

**Česká zemědělská univerzita v Praze
Provozně ekonomická fakulta
Katedra systémového inženýrství**



**Diplomová práce
Optimalizace rozvozu či svozu zemědělských a
potravinářských produktů**

Bc. Jiří Šíma

© 2016 ČZU v Praze

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jiří Šíma

Provoz a ekonomika

Název práce

Optimalizace rozvozu či svozu zemědělských a potravinářských produktů

Název anglicky

Optimization of Transportation of Agricultural and Grocery Products

Cíle práce

Cílem diplomové práce je optimalizace rozvozu produktů společnosti Pivovary Staropramen, s.r.o. Jednotlivé metody budou mezi sebou porovnány a výsledky vyhodnoceny ve snaze zvýšit produktivitu práce a snížení spotřeby pohonných hmot.

Metodika

Podmínkou pro řešení je nastudování odborné literatury a základní orientace v pojmech. Vybrané dopravní metody budou využity pro řešení praktického příkladu. Řešení bude probíhat několika různými variantami, které budou v konečné fázi porovnány mezi sebou. Na závěr budou zhodnoceny jednotlivé dopravní metody.

Doporučený rozsah práce

60-80

Klíčová slova

Okružní dopravní problém, plánování tras, optimální řešení, vozidlo, vzdálenost, kapacita

Doporučené zdroje informací

JABLONSKÝ, J.: Operační výzkum, Praha: Professional publishing, 2002. ISBN 978-80-86946-3

LAMBERT, D.M. Logistika: [případové studie, řízení zásob, přeprava a skladování, balení zboží]. Vyd. 2.

Brno: CP Books, 2005. ISBN 80-251-0504-0

STUART, E. Řízení zásob. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2008. ISBN 978-80-251-1828-3

ŠUBRT, T. a kolektiv: Ekonomicko-matematické metody, Plzeň: Aleš Čeněk, 2011. ISBN 978-80-7380-345-2

Předběžný termín obhajoby

2015/16 LS – PEF

Vedoucí práce

RNDr. Petr Kučera, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra systémového inženýrství

Elektronicky schváleno dne 21. 10. 2014

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 11. 2014

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 31. 03. 2016

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci „Optimalizace rozvozu či svozu zemědělských a potravinářských produktů“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 30. 3. 2016

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval mému vedoucímu diplomové práce panu RNDr. Petru Kučerovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné připomínky a rady při zpracování této práce a Ing. Igoru Krejčímu za konzultace diplomové práce. Dále bych rád poděkoval panu Jakubu Bejlkovi ze společnosti Pivovary Staropramen s.r.o. za poskytnutí informací pro účely této práce.

Optimalizace rozvozu či svozu zemědělských a potravinářských produktů

Optimization of Transportation of Agricultural and Grocery Products

Souhrn

Tato diplomová práce se zabývá optimalizací vybraných tras přímé distribuce společnosti Pivovary Staropramen s.r.o. Práce je rozdělena do dvou hlavních částí. První část obsahuje teoretické podklady, které uvedou do problematiky logistiky a vybraných pojmů v logistice a následně představují jednotlivé metody operačního výzkumu. Druhou část práce tvoří vlastní zpracování, ve kterém jsou zvolené trasy podrobeny optimalizaci za pomoci čtyř metod pro řešení okružního dopravního problému. Adresy jednotlivých odběratelů jsou získány od společnosti a vzdálenosti mezi nimi vygenerovány za pomoci vytvořeného modulu ve VBA. Následná aplikace optimalizačních metod je provedena v programu TSPKOSA. Na všech zkoumaných trasách došlo ke snížení ujeté vzdálenosti. Celková úspora je v závěru práce vyčíslena a společnosti doporučena implementace plánovacího softwaru.

Klíčová slova: Okružní dopravní problém, plánování tras, optimální řešení, matice sazeb, vzdálenost, metoda nejbližšího souseda, Vogelova aproximační metoda, metoda výhodnostních čísel, metoda větví a mezí

Summary

This thesis deals with optimization of chosen routes of direct distribution of the company Staropramen Brewery Ltd. The thesis is divided into two main parts. The first part provides theoretical basis, which introduces logistics and terms in logistics, used in the thesis, and subsequently represents different methods of operational research. The second part provides analysis of chosen routes which are solved with four methods for solving the problem of circle transport. Addresses of individual customers are obtained from the company and the distances between them are generated using VBA. Subsequent applications of optimization methods are performed in the program TSPKOSA. Reduction in covered distance comes up on all researched routes. Total savings are quantified in the conclusion and the company has a recommendation of implementing a planning software.

Keywords: Traveling salesman problem, routes planning, optimum solution, adjacency matrix, distance, nearest neighbor method, Vogel approximation method, Clark-Wright savings method, Branch and Bound method

Obsah

1	Úvod.....	10
2	Cíl práce a metodika	11
3	Teoretická východiska	13
3.1	Logistika a vybrané pojmy v logistice	13
3.1.1	Logistický systém	13
3.1.2	Logistický řetězec	14
3.1.3	Doprava a přeprava	15
3.1.4	Distribuce.....	15
3.1.5	Dopravní logistika.....	15
3.2	Operační výzkum	16
3.3	Matematické programování	17
3.4	Lineární programování	18
3.5	Teorie grafů.....	19
3.5.1	Základní pojmy teorie grafů	20
3.5.2	Optimální cesta v grafu.....	21
3.6	Distribuční úlohy	21
3.6.1	Jednostupňová dopravní úloha.....	22
3.6.2	Přiřazovací úloha	24
3.6.3	Okružní dopravní problém.....	25
3.7	Softwarová podpora	29
3.7.1	Vytvoření modulu ve VBA pro potřeby matice sazeb.....	29
3.7.2	TSPKOSA.....	30
4	Analytická část.....	31
4.1	O společnost Pivovary Staropramen s.r.o.	31
4.2	Charakteristika problému.....	33
4.3	Postup řešení	33
4.3.1	Trasa č. 1	34
4.3.2	Trasa č. 2.....	36
4.3.3	Trasa č. 3	38
4.3.4	Trasa č. 4.....	40
4.3.5	Trasa č. 5.....	43
4.3.6	Trasa č. 6.....	45
4.3.7	Trasa č. 7.....	48
4.3.8	Trasa č. 8.....	50
4.3.9	Trasa č. 9.....	53
4.3.10	Trasa č. 10.....	55
5	Vyhodnocení výsledků	58
5.1.1	Trasa č. 1	58
5.1.2	Trasa č. 2.....	59
5.1.3	Trasa č. 3	60
5.1.4	Trasa č. 4.....	61
5.1.5	Trasa č. 5.....	62
5.1.6	Trasa č. 6.....	63
5.1.7	Trasa č. 7.....	64

5.1.8	Trasa č. 8.....	65
5.1.9	Trasa č. 9.....	66
5.1.10	Trasa č. 10.....	67
5.1.11	Souhrnné zhodnocení.....	68
6	Závěr.....	70
7	Seznam použitých zdrojů.....	72
8	Seznam obrázků.....	74
9	Seznam tabulek.....	75
10	Přílohy.....	76

1 Úvod

Důležitým aspektem pro dobré fungování každé společnosti je minimalizovat náklady a maximalizovat zisky. Cena pohonných hmot je alfou a omegou nákladů, které společnosti vynakládají na dopravu. Cena pohonných hmot v posledních letech stále rostla a posouvala hranici svého maxima. Za poslední rok zažila tato komodita strmý pád a její současná cena je stejná, jako před 10 lety. Cenu této komodity však nedokážou společnosti ovlivnit, za to dokážou ovlivnit její spotřebované množství.

Existují v zásadě dvě možnosti, jak snížit množství spotřebovaných pohonných hmot. První možností je modernizace vozového parku. S rozvojem nových technologií vznikají nové vozy a jejich spotřeba klesá, avšak nemůže klesat do nekonečna. Tato možnost je sice časově poměrně nenáročná, ale za to velmi nákladná. Druhou možností je zaměření se na současné trasy a hledání možnosti, jak by se dala trasa obsloužit výhodněji se zachováním stávající kvality služeb. Tato možnost je časově náročnější, ale nestojí téměř nic, vyjma času vynaloženého na optimalizační plánování. Optimalizace těchto tras je to správné řešení.

Optimalizací svých dopravních tras mohou společnosti získat konkurenční výhodu, která může rozhodnout o jejich osudu. Tato optimalizace v sobě skrývá vlastně dvě úspory v jedné. Úspora, která se projeví hned je množství ujetých kilometrů a snížení nákladů na pohonné hmoty. Druhá úspora se projeví časem v závislosti na té první, jelikož klesnou také náklady na údržbu a servis vozidel např. opotřebení pneumatik, výměna oleje apod.

Optimalizace dopravních tras však není záležitostí jen podnikatelských subjektů, ale je součástí každodenních situací jedince, i když si to lidé často neuvědomují. Nevyužívají sice speciálních metod pro řešení těchto problémů a jejich trasy nejsou optimální, ale čím větší fyzickou námahu musí vynaložit, tím více a lépe většinou plánují např. pěší výlety, kdy si plánují navštívit co nejvíce různých hradů, zámků, skal apod. se snahou ujet co nejméně kilometrů. Nejčastěji se člověk snaží především o časovou úsporu.

Čím větší podíl mají ujeté kilometry na nákladech společnosti, tím větší důraz by měl být kladen na plánování těchto tras.

Ve své diplomové práci jsem se zaměřil na optimalizaci přímých distribučních tras společnosti Pivovary Staropramen s.r.o. za využití metod operační analýzy.

2 Cíl práce a metodika

Cílem této práce je optimalizace tras přímé distribuce pro druhou největší společnost působící na tuzemském pivovarském trhu a následné posouzení přínosu softwaru na plánování tras, který si společnost zamýšlí pořídit. Primárně by měla optimalizace tras společnosti zajistit snížení nákladů, které jsou vynakládány na pohonné hmoty při rozvozu svých produktů jejich odběratelům. Sekundárně se tento výsledek projeví na technickém stavu vozidel a nutnosti jejich údržby.

K dosažení cíle je zapotřebí seznámení se s teorií a metodami pro řešení dopravních okružních metod, které jsou následně aplikovány na praktickém příkladě.

Teoretické poznatky jsou získány studiem odborné literatury a dalších zdrojů informací. Podkladová data pro potřebu analytické části byla poskytnuta společností Pivovary Staropramen s.r.o., konkrétně logistickým specialistou společnosti pan Jakub Bejlek.

Společnost ze svého distribučního centra v Praze Radotíně vypraví každý den v průměru 120 nákladních vozidel pro potřebu přímé distribuce. Pro účel práce bylo vybráno jedno vozidlo a jeho distribuční trasy po dobu 10 dní.

Pro získání vzdáleností mezi jednotlivými místy na daných trasách byl vytvořen modul ve VBA, který generoval vzdálenosti ze serveru www.google.cz/maps. Tento modul po zadání adresy dvou míst vygeneroval jejich vzdálenost v metrech a urychlil, tak sestavení matic sazeb jednotlivých tras.

Jednotlivé trasy byly řešeny pomocí aplikace čtyř metod pro optimalizaci dopravních okružních metod, tj. metoda nejbližšího souseda, Vogelova aproximační metoda, metoda výhodnostních čísel a metoda větví a mezí. Pro řešení těchto metod bylo využito programu TSPKOSA. Po aplikaci výše uvedených metod byla vždy vybrána trasa s nejmenším počtem najetých metrů, tj. optimální trasa. Optimální trasa byla porovnána se současnou trasou společnosti. Tímto postupem došlo vždy k minimalizaci nákladů na distribuci.

Členění práce do kapitol vypadá následovně: V kapitole 3. je čtenář seznámen s danou problematikou. Jdou zde vysvětleny základní pojmy a jednotlivé metody pro způsob řešení daného problému. Další kapitola je orientovaná na využití v praxi a dochází

zde k samotnému řešení okružního dopravního problému. V poslední části jsou
zhodnoceny výsledky a shrnuty závěry plynoucí z práce.

3 Teoretická východiska

3.1 Logistika a vybrané pojmy v logistice

Pojem logistika jako takový bývá odvozován od řeckých slov logistikon nebo logos. Pojem logistikon označuje důmysl, rozum a pojem logos pak řeč, slovo, myšlenku nebo větu. [10]

Jako vědní obor je logistika poměrně mladá, první logistické myšlenky a koncepty se ve své systematizované podobě objevují teprve od padesátých let minulého století, nicméně kořeny logistiky jako takové bychom našli už ve starověkých civilizacích. Logistika byla nejprve uplatňována nejprve ve vojenství, až později se dostala do hospodářské sféry. V 60. letech minulého století se začíná logistika formovat jako samostatný obor lidské činnosti, který pomáhá zvyšovat efektivní řízení podniků a zajišťuje jim konkurenceschopné postavení na trhu. [10]

Existuje celá řada definic. Jedna z nich zní například takto: Logistika je disciplína, která se zabývá celkovou optimalizací, koordinací a synchronizací všech činností, jejichž řetězce jsou nezbytné k pružnému a hospodárnému dosažení daného konečného (synergického) efektu. [10], [12]

Cílem logistiky je co nejpružněji a nejhospodárněji uspokojit zákazníka. [18]

3.1.1 Logistický systém

Logistický systém představuje účelně uspořádanou množinu všech technických prostředků, zařízení, budov, cest a pracovníků podílejících se na uskutečňování logistických řetězců. [18]

Logistický systém jako celek tvoří informační systém, řídicí systém a materiálový systém.

- Informační systém – zabezpečuje záznam, uložení, zpracování, kontrolu a přenos dat souvisejících s logistickým provozem. Informační systém se dá členit do tří skupin na plánovací systém, dispoziční systém a vyřizovací systém.

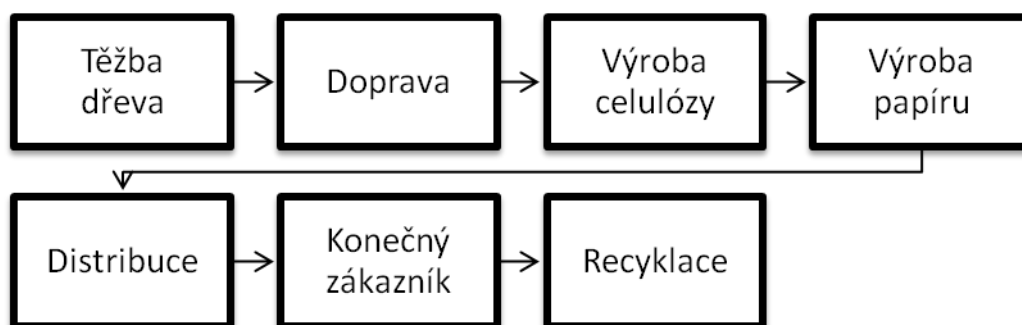
- Řídicí systém – zabývá se zpracováním informací v místě jejich vzniku nebo realizace, a to v reálném čase. Efektivnost takového řízení je ovlivněna kvalitou informací, jejich dostupností, použitelností a aktuálností.
- Materiálový systém – zabývající se evidencí materiálu a řízením materiálového zabezpečení. [10]

Cílem logistického systému podnik je upevnění a posílení pozice podniku jako ekonomického subjektu na trhu. [18]

3.1.2 Logistický řetězec

Logistický řetězec je složen z dílčích hmotných, informačních, peněžních, a jiných toků, které probíhají mezi různými subsystemy ve výrobě, dopravě, zásílatelství a v obchodě. [18]

V logistickém řetězci existují dva druhy prvků, těmito prvky jsou prvky aktivní a pasivní. Pasivní prvky logistického řetězce jsou např. suroviny, materiál, nedokončené výrobky, obaly, přepravní prostředky apod. Tyto prvky musejí překonat prostor a čas. Aktivními prvky realizují v logistických systémech základní logistické funkce. Tyto prvky uvádějí pasivní prvky do pohybu. Jedná se o technické prostředky a zařízení pro manipulaci, přepravu, skladování či balení, technické prostředky, zařízení sloužící k realizaci operací s informacemi a především pak lidé. [10]



Obrázek 1: Příklad logistického řetězce s vazbou na vnější svět, Zdroj: [10]

3.1.3 Doprava a přeprava

Doprava je souhrnem jednotlivých účelných činností, pomocí nichž se uskutečňuje pohyb dopravních prostředků po dopravních cestách, přičemž jako dopravní prostředky je možno označit veškerá technická zařízení, prostřednictvím nichž dochází k přemístění materiálů, výrobků či zboží. [10]

Doprava je nositelem hmotného toku v logistice. [13]

Dopravu obecně členíme na vnitřní (vnitropodnikovou) a vnější (mezipodnikovou). Mezi nejznámější druhy vnější dopravy používané v systému lokálních až globálních dodavatelských řetězců řadíme silniční, železniční, vodní a leteckou dopravu. [9]

Přeprava je tou částí dopravy, kterou se uskutečňuje přemístění osob či materiálů s využitím určených přepravních a dopravních prostředků, přičemž jako přepravní prostředky jsou označovány veškeré technické prostředky, které umožňují provedení přepravy dopravním prostředkem (např. palety, přepravky, roltejnery). [10]

3.1.4 Distribuce

Distribuce je procesem, který umísťuje výrobek na trh, přičemž tento proces zahrnuje současně také skladovací a dopravní operace související s pohybem výrobků ve směru k zákazníkovi. [10]

Distribuční logistika se zabývá především volbou stanovišť distribučních skladů, procesem skladování, komisionářstvím a obalovým hospodářstvím, výstupem zboží z podniku a dopravou. [10]

Distribuci lze v základní podobě rozlišit na přímou a nepřímou. Přímá distribuce je cestou výrobku od výrobce přímo k zákazníkovi bez využití distribučních mezičlánků naopak nepřímá distribuce představuje cestu přes distribuční mezičlánek, kterým může být maloobchod či velkoobchod. [10]

3.1.5 Dopravní logistika

Dopravní logistika se zabývá koordinací, synchronizací a celkovou optimalizací všech hmotných a nehmotných procesů při pohybu zásilek v dopravní síti. Do řešení

zahrnuje problémy manipulace, skladování, balení a servisních služeb. Klíčovým článkem celého dopravního řetězce je zákazník. [13]

Rozvoj dopravní logistiky plně závisí na úrovni dopravní infrastruktury daného státu či regionu. Poptávka po dopravě má rostoucí trend, proto je nutné počítat s rozvojem a modernizací dopravních sítí. [13]

Cílem dopravní logistiky je takové pojetí úkolů a dílčích procesů, které vede k minimalizaci nákladů na logistické řetězce při dosažené výkonnosti. [13]

3.2 Operační výzkum

Operační výzkum lze charakterizovat, jako vědní disciplínu nebo spíše soubor relativně samostatných disciplín, které jsou zaměřeny na analýzu různých typů rozhodovacích problémů. [5]

Poměrně dobře lze však přiblížit podstatu operačního výzkumu, pokud tento termín vyjádříme jako výzkum operací. Takto pozměněný termín říká mnohé jak o metodách operačního výzkumu, tak i o oblastech jeho aplikací. [5]

Počátky operačního výzkumu spadají už do 30. a 40. minulého století a je spojen se jmény G. B. Danzing nebo L. Kantorovič. Rozvoj této disciplíny nastal v polovině 20. století, kdy byla využívána při plánování vojenských operací, odtud se vzalo slovo „operační“ v názvu disciplíny. Významného rozvoje dosáhla disciplína v 50. letech minulého století, kdy došlo k bouřlivému poválečnému ekonomickému vývoji. Rozvoj tedy vyplýval z praktických potřeb. Dalším faktorem ovlivňující rozvoj operačního výzkumu je rozvoj výpočetní techniky. V současné době jsou pracoviště se specializací na operační výzkum v mnoha zemích po celém světě. [1], [5]

Operační výzkum nachází uplatnění všude tam, kde se jedná o analýzu a koordinaci provádění operací v rámci nějaké systému. Cílem je přitom stanovit takovou úroveň provádění těchto operací nebo jejich vzájemný vztah, aby bylo zajištěno co možná nejlepší fungování celého systému. Operační výzkum je tedy možné charakterizovat i jako prostředek pro nalezení nejlepšího (optimálního) řešení daného problému při respektování celé řady různorodých omezení, které mají na chod systému vliv. [6]

Operační výzkum v sobě spojuje optimalizační nástroje jako např. lineární a celočíselné programování, modelovací techniky s kořeny v teorii pravděpodobnosti, teorii her a další. [1]

3.3 Matematické programování

Matematické programování je odvětví operačního výzkumu, které patří mezi poměrně mladé obory. Za dobu své existence však dokázalo vyřešit celou řadu problému spojených s efektivním rozdělováním omezených prostředků. Aplikace matematického programování lze najít téměř ve všech odvětvích, v nichž dochází k formulování a realizaci rozhodovacích procesů.

Předmětem matematického programování je sestava a řešení matematických modelů reálných situací vyskytujících se v běžném životě.

Na matematický model jsou obecně kladeny následující požadavky:

- musí co nejpřesněji vystihovat reálnou situaci, kterou modeluje
- musí být co nejjednodušší (tj. např. musí obsahovat co nejmenší počet proměnných apod.)

Je zřejmé, že některé z požadavků se mohou vzájemně vylučovat, že zdůraznění některého z kritérií může vést k oslabení kritéria jiného. Je tedy nezbytné najít patřičnou vyváženost mezi jednotlivými požadavky. [2]

Matematické programování se věnuje řešení optimalizačních úloh, ve kterých se jedná o nalezení extrému daného kritéria (definovaného ve tvaru kritériální funkce n proměnných) na množině variant určených soustavou omezujících podmínek (ve tvaru lineárních nebo nelineárních rovnic či nerovnic). [3]

Každý matematický model je obecně složen ze dvou základních částí. Ze soustavy omezujících podmínek, které vymezují množinu přípustných řešení a z účelové funkce, která umožňuje posoudit kvalitu jednotlivých přípustných řešení z pohledu optimalizačního kritéria. [2]

Matematický model úlohy matematického programování je možné zapsat následovně:

maximalizovat (minimalizovat)

$$z = f(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (1)$$

za podmínek

$$g_1(x_1, x_2, \dots, x_n) \geq 0, \quad (2)$$

$$g_2(x_1, x_2, \dots, x_n) \geq 0, \quad (3)$$

⋮

$$g_m(x_1, x_2, \dots, x_n) \geq 0, \quad (4)$$

$$x_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n, \quad (5)$$

kde n je počet proměnných modelu, m je počet jeho omezujících podmínek a $f(x)$, $g_i(x)$, $i = 1, 2, \dots, m$ jsou obecné funkce n proměnných. Z matematického hlediska jde o určení hodnot proměnných modelu x_j tak, aby byly respektovány všechny omezující podmínky úlohy (rovnice a nerovnice), a aby byl dosažen extrém dané kritériální funkce. [6]

3.4 Lineární programování

Lineární programování je disciplínou operačního výzkumu, která se zabývá řešením rozhodovacích problémů, jejichž podstatou je určení intenzit realizace procesů, které probíhají (nebo mohou probíhat) v daném systému tak, aby byly respektovány všechny podmínky, v rámci kterých mohou tyto procesy probíhat, a aby byl sledovaný cíl rozhodování splněn co nejlépe. [5]

Termín lineární programování je složen ze dvou slov, která poměrně přesně vystihují podstatu tohoto odvětví operačního výzkumu. Slovo programování nemá v tomto termínu nic společného s jeho dnes běžným významem, kterým je programování počítačů v nějakém programovacím jazyku. Programování je zde spíše synonymem pro plánování nebo vytváření programů (scénářů) budoucího vývoje. Slovo lineární vyjadřuje, že jsou všechny vazby v modelech lineárního programování vazbami lineárními, tzn. všechny matematické funkce lineární. Lineární programování je tedy prostředkem pro plánování realizace určitých procesů (činností), který zabezpečuje dosažení optimálního výsledku ve vztahu k definovanému cíli. [6]

Vznik lineárního programování je datován do přelomu třicátých a čtyřicátých let dvacátého století. V roce 1939 sovětský vědec L. V. Kantorovič v článku *Matematické metody v organizaci a plánování výroby* formuloval některé optimalizační problémy řízení výroby ve tvaru úloh lineárního programování a navrhl i metodu jejich řešení. V roce 1941 se anglický vědec F. L. Hirschcock zabýval optimalizačními problémy vedoucími na dopravní úlohu. Největší zásluhu na rozvoji teorie lineárního programování měl Američan G. B. Danzinger, který v letech 1947 – 1949 spolu s R. Hurwitzem a T. S. Koopmansem zformuloval všeobecnou úlohu lineárního programování a vyvinul simplexový algoritmus na její řešení. [8]

Lineární programování je nejlépe zpracovanou částí matematického programování. Zabývá se teorií a numerickými metodami určování extrémů lineárních funkcí mnoha proměnných s lineárními omezujícími podmínkami. [2]

O model lineárního programování půjde v případě, kdy pro matematickou formulaci optimalizačního modelu bude využito pouze lineárních funkcí, rovnic a nerovnic. Lineární modely ovšem zobrazují systém s určitou mírou nepřesnosti. Tato nepřesnost vyplývá z předpokladu linearity zobrazovaných procesů a deterministického charakteru parametrů modelu, nicméně i přesto poskytují důležité informace pro podporu rozhodování. [14]

Úlohy lineárního programování nabízejí dvě možnosti řešení, kterými jsou řešení přípustné a optimální. Přípustné řešení je řešení, které vyhovuje podmínkám úlohy, tzn. Všem vlastním omezením i podmínkám nezápornosti. Optimální řešení je přípustné řešení s nejlepší hodnotou účelové funkce. V případě maximalizace s nejvyšší hodnotou a v případě minimalizace s nejnižší hodnotou. [6]

Pro svoji jednoduchost a širokou použitelnost se lineární programování stalo jednou z nejrozšířenějších metod využívaných při rozhodování. [14]

3.5 Teorie grafů

Mnoho reálných systémů je možné znázornit ve formě grafů, které se skládají z uzlů a hran, což jsou spojnice mezi nimi. Takový graf může znázorňovat např. distribuční síť. Uzly grafu v takové síti mohou být interpretovány jako distribuční centra, hrany potom jako spojnice mezi nimi. Grafická reprezentace reálného systému je velmi názorná a srozumitelná i pro neoborníky v matematickém modelování. [6]

3.5.1 Základní pojmy teorie grafů

Graf je dvojice $G = (V, E)$, kde V je množina, jejíž prvky se nazývají vrcholy nebo uzly grafu, E je množina neuspořádaných dvojic $\{u, v\}$, kde u, v jsou dva různé prvky množiny V . Prvky množiny E nazýváme hranami grafu. Množiny V, E grafu G budeme značit $V(G), E(G)$. [7]

Jestliže je počet uzlů konečný, hovoříme o konečném grafu, v opačném případě jde o graf nekonečný. [17]

Hranám grafu je možno přisuzovat i zcela určitý směr. Takové hrany pak nazýváme orientované a graf, jehož jsou součástí, orientovaným grafem. Jestliže hrany grafu nemají tuto vlastnost, hovoříme o hranách neorientovaných. [16]

Pokud hrana e obsahuje uzel v , říkáme, že e a v spolu incidují. Uzly, které incidují se stejnou hranou se nazývají sousední uzly. Množina všech sousedních uzlů uzlu v se nazývá okolí uzlu v . [14]

Počet hran, které s uzlem incidují, se nazývá stupeň uzlu. Počet hran, pro které je daný uzel počátečním, resp. koncovým, se nazývají výstupní respektive vstupní stupeň uzlu. Uzel se vstupním stupněm 0 bývá pojmenován pojmy počáteční uzel grafu, vstupní uzel, vstup. Uzel s výstupním stupněm 0 bývá nazýván pojmy koncový uzel grafu, výstupní uzel, výstup. [14]

Částečně orientovaným grafem rozumíme graf, který obsahuje orientované i neorientované hrany zároveň. [14]

Hranově ohodnocený graf je graf, ve kterém jsou jednotlivým hranám přiřazeny určité hodnoty. [19]

Uzlově ohodnocený graf je graf, jehož uzlům jsou přiřazeny určité hodnoty. [19]

Cesta v grafu je taková posloupnost orientovaných hran, kdy vždy následující hrany začínají v uzlu, v němž končí hrana předcházející. [19]

Cyklus je označení pro speciální typ cesty, která začíná a končí ve stejném uzlu. [6]

Řetězem se nazývá cesta bez ohledu na orientaci hran. [19]

Souvislým grafem je graf, mezi jehož všemi dvojicemi uzlů existuje alespoň jeden řetěz (cesta), který je spojuje. Nesouvislý graf tuto vlastnost nemá. [16]

Jestliže v grafu existuje mezi některou dvojicí uzlů v jednom směru větší počet hran než jedna, hovoříme o multigrafu. [16]

Stromem nazýváme souvislý graf, který neobsahuje žádný cyklus. [16]

Jestliže z grafu vynecháme některé uzly a příslušné hrany těchto uzlů, vznikne podgraf původního grafu. [16]

Částečný graf původního grafu vznikne v případě, kdy z grafu vynecháme pouze některé hrany. [19]

Sít' je graf, který je konečný, souvislý, orientovaný, acyklický, ohodnocený, v němž existují jeden počáteční a jeden koncový uzel. [19]

3.5.2 Optimální cesta v grafu

Častou úlohou z praxe je najít v reálné distribuční (např. silniční) síti nejkratší spojení mezi dvěma místy. V grafické prezentaci zobrazují dva uzly tato místa, ostatní uzly křižovatky, hrany spojnice a jejich ohodnocení kilometrové vzdálenosti mezi nimi. Jde o to, najít nejkratší cestu v grafu mezi dvěma uzly. Úloha se může řešit jak v orientovaných, tak neorientovaných grafech. [14]

Nejrozšířenější a nejčastěji využívanou metodou pro řešení této úlohy je Dijkstrův algoritmus. [14]

3.6 Distribuční úlohy

Distribuční úlohy patří do speciální skupiny úloh lineárního programování. Zařazujeme mezi ně problémy jednostupňové, dvoustupňové, přiřazovací, zobecněné, okružní, trasovací a mnoho dalších. K řešení některých z těchto úloh umožňují jejich specifické vlastnosti použít speciální metody, které jsou jednodušší než simplexová metoda. U jiných by naopak velikost modelů i při malé velikosti úlohy tzn. malému počtu míst, mezi nimiž je třeba zajistit přepravu, vyžadovala výpočetní kapacitu, která neumožní efektivně nalézt jejich přesné teoretické optimum. [14]

3.6.1 Jednostupňová dopravní úloha

Jednostupňová dopravní úloha (dále jen JDÚ) představuje úlohu, kde množina subjektů označovaných jako dodavatelé, nabízí určitý homogenní produkt jiným subjektům, označovaným jako spotřebitelé. Každý dodavatel je charakterizován kapacitou, tj. množstvím jednotek, který je schopný podat. Každý spotřebitel potřebuje získat určité množství jednotek, které budeme nazývat jeho požadavkem. V reálné praxi se při přepravě mezi jednotlivými dodavateli a spotřebiči užívají jednotkové přepravní náklady, tj. náklady, spojené s přepravou jedné jednotky produktu. [3]

Cílem JDÚ je uspokojit požadavky všech spotřebitelů při minimálních celkových přepravních nákladech, přičemž nesmí být překročena kapacita žádného z dodavatelů.

Je dáno m dodavatelů D_1, D_2, \dots, D_m a n spotřebitelů S_1, S_2, \dots, S_n . Kapacitu i -tého dodavatele označíme a_i ($i = 1, 2, \dots, m$), požadavek j -tého odběratele b_j ($j = 1, 2, \dots, n$) a jednotkové náklady mezi i -tým dodavatelem a j -tým odběratelem jako c_{ij} . Hledané množství zboží, které má být mezi jednotlivými dodavateli a spotřebiteli přepravováno je označeno x_{ij} . [3]

Vyváženost JDÚ:

Vyvážená JDÚ je v případě, kdy se celková kapacita všech dodavatelů rovná součtu požadavků všech odběratelů (6). Podmínka vyváženosti JDÚ je podmínkou pro její řešitelnost.

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j \quad (6)$$

V případě, kdy je objem kapacity dodavatelů větší než objem požadavků spotřebitele (7).

$$\sum_{i=1}^m a_i > \sum_{j=1}^n b_j \quad (7)$$

Přidáme do JDÚ fiktivního spotřebitele (8). Trasy fiktivního spotřebitele ohodnotíme nulovými sazbami, jelikož tyto trasy nebudou realizovány.

$$b_{n+1} = \sum_{i=1}^m a_i - \sum_{j=1}^n b_j \quad (8)$$

Pokud je objem požadavků spotřebitelů větší než objem kapacit dodavatelů (9).

$$\sum_{i=1}^m a_i < \sum_{j=1}^n b_j \quad (9)$$

Doplníme do JDÚ fiktivního dodavatele (10). Trasy od fiktivního dodavatele ohodnotíme nulovými sazbami, jelikož tyto trasy nemohou být realizovány.

$$a_{m+1} = \sum_{j=1}^n b_j - \sum_{i=1}^m a_i \quad (10)$$

[14]

Matematický model JDÚ:

Máme najít minimum funkce:

$$z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \text{MIN} \quad (11)$$

Za podmínek

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (12)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (13)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (14)$$

[19]

Dopravní tabulka:

Veškeré údaje o dopravním problému se zapisují do dopravní tabulky obrázek. V této tabulce následně také probíhá výpočet. [14]

Dodavatelé	Spotřebitelé				Kapacity dodavatelů a_i
	S_1	S_2	...	S_n	
D_1	c_{11} x_{11}	c_{12} x_{12}	...	c_{1n} x_{1n}	a_1
D_2	c_{21} x_{21}	c_{22} x_{22}	...	c_{2n} x_{2n}	a_2
...		
D_m			...		a_m
Požadavky spotřebitelů b_j	b_1	b_2	...	b_n	

Tabulka 1: Dopravní tabulka [14]

Metody pro výpočet JDÚ:

- Indexová metoda
- Metoda severozápadního rohu
- Vogelova aproximační metoda

3.6.2 Přiřazovací úloha

Tento typ úlohy předpokládá existenci dvou různých množin, jejichž prvky je nutné vzájemně přiřadit, aby bylo dosaženo maximálního efektu, který je vyjádřen formou maximalizačního či minimalizačního kritéria. V praxi se s tímto problémem lze setkat např. při přiřazování manažerů k projektům, pracovníkům ke strojům, opravářů k přístrojům apod., kdy chceme dosáhnout minimální celkové vzdálenost přepravy, maximální výkonnosti pracovníků apod. [3]

Přiřazovací problém je možno charakterizovat jako silně degenerovanou slovní úlohu, která má tyto charakteristické rysy:

- Matice sazeb je čtvercová (počet dodavatelů = počet spotřebitelů)

- Kapacity a požadavky jsou rovny 1 (každá jednotka z každé skupiny bude přiřazena právě jednou) [19]

Přiřazovací problém je úloha, pro kterou se nemusí používat standardní algoritmy pro řešení úloh lineárního programování. Pro řešení přiřazovacího problému byla vyvinuta speciální metoda, která se označuje jako maďarská metoda. [6]

3.6.3 Okružní dopravní problém

Okružní dopravní problém, někdy též označován jako problém obchodního cestujícího či také zkratkou TSP¹, patří z matematického hlediska mezi tzv. NP-úplné problémy, pro které neexistuje žádný efektivní algoritmus, který by našel přesné matematické optimum. Toto je způsobeno tím, že počet omezujících podmínek v matematickém modelu této úlohy roste velmi rychle (exponenciálně) s rostoucím počtem míst, a tak doba výpočtu jakoukoli metodou roste v nejlepším případě stejně rychle a již pro středně velké úlohy by byla nesrovnatelně větší než např. délka lidského života.

Existuje řada aproximačních metod, jejichž řešení lze považovat za ekonomické optimum. [15]

Cílem těchto úloh je vyjít z nějakého výchozího stanoviště (např. A_0) a navštívit postupně místa A_1, A_2, \dots, A_m právě jednou a vrátit se do místa A_0 , tak aby byla délka této trasy co nejkratší.

Okružní dopravní problém má velké množství reálných aplikací - v podstatě všude tam, kde se jedná o pravidelný rozvoz případně svoz jakýchkoliv produktů (pekárny, mlékárny, zásobování prodejen a skladů, svoz komunálního odpadu atd.). [5]

Existují základní dva typy okružních dopravních problémů, které se liší charakterem cestní sítě.

- Problém s úplnou sítí cest, ve které existuje mezi libovolnými dvěma místy přímé spojení.
- Problém s neúplnou sítí cest, ve kterém nelze realizovat přímé spojení každé dvojice míst. [18]

¹ Travelling Salesman Problem

3.6.3.1 Jednookruhový okružní dopravní problém

Jednookruhový okružní dopravní problém (dále jen JODP) je nejjednodušším typem okružních úloh. Přeprava mezi všemi obsluhovanými místy má být v tomto případě realizována jedním okruhem. Často bývá označován jako problém obchodního cestujícího či okružní dopravní problém. [14]

Obecná formulace JODP zní následovně: Je dáno n míst (měst, uzlů) a sazba c_{ij} pro každou dvojici těchto měst (i, j) představující např. vzdálenost, spotřebu času nebo náklady pro přímé (či nejvýhodnější) spojení z místa i do místa j . Cílem této úlohy je propojit všechna místa okružním spojením, tj. najít takovou posloupnost těchto míst, ve které se každé z nich vyskytuje právě jednou s výjimkou počátečního, které se objeví opět na jejím konci, aby součet sazeb pro jednotlivá spojení v této posloupnosti byl minimální. [14]

Matematický model:

$$z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow MIN \quad (15)$$

za podmínek

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (16)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (17)$$

$$u_i - u_j + nx_{ij} \leq n - 1 \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad j = 1, 2, \dots, n; \quad i \neq j \quad (18)$$

$$x_{ij} \in \{0; 1\} \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (19)$$

[14]

Okružní trasu lze popsat tak, že každému projetému místu je přiřazeno místo, které jej na okružní trase následuje. Aby bylo zabráněno situaci, kdy budou jednotlivá místa obslužena několika samostatnými okruhy, jsou k modelu přidány tzv. Turckerovy podmínky (18). Obtížnost úlohy (NP-úplnost) je zaručena podmínkou bivalentnosti proměnných (19). Pokud by byla tato podmínka (19) nahrazena podmínkami nezápornosti proměnných, optimální hodnoty proměnných by mohly vyjít v desetinných číslech.

Je-li tedy $x_{ij} = 1$, znamená to, že při průjezdu okruhem z i -tého místa se pokračuje do j -tého, v opačném případě $x_{ij} = 0$. [14]

3.6.3.2 Víceokruhový okružní dopravní problém

Víceokruhový okružní dopravní problém (dále jen VODP) nám vznikne, pokud je nutné JODP rozdělit do více okruhů. To je nutné, jestliže jsou dána omezení, která mohou být např. kapacitní či časová. [14]

Kapacitní omezení je nejčastějším důvodem pro rozdělení přepravy do více okruhů. Kapacita vozidla často nestačí pokrýt požadavky všech míst, které je nutné uspokojit. Nejjednodušším možným případem je případ, kdy předpokládáme, že všechna vozidla jsou stejná a mají stejnou kapacitu, která je menší než veškeré požadavky na přepravu. [14]

Pro řešení tohoto dopravního problému je nutné naplánovat několik okruhů tak, aby každý začínal a končil v centrálním místě. Zároveň suma přepravovaného množství všech necentrálních míst, které se na něm nacházejí, nesmí překročit kapacitu vozidla. Každé necentrální místo musí ležet právě na jednom okruhu a ideálně je obsluženo pouze jednou. Celková ujetá vzdálenost má být minimální. [14]

Metodou pro řešení této dopravní úlohy je Mayerova metoda. [14]

3.6.3.3 Metody výpočtu použité v analytické části

Metoda nejbližšího souseda

Jedná se nejjednodušší aproximační metodu pro okružní dopravní problém. Princip této metody spočívá v tom, že dojde ke zvolení výchozího místa a ze zvoleného místa se pokračuje do místa, které má k výchozímu místu nejvýhodnější spojení. Odkud se následně pokračuje do dalšího místa, které ještě nebylo navštíveno, a které má nejvýhodnější spojení z místa, kde se právě nachází. Tento postup se opakuje až do projetí všech míst. Po projetí všech míst dochází k návratu zpět do místa výchozího. [18]

Výpočet v matici sazeb probíhá postupně následovně. Vyškrtně se sloupec, který odpovídá výchozímu místu. V řádku odpovídajícím výchozímu místu se nalezne s nejvýhodnější (minimální) sazbou a obsadí se, tj. příslušné spojení se stává součástí výsledné trasy. Tímto spojením došlo k přesunu do místa, kterému odpovídá sloupec, v němž se tato buňka nachází. Daný sloupec se vyškrtně, jelikož se do tohoto místa již nevrací. V řádku odpovídajícím tomuto místu se vybere z buněk v dosud nevyškrtnutých sloupcích opět ta s nejvýhodnější sazbou. Celý postup se opakuje do té doby, dokud nejsou

všechny sloupce vyškrtány (tj. nejsou navštívena všechna místa). V řádku, v němž jsme se ocitli nakonec, se obsadí buňka ve sloupci odpovídajícím výchozímu místu. [18]

Postupně se zvolí všechna místa jako místa výchozí a pro každé místo se tímto způsobem najde okružní trasa. Ze všech takto nalezených tras se vybere ta nejvýhodnější (s nejmenším součtem sazeb). [14]

Vogelova aproximační metoda

Vogelova aproximační metoda využívá rozdílů mezi dvěma nejvýhodnějšími sazbami v řadách matice sazeb. Tím zajišťuje v průběhu celého výpočtu rovnoměrné obsazování výhodných spojů. [14]

V každé řadě (řádku i sloupci) matice sazeb se vypočítá diference mezi dvěma nejvýhodnějšími (minimálními) sazbami. V řadě s největší diferencí se obsadí buňka a vyškrtne se jak řádek, tak i sloupec, ve kterých se obsazovaná buňka nachází, a kromě toho je třeba vyškrtnout ještě jednu další buňku, která s právě obsazenou buňkou a případně ještě několika již dříve obsazenými uzavírá kruh, který neprochází všemi místy. Po tomto vyškrtání je potřeba přepočítat řádkové i sloupcové diference. Tento postup se opakuje až do chvíle, kdy dojde k úplnému vyškrtání řádků a sloupců. Výsledná trasa se sestaví z označených buněk. K určení délky této trasy dojde sečtením sazeb buněk. [14]

Metoda výhodnostních čísel

Autory této metody jsou G. Clark a W. Wright. Jedná se o jednu z nejstarších, ale přitom často používanou metodu pro řešení okružních dopravních úloh. [11]

Algoritmus výpočtu metody je následující: Nejprve se vybere libovolně jeden z uzlů, dále značen číslicí 0. Pro každou dvojici ostatních uzlů i, j se spočte pro přímou trasu mezi nimi (se sazbou c_{ij}) výhodnostní číslo $s_{ij} = c_{i0} + c_{0j} - c_{ij}$. Trasy se řadí podle výhodnostních čísel od největšího po nejmenší. Postupně se v tomto pořadí zpracovávají a přidávají do okruhu, pokud mohou s dosud zařazenými tvořit okruh. Tímto postupem nakonec vznikne cesta procházející všemi uzly kromě uzlu 0, který již jen zbývá k řešení připojit. Uvedený postup je vhodné provést pro všechny možné volby uzlu 0 a jako řešení vybrat nejlepší takto získané. [11]

Metoda větví a mezí

Metoda větví a mezí též nazývaná jako metoda větví a hranic se nejčastěji používá pro řešení celočíselných úloh lineárního programování. Tato metoda patří mezi kombinatorické algoritmy. Princip metod větví a mezí je natolik obecný, že jej lze po jisté úpravě využít k řešení celé řady typů úloh celočíselného programování. [6]

Princip metody větví a mezí je založen na dělení množiny přípustných řešení na menší podmnožiny a výpočtu horního, resp. dolního odhadu hodnot účelové funkce na všech řešeních jednotlivých podmnožin. Celý výpočet končí vyhledáním přípustného řešení s minimální hodnotou účelové funkce vzhledem ke všem přípustným řešením úlohy, tj. vyhledáním řešení optimálního. Při vylučování podmnožin přípustných řešení se využívá skutečnosti, že hodnota účelové funkce kteréhokoliv přípustného řešení je při minimalizaci horním odhadem hodnoty účelové funkce optimálního řešení. [2]

Proces dělení množiny přípustných řešení v této metodě lze znázornit pomocí grafu zvaného strom. [2]

Další metody výpočtu:

- Habrova frekvenční metoda
- Dantzigova, Fulkersonova a Johnsonova metoda
- Crosova metoda

3.7 Softwarová podpora

3.7.1 Vytvoření modulu ve VBA pro potřeby matice sazeb

Pro potřebu získání matice sazeb, která obsahuje vzdálenosti mezi jednotlivými navštívenými místy, kterou jsou potřeba v analytické části práce. Rozhodl jsem se místo „ručního“ měření pomocí serveru mapy.cz nebo google.cz/maps využít možnosti vývojáře v Microsoft Office Excelu a pomocí programovacího od Microsoftu Visual Basic for Application vytvořit nový modul. Zdrojový kód modulu je uveden v přílohách. Tento modul umožní využití nové funkce *GetDistance* v Excelu. Tato funkce spolupracuje s Google Maps a uvádí vzdálenost v metrech. [20]

Zápis funkce:

=GetDistance("Ulice + číslo popisné, Město"; "Ulice + číslo popisné, Město")

3.7.2 TSPKOSA

Program TSPKOSA byl vytvořen s podporou Fondu rozvoje vysokých škol (projekt č. 2678/2010). Program je vytvořen v Českém a Anglickém jazyce. Jeho autory jsou členové katedry systémového inženýrství (RNDr. Petr Kučera, Ing. Igor Krejčí) a statistiky (Ing. Hana Vostrá Vydrová) na České zemědělské univerzitě v Praze. Program je vytvořen v programovacím jazyku Microsoft Visual Basic 6.5. Program je určen pro řešení okružního dopravního problému pomocí čtyř vybraných metod. Maximální možné množství uzlů pro řešení úlohy je 250.

Program nabízí následující metody pro výpočet:

- Aproximační
 - Metoda nejbližšího souseda (sekvenčně)
 - Vogelova aproximační metoda
 - Metoda výhodnostních čísel (paralelně)
- Optimalizační
 - Metoda větví a mezí

4 Analytická část

Analytická část se zabývá optimalizací distribučních tras společnosti Pivovary Staropramen s.r.o. z distribučního centra Radotín. Všechny potřebné informace k možnosti vypracování byly poskytnuty společností Pivovary Staropramen s.r.o., konkrétně logistickým specialistou Jakubem Bejlkem. Veškeré výpočty, grafy a tabulky byly realizovány pomocí programu Microsoft Office Excel 2007 a jeho doplňků uvedených v kapitole 4.5.

4.1 O společnost Pivovary Staropramen s.r.o.

Historický počátek společnosti je datován do roku 1869, konkrétně na úterý 13. července, kdy pražské noviny otiskly inzerát oznamující upisování akcií nového Akcionářského pivovaru na Smíchově. Jeho stavba byla naplánována na tehdejším pražském předměstí. První pivo z pivovaru Staropramen bylo uvařeno 1. května 1871. V pivovaru Ostravar to bylo 4. září 1898. Oba pivovary od té doby prožily rychlý růst. Tento růst zastavila až 1. světová válka, kdy zažily pivovary stejně jako ostatní průmysl velkou krizi. V polovině 20. let minulého století došlo k oživení ekonomiky a pivovary začaly opět prosperovat. Mezi lety 1933 a 1937 proběhla v pivovaru Staropramen rozsáhlá rekonstrukce a pivovar se zařadil mezi elitu tří největších pivovarů v Evropě. Následovala další válečná katastrofa. Zastavily se investice, vyčerpaly suroviny, mnohé zařízení bylo zcela opotřebováno či zničeno válkou. Po válce byly oba pivovary znárodněny a do poválečné éry vstoupily jako národní podniky. Roku 1960 byla v pivovaru Staropramen prvně překročena hranice 1 000 000 hl piva. [21]

V roce 1992 vznikla společnost Pražské pivovary a.s. do jejího vlastnictví patřil pivovar Staropramen. Pivovar Ostravar se do společnosti začlenil v roce 1997. V roce 1998 začal Staropramen vytvářet koncept vlastní sítě značkových restaurací Staropramen Potrefená husa, provozovaných na bázi franšizingu². Potrefené husy jsou dnes s 30 podniky největším franšizingovým konceptem české pivovarnické společnosti. V říjnu roku 2003 došlo ke změně názvu společnosti na Pivovary Staropramen a.s. Tento název

² Franšizing – činnost umožňující využívat obchodní strategii, která patří někomu jinému

vydržel do 20. června 2012, kdy se z akciové společnosti stala společnost s ručením omezením, jejíž základní kapitál je 1 000 000 000 Kč. [21]

V současnosti je společnost Pivovary Staropramen s.r.o. druhým největším producentem piva v České republice. Společnost provozuje dva pivovary – Staropramen na pražském Smíchově a Ostravský Ostravar. Svým spotřebitelům nabízí jedno z nejširších portfolií pivních značek. Kromě značek Staropramen a Ostravar naleznete v portfoliu společnosti další známé a tradiční pivní značky např. Braník, Velvet, Měšťan a Vratislav. Společnosti nabízí na českém trhu také značky belgického piva Stella Artois, Hoegaarden a Leffe. Společnost je významným českým exportérem piva. Značku Staropramen si mohou lidé vychutnat ve více než 35 zemích světa. Ve svém oboru patří společnost k lídrům v oblasti inovací a novinek např. nefiltrované pivo, vybudování nového segmentu nápojů na bázi piva s příchutí a nealkoholický sladový nápoj. [21]

Pivovary Staropramen s.r.o. jsou součástí koncernu Molson Coors, který patří mezi největší pivovarnické společnosti světa. Svou podnikatelskou činnost vyvíjí v Kanadě, USA, střední Evropě, Velké Británii a na dalších exportních trzích. [21]

Průměrný počet zaměstnanců za rok 2014 byl 1359, tržby společnosti za toto období dosáhly hodnoty 8 miliard Kč a produkce piva byla přes 3 miliony hektolitrů. [22]

Distribuční centra, distribuce a vozový park

Společnost vlastnila 13 distribučních center po celé České republice. Postupně všechny prodala. Poslední prodej se uskutečnil na podzim roku 2012. Pro Pivovary Staropramen s.r.o. byl výhodnější odprodej těchto areálů a outsourcing³ logistických služeb než jeho vlastnictví a provoz.

Hlavní distribuční centrum se nachází od srpna 2015 v pražských Letňanech, kam se přestěhoval po šestnácti letech z pražského Radotína. Hlavním důvodem pro přestěhování byly povodně při rozvodnění Berounky v letech 2002 a 2013. Z centra v Radotíně se stalo lokální distribuční centrum. Hlavní distribuční centrum má velikost 33 000 m² s průměrnou denní velikostí zásob 50 000 hektolitrů.

Přímou distribuci zákazníkům společnosti zajišťuje každý den cca 120 nákladních vozidel. Kamiony jsou v rámci přímé distribuce využívány jen výjimečně. Kamionová doprava zajišťuje tok zboží a obalů mezi centrálním skladem a jednotlivými distribučními

³ Outsourcing – proces vytěsňování nějaké činnosti mimo podnik

centry, dále pak distribuci zboží do centrálních skladů některých obchodních řetězců. V těchto případech se jedná o nepřímou distribuci. Kamion má naplánován tzv. jednosměr tj. jedno místo nakládky a jedno místo vykládky nebo tzv. kolečko tj. jedno místo nakládky, jedno místo vykládky a v místě vykládky znovu nakládku a následně vykládku na určeném místě. Kolečko je využíváno, pokud jsou v místě vykládky k dispozici obaly pro převoz zpět do centrálního skladu.

Vozový park je v plné režii externích partnerů pro transport, kteří jsou povinni disponovat dostatečnou přepravní kapacitou včetně takové, která je schopna obsluhovat regiony s určitým omezením (např. Praha 1 pouze vozidla o maximální hmotnosti do 3,5 tuny).

4.2 Charakteristika problému

Vzhledem k tomu, že každý den zajišťuje přímou distribuci produktů společnosti k zákazníkům průměrně 120 nákladních vozidel. Pro účel práce bylo vybráno jedno vozidlo, konkrétně jeho 10 tras. Tyto trasy byly obsluhovány od 29. února do 11. března podle požadavku zákazníků. Zákazník musí o zboží zažádat vždy v předchozí pracovní den do 16:30. Vlivem objednávek zákazníků se trasy často mění, ale jedno auto zaváží v určitém časovém horizontu stejné zákazníky.

Aktuálně jsou tyto trasy plánovány ručně na základě kritérií pro plánování, mezi které patří místo provozovny a kapacita nákladních vozidel s ohledem na jejich možné využití v jednotlivých lokalitách. Společnosti zamýšlí, že si pořídí software, který bude trasy plánovat. Optimalizace 10 zkoumaných tras napoví, zda by přineslo pořízení softwaru nějaký přínos.

Za výše uvedené období byla k dispozici kniha jízd z GPS jednotky umístěné ve vozidle a seznam obslužených zákazníků. Tato data plně vystačila pro zjištění stávající délky trasy a vytvoření matice sazeb pro jednotlivé dny.

4.3 Postup řešení

V prvním kroku musí dojít k vytvoření matice sazeb. Matice sazeb obsahuje vzdálenosti mezi jednotlivými místy, která daná distribuční trasa obsahuje. Matice je vytvořena pomocí skriptu uvedeného v kapitole 4.7.1 a její hodnoty jsou uvedeny

v metrech. Druhým krokem je provedení samotného výpočtu pomocí programu TSPKOSA. K výpočtu využijeme všechny čtyři metody, které TSPKOSA nabízí tj. metoda nejbližšího souseda, Vogelova aproximační metoda, metoda výhodnostních čísel a metoda větví a mezí. Princip jejich algoritmů je popsán v kapitole 3.6.3.3. Po dokončení výpočtu TSPKOSA vygeneruje počet nalezených cyklů. Optimální trasa je taková, která má minimální hodnotu účelové funkce. Tyto výsledky jsou reportovány do nového listu pro následné využití. Na závěr jsou porovnány výsledky všech metod a ke každé metodě vybrána trasa s minimálním počtem metrů. Tyto metry budou následně převedeny na kilometry.

4.3.1 Trasa č. 1

Distribuční trasa č. 1 je ze dne 29. 2. 2016 a obsahuje celkem 13 odběratelů. V tabulce č. 3 je zachycena trasa z knihy jízd z GPS jednotky umístěné ve vozidle. Tabulka č. 3 obsahuje jednotlivé adresy odběratelů v matici sazeb.

Odkud - kam	Km
CZ Praha Radotín - CZ Jesenice u Prahy, Budějovická	16,43
CZ Jesenice u Prahy, Budějovická - CZ Jesenice u Prahy, Budějovická	0,38
CZ Jesenice u Prahy, Budějovická - CZ Osnice	3,60
CZ Osnice - CZ Modletice u Dobřejovic, Hlavní	1,44
CZ Modletice u Dobřejovic, Hlavní - CZ Čerčany, 1094	23,52
CZ Čerčany, 1094 - CZ Benešov u Prahy, Rubešova	11,01
CZ Benešov u Prahy, Rubešova - CZ Benešov u Prahy, Tábořská	1,40
CZ Benešov u Prahy, Tábořská - CZ Jílové u Prahy, Masarykovo náměstí	24,26
CZ Jílové u Prahy, Masarykovo náměstí - CZ Jílové u Prahy, Masarykovo náměstí	0,92
CZ Jílové u Prahy, Masarykovo náměstí - CZ Jílové u Prahy	0,66
CZ Jílové u Prahy - CZ Sulice, Hlavní	11,14
CZ Sulice, Hlavní - CZ Horní Jirčany, Azalková	4,88
CZ Horní Jirčany, Azalková - CZ Vestec u Prahy, Průmyslová	2,50
CZ Vestec u Prahy, Průmyslová - CZ Vestec u Prahy, Průmyslová	2,83
CZ Vestec u Prahy, Průmyslová - CZ Vestec u Prahy, Průmyslová	0,00
CZ Vestec u Prahy, Průmyslová - CZ Vestec u Prahy, Průmyslová	0,09
CZ Vestec u Prahy, Průmyslová - CZ Praha, Přeštínská	9,94
CZ Praha, Přeštínská - CZ Praha Radotín	2,02
Ujeto celkem	116,93

Tabulka 2: Současná trasa č. 1 na základě získaných dat z knihy jízd

Trasa č. 1 - 29. 2. 2016	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Radotínská 1429, Praha	1	x	48161	46492	39232	14828	14663	16126	17356	23702	24749	23634	23385	22010	12969
Táborská 496, Benešov	2	48609	x	1693	10470	36504	36669	26466	33514	23536	24605	23497	29993	19926	41436
Červené Vršky 2086, Benešov	3	46768	1669	x	8629	34663	34828	24625	31672	22400	23470	22361	28152	18085	39594
Nádražní 595, Čerčany	4	39437	10473	8804	x	27332	27498	28268	24342	22565	23634	22526	20821	14192	32264
Budějovická 657, Jesenice	5	14709	35730	34061	26800	x	165	3284	2498	10859	11906	10792	6829	9167	2120
Budějovická 1155, Jesenice	6	14874	35895	34226	26965	165	x	3449	2663	11025	12071	10957	6994	9333	1955
Azalková 73, Jesenice	7	15869	35692	34023	26762	3275	3440	x	4706	11052	12099	10984	7948	6539	5395
Na Kocandě 104, Jesenice	8	16143	32874	31206	23945	2501	2666	4717	x	12293	13340	12225	4588	10601	4621
Masarykovo náměstí 5, Jílové u Prahy	9	23596	23458	22347	22503	11001	11166	10972	12432	x	1204	96	15669	10753	13121
V Lázních 100, Jílové u Prahy	10	24047	24605	23494	25396	11453	11618	11423	12883	1170	x	1109	16121	11204	13573
Jílové u Prahy 30, Jílové u Prahy	11	23494	23497	22386	24843	10900	11065	10870	12330	62	1109	x	15568	10651	13020
Modletice 6, Modletice	12	20480	29341	27672	20412	6838	7003	7947	4594	16630	17677	16562	x	10086	8958
Pražská 345, Kamenice -Želivec	13	21754	19884	18215	14192	9159	9325	6540	10590	10720	11767	10652	10088	x	11279
Průmyslová 536, Vestec	14	11980	37840	36171	28910	2110	1945	5394	4608	12970	14016	12902	8939	11278	x

Tabulka 3: Matice sazeb – trasa č. 1

Hodnoty získané optimalizací trasy č. 1

Výpočtem pomocí metody nejbližšího souseda byla získána jedna trasa. Výsledná trasa je následující:

(Radotínská 1429, Praha) - (Průmyslová 536, Vestec) - (Budějovická 1155, Jesenice) - (Budějovická 657, Jesenice) - (Na Kocandě 104, Jesenice) - (Modletice 6, Modletice) - (Azalková 73, Jesenice) - (Pražská 345, Kamenice -Želivec) - (Jílové u Prahy 30, Jílové u Prahy) - (Masarykovo náměstí 5, Jílové u Prahy) - (V Lázních 100, Jílové u Prahy) - (Červené Vršky 2086, Benešov) - (Táborská 496, Benešov) - (Nádražní 595, Čerčany) - (Radotínská 1429, Praha)

Je potřeba ujet 123 639 metrů, aby byla trasa obsloužena.

Výpočtem pomocí Vogelovy aproximační metody byla získána jedna trasa. Výsledná trasa je následující:

(Radotínská 1429, Praha) - (Na Kocandě 104, Jesenice) - (V Lázních 100, Jílové u Prahy) - (Jílové u Prahy 30, Jílové u Prahy) - (Masarykovo náměstí 5, Jílové u Prahy) - (Červené Vršky 2086, Benešov) - (Táborská 496, Benešov) - (Nádražní 595, Čerčany) - (Pražská 345, Kamenice -Želivec) - (Azalková 73, Jesenice) - (Modletice 6, Modletice) - (Budějovická 657, Jesenice) - (Budějovická 1155, Jesenice) - (Průmyslová 536, Vestec) - (Radotínská 1429, Praha)

K obslužení této trasy je potřeba ujet 115 971 metrů.

Výpočtem pomocí metody výhodnostních čísel byla získána jedna trasa. Délka této trasy je 108 778 metrů. Výsledná trasa je následující:

(Radotínská 1429, Praha) - (Azalková 73, Jesenice) - (Jílové u Prahy 30, Jílové u Prahy) - (Masarykovo náměstí 5, Jílové u Prahy) - (V Lázních 100, Jílové u Prahy) - (Táborská 496, Benešov) - (Červené Vršky 2086, Benešov) - (Nádražní 595, Čerčany) - (Pražská 345, Kamenice - Želivec) - (Modletice 6, Modletice) - (Na Kocandě 104, Jesenice) - (Budějovická 657, Jesenice) - (Budějovická 1155, Jesenice) - (Průmyslová 536, Vestec) - (Radotínská 1429, Praha)

Délka této trasy je 108 778 metrů.

Výpočtem pomocí metody větví a mezí nebyla získána žádná trasa z důvodu „přetečení“ a ukončení výpočtu v programu TPSKOSA.

4.3.2 Trasa č. 2

Distribuční trasa č. 2 pochází ze dne 1. 3. 2016. Tato trasa zásobuje 8 zákazníků. V tabulce č. 4 je uvedena trasa z knihy jízd, která byla získána z GPS jednotky umístěné ve vozidle. Tabulka č. 5 obsahuje matici sazeb potřebnou pro výpočet, která vznikla ze seznamu obslužených zákazníků.

Odkud - kam	Km
CZ Praha Radotín - CZ Praha, Přeštínská	0,13
CZ Praha, Přeštínská - CZ Unhošť, tř. Dr. Beneše	34,36
CZ Unhošť, tř. Dr. Beneše - CZ Kročehlavy, Litevská	6,80
CZ Kročehlavy, Litevská - CZ Kladno, Čs. armády	5,43
CZ Kladno, Čs. armády - CZ Kročehlavy, Anglická	4,98
CZ Kročehlavy, Anglická - CZ Malé Přítočno, Kladenská	3,60
CZ Malé Přítočno, Kladenská - CZ Unhošť, Karlovarská	2,25
CZ Unhošť, Karlovarská - CZ Unhošť, Karlovarská	0,00
CZ Unhošť, Karlovarská - CZ Braškov, Dukelská	3,83
CZ Braškov, Dukelská - CZ Unhošť, nám. T. G. Masaryka	4,47
CZ Unhošť, nám. T. G. Masaryka - CZ Červený Újezd, Unhošťská	0,98
CZ Červený Újezd, Unhošťská - CZ Červený Újezd, Svárovská	2,68
CZ Červený Újezd, Svárovská - CZ Praha, Přeštínská	32,48
CZ Praha, Přeštínská - CZ Praha Radotín	0,36
Ujeto celkem	102,35

Tabulka 4: Současná trasa č. 2 na základě získaných dat z knihy jízd

Trasa č. 2 - 1. 3. 2016		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Radotínská 1429, Praha	1	x	26062	34359	35239	34873	41027	35893	36281	38446
Červený Újezd 196, Červený Újezd	2	23795	x	3508	3872	4022	14635	9352	9739	6849
Třída Dr. Beneše 51, Unhošť	3	31638	3508	x	1258	514	8230	7008	7395	3340
Náměstí T. G. Masaryka 56, Unhošť	4	31721	3592	84	x	457	8173	7091	7479	3283
Karlovarská 288, Unhošť	5	32152	4022	514	1772	x	7880	7522	6764	2826
Československé armády 3230, Kladno	6	38989	14746	8207	9465	7856	x	5208	3558	5849
Hřebečská 2716, Kladno	7	34095	9510	7166	8046	7680	4680	x	1981	6190
Vrchlického 2409, Kladno	8	33643	9059	6715	7595	7229	4095	1954	x	5739
Dukelská 51, Braškov	9	35898	6849	3340	3745	2826	5867	6055	4752	x

Tabulka 5: Matice sazeb – trasa č. 2

Hodnoty získané optimalizací trasy č. 2

Výpočtem pomocí metody nejbližšího souseda byla získána jedna trasa. Délka této trasy je 79 803 metrů. Výsledná trasa je následující:

(Radotínská 1429, Praha) - (Hřebečská 2716, Kladno) - (Vrchlického 2409, Kladno) - (Československé armády 3230, Kladno) - (Dukelská 51, Braškov) - (Karlovarská 288, Unhošť) - (Třída Dr. Beneše 51, Unhošť) - (Náměstí T. G. Masaryka 56, Unhošť) - (Červený Újezd 196, Červený Újezd) - (Radotínská 1429, Praha)

Výpočtem pomocí Vogelovy aproximační metody byla získána jedna trasa. Délka této trasy je 79 719 metrů. Výsledná trasa je následující:

(Radotínská 1429, Praha) - (Červený Újezd 196, Červený Újezd) - (Náměstí T. G. Masaryka 56, Unhošť) - (Karlovarská 288, Unhošť) - (Třída Dr. Beneše 51, Unhošť) - (Dukelská 51, Braškov) - (Československé armády 3230, Kladno) - (Vrchlického 2409, Kladno) - (Hřebečská 2716, Kladno) - (Radotínská 1429, Praha)

Výpočtem pomocí metody výhodnostních čísel byla získána jedna trasa. Délka této trasy je 78 832 metrů. Výsledná trasa je následující:

(Radotínská 1429, Praha) - (Červený Újezd 196, Červený Újezd) - (Náměstí T. G. Masaryka 56, Unhošť) - (Třída Dr. Beneše 51, Unhošť) - (Karlovarská 288, Unhošť) - (Dukelská 51, Braškov) - (Československé armády 3230, Kladno) - (Vrchlického 2409, Kladno) - (Hřebečská 2716, Kladno) - (Radotínská 1429, Praha)

Výpočtem pomocí metody větví a mezí byla získána jedna trasa. Délka této trasy je 78 832 metrů. Výsledná trasa je následující:

(Radotínská 1429, Praha) - (Červený Újezd 196, Červený Újezd) - (Náměstí T. G. Masaryka 56, Unhošť) - (Třída Dr. Beneše 51, Unhošť) - (Karlovarská 288, Unhošť) - (Dukelská 51, Braškov) - (Československé armády 3230, Kladno) - (Vrchlického 2409, Kladno) - (Hřebečská 2716, Kladno) - (Radotínská 1429, Praha)

4.3.3 Trasa č. 3

Distribuční trasa č. 3 je ze dne 2. 3. 2016. V daný den bylo zásobováno 13 zákazníků. V tabulce č. 6 je trasa z knihy jízd, tak jak byla zaznamenána pomocí GPS jednotky umístěné ve vozidle. Tabulka č. 7 obsahuje jednotlivé adresy odběratelů v matici sazeb.

Odkud - kam	Km
CZ Praha Radotín - CZ Votice, Wolkerova	65,30
CZ Votice, Wolkerova - CZ Votice, Husova	0,67
CZ Votice, Husova - CZ Miličín	9,32
CZ Miličín - CZ Miličín	0,57
CZ Miličín - CZ Heřmaničky	13,95
CZ Heřmaničky - CZ Prčice, Divišovická	6,93
CZ Prčice, Divišovická - CZ Sedlec u Votic, nám. 7. května	0,79
CZ Sedlec u Votic, nám. 7. května - CZ Sedlec u Votic, nám. 7. května	2,00
CZ Sedlec u Votic, nám. 7. května - CZ Sedlec u Votic, Komenského	0,49
CZ Sedlec u Votic, Komenského - CZ Sedlec u Votic, Sedlčanská	0,67
CZ Sedlec u Votic, Sedlčanská - CZ Vrchotovy Janovice	19,59
CZ Vrchotovy Janovice - CZ Neveklov, Na Leškově	26,25
CZ Neveklov, Na Leškově - CZ Neveklov, náměstí Jana Heřmana	3,05
CZ Neveklov, náměstí J. Heřmana - CZ Neveklov, náměstí J. Heřmana	0,33
CZ Neveklov, náměstí Jana Heřmana - CZ Praha, Přeštínská	38,15
CZ Praha, Přeštínská - CZ Praha Radotín	3,68
Ujeto celkem	191,74

Tabulka 6: Současná trasa č. 3 na základě získaných dat z knihy jízd

Trasa č. 3 - 2. 3. 2016	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Radotínská 1429, Praha	1	x	77621	82317	82350	63341	71917	81604	64474	41991	41980	77555	71956	42053	72279
Náměstí 7. května 8, Sedlec - Prčice	2	77644	x	438	398	12977	15372	5618	19604	25894	25883	66	5665	25956	13851
Sedlačanská 76, Sedlec - Prčice	3	77206	438	x	366	13229	15624	5870	19166	25457	25446	372	5917	25519	14103
Komenského 21, Sedlec - Prčice	4	77238	398	366	x	13595	15990	6236	19199	25489	25478	346	6283	25551	14469
Wolkerova 741, Votice	5	64134	12977	13229	13257	x	9543	16959	7599	17528	17517	12911	7312	17590	9905
Parkoviště Miličín, Miličín	6	72546	13174	13426	13454	10370	x	14230	16744	26678	26667	13108	8610	26740	362
Vrchotice 42, Sedlec - Prčice	7	82262	5618	5870	5898	16959	14916	x	21009	31327	31316	5552	9648	31389	13997
Vrchotovy Janovice 2, Vrchotovy Janovice	8	64796	16412	21176	21208	7587	16610	20395	x	14341	14330	16346	12973	14403	16972
Náměstí J. Heřmana 333, Neveklov	9	41866	26091	25653	25686	17712	26542	31753	14538	x	305	26025	24331	62	26904
Náměstí J. Heřmana 102, Neveklov	10	41877	26102	25664	25697	17723	26553	31764	14549	11	x	26036	24342	73	26915
Náměstí 7. května 5, Sedlec - Prčice	11	77577	66	372	346	12911	15306	5552	19538	25828	25817	x	5599	25890	13785
Heřmaničky 63, Heřmaničky	12	72615	5665	5917	5945	7312	9707	9648	12973	21440	21429	5599	x	21502	8564
Náměstí J. Heřmana 63, Neveklov	13	41900	26029	25591	25624	17650	26480	31691	14476	254	243	25963	24269	x	26842
Miličín 206, Miličín	14	72571	13128	13380	13407	10395	1009	13958	16769	26703	26692	13061	8564	26765	x

Tabulka 7: Matice sazeb – trasa č. 3

Hodnoty získané optimalizací trasy č. 3

Výpočet pomocí metody nejbližšího souseda byla získána jedna trasa. Délka této trasy je 171 005 metrů. Výsledná trasa je následující:

(Radotínská 1429, Praha) - (Wolkerova 741, Votice) - (Heřmaničky 63, Heřmaničky) - (Náměstí 7. května 5, Sedlec - Prčice) - (Náměstí 7. května 8, Sedlec - Prčice) - (Komenského 21, Sedlec - Prčice) - (Sedlačanská 76, Sedlec - Prčice) - (Vrchotice 42, Sedlec - Prčice) - (Miličín 206, Miličín) - (Parkoviště Miličín, Miličín) - (Vrchotovy Janovice 2, Vrchotovy Janovice) - (Náměstí J. Heřmana 102, Neveklov) - (Náměstí J. Heřmana 333, Neveklov) - (Náměstí J. Heřmana 63, Neveklov) - (Radotínská 1429, Praha)

Výpočet pomocí Vogelovy aproximační metody byla získána jedna trasa. Délka této trasy je 175 719 metrů. Výsledná trasa je následující:

(Radotínská 1429, Praha) - (Vrchotovy Janovice 2, Vrchotovy Janovice) - (Wolkerova 741, Votice) - (Miličín 206, Miličín) - (Parkoviště Miličín, Miličín) - (Heřmaničky 63, Heřmaničky) - (Vrchotice 42, Sedlec - Prčice) - (Náměstí 7. května 5, Sedlec - Prčice) - (Náměstí 7. května 8, Sedlec - Prčice) - (Komenského 21, Sedlec - Prčice) - (Sedlačanská 76, Sedlec - Prčice) - (Náměstí J. Heřmana 102, Neveklov) - (Náměstí J. Heřmana 333, Neveklov) - (Náměstí J. Heřmana 63, Neveklov) - (Radotínská 1429, Praha)

Výpočet pomocí metody výhodnostních čísel byly získány hned tři trasy. Délka těchto tras je 164 865 metrů. Výsledná trasa je následující:

Trasa A (Radotínská 1429, Praha) - (Náměstí J. Heřmana 63, Neveklov) - (Vrchotovy Janovice 2, Vrchotovy Janovice) - (Wolkerova 741, Votice) - (Miličín 206, Miličín) - (Parkoviště Miličín, Miličín) - (Vrchotice 42, Sedlec - Prčice) - (Náměstí 7. května 5, Sedlec - Prčice) - (Náměstí 7. května 8, Sedlec - Prčice) - (Komenského 21, Sedlec - Prčice) - (Sedlačanská 76, Sedlec - Prčice) - (Heřmaničky 63, Heřmaničky) - (Náměstí J. Heřmana 102, Neveklov) - (Náměstí J. Heřmana 333, Neveklov) - (Radotínská 1429, Praha)

Trasa B (Radotínská 1429, Praha) - (Náměstí J. Heřmana 333, Neveklov) - (Náměstí J. Heřmana 63, Neveklov) - (Vrchotovy Janovice 2, Vrchotovy Janovice) - (Wolkerova 741, Votice) - (Miličín 206, Miličín) - (Parkoviště Miličín, Miličín) - (Vrchotice 42, Sedlec - Prčice) - (Náměstí 7. května 5, Sedlec - Prčice) - (Náměstí 7. května 8, Sedlec - Prčice) - (Komenského 21, Sedlec - Prčice) - (Sedlačanská 76, Sedlec - Prčice) - (Heřmaničky 63, Heřmaničky) - (Náměstí J. Heřmana 102, Neveklov) - (Radotínská 1429, Praha)

Trasa C (Radotínská 1429, Praha) - (Náměstí J. Heřmana 102, Neveklov) - (Náměstí J. Heřmana 63, Neveklov) - (Vrchotovy Janovice 2, Vrchotovy Janovice) - (Wolkerova 741, Votice) - (Miličín 206, Miličín) - (Parkoviště Miličín, Miličín) - (Vrchotice 42, Sedlec - Prčice) - (Náměstí 7. května 5, Sedlec - Prčice) - (Náměstí 7. května 8, Sedlec - Prčice) - (Komenského 21, Sedlec - Prčice) - (Sedlačanská 76, Sedlec - Prčice) - (Heřmaničky 63, Heřmaničky) - (Náměstí J. Heřmana 333, Neveklov) - (Radotínská 1429, Praha)

Výpočtem pomocí metody větví a mezí nebyla získána žádná trasa, jelikož došlo k „přetečení“ a ukončení výpočtu programem TPSKOSA.

4.3.4 Trasa č. 4

Distribuční trasa č. 4 vychází ze závozu ze dne 3. 3. 2016. V tento den bylo potřeba dovést požadované zboží 14 zákazníkům. Tabulka č. 8 obsahuje trasu z knihy jízd

zaznamenanou pomocí GPS jednotky umístěné ve vozidle. V tabulce č. 9 je zobrazena matice sazeb.

Odkud - kam	Km
CZ Praha, Přeštínská - CZ Unhošť, nám. T. G. Masaryka	34,40
CZ Unhošť, nám. T. G. Masaryka - CZ Velká Dobrá, Karlovarská	5,20
CZ Velká Dobrá, Karlovarská - CZ Kladno, Čs. armády	7,26
CZ Kladno, Čs. armády - CZ Kladno, Tyršova	0,03
CZ Kladno, Tyršova - CZ Kladno, Tyršova	1,20
CZ Kladno, Tyršova - CZ Kročehlavy, Arménská	2,69
CZ Kročehlavy, Arménská - CZ Kročehlavy, Arménská	1,75
CZ Kročehlavy, Arménská - CZ Kročehlavy, Arménská	0,00
CZ Kročehlavy, Arménská - CZ Velké Přítočno, Hlavní	0,73
CZ Velké Přítočno, Hlavní - CZ Pletený Újezd, Družstevní	5,34
CZ Pletený Újezd, Družstevní - CZ Unhošť, Karlovarská	0,18
CZ Unhošť, Karlovarská - CZ Braškov, V Podlískách	3,88
CZ Braškov, V Podlískách - CZ Horní Bezděkov, Luční	2,66
CZ Horní Bezděkov, Luční - CZ Unhošť, Seifertova	7,00
CZ Unhošť, Seifertova - CZ Unhošť, Pražská	0,03
CZ Unhošť, Pražská - CZ Unhošť, Karlovarská	2,29
CZ Unhošť, Karlovarská - CZ Unhošť, Karlovarská	0,00
CZ Unhošť, Karlovarská - CZ Červený Újezd, 10134	4,66
CZ Červený Újezd, 10134 - CZ Praha, Přeštínská	31,77
CZ Praha, Přeštínská - CZ Praha Radotín	0,62
Ujeto celkem	111,69

Tabulka 8: Současná trasa č. 4 na základě získaných dat z knihy jízd

Trasa č. 4 - 3. 3. 2016	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Radotínská 1429, Praha	1	x	41414	40630	36098	35239	33571	39966	26281	34979	36950	34455	34020	41968	35200	38596
Štechova 3189, Kladno	2	38996	x	861	5419	9472	5017	8723	14860	7970	4942	8117	8553	1665	8484	5736
Kleinerova 112, Kladno	3	38827	723	x	4431	9092	4197	8554	14691	7590	4773	7737	8173	1164	8104	5355
Arménská, Kladno	4	35139	4933	4123	x	9036	3482	9856	10607	8288	7835	8252	7817	5077	8997	6053
Náměstí T. G. Masaryka 56, Unhošť	5	31721	8771	7776	7296	x	4769	4674	3699	563	5959	39	423	9325	784	3238
Hlavní 2, Velké Přítočno	6	31603	5716	4197	2526	5554	x	10431	7125	5294	7415	4770	4335	5861	5515	4177
Na Hatích 104, Horní Bezděkov	7	37418	9331	8547	9942	4925	10797	x	8347	4781	4867	4634	5070	9885	4290	3833
Sokolská 162, Červený Újezd	8	24014	15129	14346	9663	3979	7137	8347	x	4236	10666	3712	3277	15684	4457	6911
Karlovarská 469, Unhošť	9	32258	8584	7590	7832	1878	5306	4781	4236	x	5772	524	959	9139	891	2675
Karlovarská 8, Velká Dobrá	10	35117	5574	4791	7977	7267	6106	4844	10981	5765	x	5912	8191	6129	6280	2827
Náměstí T. G. Masaryka 106, Unhošť	11	31734	8731	7737	7309	1355	4782	4634	3712	524	5919	x	436	9286	745	3199
Pražská 954, Unhošť	12	31299	12339	11556	6873	1165	4347	5070	3277	959	7876	436	x	12894	1180	3634
Kladenská 39, Pletený Újezd	13	41493	3917	3872	7029	13643	6912	11220	14037	12141	7439	12288	11246	x	12656	9203
Seifertova 967A, Unhošť	14	32479	9099	8104	8053	599	5527	4290	4457	891	6287	745	1180	9653	x	3566
V Podlískách 105, Braškov	15	36910	7319	5351	6139	3700	4268	3833	7787	2675	2856	4075	4510	7874	3113	x

Tabulka 9: Matice sazeb – trasa č. 4

Hodnoty získané optimalizací trasy č. 4

Výpočtem pomocí metody nejbližšího souseda byla získána jedna trasa. Délka této trasy je 95 109 metrů. Výsledná trasa je následující:

(Radotínská 1429, Praha) - (Hlavní 2, Velké Přítočno) - (Arménská, Kladno) - (Kleinerova 112, Kladno) - (Štechova 3189, Kladno) - (Kladenská 39, Pletený Újezd) - (Karlovarská 8, Velká Dobrá) - (V Podlískách 105, Braškov) - (Karlovarská 469, Unhošť) - (Náměstí T. G. Masaryka 106, Unhošť) - (Pražská 954, Unhošť) - (Náměstí T. G. Masaryka 56, Unhošť) - (Seifertova 967A, Unhošť) - (Na Hatích 104, Horní Bezděkov) - (Sokolská 162, Červený Újezd) - (Radotínská 1429, Praha)

Výpočtem pomocí Vogelovy aproximační metody byla získána jedna trasa. Délka této trasy je 99 328 metrů. Výsledná trasa je následující:

(Radotínská 1429, Praha) - (Sokolská 162, Červený Újezd) - (Na Hatích 104, Horní Bezděkov) - (Pražská 954, Unhošť) - (Náměstí T. G. Masaryka 106, Unhošť) - (Seifertova 967A, Unhošť) - (Náměstí T. G. Masaryka 56, Unhošť) - (Karlovarská 469, Unhošť) - (V Podlískách 105, Braškov) - (Karlovarská 8, Velká Dobrá) - (Kleinerova 112, Kladno) - (Štechova 3189, Kladno) - (Kladenská 39, Pletený Újezd) - (Hlavní 2, Velké Přítočno) - (Arménská, Kladno) - (Radotínská 1429, Praha)

Výpočtem pomocí metody výhodnostních čísel byla získána jedna trasa. Délka této trasy je 90 981 metrů. Výsledná trasa je následující:

(Radotínská 1429, Praha) - (Hlavní 2, Velké Přítočno) - (Arménská, Kladno) - (Kleinerova 112, Kladno) - (Štechova 3189, Kladno) - (Kladenská 39, Pletený Újezd) - (Karlovarská 8, Velká Dobrá) - (Na Hatích 104, Horní Bezděkov) - (V Podlískách 105, Braškov) - (Karlovarská 469, Unhošť) - (Náměstí T. G. Masaryka 106, Unhošť) - (Seifertova 967A, Unhošť) - (Náměstí T. G. Masaryka 56, Unhošť) - (Pražská 954, Unhošť) - (Sokolská 162, Červený Újezd) - (Radotínská 1429, Praha)

Výpočtem pomocí metody větví a mezí byla získána jedna trasa. Délka této trasy je 90 409 metrů. Výsledná trasa je následující:

(Radotínská 1429, Praha) - (Hlavní 2, Velké Přítočno) - (Arménská, Kladno) - (Kleinerova 112, Kladno) - (Štechova 3189, Kladno) - (Kladenská 39, Pletený Újezd) -

(Karlovarská 8, Velká Dobrá) - (V Podlískách 105, Braškov) - (Na Hatích 104, Horní Bezděkov) - (Seifertova 967A, Unhošť) - (Náměstí T. G. Masaryka 56, Unhošť) - (Náměstí T. G. Masaryka 106, Unhošť) - (Karlovarská 469, Unhošť) - (Pražská 954, Unhošť) - (Sokolská 162, Červený Újezd) - (Radotínská 1429, Praha)

4.3.5 Trasa č. 5

Distribuční trasa č. 5 je ze dne 4. 3. 2016. V daný den bylo potřeba uspokojit potřebu, kterou mělo 11 zákazníků. V tabulce č. 10 je uvedena trasa, tak jak byla zaregistrována do knihy jízd pomocí GPS, která byla umístěna ve vozidle. Tabulka č. 11 obsahuje jednotlivé adresy odběratelů v matici sazeb.

Odkud - kam	Km
CZ Praha Radotín - CZ Praha, Přeštínská	0,27
CZ Praha, Přeštínská - CZ Vlašim, Okružní	70,85
CZ Vlašim, Okružní - CZ Vlašim, Tř. politických vězňů	1,56
CZ Vlašim, Tř. politických vězňů - CZ Vracovice	5,38
CZ Vracovice - CZ Vlašim, Blanická	6,27
CZ Vlašim, Blanická - CZ Vlašim, Blanická	0,99
CZ Vlašim, Blanická - CZ Domašín	1,16
CZ Domašín - CZ Vlašim, Žižkovo nám.	2,57
CZ Vlašim, Žižkovo nám. - CZ Vlašim, Na Valech	1,70
CZ Vlašim, Na Valech - CZ Vlašim, Komenského	0,74
CZ Vlašim, Komenského - CZ Načeradec, Vlašimská	12,26
CZ Načeradec, Vlašimská - CZ Louňovice pod Blaníkem, náměstí J. Žižky	4,90
CZ Louňovice pod Blaníkem, náměstí J. Žižky - CZ Kamberk	5,55
CZ Kamberk - CZ Louňovice pod Blaníkem, Vlašimská	6,10
CZ Louňovice pod Blaníkem, Vlašimská - CZ Praha, Přeštínská	78,26
CZ Praha, Přeštínská - CZ Praha Radotín	3,32
Ujeto celkem	201,88

Tabulka 10: Současná trasa č. 5 na základě získaných dat z knihy jízd

Trasa č. 5 - 8. 3. 2016	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Radotínská 1429, Praha	1	x	85364	69353	70178	79664	70440	70904	69583	80020	70447	75336	71239
Kamberk 118, Kamberk	2	85293	x	16004	16743	5700	14944	14460	15801	7508	15310	16349	17804
Vlasákova 1830, Vlašim	3	69288	16011	x	826	10311	1088	1551	231	12854	1094	8782	1887
Divišovská 328, Vlašim	4	70114	16750	826	x	11050	1826	2290	809	13592	820	9521	1443
Vlašimská 110, Louňovice pod Blaníkem	5	79593	5700	10305	11043	x	9245	8760	10101	6447	9610	10649	12104
Blanická 1647, Vlašim	6	70429	14936	1140	1879	9237	x	476	937	11779	446	8654	2940
Blanická 780, Vlašim	7	70833	14460	1544	2283	8760	485	x	1341	11303	850	8408	3344
Žižkovo náměstí 226, Vlašim	8	69519	15711	231	731	10011	788	1251	x	12554	414	8926	1792
Zámecké náměstí 103, Načeradec	9	79956	7466	12847	13586	6447	11787	11303	12644	x	12153	7165	14647
Komenského 22, Vlašim	10	70439	15297	1150	843	9598	374	837	491	12140	x	8664	1904
Vracovice 1A, Vracovice	11	75272	16349	8776	9515	10649	10487	10002	8920	7165	8642	x	10576
Domašín 73, Vlašim	12	71152	17811	1864	1420	12088	2864	3328	1846	14630	1858	10559	x

Tabulka 11: Matice sazeb – trasa č. 5

Hodnoty získané optimalizací trasy č. 5

Výpočtem pomocí metody nejbližšího souseda byla získána jedna trasa. Délka této trasy je 184 183 metrů. Výsledná trasa je následující:

(Radotínská 1429, Praha) - (Vracovice 1A, Vracovice) - (Zámecké náměstí 103, Načeradec) - (Vlašimská 110, Louňovice pod Blaníkem) - (Táborská 118, Kamberk) - (Blanická 780, Vlašim) - (Blanická 1647, Vlašim) - (Komenského 22, Vlašim) - (Žižkovo náměstí 226, Vlašim) - (Vlasákova 1830, Vlašim) - (Divišovská 328, Vlašim) - (Domašín 73, Vlašim) - (Radotínská 1429, Praha)

Výpočtem pomocí Vogelovy aproximační metody byla získána jedna trasa. Délka této trasy je 183 705 metrů. Výsledná trasa je následující:

(Radotínská 1429, Praha) - (Vlasákova 1830, Vlašim) - (Žižkovo náměstí 226, Vlašim) - (Vracovice 1A, Vracovice) - (Zámecké náměstí 103, Načeradec) - (Kamberk 118, Kamberk) - (Vlašimská 110, Louňovice pod Blaníkem) - (Blanická 780, Vlašim) - (Blanická 1647, Vlašim) - (Domašín 73, Vlašim) - (Divišovská 328, Vlašim) - (Komenského 22, Vlašim) - (Radotínská 1429, Praha)

Výpočtem pomocí metody výhodnostních čísel byly získány 2 trasy. Délky těchto tras jsou 178 871 metrů. Výsledná trasa je následující:

Trasa A (Radotínská 1429, Praha) - (Vlasákova 1830, Vlašim) - (Žižkovo náměstí 226, Vlašim) - (Domašín 73, Vlašim) - (Divišovská 328, Vlašim) - (Komenského 22, Vlašim) - (Blanická 1647, Vlašim) - (Blanická 780, Vlašim) - (Vlašimská 110,

Louňovice pod Blaníkem) - (Kamberk 118, Kamberk) - (Zámecké náměstí 103, Načeradec) - (Vracovice 1A, Vracovice) - (Radotínská 1429, Praha)

Trasa B (Radotínská 1429, Praha) - (Vlasákova 1830, Vlašim) - (Žižkovo náměstí 226, Vlašim) - (Divišovská 328, Vlašim) - (Domašín 73, Vlašim) - (Komenského 22, Vlašim) - (Blanická 1647, Vlašim) - (Blanická 780, Vlašim) - (Vlašimská 110, Louňovice pod Blaníkem) - (Kamberk 118, Kamberk) - (Zámecké náměstí 103, Načeradec) - (Vracovice 1A, Vracovice) - (Radotínská 1429, Praha)

Výpočtem pomocí metody větví a mezí byly získány 2 trasy. Délky těchto tras jsou 178 871 metrů. Výsledná trasa je následující:

Trasa A (Radotínská 1429, Praha) - (Vlasákova 1830, Vlašim) - (Žižkovo náměstí 226, Vlašim) - (Divišovská 328, Vlašim) - (Domašín 73, Vlašim) - (Komenského 22, Vlašim) - (Blanická 1647, Vlašim) - (Blanická 780, Vlašim) - (Vlašimská 110, Louňovice pod Blaníkem) - (Táborská 118, Kamberk) - (Zámecké náměstí 103, Načeradec) - (Vracovice 1A, Vracovice) - (Radotínská 1429, Praha)

Trasa B (Radotínská 1429, Praha) - (Vlasákova 1830, Vlašim) - (Žižkovo náměstí 226, Vlašim) - (Domašín 73, Vlašim) - (Divišovská 328, Vlašim) - (Komenského 22, Vlašim) - (Blanická 1647, Vlašim) - (Blanická 780, Vlašim) - (Vlašimská 110, Louňovice pod Blaníkem) - (Táborská 118, Kamberk) - (Zámecké náměstí 103, Načeradec) - (Vracovice 1A, Vracovice) - (Radotínská 1429, Praha)

4.3.6 Trasa č. 6

Distribuční trasa č. 6 pochází ze dne 5. 3. 2016. Celkem bylo dodáno zboží 8 zákazníkům. Tabulka č. 12 obsahuje trasu z knihy jízd zachycenou z GPS jednotky umístěné ve vozidle. Tabulka č. 13 obsahuje matici sazeb, která vznikla ze seznamu obslužených zákazníků.

Odkud - kam	Km
CZ Praha, Radotín - CZ Praha, Přeštínská	0,06
CZ Praha, Přeštínská - CZ Průhonice, Říčanská	21,93
CZ Průhonice, Říčanská - CZ Průhonice, Říčanská	0,00
CZ Průhonice, Říčanská - CZ Průhonice, Říčanská	0,01
CZ Průhonice, Říčanská - CZ Průhonice, Uhříněveská	0,29
CZ Průhonice, Uhříněveská - CZ Čerčany, 1094	23,69
CZ Čerčany, 1094 - CZ Benešov u Prahy, Červené vršky	10,73
CZ Benešov u Prahy, Červené vršky - CZ Benešov u Prahy, Jiráskova	1,33
CZ Benešov u Prahy, Jiráskova - CZ Benešov u Prahy, Táborská	1,03
CZ Benešov u Prahy, Táborská - CZ Ládví, Ringhofferova	16,35
CZ Ládví, Ringhofferova - CZ Sulice, Hlavní	4,40
CZ Sulice, Hlavní - CZ Sulice, Hlavní	2,06
CZ Sulice, Hlavní - CZ Praha, Přeštínská	18,52
CZ Praha, Přeštínská - CZ Praha, Radotín	1,65
Ujeto celkem	102,05

Tabulka 12: Současná trasa č. 6 na základě získaných dat z knihy jízd

Trasa č. 6 - 5. 3. 2016	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Radotínská 1429, Praha	1	x	47470	48161	46492	21919	21750	22010	22973	39232
Nádražní 300, Benešov	2	47918	x	691	1002	32725	32556	19235	19071	9779
Táborská 496, Benešov	3	48609	691	x	1693	33417	33247	19926	19763	10470
Červené Vršky 2086, Benešov	4	46768	977	1669	x	31575	31406	18085	17921	8629
Říčanská 197, Průhonice	5	24209	31739	32430	30762	x	160	18196	18387	23501
Květnové náměstí 11, Průhonice	6	24050	31579	32271	30602	169	x	18036	18227	23341
Pražská 345, Kamenice - Želivec	7	21754	19192	19884	18215	19130	18961	x	963	14192
Ringhofferovo náměstí 550, Kamenice	8	22519	19037	19728	18060	19329	19160	765	x	14037
Nádražní 595, Čerčany	9	39437	9782	10473	8804	24245	24075	14192	14028	x

Tabulka 13: Matice sazeb – trasa č. 6

Hodnoty získané optimalizací trasy č. 6

Výpočet pomocí metody nejbližšího souseda byla získána jedna trasa. Délka této trasy je 105 107 metrů. Výsledná trasa je následující:

(Radotínská 1429, Praha) - (Pražská 345, Kamenice - Želivec) - (Ringhofferovo náměstí 550, Kamenice) - (Nádražní 595, Čerčany) - (Červené Vršky 2086, Benešov) - (Nádražní 300, Benešov) - (Táborská 496, Benešov) - (Květnové náměstí 11, Průhonice) - (Říčanská 197, Průhonice) - (Radotínská 1429, Praha)

Výpočet pomocí Vogelovy aproximační metody byla získána jedna trasa. Délka této trasy je 123 633 metrů. Výsledná trasa je následující:

(Radotínská 1429, Praha) - (Nádražní 300, Benešov) - (Táborská 496, Benešov) - (Červené Vršky 2086, Benešov) - (Nádražní 595, Čerčany) - (Květnové náměstí 11, Průhonice) - (Říčanská 197, Průhonice) - (Ringhofferovo náměstí 550, Kamenice) - (Pražská 345, Kamenice - Želivec) - (Radotínská 1429, Praha)

Výpočtem pomocí metody výhodnostních čísel byly získány hned čtyři trasy. Délka těchto tras je 98 026 metrů. Výsledné trasy je následující:

Trasa A (Radotínská 1429, Praha) - (Květnové náměstí 11, Průhonice) - (Říčanská 197, Průhonice) - (Nádražní 595, Čerčany) - (Táborská 496, Benešov) - (Nádražní 300, Benešov) - (Červené Vršky 2086, Benešov) - (Ringhofferovo náměstí 550, Kamenice) - (Pražská 345, Kamenice - Želivec) - (Radotínská 1429, Praha)

Trasa B (Radotínská 1429, Praha) - (Květnové náměstí 11, Průhonice) - (Říčanská 197, Průhonice) - (Nádražní 595, Čerčany) - (Nádražní 300, Benešov) - (Táborská 496, Benešov) - (Červené Vršky 2086, Benešov) - (Ringhofferovo náměstí 550, Kamenice) - (Pražská 345, Kamenice - Želivec) - (Radotínská 1429, Praha)

Trasa C (Radotínská 1429, Praha) - (Říčanská 197, Průhonice) - (Květnové náměstí 11, Průhonice) - (Nádražní 595, Čerčany) - (Táborská 496, Benešov) - (Nádražní 300, Benešov) - (Červené Vršky 2086, Benešov) - (Ringhofferovo náměstí 550, Kamenice) - (Pražská 345, Kamenice - Želivec) - (Radotínská 1429, Praha)

Trasa D (Radotínská 1429, Praha) - (Říčanská 197, Průhonice) - (Květnové náměstí 11, Průhonice) - (Nádražní 595, Čerčany) - (Nádražní 300, Benešov) - (Táborská 496, Benešov) - (Červené Vršky 2086, Benešov) - (Ringhofferovo náměstí 550, Kamenice) - (Pražská 345, Kamenice - Želivec) - (Radotínská 1429, Praha)

Výpočtem pomocí metody větví a mezí byly získány hned čtyři trasy. Délka těchto tras je 98 026 metrů. Tyto čtyři trasy jsou totožné s trasami, které byly získány pomocí metody výhodnostních čísel a jsou uvedeny výše.

4.3.7 Trasa č. 7

Distribuční trasa č. 7 zásobovala ve dne 6. 3. 2016 celkem 17 odběratelů. V tabulce č. 14 je trasa z knihy jízd zapsaná z GPS jednotky umístěné ve vozidle. Matice sazeb pro distribuční trasu č. 7 se nachází v tabulce č. 15.

Odkud - kam	Km
CZ Praha Radotín - CZ Praha, Přeštínská	0,16
CZ Praha, Přeštínská - CZ Unhošť, tř. Dr. Beneše	33,59
CZ Unhošť, tř. Dr. Beneše - CZ Unhošť, nám. T. G. Masaryka	0,00
CZ Unhošť, nám. T. G. Masaryka - CZ Unhošť, nám. T. G. Masaryka	0,00
CZ Unhošť, nám. T. G. Masaryka - CZ Malé Přítočno	1,35
CZ Malé Přítočno - CZ Velké Přítočno, Hlavní	4,06
CZ Velké Přítočno, Hlavní - CZ Kročehlavy, Litevská	1,56
CZ Kročehlavy, Litevská - CZ Kladno, Čs. armády	4,29
CZ Kladno, Čs. armády - CZ Kladno, Čs. armády	1,78
CZ Kladno, Čs. armády - CZ Kročehlavy, Anglická	4,03
CZ Kročehlavy, Anglická - CZ Velké Přítočno, Hlavní	1,56
CZ Velké Přítočno, Hlavní - CZ Unhošť, Václavské nám.	6,52
CZ Unhošť, Václavské nám. - CZ Unhošť, Karlovarská	0,22
CZ Unhošť, Karlovarská - CZ Unhošť, Karlovarská	0,00
CZ Unhošť, Karlovarská - CZ Braškov, Dukelská	2,19
CZ Braškov, Dukelská - CZ Unhošť, nám. T. G. Masaryka	3,81
CZ Unhošť, nám. T. G. Masaryka - CZ Unhošť, Pražská	2,26
CZ Unhošť, Pražská - CZ Svárov u Unhoště, Za Kostelem	1,65
CZ Svárov u Unhoště, Za Kostelem - CZ Červený Újezd, Unhošťská	3,28
CZ Červený Újezd, Unhošťská - CZ Červený Újezd, Unhošťská	0,77
CZ Červený Újezd, Unhošťská - CZ Praha, Přeštínská	29,94
CZ Praha, Přeštínská - CZ Praha Radotín	2,95
Ujeto celkem	105,97

Tabulka 14: Současná trasa č. 7 na základě získaných dat z knihy jízd

Trasa č. 7 - 9. 3. 2016	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Radotínská 1429, Praha	1	x	41212	33571	34116	26062	34455	33548	34359	34397	35239	34426	34979	34873	41027	36281	35893	38446	34020
Československé armády 3231, Kladno	2	38803	x	4824	8149	14560	7924	4848	8021	8250	9279	7954	7777	7671	1013	3372	5022	5663	8360
Hlavní 2, Velké Přítočno	3	31603	4779	x	4431	7018	4770	23	4674	4712	5554	4741	5294	5188	4594	2709	2322	4297	4335
Za kostelem 25, Svárov	4	31394	8544	4442	x	3445	225	4418	128	166	1195	195	749	642	8358	7151	6764	3468	276
Červený Újezd 196, Červený Újezd	5	23795	14821	7030	3445	x	3605	7007	3508	3295	3872	3575	4129	4022	14635	9739	9352	6849	3169
Náměstí T. G. Masaryka 106, Unhošť	6	31734	8319	4782	225	3605	x	4759	96	326	1355	29	524	417	8133	7492	7104	3244	436
Hlavní 25, Velké Přítočno	7	31579	4803	23	4407	6995	4747	x	4651	4688	5531	4718	5271	5165	4617	2733	2345	4416	4311
Třída Dr. Beneše 51, Unhošť	8	31638	8416	4686	128	3508	96	4663	x	229	1258	67	620	514	8230	7395	7008	3340	339
Václavské náměstí 253, Unhošť	9	31676	12515	4724	166	3546	326	4700	229	x	753	296	850	743	12329	7433	7046	3570	377
Náměstí T. G. Masaryka 56, Unhošť	10	31721	8358	4769	212	3592	39	4746	84	313	x	16	563	457	8173	7479	7091	3283	423
Náměstí T. G. Masaryka 108, Unhošť	11	31705	8349	4753	195	3575	29	4730	67	296	1325	x	553	447	8163	7462	7075	3273	406
Karlovarská 469, Unhošť	12	32258	8172	5306	749	4129	524	5283	620	850	1878	553	x	106	7986	6871	7628	2720	959
Karlovarská 288, Unhošť	13	32152	8066	5200	642	4022	417	5177	514	743	1772	447	106	x	7880	6764	7522	2826	853
Československé armády 3230, Kladno	14	38989	186	5010	8335	14746	8110	5033	8207	8436	9465	8139	7963	7856	x	3558	5208	5849	8546
Vrchlického 2409, Kladno	15	33643	4281	2041	6471	9059	6811	2064	6715	6753	7595	6782	7335	7229	4095	x	1954	5739	6376
Hřebečská 2716, Kladno	16	34095	4865	2492	6923	9510	7262	2515	7166	7204	8046	7233	7786	7680	4680	1981	x	6190	6827
Dukelská 51, Braškov	17	35898	6053	4388	3468	6849	3244	4297	3340	3570	3745	3273	2720	2826	5867	4752	6055	x	3679
Pražská 954, Unhošť	18	31299	12138	4347	276	3169	436	4323	339	377	1165	406	959	853	11952	7056	6669	3679	x

Tabulka 15: Matice sazeb – trasa č. 7

Hodnoty získané optimalizací trasy č. 7

Výpočet pomocí metody nejbližšího souseda byla získána jedna trasa. Délka této trasy je 80 380 metrů. Výsledná trasa je následující:

(Radotínská 1429, Praha) - (Hlavní 25, Velké Přítočno) - (Hlavní 2, Velké Přítočno) - (Hřebečská 2716, Kladno) - (Vrchlického 2409, Kladno) - (Československé armády 3230, Kladno) - (Československé armády 3231, Kladno) - (Dukelská 51, Braškov) - (Karlovarská 469, Unhošť) - (Karlovarská 288, Unhošť) - (Náměstí T. G. Masaryka 106, Unhošť) - (Náměstí T. G. Masaryka 108, Unhošť) - (Třída Dr. Beneše 51, Unhošť) - (Za kostelem 25, Svárov) - (Václavské náměstí 253, Unhošť) - (Pražská 954, Unhošť) - (Náměstí T. G. Masaryka 56, Unhošť) - (Červený Újezd 196, Červený Újezd) - (Radotínská 1429, Praha)

Výpočet pomocí Vogelovy aproximační metody byla získána jedna trasa. Délka této trasy je 83 726 metrů. Výsledná trasa je následující:

(Radotínská 1429, Praha) - (Za kostelem 25, Svárov) - (Václavské náměstí 253, Unhošť) - (Náměstí T. G. Masaryka 56, Unhošť) - (Náměstí T. G. Masaryka 106, Unhošť) - (Náměstí T. G. Masaryka 108, Unhošť) - (Třída Dr. Beneše 51, Unhošť) - (Karlovarská 288, Unhošť) - (Karlovarská 469, Unhošť) - (Dukelská 51, Braškov) - (Československé armády 3230, Kladno) - (Československé armády 3231, Kladno) - (Vrchlického 2409, Kladno) - (Hřebečská 2716, Kladno) - (Hlavní 25, Velké Přítočno) - (Hlavní 2, Velké Přítočno) - (Pražská 954, Unhošť) - (Červený Újezd 196, Červený Újezd) - (Radotínská 1429, Praha)

Výpočtem pomocí metody výhodnostních čísel byla získána jedna trasa. Délka této trasy je 79 506 metrů. Výsledná trasa je následující:

(Radotínská 1429, Praha) - (Červený Újezd 196, Červený Újezd) - (Pražská 954, Unhošť) - (Za kostelem 25, Svárov) - (Náměstí T. G. Masaryka 108, Unhošť) - (Třída Dr. Beneše 51, Unhošť) - (Václavské náměstí 253, Unhošť) - (Náměstí T. G. Masaryka 56, Unhošť) - (Náměstí T. G. Masaryka 106, Unhošť) - (Karlovarská 288, Unhošť) - (Karlovarská 469, Unhošť) - (Dukelská 51, Braškov) - (Československé armády 3230, Kladno) - (Československé armády 3231, Kladno) - (Vrchlického 2409, Kladno) - (Hřebečská 2716, Kladno) - (Hlavní 2, Velké Přítočno) - (Hlavní 25, Velké Přítočno) - (Radotínská 1429, Praha)

Výpočtem pomocí metody větví a mezí byla získána jedna trasa. Délka této trasy je 79 321 metrů. Výsledná trasa je následující:

(Radotínská 1429, Praha) - (Červený Újezd 196, Červený Újezd) - (Pražská 954, Unhošť) - (Za kostelem 25, Svárov) - (Václavské náměstí 253, Unhošť) - (Náměstí T. G. Masaryka 56, Unhošť) - (Náměstí T. G. Masaryka 108, Unhošť) - (Třída Dr. Beneše 51, Unhošť) - (Náměstí T. G. Masaryka 106, Unhošť) - (Karlovarská 288, Unhošť) - (Karlovarská 469, Unhošť) - (Dukelská 51, Braškov) - (Československé armády 3230, Kladno) - (Československé armády 3231, Kladno) - (Vrchlického 2409, Kladno) - (Hřebečská 2716, Kladno) - (Hlavní 2, Velké Přítočno) - (Hlavní 25, Velké Přítočno) - (Radotínská 1429, Praha)

4.3.8 Trasa č. 8

Distribuční trasa č. 8 je ze dne 9. 3. 2016. Dne 9. 3. 2016 bylo zapotřebí doručit zboží celkem 20 zákazníkům. Tabulka č. 16 obsahuje trasu z knihy jízd zachycenou z GPS jednotky umístěné ve vozidle. V tabulce č. 17 je zachycena matice sazeb mezi zákazníky.

Odkud - kam	Km
CZ Praha Radotín - CZ Benešov u Prahy, Jana Švermy	46,95
CZ Benešov u Prahy, Jana Švermy - CZ Bystřice u Benešova, Dr. E. Beneše	7,32
CZ Bystřice u Benešova, Dr. E. Beneše - CZ Bystřice u Benešova, nám. II. odboje	1,40
CZ Bystřice u Benešova, nám. II. odboje - CZ Bystřice u Benešova, Ješutovo náměstí	0,70
CZ Bystřice u Benešova, Ješutovo náměstí - CZ Votice, Wolkerova	12,13
CZ Votice, Wolkerova - CZ Votice, Komenského nám.	2,20
CZ Votice, Komenského nám. - CZ Jiřetice u Neustupova	7,78
CZ Jiřetice u Neustupova - CZ Jiřetice u Neustupova, 124	1,82
CZ Jiřetice u Neustupova, 124 - CZ Miličín	5,81
CZ Miličín - CZ Miličín	0,90
CZ Miličín - CZ Miličín	0,02
CZ Miličín - CZ Votice, Husova	8,55
CZ Votice, Husova - CZ Prčice, Divišovická	10,95
CZ Prčice, Divišovická - CZ Sedlec u Votic, nám. 7. května	2,22
CZ Sedlec u Votic, nám. 7. května - CZ Sedlec u Votic, Komenského	1,78
CZ Sedlec u Votic, Komenského - CZ Vrchotovy Janovice	20,83
CZ Vrchotovy Janovice - CZ Neveklov, náměstí Jana Heřmana	15,39
CZ Neveklov, náměstí Jana Heřmana - CZ Neveklov, Na Leškově	0,17
CZ Neveklov, Na Leškově - CZ Neveklov, náměstí Jana Heřmana	0,06
CZ Neveklov, náměstí Jana Heřmana - CZ Neveklov, náměstí Jana Heřmana	0,33
CZ Neveklov, náměstí Jana Heřmana - CZ Krhanice	14,67
CZ Krhanice - CZ Praha, Přeštínská	30,81
CZ Praha, Přeštínská - CZ Praha Radotín	2,03
Ujeto celkem	194,82

Tabulka 16: Současná trasa č. 8 na základě získaných dat z knihy jízd

Trasa č. 8 - 9.3. 2016	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Radotínská 1429, Praha	1	x	71917	69636	63341	81604	82350	72022	64474	53602	53680	52858	41980	41873	41991	72279	77555	65242	30736	42053	47019	65259
Parkoviště Miličín, Miličín	2	72546	x	8902	10370	14230	13454	254	16744	20675	19614	21095	26667	26677	26678	362	13108	9525	39375	26740	26495	9541
Neustupov 63, Neustupov	3	69926	8578	x	7750	22809	17731	8683	14124	18055	16994	18475	24047	24057	24058	8940	17385	6905	36755	24120	23875	6921
Wolkerova 741, Votice	4	64134	9543	7262	x	16959	13257	9648	7599	12263	11202	12683	17517	17527	17528	9905	12911	812	30963	17590	18083	829
Vrchotice 42, Sedlec-Prčice	5	82262	14916	22834	16959	x	5898	14275	21009	30391	29330	30811	31316	31326	31327	13997	5552	16846	49091	31389	36211	16345
Komenského 21, Sedlec-Prčice	6	77238	15990	19579	13595	6236	x	14522	19199	27026	25965	27446	25478	25488	25489	14469	346	13481	45726	25551	32846	12981
Miličín 100, Miličín	7	72319	667	8674	10143	14271	13495	x	16516	20447	19387	20868	26440	26450	26451	402	13149	9298	39148	26513	26267	9314
Vrchotovy Janovice 2, Vrchotovy Janovice	8	64796	16610	14329	7587	20395	21208	16715	x	12167	12245	12588	14330	14340	14341	16972	16346	8204	31625	14403	18745	8486
Náměstí II. odboje 46, Bystřice	9	53907	20338	18057	11762	30025	26322	20443	12895	x	261	507	14591	14601	14602	20700	25976	13663	20735	14664	7855	13679
Ješutovo nám. 72, Bystřice	10	53916	20347	18066	11771	30034	26331	20452	12904	107	x	613	14600	14610	14611	20709	25985	13672	20745	14673	7864	13689
Dr. E. Beneše 86, Bystřice	11	53143	20758	18477	12182	30445	26742	20863	13315	507	681	x	13827	13837	13838	21120	26396	14083	19972	13900	7092	14100
Náměstí J. Heřmana 102, Neveklov	12	41877	26553	24272	17723	31764	25697	26658	14549	14788	14866	14044	x	240	11	26915	26036	19878	16517	73	13262	19895
Komenského 84, Neveklov	13	41732	26345	24064	17515	31555	25488	26450	14340	14580	14658	13836	107	x	118	26706	25827	19670	16372	180	13370	19686
Náměstí J. Heřmana 333, Neveklov	14	41866	26542	24261	17712	31753	25686	26647	14538	14777	14855	14033	305	229	x	26904	26025	19867	16506	62	13251	19884
Miličín 206, Miličín	15	72571	1009	8926	10395	13958	13407	368	16769	20700	19639	21120	26692	26702	26703	x	13061	9550	39400	26765	26520	9566
Náměstí 7. května 5, Sedlec-Prčice	16	77577	15306	18895	12911	5552	346	13838	19538	26342	25281	26762	25817	25827	25828	13785	x	12797	45042	25890	32162	12296
Komenského náměstí 657, Votice	17	65452	8415	6134	1428	16944	13241	8519	8614	13581	12520	14001	19573	19583	19584	8776	12895	x	32281	19646	19401	599
Krhanice 13, Krhanice	18	31135	38790	36509	30214	48477	44774	38895	31347	20475	20553	19730	16524	16416	16534	39152	44428	32115	x	16596	14519	32131
Náměstí J. Heřmana 63, Neveklov	19	41900	26480	24199	17650	31691	25624	26585	14476	14715	14793	13971	243	167	254	26842	25963	19805	16539	x	13189	19822
Nová Pražská 1647, Benešov	20	47275	26797	24516	18220	36483	32780	26901	19353	8481	8559	7737	13480	13405	13491	27158	32434	20122	14567	13238	x	20138
Husova 172, Votice	21	65917	8879	6598	829	16345	12643	8984	8532	14045	12985	14466	18449	18459	18460	9241	12296	500	32746	18522	19865	x

Tabulka 17: Matice sazeb – trasa č. 8

Hodnoty získané optimalizací trasy č. 8

Výpočtem pomocí metody nejbližšího souseda byla získána jedna trasa. Délka této trasy je 179 728 metrů. Výsledná trasa je následující:

(Radotínská 1429, Praha) - (Krhanice 13, Krhanice) - (Nová Pražská 1647, Benešov) - (Dr. E. Beneše 86, Bystřice) - (Náměstí II. odboje 46, Bystřice) - (Ješutovo nám. 72, Bystřice) - (Wolkerova 741, Votice) - (Komenského náměstí 657, Votice) - (Husova 172, Votice) - (Neustupov 63, Neustupov) - (Parkoviště Miličín, Miličín) - (Miličín 100, Miličín) - (Miličín 206, Miličín) - (Náměstí 7. května 5, Sedlec-Prčice) - (Komenského 21, Sedlec-Prčice) - (Vrchotice 42, Sedlec - Prčice) - (Vrchotovy Janovice 2, Vrchotovy Janovice) - (Náměstí J. Heřmana 102, Neveklov) - (Náměstí J. Heřmana 333, Neveklov) - (Náměstí J. Heřmana 63, Neveklov) - (Komenského 84, Neveklov) - (Radotínská 1429, Praha)

Výpočtem pomocí Vogelovy aproximační metody byla získána jedna trasa. Délka této trasy je 182 684 metrů. Výsledná trasa je následující:

(Radotínská 1429, Praha) - (Krhanice 13, Krhanice) - (Nová Pražská 1647, Benešov) - (Dr. E. Beneše 86, Bystřice) - (Ješutovo nám. 72, Bystřice) - (Náměstí II. odboje 46, Bystřice) - (Komenského 21, Sedlec-Prčice) - (Náměstí 7. května 5, Sedlec-Prčice) - (Vrchotice 42, Sedlec - Prčice) - (Miličín 206, Miličín) - (Miličín 100, Miličín) - (Parkoviště Miličín, Miličín) - (Neustupov 63, Neustupov) - (Husova 172, Votice) - (Komenského náměstí 657, Votice) - (Wolkerova 741, Votice) - (Vrchotovy Janovice 2, Vrchotovy Janovice) - (Náměstí J. Heřmana 102, Neveklov) - (Náměstí J. Heřmana 333, Neveklov) - (Náměstí J. Heřmana 63, Neveklov) - (Komenského 84, Neveklov) - (Radotínská 1429, Praha)

Výpočtem pomocí metody výhodnostních čísel byla získána jedna trasa. Délka této trasy je 178 790 metrů. Výsledná trasa je následující:

(Radotínská 1429, Praha) - (Komenského 84, Neveklov) - (Náměstí J. Heřmana 102, Neveklov) - (Náměstí J. Heřmana 333, Neveklov) - (Náměstí J. Heřmana 63, Neveklov) - (Vrchotovy Janovice 2, Vrchotovy Janovice) - (Wolkerova 741, Votice) - (Komenského náměstí 657, Votice) - (Husova 172, Votice) - (Komenského 21, Sedlec-Prčice) - (Náměstí 7. května 5, Sedlec-Prčice) - (Vrchotice 42, Sedlec - Prčice) -

(Parkoviště Miličín, Miličín) - (Miličín 206, Miličín) - (Miličín 100, Miličín) - (Neustupov 63, Neustupov) - (Ješutovo nám. 72, Bystřice) - (Náměstí II. odboje 46, Bystřice) - (Dr. E. Beneše 86, Bystřice) - (Nová Pražská 1647, Benešov) - (Krhanice 13, Krhanice) - (Radotínská 1429, Praha)

Výpočtem pomocí metody větví a mezí nebyla získána žádná trasa, jelikož došlo k „přetečení“ a ukončení výpočtu programem TPSKOSA.

4.3.9 Trasa č. 9

Distribuční trasa č. 9 obsahuje místa 14 odběratelů, kterým bylo nutné dodat zboží dne 10. 3. 2016. V tabulce č. 18 je zaznamenána trasa z knihy jízd získané z GPS jednotky umístěné ve vozidle. Tabulka č. 19. obsahuje jednotlivé vzdálenosti mezi odběrateli vyjádřené v matici sazeb.

Odkud - kam	Km
CZ Praha Radotín - CZ Praha, Přeštínská	0,42
CZ Praha, Přeštínská - CZ Červený Újezd, Svárovská	34,20
CZ Červený Újezd, Svárovská - CZ Unhošť, nám. T. G. Masaryka	4,73
CZ Unhošť, nám. T. G. Masaryka - CZ Velká Dobrá, Karlovarská	6,99
CZ Velká Dobrá, Karlovarská - CZ Kladno, Tyršova	5,21
CZ Kladno, Tyršova - CZ Kladno, Tyršova	0,00
CZ Kladno, Tyršova - CZ Kladno, Čs. armády	0,68
CZ Kladno, Čs. armády - CZ Motyčín, Svojsíkova	4,67
CZ Motyčín, Svojsíkova - CZ Kročehlavy, Kulhánkova	4,50
CZ Kročehlavy, Kulhánkova - CZ Velké Přítočno, Hlavní	0,73
CZ Velké Přítočno, Hlavní - CZ Velké Přítočno, Hlavní	1,53
CZ Velké Přítočno, Hlavní - CZ Velké Přítočno, Hlavní	0,02
CZ Velké Přítočno, Hlavní - CZ Unhošť, Pražská	4,59
CZ Unhošť, Pražská - CZ Malé Kyšice, Hřebenka	3,70
CZ Malé Kyšice, Hřebenka - CZ Unhošť, Seifertova	5,56
CZ Unhošť, Seifertova - CZ Unhošť, nám. T. G. Masaryka	2,00
CZ Unhošť, nám. T. G. Masaryka - CZ Ptice	12,98
CZ Ptice - CZ Červený Újezd, 10134	8,16
CZ Červený Újezd, 10134 - CZ Červený Újezd, 10134	0,00
CZ Červený Újezd, 10134 - CZ Praha, Přeštínská	32,21
CZ Praha, Přeštínská - CZ Praha Radotín	0,00
Ujeto celkem	132,88

Tabulka 18: Současná trasa č. 9 na základě získaných dat z knihy jízd

Trasa č. 9 - 10. 3. 2016	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Radotínská 1429, Praha	1	x	31154	40630	40581	35258	41338	26281	35239	34455	33571	34426	36950	39838	35200	34020
Chatová oblast 60, Ptice	2	27964	x	22197	22148	16676	21632	8201	11830	11564	14989	11534	18517	15874	12308	11128
Kleinerova 112, Kladno	3	38827	22542	x	678	3219	3339	14691	9092	7737	4197	7766	4773	12216	8104	8173
Československé armády 3211, Kladno	4	38896	22610	795	x	4089	3773	14760	9371	8017	4917	8046	4842	12284	8384	8452
Unhošťská 542, Kladno	5	33301	16675	3219	4003	x	4957	8824	7253	6469	1699	6439	6931	11008	7214	6033
28. října 335, Kladno	6	39371	21639	3348	3642	4964	x	13788	12217	10639	6663	11404	7922	15364	11006	10997
Sokolská 162, Červený Újezd	7	24014	8200	14346	14296	8824	13781	x	3979	3712	7137	3683	10666	9095	4457	3277
Náměstí T. G. Masaryka 56, Unhošť	8	31721	11550	7776	7938	6456	11413	3699	x	39	4769	16	5959	5422	784	423
Náměstí T. G. Masaryka 106, Unhošť	9	31734	11563	7737	7898	6469	11426	3712	1355	x	4782	29	5919	5383	745	436
Hlavní 2, Velké Přítočno	10	31603	14976	4197	4799	1687	6644	7125	5554	4770	x	4741	7415	10153	5515	4335
Náměstí T. G. Masaryka 108, Unhošť	11	31705	11534	7766	7928	6440	11397	3683	1325	29	4753	x	5949	5412	774	406
Karlovarská 8, Velká Dobrá	12	35117	18832	4791	4741	7137	7934	10981	7267	5912	6106	5942	x	8506	6280	8191
Hřebenka 75, Hřebenka	13	37117	15874	11209	12345	11158	14106	9095	5673	5383	10165	5412	8715	x	5038	5818
Seifertova 967A, Unhošť	14	32479	12308	8104	8266	7214	12171	4457	599	745	5527	774	6287	5038	x	1180
Pražská 954, Unhošť	15	31299	11127	11556	11506	6034	10991	3277	1165	436	4347	406	7876	5818	1180	x

Tabulka 19: Matice sazeb – trasa č. 9

Hodnoty získané optimalizací trasy č. 9

Výpočtem pomocí metody nejbližšího souseda byla získána jedna trasa. Délka této trasy je 105 729 metrů. Výsledná trasa je následující:

(Radotínská 1429, Praha) - (Sokolská 162, Červený Újezd) - (Pražská 954, Unhošť) - (Náměstí T. G. Masaryka 108, Unhošť) - (Náměstí T. G. Masaryka 106, Unhošť) - (Seifertova 967A, Unhošť) - (Náměstí T. G. Masaryka 56, Unhošť) - (Hlavní 2, Velké Přítočno) - (Unhošťská 542, Kladno) - (Kleinerova 112, Kladno) - (Československé armády 3211, Kladno) - (28. října 335, Kladno) - (Karlovarská 8, Velká Dobrá) - (Hřebenka 75, Hřebenka) - (Chatová oblast 60, Ptice) - (Radotínská 1429, Praha)

Výpočtem pomocí Vogelovy aproximační metody byla získána jedna trasa. Délka této trasy je 103 801 metrů. Výsledná trasa je následující:

(Radotínská 1429, Praha) - (Sokolská 162, Červený Újezd) - (Hlavní 2, Velké Přítočno) - (Unhošťská 542, Kladno) - (28. října 335, Kladno) - (Československé armády 3211, Kladno) - (Kleinerova 112, Kladno) - (Karlovarská 8, Velká Dobrá) - (Hřebenka 75, Hřebenka) - (Seifertova 967A, Unhošť) - (Náměstí T. G. Masaryka 56, Unhošť) - (Pražská 954, Unhošť) - (Náměstí T. G. Masaryka 106, Unhošť) - (Náměstí T. G. Masaryka 108, Unhošť) - (Chatová oblast 60, Ptice) - (Chatová oblast 60, Ptice) - (Radotínská 1429, Praha)

Výpočtem pomocí metody výhodnostních čísel byla získána jedna trasa. Délka této trasy je 102 638 metrů. Výsledná trasa je následující:

(Radotínská 1429, Praha) - (Sokolská 162, Červený Újezd) - (Hlavní 2, Velké Přítočno) - (Unhošťská 542, Kladno) - (28. října 335, Kladno) - (Kleinerova 112, Kladno) - (Československé armády 3211, Kladno) - (Karlovarská 8, Velká Dobrá) - (Hřebenka 75, Hřebenka) - (Seifertova 967A, Unhošť) - (Náměstí T. G. Masaryka 56, Unhošť) - (Náměstí T. G. Masaryka 106, Unhošť) - (Náměstí T. G. Masaryka 108, Unhošť) - (Pražská 954, Unhošť) - (Chatová oblast 60, Ptice) - (Radotínská 1429, Praha)

Výpočtem pomocí metody větví a mezí byla získána jedna trasa. Délka této trasy je 102 638 metrů. Výsledná trasa je následující:

(Radotínská 1429, Praha) - (Sokolská 162, Červený Újezd) - (Hlavní 2, Velké Přítočno) - (Unhošťská 542, Kladno) - (28. října 335, Kladno) - (Kleinerova 112, Kladno) - (Československé armády 3211, Kladno) - (Karlovarská 8, Velká Dobrá) - (Hřebenka 75, Hřebenka) - (Seifertova 967A, Unhošť) - (Náměstí T. G. Masaryka 56, Unhošť) - (Náměstí T. G. Masaryka 106, Unhošť) - (Náměstí T. G. Masaryka 108, Unhošť) - (Pražská 954, Unhošť) - (Chatová oblast 60, Ptice) - (Radotínská 1429, Praha)

4.3.10 Trasa č. 10

Distribuční trasa č. 10 pochází ze dne 11. 3. 2016. Dovést objednané zboží bylo potřeba celkem 13 odběratelům. Tabulka č. 20 je matice sazeb se vzájemnými vzdálenostmi mezi odběrateli. V tabulce č. 21 je trasa z knihy jízd, tak jak byla zaznamenána pomocí GPS jednotky umístěné ve vozidle.

Trasa č. 10 - 11. 3. 2016	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Radotínská 1429, Praha	1	x	85364	79664	80020	70178	69353	70440	79862	69734	69583	70447	71239	71260	75336
Kamberk 118, Kamberk	2	85293	x	5700	7508	16743	16004	14944	5522	9692	15801	15310	17804	17825	16349
Vlašimská 110, Louňovice pod Blaníkem	3	79593	5700	x	6447	11043	10305	9245	198	4514	10101	9610	12104	12125	10649
Zámecké náměstí 103, Načeradec	4	79956	7466	6447	x	13586	12847	11787	6523	10840	12644	12153	14647	14668	7165
Divišovská 328, Vlašim	5	70114	16750	11050	13592	x	826	1826	11248	15564	809	820	1443	1464	9521
Vlasákova 1830, Vlašim	6	69288	16011	10311	12854	826	x	1088	10509	14826	231	1094	1887	1908	8782
Blanická 1647, Vlašim	7	70429	14936	9237	11779	1879	1140	x	9434	13751	937	446	2940	2961	8654
U pivovaru 76, Louňovice pod Blaníkem	8	79791	5522	198	6523	11241	10502	9443	x	4530	10299	9808	12302	12323	10847
Zvěstov 36, Zvěstov	9	70019	9692	4514	10840	15557	14819	13759	4512	x	14615	14125	16619	16639	15163
Žižkovo náměstí 226, Vlašim	10	69519	15711	10011	12554	731	231	788	10209	14526	x	414	1792	1813	8926
Komenského 22, Vlašim	11	70439	15297	9598	12140	843	1150	374	9795	14112	491	x	1904	1925	8664
Domašín 73, Vlašim	12	71152	17811	12088	14630	1420	1864	2864	12286	16602	1846	1858	x	173	10559
Domašín 242, Vlašim	13	71196	17831	12132	14674	1464	1908	2908	12330	16646	1890	1902	222	x	10603
Vracovice 1A, Vracovice	14	75272	16349	10649	7165	9515	8776	10487	10847	15163	8920	8642	10576	10597	x

Tabulka 20: Matice sazeb – trasa č. 10

Odkud - kam	Km
CZ Praha Radotín - CZ Praha, Přeštínská	0,05
CZ Praha, Přeštínská - CZ Vlašim, Okružní	68,24
CZ Vlašim, Okružní - CZ Vlašim, Vlasákova	4,71
CZ Vlašim, Vlasákova - CZ Vlašim, Okružní	1,93
CZ Vlašim, Okružní - CZ Vracovice	5,48
CZ Vracovice - CZ Vlašim, Blanická	5,15
CZ Vlašim, Blanická - CZ Domašín	1,68
CZ Domašín - CZ Domašín	2,28
CZ Domašín - CZ Vlašim, Žižkovo nám.	1,43
CZ Vlašim, Žižkovo nám. - CZ Vlašim, Komenského	1,38
CZ Vlašim, Komenského - CZ Načeradec, Vlašimská	8,62
CZ Načeradec, Vlašimská - CZ Louňovice pod Blaníkem, U Pivovaru	9,01
CZ Louňovice pod Blaníkem, U Pivovaru - CZ Kamberk	4,80
CZ Kamberk - CZ Louňovice pod Blaníkem, Vlašimská	7,26
CZ Louňovice pod Blaníkem, Vlašimská - CZ Zvěstov	4,43
CZ Zvěstov - CZ Praha, Přeštínská	77,02
CZ Praha, Přeštínská - CZ Praha Radotín	2,36
Ujeto celkem	205,83

Tabulka 21: Současná trasa č. 10 na základě získaných dat z knihy jízd

Hodnoty získané optimalizací trasy č. 10

Výpočtem pomocí metody nejbližšího souseda byla získána jedna trasa. Výsledná trasa je následující:

(Radotínská 1429, Praha) - (Zvěstov 36, Zvěstov) - (U pivovaru 76, Louňovice pod Blaníkem) - (Vlašimská 110, Louňovice pod Blaníkem) - (Kamberk 118, Kamberk) - (Zámecké náměstí 103, Načeradec) - (Vracovice 1A, Vracovice) - (Komenského 22, Vlašim) - (Blanická 1647, Vlašim) - (Žižkovo náměstí 226, Vlašim) - (Vlasákova 1830, Vlašim) - (Divišovská 328, Vlašim) - (Domašín 73, Vlašim) - (Domašín 242, Vlašim) - (Radotínská 1429, Praha)

Délka této trasy je 178 639 metrů.

Výpočtem pomocí Vogelovy aproximační metody byla získána jedna trasa. Výsledná trasa je následující:

(Radotínská 1429, Praha) - (Divišovská 328, Vlašim) - (Domašín 73, Vlašim) - (Domašín 242, Vlašim) - (Vlasákova 1830, Vlašim) - (Žižkovo náměstí 226, Vlašim) - (Blanická 1647, Vlašim) - (Komenského 22, Vlašim) - (Zvěstov 36, Zvěstov) - (U

pivovaru 76, Louňovice pod Blaníkem) - (Vlašimská 110, Louňovice pod Blaníkem) - (Kamberk 118, Kamberk) - (Zámecké náměstí 103, Načeradec) - (Vracovice 1A, Vracovice) - (Radotínská 1429, Praha)

Trasa je dlouhá 189 634 metrů.

Výpočtem pomocí metody výhodnostních čísel byla získána jedna trasa. Výsledná trasa jsou následující:

(Radotínská 1429, Praha) - (Vlasákova 1830, Vlašim) - (Divišovská 328, Vlašim) - (Domašín 73, Vlašim) - (Domašín 242, Vlašim) - (Žižkovo náměstí 226, Vlašim) - (Komenského 22, Vlašim) - (Blanická 1647, Vlašim) - (Vracovice 1A, Vracovice) - (Zámecké náměstí 103, Načeradec) - (Kamberk 118, Kamberk) - (Vlašimská 110, Louňovice pod Blaníkem) - (U pivovaru 76, Louňovice pod Blaníkem) - (Zvěstov 36, Zvěstov) - (Radotínská 1429, Praha)

Délka této trasy je 178 205 metrů.

Výpočtem pomocí metody větví a mezí byly získány dvě trasy. Výsledné trasy jsou následující:

Trasa A (Radotínská 1429, Praha) - (Vlasákova 1830, Vlašim) - (Žižkovo náměstí 226, Vlašim) - (Divišovská 328, Vlašim) - (Domašín 73, Vlašim) - (Domašín 242, Vlašim) - (Komenského 22, Vlašim) - (Blanická 1647, Vlašim) - (Vracovice 1A, Vracovice) - (Zámecké náměstí 103, Načeradec) - (Kamberk 118, Kamberk) - (U pivovaru 76, Louňovice pod Blaníkem) - (Vlašimská 110, Louňovice pod Blaníkem) - (Zvěstov 36, Zvěstov) - (Radotínská 1429, Praha)

Trasa B (Radotínská 1429, Praha) - (Vlasákova 1830, Vlašim) - (Žižkovo náměstí 226, Vlašim) - (Domašín 73, Vlašim) - (Domašín 242, Vlašim) - (Divišovská 328, Vlašim) - (Komenského 22, Vlašim) - (Blanická 1647, Vlašim) - (Vracovice 1A, Vracovice) - (Zámecké náměstí 103, Načeradec) - (Kamberk 118, Kamberk) - (U pivovaru 76, Louňovice pod Blaníkem) - (Vlašimská 110, Louňovice pod Blaníkem) - (Zvěstov 36, Zvěstov) - (Radotínská 1429, Praha)

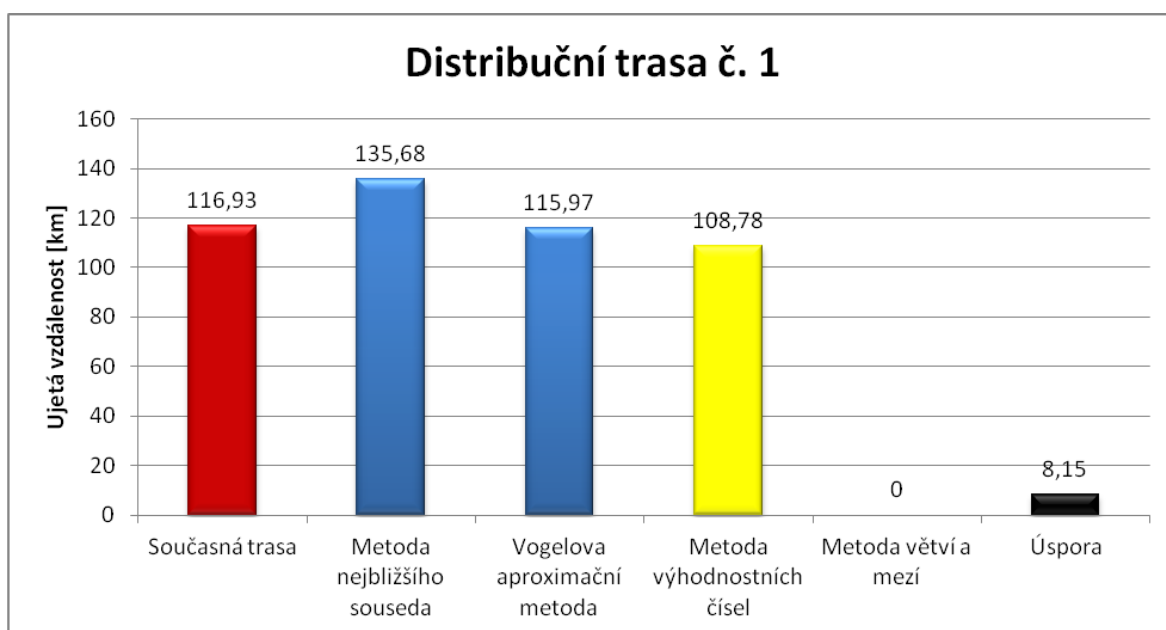
Délka těchto tras je 177 745 metrů.

5 Vyhodnocení výsledků

V této části práce jsou zhodnoceny výsledky dosažených výpočtů. Zhodnocení se opírá o hodnoty získané z optimalizací pomocí vybraných okružních dopravních metod a jejich porovnání se stávajícími trasami společnosti.

5.1.1 Trasa č. 1

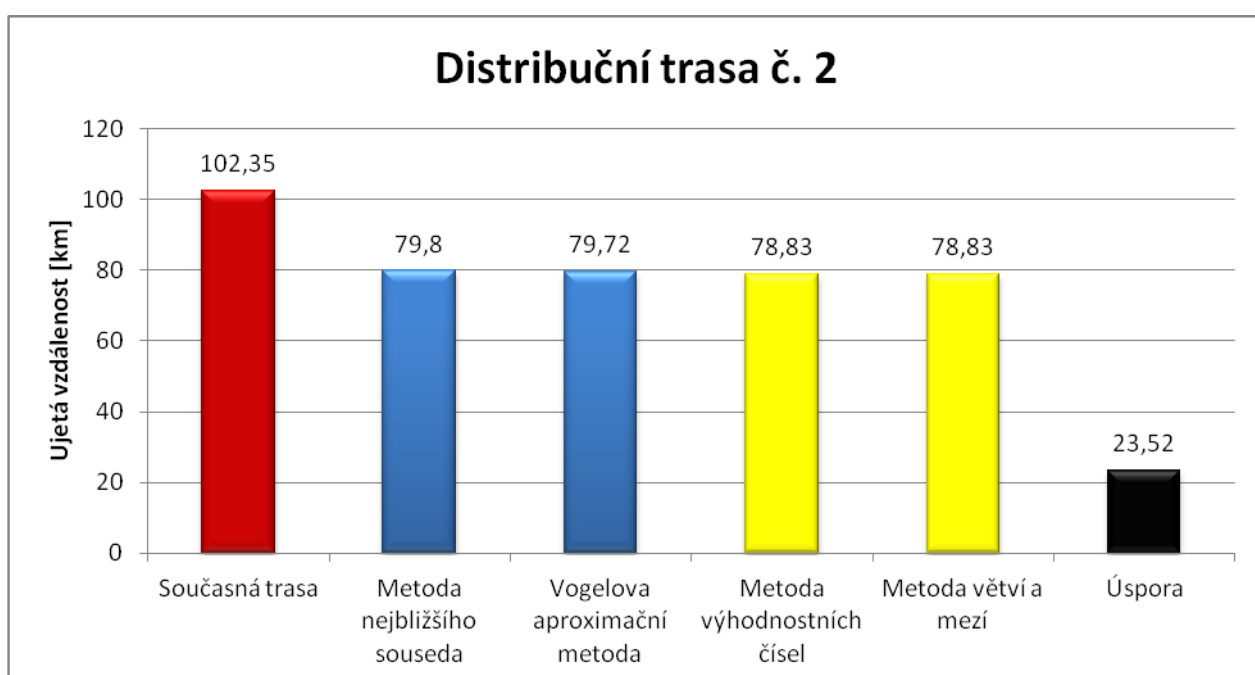
Výsledky získané optimalizací trasy č. 1 jsou přehledně zpracovány a zobrazeny v grafu na obrázku č. 1. Z grafu na obrázku č. 1 je možné vyčíst, že společnost nyní obsluhuje trasu s délkou 116,93 km. Při optimalizaci této trasy nejhůře dopadla metoda nejbližšího souseda, která stávající trasu prodloužila o 18,75 km. Výsledky dalších dvou metod trasu zkrátily. Vogelova aproximační metoda zkrátila stávající trasu o 0,96 km. Nejlépe dopadla metoda výhodnostních čísel, jejíž hodnota je 108,78. Tato metoda může oproti současné trase ušetřit 8,15 km, což představuje úsporu 7%.



Obrázek 2: Graf výsledku optimalizace - trasa č. 1

5.1.2 Trasa č. 2

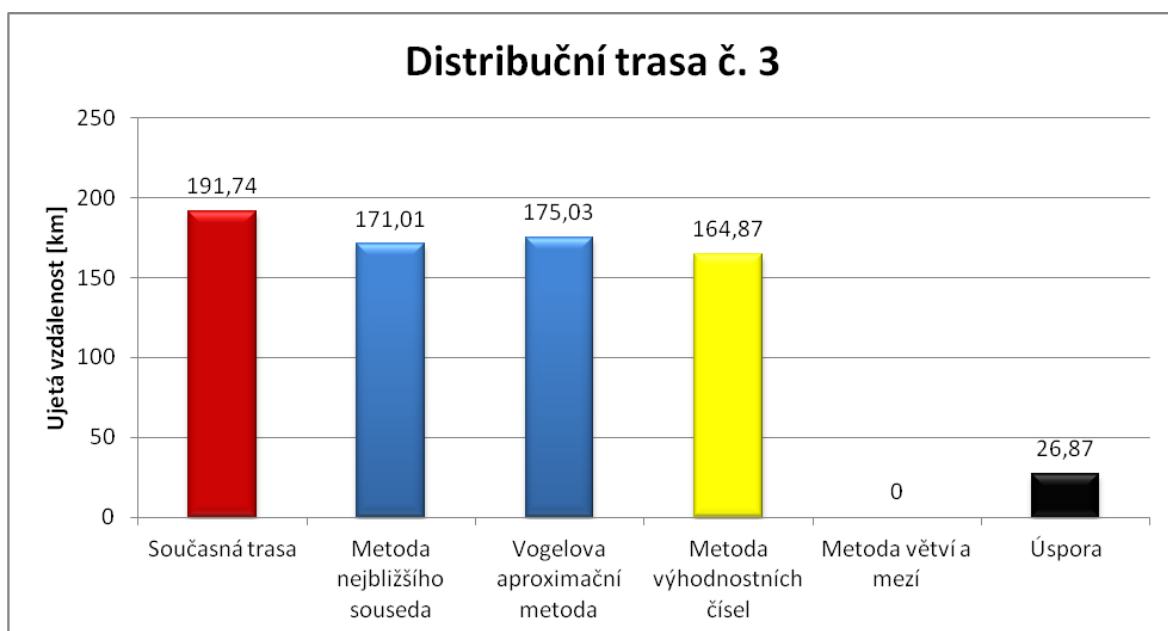
Výstupy z optimalizace trasy č. 2 jsou uvedeny v grafu na obrázku č. 2. Z tohoto grafu je vidět, že obsluhovaná trasa společnosti je dlouhá 102,35 km. Výsledky všech čtyř použitých metod jsou lepší než současná trasa, kterou společnost využívá. Optimalizace této trasy přinesla velice vyrovnané výsledky, jelikož rozdíl mezi metodou, která dopadla nejhůře a tou nejlepší je pouze 1 km. Nejkratší trasu vygenerovaly hned dvě řešení a to metoda výhodnostních čísel a metoda větví a mezí, které obě měří 78,83 km. Tyto metody představují úsporu 23,52 km, což je 23% úspora oproti stávající trase.



Obrázek 3: Graf výsledku optimalizace - trasa č. 2

5.1.3 Trasa č. 3

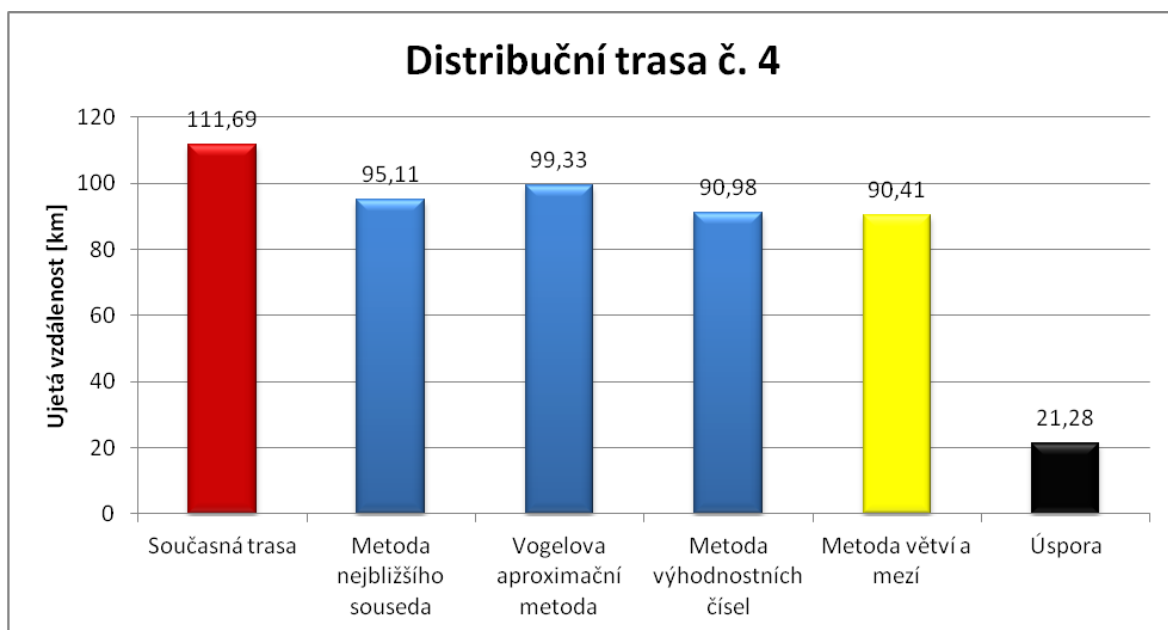
Výsledky použitých metod jsou uvedeny v grafu na obrázku č. 3. Graf poskytuje informaci o stávající délce trasy společnosti, která je 191,74 km. Trasa je horší než výsledky všech testovaných metod. Nejhoršího výsledku mezi testovanými metodami dosáhla metoda Vogelova aproximační, která délku trasy zkrátila na 175,03 km. O něco lépe dopadla metoda nejbližšího souseda, která poskytla výsledek 171,01 km. Nejlépe z testovaných metod dopadla metoda výhodnostních čísel. Tato metoda trasu optimalizovala na 164,87 km. Jedná se tedy o úsporu 26,87 km, což znamená úsporu 14%. Optimální trasu je možné obsloužit třemi způsoby.



Obrázek 4: Graf výsledku optimalizace - trasa č. 3

5.1.4 Trasa č. 4

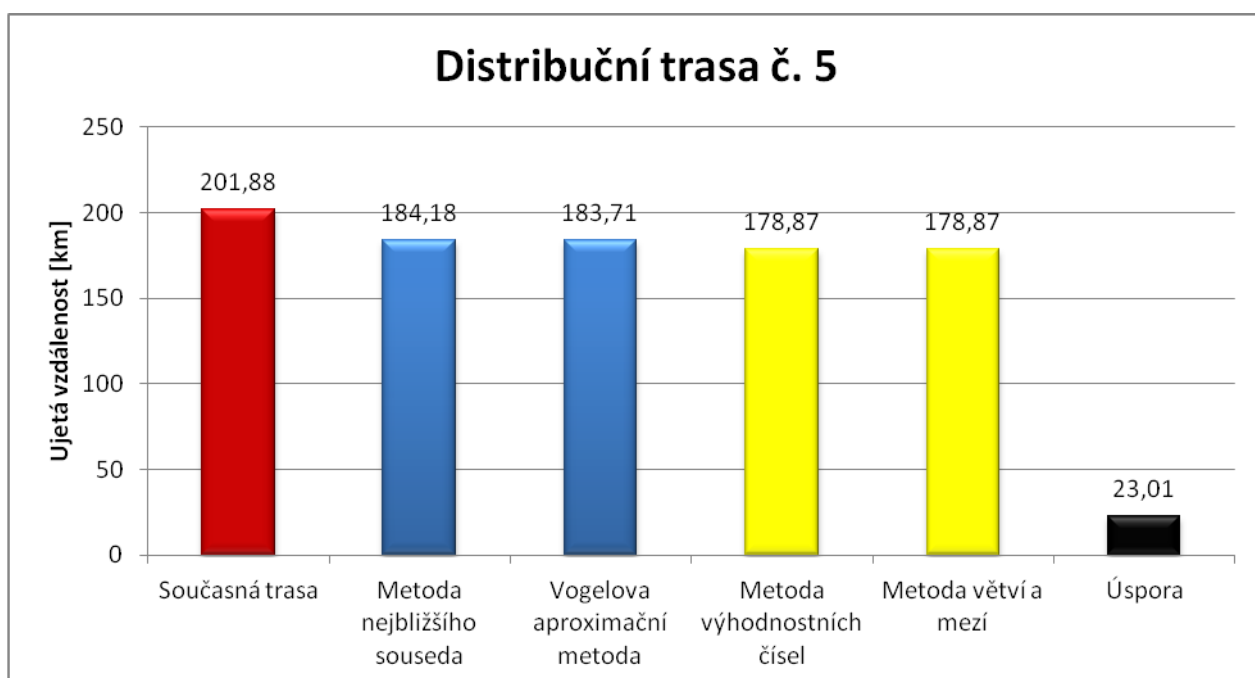
V grafu na obrázku č. 4 jsou vidět výsledky optimalizačních metod a také současná trasa společnosti. Tato trasa je dlouhá 111,69 km. Výsledky použitých metod jsou v rozmezí 10 km a všechny jsou lepší než stávající trasa společnosti. Nejmenší úspora oproti současné trase byla získána Vogelovou aproximační metodou, jejíž výsledkem byla trasa o délce 99,33. Metoda nejbližšího souseda dopadla jako druhá nejhorší s délkou 95,11 km. Nejlepšího výsledku a tedy největší úspory dosáhla metoda větví a mezí, která byla o 0,57 km lepší než metoda výhodnostních čísel. Délka optimální trasy je 90,41 a oproti současné trase by došlo k úspoře o 21,28 km. V procentuálním vyjádření dosahuje úspora 19%.



Obrázek 5: Graf výsledku optimalizace - trasa č. 4

5.1.5 Trasa č. 5

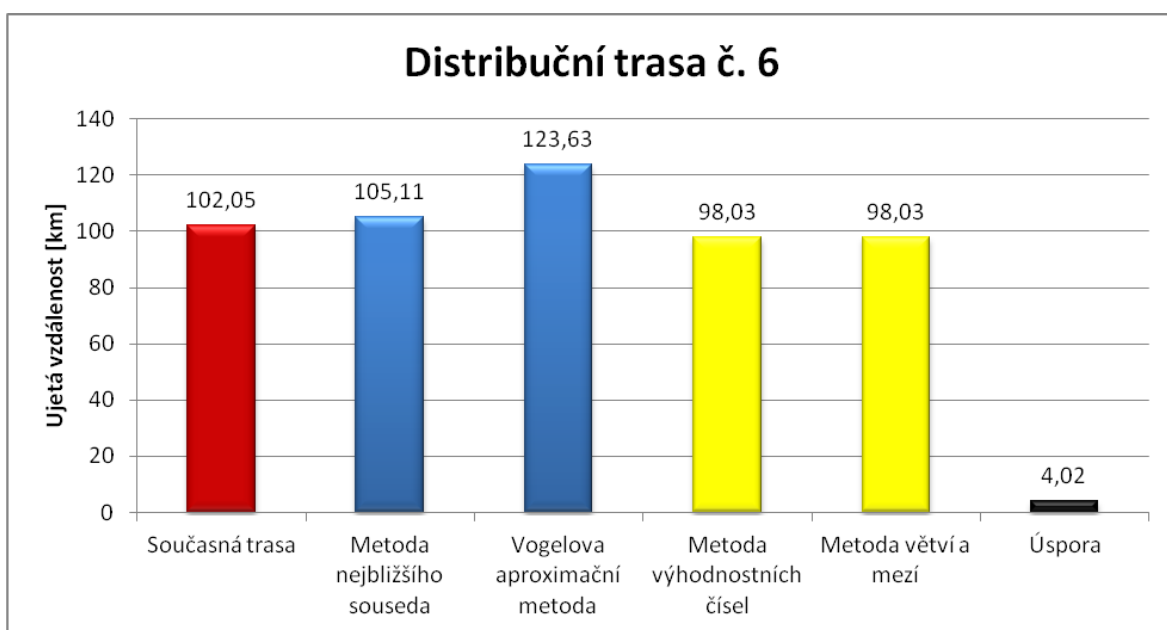
Výsledná řešení všech metod jsou uvedeny na grafu v obrázku č. 5. Z grafu je vidět, že výsledky metod jsou celkem vyrovnané. Nejmenší úsporu dosahuje metoda nejbližšího souseda, jejíž délka trasy činí 184,18 km. Úsporu o 0,47 km větší dosahuje Vogelova aproximační metoda s délkou 183,71 km. Největší úspory dosahuje metoda výhodnostních čísel a metoda větví a mezí, které mají délku 178,87 km. Úspora oproti stávající trase, která je dlouhá 201,88 km, dosahuje hodnoty 23,01 km. Na trase č. 5 dochází k úspoře 11,4%. Optimální trasa č. 5 může být obsloužena dvěma způsoby.



Obrázek 6: Graf výsledku optimalizace - trasa č. 5

5.1.6 Trasa č. 6

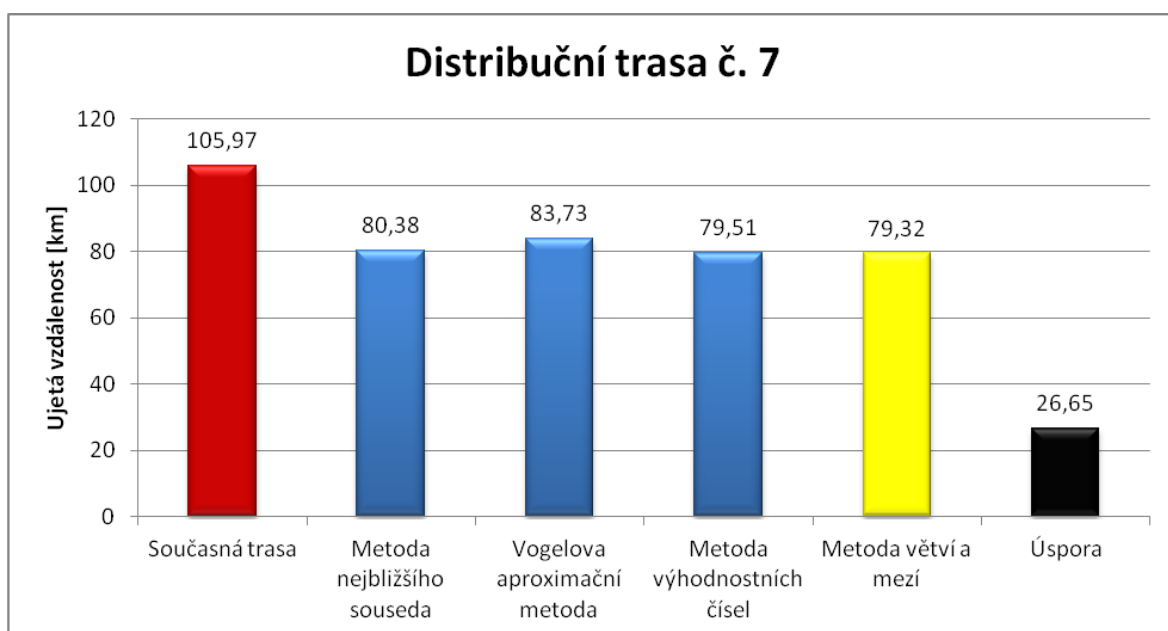
Na grafu, který je na obrázku č. 6 lze vidět výsledky všech metod. Z grafu je na první pohled viditelné, že hned dvě metody přinesly výsledek, který je horší než současná 102,05 km dlouhá trasa. Vogelova aproximační metoda je horší o 21,58 km, což představuje o 17,5% horší trasu. V porovnání se současnou trasou nedopadla dobře ani metoda nejbližšího souseda, která je se svou délkou 105,11 km o 3,06 km horší. Metoda výhodnostních čísel společně s metodou větví a mezí dosáhly úspory o 4,02. Délka jejich tras činí 98,03 km. Ze zjištěných výsledků lze konstatovat, že společnost tuto trasu obsluhuje takřka ideálně. Úspora, které zde lze dosáhnout, dosahuje pouze 4%. Optimální trasu zde lze projet celkem pomocí hned čtyř tras.



Obrázek 7: Graf výsledku optimalizace - trasa č. 6

5.1.7 Trasa č. 7

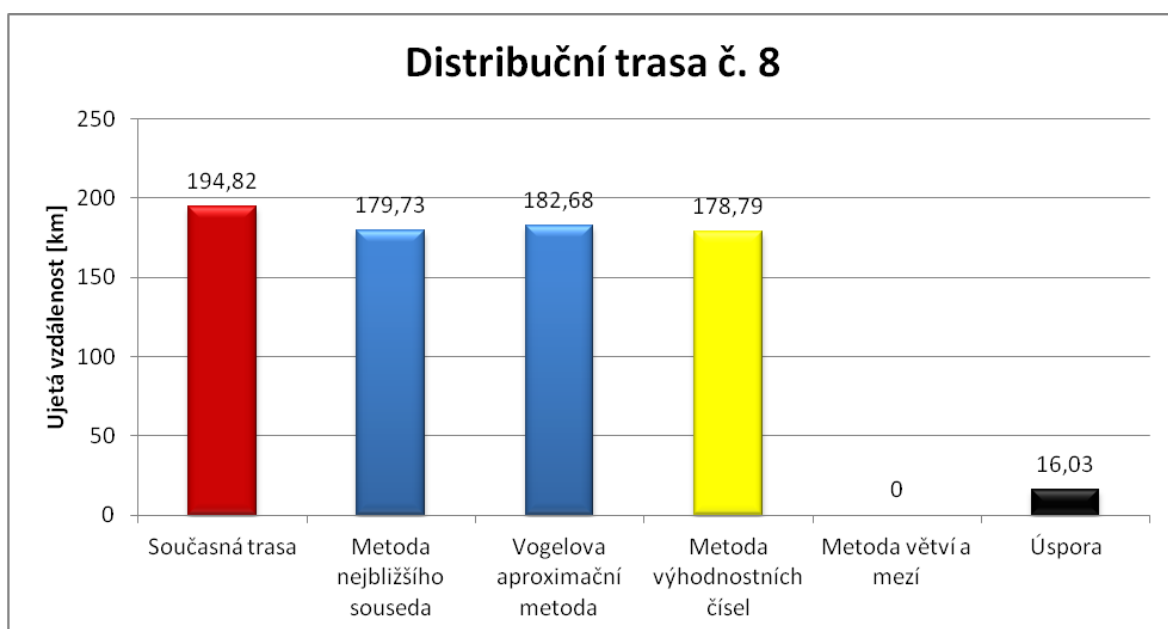
Obrázek č. 7 obsahuje graf, který zachycuje hodnoty optimalizace trasy č. 7. Z těchto hodnot je zřejmé, že aktuální trasa společnosti není optimální. Hodnoty vypočtených metod jsou poměrně vyrovnané a všechny jsou lepší než aktuální trasa. Nejkratší trasu prezentuje metoda větví a mezí s délkou 79,32. Následuje metoda výhodnostních čísel s hodnotou 79,51 km a metoda nejbližšího souseda s 80,38 km. Nejhorše dopadla Vogelova aproximační metoda s délkou trasy 83,73 km. Metoda větví a mezí uspořila 26,65 km, tato vzdálenost odpovídá úspoře 25%.



Obrázek 8: Graf výsledku optimalizace - trasa č. 7

5.1.8 Trasa č. 8

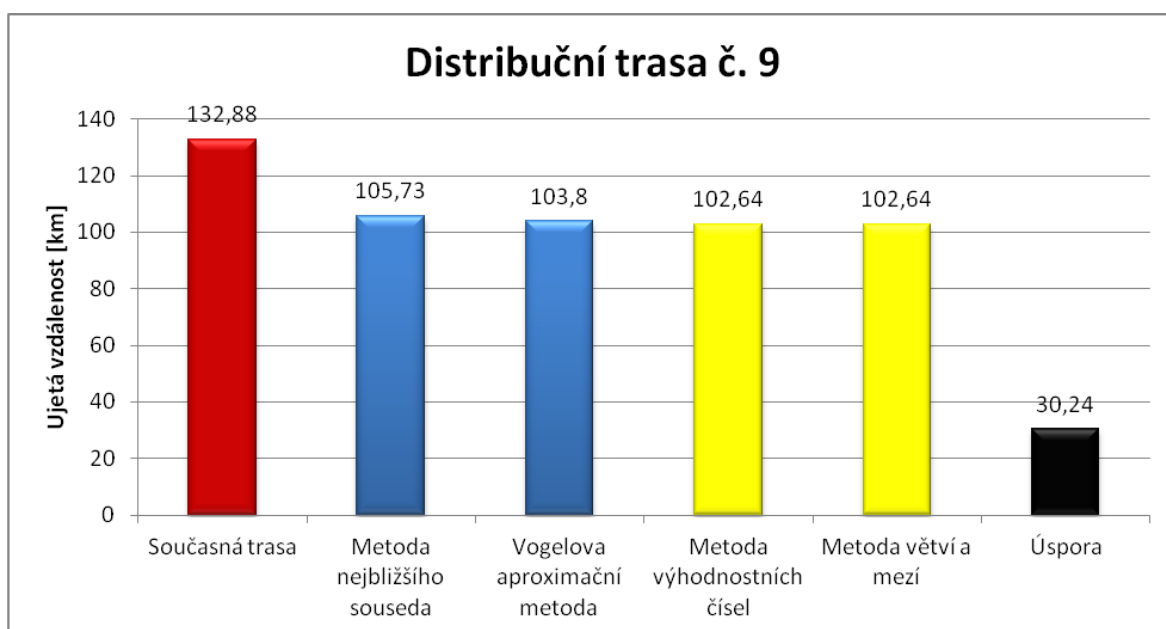
Graf znázorněný na obrázku č. 8 prezentuje výsledky optimalizace trasy č. 8. Všechny testované metody jsou lepší než realizovaná trasa, která tedy není optimální. Tyto výsledky jsou bezmála vyrovnané. Nejnižší úsporu kilometrů přináší Vogelova aproximační metoda s délkou trasy 182,68 km. Trasa získaná metodou nejbližšího souseda měří 179,73 km a je jen o 0,94 km delší než optimální trasa, která měří 178,79 km a byla získána pomocí metody výhodnostních čísel. Trasa této metody vede k úspoře 16,03 km, což odpovídá úspoře 9% oproti současné trase.



Obrázek 9: Graf výsledku optimalizace - trasa č. 8

5.1.9 Trasa č. 9

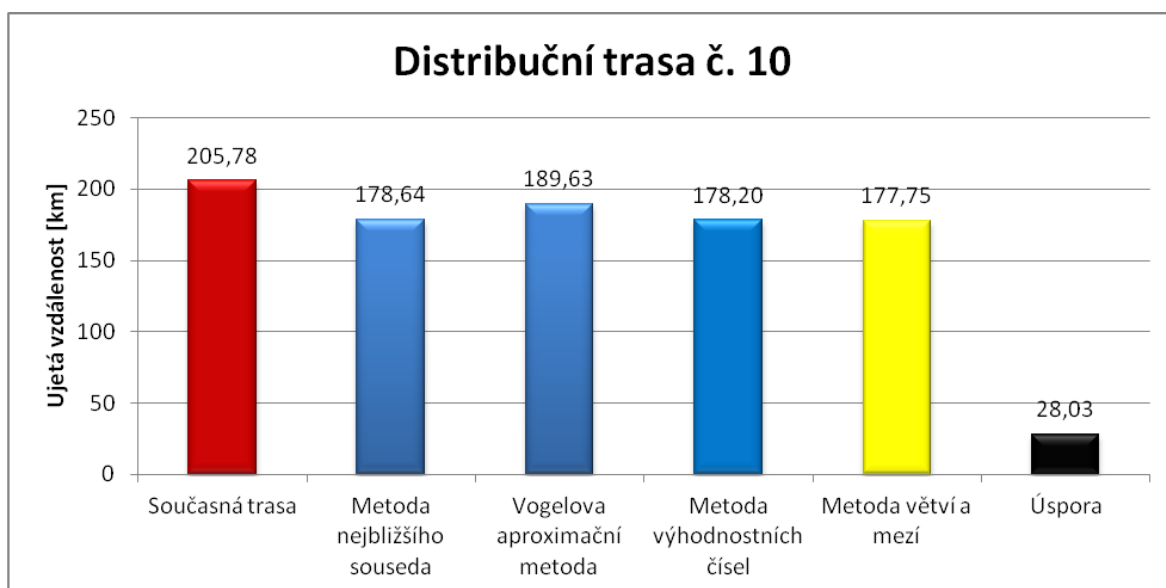
Výsledky všech metod jsou uvedeny v grafu na obrázku č. 9. Z grafu lze vyčíst, že jednotlivé metody dosahují vyrovnaných výsledků, jelikož jsou všechny metody v rozmezí 3,09 km a jsou lepší než realizovaná trasa. Nejlepších výsledků dosáhly dvě metody a to metoda větví a mezi a metoda výhodnostních čísel s délkou trasy 102,64 km. Tyto metody zajišťují největší úsporu a to 30,24 km, což znamená zkrácení realizované trasy o 22,7%. Výpočet Vogelovy aproximační metody dosahuje hodnoty 103,8 km a je jen o 1,16 km delší než nejlepší dosažená hodnota. Nejhůře z výsledků dopadla metoda nejbližšího souseda se svou délkou 105,73 km.



Obrázek 10: Graf výsledku optimalizace - trasa č. 9

5.1.10 Trasa č. 10

Na obrázku č. 10 je znázorněn graf, ve kterém jsou uvedena výsledná řešení všech metod trasy č. 10 včetně současné obsluhované trasy. Tato trasa měří 205,78 km. Výsledky optimalizačních metod této trasy jsou poměrně vyrovnané, vyjma Vogelovy aproximační metody. Tato metoda dopadla nejhůře s délkou 189,63 km. Rozdíl mezi dalšími třemi metodami je pouhých 0,89 km. Metoda nejbližšího souseda má délku trasy 178,64 km. Ještě lepšího výsledku dosáhla metoda výhodnostních čísel s délkou trasy 178,20 km a nejlepšího výsledku dosáhla metoda větví a mezí, která s délkou 177,75 km dosáhla na úsporu 28,03 km oproti současné trase, což je 13,6%. Za zmínku stojí to, že optimální délku splňují dvě trasy.



Obrázek 11: Graf výsledku optimalizace - trasa č. 10

5.1.11 Souhrnné zhodnocení

Z jednotlivých zhodnocení je zjevné, že žádná z tras nebyla obsluhována s minimálním množstvím najetých kilometrů.

Nejlépe dopadla trasa č. 5, která byla naplánována téměř optimálně. Délka této trasy byla 102 km a od optimální vzdálenosti se lišila pouze o 4 km, což je rozdíl pouhých 4%. Rozdílu do 10% dosáhly ještě dvě další trasy, konkrétně se 7% a 8 km ujetými nad rámec optimální délky trasa č. 1 a trasa č. 8 s 9%, což u této trasy představuje 16 km.

Nejhorších výsledků dosáhly trasy č. 2, 7 a 9. Všechny tyto trasy mohou dosáhnout úspory přes 20% najetých kilometrů.

Úplnou přehlednost výsledků znázorňuje tabulka č. 21.

Trasa	Ujeto [km]	Metoda nejbližšího souseda [km]	Vogelova aproximační metoda [km]	Metoda výhodnostních čísel [km]	Metoda větví a mezí [km]	Úspora [km]	Úspora [%]
1	116,93	135,68	115,97	108,78	-----	8,15	6,97
2	102,35	79,80	79,72	78,83	78,83	23,52	22,98
3	191,74	171,01	175,03	164,87	-----	26,87	14,02
4	111,69	95,11	99,33	90,98	90,41	21,28	19,05
5	201,88	184,18	183,71	178,87	178,87	23,01	11,40
6	102,05	105,11	123,63	98,03	98,03	4,02	3,94
7	105,97	80,38	83,73	79,51	79,32	26,65	25,15
8	194,82	179,73	182,68	178,79	-----	16,03	8,23
9	132,88	105,73	103,80	102,64	102,64	30,24	22,76
10	205,78	178,64	189,63	178,20	177,75	28,03	13,62
Celkem	1466,09	1315,36	1337,23	1259,49	805,85	207,81	14,17

Tabulka 22: Celkový přehled

Z tabulky lze jednoznačně vyčíst, jak si která metoda vedla. Metoda nejbližšího souseda na trase č. 1 poskytla výrazně horší výsledek optimální trasy než, která byla využita. Horšího výsledku dosáhla také na trase č. 6. Pokud by všechny trasy byly plánovány touto metodou, došlo by k úspoře o 150,73 km, což je úspora 10,28%. Svou úsporou dosáhla mezi aplikovanými metodami na 2. místo.

Vogelova aproximační metoda si vedla nepatrně hůře než metoda nejbližšího souseda. Přestože horšího výsledku než současné trasy dosáhla pouze v případě trasy č. 6, v celkovém porovnání metod dopadla nejhůře. V případě plánování tras touto metodou byla by získána úspora 128,86 km. V procentuálním vyjádření by šlo o 8,79%.

Jako nejlepší metoda pro optimalizaci dopadla metoda výhodnostních čísel. Metoda nabídla na všech trasách lepšího řešení než její současná obslužnost. Vyjma tří tras č. 4, 7 a 9 dosahovala vždy nejlepších výsledků. Její aplikací na současné trasy lze dosáhnout úspory 14,09 %. Tato úspora představuje 206,60 km.

Metoda větví a mezí dosáhla sice na trasách č. 4, 7 a 9 ještě lepších výsledků, ale tyto rozdíly byly opravdu minimální, jelikož šlo o 0,57 a 0,19 respektive o 0,45 km. Časová náročnost výpočtů byla ovšem delší v případě metody větví a mezí. Ve třech případech TSPKOSA ani po 25 minutách k optimální trase nedošla, došlo k „přetečení“ a ukončení výpočtu z důvodu jeho náročnosti.

6 Závěr

V této diplomové práci jsem zpracoval téma Optimalizace rozvozu či svozu zemědělských a potravinářských výrobků. V práci jsem aplikoval čtyři druhy okružních dopravních metod na současné přímé trasy společnosti Pivovary Staropramen s.r.o. Celkem jsem tyto metody aplikoval na 10 tras. Následné výsledky jsem porovnal nejen mezi sebou, ale především se stávajícími trasami společnosti.

Na základě nastudované odborné literatury byla vypracovaná první část práce s názvem teoretická východiska. Tato část obsahuje popis a vysvětlení dopravní logistiky, operační analýzy, teorie grafů, distribučních úloh především pak okružní dopravní problém s jednotlivými metodami řešení a uvedení použitého softwaru včetně mnou vytvořeného. Analytická část práce obsahuje představení společnosti Pivovary Staropramen s.r.o. a především vlastní zpracování a řešení daného problému.

Na každé trase proběhla aplikace metody nejbližšího souseda, Vogelova aproximační metoda, metoda výhodnostních čísel a metoda větví a mezí. Každá tato metoda poskytla svou trasu v některých případech až 4 různé možnosti. Délky těchto tras byly v dalším kroku porovnány a vybrána optimální trasa. Nejlepší kompletní výsledky poskytla metoda výhodnostních čísel. Tato metoda poskytla na všech trasách nejnižší hodnotu ujetých kilometrů. Z porovnání výsledků bylo zřejmé, že žádná ze současných tras nepředstavuje optimální řešení.

Z celkového počtu 10 zkoumaných tras by jen 3 trasy snesly přísnější měřítko. Nejmenšího rozdílu mezi současnou trasou a získanou optimální trasou dosahovaly trasy č. 1, 6 a 8, které byly obsluhovány s horším výsledkem o 7, 4 a 9%. Celková délka 10 tras, které pozorované vozidlo obsluhovalo v období od 29. února do 11. března je 1466 km. Pokud by byly trasy plánovány a obsluhovány pomocí metody výhodnostech čísel došlo by k úspoře o 14,1% a místo současných 1466 km by vozidlo urazilo pouze 1259 km.

Vzhledem k tomu, že přímou distribuci k zákazníkům každý den zajišťuje cca 120 nákladních vozidel a plánování tras probíhá "ručně" a jen mnou zkoumané vozidlo mohlo za 10 dní snížit svou vzdálenost o 207 km. Při současné ceně pohonných hmot 25,73 Kč/l nafty a průměrné spotřeby vozidla 17 litrů na 100 km by mohla společnost ušetřit pouze na pohonných hmotách 905 Kč.

Je jasné, že společnost má v oblasti plánování přímé distribuce určité rezervy. Na základě výsledků optimalizace distribučních tras společnosti a zjištěné výše úspory, které může být dosaženo, bych doporučil společnosti Pivovary Staropramen s.r.o., aby investovala do nákupu softwaru pro plánování tras, o kterém nyní společnost uvažuje. Implementace plánovacího softwaru povede k minimalizaci současných nákladů na přímou distribuci.

7 Seznam použitých zdrojů

- [1] COOK, William a Radek HONZÍK. *Po stopách obchodního cestujícího: matematika na hranicích možností*. 1. vyd. v českém jazyce. Překlad Veronika Douchová. Praha: Dokořán, 2012. Zip, sv. 28. ISBN 978-80-257-0706-7.
- [2] DANĚK, Jan a Dušan TEICHMANN. *Optimalizace dopravních procesů*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2005. ISBN 80-248-0996-6.
- [3] FÁBRY, Jan. *Matematické modelování*. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2011. ISBN 978-80-7431-066-9.
- [4] FIALA, Petr a kol. *Operační výzkum: nové trendy*. 1. vyd. Praha: Professional publishing, 2010. ISBN 978-80-7431-036-2.
- [5] JABLONSKÝ, Josef. *Operační výzkum*. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola ekonomická, 1996. ISBN 80-7079-031-8.
- [6] JABLONSKÝ, Josef. *Operační výzkum: kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování*. 2. vyd. Praha: Professional Publishing, 2002. ISBN 80-86419-42-8.
- [7] KUČERA, Luděk. *Kombinatorické algoritmy*. Praha: SNTL, 1983
- [8] LINDA, Bohdan a Josef VOLEK. *Lineární programování*. Vyd. 3. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2009. ISBN 978-80-7395-207-5.
- [9] LUKOSZOVÁ, Xenie. *Logistické technologie v dodavatelském řetězci*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2012. ISBN 97-88-086929-89-7.
- [10] OUDOVÁ, Alena. *Logistika: základy logistiky*. Vyd. 1. Kralice na Hané: Computer Media, 2013. ISBN 978-80-7402-149-7.
- [11] PELIKÁN, Jan. *Diskrétní modely v operačním výzkumu*. 1.vyd. Praha: Professional Publishing, 2001. ISBN 80-864-1917-7.
- [12] PERNICA, Petr. *Logistika - vymezení a teoretické základy*. 1. vyd. Praha: Vysoká škola ekonomická, 1994. ISBN 80-7079-820-3
- [13] SVOBODA, Vladimír. *Dopravní logistika*. Vyd. 1. V Praze: Vydavatelství ČVUT, 2004. ISBN 80-01-02914-X.
- [14] ŠUBRT, Tomáš a kol. *Ekonomicko-matematické metody*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2011. ISBN 978-80-7380-345-2.
- [15] ŠUBRT, Tomáš, Helena BROŽOVÁ, Ludmila DÖMEOVÁ a Petr KUČERA. *Ekonomicko matematické metody II: aplikace a cvičení*. Vyd. 2. Praha: ČZU PEF Praha, 2007. ISBN 978-80-213-0721-6.

- [16] WALTEROVÁ, L. *Dopravní modely*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství Praha, 1986.
- [17] ZÍSKAL, Jan a Jaroslav HAVLÍČEK. *Ekonomicko matematické metody I: studijní texty pro distanční studium*. Vyd. 2. Praha: ČZU PEF Praha ve vydavatelství Credit, 2004. ISBN 978-80-213-0761-2.
- [18] ZÍSKAL, Jan a Jaroslav HAVLÍČEK. *Ekonomicko matematické metody II: studijní texty pro distanční studium*. Vyd. 2. Praha: ČZU PEF Praha, 2007. ISBN 978-80-213-0664-6.
- [19] ZÍSKAL, Jan a Ivanka KOSKOVÁ. *Cvičení z metod operační a systémové analýzy*. Vyd. 3. Praha: ČZU PEF Praha, 2007. ISBN 978-80-213-0911-1.
- [20] Excel VBA calculate distances. *The analyst Cave* [online]. [cit. 2016-03-13]. Dostupné z: http://analystcave.com/excel-calculate-distances-between-addresses/#Parameters_for_calculating_the_Google_Maps_Distance
- [21] Pivovary Staropramen s.r.o. *Pivovary Staropramen s.r.o.* [online]. [cit. 2016-03-17]. Dostupné z: <http://www.pivovary-staropramen.cz/cs/o-nas/o-spolecnosti/>
- [22] Pivovary Staropramen s.r.o. *Konsolidovaná výroční zpráva za 2014* [online]. [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/content/download?id=e7cd2325852b490ebe9f5534d14f6166>

8 Seznam obrázků

Obrázek 1: Příklad logistického řetězce s vazbou na vnější svět	14
Obrázek 2: Graf výsledku optimalizace - trasa č. 1	58
Obrázek 3: Graf výsledku optimalizace - trasa č. 2	59
Obrázek 4: Graf výsledku optimalizace - trasa č. 3	60
Obrázek 5: Graf výsledku optimalizace - trasa č. 4	61
Obrázek 6: Graf výsledku optimalizace - trasa č. 5	62
Obrázek 7: Graf výsledku optimalizace - trasa č. 6	63
Obrázek 8: Graf výsledku optimalizace - trasa č. 7	64
Obrázek 9: Graf výsledku optimalizace - trasa č. 8	65
Obrázek 10: Graf výsledku optimalizace - trasa č. 9	66
Obrázek 11: Graf výsledku optimalizace - trasa č. 10	67
Obrázek 12: Trasa č. 1 před optimalizací	77
Obrázek 13: Trasa č. 1 po optimalizaci	77
Obrázek 14: Trasa č. 2 před optimalizací	78
Obrázek 15: Trasa č. 2 po optimalizaci	78
Obrázek 16: Trasa č. 3 před optimalizací	79
Obrázek 17: Trasa č. 3 po optimalizaci	79
Obrázek 18: Trasa č. 4 před optimalizací	80
Obrázek 19: Trasa č. 4 po optimalizaci	80
Obrázek 20: Trasa č. 5 před optimalizací	81
Obrázek 21: Trasa č. 5 po optimalizaci	81
Obrázek 22: Trasa č. 6 před optimalizací	82
Obrázek 23: Trasa č. 6 po optimalizaci	82
Obrázek 24: Trasa č. 7 před optimalizací	83
Obrázek 25: Trasa č. 7 po optimalizaci	83
Obrázek 26: Trasa č. 8 před optimalizací	84
Obrázek 27: Trasa č. 8 po optimalizaci	84
Obrázek 28: Trasa č. 9 před optimalizací	85
Obrázek 29: Trasa č. 9 po optimalizaci	85
Obrázek 30: Trasa č. 10 před optimalizací	86
Obrázek 31: Trasa č. 10 po optimalizaci	86
Obrázek 32: Obsluha zákazníků ve městě Vlašim na trase č. 5	87
Obrázek 33: Obsluha odběratelů ve městě Vlašim na trase č. 10	87

9 Seznam tabulek

Tabulka 1: Dopravní tabulka	24
Tabulka 2: Současná trasa č. 1 na základě získaných dat z knihy jízd	34
Tabulka 3: Matice sazeb – trasa č. 1	35
Tabulka 4: Současná trasa č. 2 na základě získaných dat z knihy jízd	36
Tabulka 5: Matice sazeb – trasa č. 2	37
Tabulka 6: Současná trasa č. 3 na základě získaných dat z knihy jízd	38
Tabulka 7: Matice sazeb – trasa č. 3	39
Tabulka 8: Současná trasa č. 4 na základě získaných dat z knihy jízd	41
Tabulka 9: Matice sazeb – trasa č. 4	41
Tabulka 10: Současná trasa č. 5 na základě získaných dat z knihy jízd	43
Tabulka 11: Matice sazeb – trasa č. 5	44
Tabulka 12: Současná trasa č. 6 na základě získaných dat z knihy jízd	46
Tabulka 13: Matice sazeb – trasa č. 6	46
Tabulka 14: Současná trasa č. 7 na základě získaných dat z knihy jízd	48
Tabulka 15: Matice sazeb – trasa č. 7	49
Tabulka 16: Současná trasa č. 8 na základě získaných dat z knihy jízd	51
Tabulka 17: Matice sazeb – trasa č. 8	51
Tabulka 18: Současná trasa č. 9 na základě získaných dat z knihy jízd	53
Tabulka 19: Matice sazeb – trasa č. 9	54
Tabulka 20: Matice sazeb – trasa č. 10	55
Tabulka 21: Současná trasa č. 10 na základě získaných dat z knihy jízd	56
Tabulka 22: Celkový přehled.....	68

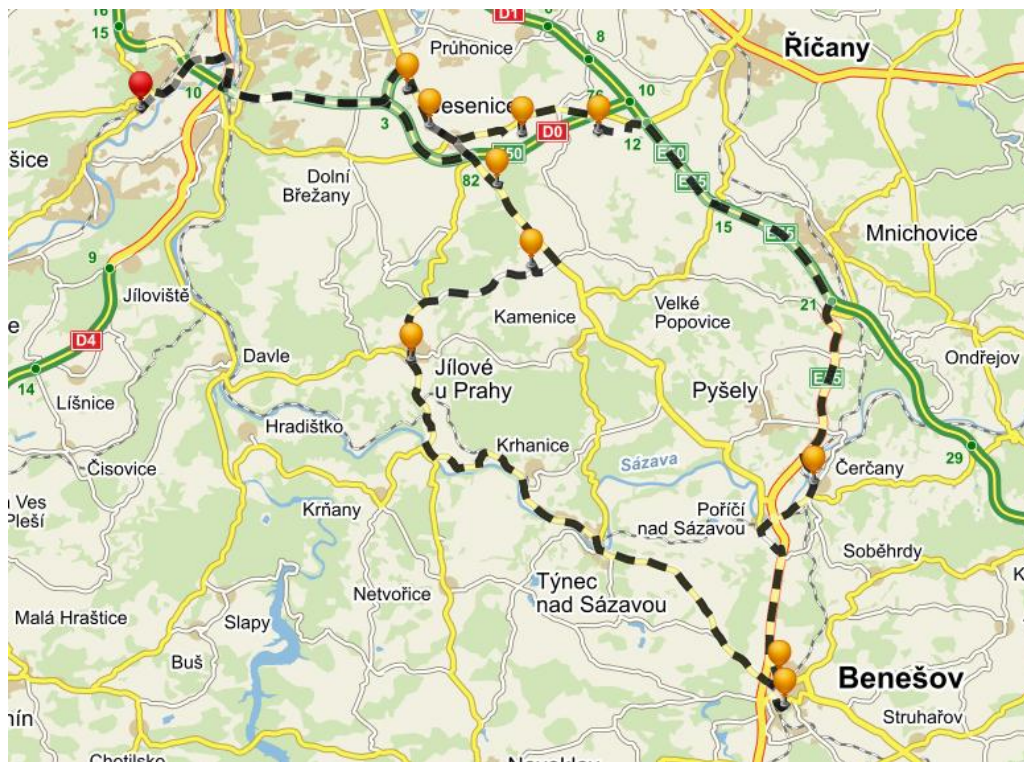
10 Přílohy

Příloha č. 1: Zdrojový kód pro VBA

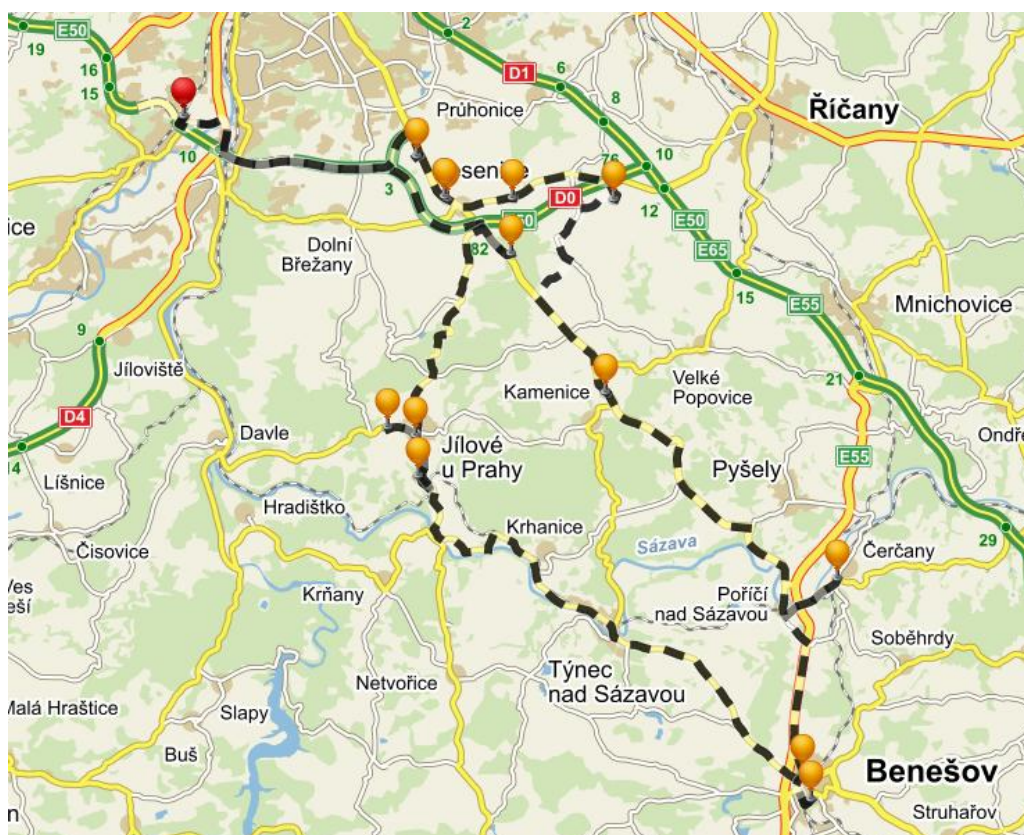
```
'Calculate Google Maps distance between two addresses
Public Function GetDistance(start As String, dest As String)
    Dim firstVal As String, secondVal As String, lastVal As String
    firstVal = "http://maps.googleapis.com/maps/api/distancematrix/json?origins="
    secondVal = "&destinations="
    lastVal = "&mode=car&language=pl&sensor=false"
    Set objHTTP = CreateObject("MSXML2.ServerXMLHTTP")
    URL = firstVal & Replace(start, " ", "+") & secondVal & Replace(dest, " ", "+") &
lastVal
    objHTTP.Open "GET", URL, False
    objHTTP.setRequestHeader "User-Agent", "Mozilla/4.0 (compatible; MSIE 6.0;
Windows NT 5.0)"
    objHTTP.send ("")
    If InStr(objHTTP.responseText, ""distance"": {") = 0 Then GoTo ErrorHandl
    Set regex = CreateObject("VBScript.RegExp"): regex.Pattern = ""value"*.?([0-9]+)":
regex.Global = False
    Set matches = regex.Execute(objHTTP.responseText)
    tmpVal = Replace(matches(0).SubMatches(0), ".",
Application.International(xlListSeparator))
    GetDistance = CDb1(tmpVal)
    Exit Function
ErrorHandl:
    GetDistance = -1
End Function
```

[20]

Příloha č. 2: Trasa č. 1 před optimalizací a po ní

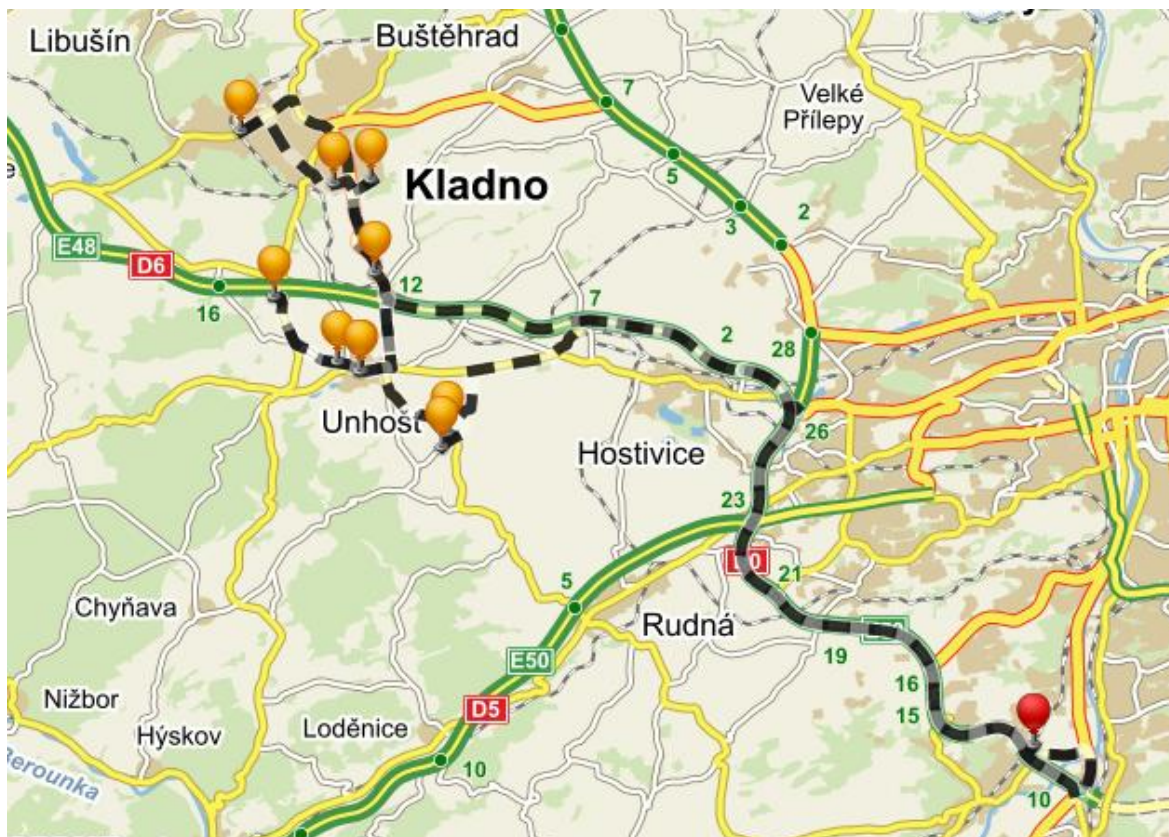


Obrázek 12: Trasa č. 1 před optimalizací

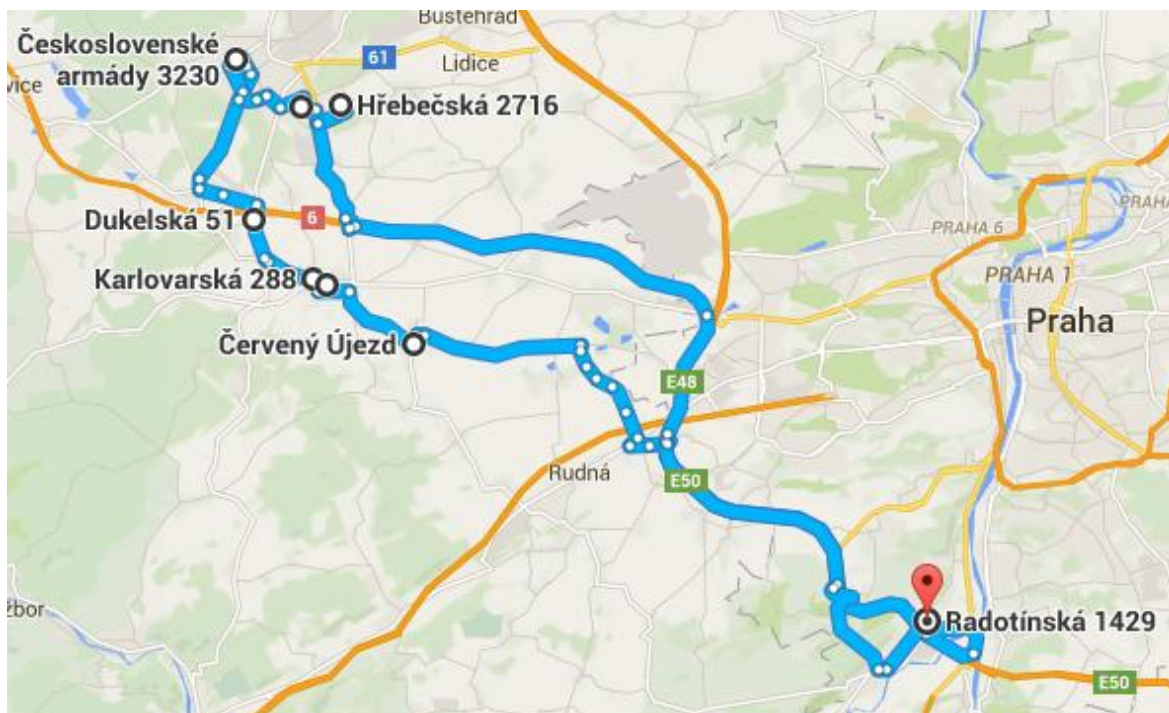


Obrázek 13: Trasa č. 1 po optimalizaci

Příloha č. 3: Trasa č. 2 před optimalizací a po ní

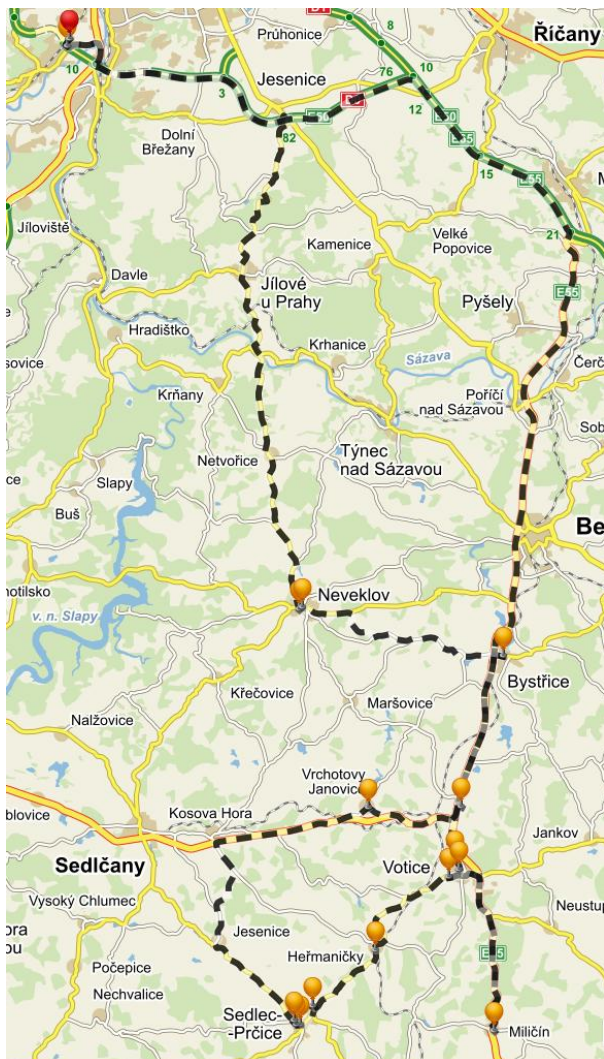


Obrázek 14: Trasa č. 2 před optimalizací

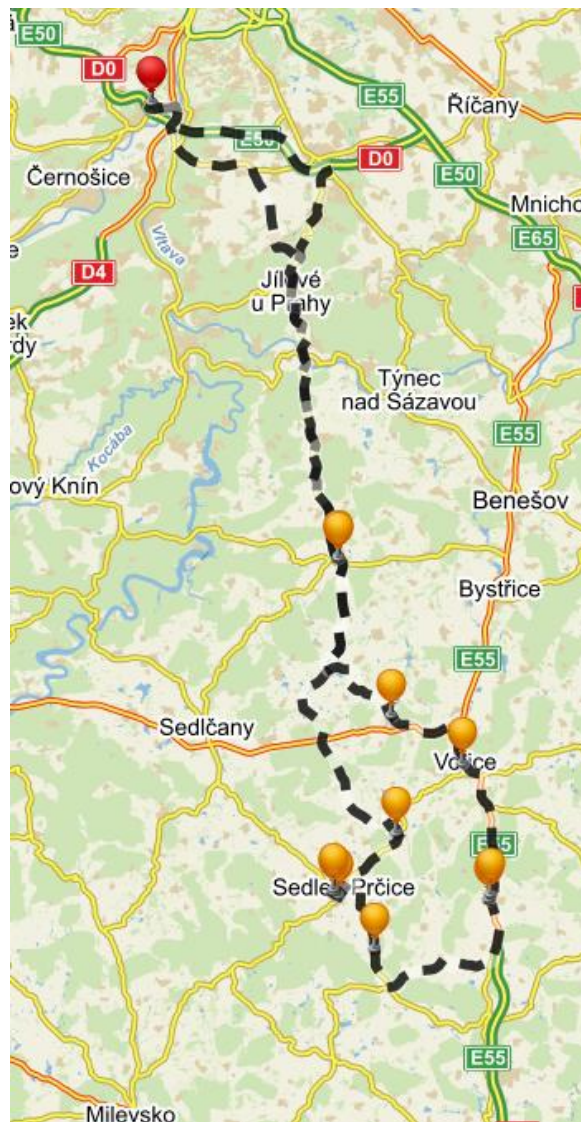


Obrázek 15: Trasa č. 2 po optimalizaci

Příloha č. 4: Trasa č. 3 před optimalizací a po ní



Obrázek 16: Trasa č. 3 před optimalizací



Obrázek 17: Trasa č. 3 po optimalizaci

Příloha č. 5: Trasa č. 4 před optimalizací a po ní

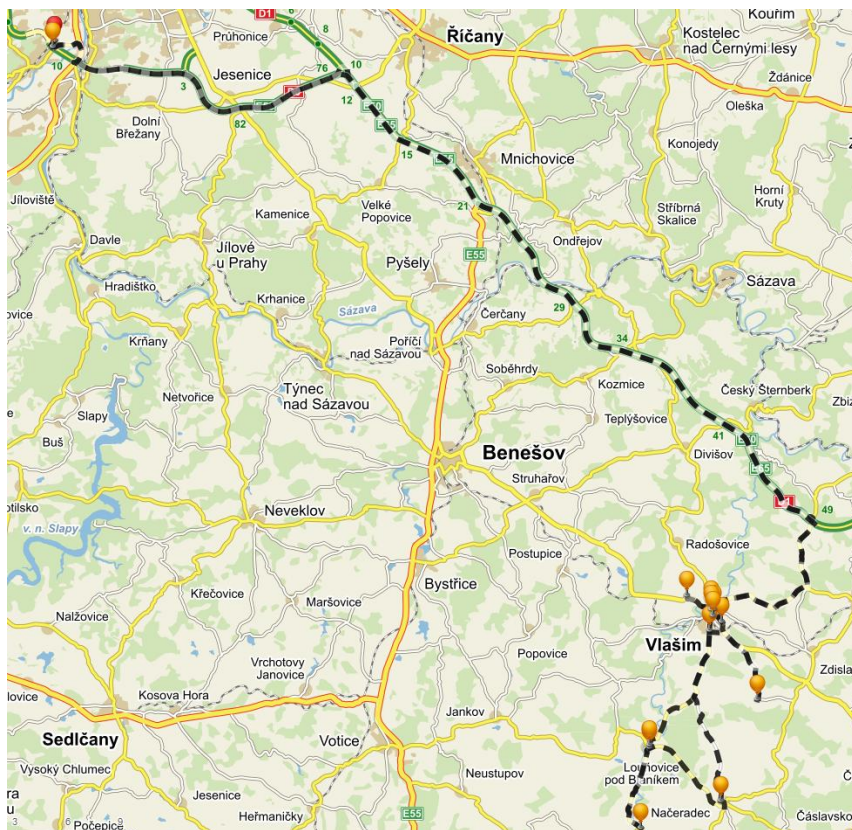


Obrázek 18: Trasa č. 4 před optimalizací

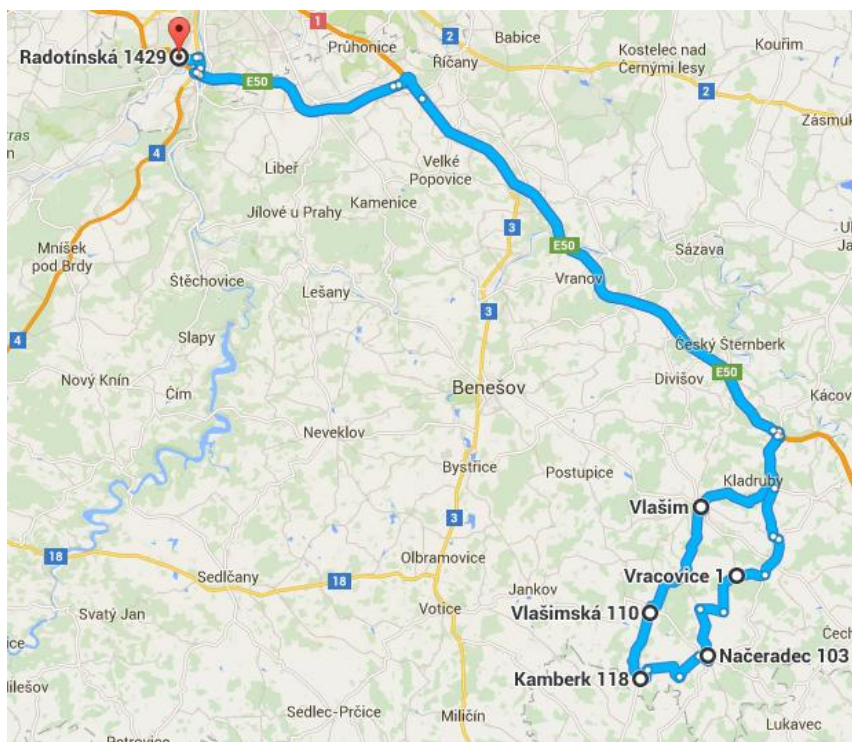


Obrázek 19: Trasa č. 4 po optimalizaci

Příloha č. 6: Trasa č. 5 před optimalizací a po ní

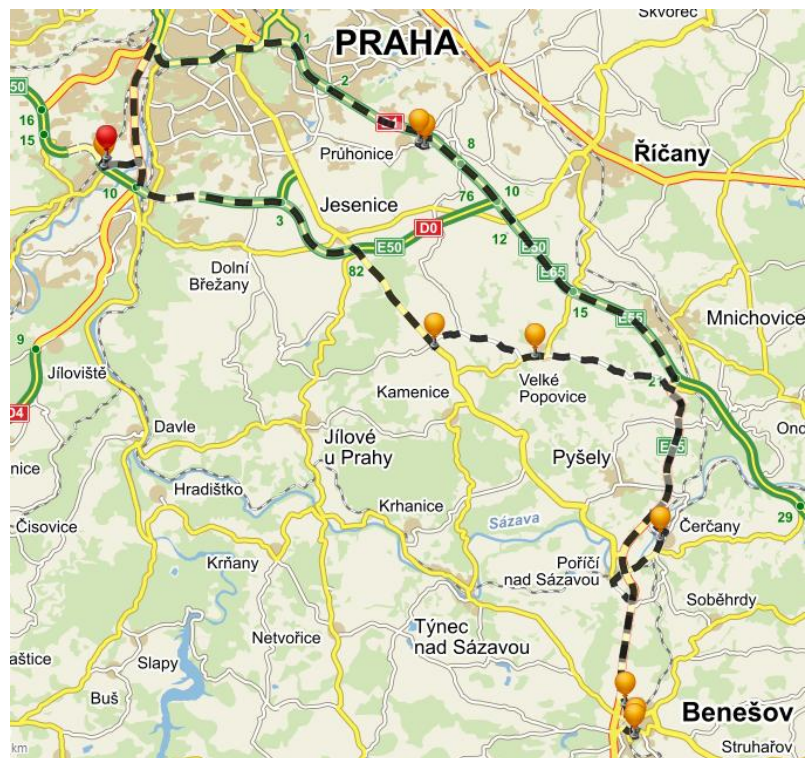


Obrázek 20: Trasa č. 5 před optimalizací

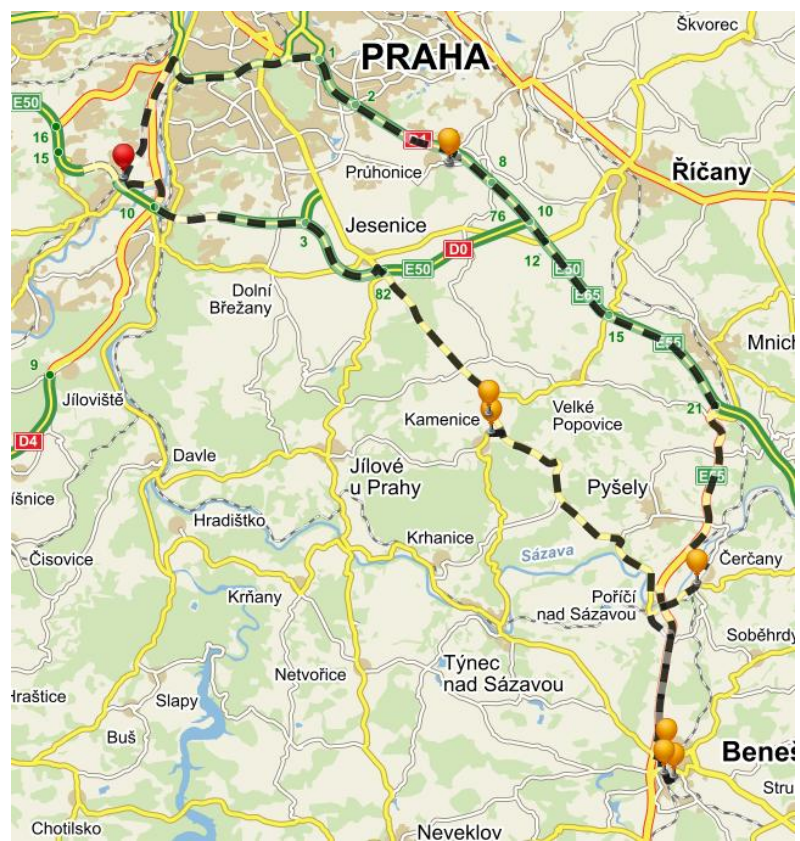


Obrázek 21: Trasa č. 5 po optimalizaci

Příloha č. 7: Trasa č. 6 před optimalizací a po ní

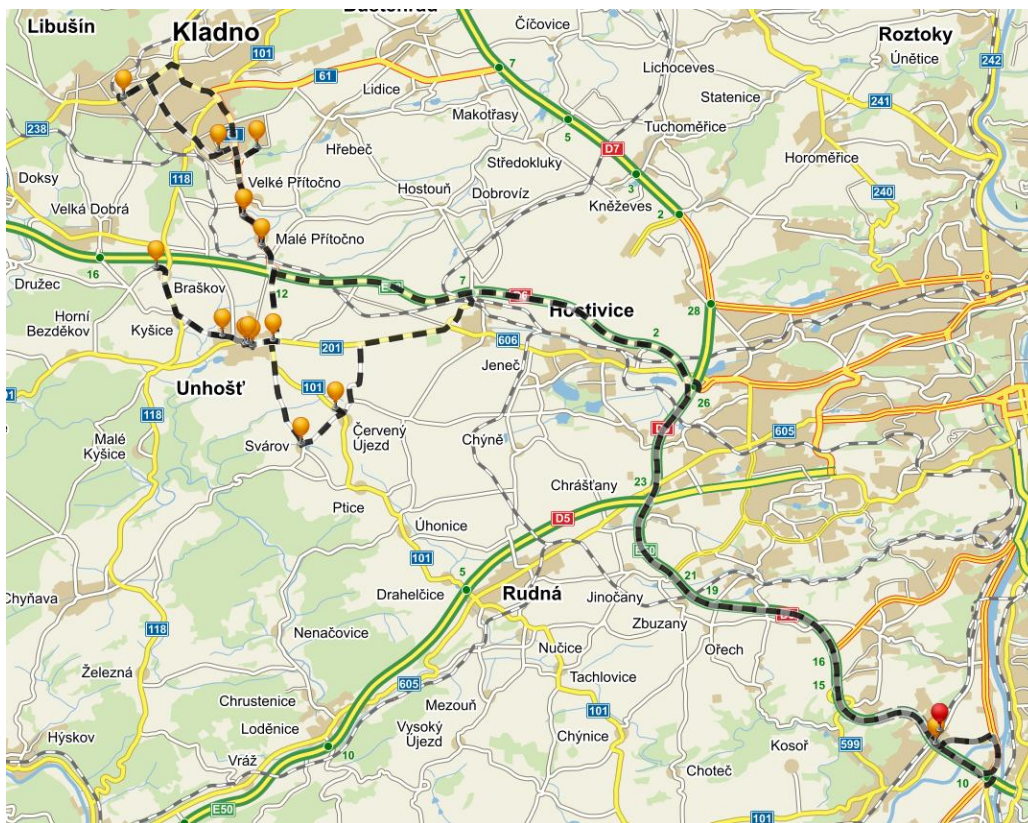


Obrázek 22: Trasa č. 6 před optimalizací

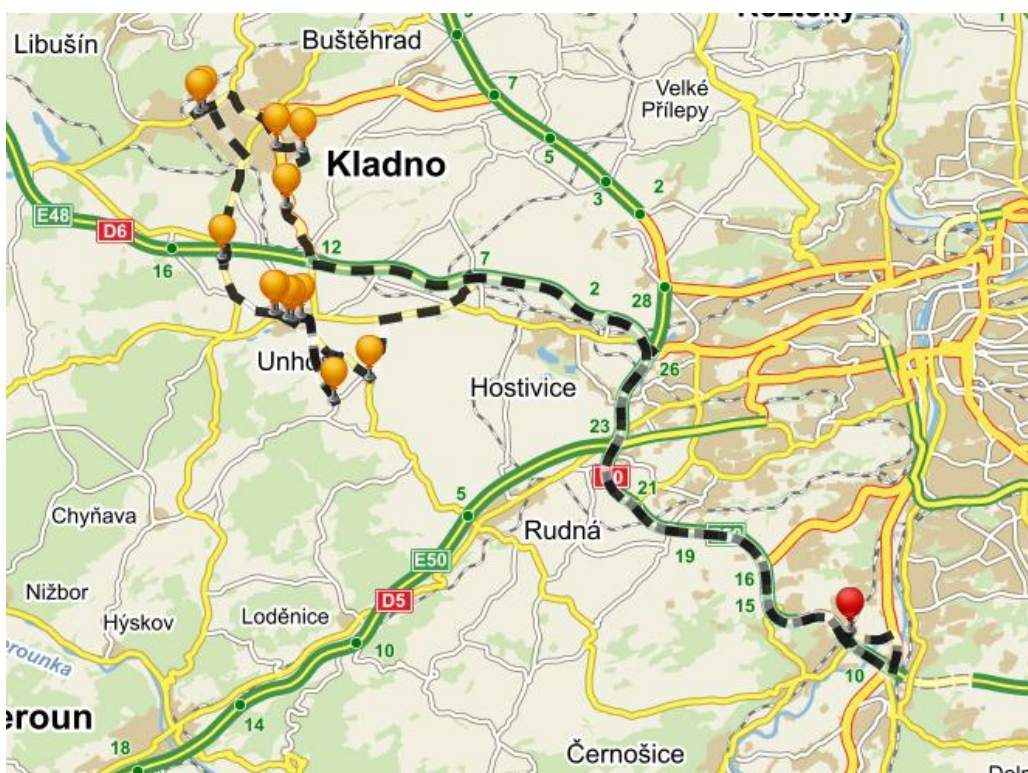


Obrázek 23: Trasa č. 6 po optimalizaci

Příloha č. 8: Trasa č. 7 před optimalizací a po ní

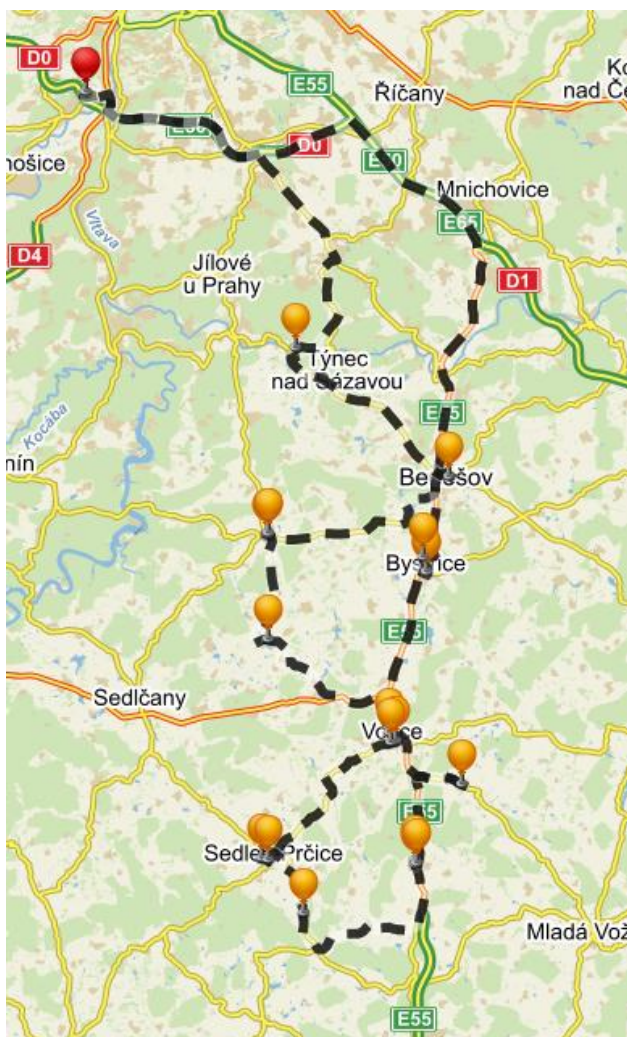


Obrázek 24: Trasa č. 7 před optimalizací

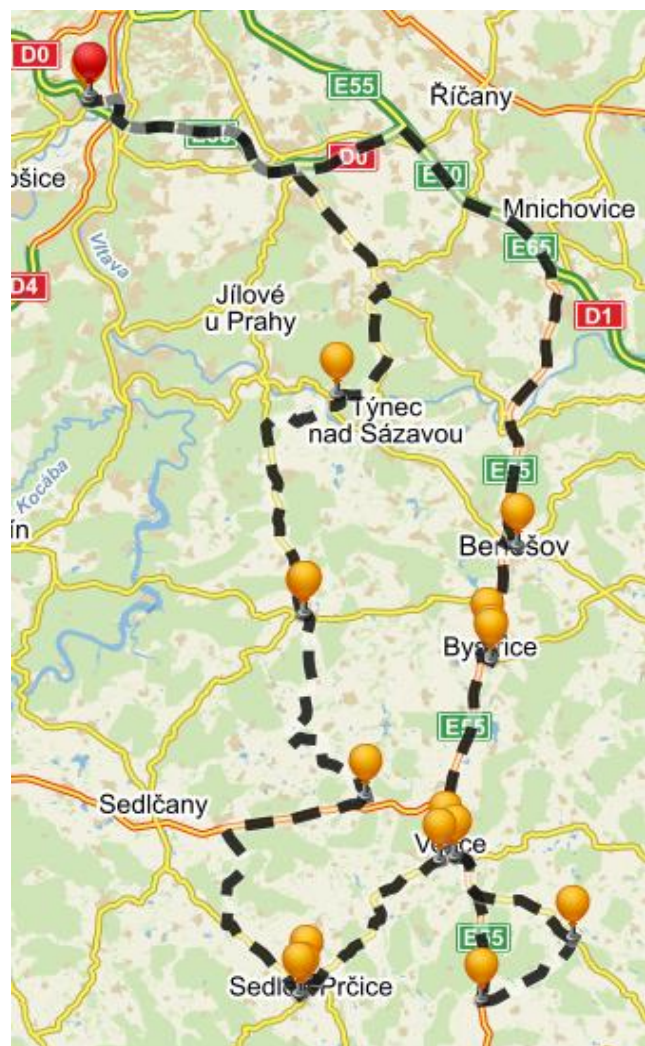


Obrázek 25: Trasa č. 7 po optimalizaci

Příloha č. 9: Trasa č. 8 před optimalizací a po ní



Obrázek 26: Trasa č. 8 před optimalizací

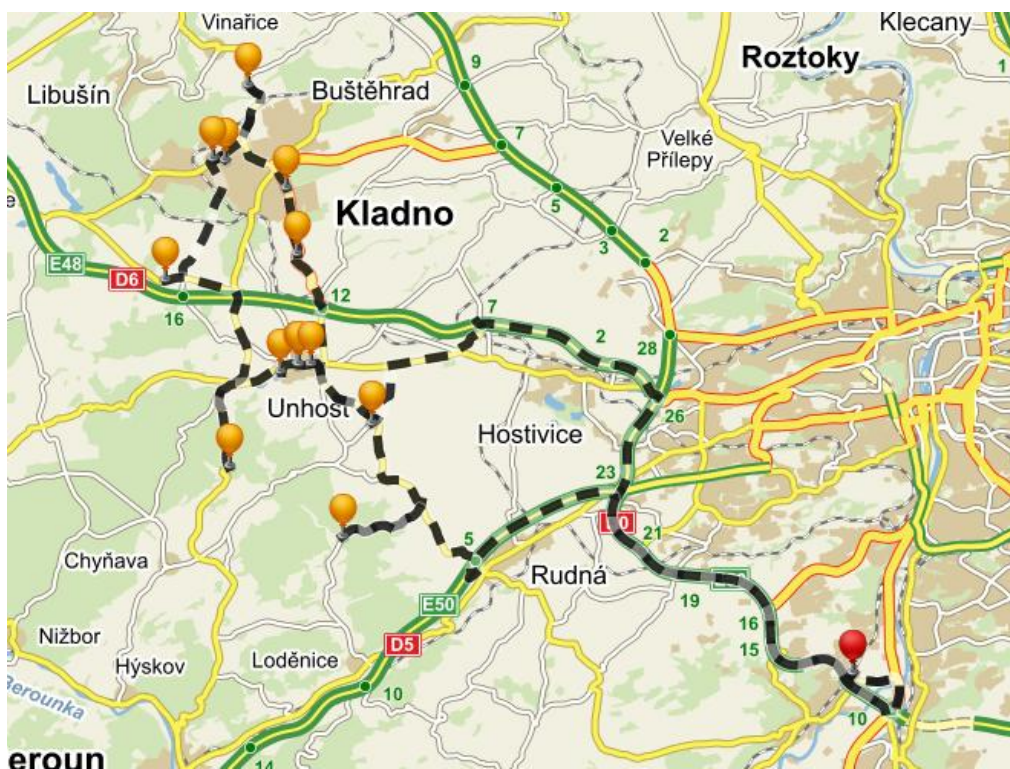


Obrázek 27: Trasa č. 8 po optimalizaci

Příloha č. 10: Trasa č. 9 před optimalizací a po ní

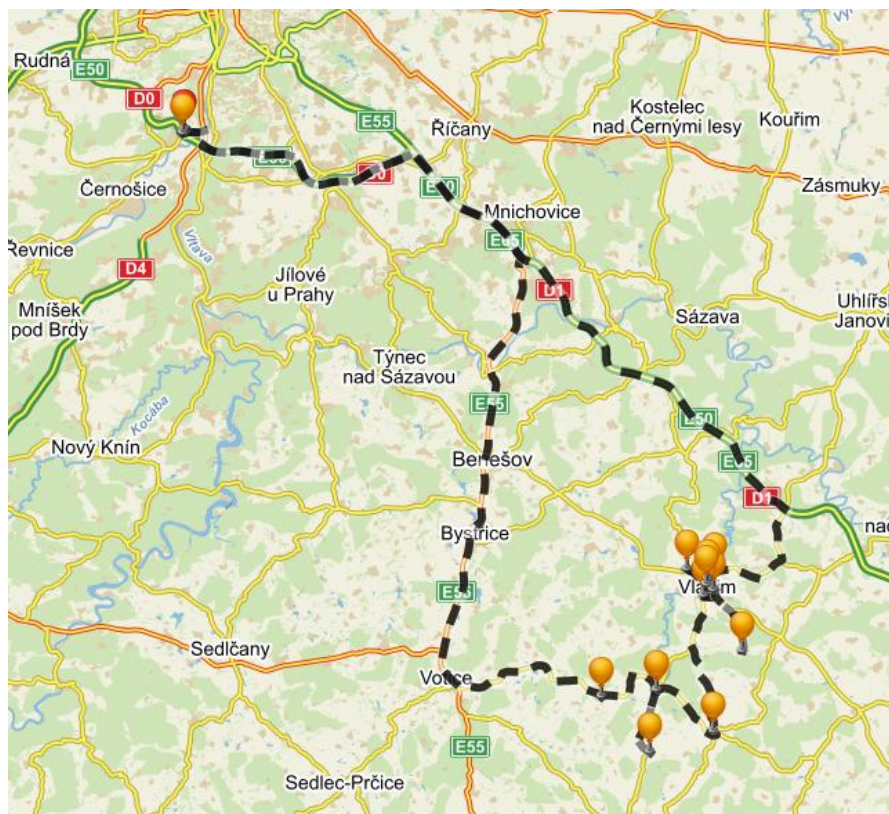


Obrázek 28: Trasa č. 9 před optimalizací

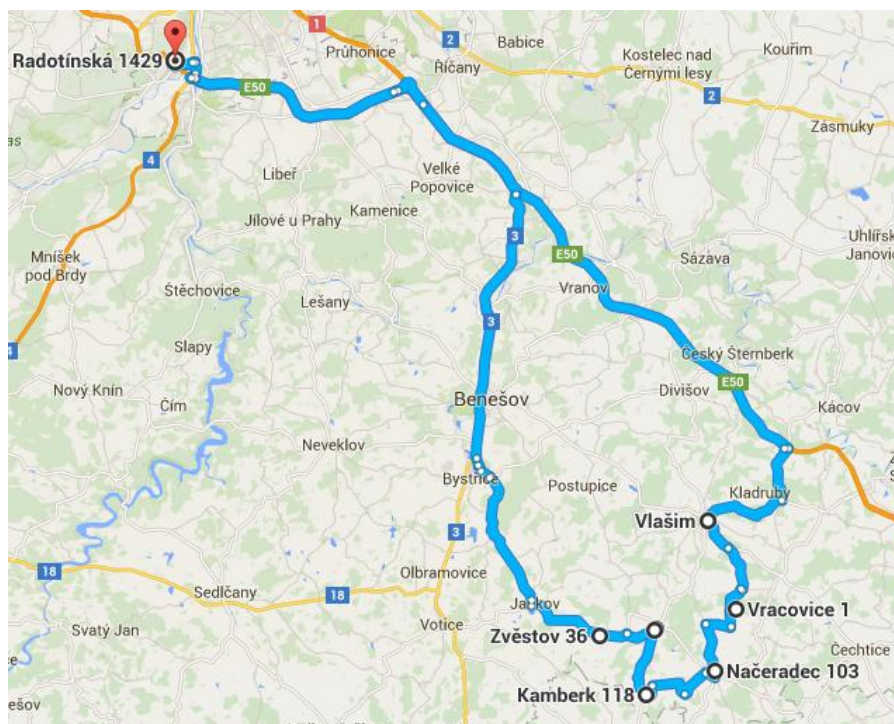


Obrázek 29: Trasa č. 9 po optimalizaci

Příloha č. 11: Trasa č. 10 před optimalizací a po ní

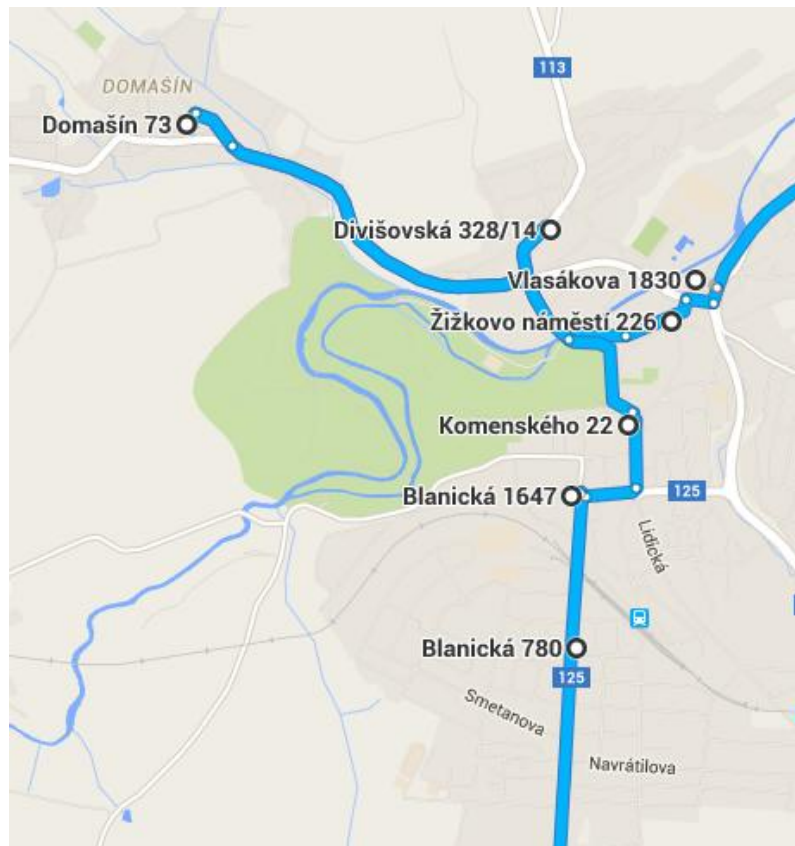


Obrázek 30: Trasa č. 10 před optimalizací

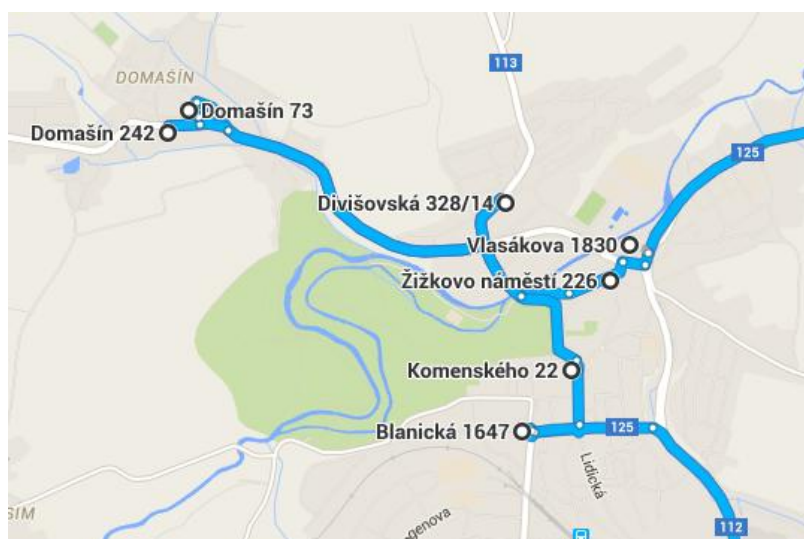


Obrázek 31: Trasa č. 10 po optimalizaci

Příloha č. 12: Optimalizace rozvozu ve Vlašimi



Obrázek 32: Obsluha zákazníků ve městě Vlašim na trase č. 5



Obrázek 33: Obsluha odběratelů ve městě Vlašim na trase č. 10