skládka - základna		5,1
CELKEM	7,5	31,5
	hodin	km

Zdroj: autor, Mapy.cz

Okruh 3 - Úsilov

Obrázek 6-40 Nová trasa svozu KO – ČTVRTEK – OKRUH 3 - Úsilov



Zdroj: autor, Mapy.cz

Tabulka 6-49 Matice sazeb (kilometry) – ČTVRTEK – OKRUH 3 - Úsilov

	základna	Úsilov	Černíkov	Dlažov	skládka
základna		14	15,8	10,1	5,1
Úsilov	14		3,4	6	18,3
Černíkov	15,8	3,4		7,9	18
Dlažov	10,1	6	7,9		14,3
skládka	5,1	18,3	18	14,3	

Zdroj: autor, Mapy.cz

Výpočet okružní trasy pomocí programu TSPKOSA:

Metoda nejbližšího souseda - sekvenčně

Z_min = 38,01

(Černíkov) - (Úsilov) - (Dlažov) - (základna) - (skládka) - (Černíkov)

Vogelova aproximační metoda pro ODP

Z_min = 40,01

(základna) - (skládka) - (Dlažov) - (Úsilov) - (Černíkov) - (základna)

Metoda výhodnostních čísel - paralelně

Z_min = 38,01

(Černíkov) - (skládka) - (základna) - (Dlažov) - (Úsilov) - (Černíkov)

Metoda větví a mezí (Počet větví: 14)

Z_min = 38,01

(skládka) - (základna) - (Dlažov) - (Úsilov) - (Černíkov) - (skládka)

Zdroj: autor, ČZU Praha Katedra systémového inženýrství, Katedra statistiky

Tabulka 6-50 Výsledné hodnoty trasy (čas + kilometry) – ČTVRTEK – OKRUH 3 - Úsilov

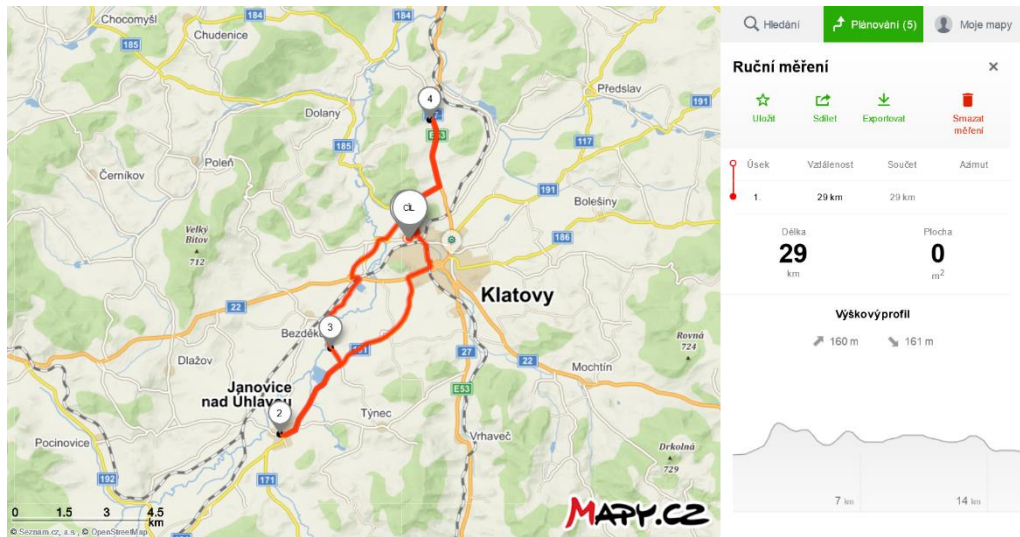
sud. čtvrtek 3	min	km
Úsilov	90	2
Černíkov	212	2,2
Dlažov	53	2,2
mezisoučet	355	6,4
trasa mimo	55	38,01
zpět skládka - základna		5,1
CELKEM	6,8	49,5
	hodin	km

Zdroj: autor, Mapy.cz

6.2.8 Nové trasy sudý týden – PÁTEK

Okruh 1 - Janovice nad Úhlavou – část A – bez výpočtu

Obrázek 6-41 Nová trasa svozu KO – PÁTEK - OKRUH 1 - Janovice nad Úhlavou – část A



Zdroj: autor, Mapy.cz

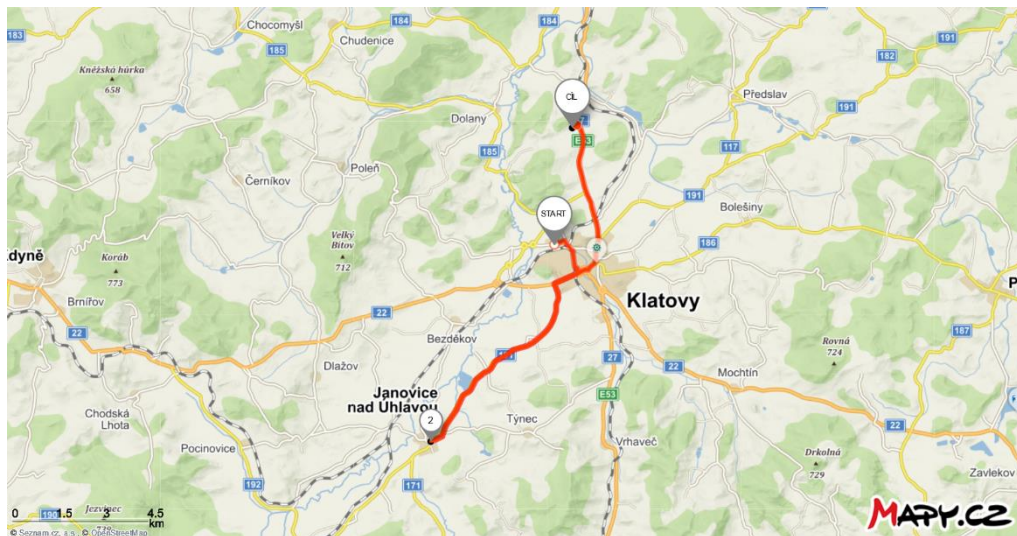
Tabulka 6-51 Výsledné hodnoty trasy (čas + kilometry) – PÁTEK - OKRUH 1 - Janovice nad Úhlavou – část A

sud. pátek 1	min	km
Janovice	376	15,4
mezisoučet	376	15,4
trasa mimo	29	23,9
zpět skládka - základna		5,1
CELKEM	6,8	44,4
	hodin	km

Zdroj: autor, Mapy.cz

Okruh 2 - Janovice nad Úhlavou – část B – bez výpočtu

Obrázek 6-42 Nová trasa svozu KO – PÁTEK - OKRUH 2 - Janovice nad Úhlavou – část B



Zdroj: autor, Mapy.cz

Tabulka 6-52 Výsledné hodnoty trasy (čas + kilometry) – PÁTEK - OKRUH 2 - Janovice nad Úhlavou – část B

sud. pátek 2	min	km
Janovice	376	15,4
mezisoučet	376	15,4
trasa mimo	32	23,6
zpět skládka - základna		5,1
CELKEM	6,8	44,1
	hodin	km

Zdroj: autor, Mapy.cz

6.2.9 Souhrn najetých kilometrů a času nových tras svozu KO

Tabulka 6-53 Nové trasy svozu KO – souhrn km a času svozu KO

Den v týdnu	NOVÉ TRASY									
	LICHÝ TÝDEN					SUDÝ TÝDEN				
	OKRUH SVOZU KO	MEZI km	OBEC km	CELK km	ČAS min	OKRUH SVOZU KO	MEZI km	OBEC km	CELK km	ČAS min
Úterý	Okruh 1 Bolešiny	32,5	15,3	47,9	458	Okruh 1 Plánice	42,3	15,4	57,7	412
	Okruh 2 Plánice	43,9	17,1	61,0	466	Okruh 2 Zavlekov	52	16,6	68,6	399
Středa	Okruh 1 Dolany	34	33,8	67,8	470	Okruh 1 Dolany	30,8	27,5	58,3	384
	Okruh 2 Luby	25,2	19,1	44,3	471	Okruh 2 Luby	27	18	45	430
	Okruh 3 Poleň	41,5	6,9	48,4	440	Okruh 3 Drslavice	24,8	7,8	32,6	404
Čtvrtek	Okruh 1 Mochtín	43,2	17,4	60,6	478	Okruh 1 Mochtín	42,9	15,4	58,3	446
	Okruh 2 Bezděkov	26,2	9,1	35,3	434	Okruh 2 Bezděkov	23,1	8,4	31,5	448
	Okruh 3 Vícenice	20	10,7	30,6	352	Okruh 3 Úsilov	43,1	6,4	49,5	410
Pátek	Chudenice – bez výpočtu	29,9	8	37,9	478	Janovice nad Úhl. – část A – bez výpočtu	29	15,4	44,4	405
	Okruh 1 Janovice nad Úhlavou – část 1	35,6	17,3	52,9	482	Janovice nad Úhl. – část B – bez výpočtu	28,7	15,4	41,1	408
	Okruh 2 Janovice nad Úhlavou – část 2	32,9	18,1	51	482					
	CELKEM LICHÝ TÝDEN			537,7	5011	CELKEM SUDÝ TÝDEN			487	4146
	CELKEM NOVÝ SVOZ KO					1024,7 kilometrů			152,6 hodin	

Zdroj: Pošumavská odpadová s.r.o., autor