

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera

Optimalizace tras autodopravce v ČR pro zákazníky s pracovními oděvy,  
čisticími rohožemi a hygienou

Bc. Václav Wagner

Diplomová práce

2019

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera  
Akademický rok: 2018/2019

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Václav Wagner**  
Osobní číslo: **D17367**  
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**  
Studijní obor: **Dopravní management, marketing a logistika**  
Název tématu: **Optimalizace tras autodopravce v ČR pro zákazníky  
s pracovními oděvy, čistícími rohožemi a hygienou**  
Zadávací katedra: **Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky**

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

Úvod

1. Teoretická východiska distribuční logistiky
2. Analýza současného stavu vybraných rozvozových tras
3. Návrh na zefektivnění rozvozových tras
4. Zhodnocení návrhu

Závěr


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

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jiří Nožička, Ph.D.**  
Katedra dopravního managementu, marketingu  
a logistiky

Datum zadání diplomové práce: **31. října 2018**  
Termín odevzdání diplomové práce: **17. května 2019**

  
doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.  
děkan

L.S.

  
doc. Ing. Jaroslava Hyršlová, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 12. dubna 2019

Prohlašuji:

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

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

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012 Pravidla pro zveřejňování závěrečných prací a jejich základní jednotnou formální úpravu, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 15. 5. 2019

Bc. Václav Wagner

Děkuji společnosti SALESIANER MIETTEX CHEMUNG s.r.o. za poskytnutí potřebných informací. Dále bych velmi rád poděkoval vedoucímu práce Ing. Jiřímu Nožičkovi, Ph.D. za vstřícný přístup, cenné rady a pomoc při zpracování diplomové práce.

## **ANOTACE**

Diplomová práce se zabývá optimalizací rozvozových tras vozidel ve společnosti Salesianer Mietex Chemung s.r.o. Předmětem zájmu jsou rozvozové trasy, pomocí nichž jsou obsluhováni zákazníci na severní a jižní Moravě. Teoretická část se zaměřuje na distribuční logistiku a optimalizační metody pro trasování vozidel. V praktické části jsou analyzovány současné rozvozové trasy a na základě teoretické části vymezen konkrétní problém. Výsledky analýzy jsou poté východiskem pro návrhovou část této práce. Na závěr jsou tyto výsledky vyhodnoceny.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

distribuce, optimalizace rozvozových tras, optimalizační metody, úlohy okružních jízd

## **TITLE**

Routes optimization of haulage in the Czech Republic for customers with working clothes, cleaning mats and hygiene

## **ANNOTATION**

This thesis deals with the optimization of vehicle delivery routes in company Salesianer Mietex s.r.o. The subject of interest are delivery routes which help with served customers in North and South Moravia. The theoretical part focuses on distribution logistics and optimization methods for vehicle tracing. In the practical part, the current distribution routes are analyzed and a specific problem is defined based on the theoretical part. The results of the analysis are then the starting point for the proposal part of this work. The evaluated results are at the end of the thesis.

## **KEYWORDS**

distribution, optimization of delivery routes, optimization methods, vehicle routing problems

# OBSAH

ÚVOD .....	9
1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA DISTRIBUČNÍ LOGISTIKY .....	11
1.1 Definování primárního pojmu distribuční logistiky .....	11
1.2 Distribuční logistika .....	12
1.2.1 Logistický řetězec .....	12
1.2.2 Typy logistických řetězců .....	13
1.2.3 Struktura logistického řetězce .....	14
1.2.4 Distribuční sklady .....	16
1.2.5 Lokace logistických center .....	17
1.3 Optimalizace tras dopravních procesů .....	18
1.3.1 Vymezení základních pojmů v oblasti teorie grafů .....	18
1.3.2 Dopravní úloha .....	20
1.4 Členění úloh trasování a rozvrhování .....	21
1.5 Metody pro sestavování tras vozidel .....	22
1.5.1 Kapacitně omezená úloha okružních jízd .....	22
1.5.2 Úloha okružních jízd s časovými okny .....	24
1.5.3 Úloha obchodního cestujícího .....	24
1.6 Metody k řešení úloh okružních jízd .....	25
1.6.1 Clarkeova-Wrightova metoda .....	26
1.6.2 Metody primárního shlukování .....	26
1.6.3 Ostatní používané metody .....	27
1.7 Shrnutí teoreticko-metodologické části .....	28
2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VYBRANÝCH ROZVOZOVÝCH TRAS .....	29
2.1 Představení společnosti SALESIANER MIETTEX s.r.o. ....	29
2.1.1 Historie společnosti .....	31
2.1.2 Produktové portfolio .....	31
2.1.3 Systém pronájmu textilu .....	32
2.2 Salesianer Mietex Chemung s.r.o. v České republice .....	33
2.2.1 Distribuce prádla a textilií na Moravě .....	34
2.3 Trasy obsluhované na Moravě .....	35

2.3.1	Rozvozové trasy severní Moravy .....	35
2.3.2	Rozvozové trasy jižní Moravy.....	38
2.3.3	Průběh pracovního procesu v Salesianer Mietex Chemung s.r.o. Olomouc .....	40
2.3.4	Definování problému optimalizace tras.....	41
2.4	Shrnutí kapitoly analýzy současného stavu vybraných rozvozových tras .....	42
3	NÁVRH NA ZEFEKTIVNĚNÍ ROZVOZOVÝCH TRAS .....	43
3.1	Zefektivnění rozvozových tras .....	43
3.1.1	Korekce časových oken zákazníka .....	43
3.1.2	Charakteristika výpočetního softwaru .....	44
3.2	Změny rozvozových tras .....	46
3.2.1	Současné rozvozové trasy.....	46
3.2.2	Navrhované rozvozové trasy .....	48
3.3	Modifikace rozvozové trasy C 032 .....	50
3.4	Shrnutí návrhu.....	53
4	ZHODNOCENÍ NÁVRHU .....	55
4.1	Porovnání rozvozových tras severní Moravy.....	55
4.2	Porovnání rozvozových tras jižní Moravy .....	57
4.3	Náklady na externího dopravce.....	60
4.4	Závěrečné shrnutí .....	62
	ZÁVĚR .....	64
	POUŽITÁ LITERATURA .....	66
	SEZNAM TABULEK .....	69
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	70
	SEZNAM ZKRATEK .....	71
	SEZNAM PŘÍLOH.....	72



# ÚVOD

Pro velkou část společností je oblast dopravy velice důležitou a nedílnou součástí logistických procesů. Doprava se velkou mírou podílí na celkových nákladech společností. Současně kvalitní doprava má velký význam na spokojenost zákazníků. Cílem těchto společností je náklady spojené s dopravou neustále snižovat. Jednou z možností, jak dosáhnout nižších nákladů, je optimalizace tras dopravních procesů. Tato optimalizace poskytuje celou řadu výhod. Například se může jednat o vyšší kvalitu služeb, minimalizaci nákladů a v neposlední řadě snížení vlivu dopravy na životní prostředí. V dnešní době velké množství společností pro svoz a rozvoz svých výrobků využívá služeb externích dopravců. Pro společnosti je výhodnější přenechat distribuci výrobků podnikům, které se na přepravu výrobků specializují.

Tato diplomová práce je zpracována ve společnosti Salesianer Mietex Chemung s.r.o., která poskytuje pronájem a servis textilií. Práce je zaměřena na optimalizaci rozvozových tras, pomocí kterých jsou obsluhováni zákazníci s pracovními oděvy, čistícími rohožemi a hygienou. Předmětem zájmu práce jsou rozvozové trasy, které se nacházejí ve východní části České republiky. Přesněji na území Moravy a Slezska.

Cílem této diplomové práce je na základě analýzy rozvozových tras, pomocí kterých je zboží dodáváno zákazníkům, identifikovat současné rozvozové trasy na jižní a severní Moravě. Následně na základě současných rozvozových tras, pomocí úlohy okružních jízd s časovými okny navrhnout lepší trasování vozidel na tomto území.

Diplomová práce je rozdělena do čtyř hlavních částí. První část, tedy teoretická část, vymezí základní pojmy z oblasti distribuční logistiky. Definuje základní pojmy z oblasti teorie grafů a charakterizuje dopravní úlohu. Dále je teoretická část věnována metodám a přístupům k optimalizaci rozvozových tras. Následně jedna z metod je využita v analytické části práce.

V praktické části je nejprve představena společnost Salesianer Mietex Chemung s.r.o. Dále se diplomová práce zaměří na analýzu atrakčních obvodů, tedy rozvozových tras, které se v těchto obvodech nacházejí. Následně je zde definován problém pro optimalizaci tras na území Moravy a Slezska. Výsledky zjištěné v rámci praktické části diplomové práce jsou východiskem návrhů na zefektivnění rozvozových tras. Na základě získaných dat o současných rozvozových trasách a výpočetního programu VRP Spreadsheet Solver jsou sestaveny nové rozvozové trasy. Cílem těchto optimalizovaných tras je snížení nákladů, které jsou vynakládány na externího dopravce, počtu ujetých kilometrů, doby jízdy vozidla

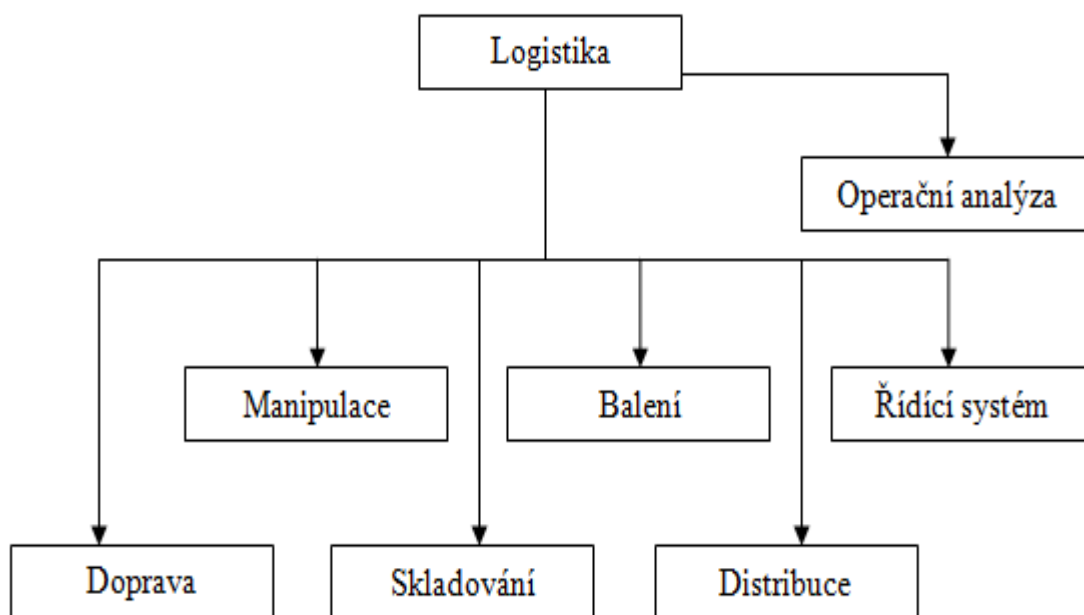
či úspora pohonných hmot. Závěrečná část diplomová práce se týká zhodnocení návrhů, respektive porovnání současných a nově navrhovaných rozvozových tras.

# 1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA DISTRIBUČNÍ LOGISTIKY

Tato kapitola představuje teoreticko-metodologickou část diplomové práce. Diplomová práce se zabývá optimalizací tras zvoleného podniku, poskytující zákazníkům pracovní oděvy, čisticí rohože, hygienické pomůcky. Z tohoto důvodu je v první části této kapitoly věnována pozornost distribuční logistice. Poté jsou charakterizovány základní pojmy z předmětu teorie grafů, které jsou potřebné k pochopení řešené problematiky. Další oddíl teoretické části je věnován rozčlenění základních úloh trasování. Následující oddíl teoretické části je věnován metodám pro sestavení tras vozidel, které budou využity v rámci praktické části diplomové práce. Poslední oddíl této kapitoly se zabývá přístupy a metodami k řešení optimalizací tras.

## 1.1 Definování primárního pojmu distribuční logistiky

V první řadě je důležité popsat samotný předmět logistika. Pojem logistika lze vyjádřit spoustou definic. Není přesně určena správná, odborná formulace logistiky. Jedna z definic logistiky zní takto: „*Logistika se zabývá pohybem zboží a materiálů z místa vzniku do místa spotřeby a s tím souvisejícím informačním tokem.*“ (Drahotský a Řezníček, 2003, s. 1). Podle Řezníčka (1999) se logistika řadí mezi poměrně mladé vědní disciplíny, zabývá se celou řadou oblastí. Znázornění logistických oblastí poskytuje obrázek 1. Jednou z těchto oblastí je i distribuční logistika.



**Obrázek 1** Rámcové vztahy mezi logistikou oběhových procesů (Řezníček, 1999)

Stehlík (1997) uvádí, že logistický systém je složen z několika složek neboli komponentů, které vyplývají z obrázku číslo 1. Každá složka se stará o realizaci fyzických a informačních proudů a všechny složky mají vztah k ostatním. Ať už pozitivní či negativní změna u jakékoliv komponenty má vliv na ty ostatní.

## 1.2 Distribuční logistika

Lukšů (2001) ve svém díle znázorňuje distribuční logistiku z pohledu podniku produkujícího výrobky jako spojovací článek mezi výrobním podnikem a konečným uživatelem. Význam distribuční logistiky lze charakterizovat takto: „*Cílem je dodat zboží ve správné době na správné místo, ve správném množství a kvalitě a současně vytvořit optimální poměr mezi úrovní dodacích služeb a jí odpovídající výšku nákladů.*“ (Lukšů, 2001, s. 65).

Podle Čujana a Málka (2008) distribuční logistika zahrnuje tyto logistické procesy a činnosti: skladovací procesy, dopravní pohyb zboží k zákazníkovi, související informační činnosti a kontrolní činnosti.

Lukšů (2001) uvádí, že neustále se měnící podmínky na trhu, politické změny, stále modernější technologie díky rozvoji vědy a techniky, mají za následek neustálé zvyšování požadavků na výrobní i obchodní podniky. Dále podle Sixty a Mačáta (2005) se musí zajistit v kontextu s těmito změnami a zaváděním neustále nových strategií distribuce následující: vysokou úroveň služeb, vybudování sítě fyzické distribuce a vhodný podíl skladovaných zásob v jednotlivých skladech.

Gros (1996) píše ve svém díle, že distribuce je nejvíce ovlivňována vlivem náhodných veličin, proto potřebuje mimořádně pružnou strukturu, která je schopná na nečekané výkyvy rychle a efektivně reagovat.

### 1.2.1 Logistický řetězec

Pojem logistický řetězec, taktéž označovaný jako distribuční řetězec, je jedním z nejdůležitějších pojmů logistiky. Je možné jej definovat takto: „*Logistický řetězec obecně je provázaná posloupnost všech činností (aktivit), jejichž uskutečnění je nutnou podmínkou k dosažení daného konečného efektu, který má synergickou povahu.*“ (Pernica, 2005, s. 120)

Podle Štůska (2007) je logistický řetězec spojovacím prvkem řízení logistických procesů, který zabezpečuje oběh materiálu a hmotných produktů od zajištění surovin až po konečnou spotřebu. Tuto hmotnou stránku doplňuje nehmotná stránka, která souvisí s přenosem důležitých informací pro řízení celého systému. Dle Pernici (2005) **hmotná stránka** logistického řetězce představuje přemísťování produktů (osob), které uspokojí potřeby

konečného uživatele. Naopak **nehmotná stránka** logistického řetězce představuje přemístění, uchování informací, které jsou nezbytně nutné k tomu, aby se přemístění produktů (osob) mohlo realizovat.

Čujan a Málek (2008) zmiňují, že distribuční řetězec plní řadu funkcí:

- skladovací – srovnání diference mezi nabídkou a poptávkou vznikající z příčiny nerovnoměrnosti v poptávce,
- vychystávací – sestavení a kompletování zásilky pro distributory nebo konečné uživatele,
- konsolidační – seskupení zásilek pro více konečných uživatelů s cílem maximálního využití a vytížení vozidel,
- manipulační – nakládkové, vykládkové a další manipulace s distribuovanými zásilkami,
- přepravní – transportování zásilek z místa vzniku (výroba) ke konečnému uživateli (místo spotřeby),
- komunikační – přenos důležitých informací, které jsou nutné k realizaci distribučního procesu.

### 1.2.2 Typy logistických řetězců

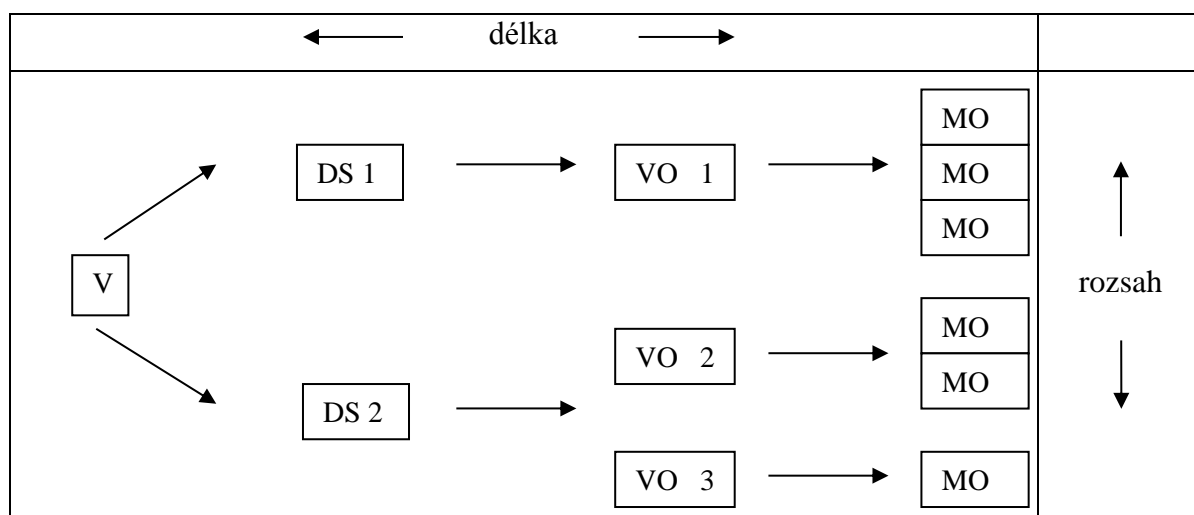
Z pohledu vývoje řízení činností, které jsou spojeny hmotnými a nehmotnými stránkami, Štůsek (2007) rozděluje logistický řetězec na tři typy. Prvním typem je **tradiční logistický řetězec s přetržitými toky**. Tento typ je sestavován z odhadovaného prodeje, poté jsou uzavřeny dohody s dodavateli, které vycházejí z aktuálních prodejů. Zpravidla jde o velmi četné dodávky, díky nimž je možno dosáhnout množstevních slev. Významnou roli má centrální sklad, který je kritickým elementem pro spokojenost konečných uživatelů. Hmotné toky jsou založeny na principu push. V tomto případě dodavatel expeduje zboží v takovém čase a množství, které uspokojují jeho požadavky. Aktivity článků nejsou navzájem propojeny a nehmotné toky jsou při předání následujícímu článku řetězce přerušeny. Důsledkem jsou nadměrné zásoby, technologické a informační prostoje.

Dále podle Štůska (2007) následuje **logistický řetězec s kontinuálními toky**. Tento logistický řetězec poskytuje vyšší pružnost při výrobě a distribuci. Materiál je expedován na základě požadavků zákazníka. Je zde využíván princip pull. Mezi výrobcem produktů a distributorem neexistuje sklad surovin. Je zde možno zavést systém Just in time (JIT). Články řetězce si mezi sebou plynule předávají další části dodávek. Sklad pro dokončené výrobky slouží pouze jako vyrovnávací sklad. Primárním článkem pro rozhodování se stává výroba. Jelikož objednávky míří rovnou do výroby, lze rychle reagovat na změny poptávky.

Posledním typem je podle Štůska (2007) **logistický řetězec se synchronním tokem**. Skládá se z těchto částí: výroba, kompletace, konsolidace, z konečných uživatelů a z dodavatelů. Hmotný tok je nepřerušovaný, tudíž mezi individuálními články logistického řetězce obíhá takové množství produktů či materiálů, které jsou k určitému časovému okamžiku žádány. Tento logistický řetězec je velmi náročný na sdílení informací, z čehož plyne, že řídicí článek musí mít informace ze všech článků v reálném čase. Velmi významnou roli hraje odhad všech situací, které mohou nastat v logistickém řetězci.

### 1.2.3 Struktura logistického řetězce

Lukšů (2001) konstatuje, že u logistických (distribučních) řetězců se struktura může hodnotit hned několika parametry, mezi které patří například: množství stupňů, množství distributorů, skupiny distributorů. Struktura logistického řetězce je uvedena v následujícím obrázku číslo 2.



**Obrázek 2** Struktura logistického řetězce (Gros, 1996)

Poznámka k obrázku: V – výrobce, DS 1, 2 – distribuční sklady, VO 1, 2, 3 – velkoobchodní organizace, MO - síť maloobchodů

Podle Grose (1996) z obrázku 2 vyplývá, že se u logistických řetězců zabýváme délkou a rozsahem. Délka znázorňuje množství distribučních stupňů mezi výrobcem produktů a konečným zákazníkem. Rozsah se měří množstvím účastníků, kteří se na distribuci určitého stupně podílejí.

Dle Čujana a Málka (2008) se struktura logistických řetězců dále rozděluje podle množství stupňů, tedy délky distribuce na distribuci přímou, nepřímou a kombinovanou.

Lukšů (2001) uvádí, že **přímá distribuce** znamená doručování produktů konečnému uživateli přímo výrobcem, bez jakéhokoliv zprostředkovatele. Přímá distribuce je vhodná

pro podniky, které mají omezený počet zákazníků. Zákazníci se musí nacházet nedaleko výrobce. Čujan a Málek (2008) konstatují, že přímá distribuce disponuje řadou výhod i nevýhod. Zde jsou uvedeny pouze některé z nich.

Výhody přímé distribuce: přímá informovanost a kontrola distribuce výrobcem, pružná a rychlá reakce na změny ze strany konečného uživatele a nízká úroveň zásob hotových výrobků u ostatních článků distribuce. Nevýhody přímé distribuce: velké množství výrobků ve výrobních skladech, velké množství individuálních zakázek a vyšší přepravní a distribuční náklady.

Dle Lukšů (2001) je **nepřímá distribuce** neboli postupná distribuce častěji využívána oproti distribuci přímé. Je účelná především pro podniky s velkým počtem zákazníků a pro produkty, které mají vysoké a časté požadavky na servis. Dalším předpokladem je dlouhá životnost výrobků na trhu.

Čujan a Málek (2008) uvádějí, že taktéž nepřímá distribuce má spousty výhod i nevýhod. Výhody nepřímé distribuce: kratší dodací doba pro konečné uživatele, nižší potřeba zásob ve výrobních skladech, snadnější administrativa, nižší přepravní a distribuční náklady. Nevýhody přímé distribuce: větší zásoby hotových výrobků, nepřímá informovanost výrobce a nižší kontrola distribuce.

Lukšů (2001) konstatuje, že **kombinovaná distribuce** je spojení přímé a nepřímé distribuce. Část dodávek je realizována přímou distribucí, a část dodávek je realizována nepřímou distribucí přes prostředníka.

Gros (1996) dále rozděluje distribuci podle rozsahu na extenzivní distribuci, výběrovou distribuci a exkluzivní distribuci. Bližší specifikace je popsána v tabulce 1.

**Tabulka 1** Použití distribučních strategií

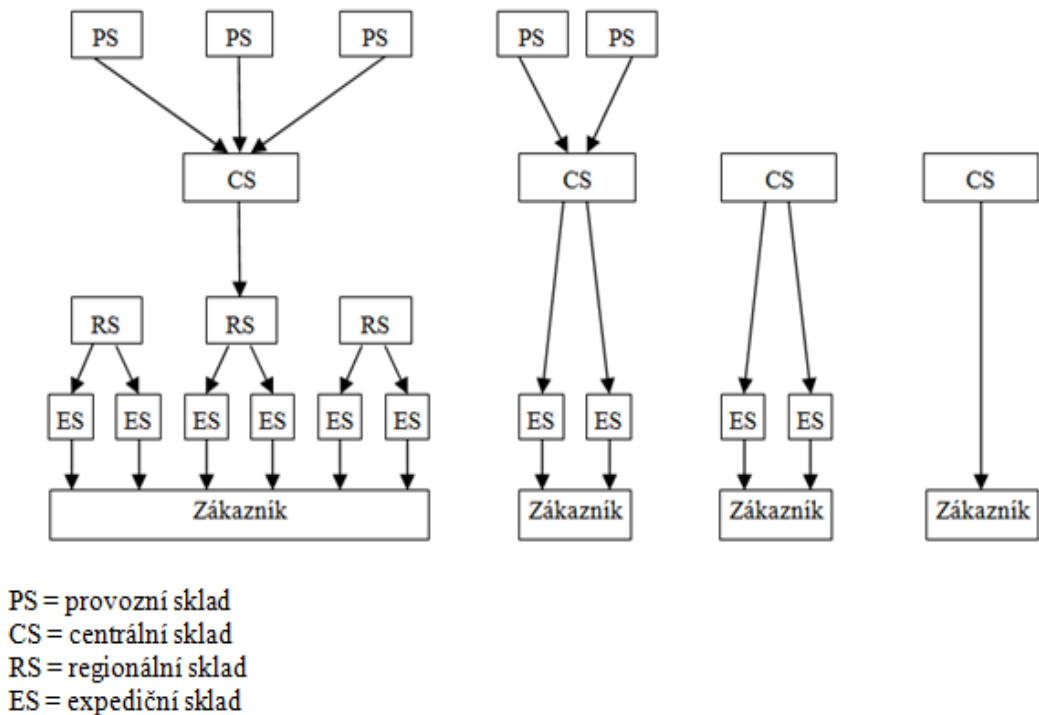
Extenzivní distribuce	- pro výrobky širokého použití a většinou jednorázové spotřeby - žádné, nebo relativně nízké nároky na servis
Výběrová distribuce	- pro specifickou skupinu zákazníků - pro výrobky nakupované nepravidelně - vyšší požadavky na servis, instalaci
Exkluzivní distribuce	- pro úzký okruh zákazníků - exkluzivní, drahé výrobky

Zdroj: Gros (1996, s. 67)

### 1.2.4 Distribuční sklady

Podle Lukšů (2001) se v oblasti distribuce podniku vyskytuje velké množství otázek v rámci rozmístění skladů vyrobených produktů, proto je třeba stanovit počet skladových stupňů (vertikální struktura) a počet skladů v každém stupni (horizontální struktura).

Dle Schulteho (1994) se vertikální struktura distribučních skladů rozděluje na čtyři odlišné druhy skladů, jejichž schéma je uvedeno na obrázku 3.



**Obrázek 3** Skladové struktury v distribuci (Schulte, 1994)

**Provozní sklady** se někdy také označují jako sklady hotových výrobků. Nacházejí se uvnitř výrobního závodu. Nalezneme v nich jen sortiment, který se v daném závodě vyrábí. Zásoby v tomto skladu mají funkci vyrovnávací, tedy vyrovnávají rozdíl mezi nabídkou a poptávkou.

**Centrální sklady** jsou z hlediska skladového stupně nadřazeny skladům provozním. Počet těchto skladů je omezen, i přesto disponují kompletním sortimentem výrobního závodu. Jejich hlavní funkcí je doplňování zásob při existenci nižších skladových stupňů. Pokud se jedná o centralizovanou distribuční strukturu, tak se v těchto skladech vychystává a odesílá zboží konečným zákazníkům.

**Regionální sklady** zastávají funkci pohotovostní. Tedy vytvářejí zásoby pro potřeby trhu v rámci určité oblasti (regionu), ve které se nachází více prodejních míst. Úkolem tohoto skladu je tedy odlehčovat nadřazeným, podřazeným skladovým stupňům.



**Expediční sklady** se nacházejí na nejnižším stupni skladové hierarchie. Tento druh skladu má za úkol připravovat a expedovat zboží konečnému uživateli v oblasti, ve které se konečný uživatel nachází. Jsou zde uskladněny produkty s velkým odbytem.

Dále Schulte (1994) dodává, že druhým důležitým rysem struktury skladového systému je zohlednění v horizontální struktuře distribuce. Tato distribuce je rozdělena podle množství skladů v daném vertikálním stupni skladového systému. Při jeho stanovení je důležité brát v potaz následující proměnné: okruh odběratelů, množství a velikost objednávek, chování zákazníka a rozmístění výrobních stanovišť. Dále také skladovací, skladové, dopravní náklady a náklady na expedici zboží.

### 1.2.5 Lokace logistických center

V následující tabulce číslo 2 jsou uvedena kritéria, která je nutné respektovat při výběru místa (lokality) pro umístění logistického centra.

**Tabulka 2** Kritéria ovlivňující lokaci logistického centra

Lokalita	Napojení na dopravní infrastrukturu			Úloha v logistickém systému		
	multimodální železniční koridory (křižovatka)	dálnice, silnice kategorie R, 1. Třídy	mezinárodní letiště, vodní cesta	mezinárodní (zahraniční obchod ČR)	národní (potřeby ČR)	regionální (potřeby krajů a regionů)
	1	2	3	4	5	6

Lokalita	Další faktory podporující vznik, umístění a rozvoj logistického centra					
	zájem investovat – investiční pobídky státu	růst spotřebního potenciálu – požadavky zákazníků	hustota a ekonomická síla obyvatel/ podnikatelských subjektů	podpora malého a středního podnikání v dané oblasti	významná městská nebo průmyslová aglomerace	vzdálenost 100 – 150 km od atrakčního obvodu jiných logistických center
	7	8	9	10	11	12

Zdroj: Cempírek et al. (2010, s. 90)

### 1.3 Optimalizace tras dopravních procesů

Cenek (2003) uvádí, že přeprava zboží po dopravní síti je primární proces dopravních systémů a velmi důležitou součástí logistických procesů. Optimalizace dopravních procesů poskytuje celou řadu výhod: větší kvalita služeb, minimalizace nákladů, snížení vlivu dopravy na životní prostředí. Dopravní síť lze definovat jako: „*konečnou množinu uzlů a úseků, které představují pevnou část dopravního systému, kterou představuje infrastruktura dopravních cest sítě*“ (Tuzar et al., 1997, s. 52).

Brázdová (2007) konstatuje, že jednou z nejvyhledávanějších skupin algoritmů, které jsou charakteristické svým rozsáhlým uplatněním, zejména v oboru silniční dopravy, jsou algoritmy k určování optimálních cest na grafech. Teorie grafů může sloužit jako základna pro další optimální řešení problémů v oblasti dopravy, jako například hledání nejspolehlivější cesty, hledání nejkratší cesty nebo hledání cesty s maximální kapacitou.

#### 1.3.1 Vymezení základních pojmů v oblasti teorie grafů

Jednou z možností, jak definovat a popsat metody pro optimalizaci jízdnic tras, je využití teorie grafů. Z tohoto důvodu je důležité vymežit a popsat základní pojmy z tohoto oboru. Teorie grafů se zabývá zvláštní matematickou strukturou, zvanou graf. **Graf** „*je dvojice  $G = (V, H)$ , kde  $V$  je nějaká množina, kterou nazýváme množinou vrcholů (též vrcholovou množinou) grafu  $G$  a její prvky se nazývají vrcholy grafu  $G$  (někdy též uzly)*“ (Černá a Černý, 2004, s. 48).

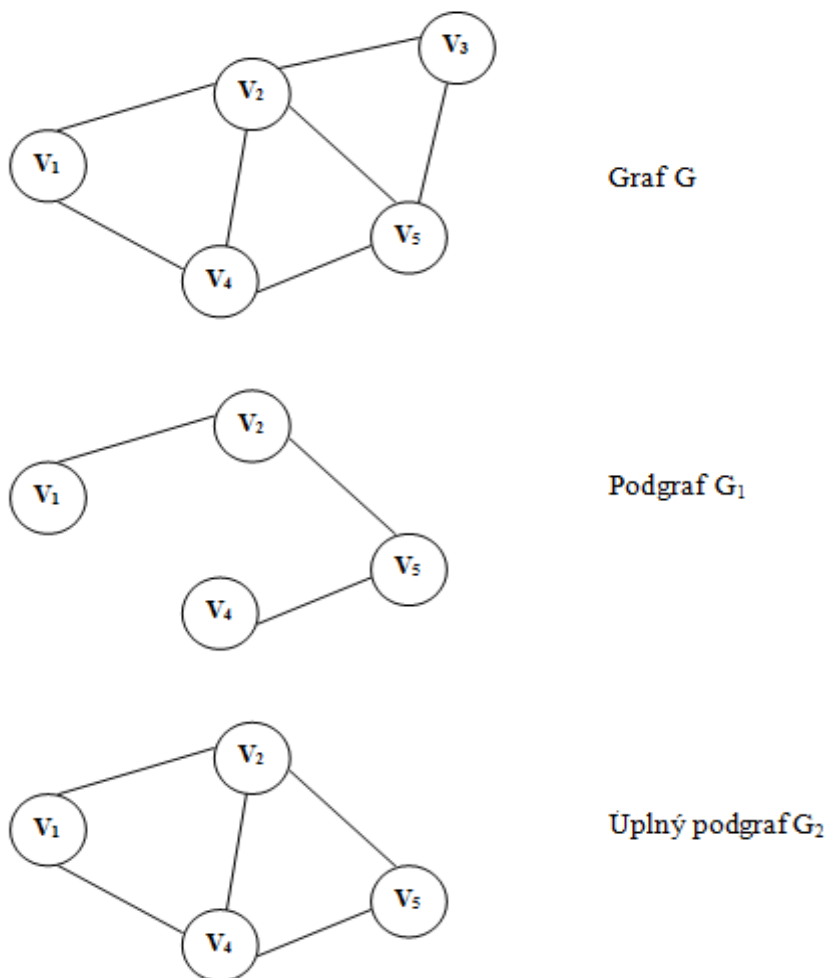
**Orientovaný graf** „*je dvojice  $(V, H)$ , kde  $V$  je konečná množina, označovaná jako  $V(G)$  a nazývaná množinou vrcholů orientovaného grafu  $G$ ,  $H$  je množina obsahující uspořádané dvojice různých prvků množiny  $V$ . Prvky množiny  $H$  nazýváme orientované hrany*“ (Kučera, 1989, s. 18).

Od orientovaného grafu se rozlišují grafy neorientované. **Neorientovaný graf** „*chápeme často jako speciální případ orientovaného grafu tak, že si hranu  $V \{v, w\}$  představujeme jako dvojici hran orientovaných, tedy dvojici  $(v, w)$ ,  $(w, v)$ . Úvahy platné pro orientované grafy jsou tedy obecnější, neboť zahrnují i neorientovaný případ*“ (Kučera, 1989, s. 18).

Kučera (1989) uvádí, že počet hran, které vycházejí z vrcholu orientovaného grafu, se nazývají výstupní stupeň vrcholu. Vstupní stupeň vrcholu se rovná počtu hran, které vcházejí do vrcholu.

Cenek at al. (1994) říká, že v některých případech lze spojit dva vrcholy grafu více hranami. V takovémto případě graf nazýváme **multigrafem**. Pokud existuje více hran, které

spojují stejnou dvojicí vrcholů, pak se nazývají **násobné hrany**. **Smyčkou** se nazývá hrana, která má oba koncové vrcholy shodné. Graf, který zahrnuje smyčky, se nazývá **pseudograf**, naopak graf, který neumožňuje použití násobných hran ani smyček je graf **obyčejný**. Dalším významným pojmem je **podgraf**. „Graf  $G_1 = (V_1, H_1)$  je podgrafem grafu  $G = (V, H)$ , pokud platí, že množina vrcholů  $V_1$  je podmnožinou vrcholů  $V$  a množina hran  $H_1$  je podmnožinou hran  $H$ . Pokud podgraf  $G_2 = (V_2, H_2)$  obsahuje všechny hrany grafu  $G$ , které mají oba koncové vrcholy v množině vrcholů  $V_2$  a všechny vrcholy z podmnožiny  $V_2$  jsou vzájemně spojeny hranami, říkáme, že  $G_2$  je **úplný graf**“ (Cenek at al., 1994, s. 21). Příklad grafu  $G$ , jeho podgrafu  $G_1$  a úplného podgrafu  $G_2$  je znázorněn na obrázku 4.



**Obrázek 4** Příklad podgrafu a úplného grafu (Cenek at al., 1994)

Pro pochopení souvislosti grafů je nutné definovat následující pojmy. **Sled** „necht’ pro dvojici vrcholů  $u, v \in V$  grafu  $G = (V, X, p)$  existuje střídaná posloupnost vrcholů a hran:  $S = \{u_0, h_1, u_1, h_2, u_2, \dots, u_{n-1}, h_n, u_n\}$  potom  $S$  nazveme sledem grafu  $G$  mezi vrcholy  $u$  a  $v$ . Sled,

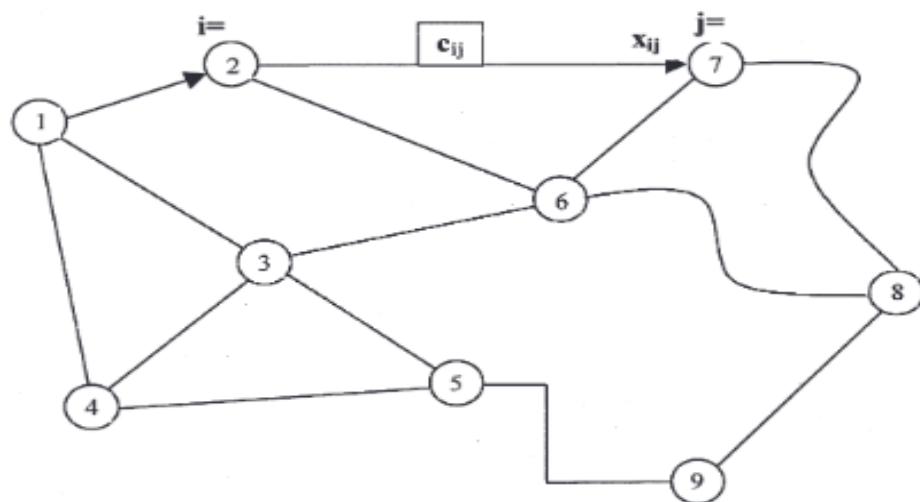
ve kterém se neopakují žádná hrana, se nazývá **tah**. Tah, ve kterém se neopakují žádný vrchol, nazýváme **cestou**“ (Volek a Linda, 2012, s. 23-24).

### 1.3.2 Dopravní úloha

Podle Cenka (2003) se jedná v dopravní úloze v běžném případě o stanovení rozvozu výrobků, zboží, materiálu z distribučních míst ke konečným zákazníkům (odběratelům) tak, aby se minimalizovaly celkové náklady, které přímo souvisí s tímto rozvozem.

Jablonský (2002) dále uvádí, že v dopravní úloze je stanoven počet dodavatelů (zdrojů), kteří jsou omezeni kapacitami (množství produktů, které dodavatel může dodat za určité období). Dále jsou zde stanoveni odběratelé (cílová místa) s různými požadavky (množství produktů, které odběratel žádá za určité časové období). Vztah mezi dodavatelem a odběratelem je ohodnocen, jako například stanovené náklady na přepravu jedné jednotky zboží mezi zdrojem a cílovým místem. Cílem řešení dopravní úlohy je plánování přepravy mezi dodavatelem (zdroj) a odběratelem (cílové místo) tak, aby byly maximálně využity kapacity, aniž by došlo k jejich překročení a aby byly uspokojeny požadavky odběratelů.

Dle Cenka (2003) je dopravní úloha realizovaná na dopravní infrastruktuře, na které se mohou pohybovat zásilky (dopravní prostředky). Zpravidla je tvořena uzly (obce) a úseky (dopravní komunikace). Na obrázku číslo 5 je znázorněna dopravní síť.



**Obrázek 5** Dopravní síť (Cenek, 2003)

Cenek (2003) ve svém díle zmiňuje, že dopravní síť (obrázek číslo 5) připomíná graf, který je využíván v teorii grafu. Na obrázku jsou znázorněny uzly (kroužky s čísly) a úseky, které spojují jednotlivé uzly. Úseky mohou být orientované nebo neorientované. Počáteční a koncový uzel označujeme indexy:  $i$  a  $j$ . Symbol  $x_{ij}$  představuje přepravované

množství na daném úseku. Symbol  $c_{ij}$  značí ohodnocení daného úseku, tedy náklady na přepravu po daném úseku.

### Matematická formulace

Jablonský (2002) minimalizuje funkci z následujícího vzorce:

$$\text{minimalizovat } z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

kde:

$x_{ij}$  ... představuje přepravované množství

$c_{ij}$  ... vyjadřuje cenu za přepravenou jednotku

za podmínek

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

(podmínky zachování toku ve zdrojích)

(3)

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

(podmínky zachování toků pro odběratele)

(4)

$$x_{ij} \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n.$$

## 1.4 Členění úloh trasování a rozvrhování

Janáček (2006) ve své publikaci uvádí, že časoprostorové rozvrhování spadá do oddílů úloh distribučního systému. Tyto úlohy patří do odvětví operativního řízení. Ve většině případů se jedná o vymezení každodenních cest dopravních prostředků, či o každodenní rozvržení osádek dopravních prostředků, které mají za úkol obsloužit konečného zákazníka. Existuje celá řada úloh tohoto typu, taktéž však i velký počet metod k řešení distribučních úloh. V této diplomové práci jsou popsány pouze nejnámější metody.

Janáček (2006) rozděluje úlohy trasování a rozvrhování na **čas uspokojování požadavků** (čas je pevně určen, čas je dán časovým intervalem nebo čas není určen), **počet středisek** (jedno středisko nebo více než jedno středisko), **velikost dopravního parku** (jediné vozidlo, více vozidel nebo neomezený počet vozidel), **typ dopravního parku**

(homogenní nebo heterogenní), **povaha požadavků** (deterministické - rozvoz zboží nebo stochastické - svoz odpadu), **poloha požadavků v dopravní síti** v uzlech (rozvoz zboží), na úsecích (zimní posyp silnic) nebo v uzlech i úsecích, **typ dopravní sítě** (neorientovaná síť - silniční síť bez jednosměrných silnic, orientovaná síť - tvořena silničními pruhy nebo smíšená síť - silniční síť obsahující i jednosměrné silnice), **maximální doba pro projetí jedné trasy** (stejná pro všechna vozidla (homogenní park), každé vozidlo má obecně jinou dobu nebo doba není zadána), **operace prováděné u zákazníků** (pouze nakládka, pouze vykládka nebo obě operace).

## 1.5 Metody pro sestavování tras vozidel

V této kapitole jsou popsány pouze základní metody, které slouží ke stanovování každodenních tras silničních vozidel, která zajišťují služby pro konečného zákazníka. V zahraniční literatuře se tyto úlohy nazývají Vehicle Routing Problems (VRP). Fábry (2006) rozděluje tyto úlohy na okružní a rozvozní, podle toho, je-li pro plánování trasy významná kapacita vozidel. Okružní úloha je taková, kdy se nebere na kapacitu vozidla (z hlediska objemu či hmotnosti) ohled. V opačném případě se jedná o úlohu rozvozní.

V dnešní době je kladen velký důraz na pohotovou reakci podniků na požadavky konečných uživatelů. Z tohoto hlediska Fiala et al. (2010) rozlišuje statické a dynamické úlohy. Distribuční úlohy, které obsahují veškeré informace o zákaznících a jejich požadavcích, které jsou známy předem, se nazývají statické úlohy. Pokud podnik reaguje na požadavky zákazníků až po nalezení optimálního řešení distribuční úlohy, jedná se o dynamickou úlohu.

### 1.5.1 Kapacitně omezená úloha okružních jízd

Široký a Slivoně (2010) popisují kapacitně omezenou úlohu okružních jízd, (která je v zahraniční literatuře známá pod pojmem Capacitated Vehicle Routing Problems – CVRP) jako seskupení dvou odlišných problémů – úloha obchodního cestujícího a ložného prostoru.

Široký a Slivoně (2010) formulují úlohu CVRP následovně: Je poskytnuto jedno či více centrálních dep, ze kterých vyrazí vozidla s určitou kapacitou. Kapacita vozidel se může lišit. Jako další je známé rozmístění zákazníků (tedy vzdálenost veškerých zákazníků od centrálních dep i vzdálenosti zákazníků mezi sebou) a požadavky zákazníků na obsluhu. Cílem úlohy CVRP je obsloužit všechny zákazníky a navrhnout takové trasy vozidel, aby jejich celková délka byla minimální. Schéma úlohy CVRP je znázorněno na obrázku číslo 6.

## Matematická formulace

Janáček (2006) uvádí matematický model kapacitně omezené úlohy okružních jízd následovně:

$$\sum_{r \in R} \sum_{i \in J'} \sum_{\substack{j \in J' \\ j \neq i}} d_{ij} x_{ijr} \quad (5)$$

za podmínek

$$\sum_{r \in R} \sum_{\substack{i \in J' \\ i \neq j}} x_{ijr} = 1 \quad \text{pro } j \in J \quad (6)$$

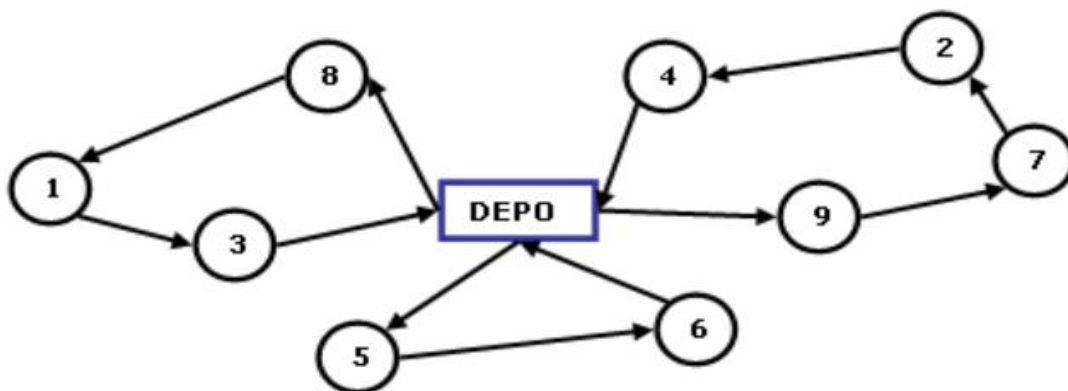
$$\sum_{\substack{i \in J' \\ i \neq j}} x_{ijr} = \sum_{\substack{i \in J' \\ i \neq j}} x_{ijr} \quad \text{pro } j \in J', r \in R \quad (7)$$

$$\sum_{j \in J} b_j \sum_{\substack{i \in J' \\ i \neq j}} x_{ijr} \leq K_r \quad \text{pro } r \in R \quad (8)$$

$$\sum_{j \in S} \sum_{\substack{i \in S \\ i \neq j}} x_{ijr} \leq |S| - 1 \quad \text{pro } r \in R, S \subseteq J, |S| \geq 2 \quad (9)$$

$$x_{ijr} \in \{0,1\} \quad \text{pro } r \in R, i \in J', j \in J', i \neq j \quad (10)$$

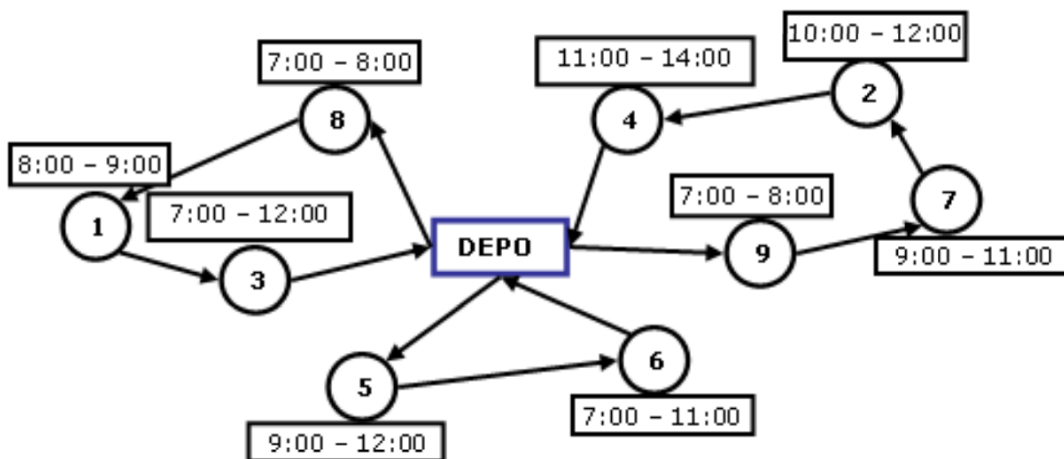
Janáček (2006) charakterizuje účelovou funkci a podmínky následovně. Účelová funkce (5) vyjadřuje celkovou ujetou vzdálenost. Podmínky (6) stanovují, že všichni zákazníci budou obslouženi právě jednou. Podmínky (7) zajišťují to, že veškerá vozidla, která do uzlu  $j$  vjedou, z něj také vyjedou. Podmínky (8) stanovují, že potřeby zákazníků přiřazených k vozidlům  $r$  nepřekročí kapacitu vozidla. Anticyklící podmínky (9) zajišťují, aby trasa vozidla vytvořila uzavřený sled objektů. Žádný ze sledu se nesmí opakovat a trasa vozidla prochází polohou skladu  $s$  (podmínek tohoto charakteru existuje celá řada).



**Obrázek 6** Znárodně klasické úlohy okružních jízd (Široký a Slivoně, 2010)

### 1.5.2 Úloha okružních jízd s časovými okny

Široký a Slivoně (2010) vnímají úlohu jako sdružení úlohy okružních jízd a rozvrhovacího problému. V anglickém jazyce známá jako Vehicle Routing Problem with Time Windows. Tato úloha je rozšířena oproti výchozí úloze o časová okna. Pro všechny obsluhované zákazníky je určen časový interval, ve kterém je možné zákazníky obsloužit. V praxi to znamená následující - omezená pracovní doba ve skladu zákazníka, nezbytnost dostat zásilku do určitého času. Existuje také modifikace této úlohy s tzv. měkkými časovými okny. V takové úloze je možno dobu doručení objednávky porušovat, avšak každé časové porušení je penalizováno. Úloha okružních jízd s časovými okny je znázorněna na obrázku 7.



**Obrázek 7** Znárodně úlohy okružních jízd s časovými okny (Široký a Slivoně, 2010)

### 1.5.3 Úloha obchodního cestujícího

Úloha obchodního cestujícího (TSP) je nejznámější okružní úloha, někdy se také nazývá okružní dopravní problém. Fiala et al. (2010) říká, že v úloze je zadán počet zákazníků, které rozvozní vozidlo musí obsloužit. Vozidlo vyjíždí z výchozího místa (depo)



a po obslužení všech zákazníků se do tohoto místa vrací. Cílem této úlohy je nalézt nejkratší trasu, tudíž je nezbytná znalost nejkratších vzdáleností mezi všemi obsluhovanými zákazníky.

### Matematická formulace

Šubrt et al. (2011) uvádí matematický model úlohy obchodního cestujícího takto:

(11)

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

za podmínek

(12)

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

(13)

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

(14)

$$u_i - u_j + n x_{ij} \leq n - 1, \quad i = 1, 2, \dots, \quad j = 2, 3, \dots, n,$$

Pelikán (2001) říká, že  $n$  znázorňuje počet míst, která vůz musí projet, koeficient  $c_{ij}$  představuje vzdálenost mezi místy  $i$  a  $j$ .  $x_{ij}$  je dvojitá proměnná, která dosahuje hodnoty 1 v případě, že vozidlo jede z místa  $i$  do místa  $j$ , hodnoty 0 v případě opačném. Podmínky (12) a (13) zabezpečují, že všechna místa jsou navštívena jednou. Podmínky (14) s proměnnými  $u_i$  je opatření proti formování dílčích cyklů.

### 1.6 Metody k řešení úloh okružních jízd

Metody k řešení úloh okružních jízd lze podle Cenka et al. (1994) rozdělit na dvě skupiny, a to na heuristické a exaktní. Exaktní metody vedou přímo k nalezení nejlepšího výsledku. Výsledkem heuristických metod nemusí být nejlepší řešení, ale pouze suboptimální.

Cenek et al. (1994) ve své publikaci uvádí, že existuje skupina úloh (NP – těžké úlohy), kde množství úkonů nezbytných k nalezení optimálního řešení roste v závislosti na velikosti úlohy. U tohoto typu úloh nelze nalézt řešení pomocí exaktních metod. Ve většině

případů se spokojíme s metodami heuristickými, které nezaručují získání optimálního řešení úlohy, ale jsou schopny poskytnout řešení blížíící se optimálnímu.

Pelikán (2001) porovnává heuristické a exaktní metody takto. Heuristické metody oproti exaktním metodám jsou rychlé, polynomiální a vhodné při řešení složitých úloh. Jelikož nejsou heuristické metody exaktně formulovány, lze je přizpůsobit pro rozdílné varianty typových úloh, či pro zvláštní podmínky. Heuristické metody jsou ve většině případů vyjádřeny pro určitou úlohu, existují však obecné heuristické postupy, které lze použít na obecný optimalizační problém. Takovéto postupy jsou označovány jako metaheuristiky.

### 1.6.1 Clarkeova-Wrightova metoda

Jednou z nejznámější heuristickou metodou, nesoucí jméno po jejich autorech je metoda Clark-Wright, kterou G. Clarke a J. Wright publikovali v roce 1964.

Clarke a Wright (1964) popisují tuto metodu následovně. V každém kroku metody jsou podle určitého kritéria zvoleny dvě eventuální trasy  $(V_0 - V_i - V_0)$  a  $(V_0 - V_j - V_0)$ . Tyto trasy jsou sjednoceny do jedné sdružené trasy  $(V_0 - V_i - V_j - V_0)$ . Obě trasy lze sdružit pouze tehdy, jestliže sdružená trasa bude splňovat podmínky přípustnosti řešení (1) a (2), což znamená, že součet zátěže sdružovaných tras nesmí překročit kapacitu vozidla  $K$ . Tedy lze lehce kontrolovat i splnění podmínek jako například maximální délku trasy, počet obslužených uzlů, dobu trvání jízdy. Kontrolovaná veličina sdružené trasy je závislá jen na příslušných sledovaných veličinách sdružovaných tras. Výhoda, nevýhoda sdružení dvou tras je dána úsporou, která díky sdružením tras vznikne. Tato úspora se měří výhodnostním koeficientem  $z_{ij}$  podle vztahu:  $z_{ij} = (d_{0i} + d_{0j} - d_{ij})$ , kde  $z_{ij}$  vyjadřuje rozdíl mezi součtem délek tras  $(V_0 - V_i - V_0)$  a  $(V_0 - V_j - V_0)$  a délkou sdružené trasy  $(V_0 - V_i - V_j - V_0)$ . Tato metoda sdruží v každém kroku ty dva uzly, které mají nejvyšší výhodnostní koeficient  $z_{ij}$ , pokud je možné toto sdružení vytvořit. Výhodou této metody je, že koeficient  $z_{ij}$  závisí pouze na vzájemných vzdálenostech uzlů  $V_i$ ,  $V_j$  a  $V_0$  a nemění se, pokud je možno tyto dva uzly spojit.

### 1.6.2 Metody primárního shlukování

Kromě Clarke – Wrightovy metody jsou mnohdy aplikovány dekompoziční metody. Tuzar et al. (1997) uvádí i jiné heuristické metody (tzv. dekompoziční metody), které původní úlohu trasování přeměňují na řešení množiny problémů obchodního cestujícího tak, že shromáždí odběratele do shluků, v nichž požadavky nesmí překročit kapacitu vozidla  $K$ .

Jedním z dekompozičních algoritmů je takzvaný stírací algoritmus (sweep-algoritmus). Autoři Gillet a Miller (1974) uvádí, že tento algoritmus je vhodné použít v dopravních sítích, kde vzdálenosti mezi jednotlivými uzly jsou dány euklidovskou metrikou a zároveň rozsah požadavků  $b_j$  přepravníků je menší, než kapacita vozidla  $K$ . Stírací algoritmus vychází z polohy uzlů, které jsou dány v polárních souřadnicích. Každý uzel  $j$  je zadán vzdáleností  $r_j$  od střediska a úhlem  $\Phi_j$ . Algoritmus postupně vybírá uzly podle rostoucí hodnoty, dokud součet požadavků vybraných přepravníků nepřekročí kapacitu vozidla  $K$ , řadí je do jednoho shluku. Přepravce, jehož požadavek překročí volnou kapacitu shluku, je zařazen do dalšího shluku. Tímto způsobem jsou uzly rozřazeny do shluků, v nichž požadavky nepřesáhnou kapacitu vozidla  $K$ . Trasa vozidla může být vypočítána jako úloha obchodního cestujícího.

### 1.6.3 Ostatní používané metody

Podobně, jako existuje velký počet různých formulací okružních jízd, existuje i celá řada metod k jejich řešení. V této kapitole jsou představeny některé další přístupy k řešení úloh okružních jízd. Jedná se o základní charakteristiky těchto metod. Bodin et al. (1983) charakterizuje metody následovně:

#### **Metody primárního trasování**

Tyto metody jsou taktéž založeny na dekompozici úlohy. Metody primárního trasování v prvním kroku upraví úlohu tak, že zanedbají kapacitní omezení vozidel. Díky tomu úlohu omezují na rozsáhlou úlohu obchodního cestujícího, kterou řeší pomocí heuristických metod. Takto získaná trasa je ve druhém kroku modifikována tak, aby byl vytvořen nezbytný počet okružních jízd s ohledem na kapacitní omezení vozidel.

#### **Výměnné metody**

Tyto metody vylepšují současné výsledky tak, že některé úseky trasy vyjmou a vsunou tyto úseky na jinou část trasy. Eventuálně stávající trasu nahradí jinou, nově vytvořenou tak, aby výsledná soustava měla nižší hodnotu účelové funkce.

#### **Metody využívající matematické programování**

I v tomto případě se jedná o dekompoziční heuristiky. Díky zjednodušení některých podmínek přípustnosti se úloha rozčlení na dvě jednodušší podúlohy, které se řeší ve dvou krocích. Úlohy tohoto typu se počítají exaktně, a to pomocí nástrojů matematického programování.

## **Přesné metody**

Jiným názvem exaktní metody. Do této kategorie se zahrnují metody matematického programování. Tyto metody jsou ve většině případů založeny na principu větví a hranic či větví a řezů. Metody tohoto typu využívají v maximální míře specifčnosti řešené úlohy k tomu, aby získali co nejoptimálnější řez, týkající se obalu množiny přípustných řešení. K získání řešení těchto úloh o velikosti, které odpovídají praxi, je nutné využít všechny známé matematické vlastnosti modelů jednodušších okružních jízd.

### **1.7 Shrnutí teoreticko-metodologické části**

Lukšů (2001) popisuje distribuční logistiku jako spojovací článek mezi podnikem a konečným zákazníkem. Zahrnuje celou řadu logistických procesů a činností. V dnešní době je potřeba, aby distribuční logistika kvalitně, flexibilně reagovala na neustále se měnící podmínky na trhu, politické a legislativní změny, vývoj vědy a techniky. V kontextu s těmito změnami je důležité zajistit mimořádně pružnou strukturu podniku, která je schopná na výkyvy reagovat rychle a efektivně. Díky tomu je možné vybudovat kvalitní distribuční síť a zároveň zajistit vysokou úroveň služeb pro zákazníky.

Cenek (2003) uvádí, že přeprava zboží ke konečnému zákazníkovi po dopravní síti je důležitou součástí distribuční logistiky. Optimalizace dopravních procesů poskytuje celou řadu výhod, ať už se jedná o vyšší kvalitu služeb, minimalizaci nákladů, snížení vlivu dopravy na životní prostředí. Proto se v teoretické části tato diplomová práce zabývala základními metodami pro sestavení tras vozidel, které slouží ke stanovení každodenních tras nutných k zajištění služeb pro konečného zákazníka.

Cenek et al. (1994) říká, že výpočetních metod pro řešení úloh okružních jízd, úloh obchodního cestujícího, existuje celá řada. Při složitějších úlohách se ve většině případů používají heuristické metody, které zajišťují uspokojivé výsledky a jsou poměrně snadno aplikovatelné. Exaktní metody jsou časově velmi náročné a je potřeba při jejich aplikaci použít složitou výpočetní techniku. Teoretická část se zabývala a charakterizovala pouze nejznámější výpočetní metody.

## **2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VYBRANÝCH ROZVOZOVÝCH TRAS**

Praktická část této diplomové práce je věnována analýze současných rozvozových tras společnosti Salesianer Miettex Chemung s.r.o. Jelikož tato společnost poskytuje své produkty zákazníkům po celé České republice, analýza všech rozvozových tras by byla velmi náročná. Analýza této diplomové práce se bude týkat pouze vybraných rozvozových tras, a to na území severní a jižní Moravy. Tato analýza vychází z interních zdrojů a materiálu společnosti Salesianer Miettex Chemung s.r.o. a z aplikace Ecofleet CZ, kterou firma používá k monitorování vozového parku.

V první řadě je zde představena společnost, její historie a produktové portfolio, které svým zákazníkům nabízí. V rámci této kapitoly je zde popsán systém pronájmu textilií, který je definován v šesti základních krocích a je nezbytný pro pochopení managementu textilií. V další části je provedena analýza rozvozových tras. Tyto rozvozové trasy slouží k obsluze zákazníků na severní a jižní Moravě. Cílem analýzy je s využitím interních dat identifikovat současné trasování vozidel. Na základě toho budou zjištěny důležité informace, které jsou nezbytné pro další oddíl diplomové práce. Výsledky analýzy budou poté využity pro návrhovou část této diplomové práce

### **2.1 Představení společnosti SALESIANER MIETTEX s.r.o.**

Salesianer Miettex Chemung s.r.o. (2019), dále jen Salesianer, je společnost podnikající v oblasti servisního pronájmu textilu. Konkrétně se jedná o pronájem textilií pro hotelnictví a gastronomii, pracovních oděvů pro průmysl, obchod a řemesla, pronájem textilu ve zdravotnictví. Dále textilie do vysoce čistých prostor (laboratoře), sanitární hygiena a servis rohoží. Salesianer poskytuje komplexní program služeb souvisejících s prádlem, tedy zajištění, předzásobení, uskladnění, údržba, hygienicky bezzávadné praní textilu a včasné dodání.

Salesianer Miettex Chemung s.r.o. (2019) má v oblasti servisního pronájmu prádla vedoucí postavení na rakouském trhu a v Evropě patří k čelním poskytovatelům. V Rakousku se nachází 11 provozoven, další pobočky se nachází výhradně v zemích střední a východní Evropy, jedná se Českou republiku, Chorvatsko, Maďarsko, Polsko, Rakousko, Rumunsko, Slovensko, Slovinsko a Srbsko. Veškeré státy a provozovny jsou znázorněny na obrázku číslo 8.



**Obrázek 8** Pobočky v jednotlivých zemích (Salesianer Mietex Chemung s.r.o., 2019)

Salesianer Mietex Chemung s.r.o. (2019) má celkový počet zaměstnanců v současné době okolo 2350, tito zaměstnanci jsou schopni denně zpracovat 370 tun prádla. Na obrázku 9 lze vidět výnosy podle jednotlivých obchodních odvětví, které Salesianer svým zákazníkům nabízí.



**Obrázek 9** Výnosy podle obchodních odvětví (Salesianer Mietex Chemun s.r.o., 2018)

Z obrázku 9 je patrné, že u společnosti Salesianer Mietex Chemung s.r.o. (2018) mají největší podíl na výnosech subjekty podnikající v oboru hotelnictví a gastronomie a to 37%. Dalších 31% z celkových výnosů tvoří zdravotnictví, 25% z úplných výnosů tvoří pronájem

pracovních oděvů pro průmysl, obchod a řemesla. Vůbec nejmenší podíl na výnosech mají výrobky a služby sanitární hygieny, servis rohožek a závěsů a to 7%.

### 2.1.1 Historie společnosti

Společnost Salesianer Miettex Chemung s.r.o. (2016) byla založena roku 1916 Magdalenou Wittmann. Tato společnost nese název podle původní adresy sídla, ulice Salesianergasse ve Vídni. Po druhé světové válce společnost získala chemickou prádelnu v ulici Linzer ve Vídni. V této ulici se nachází hlavní sídlo Salesianer Miettex. Salesianer byla první firma v Rakousku, která ve svém podnikání začala využívat automatické pračky a speciální žehličky. V roce 1960 se nachází ve Vídni a okolí 75 poboček Salesianer. Od roku 1970 Salesianer pronajímá všechny druhy prádla, hygienické výrobky do koupelen a čisticí rohože po celém Rakousku. Od roku 1991 firma expanduje nejen na rakouském území, ale otvírá pobočky v zemích východní a jihovýchodní Evropy.

### 2.1.2 Produktové portfolio

Jak již bylo uvedeno v předchozí kapitole, společnost Salesianer Miettex Chemung s.r.o. (2017a) poskytuje prádlo a textilie pro celou řadu odvětví. Společnost splňuje směrnice a standardy pro prádelny, které zpracovávají prádlo a textilie v odvětví gastronomie, hotelnictví, zdravotnictví a pracovní oděvy v živnostenských a průmyslových závodech. Veškeré produkty splňují náležitě certifikace a normy. V následující tabulce číslo 3 je uvedeno kompletní portfolio produktů této společnosti.

**Tabulka 3** Produktové portfolio společnosti Salesianer Miettex Chemung s.r.o.

Odvětví	Produkty pro dané odvětví
<b>Gastronomie</b>	Stolní prádlo (ubrusy, prostírání, ubrusky), pomůcky - utěrky na sklo, zásobník na papír, kuchařské rondony, kalhoty, zástěry.
<b>Hotelnictví</b>	Ložní a froté prádlo, přikrývky, polštáře, chrániče matrací, stolní prádlo, oděvy pro pracovníky.
<b>Hygiena sanitárních prostor</b>	Látkové ručníky a zásobníky, mýdlové produkty a zásobníky, osvěžovače, WC a hygienické produkty.
<b>Pracovní oděvy</b>	Pracovní pláště, bundy do pasu, kalhoty do pasu, laclové kalhoty, kombinézy, vesty, trika, košile, svetry, čisticí utěrky.
<b>Oděvy pro čisté prostory</b>	Kombinézy, čepce, vysoké návleky na boty, textilní trika, kalhoty dlouhé, strečová trika.

Odvětví	Produkty pro dané odvětví
Rohože	Čisticí rohože, reklamní rohože, červené rohože, protiúnavové a víceúčelové rohože.
Zdravotnictví	Oděvy pro zaměstnance, košile pro pacienty, ložní a froté prádlo, operační kabáty a pokrývky, sterilní operační textil.

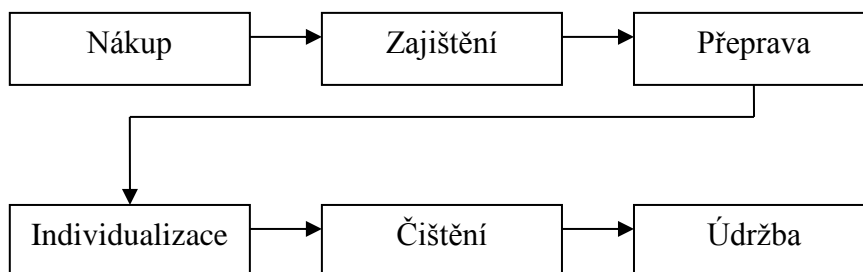
Zdroj: Salesianer Mietex Chemung s.r.o. (2017a)

### 2.1.3 Systém pronájmu textilu

Společnost Salesianer Mietex Chemung s.r.o. (2017b) zajišťuje outsourcing prádla s kompletními službami, které s pronájmem prádla souvisejí, ať už se jedná o pracovní oděvy, ložní a froté prádlo pro hotelnictví, či sterilní textil ve zdravotnictví. Pro společnost Salesianer správa textilu znamená:

- oděvy a textilie jsou elektronicky evidovány a monitorovány,
- prádlo je dodáváno v konečné úpravě,
- množství, jakost, a termíny jsou pevně stanoveny,
- systémová konzultace s odborníky,
- přichystání k přechodu na souhrnný systém servisního pronájmu prádla a textilií.

Systém pronájmu prádla lze definovat v šesti krocích. Tento systém je graficky znázorněn na obrázku číslo 10.



**Obrázek 10** Průběh systému pronájmu textilu (Salesianer Mietex Chemung s.r.o., 2017b)

Na obrázku 10 lze vidět jednotlivé kroky, které u společnosti Salesianer Mietex Chemung s.r.o. (2017b) vedou k zajištění komplexních služeb, týkajících se pronájmu prádla a textilu. Jako první je potřeba realizovat nákup kvalitních textilií, které odpovídají nejmodernějšímu stavu techniky, specifickým požadavkům a hygienickým standardům. Následuje zajištění a skladování textilií v náležitě úpravě a dodání ve správných intervalech. Přeprava zabezpečuje včasné dodání a vyzvednutí textilií. Dalším krokem je individualizace, která zaručuje označení oděvů správné velikosti či výměnu prádla při výměně zaměstnanců. Systém individualizace přímo souvisí s personálem, který oděvy používá. Předposledním



krokem v systému pronájmu textilu je čištění. Čištění textilií je prováděno odborně, hygienicky a bezzávadně. Posledním krokem je údržba textilií, která zabezpečuje specializované opravy, popřípadě výměny opotřebovaných částí textilií.

Salesianer Miettex Chemung s.r.o. (2017b) zaručuje dodávky servisního textilu a pracovních oděvů ve správné velikosti, barvě, množství a provedení. Pronájem prádla přináší celou řadu výhod, a to v podobě kvality, flexibility, ekologického přínosu a úspory.

## 2.2 Salesianer Miettex Chemung s.r.o. v České republice

Tento oddíl diplomové práce je věnován rozmístění poboček společnosti Salesianer. Na území České republiky se nacházejí tři prádelny, které provozuje Salesianer Miettex Chemung s.r.o. (2019) a které zabezpečují servis pronájmu textilií pro téměř 960 zákazníků po celém území. Dislokace prádelen je znázorněna na obrázku 11.

Největší prádelna a zároveň hlavní sídlo společnosti Salesianer Miettex Chemung s.r.o. (2019) se nachází v Kralupech nad Vltavou. V této pobočce se perou a servisují pracovní oděvy pro živnostníky či průmysl, čisticí rohože, čisticí utěrky, ručníky a hygienické produkty pro sanitární prostory. Z této prádelny jsou zpracované produkty rozváženy po celé České republice. Aby byli kvalitně a v pravidelných intervalech obslouženi zákazníci, kteří se nachází ve východní části republiky, společnost Salesianer má ve městě Olomouc vybudované překladiště. Další prádelna se nachází v Praze, konkrétně v areálu Thomayerovy nemocnice. Tato prádelna se zaměřuje na praní, servis prádla a textilií pro nemocnice, hotely, restaurace. Nejnovější pobočka se nachází v Českých Budějovicích. Tato prádelna se orientuje na praní a servis stejných produktů jako tomu je u prádelny v Praze.



**Obrázek 11** Pobočky Salesianer Mietex Chemung s.r.o. na území České republiky (autor podle Salesianer Miettex Chemung s.r.o., 2019)

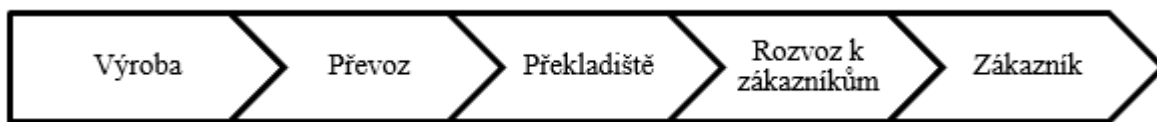
### **2.2.1 Distribuce prádla a textilií na Moravě**

Ke splnění zákaznických požadavků u společnosti Salesianer Miettex Chemung s.r.o. (2019) musí znát dispečer, jaký druh produktu, v jakém množství a ve který den má být zákazník obsloužen. Každý zákazník má stanovený rozvozový den, ve kterém mu bude zboží doručeno. Zákazníkům společnosti Salesianer je textilní prádlo, či jiné produkty, doručovány v týdenních, čtrnáctidenních, měsíčních a dvouměsíčních intervalech. Na území Moravy se nenachází žádná z poboček (prádelen) společnosti Salesianer Miettex Chemung s.r.o. (2019). Z tohoto důvodu je v Olomouci zřízeno překladiště. Překladiště je zaváženo 3 krát týdně pomocí nákladního automobilu, a to z prádelny, která se nachází v Kralupech nad Vltavou. Prádlo a jiné textilie jsou přepravovány v klecích. Tyto přepravní klece jsou znázorněny na obrázku číslo 12. Nákladní automobil v Olomouci vyloží klece s čistým prádlem a s dodacími listy pro zákazníky, poté naloží použité prádlo, které je určené k vyprání a sváží jej zpátky do prádelny v Kralupech nad Vltavou.



**Obrázek 12** Klece používané na rozvoz a svoz prádla (autor, 2019)

Rozvoz čistého prádla a textilií k zákazníkům a současně i svoz špinavého prádla zpět do překladiště zabezpečuje externí dopravce u společnosti Salesianer Miettex Chemung s.r.o. (2019). Schéma distribuce je vyobrazeno na obrázku 13.



**Obrázek 13** Schéma distribuce (autor podle Salesianer Miettex Chemung s.r.o., 2019)

## 2.3 Trasy obsluhované na Moravě

Obor, který se zabývá Teorií dopravy, definuje trasu jako oblast, která je obsluhována dopravním prostředkem. Jak již bylo na začátku praktické části zmíněno, tato diplomová práce se bude zabývat optimalizací rozvozových tras na území severní, jižní Moravy, a to za období měsíce únor 2019. Obsluhu těchto tras realizuje externí autodopravce pomocí dvou malých nákladních automobilů značky Mercedes-Benz Sprinter. Jeden vůz obsluhuje severní část a druhý jižní část Moravy. Jednotlivé trasy budou popsány v následujících kapitolách. Podklady k analýze tras byly získány na základě aplikace Ecofleet CZ.

Ecofleet CZ s.r.o. (2019) je intuitivní aplikace v oblasti monitoringu, správy vozového parku a team managementu. Tato aplikace poskytuje velké množství funkcí a modulů. Jednou z nejdůležitějších funkcí je stanovení přesné polohy vozidla, tedy i rychlost a směr jízdy vozidla. Dále tato aplikace poskytuje plně automatizovanou knihu jízd, reporty o nákladech, pohyb vozidel na mapě a mnoho dalších užitečných funkcí.

### 2.3.1 Rozvozové trasy severní Moravy

Území severní Moravy, které je obsluhováno externím dopravcem je možné rozčlenit do pěti atrakčních obvodů: A 011, B 021, C 031, D 041, E 051. Tyto atrakční obvody jsou dále rozděleny na jednotlivé rozvozové trasy. Na každý pracovní den v týdnu připadá jiná obsluhovaná trasa, avšak tyto trasy se neustále opakují. Dopravce tedy každé pracovní pondělí obsluhuje atrakční obvod A 011, v úterý B 021, ve středu C 031, ve čtvrtek D 041, v pátek E 051. Tento systém se neustále opakuje. Konkrétní rozvozové trasy daného atrakčního obvodu se nepatrně liší podle zákazníků, kteří mají být daný týden obslouženi. Atrakční obvody je možné vidět na následujících obrázcích. Pro větší přehlednost jsou tyto obvody rozděleny do dvou obrázků 14, 15.

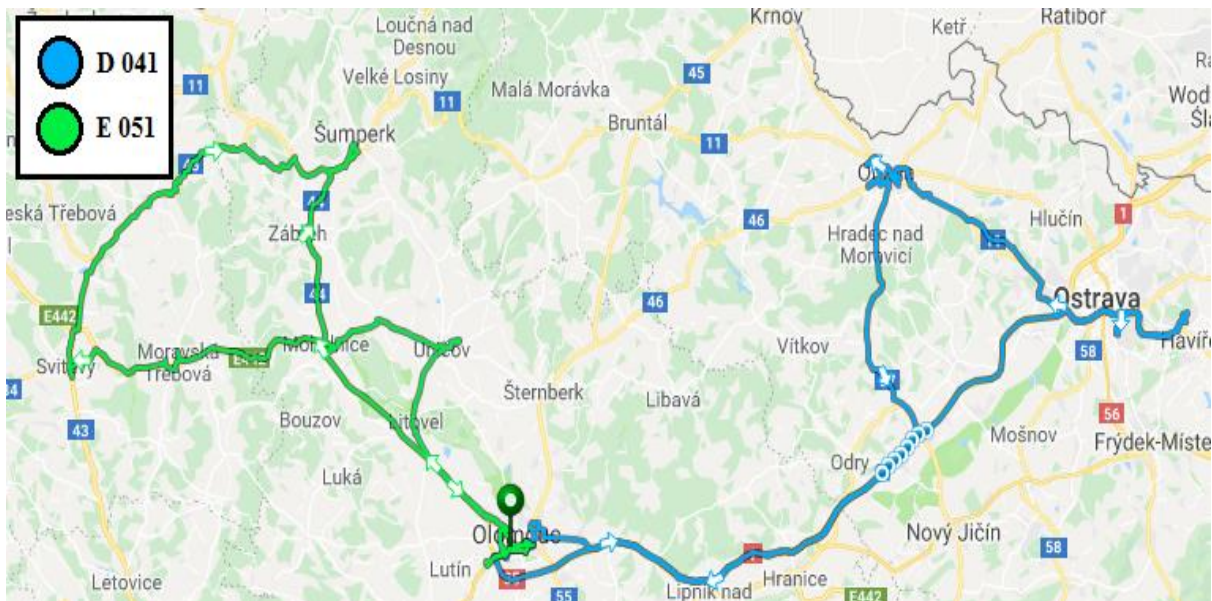


**Obrázek 14** Atrakční obvody A 011, B 021, C 031 (Ecofleet CZ s.r.o., 2019)

Atrakční obvod A 011, který je obsluhován vždy v pondělí, zásobuje zákazníky ve městech Frýdek – Místek, Třinec, Český Těšín, Havířov, Karviná a Bohumín, také obsluhuje zákazníky, kteří mají sídla společností na okraji města Ostravy.

Oblast B 021 se soustředí na klienty nacházející se na území krajského města Ostravy. V tomto městě se nachází velké množství klientů společnosti Salesianer, z tohoto důvodu dopravce zaváže v úterý pouze toto město.

Zákazníci v C 031 se nacházejí ve městech Valašské Meziříčí, Nový Jičín, Kopřivnice, Frenštát pod Radhoštěm, Frýdek – Místek, Olomouc.



**Obrázek 15** Atrakční obvody D 041, E 051 (Ecofleet CZ s.r.o., 2019)

Atrakční obvod D 041 se převážně zaměřuje na město Opava, kde se opět nachází velké množství zákazníků, dále jsou obsluhováni zákazníci ve městě Havířov a pár klientů na okraji Ostravy.

Páteční okruh E 051 je specifický dlouhými přejezdy mezi obsluhovanými městy a také tím, že v tomto okruhu jsou obsluhováni klienti, kteří se geograficky nachází v Pardubickém kraji. Klienti se nachází ve městech Litovel, Uničov, Mohelnice, Moravská Třebová, Svitavy, Lanškroun, Šumperk, Zábřeh na Moravě, Olomouc.

Výsledky jednotlivých atrakčních obvodů jsou uvedeny v následujících tabulkách číslo 4 a 5. Výsledky jsou zprůměrovány za celý měsíc únor 2019. V tabulkách jsou znázorněny výsledky pro všechny atrakční obvody. Dále je zde uveden průměrný čas, kdy řidič zahajuje svoji cestu za zákazníky a čas kdy tuto jízdu končí. Následuje průměrný počet ujetých kilometrů a počet obslužených zákazníků.

**Tabulka 4** Zhodnocení výsledků rozvozových tras severní Moravy za únor 2019

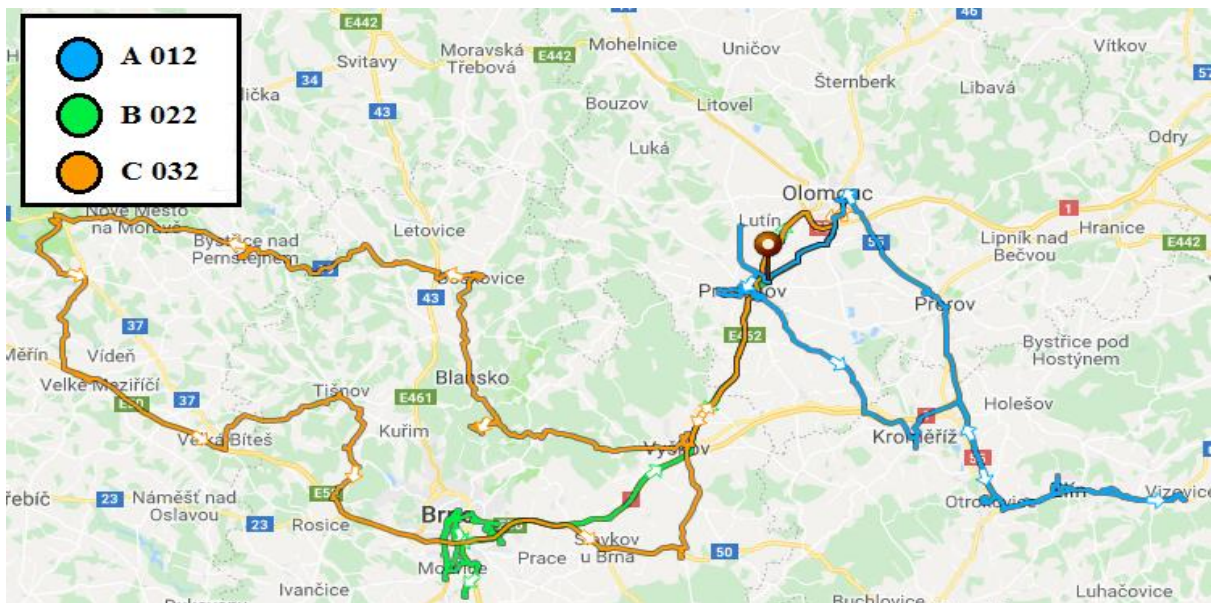
Atrakční obvody	Průměrný čas odjezdu	Průměrný čas příjezdu	Průměrný počet ujetých kilometrů	Počet obslužených zákazníků
A 011	4:56	15:28	362	132
B 021	4:55	13:35	311	140
C 031	4:45	13:25	300	109
D 041	4:38	13:41	289	135
E 051	4:43	12:02	236	114

Zdroj: autor podle Ecofleet CZ s.r.o. (2019)

Jak z tabulky číslo 4 vyplývá, nejvíce zákazníků se nachází na trase v atrakčním obvodě B 021 a poté v obvodě D 041. Tyto dvě trasy jsou charakteristické tím, že se jedná o městské trasy. Městské trasy se vyznačují velkým počtem zastavení na nevelkém prostoru. Nejvíce ujetých kilometrů v průměru se ujede na území A 011. Je to dáno velkými rozestupy mezi jednotlivými zákazníky. Naopak nejméně kilometrů se najede na trasách E 051 a to díky relativně malému počtu zákazníků. Nejméně zákazníků se obsluhuje v obvodě C 031 a to konkrétně 109, k tomu je potřeba, aby dopravce v průměru ujel 300 kilometrů. U průměrného odjezdu jsou časy skoro stejné, rozdíl lze vidět u příjezdu, který se zpravidla liší v závislosti na ujetých kilometrech.

### 2.3.2 Rozvozové trasy jižní Moravy

Stejně jako tomu bylo u rozvozových tras severní Moravy, je i tato část území obsluhována externím dopravcem. Opět je tato oblast rozdělena do pěti atrakčních obvodů, které se dále dělí na rozvozové trasy. Atrakční obvody jižní Moravy jsou označeny následovně: A 012, B 022, C 032, D 042, E 052. Princip rozvozu zboží je stejný jako na severní části tohoto území. Od pondělí do pátku jsou zákazníci obsluhováni pomocí různých rozvozových tras. Každé pondělí je zákazník obslužen pomocí atrakčního obvodu A 012, v úterý pomocí B 022, ve středu C 032, ve čtvrtek D 042, a v pátek pomocí obvodu, který je značen jako E 052. Atrakční obvody jižní Moravy je možno vidět na obrázcích 16, 17.

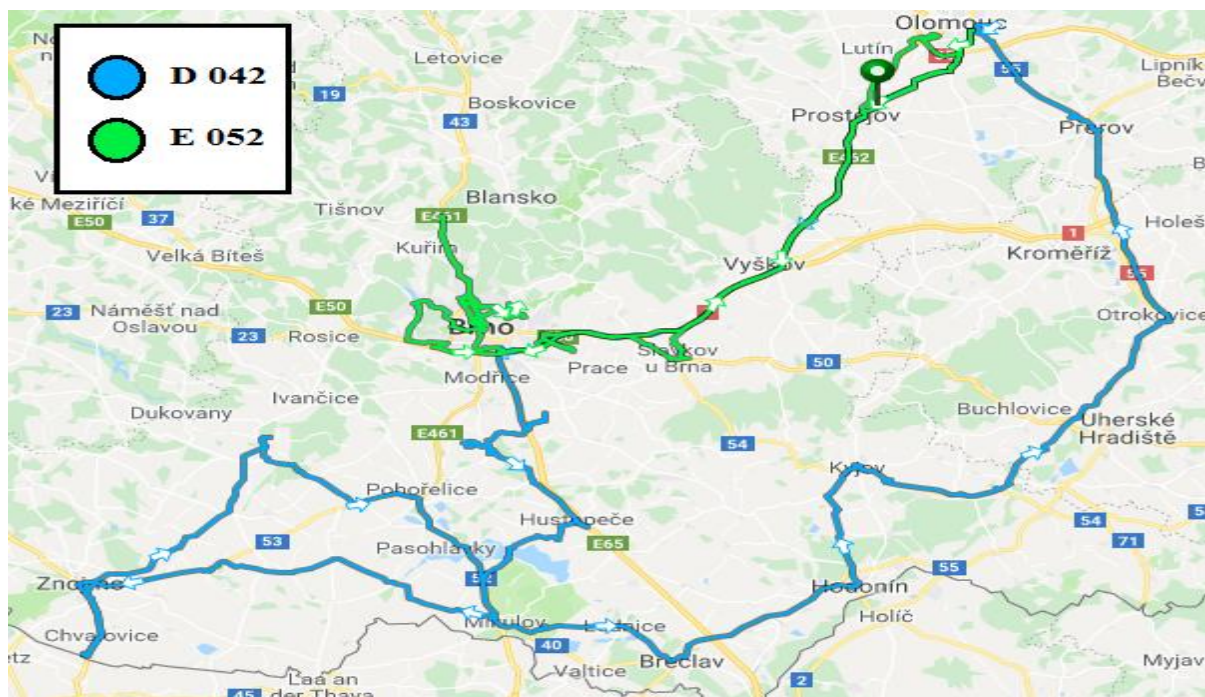


**Obrázek 16** Atrakční obvody A 012, B 022, C 032 (Ecofleet CZ s.r.o., 2019)

Atrakční obvod A 012 obsluhuje zákazníky ve městech Prostějov, Kroměříž a následuje přejezd do měst Otrokovice, Zlín, Vizovice.

Úterní okruh B 022 je charakteristický tím, že jsou obsluhováni klienti nacházející se na území krajského města Brno a v jeho blízkém okolí. Na tomto území se nachází velké množství klientů, proto jsou na trase ležící v atrakčním obvodu B 022 obsluhováni pouze tito klienti.

Zákazníci společnosti Salesianer v C 023 se vyskytují v okolí nebo přímo v následujících městech: Vyškov, Adamov, Boskovice, Bystřice nad Pernštejnem, Žďár nad Sázavou, Velké Meziříčí, Veverská Bítýška, Bučovice. Část tohoto obvodu zasahuje do kraje Vysočina.



**Obrázek 17** Atrakční obvody D 042, E 052 (Ecofleet CZ s.r.o., 2019)

Atrakční obvod D 042 je charakteristický svými dlouhými přejezdy mezi jednotlivými klienty. Sídla společností klientů se nachází ve městech, Židlochovice, Hustopeče, Mikulov, Znojmo, Moravský Krumlov, Břeclav, Hodonín, Kyjov, Olomouc.

Páteční okruh E 052 se velmi podobá tomu úternímu B 022. V pátek jsou obsluhováni klienti na území města Brna a jeho okolí. Je to z důvodu mnoha klientů společnosti Salesianer na území tohoto krajského města. Výsledky jednotlivých rozvozových tras jižní Moravy jsou uvedeny v následující tabulce číslo 5.

**Tabulka 5** Zhodnocení výsledků rozvozových tras jižní Moravy za únor 2019

Atrakční obvody	Průměrný čas odjezdu	Průměrný čas příjezdu	Průměrný počet ujetých kilometrů	Počet obslužených zákazníků
A 012	4:21	14:08	251	124
B 022	4:46	14:00	270	148
C 032	4:04	14:31	444	92
D 042	4:17	14:32	476	108
E 052	3:16	13:57	349	129

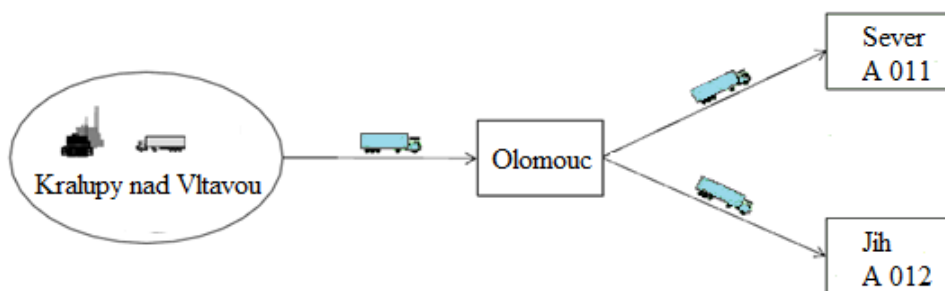
Zdroj: autor podle Ecofleet CZ s.r.o. (2019)

Z tabulky číslo 5 lze vyvodit tyto poznatky. U atrakčních obvodů A 012 a B 022 je oproti ostatním obvodům ujeté méně kilometrů. O obvodech B 022 a E 052 můžeme říci, že se jedná o městské trasy, jelikož se soustředí na obslužení zákazníků, kteří se nacházejí

v jihomoravské metropoli Brno a blízkém okolí. Naopak atrakční obvody C 032 a D 042 se vyznačují tím, že je potřeba ujet velké množství kilometrů a zároveň je obslouženo relativně málo zákazníků. U obvodu C 032 je potřeba k obslužení 92 zákazníků ujet v průměru 444 kilometrů. Parametry příjezdů a odjezdů jsou přibližně stejné, největší výkyv je u E 052, kdy je potřeba obsloužit 129 zákazníků v Brně a jeho okolí.

### 2.3.3 Průběh pracovního procesu v Salesianer Mietex Chemung s.r.o. Olomouc

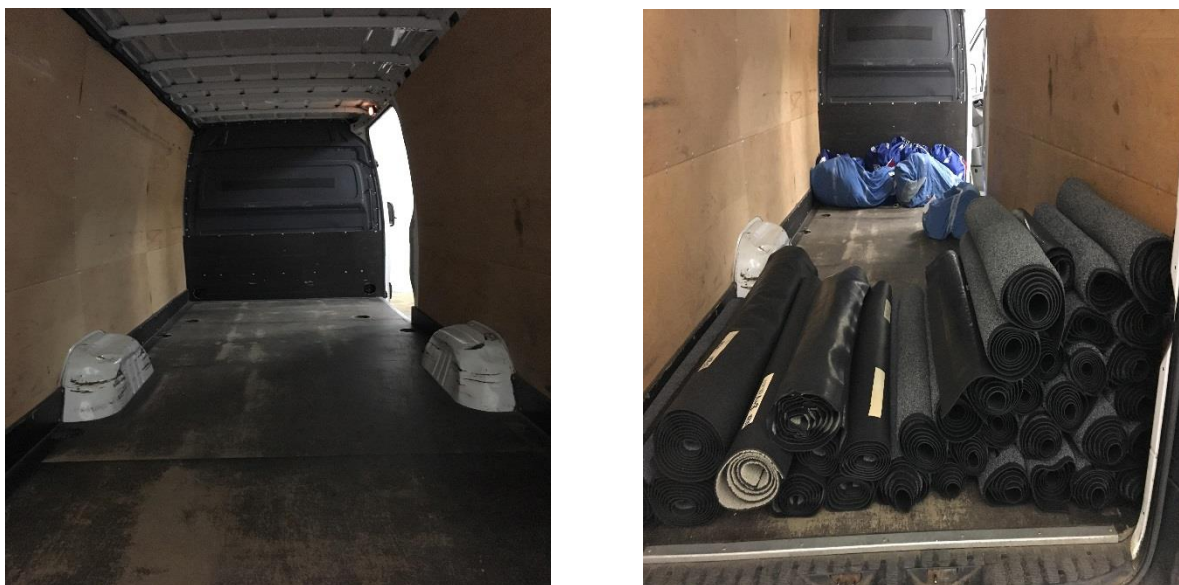
Pobočka Salesianer Mietex Chemung s.r.o. v Olomouci je zastoupena dvěma vozidly externího autodopravce. Pracovní proces startuje v brzkých ranních hodinách. Externí pracovníci si v překladišti naloží do nákladního automobilu čisté textilie a rohože, které jsou pro zákazníky nachystány v označených klecích. Převezmou nachystané dodací listy a vyráží obsluhovat zákazníky podle rozvozové trasy, která se vztahuje k danému dnu. Překladiště v Olomouci je zaváženo z prádelny, která se nachází v Kralupech nad Vltavou. Tento pracovní proces je znázorněn na obrázku číslo 18.



**Obrázek 18** Průběh distribuce textilií k zákazníkovi (Salesianer Mietex Chemung s.r.o., 2018)

Kurýři při dodání čistých rohoží jsou povinni rohože vyměnit za stávající, které se v sídle zákazníka nacházejí a tyto špinavé rohože naložit do nákladního automobilu. Stejný princip platí pro zákazníky s pracovními oděvy. Kurýři mají za úkol u zákazníků přichystat pracovní oděvy do šatních skříní zaměstnanců a zároveň špinavé prádlo svézt na překladiště v Olomouci. Po obslužení všech zákazníků na příslušné rozvozové trase se kurýři vrací zpět na překladiště, kde vyloží špinavé rohože a pracovní oděvy do přichystaných přepravních klecí. Prázdný, popřípadě naložený nákladní prostor vozidla je možno vidět na obrázku 19.





**Obrázek 19** Prázdný versus naložený nákladní prostor vozidla (autor, 2019)

### 2.3.4 Definování problému optimalizace tras

Ve vědním oboru Teorie dopravy se jedná o modifikaci úlohy okružních jízd s časovými okny. Tuto úlohu okružních jízd s časovými okny a její kritéria lze klasifikovat následovně:

- čas uspokojování zákazníků je zadán pomocí časového intervalu – zákazníci jsou obsluhováni během pracovní doby rozvozevého vozidla,
- dopravní síť disponuje pouze jedním střediskem v Olomouci,
- vozový park představuje dvě nákladní vozidla,
- vozový park je homogenní,
- ložná plocha nákladního vozidla je omezena,
- produkty jsou během jízdy vykládány i nakládány,
- úloha je statická, obsahuje veškeré informace o zákaznících a jejich požadavcích, s těmito informacemi je řidič seznámen již před zahájením jízdy,
- u externího dopravce jsou náklady závislé na počtu ujetých kilometrech, nikoliv na čase, společnost Salesianer Mietex Chemung s.r.o. vyplácí externímu dopravci 8 Kč za ujetý kilometr.

Vzhledem k uvedeným informacím lze problém optimalizace tras na Moravě a Slezsku charakterizovat takto: na překladišti v Olomouci externí autodopravce zachovává každodenní trasování pro obslužení všech zákazníků. Při současném počtu obsluhovaných zákazníků, splnění jejich veškerých požadavků a počtu ujetých kilometrů je nezbytné rozmýšlet, zdali by při změně současných rozvozevých tras (aplikace jiné optimalizační metody) nedošlo k úspoře ujetých kilometrů, nákladů.

## **2.4 Shrnutí kapitoly analýzy současného stavu vybraných rozvozových tras**

Společnost Salesianer Mietex Chemung s.r.o. je jedním z největších evropských poskytovatelů v oblasti servisního pronájmu prádla. Tato společnost má pobočky v 9 zemích, které se převážně nachází ve východní části Evropy.

Jelikož tato společnost poskytuje své služby velkému množství zákazníků na území České republiky, byla analýza rozvozových tras provedena na území Moravy a Slezska. Tato území pak dále byla rozdělena na severní a jižní část Moravy a Slezska. Na základě tohoto rozdělení bylo možné analyzovat jednotlivé rozvozní trasy.

Díky výsledkům, získaných z analýzy, se stanovily jednotlivé atrakční obvody, pomocí kterých byly vytvářeny rozvozní trasy, nezbytné k obsluze zákazníků na těchto trasách. Dále byly zjištěny průměrné příjezdy a odjezdy řidičů, průměrný počet ujetých kilometrů či počet obslužených zákazníků. Na závěr byl definován problém pro optimalizaci tras na území Moravy a Slezska.

### **3 NÁVRH NA ZEFEKTIVNĚNÍ ROZVOZOVÝCH TRAS**

V této kapitole jsou uvedeny návrhy, které by mohly vést k zefektivnění rozvozových tras ve společnosti Salesianer Mietex Chemung s.r.o. a zároveň tedy ke snížení počtu ujetých kilometrů externím dopravcem. K realizaci těchto návrhů byl využit optimalizační nástroj VRP Spreadsheet Solver, který slouží k tvorbě rozvozových tras. Aby tento program pracoval co nejprecizněji, je důležité mít co nejlepší informace o zákaznících. Dále je potřeba znát a upravit zavázací časová okna zákazníků tak, aby mohlo dojít k zefektivnění rozvozových tras. Návrhy jsou odvozeny od výsledků analýzy, která je součástí předchozí kapitoly této diplomové práce

#### **3.1 Zefektivnění rozvozových tras**

Tento oddíl se bude zabývat zefektivněním současných rozvozových tras za účelem jejich zlepšení. Výsledek tohoto řešení by měl vést ke snížení najetých kilometrů externím dopravcem na rozvozových trasách, a tedy i ke snížení nákladů společnosti Salesianer, které v současné době vynakládá na dopravu. Nižší počet ujetých kilometrů má pozitivní vliv i na životní prostředí.

Jak již bylo v analytické části zmíněno, rozvoz textilií, čistících rohoží je realizován z překladiště v Olomouci. Zákazníci jsou rozděleni do atrakčních obvodů, které jsou obsluhovány dvěma menšími nákladními automobily, u kterých nesmí být překročena jejich kapacita a zákazníci musí být obslouženi v příslušných časových oknech. V rámci těchto obvodů musí být splněny veškeré požadavky zákazníků. Díky těmto poznatkům lze říci, že se jedná o úlohu VRPT. Tato úloha okružních jízd s časovými okny bude vyřešena s přispěním výpočetního softwaru.

##### **3.1.1 Korekce časových oken zákazníka**

Ke kvalitnímu zákaznickému servisu je potřeba dodržovat zavázací časová okna. Korekce časových oken se ve většině případů provádí, když zákazník není spokojen s časem dodání zboží. Společnost Salesianer by však měla dbát na to, aby všichni stávající zákazníci měli nastavená taková časová okna, která by uspokojila požadavky zákazníků, a zároveň zefektivňovala rozvozové trasy. Chybně nastavená zavázací okna způsobují vícenáklady.

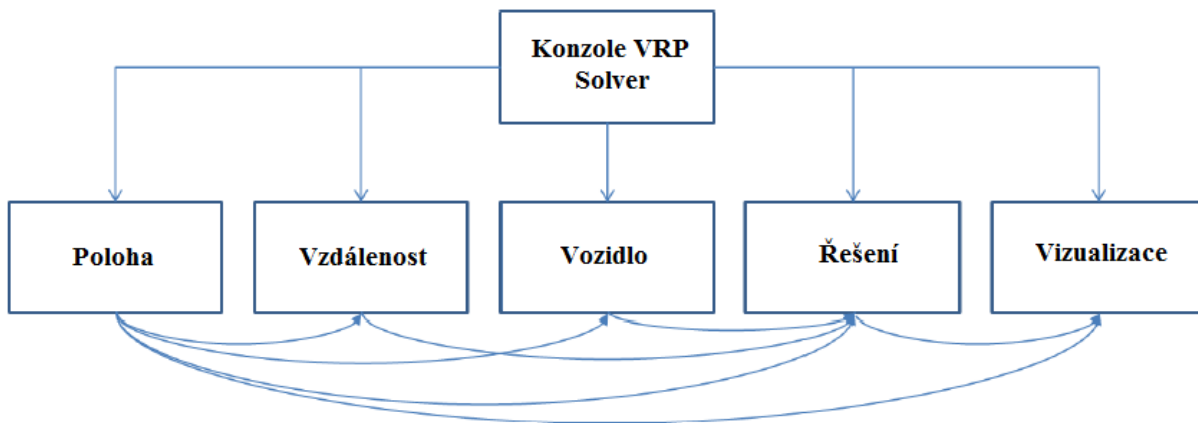
Pokud externí dopravce přijede k zákazníkovi s prádlem či rohožemi dříve, než je stanovený čas, je nucen vyčkat do doby, dokud se zákazník nedostaví do sídla provozovny. V dalším možném případě dopravce nebude čekat na klienta, než se dostaví do společnosti, ale obslouží ho v pozdějším časovém intervalu. Dopravce v tomto případě

ušetří čas, ale je nucen se dostavit dvakrát na stejnou adresu zákazníka. Ve třetím případě čistící rohože či pracovní prádlo může být dodáno zákazníkovi v pozdějším čase. Tedy dopravce již zákazníka nezastihne v jeho sídle a je nucen jej obsloužit v náhradním termínu. Všechny tyto případy vedou ke zvyšování nákladů a současně ke snížení kvality distribuce, tím pádem se tyto náklady musí projevit i na zákaznickém servisu.

Korekce časových oken je velmi náročný proces. Je potřeba znát kompletní informace o zákaznících. Pomocí těchto dat je možno nastavit závazecí časová okna tak, aby vedla ke zkvalitnění rozvozových tras. V následujících částech diplomové práce budou závazecí časová okna nastavena tak, aby došlo ke snížení nákladů, a to z hlediska času, celkového počtu ujetých kilometrů, snížení pohonných hmot (dále jen PHM) a podobně. Časová okna pro zákazníky v této práci byla stanovena od 7:00 do 16:00 hodin.

### 3.1.2 Charakteristika výpočetního softwaru

Erdoğan (2017) je autorem programu VRP Spreadsheet Solver. Tento výpočetní program navrhl Erdoğan (2015) v programu Microsoft Excel pomocí programovacího jazyka VBA (Visual Basic for Applications). Výpočetní software umožňuje řešit úlohy okružní jízdy s časovými okny. Na obrázku 20 je vidět princip fungování programu VRP Spreadsheet Solver a závislost jednoho údaje na druhém.



**Obrázek 20** Schéma programu VRP Spreadsheet Solver (autor podle Erdoğan, 2017)

Erdoğan (2017) popisuje konzoli VRP Solver jako prvotní údaj obsahující různé parametry, týkající se řešené úlohy a její charakteristiky, včetně počtu skladů a zákazníků, typu vozidel, časových oken a jiných dat. V tabulce 6 lze vidět podrobněji, co konzole VRP Solver obsahuje a s jakými parametry se pracuje.

**Tabulka 6** Parametry programu VRP Spreadsheet Solver

	Parametry	Hodnoty
GIS	Bing Maps Key	
Poloha	Počet skladů	1
	Počet zákazníků	1
Vzdálenost	Vzdálenost/doba trvání	Bring Maps [km]
	Typ trasy	Nejrychlejší
	Průměrná rychlost	70 km/h
Vozidlo	Počet vozidel	1
Řešení	Konec jízdy vozidla v depu	Ano
	Časové okno	„Hard“
	„Backhauls“	Ne
Vizualizace	Formát řešení	Bing Maps
	Popisné štítky	Umístění
Řešitel	„Warm start“	Ne
	Zobrazení vývoje cesty	Ne
	Výpočetní doba	80 s

Zdroj: autor podle Erdoğan (2017)

Erdoğan (2017) popisuje následující parametry takto:

**Geografický informační systém (GIS)** - uživatel programu může dát souhlas k povolení získávání dat a času pomocí Bing Maps Key. Bing Maps umožňují spárování GPS polohy s jednotlivými zákaznickými adresami a není nutné je ručně zadávat.

**Poloha** - u tohoto údaje musí být zadány veškeré informace o poloze včetně názvů, adres, souřadnic, dále také začátek a konec časových oken pro každého zákazníka a požadavky na službu (svoz, rozvoz). Souřadnice lze zadávat ručně nebo pomocí služby GIS. Možností u této položky je také volba uživatele, které místo navštíví a které ne na základě celkového zisku. Důležité u tohoto údaje jsou dva body, a to počet skladů a počet zákazníků. Počet skladů [1,20] jsou místa, která slouží jako výchozí a koncový bod pro trasy vozidel. Počet zákazníků [5,200] je počet míst, která vozidla obsluhují.

**Vzdálenost** - obsahuje vzdálenosti a dobu jízdy mezi každým obsluhovaným bodem. Je možné zvolit si typ řešení, zdali program má vypočítat nejkratší trasu z hlediska ujetých

kilometrů, nebo nejrychlejší trasu v závislosti na čase. Dále se uvádí informace o průměrné rychlosti vozidla.

**Vozidlo** - udává počet vozidel na rozvozové trase. Může se jednat o homogenní vozový park, nebo heterogenní vozový park.

**Řešení** - v tomto údaji se zadávají informace o tom, kolik zákazníků musí každé vozidlo obsloužit a zda se vozidlo vrátí na konci své okružní jízdy do depa či nikoli. Program umožňuje také nastavení časových oken obsluhy zákazníka. Rozlišuje dva typy časových oken a to „Hard“ či „Soft“. U časového okna „Hard“ nelze daný čas překročit (řešení je neproveditelné) a u časového okna „Soft“ je řešení nežádoucí, ale proveditelné s částečnou penalizací. Dále se zadává „backhauls“ neboli výběr z možnosti, zda má řidič nejprve navštívit zákazníka s rozvozovou zásilkou nebo zákazníka, který žádá o svoz.

**Vizualizace** - díky vizualizaci se dají vytvořit různé typy map s trasami vozidel. Na těchto trasách lze zobrazit různé podrobnosti například o umístění zákazníků a podobně. Vizualizace map se dá různě graficky měnit.

**Řešitel** - u údaje řešitel je nutné zadat, zda se jedná o tzv. „Warm start“, jestliže ano, tak algoritmus řešení použije původní řešení jako výchozí bod a dále jej bude upravovat. Také se dá nastavit doba, za kterou program VRP Spreadsheet Solver vyřeší danou úlohu.

## **3.2 Změny rozvozových tras**

V této kapitole budou popsány současné rozvozové trasy, které se nacházejí v příslušných atrakčních obvodech, a to ve dnech 4. 2. – 8. 2. 2019. Dále zde budou uvedeny nově navrhované rozvozové trasy, které by měly vést ke snížení nákladů ve dnech 4. 2. – 8. 2. 2019. Budou zde využity výsledky, kterých bylo dosaženo v analytické části této práce.

Jak již bylo uvedeno dříve, rozvozové trasy jsou rozděleny podle území, na kterém se zákazníci nacházejí (severní a jižní Morava). Následně jsou rozděleny do pěti atrakčních obvodů. Současné rozvozové trasy budou popsány pomocí programu Ecofleet CZ. Nově navrhované trasy budou vypočítány a navrženy pomocí výše uvedeného výpočetního softwaru. Poté dojde k porovnání současných rozvozových tras a nově navržených rozvozových tras.

### **3.2.1 Současné rozvozové trasy**

Tato kapitola popisuje současné rozvozové trasy, které se nacházejí v příslušných atrakčních obvodech. Pomocí těchto tras jsou obsluhováni zákazníci společnosti Salesianer. V první řadě zde budou uvedena data o rozvozových trasách, nacházejících se na severní Moravě. Následně budou uvedeny konkrétní informace o trasách na jižní Moravě. V následujících tabulkách číslo 7, 8 je uvedeno, kolik zákazníků bylo v příslušný den

na rozvozové trase obslouženo, jaký byl celkový počet ujetých kilometrů, celková doba jízdy a spotřeba PHM. Současné rozvozové trasy se vztahují na dny od 4. 2. do 8. 2. 2019.

**Tabulka 7** Současné rozvozové trasy na severní Moravě ve dnech 4. 2. – 8. 2. 2019

Rozvozové trasy	Datum	Počet ujetých (km)	Počet zákazníků	Doba jízdy	Spotřeba PHM (l)
<b>A 011</b>	4. 2. (Po)	365	32	5 h 09 m	44,2
<b>B 021</b>	5. 2. (Út)	312	35	4 h 28 m	36,7
<b>C 031</b>	6. 2. (St)	285	24	4 h 55 m	27,3
<b>D 041</b>	7. 2. (Čt)	291	37	3 h 46 m	35,7
<b>E 051</b>	8. 2. (Pá)	246	29	3 h 54 m	26,2
<b>Celkem</b>	<b>4. 2. – 8. 2.</b>	<b>1499</b>	<b>157</b>	<b>22 h 12 m</b>	<b>170,1 litrů</b>

Zdroj: autor podle Ecofleet CZ s.r.o. (2019)

Z tabulky číslo 7 lze zjistit konkrétní informace o jednotlivých rozvozových trasách v příslušný den. Zároveň byl získán týdenní souhrn. Na těchto rozvozových trasách bylo od 4. 2. do 8. 2. 2019 najeto 1499 kilometrů. Kurýr externího dopravce strávil ve vozidle celkem 22 hodin 12 minut, během kterých obsloužil 157 zákazníků. Celková spotřeba paliva činila 170,1 litrů.

Rozvozová trasa A 011 je nejdelší trasa za všech. Pomocí ní je obsluhováno 32 podniků ve městech Frýdek – Místek, Třinec, Těšín, Karviná, periferie města Ostravy. Trasa B 021 je klasickou městskou rozvozovou trasou, konkrétně jsou obsluhováni zákazníci ve městě Ostrava. Nejmenší počet zákazníků se nachází na trase C 031 (24). Tato trasa obsluhuje města Přerov, Valašské Meziříčí, Nový Jičín, Kopřivnice, Frenštát pod Radhoštěm. Nejvíce zákazníků se nachází na trase D 041 a to celkově 37. Tato trasa dodává pracovní prádlo a čisticí rohože zákazníkům, kteří se převážně nacházejí na území města Opavy, jedná se tedy o městskou trasu. Nejkratší a zároveň nejrychlejší trasa je E 051.

**Tabulka 8** Současné rozvozové trasy na jižní Moravě ve dnech 4. 2. – 8. 2. 2019

Rozvozové trasy	Datum	Počet ujetých (km)	Počet zákazníků	Doba jízdy	Spotřeba PHM (l)
<b>A 012</b>	4. 2. (Po)	242	27	4 h 45 m	25,7
<b>B 022</b>	5. 2. (Út)	249	36	3 h 17 m	28
<b>C 032</b>	6. 2. (St)	437	19	6 h 15 m	44,5
<b>D 042</b>	7. 2. (Čt)	481	25	7 h 04 m	46,6
<b>E 052</b>	8. 2. (Pá)	339	27	4 h 46 m	34,2

Rozvozné trasy	Datum	Počet ujetých (km)	Počet zákazníků	Doba jízdy	Spotřeba PHM (l)
<b>Celkem</b>	<b>4. 2. – 8. 2.</b>	<b>1748</b>	<b>134</b>	<b>26 h 07 m</b>	<b>179 litrů</b>

Zdroj: autor podle Ecofleet CZ s.r.o. (2019)

Z tabulky číslo 8 vyplývají následující informace. Celkový počet kilometrů od 4. 2. do 8. 2. 2019 činí 1748 kilometrů. Celkový počet obslužených zákazníků je 134. Na rozvoz a svoz textilií pro všechny zákazníky řidič externího dopravce strávil přes 26 hodin. Spotřeba pohonných hmot vozidla typu Mercedes-Benz Sprinter činila 179 litrů.

Pondělní rozvozná trasa A 012 se týká zákazníků se sídlem v Prostějově, Kroměříži, v Otrokovicích či ve Zlíně. Tato trasa patří k nejkratším v daném týdnu. Rozvozná trasa B 022 je městskou trasou, a to konkrétně v teritoriu města Brno. Na relativně krátkém úseku je obsluženo velké množství zákazníků (36). Vzhledem k velkému množství zákazníků řidič externího dopravce musí zavázat Brno také v rozvozné trase E 052. Rozvozná trasa C 032 je dlouhá 437 kilometrů. Tato rozvozná trasa je jedna z nejdelších, ale pomocí ní je obsluženo pouze 19 zákazníků. Nejdelší trasa D 042 je dlouhá 481 kilometrů a obsluhuje zákazníky ve městech Židlochovice, Hustopeče, Mikulov, Znojmo, Břeclav, Hodonín. Porovnání rozvozných tras severní a jižní Moravy vyobrazuje tabulka číslo 9.

**Tabulka 9** Porovnání severních a jižních rozvozných tras

Rozvozné trasy	Počet ujetých (km)	Počet zákazníků	Doba jízdy	Spotřeba PHM (l)
<b>Sever</b>	<b>1499</b>	<b>157</b>	<b>22 h 12 m</b>	<b>170,1 litrů</b>
<b>Jih</b>	<b>1748</b>	<b>134</b>	<b>26 h 07 m</b>	<b>179 litrů</b>

Zdroj: autor podle Ecofleet CZ s.r.o. (2019)

Z tabulky číslo 9 lze současně severní a jižní rozvozné trasy charakterizovat takto. Severní rozvozné trasy obsluhují větší počet zákazníků (157) při menším počtu ujetých kilometrů (1499). Naopak tomu je u jižních rozvozných tras, kde se nachází menší počet zákazníků (134), a i přesto dopravce musí urazit více kilometrů (1748).

### 3.2.2 Navrhované rozvozné trasy

Nově navrhované rozvozné trasy byly vypočítány pomocí programu VRP Spreadsheet Solver díky informacím, které byly získány v aplikaci Ecofleet CZ. Celkem bylo navrženo 10 nových rozvozných tras. Pět rozvozných tras pro severní Moravu a pět tras pro Moravu jižní. Jedná se tedy o zefektivnění současných rozvozných tras v období od 4. 2.



do 8. 2. 2019. V této kapitole budou prezentovány výsledky navrhovaných rozvozových tras. V následující kapitole bude znázorněna ukázka, jak bylo dosaženo těchto návrhů, a to konkrétně u rozvozové trasy C 032.

Pozměněné rozvozové trasy vycházejí z tras, které v současné době obsluhuje externí dopravce. Je tedy potřeba obsloužit stejný počet zákazníků ve stejných atrakčních obvodech. Nové trasování by mělo přinést značné úspory. Doba jízdy je odvozena od počtu ujetých kilometrů a průměrné rychlosti, kterou se řidič na příslušných komunikacích pohyboval. Spotřeba PHM je odvozena od průměrné spotřeby na konkrétních trasách v závislosti na ujetých kilometrech. Všechny tyto informace byly získány z elektronické knihy jízd aplikace Ecofleet CZ.

Navrhované rozvozové trasy, respektive získané výsledky týkajících se tras pro konkrétní atrakční obvody, budou popsány v tabulkách číslo 10 a 11. Tyto tabulky budou porovnány s tabulkami číslo 7 a 8, které popisují současné rozvozové trasy, a to v návrhové části této diplomové práce.

**Tabulka 10** Navrhované rozvozové trasy na severní Moravě ve dnech 4. 2. – 8. 2. 2019

Rozvozové trasy	Datum	Počet ujetých (km)	Počet zákazníků	Doba jízdy	Spotřeba PHM (l)
<b>A 011</b>	4. 2. (Po)	327	32	4 h 36 m	39,5
<b>B 021</b>	5. 2. (Út)	257	35	3 h 40 m	30
<b>C 031</b>	6. 2. (St)	258	24	4 h 27 m	24,7
<b>D 041</b>	7. 2. (Čt)	267	37	3 h 28 m	32,9
<b>E 051</b>	8. 2. (Pá)	219	29	3 h 29 m	23,2
<b>Celkem</b>	<b>4. 2. – 8. 2.</b>	<b>1328</b>	<b>157</b>	<b>19 h 40 m</b>	<b>150,3</b>

Zdroj: autor podle VRP Spreadsheet Solver (2019)

Tabulka 10 charakterizuje hodnoty, kterých bylo dosaženo pomocí nově navržených tras. Všechny tyto modifikované trasy obsluhují stejné zákazníky, jako tomu bylo dříve, ale díky zavedení zavázacích časových oken se změnilo pořadí, ve kterém jsou zákazníci obsluhováni. Nejdelší trasa je A 011, na této trase kurýr ujede 327 kilometrů za 4 hodiny a 36 minut. Naopak nejkratší trasa je páteční E 51 a to v délce 219 kilometrů. Na obslužení 157 zákazníků je potřeba ujet celkem 1328 kilometrů. Doba jízdy za tento pracovní týden dosahuje 19 hodin a 40 minut. Celková spotřeba PHM při tomto počtu ujetých kilometrů dosahuje 150 litrů.

**Tabulka 11** Navrhované rozvozové trasy na jižní Moravě ve dnech 4. 2. – 8. 2. 2019

Rozvozové trasy	Datum	Počet ujetých (km)	Počet zákazníků	Doba jízdy	Spotřeba PHM (l)
<b>A 012</b>	4. 2. (Po)	227	27	4 h 27 m	24
<b>B 022</b>	5. 2. (Út)	211	36	2 h 47 m	23,7
<b>C 032</b>	6. 2. (St)	405	19	5 h 47 m	40,9
<b>D 042</b>	7. 2. (Čt)	435	25	6 h 24 m	42,2
<b>E 052</b>	8. 2. (Pá)	236	27	3 h 21 m	23,8
<b>Celkem</b>	<b>4. 2. – 8. 2.</b>	<b>1514</b>	<b>134</b>	<b>22 h 46 m</b>	<b>154,6</b>

Zdroj: autor podle VRP Spreadsheet Solver (2019)

V tabulce číslo 11 jsou uvedené hodnoty nových rozvozových tras jednotlivých atrakčních obvodů. Tak jako v předchozí tabulce číslo 10 se nezměnilo množství klientů obsluhovaných externím dopravcem, pouze se změnilo pořadí obsluhy jednotlivých klientů. Tato změna byla taktéž dosažena pomocí zavedení a dodržování závazecích časových oken.

Nejdelší rozvozová trasa D 042 měří 435 kilometrů. Tento úsek je možné zdolat za 6 hodin a 24 minut. Naopak nejkratší rozvozová trasa je úterní (B 022), řidič externího dopravce je schopen ujet 211 kilometrů za 2 hodiny a 47 minut. Na této trase musí obsloužit 36 klientů. Celkem dopravce na všech těchto trasách ujede 1514 kilometrů a obslouží 134 klientů. Na ujetí takového množství kilometrů je potřeba 22 hodin a 46 minut. Celková spotřeba paliva dosahuje téměř 155 litrů.

### 3.3 Modifikace rozvozové trasy C 032

Pro správné fungování výpočetního programu je stěžejní zadání dat. Konkrétní data byla zadána pro výpočet rozvozové trasy C 032 a jsou znázorněna v tabulce číslo 12. Výpočty ostatních navrhovaných tras jsou uvedeny v příloze A.

**Tabulka 12** Počáteční data pro rozvozovou trasu C 032

	Parametry	Hodnoty
GIS	Bing Maps Key	
Poloha	Počet skladů	1
	Počet zákazníků	19
Vzdálenost	Vzdálenost/doba trvání	Bring Maps [km]
	Typ trasy	Nejkratší
	Průměrná rychlost	70

	Parametry	Hodnoty
Vozidlo	Počet vozidel	1
Řešení	Konec jízdy vozidla v depu	Ano
	Časové okno	„Hard“
	„Backhauls“	Ne
Vizualizace	Formát řešení	Bing Maps
	Popisné štítky	Umístění
Řešitel	„Warm start“	Ne
	Zobrazení vývoje cesty	Ne
	Výpočetní doba	80 s

Zdroj: autor podle VRP Spreadsheet Solver (2019)

Z tabulky číslo 12 plynou následující informace. Externí dopravce je povinen na této rozvozové trase obsloužit 19 zákazníků. Hodnota u počtu skladů je 1. Jedná se o překladiště společnosti Salesianer v Olomouci. Pro určení polohy zákazníků a vzdálenosti mezi jednotlivými zákazníky jsou použity Bing mapy, které jsou s tímhle výpočetním programem spárovány. Jelikož se tato diplomová práce zabývá zefektivněním rozvozových tras, byl typ trasy nastaven tak, aby byla vyhledána nejkratší trasa. Průměrná rychlost byla zjištěna z aplikace Ecofleet CZ a odpovídá, téže rychlosti, jakou řidič obsluhoval tuto trasu. Počet vozidel je roven 1. Pouze jedním vozidlem je obsluhována tato rozvozová trasa. Všechny jízdy začínají a končí v překladišti v Olomouci. Časová okna okružních jízd jsou nastavena jako pevná („hard“). To znamená, že všichni zákazníci musí být v daný den obslouženi. Vizualizace vychází opět z Bing maps. Jelikož se tato práce zaměřuje na návrh nových rozvozových tras, parametr „Warm start“ byl nastaven na hodnotu ne. Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, časová okna pro obsluhu zákazníků byla zvolena od 7:00 do 16:00 hodin.

V dalším kroku je potřeba zadat adresy sídel zákazníků (příloha B). Na základě těchto adres obsluhovaných zákazníků je díky aplikaci Bing maps určena jejich zeměpisná šířka a délka. Adresy zákazníků byly do programu vkládány v takovém pořadí, jak byli zákazníci obsluhováni pomocí současných rozvozových tras. Díky zadaným zeměpisným parametrům výpočetní program byl schopen spočítat distanční matici mezi jednotlivými sídly zákazníků

a překladištěm. Výpočetní program také určil čas, který je potřebný na ujetí této vzdálenosti obsluhovaným vozidlem (příloha C).

Po zadání všech těchto vstupních parametrů je na řadě samotný výpočet. Výsledek tohoto výpočtu je znázorněn v následující tabulce číslo 13.

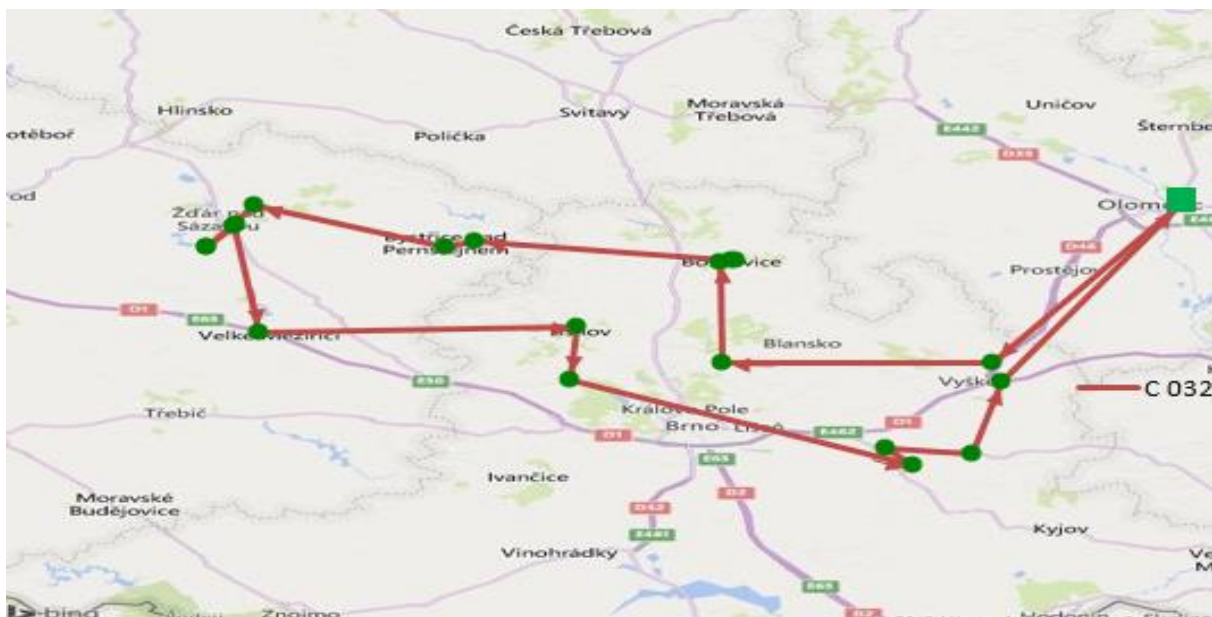
**Tabulka 13** Modifikace rozvozové trasy C 032

<b>C 032</b>	<b>Stops:</b>	<b>19</b>
<b>Location</b>	<b>Distance travelled</b>	<b>Driving time</b>
<b>Depot</b>	0,00	0:00
<b>Customer 1</b>	48,26	0:41
<b>Customer 2</b>	66,61	0:57
<b>Customer 19</b>	76,72	1:06
<b>Customer 17</b>	82,77	1:11
<b>Customer 18</b>	131,64	1:53
<b>Customer 16</b>	146,09	2:05
<b>Customer 15</b>	185,86	2:39
<b>Customer 14</b>	211,97	3:02
<b>Customer 12</b>	212,19	3:03
<b>Customer 13</b>	220,49	3:09
<b>Customer 9</b>	220,49	3:09
<b>Customer 10</b>	234,01	3:20
<b>Customer 11</b>	259,37	3:42
<b>Customer 8</b>	264,05	3:46
<b>Customer 7</b>	297,06	4:14
<b>Customer 5</b>	297,97	4:15
<b>Customer 6</b>	299,96	4:17
<b>Customer 4</b>	328,69	4:42
<b>Customer 3</b>	363,22	5:11
<b>Depot</b>	<b>405,26</b>	<b>5:47</b>

Zdroj: autor podle VRP Spreadsheet Solver (2019)

Z tabulky 13 lze vydedukovat následující informace. Pro obsluhu 19 zákazníků a návratu zpět do překladiště je potřeba na rozvozové trase C 032 ujet celkem 405 kilometrů. Doba jízdy vozidla činí 5 hodin a 47 minut. Jak lze na obrázku 21 vidět, čísla zákazníků nejsou seřazena postupně, jako tomu bylo při zadávání adres zákazníků. A to z důvodu, aby bylo jasné, v jakém pořadí mají být zákazníci obsluhováni. Obsluha zákazníků v tomto pořadí zaručuje nejkratší možnou rozvozovou trasu. Dále tento program umožňuje vizualizaci

modifikované rozvozové trasy C 032. Tuto modifikovanou trasu i s umístěním zákazníků je možné vidět na obrázku 21.



**Obrázek 21** Návrh rozvozové trasy C 032 (autor podle VRP Spreadsheet Solver, 2019)

Na obrázku 21 je vyobrazena modifikovaná rozvozová trasa C 032, která spadá pod atrakční obvod jižní Moravy. Parametry této trasy jsou následující. Délka trasy je 405 kilometrů, nachází se na ní 19 zákazníků. Celková doba jízdy je 5 hodin a 47 minut. Na obrázku je znázorněno překladiště ve městě Olomouc (čtverec), kde začíná a končí obslužná jízda dopravce. Zákazníci jsou zobrazeni v mapce pomocí zelených kruhů. Šipky na obrázku definují směr trasy. Grafické znázornění současných a navrhovaných tras je uvedeno v příloze D a E.

### 3.4 Shrnutí návrhu

V této části byly navrženy nové rozvozové trasy obsluhující zákazníky na Moravě a Slezsku s primárním cílem snížit počet ujetých kilometrů, při obsluze těchto zákazníků. Při úspoře ujetých kilometrů došlo ke snížení ostatních parametrů, respektive nákladů na tyto rozvozní jízdy. Návrh byl zpracován pro 10 rozvozových tras, a to ve dnech od 4. 2. do 8. 2. 2019. Tyto trasy byly dále rozděleny do atrakčních obvodů severní a jižní Moravy.

Pro návrhy jednotlivých tras byl využit výpočetní program VRP Spreadsheet Solver. Pro správné fungování tohoto programu a zajištění správných výsledků je nezbytné poskytnout programu kvalitní informace o zákaznících a současných rozvozových trasách. Tyto informace byly získány z aplikace Ecofleet CZ a z interních materiálů společnosti Salesianer. Dále bylo

nutné zavést pravidelná časová okna, ve kterých mají být zákazníci obsluhováni. Čas zavážených oken byl stanoven od 7:00 do 16:00 hodin.

## 4 ZHODNOCENÍ NÁVRHU

Poslední kapitola této diplomové práce se bude zabývat ekonomickým zhodnocením návrhu, který byl popsán v předchozí části diplomové práce. Budou zde porovnávány současné rozvozové trasy severní a jižní Moravy s nově navrženými trasami, a to ve dnech 4. 2. až 8. 2. 2019. Dále zde budou vyčísleny náklady, vynaložené na externího dopravce za období 4. 2. - 8. 2. 2019. Tyto náklady jsou následně porovnány s náklady, které by společnost Salesianer Mietex Chemung s.r.o. vyplácela dopravci po zavedení optimalizovaných tras.

### 4.1 Porovnání rozvozových tras severní Moravy

Na tomto území se nachází pět atrakčních obvodů. Pomocí těchto obvodů jsou obsluhováni zákazníci s pracovními oděvy, čistícími rohožemi či hygienou. V následující tabulce číslo 14 budou porovnány parametry mezi současnými a navrhovanými trasami. Mezi tyto parametry patří celková ujetá vzdálenost na trase, doba jízdy, za kterou dopravce tuto trasu ujel a spotřeba pohonných hmot. Trasy, po kterých byli zákazníci obsluhováni v období 4. – 8. února, jsou v tabulce 14 uvedeny jako současné trasy. Nově navrhované trasy byly získány pomocí výpočetního programu VRP Spreadsheet Solver.

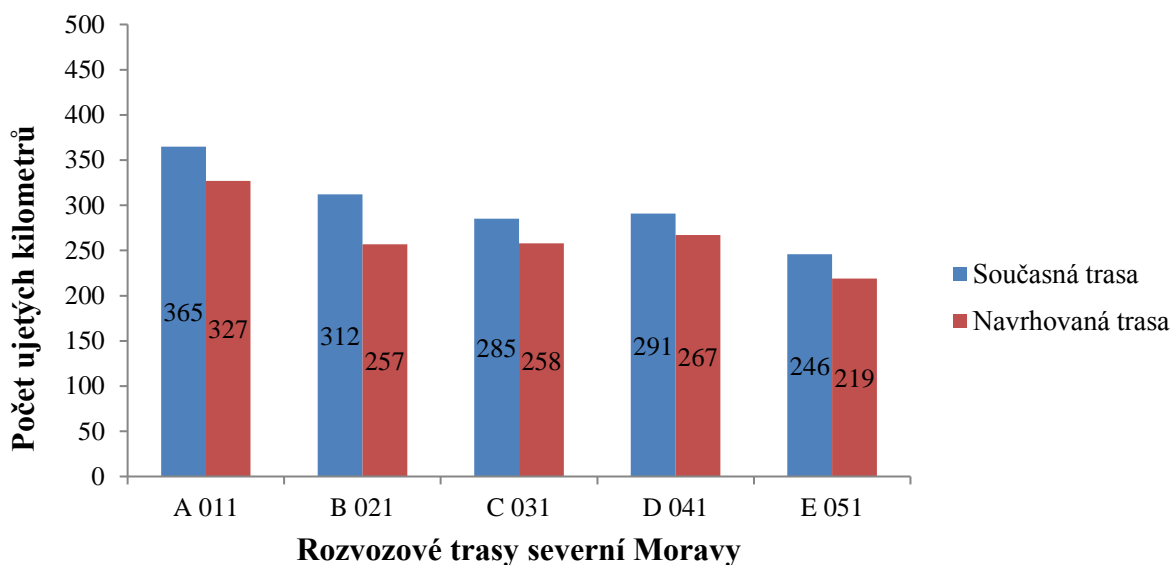
**Tabulka 14** Porovnání rozvozových tras severní Moravy v období 4. 2. – 8. 2. 2019

Ujeté kilometry	Současná trasy	Navrhovaná trasy	Rozdíl	Úspora
<b>A 011</b>	365	327	38	10,4 %
<b>B 021</b>	312	257	55	17,6 %
<b>C 031</b>	285	258	27	9,5 %
<b>D 041</b>	291	267	24	8,2 %
<b>E 051</b>	246	219	27	11,0 %
<b>Celkem</b>	<b>1499 km</b>	<b>1328 km</b>	<b>171 km</b>	<b>11,4 %</b>
Doba jízdy	Současná trasy	Navrhovaná trasy	Rozdíl	Úspora
<b>A 011</b>	5 h 09 m	4 h 36 m	0 h 33 m	10,7 %
<b>B 021</b>	4 h 28 m	3 h 40 m	0 h 48 m	17,9 %
<b>C 031</b>	4 h 55 m	4 h 27 m	0 h 28 m	9,5 %
<b>D 041</b>	3 h 46 m	3 h 28 m	0 h 18 m	8,0 %
<b>E 051</b>	3 h 54 m	3 h 29 m	0 h 25 m	10,7 %
<b>Celkem</b>	<b>22 h 12 m</b>	<b>19 h 40 m</b>	<b>2 h 32 m</b>	<b>11,4 %</b>

Spotřeba PHM	Současná trasy	Navrhovaná trasy	Rozdíl	Úspora
<b>A 011</b>	44,2	39,5	4,7	10,6 %
<b>B 021</b>	36,7	30	6,7	18,3 %
<b>C 031</b>	27,3	24,7	2,6	9,5 %
<b>D 041</b>	35,7	32,9	2,8	7,9 %
<b>E 051</b>	26,2	23,2	3,0	11,5 %
<b>Celkem</b>	<b>170,11</b>	<b>150,31</b>	<b>19,81</b>	<b>11,6 %</b>

Zdroj: autor podle VRP Spreadsheet Solver (2019)

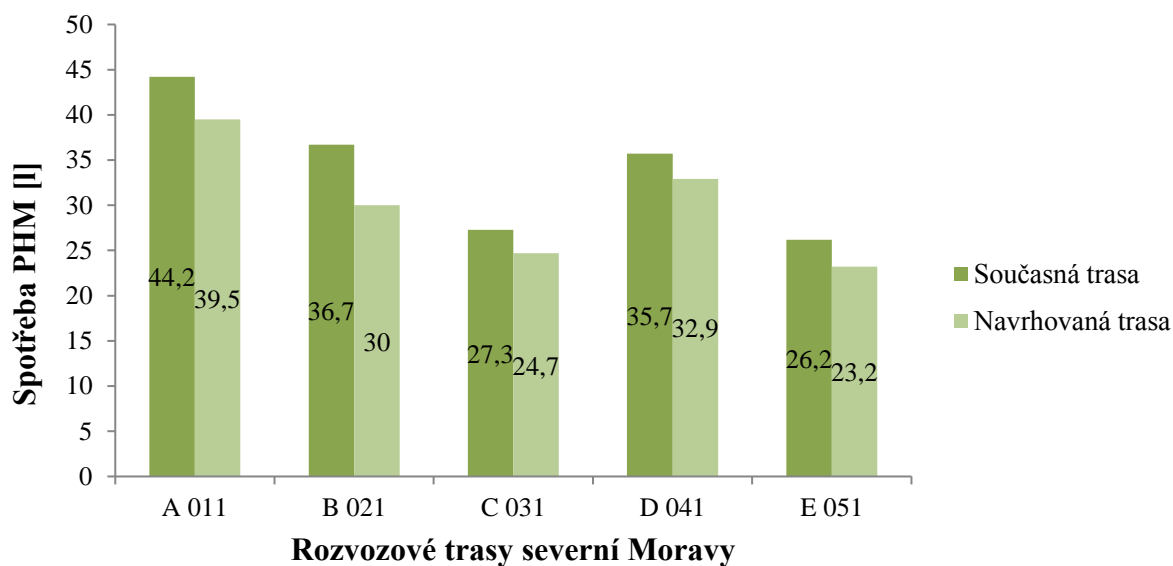
Při porovnání údajů z této tabulky lze vydedukovat následující fakta. Změna trasování přinesla úsporu ve všech sledovaných veličinách. Doba jízdy se za toto období snížila z 22 hodin 12 minut na 19 hodin a 40 minut. Při implementaci nových tras by řidič strávil za volantem o 2 hodiny a 32 minut méně času. K největší časové úspoře došlo na trase B 021. Tato úspora by činila 17,9 % z původního času. Porovnání počtu ujetých kilometrů a spotřeby PHM na současných a navrhovaných trasách jsou pro lepší přehlednost znázorněny v následujících obrázcích 22 a 23.



**Obrázek 22** Graf počtu ujetých kilometrů na rozvozových trasách severní Moravy (autor podle VRP Spreadsheet Solver, 2019)

Na obrázku 22 lze vidět počet ujetých kilometrů na současných trasách s porovnáním kilometrů, které by byly ujety při zavedení navrhovaných tras. Největší rozdíl je vidět na trase B 021 a to 55 kilometrů. Tato trasa obsluhuje zákazníky na území města Ostravy, jedná se tedy o městskou rozvozovou trasu. Naopak nejmenší rozdíl lze pozorovat na trase D 041 a to 24 kilometrů. Celková úspora je 171 ujetých kilometrů.





**Obrázek 23** Spotřeba PHM na rozvozových trasách severní Moravy (autor podle VRP Spreadsheet Solver, 2019)

Na obrázku číslo 23 lze pozorovat porovnání celkové spotřeby pohonných hmot. Celková úspora PHM činila v období 4. 2. – 8. 2. 2019 celkem 19,8 litrů. K největší úspoře došlo na rozvozové trase B 021. Tato úspora mezi současnou a navrhovanou trasou dosahuje 18,3 %. Druhá největší úspora byla dosažena na trase A 011, konkrétně 10,6 % (4,7 litrů). Naopak k nejmenší úspoře došlo na trase D 041, kde se spotřeba snížila pouze o 7,9 % tedy o 2,8 litrů.

#### 4.2 Porovnání rozvozových tras jižní Moravy

Tak jako tomu je na území severní Moravy i v tomto teritoriu se nachází pět atrakčních obvodů, sloužících k obsluze zákazníků. V tabulce číslo 15 jsou taktéž porovnány současné a navrhované trasy. Dále je v této tabulce možné vidět rozdíl mezi ujetými kilometry, dobou jízdy vozidla a spotřebou PHM na těchto trasách. Úspora jednotlivých parametrů je vyjádřena v procentech.

**Tabulka 15** Porovnání rozvozových tras jižní Moravy v období 4. 2. – 8. 2. 2019

Ujeté kilometry	Současná trasa	Navrhovaná trasa	Rozdíl	Úspora
<b>A 012</b>	242	227	15	6,2 %
<b>B 022</b>	249	211	38	15,3 %
<b>C 032</b>	437	405	32	7,3 %
<b>D 042</b>	481	435	46	9,6 %
<b>E 052</b>	339	236	103	30,4 %

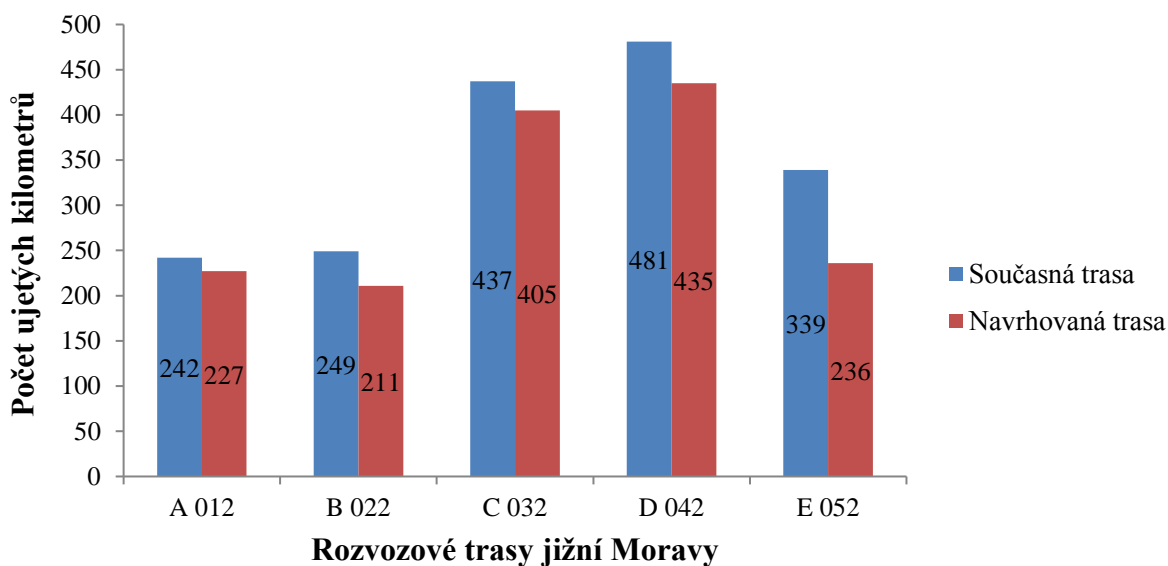
<b>Ujeté kilometry</b>	<b>Současná trasa</b>	<b>Navrhovaná trasa</b>	<b>Rozdíl</b>	<b>Úspora</b>
<b>Celkem</b>	<b>1748 km</b>	<b>1514 km</b>	<b>234 km</b>	<b>13,4 %</b>
<b>Doba jízdy</b>	<b>Současná trasa</b>	<b>Navrhovaná trasa</b>	<b>Rozdíl</b>	<b>Úspora</b>
<b>A 012</b>	4 h 45 m	4 h 27 m	0 h 18 m	6,3 %
<b>B 022</b>	3 h 17 m	2 h 47 m	0 h 30 m	15,3 %
<b>C 032</b>	6 h 15 m	5 h 47 m	0 h 28m	7,5 %
<b>D 042</b>	7 h 04 m	6 h 24 m	0 h 40m	9,4 %
<b>E 052</b>	4 h 46 m	3 h 21 m	1 h 25 m	29,7 %
<b>Celkem</b>	<b>26 h 07 m</b>	<b>22 h 46 m</b>	<b>3 h 21 m</b>	<b>13,5 %</b>
<b>Spotřeba PHM</b>	<b>Současná trasa</b>	<b>Navrhovaná trasa</b>	<b>Rozdíl</b>	<b>Úspora</b>
<b>A 012</b>	25,7	24	1,7	6,6 %
<b>B 022</b>	28	23,7	4,3	15,4 %
<b>C 032</b>	44,5	40,9	3,6	8,1 %
<b>D 042</b>	46,6	42,2	4,4	9,4 %
<b>E 052</b>	34,2	23,8	10,4	30,4 %
<b>Celkem</b>	<b>179 1</b>	<b>154,6 1</b>	<b>24,4 1</b>	<b>13,6 %</b>

Zdroj: autor podle VRP Spreadsheet Solver (2019)

V tabulce číslo 15 lze porovnat jednotlivé veličiny mezi sebou. Z výsledků, které jsou v této tabulce uvedeny, lze říct následující. Při porovnání dat u současných a navrhovaných tras došlo u všech veličin (počet ujetých kilometrů, doba jízdy i spotřeba PHM) k úspoře.

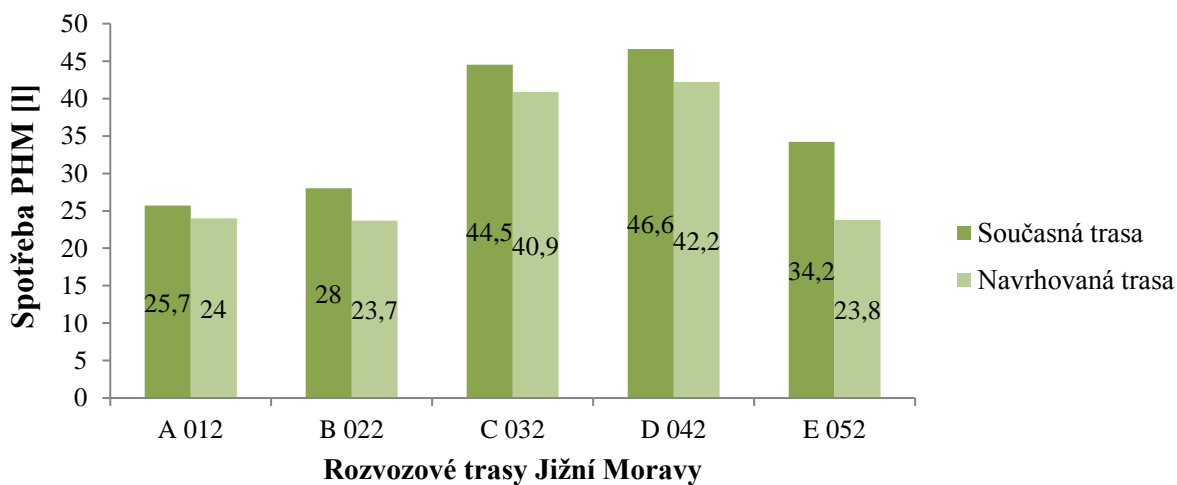
Celková doba jízdy za období 4. 2. – 8. 2. 2019 se při změně trasování snížila z původních 26 hodin a 7 minut na 22 hodin a 46 minut. Úspora času činí 3 hodiny a 21 minut. K nejvýznamnější změně a zároveň k největší úspoře došlo na rozvozové trase E 052. Trasa E 052 se soustřeďuje na zákazníky, nacházející se v Brně a blízkém okolí. Na této trase se pomocí provedeného výpočtu podařilo zajistit úsporu ve výši 29,7 % od původního času. Doba jízdy se zkrátí z původních 4 hodin a 46 minut na 3 hodiny a 21 minut. Úspora na této rozvozové trase dosahuje 1 hodiny a 25 minut. Naopak nejmenší úspora z hlediska času byla dosažena na trase A 012 a činila pouhých 18 minut.

Veličiny počtu ujetých kilometrů a spotřeby PHM budou blíže popsány v obrázcích číslo 24 a 25.



**Obrázek 24** Graf počtu ujetých kilometrů na rozvozových trasách jižní Moravy (autor podle VRP Spreadsheet Solver, 2019)

Na tomto obrázku 24 lze porovnávat veličinu počtu ujetých kilometrů mezi současnými a navrhovanými trasami. U všech navrhovaných tras bylo dosaženo úspory. Tak, jako tomu bylo u doby jízdy, i u této veličiny došlo k největší úspoře na trase E 052. Při současném trasování je potřeba ujet na trase E 052 okolo 339 kilometrů. Pomocí výpočetního programu bylo zjištěno, že na obsluhu zákazníků nacházejících se na této trase je nezbytné ujet 236 kilometrů. Při zavedení nově navrhované trasy by bylo uspořeno okolo 103 kilometrů. Další významná úspora byla dosažena na trase D 042. Tato úspora dosahuje 9,6 %, což se rovná 46 kilometrům. Celková úspora od 4. 2. – 8. 2. 2019 by tedy činila 234 kilometrů.



**Obrázek 25** Spotřeba PHM na rozvozových trasách jižní Moravy (autor podle VRP Spreadsheet Solver, 2019)

Obrázek 25 znázorňuje celkovou spotřebu pohonných hmot mezi současnými a rozvoзовými trasami jižní Moravy. Díky změně trasování došlo v období 4. 2. – 8. 2. 2019 k úspoře PHM z původních 179 litrů na 154,6 litrů. Úspora činí téměř 25 litrů za tento týden. Jelikož k největší úspoře při sledování veličiny počtu ujetých kilometrů došlo na trase E 052, zákonitě na této trase bude i největší úspora PHM. Tato úspora dosahuje 30,4 % oproti původnímu trasování, respektive lze na této trase ušetřit přes 10,4 litrů paliva. Další trasa, na které lze dosáhnout poměrně značné úspory, je B 022, konkrétně 4,4 litrů paliva.

### 4.3 Náklady na externího dopravce

Jak již bylo v této práci zmiňováno, společnost Salesianer Mietex Chemung s.r.o. obsluhuje zákazníky s pracovními oděvy, čistícími rohožemi a hygienou pomocí externího dopravce. Na obsluhu území Moravy a Slezska externí dopravce využívá dvě nákladní dodávky typu Mercedes-Benz Sprinter. Jedna dodávka obsluhuje zákazníky v severní části tohoto území, druhá má na starost zákazníky, nacházející se, v jižní části Moravy.

Společnost Salesianer Mietex Chemung s.r.o. vynakládá denní paušál na pronájem jedné dodávky ve výši 2100 Kč. Jedná se o fixní náklady, na kterých je s externím dopravcem dohodnuta. Dále společnost Salesianer hradí externímu dopravci variabilní náklady ve výši 8 Kč za každý započatý kilometr, který dopravce při obsluze zákazníků ujede. V rámci této kapitoly budou vyčísleny náklady, které byly na dopravce vynaloženy při současných rozvoзовých trasách. Dále zde budou vyčísleny náklady, které by společnost hradila dopravci při zavedení navrhovaných tras. Tato kalkulace nákladů se bude vztahovat na období 4. 2. – 8. 2. 2019.

V následujících tabulkách číslo 16 a 17 jsou porovnány náklady, které hradí společnost Salesianer externímu dopravci při současném stavu trasování s náklady, kterých by bylo dosaženo při využití nově navržených tras. Fixní náklady jsou stanoveny na 2100 Kč. Variabilní náklady jsou stanoveny na 8 Kč. Tyto náklady se mění v závislosti na počtu ujetých kilometrů (8 Kč × počet ujetých kilometrů). Náklady celkem byly vypočítány součtem fixních a variabilních nákladů.

**Tabulka 16** Náklady na rozvoзовé trasy severní Moravy

	Současné trasy		Navrhované trasy		Fixní náklady: 2100 Kč	
Trasa Sever	Variabilní náklady	Náklady celkem	Variabilní náklady	Náklady celkem	Rozdíl	Úspora
A 011	2920	5020	2616	4716	304	6,1 %

	Současné trasy		Navrhované trasy		Fixní náklady: 2100 Kč	
Trasa Sever	Variabilní náklady	Náklady celkem	Variabilní náklady	Náklady celkem	Rozdíl	Úspora
<b>B 021</b>	2496	4596	2056	4156	440	9,6 %
<b>C 031</b>	2280	4380	2064	4164	216	5,3 %
<b>D 041</b>	2328	4428	2136	4236	192	4,3 %
<b>E 051</b>	1968	4068	1752	3852	216	5,3 %
<b>Celkem</b>	<b>11 992 Kč</b>	<b>22 492 Kč</b>	<b>10 624 Kč</b>	<b>21 124 Kč</b>	<b>1368 Kč</b>	<b>6,1 %</b>

Zdroj: autor podle VRP Spreadsheet Solver (2019)

Po vypočítání celkových nákladů a následném porovnání mezi současnými a navrhovanými trasami lze říct následující. Při současném trasování společnost Salesianer vyplácí externímu dopravci 22 492 Kč. Při změně trasování by hradila celkem 21 124 Kč. Došlo by k úspoře 6,1 % tedy 1368 Kč. Této úspory by bylo dosaženo během jednoho pracovního týdne.

**Tabulka 17** Náklady na rozvozové trasy jižní Moravy

	Současné trasy		Navrhované trasy		Fixní náklady: 2100 Kč	
Trasa Jih	Variabilní náklady	Náklady celkem	Variabilní náklady	Náklady celkem	Rozdíl	Úspora
<b>A 012</b>	1936	4063	1816	3916	147	3,6 %
<b>B 022</b>	1992	4092	1688	3788	304	7,4 %
<b>C 032</b>	3496	5596	3240	5340	256	4,6 %
<b>D 042</b>	3848	5948	3480	5580	368	6,2 %
<b>E 052</b>	2712	4812	1888	3988	824	17,1 %
<b>Celkem</b>	<b>13 984 Kč</b>	<b>24 484 Kč</b>	<b>12 112 Kč</b>	<b>22 612 Kč</b>	<b>1872 Kč</b>	<b>7,6 %</b>

Zdroj: autor podle VRP Spreadsheet Solver (2019)

Z tabulky číslo 17 lze porovnat současné náklady s náklady, kterých by bylo dosaženo při změně současných tras na jižní Moravě. Současné náklady činí 24 484 Kč. Při modifikaci těchto tras by celkové náklady činily 22 612 Kč. Došlo by k úspoře nákladů ve výši 7,6 % tedy 1872 Kč.

Celkové shrnutí nákladů je uvedeno v následující tabulce číslo 18. V této tabulce budou shrnuty náklady společnosti Salesianer Mietex Chemung s.r.o., které hradí externímu dopravci v období 4. 2. – 8. 2. 2019.

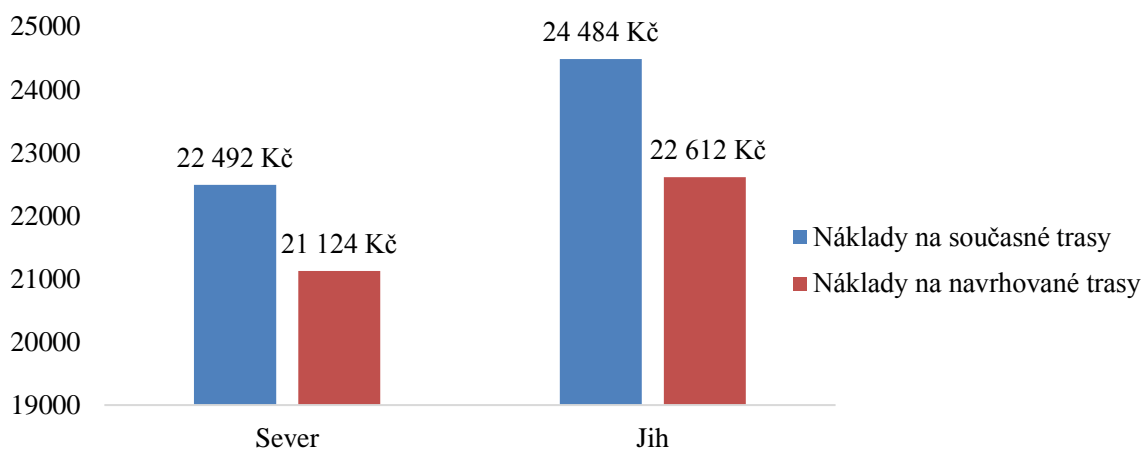
**Tabulka 18** Shrnutí nákladů v období 4. 2. – 8. 2. 2019

Trasa	Náklady na současné trasy	Náklady na navrhované trasy	Rozdíl	Úspora
Sever	22 492 Kč	21 124 Kč	1368 Kč	6,1 %
Jih	24 484 Kč	22 612 Kč	1872 Kč	7,6 %
<b>Celkem</b>	<b>46 976 Kč</b>	<b>43 736 Kč</b>	<b>3 240 Kč</b>	<b>6,9 %</b>

Zdroj: autor podle VRP Spreadsheet Solver (2019)

Při změně rozvozových tras na severní a jižní Moravě by bylo dosaženo úspory ve výši 6,9 %, respektive by společnost Salesianer vyplácela externímu dopravci místo 46 976 Kč částku 43 736 za týden (4. 2. - 8. 2. 2019). Za poskytnuté služby dopravcem by společnost Salesianer platila o 3 240 Kč méně.

Pro větší přehlednost, bude tabulka číslo 18 převedena do grafické podoby, viz obrázek číslo 26.



**Obrázek 26** Shrnutí celkových nákladů v období 4. 2. – 8. 2. 2019 (autor podle VRP Spreadsheet Solver, 2019)

#### 4.4 Závěrečné shrnutí

Tato část diplomové práce se zabývala zhodnocením návrhu. Pomocí výpočetního programu bylo zjištěno, že změna současných rozvozových tras, úprava a dodržování závazecích oken by přinesla celou řadu úspor. Na trasách severní a jižní Moravy by při jejich

modifikaci došlo k úsporám z hlediska počtu ujetých kilometrů, doby jízdy vozidla a spotřeby pohonných hmot. Pomocí těchto zjištěných poznatků by společnost Salesianer Mietex Chemung s.r.o. mohla upravit fixní a variabilní náklady, které má sjednány s externím dopravcem.

Na základě změny trasování by se snížily i celkové náklady, které jsou vynakládány na externího dopravce. Z původních 46 976 Kč by se náklady snížily na 43 736 Kč. Jedná se o úsporu ve výši 3 240 Kč. Je důležité připomenout, že této úspory by bylo dosaženo pouze během jednoho pracovního týdne.

## ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo na základě analýzy rozvozových tras, pomocí kterých jsou obsluhováni zákazníci s pracovním prádlem, čistícími rohožemi a hygienou, zefektivnit rozvozové trasy.

Teoretická část vymezila distribuční logistiku jako jednu z významných podnikových aktivit, která zahrnuje celou řadu logistických procesů a činností. V oblasti úloh optimalizace tras dopravních procesů existuje celá řada metod pro sestavování tras vozidel. Využívají se různé typy přístupů, sloužících k řešení těchto úloh. V rámci diplomové práce byla velká pozornost věnována úlohám okružních jízd. Úkolem těchto úloh je obsloužit všechny zákazníky a navrhnout takové trasy, aby jejich délka byla minimální.

V analytické části se diplomová práce nejdříve věnovala historii a produktovému portfoliu společnosti Salesianer Mietex Chemung s.r.o. Následně byla provedena analýza atrakčních obvodů, ve kterých se nachází rozvozové trasy. Na základě této analýzy se rozvozové trasy rozdělily podle území, na kterých se nachází (severní a jižní Morava). V každé z těchto oblastí se nachází pět rozvozových tras, pomocí kterých jsou obsluhováni zákazníci. Celkem se provedla analýza deseti rozvozových tras pro dny od 4. 2. – 8. 2. 2019. Pomocí těchto tras byly zjištěny informace typu: počet ujetých kilometrů, spotřeba pohonných hmot, doba jízdy nebo počet zákazníků, které společnost Salesianer Mietex Chemung s.r.o. obsluhuje.

V další části se diplomová práce zabývala návrhy nových rozvozových tras pro dny od 4. 2. – 8. 2. 2019. Návrhy tras se vyzemily na základě stávajících tras, a to pro zákazníky, nacházející se na území severní a jižní Moravy. Cílem navrhovaných tras bylo snížit celkový počet ujetých kilometrů, doby jízdy vozidla a spotřebu pohonných hmot. K dosažení těchto cílů se musela nutně upravit stávající zavázací okna. Časová okna se upravila na čas od 7:00 – 16:00 hodin. Jednotlivé výpočty pro nově navrhované trasy byly provedeny v rámci výpočetního programu VRP Spreadsheet Solver. Důležité informace, nezbytně nutné pro jednotlivé výpočty, se získaly z aplikace Ecofleet CZ a z interních materiálů společnosti Salesianer Mietex Chemung s.r.o.

Závěrečná část práce se zabývala zhodnocením návrhů. Porovnávaly se zde parametry současných a nově navržených rozvozových tras za období 4. 2. – 8. 2. 2019. Bylo zjištěno, že modifikací rozvozových tras došlo k úspoře všech sledovaných parametrů, a to na všech trasách severní a jižní Moravy. Na základě změny trasování se vyčíslily celkové náklady, které společnost Salesianer Mietex Chemung s.r.o. hradí externímu dopravci.



Při zavedení modifikovaných tras bylo dosaženo úspory 6,9 %. Z původních 46 976 Kč, které společnost vynakládá na dvě nákladní dodávky ve dnech od 4. 2. – 8. 2. 2019, by se náklady snížily na 43 736 Kč.

## POUŽITÁ LITERATURA

BŘÁZDOVÁ, Markéta, 2007. Využití některých metod teorie grafů při řešení dopravních problémů. *PERNER'S CONTACTS: Elektronický časopis o technologii, technice a logistice v dopravě* [online]. Pardubice: Katedra technologie a řízení dopravy, Dopravní fakulta Jana Pernera Univerzita Pardubice. 2(1), 3-8 [cit. 2019-04-06]. ISSN 1801-674X. Dostupné z: [http://pernerscontacts.upce.cz/05\\_2007/Brazdova.pdf](http://pernerscontacts.upce.cz/05_2007/Brazdova.pdf)

BODIN, Lawrence, Bruce GOLDEN, Arjang ASSAD a Michael BALL, 1983. Routing and scheduling of vehicles and crews: The State of the Art. *Computers & Operations Research* [online]. 10(2), 63-211 [cit. 2019-04-06]. ISSN 03050548. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0305054883900308>

CEMPÍREK, Václav, Rudolf KAMPF, Ivo DRAHOTSKÝ, Petr PRŮŠA, Michaela LEDVINOVÁ, Eva ZÁKOROVÁ a Hana CÍSAŘOVÁ, 2010. *Logistická centra*. Pardubice: Institut Jana Pernera. ISBN 978-80-86530-70-3.

Cenek, Petr, Valent KLIMA a Jaroslav JANÁČEK, 1994. *Optimalizace dopravních a spojových procesů*. Žilina: Vysoká škola dopravy a spojov. ISBN 80-7100-197-X.

CENEK, Petr, 2003. Modelování procesů na dopravních sítích. *ATP Journal* [online]. Žilina: Katedra dopravních sítí, Žilinská univerzita. 9(1), 98-101 [cit. 2019-04-06]. Dostupné z: [http://www.atpjournalsk/buxus/docs/atp-2003-09-98\\_101.pdf](http://www.atpjournalsk/buxus/docs/atp-2003-09-98_101.pdf)

CLARKE, Gilbert a Joseph WRIGHT, 1964. Scheduling of Vehicles from a Central Depot to a Number of Delivery Points. *Operations Research* [online]. 12(4), 568-581 [cit. 2019-04-06]. DOI: 10.1287/opre.12.4.568. ISSN 0030-364X. Dostupné z: <http://pubsonline.informs.org/doi/abs/10.1287/opre.12.4.568>

ČERNÁ, Anna a Jan ČERNÝ, 2004. *Teorie řízení a rozhodování v dopravních systémech*. Pardubice: Institut Jana Pernera. ISBN 80-86530-15-9.

ČUJAN, Zdeněk a Zdeněk MÁLEK, 2008. *Výrobní a obchodní logistika*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 978-80-7318-730-9.

DRAHOTSKÝ, Ivo a Bohumil ŘEZNÍČEK, 2003. *Logistika - procesy a jejich řízení*. Brno: Computer Press, Praxe manažera (Computer Press). ISBN 80-7226-521-0.

ECOFLEET CZ s.r.o., 2019. Interní materiály společnosti Ecofleet CZ s.r.o.

ERDOĞAN, Güneş, 2015. User`s Manual for VRP Spreadsheet Solver. *VeRoLog* [online]. 1(1), 1-13 [cit. 2019-04-26]. Dostupné z: <http://verolog.deis.unibo.it/vrp-spreadsheet-solver>

ERDOĞAN, Güneş, 2017. An open source Spreadsheet Solver for Vehicle Routing Problems. *Computers & Operations Research* [online]. 84(1), 62-72 [cit. 2019-04-26]. DOI: 10.1016/j.cor.2017.02.022. ISSN 03050548. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0305054817300552>

FÁBRY, Jan, 2006. *Dynamické okružní a rozvozní úlohy* [online]. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze: Fakulta informatiky a statistiky. Disertační práce. Vedoucí práce prof. RNDr. Jan Pelikán, Csc. [cit. 2019-04-06]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/6884427-Vysoka-skola-ekonomicka-v-praze-fakulta-informatiky-a-statistiky-disertacni-prace-2006-ing-jan-fabry.html>.

FIALA, Petr, Jan FÁBRY, Josef JABLONSKÝ, Václava PÁNKOVÁ, Michal ČERNÝ, Jana KALČEVOVÁ a Martin DLOUHÝ, 2010. *Operační výzkum - nové trendy*. Praha: Professional Publishing. ISBN 978-80-7431-036-2.

GILLET, Billy a Leland MILLER, 1974. A Heuristic Algorithm for the Vehicle-Dispatch Problem. *Operations Research* [online]. 22(2), 340-349 [cit. 2019-04-06]. ISSN 0030-364X. Dostupné z: <http://pubsonline.informs.org/doi/abs/10.1287/opre.22.2.340>

GROS, Ivan, 1996. *Logistika*. Praha: Vysoká škola chemicko - technologická. ISBN 80-7080-262-6.

JABLONSKÝ, Josef, 2002. *Operační výzkum: kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování*. Praha: Professional Publishing. ISBN 80-86419-42-8.

JANÁČEK, Jaroslav, 2006. *Optimalizace na dopravních sítích*. Žilina: Žilinská univerzita. ISBN 80-8070-586-0.

KUČERA, Luděk, 1989. *Kombinatorické algoritmy*. Praha: SNTL – Státní nakladatelství technické literatury. ISBN 04-009-89.

LUKŠŮ, Vladimír, 2001. *Logistika 1*. Praha: Vysoká škola ekonomická. ISBN 80-245-0166-x.

MAPY.CZ, 2019. Trasy Moravy a Slezska. *Mapy.cz* [online]. [cit. 2019-05-02]. Dostupné z: <https://mapy.cz/>

PELIKÁN, Jan, 2001. *Diskrétní modely v operačním výzkumu*. Brno: Professional Publishing. ISBN 80-86419-17-7.

PERNICA, Petr, 2005. *Logistika (supply chain management) pro 21. století*. Praha: Radix. ISBN 80-86031-59-4.

ŘEZNIČEK, Bohumil, 1999. *Logistika*. Pardubice: Univerzita Pardubice. ISBN 80-7194-190-5.

- SALESIANER MIETEX CHEMUNG s.r.o., 2016. Interní materiály společnosti Salesianer Mietex Chemung s.r.o.
- SALESIANER MIETEX CHEMUNG s.r.o., 2017a. Interní materiály společnosti Salesianer Mietex Chemung s.r.o.
- SALESIANER MIETEX CHEMUNG s.r.o., 2017b. Interní materiály společnosti Salesianer Mietex Chemung s.r.o.
- SALESIANER MIETEX CHEMUNG s.r.o., 2018. Interní materiály společnosti Salesianer Mietex Chemung s.r.o.
- SALESIANER MIETEX CHEMUNG s.r.o., 2019. Interní materiály společnosti Salesianer Mietex Chemung s.r.o.
- SCHULTE, Christof, 1994. *Logistika*. Praha: Victoria Publishing. ISBN 80-85605-87-2.
- SIXTA, Josef a Václav MAČÁT, 2005. *Logistika: teorie a praxe*. Brno: CP Books, Business books (CP Books). ISBN 80-251-0573-3.
- STEHLÍK, Antonín, 1997. *Obchodní logistika*. Brno: Masarykova univerzita. ISBN 80-210-1676-0.
- ŠTŮSEK, Jaromír, 2007. *Řízení provozu v logistických řetězcích*. V Praze: C. H. Beck. ISBN 978-80-7179-534-6.
- ŠUBRT, Tomáš, Jan BARTOŠKA, Helena BROŽOVÁ, Ludmila DŮMEOVÁ, Milan HOUŠKA a Petr KUČERA, 2011. *Ekonomicko-matematické metody*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk. ISBN 978-80-7380-345-2.
- ŠIROKÝ, Jaromír a Miroslav SLIVONĚ, 2010. Optimalizace svozu a rozvozu kusových zásilek. *PERNER'S CONTACTS: Elektronický časopis o technologii, technice a logistice v dopravě* [online]. Pardubice: Katedra technologie a řízení dopravy, Dopravní fakulta Jana Pernera Univerzita Pardubice. 5(1), 255-269 [cit. 2019-04-06]. ISSN 1801-674X. Dostupné z: [http://pernerscontacts.upce.cz/PC\\_172010.pdf](http://pernerscontacts.upce.cz/PC_172010.pdf)
- TUZAR, Antonín, Vladimír SVOBODA a Petr MAXA, 1997. *Teorie dopravy*. Praha: Vydavatelství ČVUT. ISBN 80-01-01637-4.
- VOLEK, Josef a Bohdan LINDA, 2012. *Teorie grafů - aplikace v dopravě a veřejné správě*. Pardubice: Univerzita Pardubice. ISBN 978-80-7395-225-9.
- VRP SPREADSHEET SOLVER, 2019. VRP Spreadsheet Solver. *VeRoLog* [online]. [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: <http://verolog.deis.unibo.it/vrp-spreadsheet-solver>

## SEZNAM TABULEK

<b>Tabulka 1</b>	Použití distribučních strategií.....	15
<b>Tabulka 2</b>	Kritéria ovlivňující lokaci logistického centra.....	17
<b>Tabulka 3</b>	Produktové portfolio společnosti Salesianer Mietex Chemung s.r.o. ....	31
<b>Tabulka 4</b>	Zhodnocení výsledků rozvozových tras severní Moravy za únor 2019.....	37
<b>Tabulka 5</b>	Zhodnocení výsledků rozvozových tras jižní Moravy za únor 2019 .....	39
<b>Tabulka 6</b>	Parametry programu VRP Spreadsheet Solver .....	45
<b>Tabulka 7</b>	Současné rozvozové trasy na severní Moravě ve dnech 4. 2. – 8. 2. 2019 .....	47
<b>Tabulka 8</b>	Současné rozvozové trasy na jižní Moravě ve dnech 4. 2. – 8. 2. 2019 .....	47
<b>Tabulka 9</b>	Porovnání severních a jižních rozvozových tras.....	48
<b>Tabulka 10</b>	Navrhované rozvozové trasy na severní Moravě ve dnech 4. 2. – 8. 2. 2019.....	49
<b>Tabulka 11</b>	Navrhované rozvozové trasy na jižní Moravě ve dnech 4. 2. – 8. 2. 2019 .....	50
<b>Tabulka 12</b>	Počáteční data pro rozvozovou trasu C 032.....	50
<b>Tabulka 13</b>	Modifikace rozvozové trasy C 032 .....	52
<b>Tabulka 14</b>	Porovnání rozvozových tras severní Moravy v období 4. 2. – 8. 2. 2019 .....	55
<b>Tabulka 15</b>	Porovnání rozvozových tras jižní Moravy v období 4. 2. – 8. 2. 2019.....	57
<b>Tabulka 16</b>	Náklady na rozvozové trasy severní Moravy.....	60
<b>Tabulka 17</b>	Náklady na rozvozové trasy jižní Moravy .....	61
<b>Tabulka 18</b>	Shrnutí nákladů v období 4. 2. – 8. 2. 2019 .....	62

## SEZNAM OBRÁZKŮ

<b>Obrázek 1</b>	Rámcové vztahy mezi logistikou oběhových procesů .....	11
<b>Obrázek 2</b>	Struktura logistického řetězce .....	14
<b>Obrázek 3</b>	Skladové struktury v distribuci .....	16
<b>Obrázek 4</b>	Příklad podgrafu a úplného grafu.....	19
<b>Obrázek 5</b>	Dopravní síť .....	20
<b>Obrázek 6</b>	Znázorněné klasické úlohy okružních jízd.....	24
<b>Obrázek 7</b>	Znázornění úlohy okružních jízd s časovými okny .....	24
<b>Obrázek 8</b>	Pobočky v jednotlivých zemích .....	30
<b>Obrázek 9</b>	Výnosy podle obchodních odvětví.....	30
<b>Obrázek 10</b>	Průběh systému pronájmu textilu.....	32
<b>Obrázek 11</b>	Pobočky Salesianer Mietex Chemung s.r.o. na území České republiky.....	34
<b>Obrázek 12</b>	Klece používané na rozvoz a svoz prádla .....	34
<b>Obrázek 13</b>	Schéma distribuce .....	35
<b>Obrázek 14</b>	Atrakční obvody A 011, B 021, C 031 .....	36
<b>Obrázek 15</b>	Atrakční obvody D 041, E 051 .....	36
<b>Obrázek 16</b>	Atrakční obvody A 012, B 022, C 032 .....	38
<b>Obrázek 17</b>	Atrakční obvody D 042, E 052 .....	39
<b>Obrázek 18</b>	Průběh distribuce textilií k zákazníkovi.....	40
<b>Obrázek 19</b>	Prázdný versus naložený nákladní prostor vozidla .....	41
<b>Obrázek 20</b>	Schéma programu VRP Spreadsheet Solver .....	44
<b>Obrázek 21</b>	Návrh rozvozové trasy C 032.....	53
<b>Obrázek 22</b>	Graf počtu ujetých kilometrů na rozvozových trasách severní Moravy .....	56
<b>Obrázek 23</b>	Spotřeba PHM na rozvozových trasách severní Moravy.....	57
<b>Obrázek 24</b>	Graf počtu ujetých kilometrů na rozvozových trasách severní Moravy .....	59
<b>Obrázek 25</b>	Spotřeba PHM na rozvozových trasách severní Moravy.....	59
<b>Obrázek 26</b>	Shrnutí celkových nákladů v období 4. 2. – 8. 2. 2019.....	62

## SEZNAM ZKRATEK

A 011	pondělní rozvozová trasa severní Moravy
A 012	pondělní rozvozová trasa jižní Moravy
B 021	úterní rozvozová trasa severní Moravy
B 022	úterní rozvozová trasa jižní Moravy
C 031	středeční rozvozová trasa severní Moravy
C 032	středeční rozvozová trasa jižní Moravy
CVRP	Capacitated vehicle routing problems kapacitně omezená úloha okružních jízd
D 041	čtvrteční rozvozová trasa severní Moravy
D 042	čtvrteční rozvozová trasa jižní Moravy
E 051	páteční rozvozová trasa severní Moravy
E 052	páteční rozvozová trasa jižní Moravy
GIS	Geographic information system geografický informační systém
GPS	Global Positioning System globální polohový systém
JIT	Just in time metoda využívaná v řízení logistiky
PHM	pohonné hmoty
TPS	Traveling salesman problem úloha obchodního cestujícího
VBA	Visual Basic for Application programovací jazyk od společnosti Microsoft a.s.
VRP	Vehicle routing problem problém okružních jízd
VRPT	Vehicle routing problem with time úloha okružních jízd s časovými okny

## **SEZNAM PŘÍLOH**

**Příloha A** Výpočty navrhovaných tras v týdnu od 4. 2. – 8. 2. 2019

**Příloha B** Seznam adres sídel zákazníků u rozvozové trasy C 032

**Příloha C** Distanční matice vzdáleností u rozvozové trasy C 032

**Příloha D** Grafické znázornění současných a navrhovaných tras severní Moravy

**Příloha E** Grafické znázornění současných a navrhovaných tras jižní Moravy





**Příloha A** Výpočty navrhovaných tras v týdnu od 4. 2. – 8. 2. 2019

<b>A 011</b>	<b>Stops:</b>	<b>32</b>
<b>Location</b>	<b>Distance travelled</b>	<b>Driving time</b>
<b>Depot</b>	0,00	0:00
<b>Customer 30</b>	88,19	1:15
<b>Customer 31</b>	89,44	1:16
<b>Customer 32</b>	90,07	1:16
<b>Customer 29</b>	90,55	1:17
<b>Customer 28</b>	91,93	1:18
<b>Customer 17</b>	103,33	1:27
<b>Customer 16</b>	105,43	1:29
<b>Customer 15</b>	111,38	1:34
<b>Customer 18</b>	117,58	1:39
<b>Customer 27</b>	137,06	1:56
<b>Customer 26</b>	137,13	1:56
<b>Customer 25</b>	137,24	1:56
<b>Customer 24</b>	138,84	1:57
<b>Customer 23</b>	143,97	2:02
<b>Customer 22</b>	146,48	2:04
<b>Customer 20</b>	158,18	2:14
<b>Customer 21</b>	159,42	2:15
<b>Customer 19</b>	165,22	2:20
<b>Customer 13</b>	181,13	2:33
<b>Customer 12</b>	181,89	2:34
<b>Customer 14</b>	183,71	2:35
<b>Customer 6</b>	189,45	2:40
<b>Customer 7</b>	189,70	2:40
<b>Customer 10</b>	195,50	2:45
<b>Customer 9</b>	197,99	2:47
<b>Customer 8</b>	203,14	2:52
<b>Customer 5</b>	203,14	2:52
<b>Customer 11</b>	206,82	2:55
<b>Customer 4</b>	214,31	3:01
<b>Customer 3</b>	231,82	3:16
<b>Customer 2</b>	239,50	3:22
<b>Customer 1</b>	244,46	3:27
<b>Depot</b>	<b>327,12</b>	<b>4:36</b>

<b>B 021</b>	<b>Stops:</b>	<b>35</b>
<b>Location</b>	<b>Distance travelled</b>	<b>Driving time</b>
<b>Depot</b>	0,00	0:00
<b>Customer 1</b>	44,74	0:38
<b>Customer 3</b>	79,56	1:08
<b>Customer 33</b>	91,97	1:19
<b>Customer 32</b>	98,52	1:24
<b>Customer 30</b>	101,88	1:27
<b>Customer 31</b>	105,54	1:30
<b>Customer 29</b>	105,54	1:30
<b>Customer 11</b>	113,46	1:37
<b>Customer 10</b>	113,78	1:38
<b>Customer 15</b>	114,11	1:38
<b>Customer 9</b>	114,11	1:38
<b>Customer 7</b>	120,31	1:43
<b>Customer 6</b>	124,05	1:46
<b>Customer 5</b>	124,05	1:46
<b>Customer 4</b>	124,05	1:46
<b>Customer 14</b>	127,99	1:50
<b>Customer 13</b>	127,99	1:50
<b>Customer 12</b>	128,18	1:50
<b>Customer 34</b>	138,62	1:59
<b>Customer 19</b>	146,01	2:05
<b>Customer 18</b>	146,01	2:05
<b>Customer 17</b>	146,01	2:05
<b>Customer 16</b>	146,01	2:05
<b>Customer 8</b>	153,69	2:12
<b>Customer 22</b>	160,40	2:17
<b>Customer 20</b>	160,40	2:17
<b>Customer 21</b>	162,17	2:19
<b>Customer 24</b>	162,85	2:20
<b>Customer 23</b>	162,85	2:20
<b>Customer 25</b>	167,03	2:23
<b>Customer 26</b>	167,43	2:24
<b>Customer 27</b>	169,66	2:25
<b>Customer 28</b>	172,39	2:28
<b>Customer 2</b>	179,85	2:34
<b>Customer 35</b>	211,52	3:01
<b>Depot</b>	<b>256,78</b>	<b>3:40</b>

<b>C 031</b>	<b>Stops:</b>	<b>24</b>
<b>Location</b>	<b>Distance travelled</b>	<b>Driving time</b>
<b>Depot</b>	0,00	0:00
<b>Customer 23</b>	1,20	0:01
<b>Customer 1</b>	9,50	0:10
<b>Customer 2</b>	13,43	0:14
<b>Customer 5</b>	59,26	1:01
<b>Customer 6</b>	62,19	1:04
<b>Customer 7</b>	62,91	1:05
<b>Customer 8</b>	64,98	1:07
<b>Customer 9</b>	78,91	1:22
<b>Customer 11</b>	97,67	1:41
<b>Customer 10</b>	101,90	1:45
<b>Customer 18</b>	114,95	1:59
<b>Customer 17</b>	116,51	2:01
<b>Customer 16</b>	120,24	2:04
<b>Customer 15</b>	123,58	2:08
<b>Customer 14</b>	134,35	2:19
<b>Customer 13</b>	145,38	2:30
<b>Customer 12</b>	156,82	2:42
<b>Customer 4</b>	179,80	3:06
<b>Customer 3</b>	179,80	3:06
<b>Customer 19</b>	226,30	3:54
<b>Customer 20</b>	240,68	4:09
<b>Customer 21</b>	248,74	4:17
<b>Customer 22</b>	252,81	4:22
<b>Customer 24</b>	253,69	4:22
<b>Depot</b>	<b>257,50</b>	<b>4:26</b>

<b>D 041</b>	<b>Stops:</b>	<b>37</b>
<b>Location name</b>	<b>Distance travelled</b>	<b>Driving</b>
<b>Depot</b>	0,00	0:00
<b>Customer 36</b>	1,94	0:02
<b>Customer 29</b>	67,45	0:53
<b>Customer 32</b>	69,96	0:55
<b>Customer 31</b>	71,06	0:55
<b>Customer 30</b>	71,86	0:56
<b>Customer 28</b>	73,74	0:57
<b>Customer 27</b>	74,96	0:58
<b>Customer 21</b>	76,13	0:59

<b>D 041</b>	<b>Stops:</b>	<b>37</b>
<b>Location name</b>	<b>Distance travelled</b>	<b>Driving</b>
Customer 22	76,98	1:00
Customer 18	82,37	1:04
Customer 15	82,37	1:04
Customer 14	82,37	1:04
Customer 12	82,37	1:04
Customer 11	82,37	1:04
Customer 9	82,37	1:04
Customer 26	87,54	1:08
Customer 25	87,54	1:08
Customer 24	87,54	1:08
Customer 23	87,54	1:08
Customer 20	89,16	1:10
Customer 19	89,35	1:10
Customer 16	90,61	1:11
Customer 17	90,93	1:11
Customer 10	92,53	1:12
Customer 13	94,05	1:13
Customer 6	99,97	1:18
Customer 5	140,70	1:50
Customer 4	153,87	2:00
Customer 3	153,87	2:00
Customer 2	153,87	2:00
Customer 8	186,09	2:25
Customer 7	186,09	2:25
Customer 34	195,20	2:32
Customer 33	195,75	2:33
Customer 35	196,27	2:33
Customer 1	264,04	3:26
Customer 37	268,95	3:28
<b>Depot</b>	<b>268,95</b>	<b>3:28</b>

<b>E 051</b>	<b>Stops:</b>	<b>29</b>
<b>Location</b>	<b>Distance travelled</b>	<b>Driving time</b>
Depot	0,00	0:00
Customer 1	4,34	0:04
Customer 22	6,82	0:06
Customer 24	7,44	0:07
Customer 25	7,95	0:08

<b>E 051</b>	<b>Stops:</b>	<b>29</b>
<b>Location</b>	<b>Distance travelled</b>	<b>Driving time</b>
Customer 27	9,57	0:09
Customer 26	10,69	0:10
Customer 28	15,95	0:15
Customer 2	34,65	0:33
Customer 4	44,27	0:42
Customer 3	44,27	0:42
Customer 18	65,03	1:02
Customer 15	66,77	1:04
Customer 17	68,22	1:05
Customer 16	68,63	1:05
Customer 13	80,84	1:17
Customer 14	82,02	1:18
Customer 12	100,03	1:35
Customer 11	134,65	2:08
Customer 10	140,17	2:13
Customer 9	154,64	2:27
Customer 8	154,64	2:27
Customer 7	154,64	2:27
Customer 6	156,86	2:29
Customer 5	163,32	2:36
Customer 19	178,96	2:50
Customer 21	213,40	3:23
Customer 20	213,49	3:23
Customer 23	214,92	3:25
Customer 29	218,60	3:29
<b>Depot</b>	<b>218,60</b>	<b>3:29</b>

<b>A 012</b>	<b>Stops:</b>	<b>27</b>
<b>Location</b>	<b>Distance travelled</b>	<b>Driving time</b>
Depot	0,00	0:00
Customer 27	3,37	0:04
Customer 22	57,37	1:07
Customer 23	65,24	1:17
Customer 24	65,82	1:17
Customer 26	77,71	1:31
Customer 21	97,20	1:54
Customer 19	100,08	1:58
Customer 20	100,08	1:58

<b>A 012</b>	<b>Stops:</b>	<b>27</b>
<b>Location</b>	<b>Distance travelled</b>	<b>Driving time</b>
Customer 18	109,41	2:09
Customer 25	124,70	2:27
Customer 17	146,11	2:52
Customer 11	177,42	3:28
Customer 12	177,42	3:28
Customer 13	178,56	3:30
Customer 14	178,56	3:30
Customer 15	178,56	3:30
Customer 4	180,20	3:32
Customer 16	180,20	3:32
Customer 3	180,57	3:32
Customer 2	180,57	3:32
Customer 8	182,98	3:35
Customer 10	189,24	3:43
Customer 6	194,41	3:49
Customer 7	194,73	3:50
Customer 5	196,69	3:51
Customer 9	198,58	3:54
Customer 1	208,90	4:06
<b>Depot</b>	<b>226,97</b>	<b>4:27</b>

<b>B 022</b>	<b>Stops:</b>	<b>36</b>
<b>Location</b>	<b>Distance travelled</b>	<b>Driving time</b>
Depot	0,00	0:00
Customer 8	73,15	0:58
Customer 15	75,89	1:00
Customer 14	75,89	1:00
Customer 13	75,89	1:00
Customer 9	75,89	1:00
Customer 6	79,76	1:03
Customer 5	81,71	1:05
Customer 4	82,11	1:05
Customer 28	83,25	1:06
Customer 24	85,40	1:07
Customer 27	85,92	1:08
Customer 26	85,92	1:08
Customer 25	85,92	1:08
Customer 30	90,20	1:11

<b>B 022</b>	<b>Stops:</b>	<b>36</b>
<b>Location</b>	<b>Distance travelled</b>	<b>Driving time</b>
Customer 29	90,20	1:11
Customer 32	92,81	1:13
Customer 31	92,81	1:13
Customer 35	97,59	1:17
Customer 36	105,10	1:23
Customer 33	112,42	1:29
Customer 34	112,92	1:29
Customer 23	114,14	1:30
Customer 22	117,53	1:33
Customer 21	119,30	1:34
Customer 20	120,08	1:35
Customer 19	122,74	1:37
Customer 1	123,03	1:37
Customer 2	125,23	1:39
Customer 3	126,66	1:40
Customer 7	129,43	1:42
Customer 11	129,52	1:42
Customer 12	131,36	1:44
Customer 10	131,36	1:44
Customer 16	132,86	1:45
Customer 17	133,92	1:46
Customer 18	136,86	1:48
<b>Depot</b>	<b>211,29</b>	<b>2:47</b>

<b>C 032</b>	<b>Stops:</b>	<b>19</b>
<b>Location</b>	<b>Distance travelled</b>	<b>Driving time</b>
Depot	0,00	0:00
Customer 1	48,26	0:41
Customer 2	66,61	0:57
Customer 19	76,72	1:06
Customer 17	82,77	1:11
Customer 18	131,64	1:53
Customer 16	146,09	2:05
Customer 15	185,86	2:39
Customer 14	211,97	3:02
Customer 12	212,19	3:03
Customer 13	220,49	3:09
Customer 9	220,49	3:09



<b>C 032</b>	<b>Stops:</b>	<b>19</b>
<b>Location</b>	<b>Distance travelled</b>	<b>Driving time</b>
<b>Customer 10</b>	234,01	3:20
<b>Customer 11</b>	259,37	3:42
<b>Customer 8</b>	264,05	3:46
<b>Customer 7</b>	297,06	4:14
<b>Customer 5</b>	297,97	4:15
<b>Customer 6</b>	299,96	4:17
<b>Customer 4</b>	328,69	4:42
<b>Customer 3</b>	363,22	5:11
<b>Depot</b>	<b>405,26</b>	<b>5:47</b>

<b>D 042</b>	<b>Stops:</b>	<b>25</b>
<b>Location</b>	<b>Distance travelled</b>	<b>Driving time</b>
<b>Depot</b>	0,00	0:00
<b>Customer 25</b>	68,19	1:00
<b>Customer 24</b>	82,27	1:13
<b>Customer 23</b>	88,97	1:19
<b>Customer 21</b>	104,43	1:32
<b>Customer 22</b>	109,10	1:36
<b>Customer 20</b>	125,03	1:50
<b>Customer 19</b>	127,66	1:53
<b>Customer 18</b>	151,01	2:13
<b>Customer 17</b>	158,29	2:20
<b>Customer 16</b>	167,44	2:28
<b>Customer 9</b>	181,71	2:40
<b>Customer 13</b>	232,44	3:25
<b>Customer 12</b>	237,68	3:30
<b>Customer 11</b>	237,68	3:30
<b>Customer 10</b>	241,93	3:33
<b>Customer 14</b>	243,24	3:35
<b>Customer 15</b>	276,45	4:4
<b>Customer 3</b>	303,51	4:28
<b>Customer 4</b>	306,87	4:31
<b>Customer 2</b>	308,27	4:32
<b>Customer 5</b>	311,44	4:35
<b>Customer 8</b>	330,92	4:52
<b>Customer 7</b>	333,58	4:54
<b>Customer 6</b>	335,80	4:56
<b>Customer 1</b>	353,44	5:12

<b>D 042</b>	<b>Stops:</b>	<b>25</b>
<b>Location</b>	<b>Distance travelled</b>	<b>Driving time</b>
<b>Depot</b>	<b>434,98</b>	<b>6:24</b>

<b>E 052</b>	<b>Stops:</b>	<b>27</b>
<b>Location</b>	<b>Distance travelled</b>	<b>Driving time</b>
<b>Depot</b>	0,00	0:00
<b>Customer 19</b>	75,23	1:04
<b>Customer 18</b>	84,07	1:11
<b>Customer 7</b>	89,86	1:16
<b>Customer 21</b>	91,76	1:18
<b>Customer 20</b>	97,89	1:23
<b>Customer 15</b>	102,80	1:27
<b>Customer 8</b>	110,81	1:34
<b>Customer 17</b>	112,25	1:35
<b>Customer 16</b>	113,22	1:36
<b>Customer 9</b>	114,53	1:37
<b>Customer 25</b>	121,61	1:43
<b>Customer 24</b>	126,71	1:47
<b>Customer 22</b>	131,97	1:52
<b>Customer 10</b>	131,97	1:52
<b>Customer 6</b>	133,13	1:53
<b>Customer 5</b>	133,74	1:53
<b>Customer 4</b>	133,74	1:53
<b>Customer 11</b>	133,74	1:53
<b>Customer 3</b>	134,78	1:54
<b>Customer 23</b>	135,75	1:55
<b>Customer 13</b>	137,52	1:56
<b>Customer 12</b>	137,52	1:56
<b>Customer 14</b>	137,52	1:56
<b>Customer 2</b>	142,63	2:01
<b>Customer 26</b>	152,02	2:08
<b>Customer 1</b>	157,96	2:13
<b>Customer 27</b>	171,18	2:25
<b>Depot</b>	<b>235,50</b>	<b>3:21</b>

Zdroj: autor podle VRP Spreadsheet Solver (2019)

**Příloha B** Seznam adres sídel zákazníků u rozvozové trasy C 032

<b>Name</b>	<b>Address</b>	<b>Latitude (y)</b>	<b>Longitude (x)</b>	<b>Time window start</b>	<b>Time window end</b>
<b>Depot</b>	Holická 1173/49A, Hodolany, 779 00 Olomouc	49,5945	17,2925	05:00	19:00
<b>Customer 1</b>	0462, 683 21 Pustiměř	49,3043	17,0240	07:00	16:00
<b>Customer 2</b>	Tovární 723/4, 682 01 Vyškov	49,2722	17,0377	07:00	16:00
<b>Customer 3</b>	Adamov 104, 679 04 Adamov	49,3040	16,6453	07:00	16:00
<b>Customer 4</b>	Mánesova 2266/1a, 680 01 Boskovice	49,4848	16,442	07:00	16:00
<b>Customer 5</b>	Masarykovo nám. 12/11, 680 01 Boskovice	49,4879	16,6601	07:00	16:00
<b>Customer 6</b>	Hybešova 2378/17, 680 01 Boskovice	49,4898	16,6650	07:00	16:00
<b>Customer 7</b>	Nádražní 1402, 593 01 Bystřice nad Pernštejnem	49,5246	16,2996	07:00	16:00
<b>Customer 8</b>	Suchý Kopec 1408, 593 01 Bystřice nad Pernštejnem	49,5134	16,2568	07:00	16:00
<b>Customer 9</b>	Havlíčkovo nám. 287/46, Žďár nad Sázavou 1, 591 01	45509	15,9615	07:00	16:00
<b>Customer 10</b>	Strojírenská 1208/12, Žďár nad Sázavou 1, 591 01	49,5525	15,9633	07:00	16:00
<b>Customer 11</b>	Nádražní 2118/67, Žďár nad Sázavou 6, 591 01	49,5863	15,9911	07:00	16:00
<b>Customer 12</b>	Žďárská 313, 592 14 Nové Veselí	49,5144	15,9241	07:00	16:00
<b>Customer 13</b>	Žďárská 287, 592 14 Nové Veselí	49,5144	15,9241	07:00	16:00
<b>Customer 14</b>	Františky Stránecké 1330/2, 594 01 Velké Meziříčí	49,3586	15,9961	07:00	16:00

<b>Name</b>	<b>Address</b>	<b>Latitude (y)</b>	<b>Longitude (x)</b>	<b>Time window start</b>	<b>Time window end</b>
<b>Customer 15</b>	Nádražní 1719, 666 01 Tišnov	49,3703	16,4420	07:00	16:00
<b>Customer 16</b>	V Brance 712, 664 71 Veverská Bítýška	49,2763	16,4325	07:00	16:00
<b>Customer 17</b>	Bučovická 299, 684 01 Slavkov u Brna	49,1208	16,9141	07:00	16:00
<b>Customer 18</b>	1677, Bučovická, Slavkov u Brna	49,1527	16,8767	07:00	16:00
<b>Customer 19</b>	Ždánská 987, 685 01 Bučovice	49,1409	16,9661	07:00	16:00

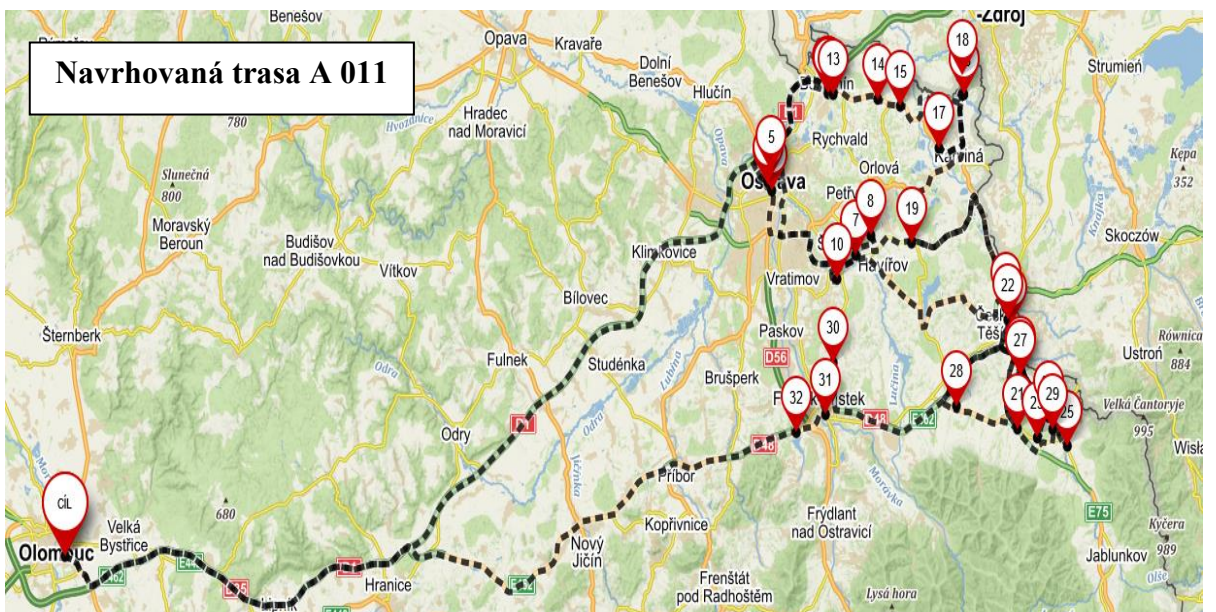
Zdroj: autor podle VRP Spreadsheet Solver (2019)

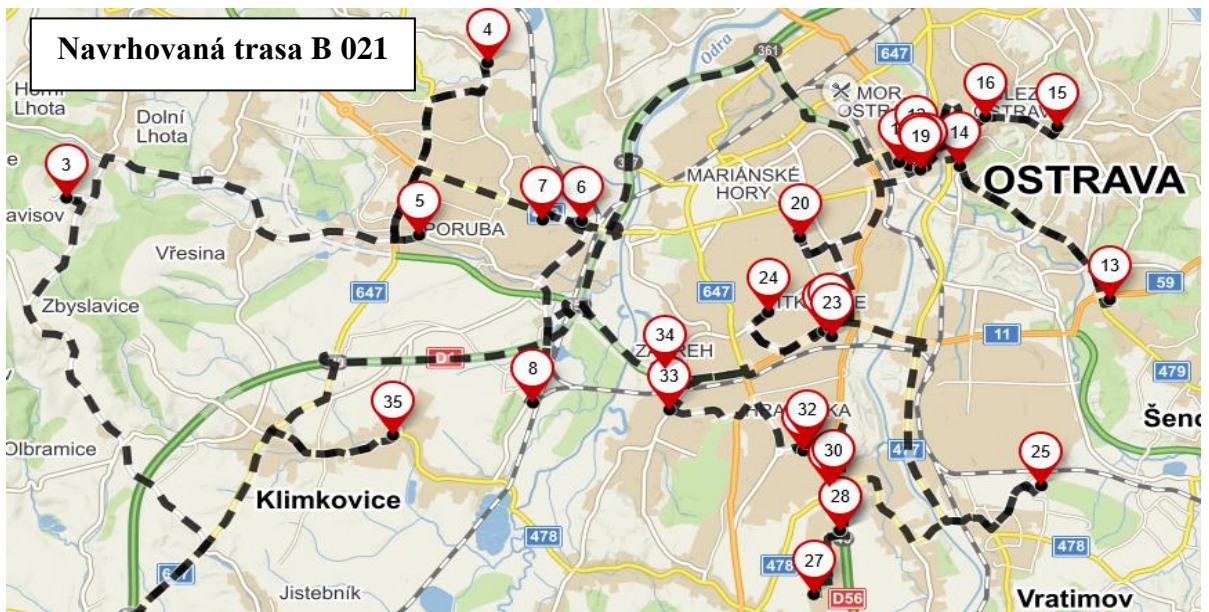
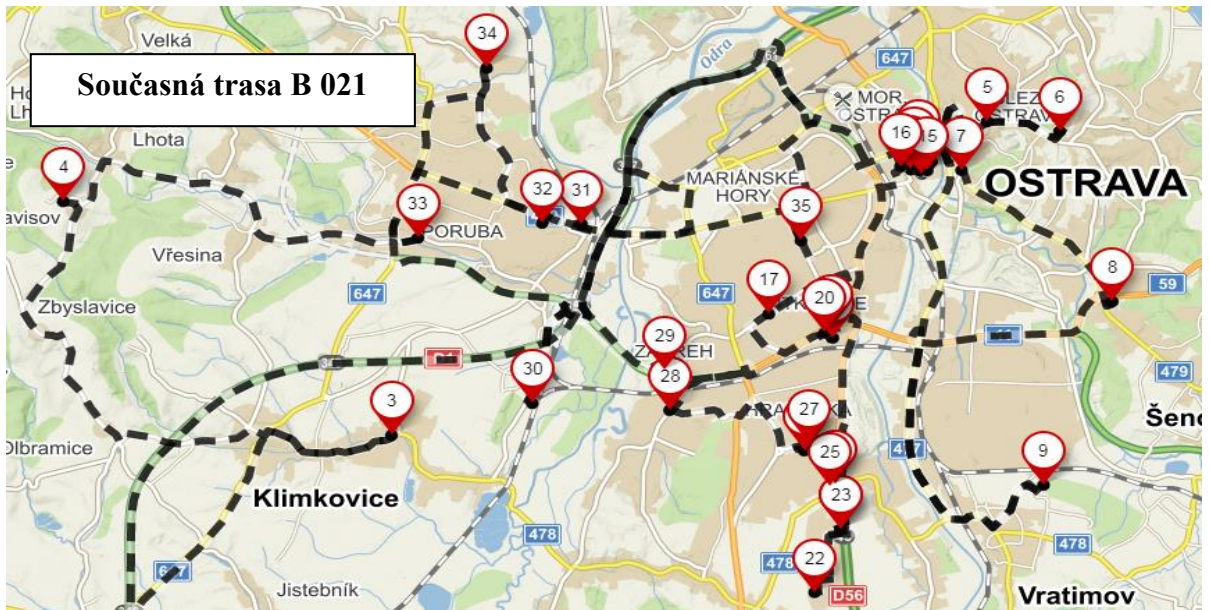
**Příloha C** Distanční matice vzdáleností u rozvozové trasy C 032

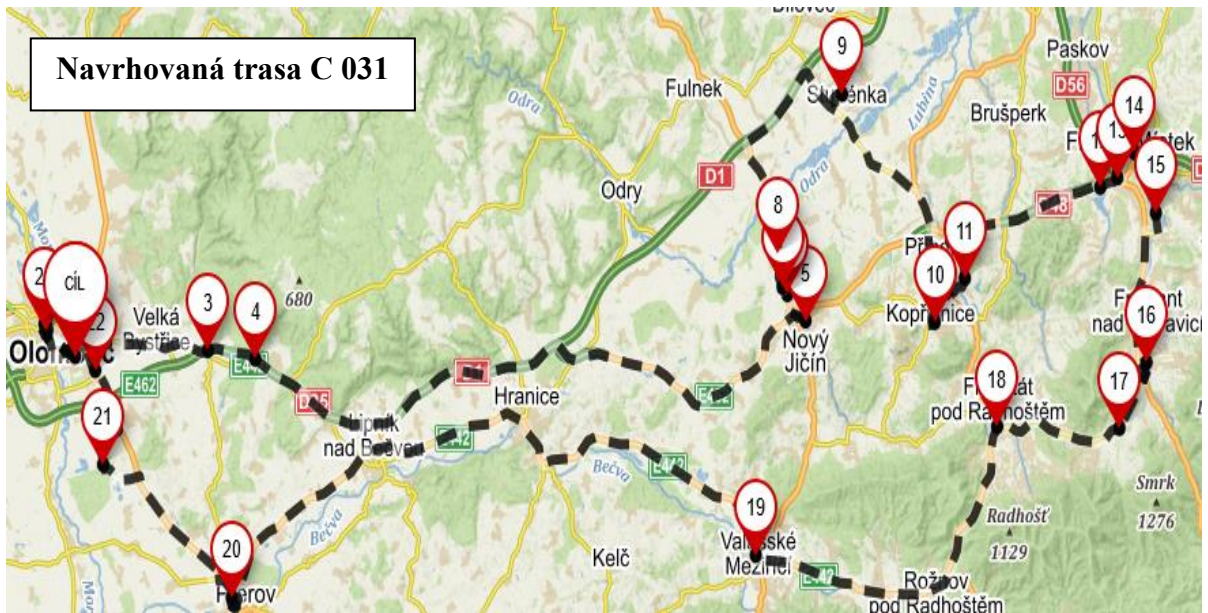
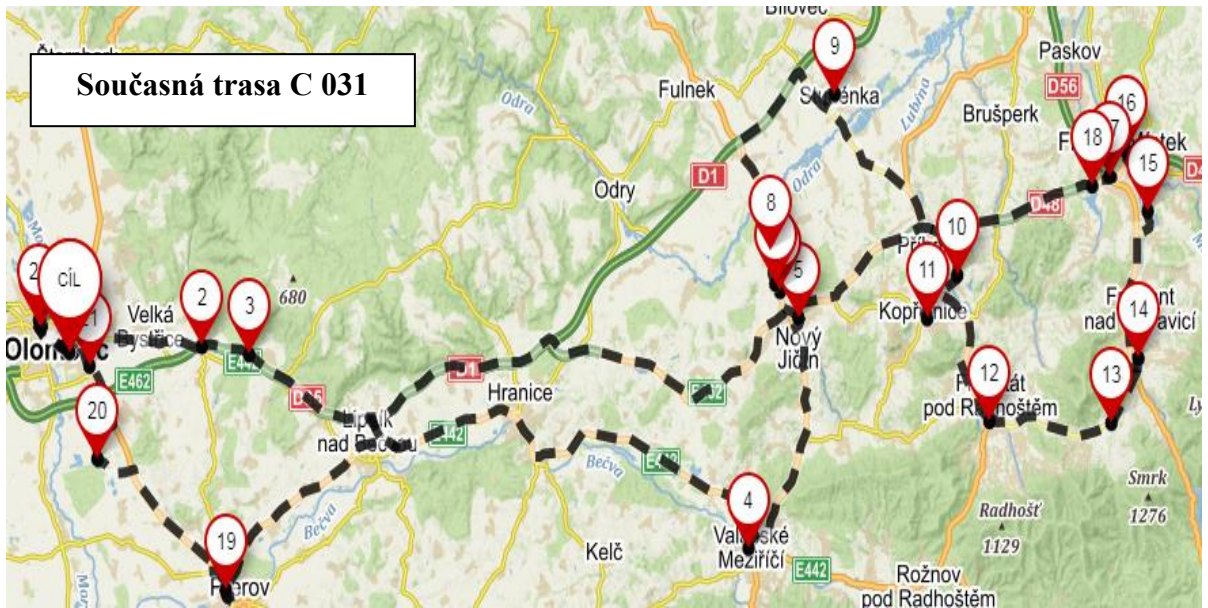
<b>From</b>	<b>To</b>	<b>Distance</b>	<b>Duration</b>
<b>Depot</b>	<b>Depot</b>	0,00	0:00
<b>Depot</b>	<b>Customer 1</b>	42,54	0:57
<b>Depot</b>	<b>Customer 2</b>	48,26	0:50
<b>Depot</b>	<b>Customer 3</b>	71,42	1:44
<b>Depot</b>	<b>Customer 4</b>	58,08	1:42
<b>Depot</b>	<b>Customer 5</b>	56,91	1:41
<b>Depot</b>	<b>Customer 6</b>	56,62	1:40
<b>Depot</b>	<b>Customer 7</b>	87,49	2:39
<b>Depot</b>	<b>Customer 8</b>	91,37	2:49
<b>Depot</b>	<b>Customer 9</b>	114,88	3:10
<b>Depot</b>	<b>Customer 10</b>	114,66	3:08
<b>Depot</b>	<b>Customer 11</b>	114,46	3:09
<b>Depot</b>	<b>Customer 12</b>	120,12	3:49
<b>Depot</b>	<b>Customer 13</b>	120,12	3:49
<b>Depot</b>	<b>Customer 14</b>	118,53	2:49
<b>Depot</b>	<b>Customer 15</b>	81,25	2:05
<b>Depot</b>	<b>Customer 16</b>	88,93	2:06
<b>Depot</b>	<b>Customer 17</b>	68,55	1:48
<b>Depot</b>	<b>Customer 18</b>	64,88	1:23

Zdroj: autor podle VRP Spreadsheet Solver (2019)

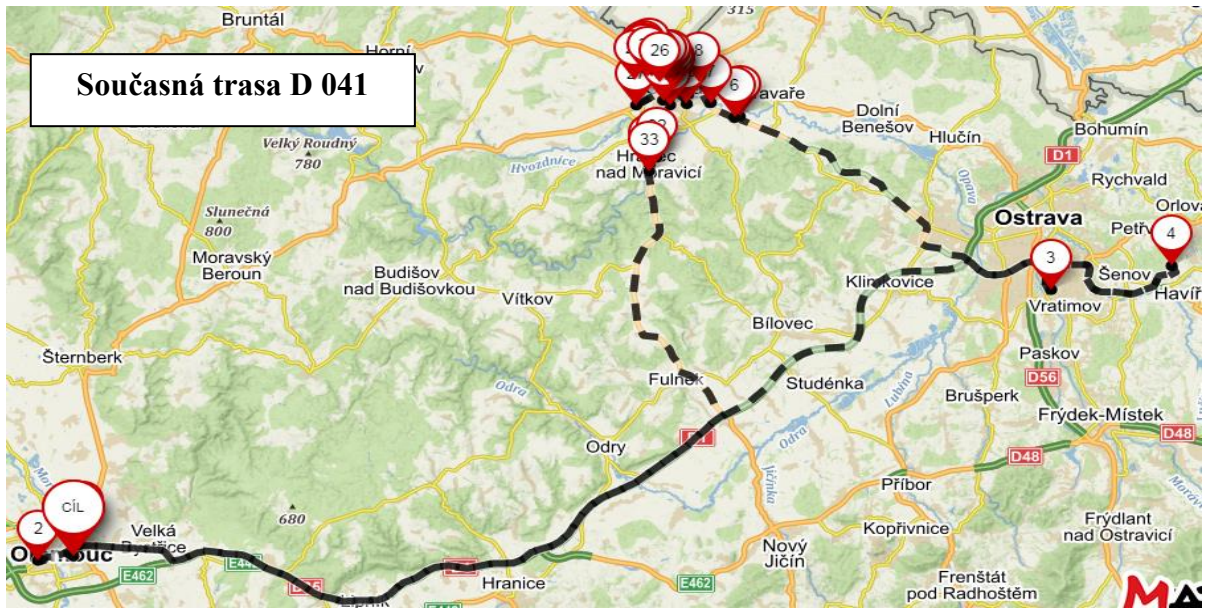
## Příloha D Grafické znázornění současných a navrhovaných tras severní Moravy

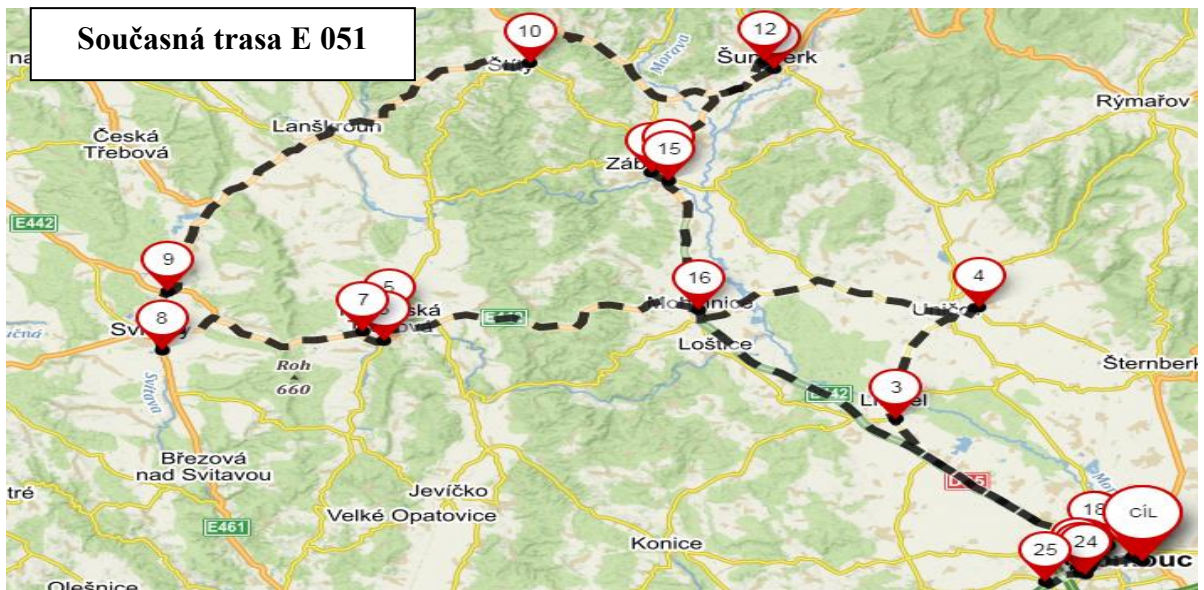






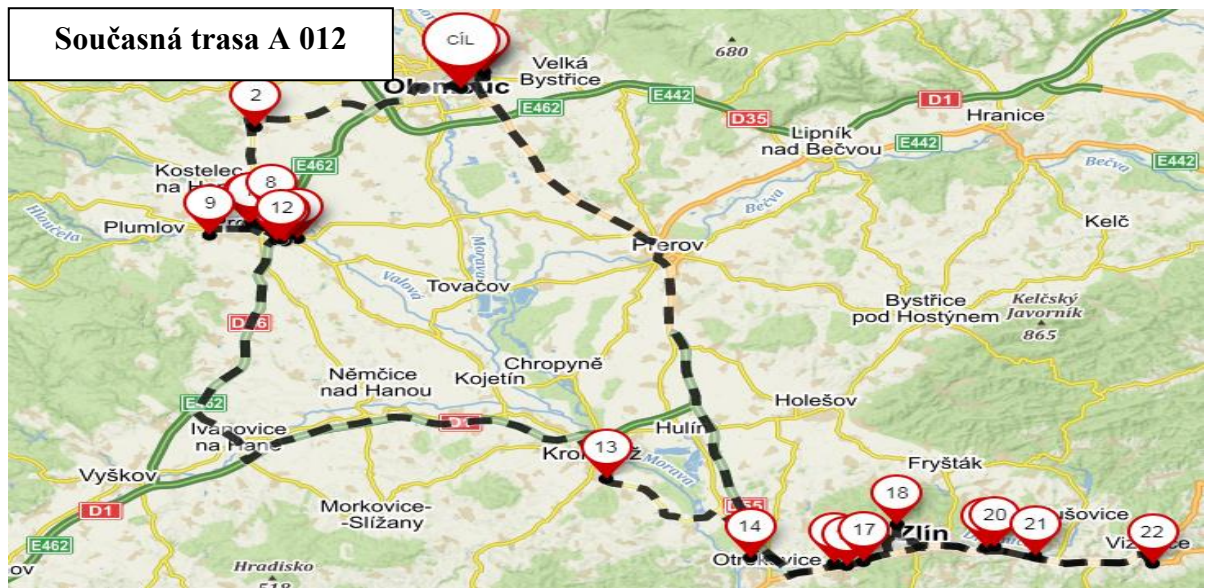


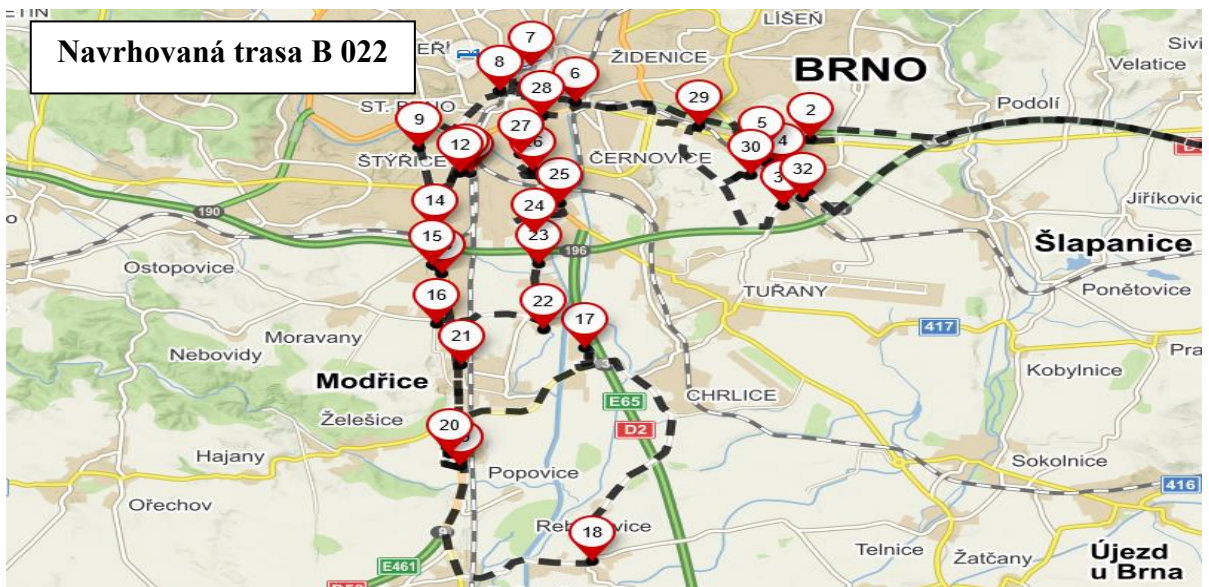
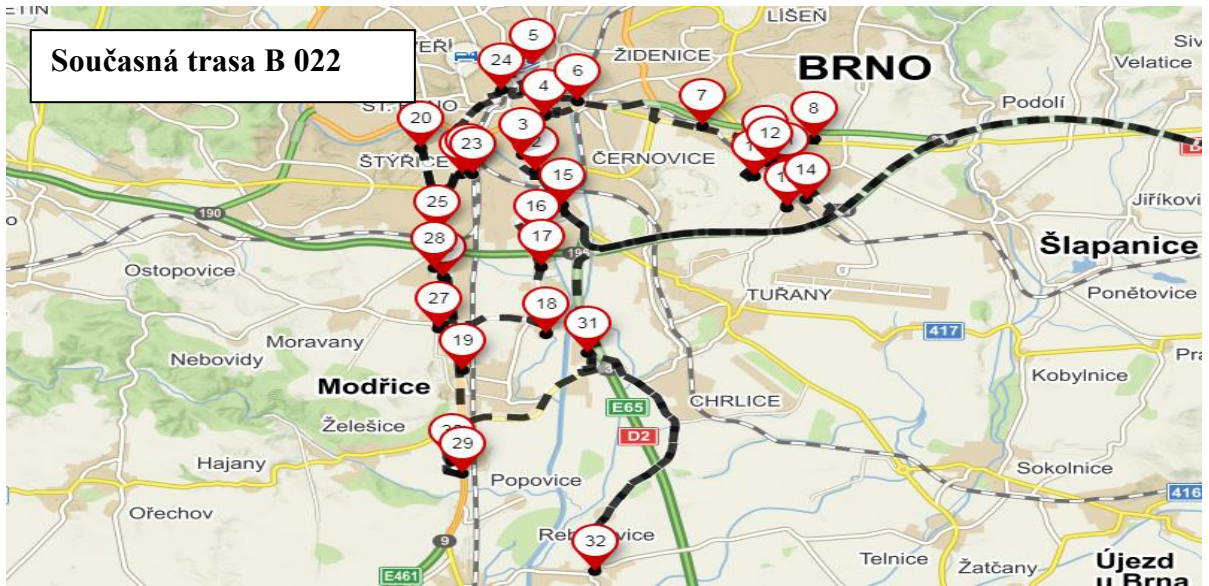


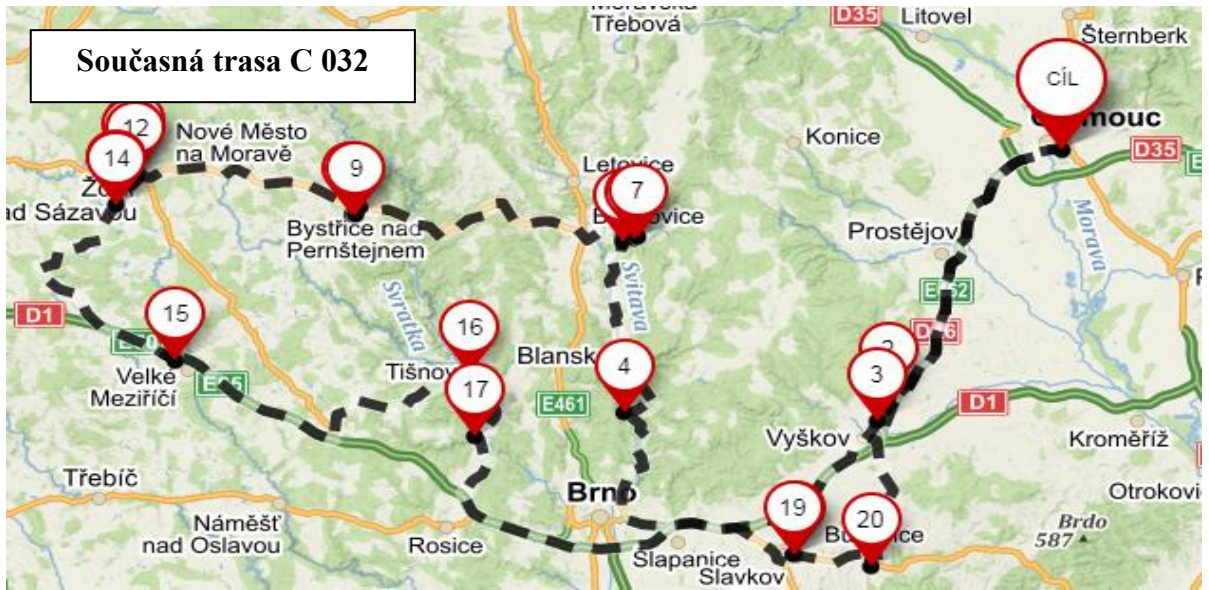


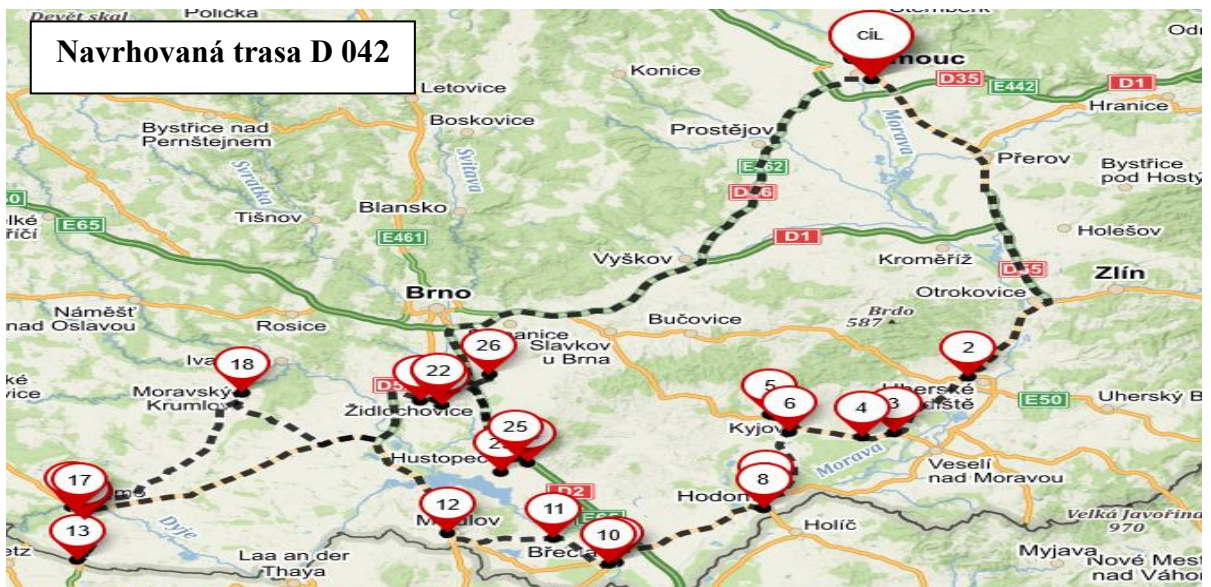
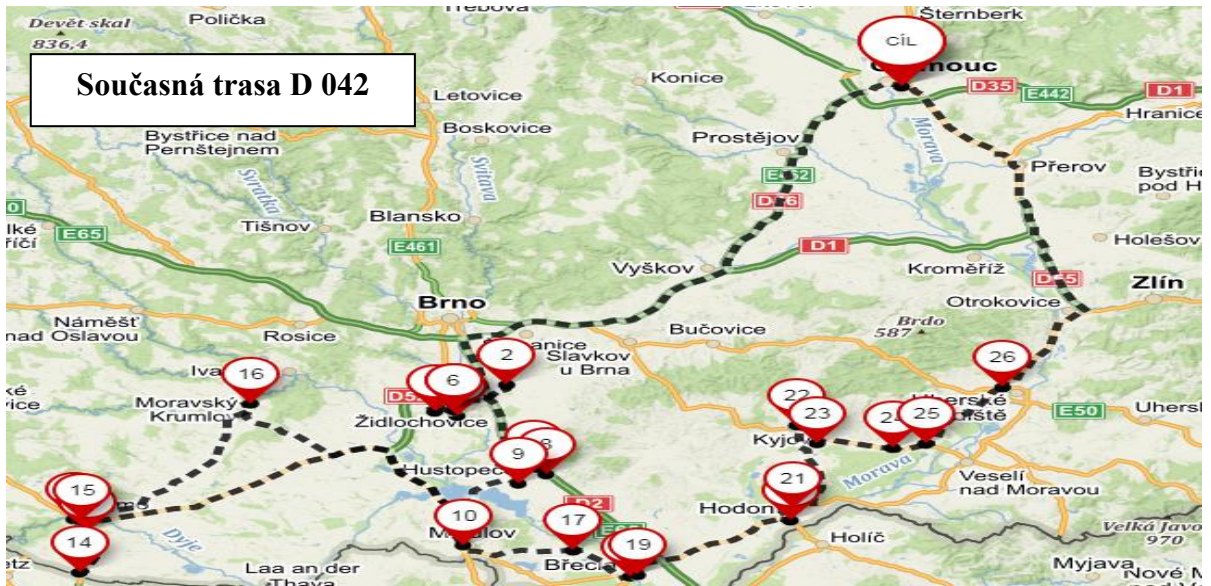
Zdroj: autor podle Mapy.cz (2019)

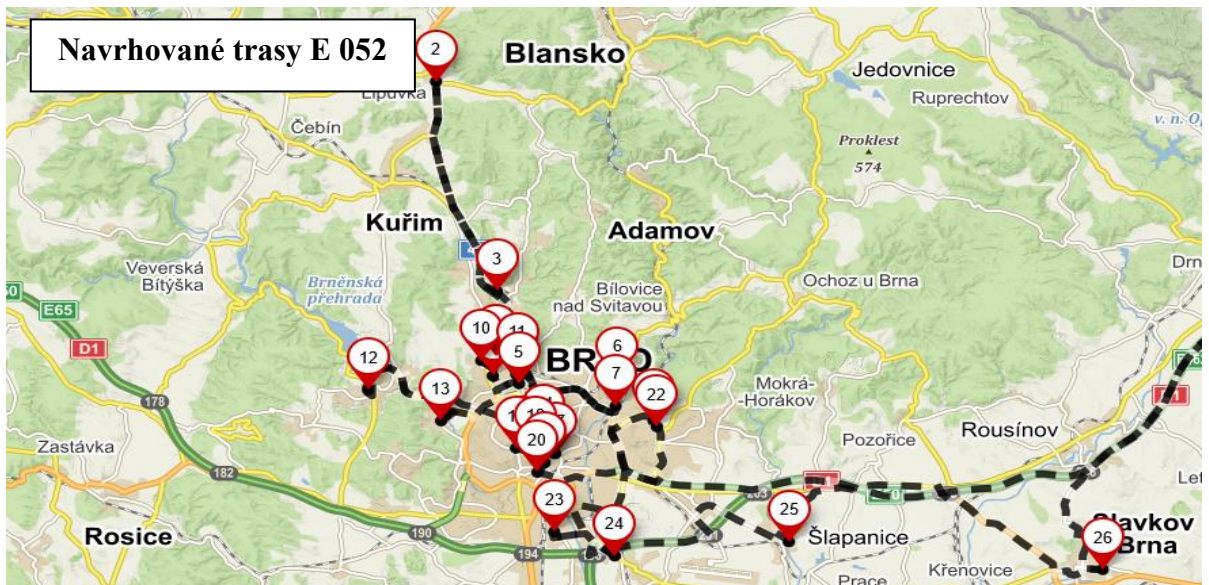
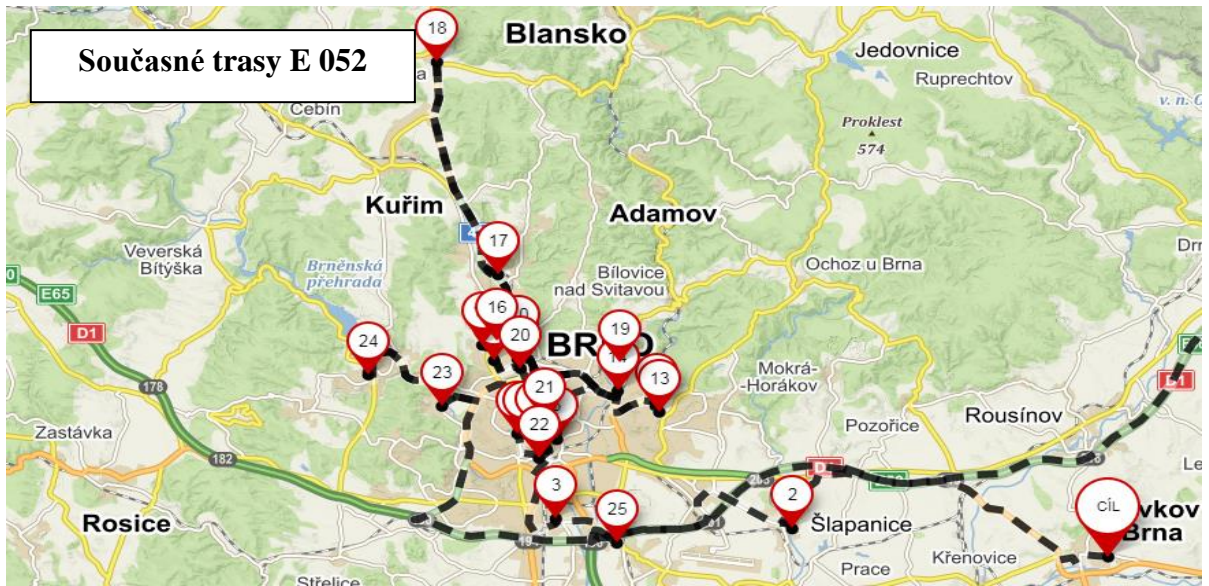
## Příloha E Grafické znázornění současných a navrhovaných tras jižní Moravy











Zdroj: autor podle Mapy.cz (2019)