

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA EKONOMICKÁ

Diplomová práce

**Posouzení efektivnosti podnikové dopravy při rozvozu zboží
zákazníkům**

**Assessment of the effectiveness of corporate services for delivery
of goods to customers**

Klára Křížová

Plzeň 2018

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma

„Posouzení efektivnosti podnikové dopravy při rozvozu zboží zákazníkům“

vypracovala samostatně pod odborným dohledem vedoucího diplomové práce za použití pramenů uvedených v příložené bibliografii.

Plzeň dne

.....

Podpis autora

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat svému vedoucímu diplomové práce panu doc. Dr. Ing. Plevnému za jeho čas a odborné rady při konzultacích. Další poděkování patří společnosti Geco, a.s. za možnost zpracování diplomové práce v daném podniku a vedení velkoobchodní pobočky v Karlových Varech za poskytnuté materiály pro tuto práci. V neposlední řadě bych ráda poděkovala celé své rodině a přátelům, kteří mi byli velkou oporou po celou dobu mého studia.

Obsah

Úvod	8
1. Základní pojmy.....	10
1.1. Logistika	10
1.2. Doprava	12
1.2.1. Silniční automobilová doprava	13
1.3. Teorie dopravních sítí.....	14
1.4. Plánování dopravního systému	15
1.4.1. Strategické plánování	16
1.4.2. Taktické plánování	17
1.4.3. Operativní úroveň.....	17
2. Dopravní úlohy operativního plánování	19
2.1. Teorie grafů.....	19
2.2. Okružní a rozvozní úlohy	20
2.3. Jednookruhové úlohy	21
2.3.1. Úloha obchodního cestujícího	21
2.4. Víceokruhové úlohy	22
2.4.1. Úlohy okružních jízd – Vehicle Routing Problems	22
3. Řešení okružních úloh	25
3.1. Exaktní metody	25
3.1.1. Metody větví a hranic.....	25
3.2. Heuristické metody	25
3.2.1. Clarkeova – Wrightova metoda	26
3.2.2. Metoda nejbližšího souseda.....	27
3.2.3. Metody primárního shlukování.....	27
4. Představení společnosti.....	29

4.1. Historie společnosti.....	30
4.2. Analýza prostředí podniku	30
4.2.1. Makroprostředí.....	30
4.2.2. Mezoprostředí	32
4.2.3. Mikroprostředí	34
4.3. Velkoobchodní činnost	37
4.4. Vozový park pobočky Karlovy Vary.....	38
5.3 Personální zajištění rozvozu.....	40
5. Formulace problému.....	41
5.1. Charakteristické znaky úlohy.....	41
6. Současný systém fungování dopravní sítě	43
6.1. Sledované období 2017	44
7. Řešení problému	50
7.1. Stírací algoritmus	51
7.2. Zhodnocení nově navržených tras.....	72
7.3. Návrh opatření pro podnik.....	76
Závěr.....	78
Zdroje.....	81
Seznam obrázků, grafů a tabulek	84
Seznam příloh	87
Přílohy	88

Úvod

Logistika je soubor činností, pomocí kterých je realizováno přemístění konkrétního výrobku nebo zboží k zákazníkovi tak, aby byla zachována jeho požadovaná kvalita a zároveň dodržena správný čas dodání. Je jedním z důležitých oborů, zvláště v době globalizace, kdy se zboží dopravuje napříč světem. Ačkoliv je logistika starým řemeslem, jako vědní obor se vyprofilovala teprve nedávno v souvislosti s průmyslovou revolucí, prudkým rozvojem dopravy a mezinárodního obchodu.

Tato diplomová práce se zabývá posouzením efektivnosti podnikové dopravy při rozvozu zboží. Téma jsem si zvolila cíleně, protože v oboru logistiky pracuji. Ve společnosti Geco, a.s., která se zabývá prodejem cigaret, dalších tabákových výrobků a doplňkového sortimentu, jsem zaměstnána na pozici, která se zabývá vyřizováním objednávek, plánováním tras a fakturací zboží. Při své práci mám díky přístupu vedoucích pracovníků možnost navrhnout nová řešení. Jeden z těchto nápadů se stal podkladem pro vypracování této diplomové práce.

Cílem práce je ověřit, zda je možné v současné logistice firmy dosáhnout úspor a zda by se finančně vyplatilo investovat do speciálního software pro plánování tras. Pro naplnění tohoto cíle bylo nutné analyzovat stávající způsob sestavování denních tras, následně se pokusit aplikovat vhodnou jednoduchou heuristickou metodu pro sestavení tras vozidel zásobujících jednotlivé provozovny, případně nalézt úspory v nákladech na rozvoz zboží a navrhnout podniku řešení pro úsporu celkového počtu ujetých kilometrů. S definovaným cílem souvisí další dílčí cíle:

- seznámit se s okružními a rozvoзовými úlohami a přístupy k jejich řešení,
- na základě pozorování současného systému plánování tras formulovat problém, který bude řešen a stanovit omezující podmínky,
- vybrat vhodnou metodu řešení problému,
- porovnat výsledky stávajícího a nově navrženého způsobu plánování tras vozidel.

Na základě takto získaných dat bude provedena analýza výsledků, vyčíslení možné úspory a porovnání s náklady na speciální SW řešení.

Práce je členěna na část teoretickou a analytickou. V teoretické části jsou nejprve vyloženy hlavní pojmy logistika a doprava, vzhledem k zaměření práce především silniční. Další kapitola se věnuje teorii dopravních sítí a plánování dopravního systému. Dále jsou rozpracovány dopravní úlohy operativního plánování a víceokruhové úlohy. Opět

s přihlédnutím k cíli práce je speciální pozornost věnována úloze obchodního cestujícího a úlohám okružních jízd, především metodám jejich řešení. V této části je tedy popsán výběr metody, která bude pro naplnění cíle práce použita.

Další část práce je věnována společnosti GECO a.s., její historii, analýze prostředí podniku a především logistickým postupům, které se ve společnosti praktikují. Pozornost je věnována především vozovému parku, jeho vlastnostem a personálnímu zajištění. Tím je pro potřeby této práce definováno prostředí výzkumu a jednotlivé složky, které se na zkoumané činnosti podílejí.

Analytická část je uvedena formulací problému a charakteristickými znaky úlohy. Jedná se o řešení kapacitně omezené úlohy okružních jízd s několika přesně zadanými charakteristickými rysy – omezení kapacitou jednotlivých vozů, počtem vozů, jednoděpovou strukturou sítě, časové omezení doby rozvozu a další omezení.

Následně je provedena analýza současného stavu ve sledovaném období. Zvoleny byly dva týdny, a to: 2. října 2017 – 6. října 2017 a 9. října 2017 – 13. října 2017. Týdenní systém je zvolen s ohledem na počet tras a harmonogram zásobování. Výsledkem této analýzy bude přehled o vytíženosti vozidel, celkovém počtu ujetých kilometrů a finančních nákladech na dopravu, za předpokladu, že jsou všichni zákazníci včas a kvalitně obslouženi.

Pro řešení problému bude zvolena metoda stíracího algoritmu. Celý postup bude detailně popsán a shrnut v kapitole 7.

V závěru práce jsou poznatky shrnuty, porovnány výsledky stávajícího stavu a možného stavu po využití navržené metody trasování a vyčíslena hypotetická úspora nákladů. Na základě těchto výsledků bude naplněn cíl práce – bude jednoduchou heuristickou metodou zjištěna úroveň případné úspory nákladů na dopravu a ta bude porovnána s náklady na pořízení speciálního SW řešení.

Pro práci byly využity standardní zdroje, především odborné publikace pro ekonomické a dopravní obory. Všechny tyto zdroje jsou dobře dostupné v knihovnách nebo na českém trhu. Vzhledem k zaměření práce nebylo potřebné využití zahraničních zdrojů. Tyto publikace byly doplněny informacemi z elektronických zdrojů, vždy u nich bylo dbáno na jejich relevanci a ověření zdroje. I tyto zdroje jsou dobře dostupné v českém jazyce.

1. Základní pojmy

V první kapitole budou vymezeny nejdůležitější pojmy, které jsou stěžejní pro tuto diplomovou práci.

1.1. Logistika

Logistika, jak ji známe v současné době, je poměrně mladý vědní obor, který se rozvíjel od 50. let minulého století, kdy vlivem poválečné obnovy docházelo k hospodářskému rozvoji a bylo nutné řešit přesuny zboží a materiálu na velké vzdálenosti. Avšak její kořeny sahají mnohem dál. [4, str. 9]

Logistika je soubor činností, pomocí kterých je realizováno přemístění konkrétního výrobku nebo zboží k zákazníkovi tak, aby byla zachována jeho požadovaná kvalita a zároveň dodržen správný čas dodání. Ačkoliv jako vědní obor se vyprofilovala teprve v moderní době, její existence je spojená především s vojenstvím, ale také s obchodem, protože jakmile producent nevyrábí pouze pro svoji potřebu, musí své zboží prodat, tedy dostat jej na určitý konkrétní trh, a tím i ke konečnému zákazníkovi, a zároveň zpět k producentovi přinést požadované plnění. Logistika tak ošetřuje nejen fyzický tok výrobků, ale i informací. Součástí logistického řetězce je i skladové hospodářství, tedy řešení, jak zboží uložit v mezidobí mezi výrobou a jeho konečným prodejem.

Nedílnou součástí logistických řešení je také snaha, aby náklady na přepravu a skladování zboží nepoměrně nepřevyšovaly hodnotu výrobku nebo produktu, tedy snaha o minimalizaci nákladů.

Logistika se tak dotýká mnoha lidských činností. Pokud je logistika efektivní, odráží se to i v konečné ceně produktu, což je důležité pro koncové zákazníky.

Začátek vývoje logistiky se datuje již do 9. století a souvisí s oblastí vojenství. Tehdejší byzantský císař Leontos VI. definoval předmět logistiky jako potřebu mužstvo zaplatit, vyzbrojit a vybavit ochranu i municí, dále také nutnost odhadnutí terénu a rozmístění vojsk. [7 str. 19]. Podrobněji byla logistika popsána v práci „Náčrt vojenského umění“ z roku 1837, kterou zpracoval švýcarský generál Antoine Henri Jomini. Jeho práce se v roce 1862 realizovala v USA zejména v oblasti námořnictva. [12 str. 17]

Rozvoj logistiky po staletí reagoval na rozvoj dopravních prostředků a zároveň zohledňoval geografické podmínky. Velkým předělem byl vynález parního stroje, následující prudký rozmach železnice a také užití parních lodí. Dalším skokem bylo zavedení letecké dopravy a mohutný rozmach silniční sítě, především dálnic a rychlostních silnic a s tím spojené infrastruktury. V období od průmyslové revoluce se měnila především doprava jako jedna z částí logistiky. V současnosti nejbouřlivější vývoj prodělává jiná část logistiky – zapojení automatizace a robotizace při vnitropodnikové dopravě a skladovém hospodářství a využívání elektronické komunikace při plánování, objednávání, podnikovou i mezipodnikovou komunikaci a při platebním styku. Využití internetu má pro logistiku velký význam, protože díky internetovému bankovníctví a využití elektronické komunikace jsou vztahy mezi jednotlivými subjekty (dodavatelé, odběratelé) rychlejší, levnější a transparentnější.

V literatuře můžeme najít nespočet různých definic logistiky, zde jsou uvedeny dvě:

„Logistiku můžeme chápat jako posloupnost činností zahrnující řízení a vlastní realizaci pohybu a skladování materiálu, polotovarů a finálních výrobků. Jde v podstatě o sled obchodních a fyzických operací končících dopravou výrobku k odběrateli.“ [4 str. 16]

„Organizace, plánování, řízení a výkon toku zboží, vývojem a nákupem počínaje, výrobou a distribucí podle objednávky finálního zákazníka konče tak, aby byly splněny požadavky trhu při minimálních nákladech a minimálních kapitálových výdajích.“ [19]

Logistika plní řadu základních funkcí, proto ji dělíme na různé fáze. Především je to fáze pořizovací, kdy je realizována cesta od dodavatele, případně subdodavatele jako mezičlánek, do podnikového skladu materiálu. Tato fáze zahrnuje dopravu surovin, pomocných a provozních hmot, náhradních dílů, potřebných paliv a podobně. Ve druhé fázi, výrobní, je tento materiál přesunován z podnikového skladu do výroby, odkud vycházejí hotové výrobky nebo polotovary do skladu odbytového. Jedná se tedy o vnitropodnikový pohyb. Třetí fází je distribuční logistika, pomocí které se dopravuje zboží z odbytového skladu na trh. Poslední fáze spočívá v recyklaci a v likvidaci odpadů a probíhá opačným směrem. [27]

Z výše uvedených definic vyplývá, že logistika se zabývá koordinací a optimalizací všech na sebe navazujících nevýrobních procesů od výroby přes zásobování až k dopravě. Pro tuto diplomovou práci je stěžejní částí logistického řetězce doprava.

1.2. Doprava

Dopravu můžeme definovat jako „*záměrnou pohybovou činnost, které spočívá v přemísťování osob nebo věcí prostřednictvím pohybu dopravních prostředků po dopravních cestách*“.[12 str. 161]

Dopravu můžeme dělit podle různých kritérií. Základní dělení je dle druhu dopravní cesty, kdy členíme dopravu na:

- silniční,
- železniční,
- leteckou,
- vodní,
- kombinovanou,
- nekonvenční.

Pro tuto diplomovou práci je stěžejní silniční doprava, které bude věnována následující podkapitola.

Dále můžeme dopravu členit podle přemísťovaného objektu, kdy dělíme dopravu na **osobní a nákladní**. Dle místa provozování na **vnitropodnikovou a mimopodnikovou, vnitrostátní a mezistátní**. [12 str. 160]. Za zvláštní typ dopravy můžeme považovat dopravu přes hranice v schengenském prostoru, kdy se sice jedná o dopravu mezistátní, protože zboží překračuje státní hranici, ale vzhledem k principům EU, které zavazují členské země zapojené do Schengenu k volnému pohybu osob, zboží, služeb a kapitálu, zde odpadají celní a další překážky.

Vnitropodniková doprava a manipulace, neboli vnitřní doprava, je přemísťování zboží na území podniku. Přesun zboží souvisí přímo s výrobním procesem, k přesunu zboží či materiálu je využíváno speciálních manipulačních prostředků – vysokozdvížné vozíky, nákladní vozidla, ale případně také dopravními pásy. Na druhou stranu vnější, neboli mimopodniková doprava probíhá mimo areál podniku s využitím veřejných komunikací. Mimopodniková doprava může být realizována vlastním dopravním parkem nebo formou externích dopravců (např. outsourcing). [12]

Je pouze na uvážení podniku, pro jakou formu dopravy se rozhodne, ale rozhodnutí by mělo zohledňovat, jaká je délka přepravní trasy, jaké množství a druh zboží chce přepravovat, jak rychle je nutné zboží přemístit a jaký je limit nákladů na přepravu. [4] Uvažování o nákladech

na dopravu je nedílnou součástí nevýrobních procesů, protože příliš nákladný logistický řetězec vede k zdražení konečného produktu pro zákazníka, a tím snižuje konkurenceschopnost na trhu.

1.2.1. Silniční automobilová doprava

Silniční automobilovou dopravu řadíme mezi mladší, ale zároveň nejrychleji se rozvíjející oblast dopravy, spolu s dopravou železniční tvoří základ dopravní soustavy na území České Republiky. Silniční doprava je pohyb nebo přemísťování zboží či osob po pozemních komunikacích. [8]

Silniční doprava je operativnější než jiné druhy dopravy, je také rychlá a flexibilní, má však negativní vliv na životní prostředí, které zhoršuje nejen externalitami provozu motorových vozidel (hluk, zamoření ovzduší, prach apod.), ale také změnou krajinného rázu, zmenšováním zemědělské půdy kvůli zřizování silničních komunikací a příslušenství a negativním vlivem na lidskou společnost – dopravní nehody, zácpy ve městech atd. Výhodou je, že lze přepravovat prakticky jakékoliv zboží, pokud není výrazně velké, bez ohledu na skupenství (cisterny). Lze také přepravovat živé tvory, mražené nebo chlazené produkty. Silniční doprava má poměrně nízké náklady a je rychlá, proto se v poslední době celosvětově stala nejpoužívanějším druhem dopravy.

Vzhledem k hustotě silniční sítě u nás, zhruba 60 000 km (0,8% rozlohy ČR), a také k relativně malým vzdálenostem je silniční doprava nejčastější volbou v ČR. [22] Také zázemí pro nákladní silniční dopravu se stále zlepšuje, vznikají depa pro nakládku, překládku nebo vykládku, parkoviště nákladních vozů a zázemí pro řidiče a další zaměstnance – parkoviště, ubytovny, občerstvení, čerpací stanice. Také možnost využití silniční dopravy je v porovnání s železnicí nebo dokonce letectvím velmi „lidová“, prakticky pro každého. Pokud má účastník platné řidičské oprávnění a platné doklady k vozidlu, je bez dalšího připuštěn do dopravního provozu nejen jako soukromník, ale i jako zaměstnanec nebo podnikatel v dopravě, bez ohledu na státní příslušnost, původ vozidla, další vzdělání řidiče.

Nevýhodou, mimo již zmíněné ekologické dopady, je závislost silniční dopravy na počasí a na geografických poměrech, kapacita vozidel, která je nižší než u železniční dopravy, zákaz přepravy některých nebezpečných druhů zboží a dopravní zácpy.

I přes tato negativa je silniční doprava u nás na vzestupu, např. V roce 1970 byl na celkových dopravních výkonech podíl silniční dopravy 49%, zatímco železniční 32%, v roce 2006 činil podíl silniční dopravy již 74%, zatímco podíl železniční klesl na 14%. [14, str.7] Tím jsou dány i velké investice do budování nových silničních komunikací a související infrastruktury, zatímco investice do železnice klesají, což zpětně vede k dalšímu propadu železnice.

Silniční síť je vzhledem k potřebám provozu rozdělena podle hierarchie kompetencí, způsobu provozu a odpovědnosti za provoz a údržbu vozovky:

- dálnice,
- rychlostní silnice pro motorová vozidla,
- silnice I. – III. třídy,
- místní komunikace.

Silniční doprava je vhodná pro svoji flexibilitu. V ČR je velmi hustá dopravní síť a je tedy možné zajišťovat dopravu tzv. z domu do domu. Nejhojněji je využívána automobilová doprava k přesunu zboží mezi velko a maloobchodem. Je také efektivním způsobem dopravy pro svou rychlou nakládku i vykládku materiálů či zboží. Avšak nákladové zatížení pro jednotlivé podniky může být relativně vysoké, spojené jednak s náklady na pohonné hmoty a údržbu vozidel, ale také z hlediska nákladů na mzdy řidičů, a především na ekologii. [14]

1.3. Teorie dopravních sítí

Teorie dopravních systémů, jindy také nazývaná jako dopravní věda, se zabývá pohybem specifických jednotek po dopravních sítích. Již výše byla definována přeprava jako jakýkoliv přesun osob nebo zboží, teorie dopravních systémů se však zabývá specifickou oblastí dopravy, kdy dochází k cílevědomému přesunu osob nebo zboží, jejichž účinky se promítají do ekonomického a sociálního systému společnosti. [9]

Teorie dopravních systémů je věda, která se zabývá přesunem dopravních elementů mezi jednotlivými uzly dopravní sítě, které jsou spojeny úseky dopravních cest.

Dopravním elementem je chápán objekt přemístění (zásilka, vůz). **Uzel (vrchol)** je místo na dopravní cestě, kde dochází k manipulaci s nákladem (město, stanice, křižovatka). **Úsek (hrana)** je cesta, po níž dochází k přesunu dopravních elementů mezi dvěma uzly. Spojením množiny uzlů a úseků vzniká dopravní síť.

Dopravní síť - „, je konečná množina uzlů a úseků, které tyto uzly spojují. Přitom každý úsek má danou propustnost a délku vyjádřenou buď v délkových jednotkách nebo jako dobu potřebnou k projetí úseku (např. síť linek MHD, síť tratí ČD nebo její části). Dopravní síť představuje pevnou část dopravního systému“. [9, str. 28]

Ve vědě o dopravě jsou řešeny dva typy problémů:

- **DESKRIPTIVNÍ** – kde jde o snahu zjistit informace, které charakterizují daný dopravní proces, např. průměrná rychlost přepravy, hustota nebo intenzita dopravního proudu. Na základě znalosti těchto hodnot dochází k posuzování potřeby změn v dopravním systému.
- **OPTIMALIZAČNÍ** – kdy jsou na začátku stanoveny parametry dopravního procesu tak, aby bylo dosaženo maxima nebo minima v předem stanovených hodnotách.

1.4. Plánování dopravního systému

Logistické náklady se skládají z nákladů na zásobování, skladování, balení, dopravu, ale také na náklady spojené s vyřízením objednávky. Vysoký podíl na logistických nákladech tvoří náklady spojené s dopravou. Z tohoto důvodu je nutné dopravní systém plánovat a optimalizovat. Při plánování dopravních systémů je nutné vycházet z požadavků zákazníka. Je nutné brát v potaz množství a druh přepravovaného zboží, místa a doby nakládky a vykládky. Dále také přepravní kapacity dopravních prostředků i dopravních cest. Společnost se dále může rozhodovat v oblasti vlastnických vztahů, zda chce využívat vlastních dopravních prostředků nebo využít možnosti nabídky specializovaných firem. Pro přepravu zboží existuje velký výběr dopravních způsobů – automobilová doprava, železnice, lodní, letecká či potrubní doprava, je možná i jejich kombinace. Při výběru optimálního typu dopravního prostředku je nutné brát v potaz několik kritérií: [4][12]

- délku přepravní trasy,
- přepravované množství,
- rychlost,
- druh přepravovaného zboží,
- náklady na přepravu.

Pro tuto diplomovou práci je stěžejní využití silniční automobilové dopravy pro plánování svozu a rozvozu zásilek. Na celkové náklady na dopravu má vliv rozmístění centrálních dep, ale také výběr dopravních cest.

Při rozvozu či svozu zásilek můžeme problém definovat tak, že z jednoho či více dep vyjíždí určitý počet vozidel s danou kapacitou. Známe rozmístění jednotlivých zákazníků a je nutné je všechny obsloužit s co nejmenšími náklady. Problémy na dopravních sítích tudíž můžeme řešit na třech úrovních, které budou popsány v následujících oddílech 1.4.1 – 1.4.3.

1.4.1. Strategické plánování

Pro systematické řízení jakéhokoliv podniku, instituce či organizace (včetně orgánů veřejné moci) je nutné strategické plánování. Jeho cílem je mobilizace a efektivní využití všech zdrojů subjektu a pružné reagování na změny vnitřní i vnější.

Základem pro strategické plánování je co nejpřesnější určení žádoucího směru rozvoje subjektu. Pokud je tento směr definován, je nutné navrhnout postup k jeho dosahování a zároveň vhodný kontrolní systém na sledování a vyhodnocování jak průběhu (procesu), tak i výsledků (stavu). Toho se dosahuje sadou kroků a nástrojů, které jsou standardizované a v praxi ověřené. Strategický plán tedy lze definovat jako konsensus o využití současných možných zdrojů zároveň a nalezení společného programu, který chce subjekt uskutečnit. [18]

Nejdůležitějším výsledkem strategického plánování je přesná definice směru rozvoje, tedy nikoliv výsledek (toho lze dosáhnout jednorázově), ale výhled na velmi dlouhou dobu, v rámci 5 až 50 let, podle typu subjektu. Pokud je tento směr definován, označen a rozpracován, lze na řešení s ním spojených problémů nasadit všechny zdroje, veškeré úsilí. Již od vytyčení strategického plánu subjekt zná možné příští problémy a může se na ně připravovat, ještě než jsou aktuální. Tím již předem minimalizuje jejich negativa a maximalizuje využití budoucích příležitostí. Problémy jsou tak řešeny komplexně, lze jim předcházet nebo jejich dopady minimalizovat. Strategické plánování také odkrývá skryté zdroje, předem definuje, jaké a jak kvalitní zdroje budou nezbytné a umožňuje jejich vyhledávání a kultivaci v předstihu.

Strategický plán je dokument, který by si měl každý subjekt s cílem dlouhodobé efektivní činnosti vypracovat. Měl by být dlouhodobý (minimum jsou 4 roky), systematický a provázaný, má konkrétně definovat priority určené k dalšímu rozpracování. Zároveň nesmí

být rigidní, naopak musí pružně reagovat na změny. V první řadě však musí být reálný. Zároveň by měl strategický plán být otevřený připomínkám všech členů uvnitř subjektu, využívat jejich znalostí a zkušeností, reflektovat jejich připomínky, čímž by mělo dojít nejen k jeho zlepšení co do obsahu, ale i k jeho přijetí, protože není zaměstnancům vnucen zvenku, ale je i jejich dílem, výsledkem jejich práce.[18]

Na této úrovni dochází k plánování počtu a rozmístění centrálních dep neboli lokační úlohy. Může jít o plánování nového systému nebo pouze o rozšiřování systému stávajícího. Důležitým aspektem je včas a správně plánovat lokaci a velikost skladů. Změna místa skladu nebo jeho velikosti je totiž nákladná, proto je nutné v plánování lokace znát územní plán daného místa, uvažovat jeho budoucnost, počítat s možnou potřebou zvětšit kapacitu depa přístavbou, znát dobře majetkoprávní vztahy k pozemku, případná věcná břemena a podobně.

1.4.2. Taktické plánování

Taktický plán podniku je stanoven maximálně na rok. Je úzce propojen se strategickým plánem, zohledňuje jeho cíle a využívá jeho prognózy, analýzy a přípravy. Tyto strategie jsou přijaty jako základ ročního taktického plánu, ročního finančního rozpočtu (finančního plánu). Tento plán umožňuje průběžnou kontrolu naplňování strategie rozvoje, kontrolu správnosti vedení podniku nebo instituce, také vykazuje úspěšnost podniku podle vytyčené dlouhodobé strategie. Tato kontrola pak slouží zpětně k úpravám či opravám strategického plánu, rychle reaguje na změny vnitřní i vnější a průběžně napomáhá zlepšovat nebo měnit strategii. [16]

Na úrovni taktického plánování se podnik např. rozhoduje, jací zákazníci budou obsluhováni z jakého depa. Tato úroveň plánuje v řádu týdnů až měsíců. Je nutné, aby byly brány v potaz možnosti změn určitých proměnných, kterými mohou být např. zvýšení počtu obsluhovaných zákazníků nebo změna požadavků zákazníků na množství odebíraných produktů, a tím na kapacitu depa. Dále jsou zde plánovány způsoby sestavení konkrétních tras rozvozu.

1.4.3. Operativní úroveň

Operativní plánování je manažerská činnost, která zajišťuje konkrétní rozvržení nebo zajištění zdrojů v krátkodobém horizontu. Výsledkem operativního plánování jsou dobře rozvržené zdroje. Je to činnost, která probíhá prakticky neustále. Tento typ plánu má krátkodobý

charakter, jeho časovým horizontem mohou být hodiny, dny nebo týdny. Dotýká se všech oblastí v podniku, reaguje na okamžité změny, potřeby zákazníků, výkyvy počasí a podobně.

V každodenní praxi manažer pracuje s detailními okamžitými informacemi, podle nichž detailně v reálném času plánuje užívání zdrojů subjektu. Vzniká operativní plán, podle nějž zaměstnanci provádějí své každodenní úkoly. Tím je zajištěno, že podnik bude reagovat na reálnou situaci na manažerské úrovni a zároveň budou všichni jednotliví zaměstnanci seznámeni co, kdy, kde a v jakém množství a kvalitě mají dělat. Cílem je efektivně zajistit potřebný stav zdrojů a případně vytvořit krátkodobé rezervy. [21]

Operativní úroveň v konkrétním případě pro tuto práci se zabývá plánováním na denní bázi. Je nutné, aby dispečer každý den rozhodl o sestavení jednotlivých tras dle měnících se požadavků zákazníků. Dané úlohy je potřeba vyřešit v řádu několika minut. Na konkrétní podobu sestavených tras mají vliv určité faktory: [24]

- čas uspokojení zákazníka (není určen, dán časovými okny, pevně určen),
- počet dep (jedno, více),
- typ dopravního parku (homogenní, heterogenní),
- povaha požadavků (deterministické, stochastické),
- typ prováděné operace u zákazníka (nakládka, vykládka, obojí).

2. Dopravní úlohy operativního plánování

K dopravě zboží mezi velkoobchodem a maloobchodem dochází za pomoci tzv. cyklických tras. Jejich sestavování patří do skupiny okružních a rozvozních úloh. Tyto úlohy je možno řešit za pomoci matematického programování nebo pomocí teorie grafů. Níže budou definovány základní pojmy z teorie grafů, relevantní pro tuto práci.

2.1. Teorie grafů

Graf je útvar, který lze v rovině znázornit pomocí uzlů a hran. Graf $G = (V, E)$, kde V znázorňuje množinu vrcholů (uzlů) grafu a E je množina hran mezi nimi. [1, str. 147]

Pro účely této práce uzly v grafu znázorňují jednotlivé zastávky, neboli zákazníky, a hrany představují pozemní komunikace mezi nimi.

$V = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ je konečná, neprázdná množina vrcholů grafu G ;

$E = \{h_{ij}\}$ je množina hran grafu G , přičemž $h_{ij} = (u_i, u_j)$, kde $u_i, u_j \in V$. [11, str. 188]

Neorientovaný graf je graf, ve kterém je umožněn obousměrný pohyb mezi dvěma uzly spojenými hranou. V tomto případě definujeme hrany v grafu $(u_i, u_j) \in V$ jako neuspořádané dvojice vrcholů, tj. $(u_i, u_j) = (u_j, u_i)$.

Pokud definujeme hrany v grafu $(u_i, u_j) \in V$ jako uspořádané dvojice vrcholů $(u_i, u_j) \neq (u_j, u_i)$, mluvíme o **orientovaném grafu**. Zde je umožněn pouze jednosměrný pohyb mezi dvěma uzly spojenými hranou. Je tedy důležité u každé hrany určit, ve kterém uzlu začíná a kde končí. Orientaci hrany zobrazujeme pomocí šipky. [11, str. 188] [1, str. 147]

Cesta v grafu je posloupnost hran, které na sebe navazují a vytvářejí cestu mezi uzly u_i a u_j , přičemž se žádný uzel na této cestě neopakuje. **Orientovaná cesta v grafu** je cesta v orientovaném grafu. **Neorientovaná cesta** je cestou v orientovaném grafu nerespektující orientaci hran. Pokud se v grafu nachází mezi libovolnou dvojicí hran neorientovaná cesta, mluvíme o tzv. **souvislém grafu**. [5, str. 170]

Hranově ohodnocený graf – každému uzlu nebo hraně je přiřazena určitá hodnota. V případě hran může jít o vzdálenost vyjádřenou v kilometrech, nebo čas vyjádřený v minutách, hodinách. [5, str. 171]

Sled v grafu G je posloupnost vrcholů a hran začínající a končící ve vrcholu. [11, str. 192]

V případě, že cesta v grafu G obsahuje všechny vrcholy grafu, mluvíme o **Hamiltonovské cestě**. Pokud jde o uzavřenou Hamiltonovskou cestu, mluvíme o tzv. **Hamiltonovské kružnici**. [11, str. 192]

Kružnice je souvislý neorientovaný graf, kdy z každého vrcholu vycházejí právě dvě hrany. **Cyklus** je obdoba kružnice v případě orientovaného grafu. Jde o silně souvislý graf, ve kterém z každého vrcholu vychází právě jedna hrana a právě jedna hrana do něj vstupuje. [11, str. 193]

2.2. Okružní a rozvozní úlohy

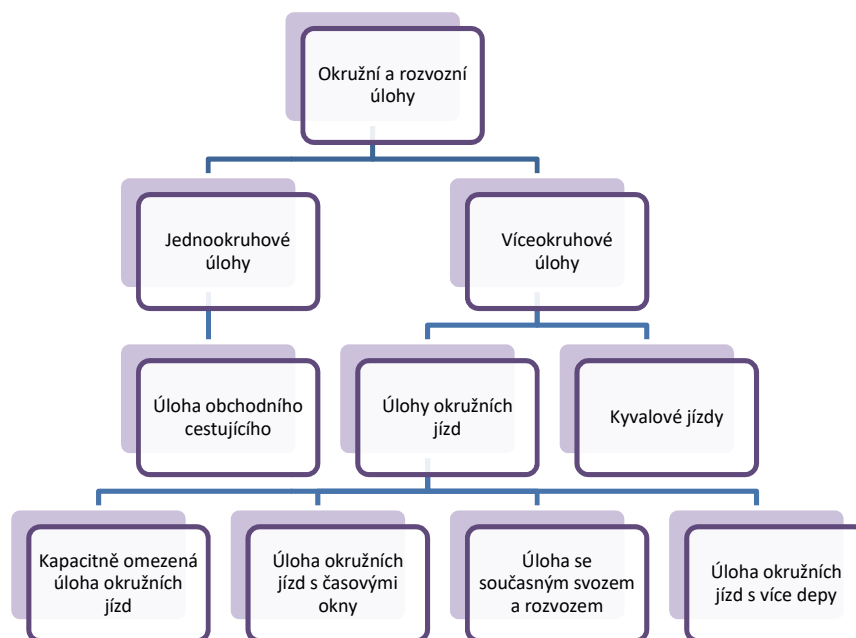
V současné době je poskytování dopravních a přepravních služeb vystaveno vysokým nárokům, nejen z hlediska nároků na kvalitu, ale především z hlediska ceny poskytovaných služeb a pružnosti reakce firem na požadavky zákazníků, protože čas je významnou komoditou. Z tohoto důvodu musí být kladeny vysoké nároky na využívání kvalitnějších nástrojů zaměřených na optimalizaci tras.

Okružní a rozvozní úlohy nacházíme v zahraniční literatuře pod pojmem *Vehicle Routing Problems*. Dělíme je z hlediska počtu okruhů na jednookruhové a víceokruhové úlohy. Mezi jednookruhové úlohy patří úloha obchodního cestujícího. Víceokruhové úlohy rozlišujeme na **úlohy okružních jízd** a **kyvadlové jízdy**. Dělení vychází z požadavků zákazníků. Pokud jsou požadavky zákazníků shodné nebo převyšující kapacitu vozidla mluvíme o kyvadlových jízdách. Ve druhém případě, kdy jsou požadavky zákazníků nižší než kapacita vozidla, jde o úlohy okružních jízd.

Důležitým faktorem v distribučních úlohách je také počet vozidel, která jsou využívána k poskytování služeb. Jsou úlohy, kdy je možné využít pouze vozidlo jediné, naopak v jiných případech je nutné využití více vozidel. Tato vozidla mohou vyjíždět z jednoho či více míst (dep) – vícestředisková/jednostředisková dopravní síť.

Z hlediska pružnosti reakce podniků na požadavky zákazníků dělíme úlohy na **statické a dynamické úlohy**. V případě statických úloh jsou požadavky zákazníků předem známé. U dynamických úloh se požadavky zákazníků mohou v průběhu hledání optimálního řešení ještě měnit. [3]

Obr. 1 – Rozdělení okružních a rozvozních úloh



Zdroj: vlastní zpracování (2018)

2.3. Jednookruhové úlohy

Jednookruhové úlohy jsou charakteristické tím, že všichni zákazníci jsou obsluženi jediným vozidlem, a to právě jednou. Tuto úlohu nazýváme úlohou obchodního cestujícího.

2.3.1. Úloha obchodního cestujícího

Úloha obchodního cestujícího je úloha definovaná jedním střediskem (depem) a jediným vozidlem. Cílem této úlohy je nalezení nejvýhodnějšího způsobu obsluhy zákazníků nikoli spojením dvojice míst (dodavatel-zákazník), ale spojením všech obsluhovaných míst do jednoho okruhu, kdy každé místo je navštíveno pouze jednou, s konečným návratem do depa. Snahou je, aby konečná trasa byla co nejkratší, při zachování nutných standardů sjízdnosti a bezpečnosti provozu. Tento problém se dá znázornit pomocí grafu, kdy vrcholy představují jednotlivé zákazníky, které je nutné obsloužit, a hrany znázorňují vzdálenost mezi nimi. [13][1]

2.4. Víceokruhové úlohy

Víceokruhové úlohy jsou rozšířením jednookruhových úloh. V praxi je většinou těžké obsloužit zákazníky jedním okruhem z důvodu kapacitního omezení vozidel. Z tohoto důvodu je nutno vytvořit těchto okruhů více při zachování nároků na hospodárnost a efektivitu. [1]

Víceokruhové dopravní úlohy lze rozdělit na **kyvadlové jízdy** a **okružní úlohy** v závislosti na požadavcích zákazníků. Kyvadlové jízdy jsou charakterizovány jako úlohy, kdy požadavek zákazníka je shodný nebo převyšuje kapacitu vozidla. Jde o jednorázovou nebo opakovanou cestu mezi místem nakládky a vykládky. Druhým typem jsou okružní úlohy, kdy požadavky zákazníků jsou nižší než kapacita vozidla a jedním vozidlem tak může být obslouženo více zákazníků. V zahraniční literatuře jsou tyto úlohy označovány pojmem **Vehicle Routing Problem (VRP)**. [24]

2.4.1. Úlohy okružních jízd – Vehicle Routing Problems

Okružní úlohy jsou charakteristické obsluhou více zákazníků jedním vozidlem, protože požadavky jednotlivých zákazníků jsou nižší než kapacita vozidla. Podle určitých kritérií můžeme okružní úlohy dělit do několika typů. Těmito kritérii jsou:

- čas, kdy má být zákazník obsloužen (není určen, dán časovými okny, pevně stanovený),
- počet dep (jedno, více),
- typ dopravního parku (homogenní, heterogenní),
- povaha požadavků (deterministické, stochastické),
- typy prováděných úkonů u zákazníka (pouze nakládka, pouze vykládka, obojí),
- a další.

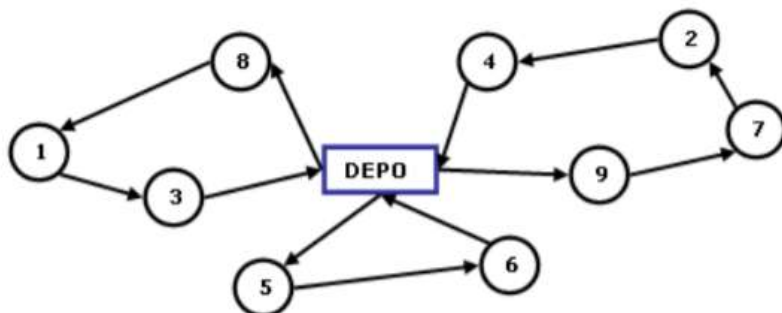
Konkrétní podoby vybraných úloh okružních jízd jsou popsány níže.

Kapacitně omezená úloha okružních jízd (Capacitated Vehicle Routing Problem)

Jedná se o úlohu, která je ovlivněna kapacitou jednotlivých vozidel. Obecná formulace kapacitně omezené úlohy okružních jízd zní: Známe umístění depa a známe počet obsluhovaných zákazníků, současně jsou známy jednotlivé vzdálenosti mezi zákazníky a depy. K obsluze zákazníků je využíván daný počet vozidel, která jsou definována svou

kapacitou. Každé vozidlo může být využito pouze jednou. Vozidlo vyjíždí a opět se vrací zpět do depa. Každý zákazník je obslužen a to jednou cestou vozidla. Cílem této úlohy je minimalizace délky jednotlivých tras. [24] [25]

Obr. 2 – Grafické znázornění kapacitně omezené úlohy okružních jízd

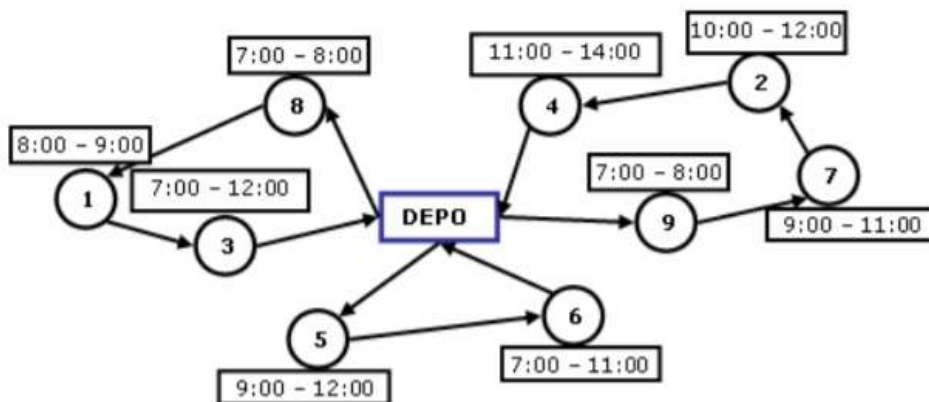


Zdroj: [24, s. 264] (2018)

Úloha okružních jízd s časovými okny (Vehicle Routing Problem with Time Windows)

Tato úloha je klasickou úlohou okružních jízd s přidáním omezení v podobě časových oken. Časová okna představují časový interval přiřazený každému ze zákazníků určující dobu, ve která musí být zákazník obslužen. V praxi jsou časová okna dána například otevírací dobou. Existuje také varianta s takzvanými *soft time windows*, kdy obsluha zákazníka je dána časovým intervalem, který sice lze porušit, v takovém případě však poté následuje penalizace. [24] [17]

Obr. 3 – Grafické zobrazení úlohy s časovými okny



Zdroj: [24, s. 265] (2018)

Úloha se současným svozem i rozvozem (Vehicle Routing Problem with Simultaneous Delivery and Pick-Up Service)

Jedná se o rozšířenou klasickou úlohu okružních jízd, kdy je vozidlo schopno poskytovat služby rozvozu a současně i svozu zboží od zákazníků. V závislosti na požadavcích zákazníků může docházet pouze k vykládce, pouze k nakládce nebo k současné vykládce a nakládce zboží. U této úlohy je nutné zabývat se taktéž volnou kapacitou vozidla, která se mění i v průběhu trasy, kdy je určitý objem zboží vykládán a další objem je do vozidla nakládán.

[17]

Úloha okružních jízd s více depy (Multi Depot Vehicle Routing Problem)

V případě existence více dep, kdy jsou jednotliví zákazníci striktně přiřazeni pod obsluhu daného depa, lze úlohu převést na více samostatných VRP. V případě, kdy zákazníci nejsou striktně přiřazeni k jednotlivým depům, nazýváme tuto úlohu okružní úlohou s více depy. Každé depo má určitý počet vozidel a jeho cílem je obsloužit určitou množinu zákazníků s ohledem na celkovou minimalizaci nákladů v celé síti, a návratem daného vozidla do svého depa. [24]

3. Řešení okružních úloh

Řešit úlohy okružních jízd lze principiálně dvěma způsoby. Prvním způsobem je využít metody exaktní, které zajišťují nalezení optimálního řešení, avšak vzhledem k časové náročnosti výpočtu jsou vhodné pouze pro menší rozsahy úloh.

Druhou možností je využití heuristických metod, které jsou rychlejší, ale vedou k nalezení dobrého, avšak nikoli optimálního řešení.

3.1. Exaktní metody

Exaktní metody jsou využívány pro optimalizační úlohy. Tyto metody vyžadují podložení znalostmi exaktních vědních oborů, především matematických disciplín. Exaktní metodou pro řešení celočíselných lineárních matematických modelů je například metoda větví a hranic.

3.1.1. Metody větví a hranic

Metoda větví a hranic, v zahraniční literatuře označována jako Branch & Bound, pracuje na principu dvou opakujících se operací. První operací je dělení množiny přípustných řešení na menší podmnožiny, druhou operací je výpočet dolní a horní meze hodnoty kritériální funkce.

V metodě větví a hranic dochází k dělení množiny přípustných řešení na podmnožiny. Je nutné sledovat dolní mez hodnot účelové funkce pro všechny podmnožiny. Takto můžeme určit, které podmnožiny nejpravděpodobněji obsahují optimální řešení a ty které nadále není nutné zkoumat. Takto postupujeme až do okamžiku, kdy získáváme jednoprvkovou podmnožinu, která obsahuje jediné řešení, kdy je hodnota účelové funkce menší nebo rovna dolní mezi. [11][2]

V metodě větví a hranic dochází k dělení množiny přípustných řešení na podmnožiny, ty jsou dále zkoumány

3.2. Heuristické metody

V praxi je časově velmi náročné dosáhnout optimálního řešení rozsáhlejších úloh. Z tohoto důvodu se většinou přikláníme k nalezení co možná nejlepšího řešení. K tomu slouží heuristické metody - získáváme dobré řešení, avšak toto řešení nemusí být optimální.

Většina heuristických metod je založena na jednom ze dvou následujících principů. Buď vytvoříme výchozí řešení, které je nějaké přípustné, a následně dochází k vylepšování této varianty, přičemž nesmí být narušeny podmínky přípustnosti. V druhém případě je vytvořeno nepřípustné řešení s hodnotou účelové funkce „lepší“, než může nabývat přípustné řešení, poté se snažíme upravovat řešení tak, aby byly postupně splněny narušené podmínky přípustnosti s ohledem na co nejmenší zhoršení hodnoty účelové funkce. V prvním případě řešení končí, pokud je nalezeno přípustné řešení, které žádnými změnami nadále nelze vylepšit. Druhý případ končí v okamžiku, kdy získáme nějaké přípustné řešení anebo pokud jsou splněny všechny podmínky. [9]

3.2.1. Clarkeova – Wrightova metoda

Clark-Wrightova metoda je jednou z nejrozšířenějších metod řešení okružních úloh. Metoda začíná tvorbou výchozího přípustného řešení, které je však velmi neefektivní. Toto výchozí řešení je tvořeno kyvadlovými jízdami středisko – uzel – středisko. Následují kroky, kdy z množiny okružních jízd vybereme takové dvě, které můžeme spojit, aniž by byla porušena podmínka kapacity vozidla, a zároveň takovéto spojení nejméně sníží celkové ohodnocení jízd. Algoritmus ukončujeme ve chvíli, kdy není možné spojit žádné dvě stávající trasy, aby došlo k úspoře v celkovém ohodnocení tras. [13]

Obecně je možno úlohu formulovat na dopravní síti $S = (V, H)$, kde V označuje množinu vrcholů, H je označením množiny hran spojujících tyto vrcholy. Pro tuto dopravní síť je sestavena matice vzdáleností $D = \{d(i,j)\}$, kde $i, j = 0, 1, \dots, n$; $n = |V|$. Výchozí řešení je koncipováno jako soustava kyvadlových jízd $V_0 - V_i - V_0$, kde V_0 znázorňuje sklad (depo) a V_i ($i = 1, \dots, n$) označují jednotlivá odběratelská místa. Každé odběratelské místo je charakterizováno velikostí požadavků. Vozidla, jež zajišťují dopravu, začínají i končí v depu V_0 . Cílem je nalézt takové řešení, kdy je každý zákazník obsloužen právě jednou, není překročena kapacita vozidla a celkové náklady vynaložené na přepravu jsou minimální.

Řešení probíhá v několika opakujících se krocích, kdy je k výchozímu řešení $V_0 - V_i - V_0$ připojována další trasa $V_0 - V_j - V_0$. Toto spojení je možné, pokud nedochází k překročení kapacity vozidla a pokud spojením těchto dvou tras dojde k úspoře na nákladech. Úsporu lze vyčíslit pomocí výhodnostních koeficientů $Z = \{z_{ij}\}$, kde $i, j = 1, \dots, n$ podle vztahu $z_{ij} = d_{i0} + d_{0j} - d_{ij}$, kde z_{ij} vyjadřuje rozdíl mezi součtem délek tras $(V_0 - V_i - V_0)$ a $(V_0 - V_j - V_0)$ a

délkou spojené trasy ($V_0 - V_i - V_i - V_0$). V každém kroku jsou spojeny dvě trasy, u kterých je nejvyšší výhodnostní koeficient z_{ij} a nedojde k překročení kapacity vozidla. [9]

3.2.2. Metoda nejbližšího souseda

Metoda nejbližšího souseda pracuje na principu, podle něž se postupně každý uzel bere jako výchozí bod, z tohoto bodu nalezne nejbližší sousední bod, z něj zase nejbližší bod, pokud už do trasy nebyl zařazen dříve, v tom případě by byl vzat druhý nejbližší bod, a postupně se takto sestaví trasa do naplnění kapacity. Pro výchozí místa, která ve skutečnosti výchozími místy nejsou, je nutné trasu vhodně posunout.

Na začátku této metody je nutné vypracovat matici vzdáleností. Tato metoda je vhodná k řešení jednodukového dopravního problému. Nevýhodou této metody je její krátkozraká strategie, na začátku jsou využívána nejefektivnějších spojení, ale na konci mohou zůstat úseky vysoce nevýhodné. V takovém případě se může stát, že bude převážena počáteční výhoda řešení. [13] [1]

3.2.3. Metody primárního shlukování

V zahraniční literatuře jsou metody primárního shlukování označovány názvem Cluster First – Route Second. Tyto metody pracují ve dvou fázích. V první fázi dochází k tvorbě shluků zákazníků, kdy tyto shluky musí splňovat kapacitní podmínku, tedy celkový požadavek shluku musí být menší nebo roven kapacitě používaného vozidla, a jednotliví zákazníci od sebe nesmí být příliš daleko vzdáleni. Ve druhé fázi se vytváří samotná trasa vozidla tak, že na každém segmentu a středisku definuje úlohu obchodního cestujícího, která je poté řešena některou heuristickou metodou. V případě malého počtu uzlů lze využít i metod exaktních. Tato metoda je vhodná pro jednodušší rozvozní úlohy s využitím homogenního dopravního parku. Do metod primárního shlukování řadíme metodu stíracího algoritmu.[6][13]

Stírací algoritmus (sweep algorithm)

Tato metoda pracuje na principu prvotní tvorby shluků, pro které je výchozí poloha střediska a zákazníků v prvním kroku určena pomocí dvojice souřadnic $\langle x_{1j}, x_{2j} \rangle$ a velikostí požadavků zákazníků b_j a z kapacity vozidla K_0 . Ve druhém kroku dochází k sestavení jednotlivých tras.

V geometrické interpretaci můžeme stírací algoritmus popsat tak, že tvůrce shluků vede polopřímku začínající ve středisku (depu) a postupně dochází k otáčení polopřímky daným směrem. V případě protnutí bodu zákazníků danou polopřímkou přidáváme zákazníka do shluku v pořadí, ve kterém byli zasaženi. Postupně pokračujeme v přidávání zákazníků až do naplnění kapacity vozidla K_0 . Prvním zákazníkem, který překročil kapacitu vozidla, pak začínáme vytvářet další shluk.[6]

Postup stíracího algoritmu můžeme popsat následujícími kroky: [6, str. 195]

0. {inicializace}

Vytvoříme seznam shluků \mathcal{S} .

Položme $i = 1$, inicializujeme shluk $S_i = \emptyset$.

Z vytvořeného seznamu \mathcal{S} vybereme prvního zákazníka j , vložíme jej k shluku S_i , nyní musíme položit součet B požadavků zákazníků ze shluku S_i roven $B = b_j$. Přecházíme na krok 1.

1. {zvětšení zpracovaného shluku}

Pokud je seznam \mathcal{S} prázdný, končíme. Shluky S_1, S_2, \dots, S_n jsou výsledkem práce algoritmu.

Pokud seznam není prázdný, vybereme ze seznamu \mathcal{S} zákazníka j ,

je-li $b_j + B \leq K_0$, vložíme ho do S_i a opakujeme krok 1,

jinak přecházíme na krok 2.

2. {inicializace dalšího shluku}

Položíme $i = i + 1$, inicializujeme shluk $S_i = \emptyset$, vložíme zákazníka j do shluku S_i a položíme součet $B = b_j$. Přecházíme na krok 1.

4. Představení společnosti

Společnost Geco, a.s. se řadí mezi nejvýznamnější dovozce tabákových výrobků a kuřáckých potřeb v České Republice. Jako jediná společnost se v obou druzích sortimentu zabývá distribucí a vlastním velkoobchodním prodejem pro celorepublikový trh. Dále společnost provozuje rozsáhlou síť maloobchodních prodejen typu „TABÁK-TISK“ s širokou nabídkou tabákových výrobků, periodického tisku, stíracích losů, kuřáckých potřeb, jízdenek MHD, telefonních karet a dalším doplňkovým sortimentem. V současné době společnost Geco, a.s. provozuje na území České republiky devět velkoobchodních prodejen a 258 maloobchodních prodejen. Mezi nejmladší aktivitu společnosti patří provozování a prodej cigaretových automatů.

V současné době společnost zaujímá na tuzemském trhu více než třetinový podíl v oblasti cigaret a tabáku a nadpoloviční podíl na trhu s doutníky.

V roce 2000 začala společnost působit i na Slovensku prostřednictvím své dceřiné společnosti Geco, s.r.o. Od roku 2009 dále i ve Spolkové republice Německo prostřednictvím dceřiné společnosti GECO GmbH. [20]

Obr. 4 – Koncern Geco



Zdroj: [20], 2018

4.1. Historie společnosti

Společnost Geco, a.s. je česká firma působící na tuzemském trhu od roku 1991. Její hlavní činností je dovoz tabákových výrobků a kuřáckých potřeb.

Firma vznikla roku 1991 iniciativou spolužáků z vysoké školy, kteří se rozhodli vycestovat do Nizozemí, nakoupit tam cigaretový tabák značky Drum a lulkový tabák značky Amphora a dovést je na český trh. V tehdejší době tyto druhy tabáků bylo možné koupit pouze v Tuzexu, po jeho zrušení tento tabák z trhu zcela vymizel. Proto byl na českém trhu zájem o tyto produkty značný a mladí podnikatelé pro tabák do Nizozemí jezdili opakovaně. O rok později vznikla první maloobchodní prodejna na náměstí v Českých Budějovicích, která funguje dodnes. Téhož roku vznikl i první velkoobchod v pražském Karlíně.

4.2. Analýza prostředí podniku

Analýza podniku mapuje prostředí, ve kterém daná společnost funguje. Mapují se zde vnější i vnitřní vlivy, které působí na činnost podniku. Podnikatelské prostředí je tedy nutné zkoumat z pohledu externího a interního. Externí prostředí se dělí na makroprostředí, které existuje nezávisle na činnosti podniku, a mezoprostředí, které může podnik částečně ovlivňovat. Interní prostředí – mikroprostředí – podnik ovlivňuje přímo svou podnikatelskou činností. Vzhledem k zaměření diplomové práce, bude analýza prostředí podniku zaměřena na velkoobchodní činnost s ohledem na prodej tabákových výrobků.

4.2.1. Makroprostředí

V analýze makroprostředí se management podniku zabývá vnějšími vlivy, které přímo či zprostředkovaně působí na činnost podniku, jeho zdraví a výhled do budoucna. Jedná se o vlivy legislativní, demografické, ekonomické, politické, ekologické, technologické i kulturní.

Analýza makroprostředí v podniku Geco, a.s. je zpracována na základě PEST analýzy.

V roce 2016 byl velkým zlomem v oblasti prodeje tabákových výrobků nově vydaný zákon, který rozhodl s platností od poloviny roku 2017 o zákazu kouření v restauracích, barech a podobných zařízeních. Pro společnost tato změna znamenala mírný pokles zákazníků. V současné době je aktuální směrnice 40/2014/EU, která ukládá všem členským státům EU zapojit se do systému Track & Trace, který spočívá v sledovatelnosti a dohledatelnosti cigaret

a tabáků určených k ručnímu balení od 20. května 2019. Každá krabička cigaret nebo každé balení tabáků musí být označeny a musí mít svůj „rodokmen“, po naskenování specifického kódu je zobrazena cesta výrobků od výrobní linky až po konečný maloobchod. Tato směrnice má sloužit k potlačení černého trhu s cigaretami a tabákem. Pro společnost to znamená vysokou investici do výstavby nových linek ve všech velkoobchodech, aby byla tato sledovatelnost zabezpečena.

Mezi ekonomické faktory, kterými je podnik zatížen, řadíme především daň z přidané hodnoty, spotřební daň, inflaci, hrubou mzdu atd. Cigaretový průmysl nejen v České republice je zatížen spotřební daní z cigaretových a tabákových výrobků, a tato spotřební daň se každoročně zvyšuje. Je vypočítána jakou součet pevné sazby daně (v roce 2018 činí 1,46 Kč/kus) vynásobená počtem kusů cigaret a součin procentní sazby daně (v roce 2018 to je 27%) a ceny pro konečného spotřebitele děleno stem. [26]

Níže je uvedený příklad spotřební daně jedné krabičky cigaret v roce 2018, 2016 a v roce 2013. Jedná se o cigarety Benson a Hedges Black, které v roce 2013 stály pro koncového spotřebitele 72 Kč, v roce 2016 84 Kč a v roce 2018 89 Kč. Počet cigaret v balení je 20.

Tab. 1 – Spotřební daň z cigaret 2013, 2016, 2018

Rok	Výpočet = (pevná sazba daně * počet cigaret v krabičce) + (procentní sazba daně * cena na kolku / 100)	Spotřební daň
2013	$(1,16 * 20) + (27 * 72 / 100) = 23,2 + 19,44$	42,64
2016	$(1,39 * 20) + (27 * 84 / 100) = 27,8 + 22,68$	50,48
2018	$(1,46 * 20) + (27 * 89 / 100) = 29,2 + 24,03$	53,23

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Pro společnost Geco, a.s. je také důležitý aktuální směnný kurz, protože značná část cigaret a doutníků se dováží ze zahraničí, navíc mohou ve vybraných obchodních místech zákazníci platit Eurem.

Do skupiny sociokulturních faktorů je zařazeno demografické rozložení ČR, počet obyvatel a jeho věková struktura, životní styl obyvatelstva a životní úroveň. Česká republika s rozlohou 78 866km² je rozdělena do 14 krajů. V současné době zde žije 10 597 473 obyvatel (k 9/2017). Z toho více jak 8 milionů lidí je starší 18 let, což pro firmu jsou potenciální zákazníci. [15]

V současné době je prosazován zdravý životní styl, tudíž lidé přestávají kouřit, jedí zdravě, více sportují a obecně více dbají na své zdraví. Na začátku 20. století bylo kouření něčím, co symbolizovalo eleganci a bohatství, svěťáctví a příslušnost k privilegovaným vrstvám. Určité značky cigaret a tabáků bylo v socialistickém Československu možné sehnat pouze v Tuzexu, mediální kampaně podporující kouření byly na běžném pořádku. V současnosti je však propagace cigaret a kouření v médiích výrazně omezena nebo přímo zakázána.

V oblasti technologií je nejvýznamnějším faktorem dnešní doby jednoznačně internet. Mnoho věcí se jeho zavedením a rozšířením zjednodušilo, zrychlilo a zefektivnilo. Dalším technologickým faktorem dnešní doby je možnost komunikace přes mobilní telefony. Tyto dvě technologické novinky, dnes již zcela běžné, zjednodušují společnosti každodenní spolupráci jak se zákazníky, tak i s dodavateli a zaměstnanci.

V roce 2009 společnost investovala do inovace svého podnikového systému SAP, který prošel kompletní modernizací a aktualizací.

4.2.2. Mezoprostředí

Pro analýzu mezoprostředí podniku byl využit Porterův model 5 sil, který se zabývá analýzou odvětví a jeho riziky. V mezoprostředí jsou hlavními silami působícími na činnost podniku dodavatelé, odběratelé a konkurence.

Konkurence v oboru

Ve velkoobchodním pojetí má společnost Geco, a.s. několik konkurentů, především je to společnost JAS, která se rovněž zabývá distribucí cigaret. Dalšími velkými konkurenty jsou společnosti DanCzek a Peal. Tyto společnosti si konkurují v množství sortimentu, přístupu k zákazníkovi a v dostupnosti.

Potenciální noví konkurenti

Hrozba nového konkurenta je všudypřítomná v každém oboru. Není pravděpodobná hrozba konkurence úplně nově vznikající firmy, avšak lze uvažovat o vstupu již zaběhlé společnosti z jiného regionu či země, či v rozšíření sortimentu již zavedené společnosti o cigarety a

tabákové výrobky. Společnost Geco, a.s. je výhradním dovozcem určitých typů cigaret, které konkurenční firmy nakupují od ní, to je pro společnost velká konkurenční výhoda.

Substituční výrobky

Pro cigaretové a tabákové výrobky je složitější najít substitut v plném slova smyslu, dle mého názoru bychom za substituty mohli považovat pomůcky k odnaučení kouření, například nikotinové náplasti, nikotinové žvýkačky nebo skořicová párátka prodávaná v lékárnách. Moderní formou substituce, která se snaží co nejvíce přiblížit cigaretám, jsou elektronické cigarety. E-cigareta je elektronický drobný přístroj založený na přeměně roztoku, který obsahuje e-liquid a nikotin, na páru. Nedochozí tedy k hoření a spalování tabáku ani papírku, a tím i vzniku škodlivých látek. Kuřák i jeho okolí tedy do plic nedostává toxické dehtové spaliny a další zdraví škodlivé látky. Jinou formou náhrady cigaret za elektronické cigarety je současná nejmodernější novinka na trhu od společnosti Philip Morris IQOS, což je drobný elektronický přístroj nikoliv na bázi tekutých náplní, ale zahřívání tabákové směsi s glycerinem a vodou při teplotě 350°C. Opět nedochází k hoření a spalování. Tuto cigaretovou náhražku je možné používat v restauracích a barech, kde je v současné době kouření zakázáno.

Dalším faktorem, který by mohl mít vliv na přechod k substitutům, je stále postupné zdražování cigaret. Ceny cigaret a tabákových výrobků se zvyšují několikrát do roka, avšak mzdy kuřáků ne odpovídají rychlostí.

Zákazníci

Zákazníci společnosti Geco, a.s. jsou nejen koncoví spotřebitelé cigaretových a tabákových výrobků, ale také prodejci v trafikách, samoobsluhách či obchodní domy. Pro společnost jsou důležití zákazníci i stánkoví prodejci na hranicích s Německem. Němečtí zákazníci jezdí do České republiky často z důvodu nákupu cigaret levnějších oproti jejich trhu, proto je příhraniční trh velmi výnosný.

Dodavatelé

Hlavními dodavateli cigaretových a tabákových výrobků jsou společnosti Philip Morris ČR, a.s., British American Tobacco Czech Republic, s.r.o., Japan Tobacco International a Imperial Tobacco CR, s.r.o.

4.2.3. Mikroprostředí

Marketing a distribuce

Společnost Geco, a.s. pokrývá celou Českou republiku jak velkoobchody, které zásobují stovky prodejců cigaret a tabákových výrobků (devět na celém území ČR), ale je také provozovatelem sítě maloobchodních jednotek TABÁK-TISK, kdy svými 258 pobočkami pokrývá napříč celý stát. Propagace s tabákovými výrobky je složitá, není možné inzerovat v televizi, tisku a ve veřejných prostorách. Síť velkoobchodních poboček podporuje své prodeje měsíčními akcemi, kdy za nákup určitého zboží získává zákazník peněžní slevu nebo dárek. Dále společnost propaguje své zboží cestou firemního produktového katalogu.

Podnikové zdroje

Společnost musí obhospodařovat dva typy podnikových zdrojů – lidské zdroje a zdroje materiální.

Společnost v současné době zaměstnává kolem 1600 zaměstnanců. Její prioritou je odborně proškolený personál, pro který je na prvním místě vždy zákazník. Zaměstnanci musí mít profesionální přístup, znalosti sortimentu a jsou každoročně školeni ohledně všech změn. Zaměstnanci na pozici řidiče a osoby, které mají k dispozici služební vozidlo, musí každoročně podstupovat školení řidičů.

Jelikož se společnost nezabývá výrobou, ale distribucí cigaretových a tabákových výrobků, je pro ni hlavním cílem zajistit dostupnost sortimentu a plánování toku zásob. Hlavním úkolem je zajištění pevných dodavatelských vztahů.

Finance

Finanční síla je jedním z hlavních ukazatelů pro budoucí strategický záměr. Finanční situaci společnosti lze zjistit pomocí různých ukazatelů. Finanční situace podniku bude ukázána na ukazatelích z let 2014 – 2016.

Ukazatele likvidity

Ukazatele likvidity stanovují míru schopnosti podniku uhradit své závazky. Rozlišujeme tři druhy:

- běžná likvidita = oběžná aktiva/krátkodobé závazky,
- pohotová likvidita = (oběžná aktiva – zásoby) / krátkodobé závazky,
- okamžitá likvidita = peněžní prostředky / krátkodobé závazky.

Tab. 2 – Ukazatele likvidity 2014 – 2016

Likvidita / rok	2014	2015	2016
Běžná likvidita	1,00	0,96	0,88
Pohotová likvidita	0,33	0,39	0,46
Okamžitá likvidita	0,07	0,10	0,18

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Běžná likvidita je také označována jako ukazatel solventnosti společnosti. V literatuře se uvádí jako optimální hodnota v intervalu 1,5 - 2,5. Společnost je ve všech sledovaných letech pod bodem optima. Pohotová likvidita zkoumá strukturu oběžných aktiv z hlediska likvidity. Optimální hodnota udávaná v literatuře leží v intervalu 1 – 1,5, ani v jednom ze sledovaných let se společnost do intervalu optima nedostala. Okamžitá likvidita udává, jak je podnik schopen plnit své závazky okamžitě. Doporučovaná hodnota je 0,2 – 0,5, společnost je pod bodem optima, ale v čase se okamžitá likvidita zlepšuje a v roce 2016 je již téměř na hranici doporučeného rozsahu této hodnoty.

Ukazatele rentability

Ukazatelé rentability (výnosnosti) slouží ke zjištění poměru mezi finančními prostředky, které společnosti plynou z vlastních činností, a mezi finančními prostředky, které byly na tyto činnosti vynaloženy.

Rentabilita aktiv: ROA = EBIT / Celkový kapitál

Ukazuje, do jaké míry se daří společnosti z dostupných aktiv generovat zisk.

Tab. 3 – ROA 2014 - 2016

Rentabilita / rok	2014	2015	2016
ROA	10,5%	16,7%	13,8%
ROA – konkurence	1,82%	3,09%	2,15%

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Čím vyšší je hodnota ROA, tím vyšší je rentabilita společnosti. Z tabulky 2 je zjevné, že společnost od roku 2015 dosahuje hodnot na dobré a stabilní úrovni. Ukazatel nám také uvádí míru krytí rizikových aktiv společnosti. Ukazatel ROA lze použít při plánování bankovního úvěru, pokud je úroková míra nižší než ROA je podnik schopen pokrýt náklady na úvěr. Ukazatel ROA byl srovnán i s konkurenční společností Jas, a.s. Ze srovnání plyne, že společnost Geco, a.s. dosahuje vyšších hodnot než konkurence.

Ukazatele zadluženosti

Ukazatele zadluženosti ukazují dlouhodobou finanční stabilitu podniku. Uvádějí, jak podnik využívá k financování cizí zdroje a jak je schopný hradit své závazky.

Celková zadluženost představuje míru krytí firemního majetku cizími zdroji. Vyšší hodnoty jsou rizikem pro věřitele, především pro banku.

Celková zadluženost = (cizí zdroje / celková aktiva)

Tab. 4 – Celková zadluženost 2014 – 2016

Typ ukazatele /rok	2015	2016	2017
Celková zadluženost	0,811	0,762	0,789

Zdroj: vlastní zpracování dle finančních výkazů společnosti (2018)

Doporučená hodnota uváděná odbornou literaturou je kolem 0,5. Z tabulky 3 vyplývá, že firma tuto hodnotu převyšuje, což je způsobeno krátkodobými závazky, převážně závazky z obchodních vztahů.

Na základě interních plánů a analýz podniku byly identifikovány silné a slabé stránky podniku a také příležitosti a hrozby.

Silné stránky

- Silná obchodní značka
- Pevné vztahy s dodavateli
- Silný prozákaznický přístup
- Maloobchodní i velkoobchodní činnost
- Rozvoz zboží za pomoci vlastních automobilů

Slabé stránky

- Vysoké náklady na přepravu
- Nízká likvidita

Příležitosti

- Bariéra vstupu konkurence do odvětví
- Nová legislativa Track & Trace – noví zákazníci

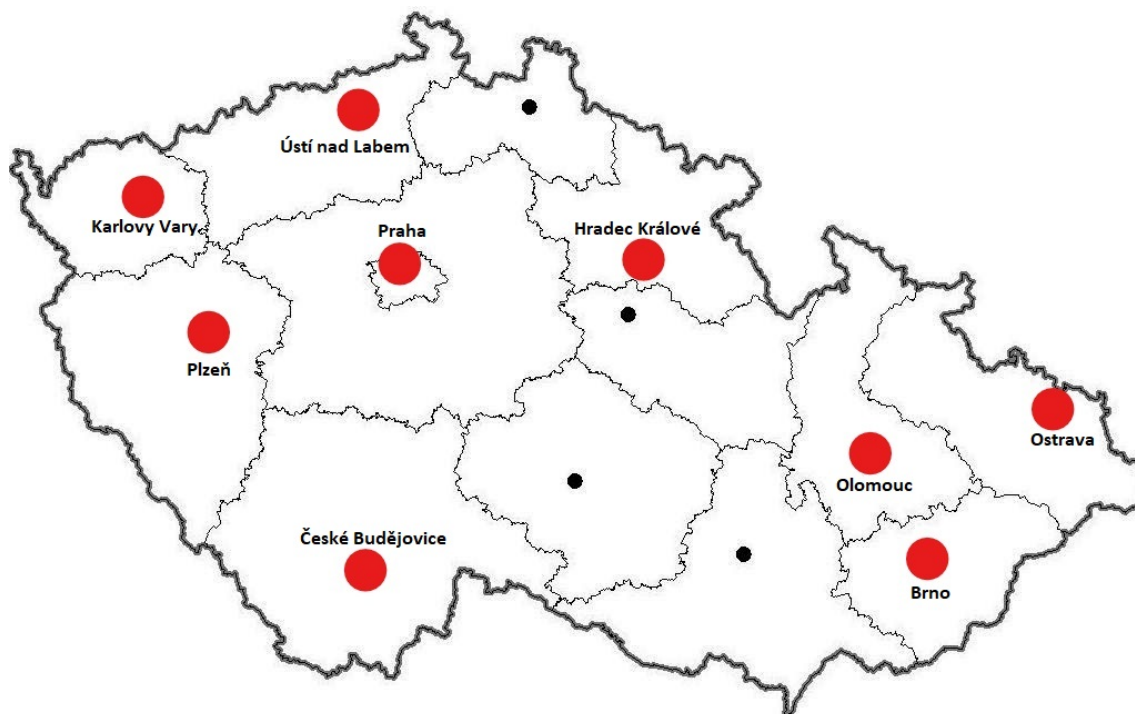
Hrozby

- Změny zákonů – DPH, spotřební daň
- Směrnice Track & Trace – vysoké počáteční náklady
- Změna cen pohonných hmot

4.3. Velkoobchodní činnost

Společnost Geco, a.s. má na území České republiky devět velkoobchodních poboček. Jednotlivé rozdělení je zobrazeno na obrázku č. 5. Pro tuto diplomovou práci bude pracováno pouze s pobočkou sídlící v Karlových Varech.

Obr. 5 – Velkoobchodní pobočky Geco, a.s.



Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Každý den je velkoobchodem zásobováno mnoho zákazníků. Na pobočce Karlovy Vary existují tři způsoby zásobování.

Prvním způsobem, stěžejním pro tuto diplomovou práci, je rozvoz zásilek zákazníkům na základě jejich předchozí objednávky. Dále je možnost velkého ambulantiho prodeje, neboli prodeje z auta, kdy si zákazník vybírá zboží až po příjezdu vozidla se zbožím. Tento typ prodeje je zaměřen na velká příhraniční tržiště (Svatý Kříž, Lipový Dvůr, Potůčky, Hora sv. Šebestiána, Folmava), jde o prodej většího množství zboží v rozsahu desítek až stovek kartonů cigaret. Třetím typem je malý ambulanti prodej, prodej z dodávky, zaměřený na tuzemské zákazníky s odběrem do pár desítek kartonů.

4.4. Vozový park pobočky Karlovy Vary

V současné době je vozový park pobočky v Karlových Varech tvořen jedenácti vozidly, která slouží k rozvozu zboží zákazníkům na základě jejich objednávky. Pět automobilů je značky Ford, tři automobily značky Renault a tři vozidla značky Opel. Základní technický popis vozidel je uveden v tabulce 5.

Tab. 5 – Technické parametry vozidel

Značka	Ford	Ford	Ford	Renault	Opel
Model	Transit 350 LWB	Transit 350 LWB	Transit L3	Master	Movano 2.3CDTI F3500 L3H2
Rok výroby	2010	2012	2017	2014	2016
Nákladová spotřeba l/100km	8,4	8,1	7,5	8,0 / 608 – 8,4	7,8
Palivo	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel
Kapacita nákladového prostoru	5.000	5.000	5.000	4.500	5.500
Evidenční číslo vozidla	477, 422 - rezervní vozidlo	599,	740, 741	608, 612, 617 – rezervní vozidla	667, 676, 692
Náklady na 1km	6,341	6,168	6,428	6,312	6,254

Zdroj: vlastní zpracování z interních materiálů podniku (2018)

V této tabulce jsou rovněž vyčísleny náklady na jeden ujetý kilometr u každého vozidla, tyto hodnoty se liší pouze v řádu haléřů, proto můžeme pro potřeby této práce považovat vozový park za homogenní.

Náklady na jeden ujetý kilometr jsou počítány jako náklady na nákladová spotřeba l/100km * průměrná cena nafty pro rok 2018 ve výši 28,90 [23] / 100 následně přičteme 4 Kč za amortizaci. [23]

Příklad pro vozidlo 599 – náklady na 1 km = $(8,1 * 28,90 / 100) + 4 = 6,168$.

Vozový park je tvořen čtyřmi různými typy vozidel. Každé vozidlo je označeno nezaměnitelným evidenčním číslem. Jednotlivé typy se liší především velikostí (kapacitou) nákladového prostoru. Kapacita vozidel je udávána interní jednotkou, která je vyjádřením počtu kartonů cigaret, které je možné v jednotlivých bednách po 25 kusech naložit do nákladového prostoru.

Pobočka denně využívá sedmi hlavních vozidel (evidenční č. 477, 599, 667, 676, 692, 740, 741) a dále má k dispozici čtyři rezervní vozidla v případě nedostatečné kapacity hlavních vozidel (evidenční č. 422, 608, 612, 617). Rezervní vozidla jsou však využívána na pobočce i pro případy, kdy je hlavní vozidlo v servisu nebo má poruchu.

5.3 Personální zajištění rozvozu

V současnosti pracuje na velkoobchodní pobočce Karlovy Vary 60 zaměstnanců, z toho 16 zaměstnanců na pozici řidič/skladník. Jsou určeni řidiči, kteří jezdí pravidelně, a dále zaměstnanci, kteří mohou za jednotlivé řidiče zastoupit. Pracovní doba řidičů je od 6:30 do 15:00, po ranním příchodu vypomáhají ve skladu a po ranní inventuře zboží začínají nakládat své objednávky do aut a odjíždějí na rozvoz zboží.

Většinou odjíždějí řidiči mezi 8:00 – 9:00, vracet by se na pobočku měli kolem 14:30, aby byl časový prostor na přepočítání tržby a odevzdání peněz. Pokud se řidič vrátí dříve, do konce pracovní doby vypomáhá na skladě.

Pokud je potřeba, aby vyjelo na trasu pomocné vozidlo, nastupuje jako řidič pracovník, který by jinak po celou směnu pracoval ve skladu. Tímto zdvojením pracovního zařazení řidič/skladník tedy podnik lépe využívá pracovní sílu, a tím i šetří mzdové náklady.

5. Formulace problému

V této části práce bude formulována konkrétní úloha, která bude dále řešena za účelem nalezení lepšího řešení, pokud takové řešení existuje, oproti současnému řešení. Cílem je, aby nově nalezené řešení vedlo ke snížení počtu ujetých kilometrů, a tím i ke snížení celkových nákladů na dopravu. Bude pracováno s historickými daty, která byla zpracována pomocí informačního systému podniku. Vzhledem k rozsahu této práce bylo zvoleno období dvou týdnů, konkrétně 1. 10. 2017 – 13. 10.2018, jako období charakterizující každodenní taktickou úroveň rozhodování.

Pobočka Karlovy Vary disponuje v současné době jedenácti vozidly, které slouží k rozvozu zboží zákazníkům. Většinou vyjíždí z depa 7 až 10 vozidel v závislosti na požadavcích zákazníků. Vozidla začínají zpravidla svou jízdu v 8:30. Vozidla obsluhují zákazníky na území Karlovarského kraje, ale také v části Ústeckého kraje. Jednotlivé trasy jsou ráno připravovány manažerem logistiky v závislosti na počtu a objemu jednotlivých zásilek. Všechny zásilky musí být doručeny. Vozidla se musí vrátit do depa nejpozději ve 14:30.

Společnost se snaží poskytovat vysoce kvalitní služby, ale zároveň se snaží minimalizovat své náklady. Celkové náklady se odvíjejí především od délky obsluhované trasy v závislosti na konkrétních nákladech na vozidlo. Z tohoto důvodu bude kladen důraz na počet ujetých kilometrů v jednotlivých dnech sledovaného období s ohledem na dobu obsluhy tras.

Nejprve bude analyzován současný postup rozvozu zásilek za sledované období, následně bude provedena optimalizace tras za použití vhodné metody. Nakonec bude současný stav porovnán z hlediska nákladů s novým alternativním řešením.

5.1. Charakteristické znaky úlohy

V této části práce bude formulována konkrétní úloha, která bude dále řešena za účelem nalezení lepšího řešení, pokud takové řešení existuje, oproti současnému řešení. Cílem je aby nově nalezené řešení vedlo ke snížení počtu ujetých kilometrů a tím i ke snížení celkových nákladů na dopravu.

V teorii dopravních sítí se jedná o **kapacitně omezenou úlohu okružních jízd**. Úloha je charakteristická následovně:

- kapacita vozidel omezená, přehled kapacit jednotlivých vozidel je dána tabulkou č. 5 - **technické parametry vozidel**,
- dopravní park je tvořen 11 vozidly,
- dopravní park je heterogenní,
- dopravní síť má pouze jedno depo,
- čas obsluhy jednotlivých uzlů není stanoven,
- čas vozidla na trase je stanoven maximálně na 6 hodin,
- zásilky jsou pouze vykládány,
- jedná se o statickou úlohu. Požadavky zákazníků jsou známy předem,
- náklady jsou závislé na ujetých kilometrech, z důvodu heterogenního vozového parku jsou vnitropodnikové sazby na ujetý kilometr různé v závislosti na využitém vozidle. Přehled sazeb jednotlivých vozidel je uveden v tabulce č. 5.

6. Současný systém fungování dopravní sítě

Jako první byla otevřena v roce 1993 trafika v centru Karlových Varů, která zároveň nabízela i velkoobchodní prodej. V roce 1996 byla postavena velkoobchodní pobočka na Růžovém Vrchu, kdy pro rozvoz zboží zákazníkům stačilo využívat pouze čtyři vozidla. Důvodem bylo především to, že v tehdejší době nebyla tak široká nabídka cigaret, tabáků, doutníků a doplňkového sortimentu a do obchodních vztahů v pohraničí ještě nevstoupili vietnamští obchodníci.

V té době se jednalo o zásobování zákazníků v Karlovarském kraji a na části území kraje Ústeckého, k zavážení zákazníků byla využívána pouze čtyři vozidla. V roce 2009 byla postavena a otevřena nová velkoobchodní pobočka v Karlových Varech, protože stávající kapacity pobočky již nedokázaly naplnit požadavky zákazníků. Požadavky na objem zaváženého zboží se zvýšily, zákazníků přibýlo a byly otevřeny nové maloobchodní prodejny, jejichž zásobování také zajišťuje velkoobchodní pobočka. Bylo nutné pořídit nové automobily, rozšířit vozový park na stávajících jedenáct vozidel.

Všechna vozidla jsou v současné době vybavena systémem CSS Carnet, který slouží nejen ke sledování jednotlivých vozidel během jejich jízdy, ale především umožňuje elektronické vedení knihy jízd, kontrolu spotřeby paliva a usnadňuje administrativu spojenou s provozováním služebních vozidel. Pohyby jednotlivých vozidel je také možné sledovat přes on-line aplikaci, které umožňuje nejen kontrolu místa, kde se vozidlo momentálně nachází, ale také jakou dobu tráví na zastávkách u zákazníků.

Zboží koncovým zákazníkům je rozváženo v kartonových krabicích s obsahem 25 kartonů cigaret. I doplňkový sortiment je distribuován v těchto krabicích. Měrnou jednotkou pro převoz zboží je 1 karton. Z důvodu využívání interní měrné jednotky musely být nákladové prostory jednotlivých vozidel přepočítány na tuto měrnou jednotku. Přehled jednotlivých kapacit vozidel je uveden v tabulce č. 5 – technické parametry vozidel.

Celá společnost využívá informační systém SAP, který propojuje jednotlivé činnosti od objednání zboží, přípravu objednávek skladem až k tvorbě přeprav a faktur, včetně vazeb na další činnosti v podniku, kterými jsou účetnictví a mzdová agenda, ale také monitoring a controlling jednotlivých činností.

Zákazníci mají možnost objednávat zboží prostřednictvím e-mailu, telefonických objednávek, faxem nebo přes portál B2B. Příjem objednávek probíhá do 7 hodin ráno v daný den. Poté se

vytvářejí aktuální přepravní trasy pro jednotlivé řidiče a mezi 8 – 9 hodinou řidiči vyjíždějí na trasy.

Na každý den v týdnu jsou stanoveny závozy do jednotlivých měst, která jsou daný den obsluhována. Jsou města, kde podnik zajišťuje zásobování každý den, naopak některé menší obce jsou zásobovány pouze 1x až 2x týdně.

Sestavování jednotlivých denních tras je v kompetenci manažera logistiky. Vychází ze základního modelu tras, který je uveden v příloze A. Jednotlivé trasy poté na základě své zkušenosti a intuice upravuje do konečné podoby, jeho rozhodování se odvíjí od objemu požadavků jednotlivých odběrných míst, aby nebyla překročena kapacita vozidel, ale také aby se řidiči vraceli přibližně ve stejný čas.

6.1. Sledované období 2017

Následný rozbor stávajícího systému dopravních sítí analyzuje období 2. 10. – 6. 10. a 9. 10. – 13. 10. Jednotlivá období jsou rozdělena po týdnech, protože každý den jsou tvořeny odlišné trasy podle harmonogramu zavážených míst.

V prvním týdnu (2. 10. – 6. 10.) bylo celkem obsluženo 789 zákazníků z 95 obcí a měst Karlovarského a Ústeckého kraje. V tomto období měla pobočka k dispozici jedenáct vozidel. Využito bylo dle potřeby 6 – 10 vozidel. Níže je uvedeno rozvržení skutečně realizovaných tras v jednotlivých dnech sledovaného týdne.

Tab. 6 – Přehled tras – pondělí 2. 10. 2017

Den	Vozidlo č.	Trasa	Počet km	Celkem km
1.	1.	Karlovy Vary – Dolní Žandov – Lázně Kynžvart – Velká Hleďsebe – Mariánské Lázně – Planá – Chodský Újezd – Mnichov – Karlovy Vary	209,8	1241,9
	2.	Karlovy Vary – Nejdek - Mezirolí – Nová Role – Božičany – Chodov – Locket – Staré Sedlo – Sokolov – Svatava – Karlovy Vary	85	
	3.	Karlovy Vary – Cheb – Svatý Kříž – Karlovy Vary	102,5	
	4.	Karlovy Vary – Všebořovice – Hájek – Ostrov – Klášterec nad Ohří – Prunéřov – Kadaň – Karlovy Vary	119,8	
	5.	Karlovy Vary – Abertamy – Pernink – Potůčky – Karlovy Vary	87,1	
	6.	Karlovy Vary – Cheb obchvat – Zátíší – Hazlov – Nový Žďár – Aš – Hranice – Kalovy Vary	161,3	
	7.	Karlovy Vary – Horní Žďár – Jáchymov – boží Dar – Loučná – Kovářská – Vejprty – Kryštofovy Hamry – Potůčky – Karlovy Vary	143,1	
	8.	Karlovy Vary – Svatý Kříž – Cheb – Pomezí nad Ohří – Karlovy Vary	118,3	
	9.	Karlovy vary – Cheb – Svatý Kříž – Karlovy Vary	104,8	
	10.	Kalovy Vary – Bečov nad Teplou – Toužim – Otročin – Teplá – Karlovy Vary	110,2	

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Ve sledovaném období bylo v pondělí 2. 10. 2017 zásobeno 179 zákazníků a celkem bylo ujetu 1241,9 km.

Tab. 7 – Přehled tras – úterý 3. 10. 2017

Den	Vozidlo č.	Trasa	Ujeto km	Celkem km
2.	1.	Karlovy vary – Locket – Horní Slavkov – Sokolov – Libavské Údolí – Habartov – Krajčková – Svatava – Lomnice – Královské Poříčí – Karlovy vary	126,6	917
	2.	Karlovy Vary – Vřesová – Jindřichovice – Rotava – Kraslice – Hraničná – Oloví - Karlovy Vary	95,9	
	3.	Karlovy Vary – Cheb – Svatý Kříž – Karlovy vary	110,7	
	4.	Karlovy Vary – Ostrov – Klášterec nad Ohří – Pětipsy – Kadaň – Radonice – Vilémov – Karlovy Vary	123,7	
	5.	Karlovy Vary – Cheb obchvat – Zátíší – Františkovy Lázně – Aš – Skalná – Karlovy Vary	147,6	
	6.	Karlovy Vary – Mezirolí – Božičany – Chodov – Potůčky – Karlovy Vary	93,3	
	7.	Karlovy Vary – Horní Žďár – Boží Dar – Loučná – Vejprty – Karlovy Vary	93,8	
	8.	Karlovy Vary – Kynšperk nad Ohří – Cheb – Vojsaov – Hazlov – Karlovy Vary	125,4	

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

V úterý 3. 10. 2017 bylo nutné zásobit stejný počet zákazníků jako předešlý den, tedy 179, ale bylo ujeté pouze 917 km. Důvodem ujetí menšího počtu kilometrů byly celkově nižší požadavky zákazníků, což umožnilo využití pouze jednoho pomocného vozidla a tomu odpovídalo jiné sestavení tras.

Tab. 8 – Přehled tras – středa 4. 10. 2017

Den	Vozidlo č.	Trasa	Ujeto km	Celkem km
3.	1.	Karlovy Vary – Klášterec nad Ohří – Kadaň – Krásný Dvůr – Lubenec – Blatno – Valeč – Verušičky – Žlutice – Bochov – Karlovy Vary	155,6	732,1
	2.	Karlovy Vary – Sokolov – Svatava – Bukovany – Locket – Vintířov – Chodov – Božičany – Nová Role – Nejdek – Stará Role – Karlovy Vary	104,9	
	3.	Karlovy Vary – Cheb – Svatý Kříž – Karlovy Vary	119,4	
	4.	Karlovy Vary – Cheb – Pomezí – Nový Žďár – Aš – Hazlov – Karlovy Vary	153,7	
	5.	Karlovy Vary – Ostrov – Jáchymov – Boží Dar – Loučná – Kovářská – Vejprty – Karlovy Vary	105,8	
	6.	Karlovy vary – Abertamy – Potůčky – Karlovy vary	92,7	

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Středa a čtvrtek nepatří mezi nejvytíženější dny týdne. Ve středu bylo zásobeno pouze 132 zákazníků a najeto 732,1 km, což je nejméně z celého týdne, proto vyjelo pouze šest vozidel.

Tab. 9 – Přehled tras – čtvrtek 5. 10. 2017

Den	Vozidlo č.	Trasa	Ujeto km	Celkem km
4.	1.	Karlovy Vary – Dolní Žandov – Lázně Kynžvart – Velká Hleďsebe – Mariánské Lázně – Planá – Karlovy Vary	112	776,9
	2.	Karlovy Vary – Březová u Sokolova- Sokolov – Staré Sedlo – Locket – Horní Slavkov – Chodov – Božičany – Nová Role – Karlovy Vary	96,7	
	3.	Karlovy Vary – Cheb – Svatý Kříž – Karlovy Vary	104,2	
	4.	Karlovy vary – Hájek – Ostrov – Perštejn – Klášterec – Vilémov – Kadaň – Karlovy Vary	120,2	
	5.	Karlovy Vary – Bečov – Toužim – Karlovy Vary	98,1	
	6.	Karlovy Vary – Cheb – Cheb obchvat – Františkovy Lázně – Hazlov – Aš – Vojtanov – Skalná – Třebeň – Karlovy Vary	151,4	
	7.	Karlovy Vary – Horní Žďár – Jáchymov – Boží Dar – Vejprty – Karlovy Vary	94,3	

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Ve čtvrtek bylo zásobeno 133 zákazníků a ujeté 776,9 km s využitím sedmi vozidel. Středa a čtvrtek patří ke dnům, kdy není nutné využívat rezervních vozidel, kapacita hlavních vozidel je dostatečná.

Tab. 10 – Přehled tras – pátek 6. 10. 2017

Den	Vozidlo č.	Trasa	Ujeto km	Celkem km
5.	1.	Karlovy Vary – Locket – Staré Sedlo – Březová u Sokolova – Sokolov – Svatava – Lomnice – Krajková – Habartov – Kynšperk nad Ohří – Karlovy Vary	110,3	886,1
	2.	Karlovy Vary – Chodov – Vřesová – Rotava – Kraslice – Hraničná – Oloví – Karlovy Vary	101,2	
	3.	Karlovy Vary – Cheb – Karlovy Vary	116	
	4.	Karlovy Vary – Ostrov – Klášterec nad Ohří – Pruněřov – Kadaň – Karlovy Vary	101,9	
	5.	Karlovy Vary – Chodov – Božičany – Mezirolí – Abertamy – Pernink – Potůčky – Karlovy Vary	85,4	
	6.	Karlovy Vary – Cheb obchvat – Zátíší – Hazlov – Nový Žďár - Aš – Hranice – Vojtanov - Kalovy Vary	160,8	
	7.	Karlovy Vary – Ostrov – Horní Žďár – Jáchymov – Boží Dar – Loučná – Kovářská – Vejprty – Kryštofovy Hamry – Karlovy Vary	105,9	
	8.	Karlovy Vary – Svatý Kříž – Cheb – Karlovy Vary	104,6	

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Pátek je opět jedním z více vytižených dní na zásobování, je nutné pokrýt požadavky ve větším objemu pro příhraniční zákazníky, kteří se potřebují zásobit na nastávající víkend. Ve sledovaném období bylo v pátek obslouženo 166 zákazníků s celkovým nájezdem 886,1 km. Stačilo využít pouze jedno pomocné vozidlo. Přehled rozvržení tras pro pátek 6. 10. 2017 můžeme vidět v tabulce č. 10.

Z výše uvedených dat byla sestavena tabulka č. 13 prezentující souhrnně počet ujetých kilometrů celkem za první sledovaný týden v období 2. 10. 2017 – 6. 10. 2018. Přehled ujetých kilometrů je rozdělený na hlavní vozidla a pomocná (rezervní) vozidla (viz tabulky 11 a 12).

Tab. 11 – Počet ujetých kilometrů – hlavní vozidla (2. 10. – 6. 10. 2017)

Datum	Vozidlo 1 (599)	Vozidlo 2 (740)	Vozidlo 3 (692)	Vozidlo 4 (676)	Vozidlo 5 (667)	Vozidlo 6 (741)	Vozidlo 7 (477)	Celkem km
2.10.	209,8	85,0	102,5	119,8	87,1	161,3	143,1	908,6
3.10.	126,6	95,9	110,7	123,7	93,3	147,6	93,8	791,6
4.10.	X	104,9	119,4	155,6	92,7	153,7	105,8	732,1
5.10.	112,0	96,7	104,2	120,2	98,1	151,4	94,3	776,9
6.10.	110,3	101,2	116	101,9	85,4	160,8	105,9	781,5

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Tab. 12 – Počet ujetých kilometrů – rezervní vozidla (2. 10. – 6. 10. 2017)

Datum	Vozidlo 8 (422)	Vozidlo 9 (608)	Vozidlo 10 (612)	Vozidlo 11 (617)	Celkem km
2.10.	X	118,3	104,8	110,2	333,3
3.10.	X	x	125,4	x	125,4
4.10.	X	x	x	x	0
5.10.	X	x	x	x	0
6.10	X	x	104,6	x	104,6

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Tab. 13 – Počet ujetých kilometrů celkem – 2. 10. – 6. 10. 2017

Datum	Hlavní vozidla	Rezervní vozidla	Celkem km
2.10.	908,6	333,3	1241,9
3.10.	791,6	125,4	917
4.10.	732,1	0	732,1
5.10.	776,9	0	776,9
6.10.	781,5	104,6	886,1

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Z přehledu tras za období 2. 10. – 6. 10. 2017 vyplývá, že nejvytíženějším dnem pro zásobování je pondělí. To je způsobeno potřebou doplnit zásoby zákazníků po víkendu. Velká část zásobovaných zákazníků provozuje obchody nebo stánky na příhraničí s Německem. Pro německou klientelu je český trh s cigaretami lákavější, proto přes víkend jezdí nakupovat tabákové výrobky do České republiky. Z důvodu kapacitního omezení vozidel bylo nutné využít tři pomocná vozidla.

Následující tabulka obsahuje přehled ujetých kilometrů jednotlivých hlavních a rezervních vozidel ve druhém sledovaném týdnu. Detailní přehled tras sestavených manažerem logistiky v tomto týdnu je uveden v příloze A.

Tab. 14 – Počet ujetých kilometrů – hlavní vozidla (9. 10. – 13. 10. 2017)

Datum	Vozidlo 1 (599)	Vozidlo 2 (740)	Vozidlo 3 (692)	Vozidlo 4 (676)	Vozidlo 5 (667)	Vozidlo 6 (741)	Vozidlo 7 (477)	Celkem km
9.10.	173,6	91,9	112,6	103,5	83,2	178,6	114,4	857,8
10.10.	147,0	110,1	122,0	122,6	90,9	166,4	108,5	867,5
11.10.	X	111,6	117,0	187,5	113,3	141,8	110,5	781,7
12.10.	166,7	97,2	108,3	128,9	101,5	154,2	100,4	857,2
13.10.	110,7	99,8	112,2	94,6	91,7	162,2	97,1	768,3

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Tab. 15 – Počet ujetých kilometrů – rezervní vozidla (9. 10. – 13. 10. 2017)

Datum	Vozidlo 8 (422)	Vozidlo 9 (608)	Vozidlo 10 (612)	Vozidlo 11 (617)	Celkem km
9.10.	X	150,3	X	X	150,3
10.10.	X	X	X	X	0
11.10.	X	X	X	X	0
12.10.	X	X	X	X	0
13.10.	X	X	30,5	117,9	148,4

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Tab. 16 – Počet ujetých kilometrů celkem – 9. 10. – 13. 10. 2017

Datum	Hlavní vozidla	Rezervní vozidla	Celkem km
9.10.	857,8	150,3	1008,1
10.10.	867,5	0	867,5
11.10.	781,7	0	781,7
12.10.	857,2	0	857,2
13.10.	768,3	148,4	916,7

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Ve druhém týdnu sledovaného období byl nejvytíženějším dnem z hlediska počtu zákazníků pátek s obsluhou 189 zákazníků. Avšak oproti předchozímu týdnu bylo nutné, aby vyjela dvě pomocná vozidla. Pondělí bylo z hlediska počtu zákazníků druhým nejvytíženějším dnem druhého sledovaného týdne, kdy bylo nutné obsloužit 153 zákazníků a bylo nutné využít jedno pomocné vozidlo. Z hlediska celkového počtu ujetých kilometrů však bylo pondělí obdobně jako v předchozím týdnu nejvytíženějším dnem z celého týdne. V úterý, ve středu a ve čtvrtek pokryly objem objednávek kapacity hlavních vozidel. V úterý bylo nutné obsloužit 152 zákazníků, ve středu 126 zákazníků a ve čtvrtek 131 zákazníků.

7. Řešení problému

Na základě popisu možných přístupů k řešení sledované problematiky v kapitolách 1, 2 a především 3, a dále na základě uvedeného popisu činnosti podniku můžeme detailně formulovat problém, který je předmětem řešení v této diplomové práci.

Tato diplomová práce bude zkoumat a řešit situaci, ve které jsou požadavky zákazníků předem známé, zásobování se provádí z jednoho místa (depa), k dispozici je heterogenní vozový park o 11 vozidlech. Nesmí dojít k překročení kapacity žádného vozidla ani k překročení maximální stanovené doby strávené vozidlem na trase, která je šest hodin. Cílem práce je sestavit nové trasy tak, aby byli obslouženi všichni zákazníci, a celkový počet najetých kilometrů a s tím související výše dopravních nákladů byla minimální.

V tomto případě mluvíme o **kapacitně omezené úloze okružních jízd**.

Cílem je vytvoření tras, které zajistí, aby byli obslouženi všichni zákazníci, a zároveň, aby při dodržení stanovených kritérií, jako je pracovní doba řidičů a kapacita vozidel, byl počet celkově ujetých kilometrů minimální.

K řešení kapacitně omezené úlohy okružních jízd můžeme využít exaktních nebo heuristických metod. Protože tento řešený problém je rozsáhlý (především pro velký počet odběratelů), není vhodné z hlediska časové náročnosti využití exaktních metod. Z důvodu flexibility a rychlosti bude vybrána metoda z řady heuristických metod. Ve třetí kapitole byly popsány metody, jež mohou být využity k řešení okružních úloh. Pro tuto diplomovou práci byla vybrána metoda stíracího algoritmu s následným řešením úlohy okružních jízd v jednotlivých segmentech zákazníků vzniklých aplikací stíracího algoritmu

Nové trasy budou tvořeny postupně pro jednotlivé dny sledovaného období. Před vlastní aplikací stíracího algoritmu nejprve vytvoříme shluky zákazníků ze stejných měst či obcí. Pro tyto shluky bude vytvořen celkový součet požadavků jednoho shluku. Tento součet požadavků nesmí překročit maximální kapacitu vozidla, což je však v případě námi řešené úlohy nepravděpodobné. V druhém kroku dojde k tvorbě segmentů jednotlivých zákazníků (shluků), kteří budou obslouženi jedním vozidlem.

7.1. Stírací algoritmus

Konkrétní aplikace metody stíracího algoritmu pro námi popsany problém je detailně rozebrána na příkladu druhého dne sledovaného období.

Ve druhém dni sledovaného období bylo zapotřebí obsloužit celkem 179 zákazníků, tito zákazníci byli rozděleni do 40 shluků podle obcí, kde sídlí. Tabulka 16 znázorňuje vytvořené shluky, jednotlivé shluky jsou označeny indexem S_i pro snazší orientaci. V tabulce je pro každý shluk uveden počet zákazníků v daném shluku a požadovaný celkový objem daného shluku ve formě „počet zákazníků/celkový objem požadavků“.

Celková doba a vzdálenost vyjádřená v kilometrech je zpracovaná pomocí Googlemaps.

Je nutné dodržet omezení v podobě maximální doby na trase, která je stanovena na 6 hodin, a dále je zde omezující kapacita vozidel. Kapacity vozidel jsou trojího typu, 4500 mj, 5000 mj nebo 5500 mj. Vozidla s největší kapacitou jsou tři a budou využita do tras s nejvytíženějšími shluky, jako je Svatý Kříž, Potůčky, Aš. Vozidla s nejnižší kapacitou 4500 mj jsou rovněž tři, a jsou to rezervní vozidla. Zbýlých 5 vozidel se střední kapacitou se standardně využívá pro denní rozvoz. Proto se primárně bude předpokládat kapacita vozu 5000.

Pokud se při protnutí shluků objeví jeden z vytíženějších shluků, může se uvažovat nově přepokládaná kapacita vozu 5500 mj. Pro ověření plnění omezující časové podmínky je nutné brát v potaz časy mezi jednotlivými shluky, které jsou uvedeny v matici vzdálenosti, průměrná doba obsluhy jednoho zákazníka je ze zkušenosti stanovena na 10 minut.

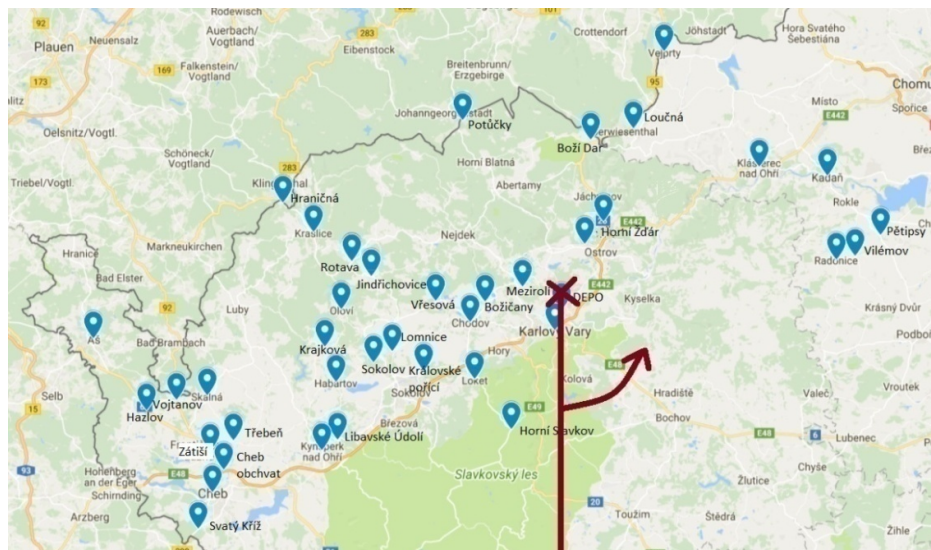
Tab. 17 – Požadavky zákazníků, označení shluků 2. dne

Označení	Město	Objem Požadavků	Označení	Město	Objem Požadavků	Označení	Město	Objem Požadavků
S ₁	Aš	9/2450	S ₁₅	Karlovy Vary	17/1950	S ₂₉	Potůčky	8/1750
S ₂	Boží Dar	2/250	S ₁₆	Klášterec nad Ohří	8/350	S ₃₀	Radonice	2/125
S ₃	Božičany	1/25	S ₁₇	Krajková	1/25	S ₃₁	Rotava	3/150
S ₄	Františkovy L.	4/350	S ₁₈	Královské Poříčí	1/25	S ₃₂	Skalná	4/200
S ₅	Habartov	4/150	S ₁₉	Kraslice	11/850	S ₃₃	Sokolov	12/925
S ₆	Hazlov	1/25	S ₂₀	Kynšperk nad Ohří	4/175	S ₃₄	Svatava	1/25
S ₇	Horní Slavkov	3/175	S ₂₁	Libavské Údolí	1/25	S ₃₅	Svatý Kříž	3/925
S ₈	Horní Žďár	1/25	S ₂₂	Loket	2/75	S ₃₆	Třebeň	1/100
S ₉	Hraničná	4/1675	S ₂₃	Lomnice	1/50	S ₃₇	Vejprty	6/1200
S ₁₀	Cheb	26/3350	S ₂₄	Loučná	2/50	S ₃₈	Vilémov	2/50
S ₁₁	Cheb obchvat	1/75	S ₂₅	Mezirolí	1/75	S ₃₉	Vojtanov	3/700
S ₁₂	Chodov	8/475	S ₂₆	Oloví	3/75	S ₄₀	Vřesová	1/25
S ₁₃	Jindřichovice	1/25	S ₂₇	Ostrov	7/400	S _D	DEPO	
S ₁₄	Kadaň	8/300	S ₂₈	Pětipsy	1/25			

Zdroj: Vlastní zpracování (2018)

Pro lepší orientaci je přiložena mapa, kde můžeme vidět zobrazené shluky, do nichž je nutné zavézt zboží.

Obr. 6 – Mapa shluků 2. dne



Zdroj: vlastní zpracování (2018)

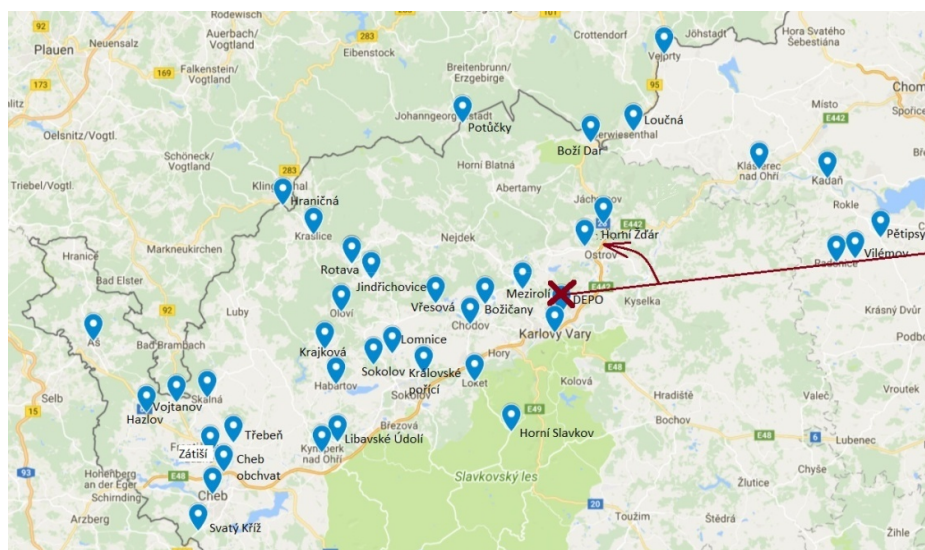
Z depa (v mapě označeno křížkem) vychází polopřímka jižním směrem. Dochází k otáčení polopřímky proti směru hodinových ručiček. Jako první protíná polopřímka shluk S₃₀ –

Radonice, kde je nutné obsloužit dva zákazníky s celkovým požadavkem 125 mj., shluk Radonice tvoří první uzel výsledné trasy 1. Můžeme vidět, že skoro na stejné úrovni se nachází shluk S_{38} – Vilémov, kde je potřeba obsloužit dva zákazníky s celkovým požadavkem 50mj. Graficky znázorněno obrázkem 7.

Je důležité dodržet omezení z hlediska času a kapacity. Proto je nutné sečíst kapacity jednotlivých shluků, které musí být menší než kapacita vozidla: $S_{30} + S_{38} \leq K_0$, výpočet $125 + 50 \leq 5000 = 175 \leq 5000$, z hlediska kapacity je možné tyto shluky spojit.

Cesta z depa do shluku S_{30} trvá 53 minuty. Obsluha dvou zákazníků zabere 20 minut, celkem připojení prvního shluku zabere 1 hodinu a 13 minut, podmínka maximálního času stráveného na trase je splněna. Přesun z S_{30} do S_{38} trvá 3 minuty, obsluha dvou zákazníků ve shluku S_{30} zabere 20 minut. Ze shluku S_{38} do depa trvá cesta 51 minut. Celkový čas na trase je 2 hodiny 17 minut, časová podmínka není porušena, je možné přejít k dalšímu kroku.

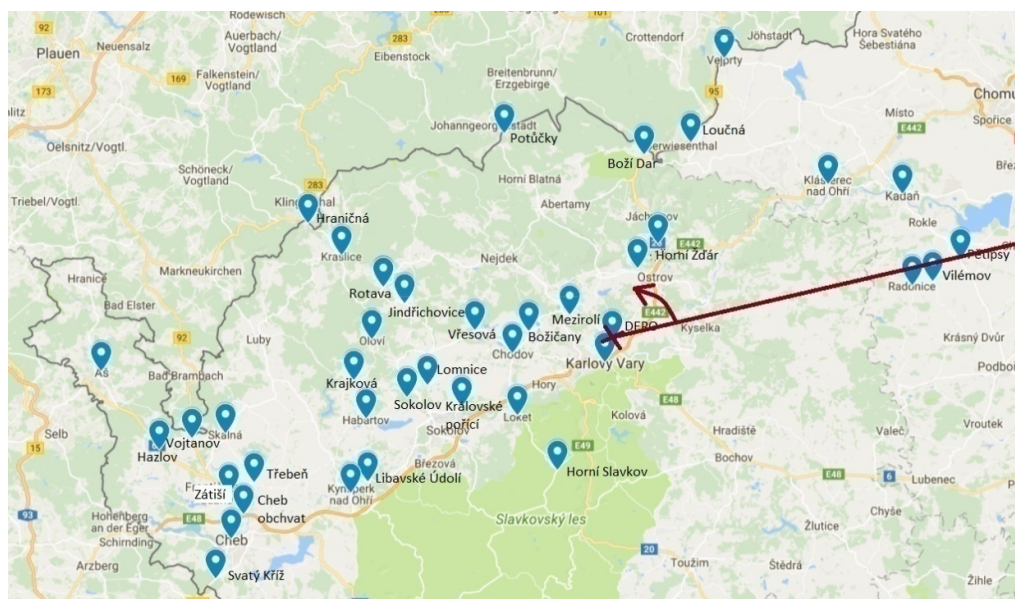
Obr. 7 – Přidání Shluku S_{30} – Radonice do trasy



Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Pokračujeme rotací polopřímky. Dalším shlukem, který je polopřímkou protnut, je shluk S_{28} – Pětipsy. Zde je nutné obsloužit 1 zákazníka s požadavkem 25 mj. Z hlediska kapacity je nutné aby $S_{30} + S_{38} + S_{28} \leq K_0$, výpočet $125 + 50 + 25 \leq 5000 = 200 \leq 5000$, z hlediska kapacity je tedy možné shluk spojit. Přesun z S_{38} do S_{28} trvá 7 minut, obsluha jednoho zákazníka ve shluku S_{28} zabere 10 minut. Cesta z S_{28} do depa trvá 49 minut. Celkový čas strávený na cestě je 2 hodiny a 32 minut, časová podmínka není překročena. Shluk S_{28} může být přidán.

Obr. 8 – Přidání Shluku S₂₈ – Pětipsy do trasy

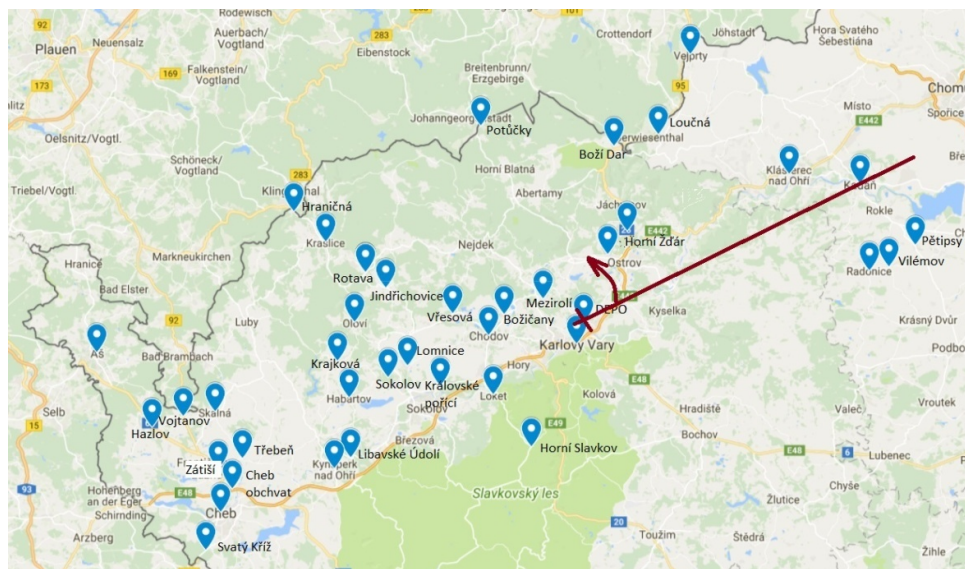


Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Jako další protne polopřímka shluk S₁₄ – Kadaň, kde je nutné obsloužit 8 zákazníků s celkovým požadavkem 300 mj. Nejdříve je nutné zjistit, zda jsou splněny podmínky pro přidání shluku do trasy.

$S_{30} + S_{38} + S_{28} + S_{14} \leq K_0$, výpočet $125 + 50 + 25 + 300 \leq 5000 = 500 \leq 5000$, z hlediska kapacity je možné shluk připojit. Cesta z S₂₈ do S₁₄ trvá 14 minut, obsluha 8 zákazníků zabere 1 hodinu a 20 minut. Cesta z S₁₄ do depa trvá 40 minut. Celkový čas strávený na trase je 3 hodiny a 57 minut, z hlediska času je podmínka neporušena, shluk může být přidán do trasy.

Obr. 9 – Přidání Shluku S₁₄ – Kadaň do trasy

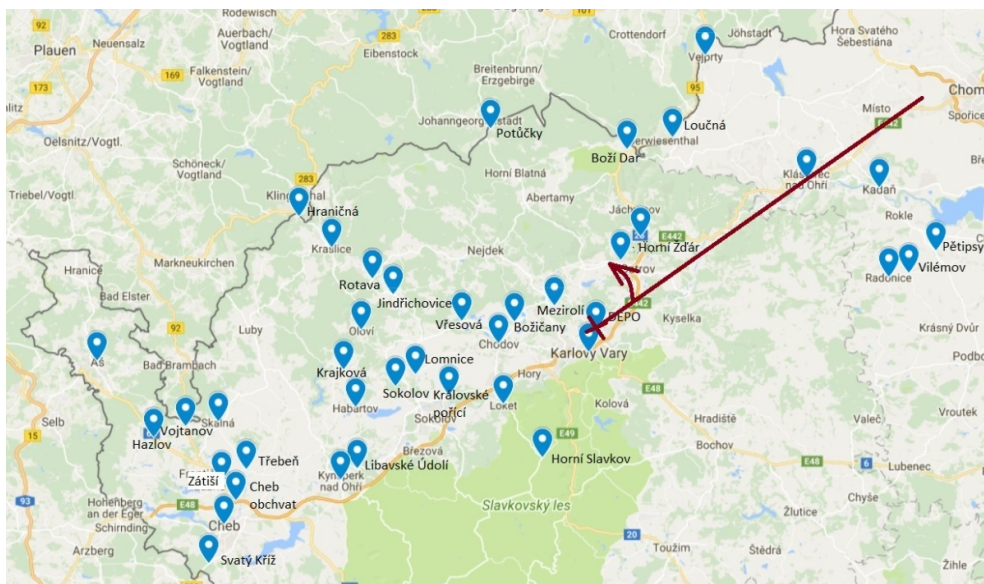


Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Opakujeme postup rotace polopřímky a dochází k protnutí shluku S₂₀ – Klášterec nad Ohří, s potřebou obsloužit 4 zákazníky s celkovou kapacitou požadavků 175mj.

$S_{30} + S_{38} + S_{28} + S_{14} + S_{20} \leq K_0$, výpočet $125 + 50 + 25 + 300 + 175 \leq 5000 = 675 \leq 5000$, z hlediska kapacity je možné shluk připojit. Cesta z S₁₄ do S₂₀ trvá 13 minut, obsluha čtyř zákazníků zabere 40 minut. Cesta z S₂₀ do depa trvá 29 minut. Celkový čas strávený na trase je 4 hodiny a 39 minut. Obě podmínky byly splněny, je možné přidat shluk S₂₀ do trasy.

Obr. 10 – Přidání Shluku S₂₀ – Klášterec nad Ohří do trasy



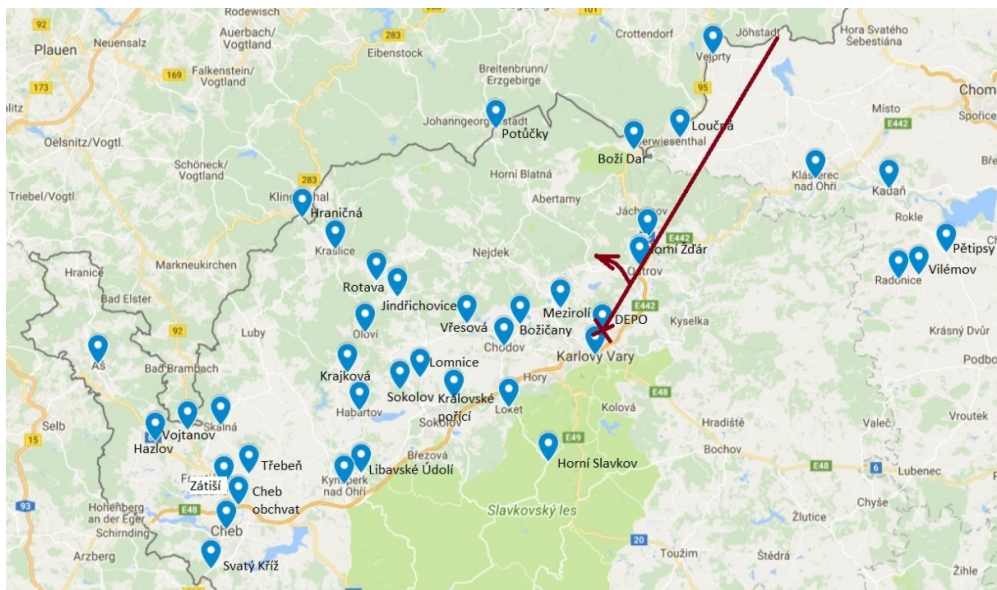
Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Dalším posunem polopřímky protínáme shluk S₂₇ – Ostrov, s nutností obsloužit sedm zákazníků s celkovým požadavkem 400 mj.

$S_{30} + S_{38} + S_{28} + S_{14} + S_{20} + S_{27} \leq K_0$, výpočet $125 + 50 + 25 + 300 + 175 + 400 \leq 5000 = 1075 \leq 5000$, z hlediska kapacity je možné shluk připojit.

Dalším posunem polopřímky protínáme shluk S₈ – Horní Žďár s nutností obsloužit jednoho zákazníka s požadavkem 25 mj. Cesta z S₂₀ do S₂₇ trvá 24 minut a obsluha sedmi zákazníků zabere 1 hodinu a 10 minut. Cesta z S₂₇ do depa trvá 12 minut. Celkový čas strávený na trase je 5 hodin a 56 minut. Obě podmínky jsou splněny, je možné přidat shluk do trasy. Jelikož se čas strávený na trase blíží maximálnímu možnému času 6 hodin, není možné přidat žádný jiný shluk, aniž by nebyla porušena podmínka času. Tímto je trasa uzavřena.

Obr. 11 – Přidání Shluku S₂₇ – Ostrov do trasy



Zdroj: vlastní zpracování (2018)

První trasa bude tvořena shluky Radonice, Vilémov, Pětipsy, Kadaň, Klášterec nad Ohří a Ostrov, s celkovým počtem požadavků 1075 mj a celkovým časem 5 hodin a 56 minut.

Nyní je možné začít vytyčovat další trasu, kdy prvním protnutým shlukem je S₈ – Horní Žďár s požadavkem obsluhy jednoho zákazníka s 25 mj. Cesta z depa do S₈ zabere 13 minut, obsluha jednoho zákazníka 10 minut. Celkový čas strávený na trase, včetně cesty zpět, je 36 minut.

$S_8 \leq K_0$, $25 \leq 5000$, kapacita vozidla není porušena.

Dalším protnutým shlukem je S₃₇ – Vejprty, kde je nutné obsloužit šest zákazníků s požadavky 1200 mj.

$S_8 + S_{37} \leq K_0$, výpočet $25 + 1200 \leq 5000 = 1225 \leq 5000$, kapacita vozidla není porušena, shluk může být přidán do trasy. Cesta z S₈ do S₃₇ trvá 33 minut. Obsluha šesti zákazníků 1 hodinu. Cesta z S₃₇ do depa trvá 42 minut. Celkový čas strávený na trase je 2 hodiny a 38 minut.

Stejným způsobem přidáme do trasy shluk S₂₄ – Loučná, s nutností obsloužit dva zákazníky s požadavky 50 mj.

$S_8 + S_{37} + S_{24} \leq K_0$, výpočet $25 + 1200 + 50 \leq 5000 = 1275 \leq 5000$, kapacita vozidla není porušena, shluk může být přidán do trasy. Cesta z S_{37} do S_{24} trvá 11 minut. Obsluha dvou zákazníků 20 minut. Cesta z S_{24} do depa trvá 35 minut. Celkový čas strávený na trase je 3 hodiny a 2 minuty.

Dále je přidán shluk S_2 – Boží Dar, s potřebou obsloužit dva zákazníky s celkovými požadavky 250 mj.

$S_8 + S_{37} + S_{24} + S_2 \leq K_0$, výpočet $25 + 1200 + 50 + 250 \leq 5000 = 1525 \leq 5000$, kapacita vozidla není porušena, shluk může být přidán do trasy. Cesta z S_{37} do S_{24} trvá 13 minut. Obsluha dvou zákazníků 20 minut. Cesta z S_2 do depa trvá 25 minut. Celkový čas strávený na trase jsou 3 hodiny a 25 minut.

Dalším protnutým shlukem je S_{29} – Potůčky, zde je nutné obsloužit 8 zákazníků s celkovým požadavkem 1750 mj.

$S_8 + S_{37} + S_{24} + S_2 + S_{29} \leq K_0$, výpočet $25 + 1200 + 50 + 1750 \leq 5000 = 3025 \leq 5000$, kapacita vozidla není porušena, z hlediska kapacity může být shluk přidán do trasy. Cesta z S_{24} do S_{29} trvá 27 minut. Obsluha 8 zákazníků zabere 1 hodinu 20 minut. Cesta z S_{29} do depa trvá 33 minut. Celkový čas strávený na trase je 5 hodiny 20 minut. Obě podmínky jsou splněny, shluk je přidán do trasy.

Stejným postupem zařadíme do trasy shluk S_{25} – Mezirolí, zde je potřeba obsloužit jednoho zákazníka s požadavkem 75 mj.

$S_8 + S_{37} + S_{24} + S_2 + S_{29} + S_{25} \leq K_0$, výpočet $25 + 1200 + 50 + 1750 + 75 \leq 5000 = 3100 \leq 5000$, kapacita vozidla není porušena, z hlediska kapacity může být shluk přidán do trasy. Cesta z S_{29} do S_{25} trvá 32 minut, obsluha jednoho zákazníka 10 minut. Cesta z S_{25} do depa trvá 12 minut. Celkový čas strávený na trase je 5 hodin a 41 minut.

Dalším protnutým shlukem by byl S_9 – Hraničná, kde je nutné obsloužit 4 zákazníky s celkovým požadavkem 1675 mj.

$S_8 + S_{37} + S_{24} + S_2 + S_{29} + S_{25} + S_9 \leq K_0$, výpočet $25 + 1200 + 50 + 1750 + 75 + 1675 \leq 5000 = 4775 \leq 5000$, kapacita vozidla není porušena, z hlediska kapacity může být shluk přidán do trasy. Cesta z S_{25} do S_9 trvá 46 minut, obsluha čtyř zákazníků 40 minut. Cesta z S_9 do depa trvá 46 minut. Celkový čas strávený na trase je 7 hodin a 41 minut. Jelikož maximální povolený čas na trase je 6 hodin, z hlediska času by přidání shluku S_9 tuto podmínku porušilo.

Druhá trasa bude končit shlukem S_{25} – Mezirolí a další trasa bude začínat shlukem S_9 – Hraničná.

Celkový čas druhé trasy bude 5 hodin a 41 minut.

Druhá trasa je tvořena shuky Horní Žďár, Vejprty, Loučná, Boží Dar, Potůčky, Mezirolí.

Třetí trasa začíná ve shluku S_9 – Hraničná, kde je nutné obsloužit 4 zákazníky s celkovým požadavkem 1675 mj. Cesta z depa do S_9 trvá 49 minut, obsluha 4 zákazníků 40 minut. Celkový čas strávený na trase, včetně cesty zpět, je 2 hodiny a 18 minut. Na začátku byla stanovena podmínka, že pokud dojde k protnutí shluku S_9 – Hraničná, je nutné do této trasy přidat i shluky S_{19} - Kraslice, S_{31} – Rotava, S_{13} – Jindřichovice a S_{26} – Oloví, které leží na stejné cestě.

$S_9 + S_{19} + S_{31} + S_{13} + S_{26} \leq K_0$, výpočet $1675 + 850 + 150 + 25 + 75 \leq 5000 = 2775 \leq 5000$, z hlediska kapacity, je možné tyto shluky sloučit do jedné trasy.

Cesta z S_9 do S_{19} trvá 7 minut, obsluha 11 zákazníků zabere 1 hodinu a 50 minut. Cesta z S_{19} do S_{31} trvá 10 minut a obsluha tří zákazníků 30 minut. Cesta z S_{31} do S_{13} trvá 6 minut a obsluha jednoho zákazníka 10 minut. Cesta z S_{13} do S_{26} trvá 14 minut, obsluha 3 zákazníků 30 minut. Cesta z S_{26} do depa trvá 30 minut.

Celkový čas strávený na trase je 4 hodiny a 56 minut.

Další protnutou obcí je S_{40} – Vřesová, s nutností obsloužit jednoho zákazníka s požadavkem 25 mj.

$S_9 + S_{19} + S_{31} + S_{13} + S_{26} + S_{40} \leq K_0$, výpočet $1675 + 850 + 150 + 25 + 75 + 25 \leq 5000 = 2800 \leq 5000$, z hlediska kapacity, je možné tento shluk přidat do trasy. Cesta z S_{26} do S_{40} trvá 14 minut a obsluha jednoho zákazníka 10 minut. Cesta z S_{40} do depa trvá 21 minut. Celkový čas strávený na trase je 5 hodin a 11 minut.

V dalším kroku je přidán shluk S_3 – Božičany, kde je potřeba obsloužit jednoho zákazníka s požadavkem 25 mj.

$S_9 + S_{19} + S_{31} + S_{13} + S_{26} + S_{40} + S_3 \leq K_0$, výpočet $1675 + 850 + 150 + 25 + 75 + 25 + 25 \leq 5000 = 2825 \leq 5000$, z hlediska kapacity, je možné tento shluk přidat do trasy. Cesta z S_{40} do S_3 trvá 10 minut a obsluha jednoho zákazníka 10 minut. Cesta z S_3 do depa trvá 18 minut. Celkový čas strávený na trase je 5 hodin a 28 minut.

V dalším kroku by měl být přidán shluk S_{12} – Chodov, kde je potřeba obsloužit osm zákazníků s požadavkem 475 mj. Z hlediska kapacity není podmínka omezena, $3300 \leq 5000$. Avšak přidáním tohoto shluku by došlo k porušení podmínky času stráveného na trase, který by byl 6 hodin a 49 minut.

Celkový čas druhé trasy bude 5 hodin a 28 minut.

Třetí trasa je tvořena shluky Hraničná, Kraslice, Rotava, Jindřichovice, Oloví, Vřesová a Božičany.

Stejným způsobem byly vytvořeny další trasy.

Čtvrtá trasa je tvořena shluky Aš, Hazlov, Vojtanov, Skalná, Františkovy Lázně a Třebeň.

Celkem zde bylo obslouženo 22 zákazníků a celkový čas strávený na trase je 5 hodin a 56 minut, s celkovým objemem požadavků 3825 mj.

Pátá trasa je tvořena shluky Chodov, Lomnice, Krajková, Habartov, Sokolov, Královské Poříčí.

Zde bylo celkem obslouženo 27 zákazníků s celkovým požadavkem 1650 mj. Celkový čas strávený na trase je 5 hodin a 56 minut.

Šestá trasa je tvořena shluky Cheb obchvat a Cheb

Na této trase bylo obslouženo 27 zákazníků s celkovým požadavkem 3425 mj. Celkový čas strávený na trase byl 5 hodin a 48 minut

Sedmá trasa je tvořena shluky Svatý Kříž, Kynšperk nad Ohří, Libavské Údolí, Locket, Horní Slavkov.

Zde bylo obslouženo 13 zákazníků s celkovým požadavkem 1375 mj. Celkový čas strávený na trase je 4 hodiny a 9 minut.

Osmá trasa je tvořena pouze shlukem Karlovy Vary, kde bylo potřeba obsloužit 17 zákazníků s celkovým požadavkem 1950 mj.

Nyní jsou všechny shluky zařazeny do tras. Využijeme matici vzdáleností a vypočítáme délku jednotlivých tras.

Tab. 18 – Výsledné trasy 2. dne

Vozidlo	Trasy	Km	Celkem km
599	$S_D + S_{30} + S_{38} + S_{28} + S_{14} + S_{20} + S_{27} + S_D$	120	805,5
667	$S_D + S_8 + S_{37} + S_{24} + S_2 + S_{29} + S_{25} + S_D$	115	
740	$S_D + S_9 + S_{19} + S_{31} + S_{13} + S_{26} + S_{40} + S_3 + S_D$	105	
741	$S_D + S_1 + S_6 + S_{39} + S_{32} + S_4 + S_{36} + S_D$	158	
477	$S_D + S_{12} + S_{23} + S_{17} + S_5 + S_{33} + S_{18} + S_D$	72,3	
692	$S_D + S_{11} + S_{10} + S_D$	98,2	
676	$S_D + S_{35} + S_{20} + S_{21} + S_{22} + S_7 + S_D$	122	
422	$S_D + S_{15} + S_D$	15	

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Na základě výše uvedené tabulky lze konstatovat, že pomocí stíracího algoritmu bylo dosaženo celkového počtu ujetých kilometrů 805,5, což v porovnání se skutečným počtem ujetých kilometrů znamená úsporu 111,5 km.

U aplikace stíracího algoritmu v dalších dnech je potřeba využít modifikovanou verzi algoritmu, protože při přiřazení následného shluku by došlo k překročení kapacity vozidla nebo porušení podmínky z časového hlediska, avšak jiný shluk by tuto podmínku neporušil. Toto řešení je aplikovatelné z důvodu krátké vzdálenosti mezi shluky.

Jelikož metoda obchodního cestujícího předpokládá, že z každého shluku do každého shluku vede cesta, což v případě Karlovarského kraje není úplně reálné, byly stanoveny ještě dodatečné podmínky. Pokud se polopřímka v následujících dnech dotkne shluku Hraničná, je nutné k této trase připojit i obce Kraslice, Rotava, Jindřichovice a Oloví, protože leží na stejné cestě.

Obdobně bude postupováno postupovat při protnutí shluku Hranice, kdy se budou automaticky připojovat shluky Aš, Hazlov, Vojtanov, Skalná, Plesná.

Protože jsou každý den obsluhováni jiní zákazníci a shluky i požadavky zákazníků se liší, je nutné pro každý další den sledovaného období vytvořit tabulku označení shluků a zadání požadavků zákazníků.

Tab. 19 – Požadavky 1. den

Označení	Město	Objem Požadavků	Označení	Město	Objem Požadavků	Označení	Město	Objem Požadavků
S ₁	Abertamy	1/25	S ₁₇	Karlovy Vary	4/225	S ₃₃	Pomezí	1/650
S ₂	Aš	17/4575	S ₁₈	Klášterec	3/100	S ₃₄	Potůčky	15/5500
S ₃	Bečov	2/125	S ₁₉	Kovářská	1/25	S ₃₅	Potůčky2	2/2850
S ₄	Boží Dar	1/400	S ₂₀	Kryštofovy Hamry	1/125	S ₃₆	Pruněrov	1/50
S ₅	Božičany	1/25	S ₂₁	Lázně Kynžvart	1/50	S ₃₇	Sokolov	11/775
S ₆	Dolní Žandov	2/125	S ₂₂	Loket	1/25	S ₃₈	Staré Sedlo	1/25
S ₇	Hájek	1/25	S ₂₃	Mariánské Lázně	17/1400	S ₃₉	Svatava	1/25
S ₈	Hazlov	2/75	S ₂₄	Mezirolí	1/100	S ₄₀	Svatý Kříž	9/5500
S ₉	Horní Žďár	1/25	S ₂₅	Mnichov	1/25	S ₄₁	Svatý Kříž2	2/3475
S ₁₀	Hranice	1/50	S ₂₆	Nejdek	3/125	S ₄₂	Teplá	2/225
S ₁₁	Cheb	33/5025	S ₂₇	Nová Role	1/25	S ₄₃	Toužim	2/125
S ₁₂	Cheb Obchvat	1/75	S ₂₈	Nový Žďár	1/300	S ₄₄	Vejprty	4/925
S ₁₃	Chodov	7/300	S ₂₉	Ostrov	7/225	S ₄₅	Velká Hleďsebe	1/75
S ₁₄	Chodský Újezd	1/25	S ₃₀	Otročin	1/25	S ₄₆	Všeborovice	1/100
S ₁₅	Jáchymov	3/75	S ₃₁	Pernink	1/50	S ₄₇	Zátiší	1/50
S ₁₆	Kadaň	7/550	S ₃₂	Planá	1/150	S _D	Depo	

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Tab. 20 – Výsledné trasy 1. dne

Vozidlo	Trasy	Km	Celkem km
599	S _D + S ₄₆ + S ₁₆ + S ₃₆ + S ₁₈ + S ₉ + S ₂₉ + S ₇ + S _D	96,2	1161,3
477	S _D + S ₂₀ + S ₁₉ + S ₄₄ + S ₄ + S ₁₅ + S ₁ + S ₃₁ + S ₃₅ + S _D	146	
676	S _D + S ₃₄ + S _D	55,2	
741	S _D + S ₂₆ + S ₂₄ + S ₂₇ + S ₅ + S ₁₃ + S ₃₉ + S ₃₇ + S _D	72,1	
667	S _D + S ₁₀ + S ₂ + S ₂₈ + S ₈ + S ₄₇ + S _D	164	
422	S _D + S ₃₃ + S ₆ + S ₂₁ + S ₄₅ + S ₂₃ + S _D	157	
740	S _D + S ₁₁ + S _D	94,8	
692	S _D + S ₄₀ + S _D	99	
608	S _D + S ₁₂ + S _{11/2} + S ₄₁ + S ₃₈ + S ₂₂ + S ₁₇ + S _D	115	
612	S _D + S ₁₄ + S ₃₂ + S ₂₅ + S ₄₂ + S ₃₀ + S ₄₃ + S ₃ + S _D	162	

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Z výše uvedené tabulky je patrné, že v prvním dni sledovaného období došlo oproti skutečnému stavu k úspoře 80,6 km. Bylo využito 10 vozidel jako ve skutečnosti.

Tab. 21 – Požadavky 3. den

Označení	Město	Objem Požadavků	Označení	Město	Objem Požadavků	Označení	Město	Objem Požadavků
S ₁	Abertamy	1/25	S ₁₃	Karlovy Vary	10/425	S ₂₅	Pomezí	1/450
S ₂	Aš	18/1800	S ₁₄	Klášterec nad Ohří	4/150	S ₂₆	Potůčky	9/1500
S ₃	Blatno	1/50	S ₁₅	Kovářská	2/75	S ₂₇	Sokolov	10/525
S ₄	Bochov	1/50	S ₁₆	Krásný Dvůr	1/100	S ₂₈	Svatava	1/25
S ₅	Boží Dar	1/300	S ₁₇	Loket	1/25	S ₂₉	Svatý Kříž	7/1300
S ₆	Božičany	1/25	S ₁₈	Loučná	2/75	S ₃₀	Valeč	1/50
S ₇	Bukovany	1/25	S ₁₉	Lubenec	2/125	S ₃₁	Vejprty	5/750
S ₈	Hazlov	2/50	S ₂₀	Nejdek	2/100	S ₃₂	Vetušičky	1/175
S ₉	Cheb	20/1525	S ₂₁	Nová Role	1/75	S ₃₃	Vintířov	1/25
S ₁₀	Chodov	5/150	S ₂₂	Nový Žďár	1/1100	S ₃₄	Žlutice	3/200
S ₁₁	Jáchymov	5/225	S ₂₃	Ostrov	4/150	S _D	S _D	
S ₁₂	Kadaň	7/700	S ₂₄	Pernink	1/50			

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Tab. 22 – Výsledné trasy 3. den

Vozidlo	Trasy	Km	Celkem km
599	S _D + S ₄ + S ₃₄ + S ₃₂ + S ₁₉ + S ₃ + S ₃₀ + S ₁₆ + S ₁₂ + S _D	162	683,9
676	S _D + S ₁₄ + S ₁₅ + S ₃₁ + S ₁₈ + S ₅ + S ₁₁ + S ₂₃ + S _D	104	
667	S _D + S ₁ + S ₂₄ + S ₂₆ + S ₂₀ + S ₂₁ + S ₆ + S ₁₀ + S ₃₃ + S _D	86,1	
741	S _D + S ₂ + S ₂₂ + S ₈ + S ₂₅ + S _D	155	
477	S _D + S ₉ + S ₂₉ + S _D	101	
740	S _D + S ₂₈ + S ₇ + S ₂₇ + S ₁₇ + S ₁₃ + S _D	75,8	

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Oproti skutečně zjištěnému stavu došlo k úspoře 48,2 km.

Tab. 23 – Požadavky 4. den

Označení	Město	Objem Požadavků	Označení	Město	Objem Požadavků	Označení	Město	Objem Požadavků
S ₁	Aš	3/425	S ₁₃	Cheb obchvat	1/100	S ₂₅	Planá	2/125
S ₂	Bečov	2/125	S ₁₄	Chodov	5/175	S ₂₆	Skalná	4/175
S ₃	Boží Dar	1/50	S ₁₅	Jáchymov	2/50	S ₂₇	Sokolov	10/575
S ₄	Božičany	1/25	S ₁₆	Kadaň	6/475	S ₂₈	Staré Sedlo	1/25
S ₅	Březová	1/50	S ₁₇	Karlovy Vary	14/2125	S ₂₉	Svatý Kříž	11/2450
S ₆	Dolní Žandov	1/25	S ₁₈	Klášterec	7/225	S ₃₀	Toužim	2/175
S ₇	Františkovy Lázně	4/250	S ₁₉	Lázně Kynžvart	1/100	S ₃₁	Třebeň	1/25
S ₈	Hájek	1/50	S ₂₀	Loket	2/100	S ₃₂	Vejpřty	2/100
S ₉	Hazlov	1/25	S ₂₁	Mariánské Lázně	14/1200	S ₃₃	Velká Hleďsebe	1/75
S ₁₀	Horní Slavkov	2/150	S ₂₂	Nová Role	2/125	S ₃₄	Vilémov	1/25
S ₁₁	Horní Žďár	1/50	S ₂₃	Ostrov	8/425	S ₃₅	Vojtanov	2/250
S ₁₂	Cheb	17/1500	S ₂₄	Perštejn	1/25	S _D	DEPO	

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Tab. 24 – Výsledné trasy 4. den

Vozidlo	Trasy	Km	Celkem km
599	S _D + S ₃₅ + S ₁₆ + S ₁₈ + S ₂₄ + S ₂₃ + S _D	113	771,1
477	S _D + S ₈ + S ₁₁ + S ₁₅ + S ₃ + S ₃₂ + S ₂₂ + S ₄ + S ₁₄ + S _D	101	
676	S _D + S ₁₃ + S ₁ + S ₉ + S ₃₅ + S ₂₆ + S ₇ + S ₃ + S ₅ + S _D	167	
667	S _D + S ₂₇ + S ₁₂ + S _D	98,1	
692	S _D + S ₂₉ + S ₆ + S ₁₉ + S ₂₈ + S ₂₀ + S ₁₀ + S _D	146	
740	S _D + S ₃₃ + S ₂₁ + S ₃₀ + S ₂ + S _D	131	
741	S _D + S ₁₇ + S _D	15	

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Tab. 25 – Požadavky 5. den

Označení	Město	Objem Požadavků	Označení	Město	Objem Požadavků	Označení	Město	Objem Požadavků
S ₁	Abertamy	1/25	S ₁₆	Kadaň	7/625	S ₃₁	Pernink	1/50
S ₂	Aš	8/850	S ₁₇	Karlovy Vary	14/1175	S ₃₂	Pomezí	1/500
S ₃	Boží Dar	1/250	S ₁₈	Klášterec	8/300	S ₃₃	Potůčky	14/4750
S ₄	Božičany	1/25	S ₁₉	Kovářská	2/50	S ₃₄	Prunéřov	1/50
S ₅	Březová	1/50	S ₂₀	Krajková	1/25	S ₃₅	Rotava	4/225
S ₆	D6	1/50	S ₂₁	Kraslice	11/550	S ₃₆	Sokolov	12/475
S ₇	Habartov	2/100	S ₂₂	Kryštofovy Hamry	1/175	S ₃₇	Staré Sedlo	1/25
S ₈	Hazov	1/25	S ₂₃	Kynšperk	4/200	S ₃₈	Svatava	1/50
S ₉	Horní Žďár	1/25	S ₂₄	Loket	2/75	S ₃₉	Svatý Kříž	5/3700
S ₁₀	Hranice	2/100	S ₂₅	Lomnice	1/25	S ₄₀	Vejpřty	6/700
S ₁₁	Hraničná	3/250	S ₂₆	Loučná	2/75	S ₄₁	Vojtanov	1/325
S ₁₂	Cheb	27/2400	S ₂₇	Mezirolí	1/100	S ₄₂	Vřesová	1/25
S ₁₃	Cheb obchvat	1/50	S ₂₈	Nový Žďár	1/1000	S ₄₃	Zátiší	1/150
S ₁₄	Chodov	7/325	S ₂₉	Oloví	1/25	S _D	DEPO	
S ₁₅	Jáchymov	3/175	S ₃₀	Ostrov	12/850			

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Tab. 26 – Výsledné trasy 5. den

Vozidlo	Trasy	Km	Celkem km
599	S _D + S ₁₆ + S ₃₄ + S ₁₈ + S ₂₂ + S ₁₉ + S ₉ + S _D	134	880,9
740	S _D + S ₃₀ + S ₁₅ + S ₃ + S ₂₆ + S ₄₀ + S _D	84,4	
667	S _D + S ₁ + S ₃₁ + S ₃₃ + S ₂₇ + S ₄ + S _D	78,4	
741	S _D + S ₁₁ + S ₂₁ + S ₃₅ + S ₂₉ + S ₂₀ + S ₄₂ + S _D	111	
477	S _D + S ₁₃ + S ₁₀ + S ₂ + S ₂₈ + S ₈ + S ₄₁ + S ₄₃ + S ₃₂ + S _D	182	
422	S _D + S ₁₄ + S ₂₅ + S ₃₈ + S ₇ + S ₃₆ + S ₆ + S _D	63,3	
692	S _D + S ₁₂ + S _D	94,8	
676	S _D + S ₂₃ + S ₃₉ + S ₅ + S ₃₇ + S ₂₄ + S _D	108	
608	S _D + S ₁₇ + S _D	25	

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Tab. 27 – Požadavky 6. den

Označení	Město	Objem Požadavků	Označení	Město	Objem Požadavků	Označení	Město	Objem Požadavků
S ₁	Aš	11/1950	S ₁₄	Kovářská	1/25	S ₂₇	Potůčky	10/4125
S ₂	Bečov	2/125	S ₁₅	Kryštofovy Hamry	1/75	S ₂₈	Prunéřov	1/50
S ₃	Boží Dar	2/500	S ₁₆	Lázně Kynžvart	1/25	S ₂₉	Sokolov	11/825
S ₄	Dolní Žadov	1/100	S ₁₇	Loket	2/75	S ₃₀	Staré Sedlo	1/25
S ₅	Hazlov	2/75	S ₁₈	Mariánské Lázně	14/1575	S ₃₁	Svatava	1/25
S ₆	Hranice	2/100	S ₁₉	Mezirolí	1/50	S ₃₂	Svatý Kříž	6/4550
S ₇	Cheb	25/2525	S ₂₀	Nejdek	4/150	S ₃₃	Teplá	2/100
S ₈	Cheb onchvat	1/125	S ₂₁	Nová Role	1/50	S ₃₄	Toužim	2/125
S ₉	Chodov	7/275	S ₂₂	Ostrov	8/250	S ₃₅	Vejpřty	4/550
S ₁₀	Jáchymov	1/25	S ₂₃	Otročín	1/25	S ₃₆	Velká Hleďsebe	1/50
S ₁₁	Kadaň	7/600	S ₂₄	Pernink	1/25	S _D	DEPO	
S ₁₂	Karlovy Vary	12/2475	S ₂₅	Planá	2/100			
S ₁₃	Klášterec	3/100	S ₂₆	Pomezí	1/700			

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Tab. 28 – Výsledné trasy 6. den

Vozidlo	Trasy	Km	Celkem km
599	S _D + S ₁₁ + S ₂₈ + S ₁₃ + S ₁₅ + S ₁₄ + S ₂₂ + S _D	136	903,5
667	S _D + S ₁₀ + S ₃₅ + S ₃ + S ₂₄ + S ₂₇ + S ₁₉ + S _D	115	
740	S _D + S ₂₀ + S ₂₁ + S ₉ + S ₃₁ + S ₂₉ + S _D	69,2	
692	S _D + S ₈ + S ₆ + S ₁ + S ₅ + S ₂₆ + S ₃₀ + S _D	181	
741	S _D + S ₇ + S ₁₇ + S _D	98,3	
676	S _D + S ₃₂ + S ₄ + S ₁₆ + S ₃₆ + S ₂₅ + S ₃₃ + S ₂ + S _D	158	
477	S _D + S ₁₈ + S ₂₃ + S ₃₄ + S _D	126	
608	S _D + S ₁₂ + S _D	20	

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Tab. 29 – Požadavky 7. den

Označení	Město	Objem Požadavků	Označení	Město	Objem Požadavků	Označení	Město	Objem Požadavků
S ₁	Aš	9/2800	S ₁₄	Kadaň	6/250	S ₂₇	Potůčky	6/1650
S ₂	Božičany	1/25	S ₁₅	Karlovy Vary	18/1875	S ₂₈	Radonice	2/125
S ₃	Březová	1/50	S ₁₆	Klášterec	6/250	S ₂₉	Rotava	3/200
S ₄	D6	1/25	S ₁₇	Kraslice	11/550	S ₃₀	Skalná	3/125
S ₅	Františkovy Lázně	5/275	S ₁₈	Kynšperk	4/200	S ₃₁	Sokolov	8/775
S ₆	Habartov	2/100	S ₁₉	Libavské Údolí	1/25	S ₃₂	Svatý Kříž	6/3000
S ₇	Hazlov	1/25	S ₂₀	Loket	1/25	S ₃₃	Třebeň	1/50
S ₈	Horní Slavov	3/100	S ₂₁	Lomnice	1/50	S ₃₄	Vejprty	3/425
S ₉	Horní Žďár	1/25	S ₂₂	Loučná	2/75	S ₃₅	Vilémov	2/50
S ₁₀	Hraničná	4/750	S ₂₃	Oloví	2/75	S ₃₆	Vojtanov	4/550
S ₁₁	Cheb	15/1400	S ₂₄	Ostrov	9/500	S ₃₇	Vřesová	1/25
S ₁₂	Chodov	5/325	S ₂₅	Pětipsy	1/25	S ₃₈	Zátiší	1/25
S ₁₃	Jáchymov	1/25	S ₂₆	Plesná	1/25	S _D	DEPO	

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Tab. 30 – Výsledné trasy 7. den

Vozidlo	Trasy	Km	Celkem km
599	S _D + S ₂₈ + S ₃₅ + S ₂₅ + S ₁₄ + S ₁₆ + S ₉ + S _D	121	852,8
667	S _D + S ₂₄ + S ₁₃ + S ₃₄ + S ₂₂ + S ₂₇ + S _D	107	
740	S _D + S ₁₀ + S ₁₇ + S ₂₉ + S ₂₃ + S ₃₇ + S ₂ + S _D	97,8	
692	S _D + S ₁ + S ₇ + S ₃₆ + S ₃₀ + S ₂₆ + S ₃₈ + S _D	165	
741	S _D + S ₃₃ + S ₅ + S ₁₁ + S ₄ + S _D	112	
477	S _D + S ₁₂ + S ₂₁ + S ₆ + S ₃₁ + S ₁₉ + S ₁₈ + S ₃ + S _D	107	
676	S _D + S ₃₂ + S ₂₀ + S ₈ + S _D	118	
608	S _D + S ₁₅ + S _D	25	

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Tab. 31 – Požadavky 8. den

Označení	Město	Objem Požadavků	Označení	Město	Objem Požadavků	Označení	Město	Objem Požadavků
S ₁	Abertamy	1/25	S ₁₄	Kadaň	7/625	S ₂₇	Potůčky	6/2000
S ₂	Aš	12/850	S ₁₅	Karlovy Vary	8/300	S ₂₈	Pšov	1/25
S ₃	Blatno	1/50	S ₁₆	Klášterec nad Ohří	4/100	S ₂₉	Sokolov	13/575
S ₄	Bochov	1/75	S ₁₇	Kovářská	2/75	S ₃₀	Staré Sedlo	1/25
S ₅	Boží Dar	1/125	S ₁₈	Krásný Dvůr	1/100	S ₃₁	Svatava	1/25
S ₆	Březová	1/25	S ₁₉	Kryštofovy Hamry	1/25	S ₃₂	Svatý Kříž	3/450
S ₇	Bukovany	2/100	S ₂₀	Loket	1/50	S ₃₃	Valeč	1/50
S ₈	Hazlov	1/25	S ₂₁	Loučná	1/50	S ₃₄	Vejprty	5/675
S ₉	Horní Žďár	1/25	S ₂₂	Lubenec	1/100	S ₃₅	Verušičky	1/200
S ₁₀	Cheb	23/2325	S ₂₃	Nejdek	2/100	S ₃₆	Žlutice	4/250
S ₁₁	Cheb obchvat	1/100	S ₂₄	Nová Role	2/150	S _D	DEPO	
S ₁₂	Chodov	5/150	S ₂₅	Nový Žďár	1/25			
S ₁₃	Jáchymov	4/125	S ₂₆	Ostrov	5/125			

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Tab. 32 – Výsledné trasy 8. den

Vozidlo	Trasy	Km	Celkem km
599	S _D + S ₄ + S ₃₆ + S ₂₈ + S ₃₅ + S ₃ + S ₂₂ + S ₃₃ + S ₁₈ + S ₁₄ + S _D	175,6	770
477	S _D + S ₂₆ + S ₁₆ + S ₁₉ + S ₁₇ + S ₃₄ + S ₂₁ + S ₅ + S ₉ + S _D	121	
667	S _D + S ₁₃ + S ₁ + S ₂₇ + S ₂₃ + S ₂₄ + S ₁₂ + S _D	89,4	
692	S _D + S ₁₁ + S ₂ + S ₂₅ + S ₈ + S ₇ + S ₃₁ + S _D	142	
741	S _D + S ₁₀ + S ₆ + S ₃₀ + S _D	135	
477	S _D + S ₂₉ + S ₃₂ + S ₂₀ + S ₁₅ + S _D	107	

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Tab. 33 – Výsledné trasy 9. Den

Označení	Město	Objem Požadavků	Označení	Město	Objem Požadavků	Označení	Město	Objem Požadavků
S ₁	Aš	3/250	S ₁₃	Kadaň	4/525	S ₂₅	Svatava	1/25
S ₂	Bečov nad Teplou	2/100	S ₁₄	Karlovy Vary	17/2300	S ₂₆	Svatý Kříž	4/2000
S ₃	Božičany	1/25	S ₁₅	Kláštorec nad Ohří	6/375	S ₂₇	Teplá	2/125
S ₄	Františkovy Lázně	3/150	S ₁₆	Lázně Kynžvart	1/50	S ₂₈	Toužim	2/100
S ₅	Hájek	1/100	S ₁₇	Loučná	1/25	S ₂₉	Třebeň	1/25
S ₆	Hazlov	1/25	S ₁₈	Mariánské Lázně	11/1150	S ₃₀	Veprty	3/300
S ₇	Horní Slavkov	4/250	S ₁₉	Mezirolí	1/100	S ₃₁	Velká Hleďsebe	1/50
S ₈	Horní Ždár	1/25	S ₂₀	Ostrov	6/450	S ₃₂	Vilémov	2/50
S ₉	Cheb	23/1800	S ₂₁	Perštejn	1/25	S ₃₃	Vintířov	1/25
S ₁₀	Chodov	5/175	S ₂₂	Planá	2/150	S ₃₄	Vojtanov	4/425
S ₁₁	Chodský Újezd	1/25	S ₂₃	Skalná	3/125	S _D	DEPO	
S ₁₂	Jáchymov	1/50	S ₂₄	Sokolov	11/950			

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Tab. 34 – Výsledné trasy 9. Den

Vozidlo	Trasy	Km	Celkem km
599	S _D + S ₄ + S ₁₅ + S ₂₁ + S ₈ + S ₂₀ + S ₅ + S _D	87,9	701,9
477	S _D + S ₃₀ + S ₁₇ + S ₁₂ + S ₁₉ + S ₁₄ + S _D	97,2	
740	S _D + S ₃ + S ₁₀ + S ₃₃ + S ₂₅ + S ₂₄ + S ₇ + S ₂ + S _D	86,8	
692	S _D + S ₁ + S ₆ + S ₃₄ + S ₂₃ + S ₄ + S ₂₉ + S ₁₆ + S _D	186	
667	S _D + S ₉ + S ₂₆ + S _D	101	
741	S _D + S ₃₁ + S ₁₈ + S ₁₁ + S ₂₂ + S ₂₇ + S ₂₈ + S _D	143	

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Tab. 35 – Požadavky 10. den

Označení	Město	Objem Požadavků	Označení	Město	Objem Požadavků	Označení	Město	Objem Požadavků
S ₁	Abertamy	1/25	S ₁₅	Jáchymov	2/150	S ₂₉	Pernink	1/25
S ₂	Aš	11/1825	S ₁₆	Kadaň	10/925	S ₃₀	Pomezí	1/350
S ₃	Boží Dar	2/575	S ₁₇	Karlovy Vary	15/1200	S ₃₁	Potůčky	13/3500
S ₄	Božičany	1/25	S ₁₈	Kláštrec	10/425	S ₃₂	Prunéřov	1/50
S ₅	Březová	1/100	S ₁₉	Kovářská	2/175	S ₃₃	Rotava	3/200
S ₆	D6	1/50	S ₂₀	Krajková	1/50	S ₃₄	Sokolov	13/600
S ₇	Habartov	2/100	S ₂₁	Kraslice	11/500	S ₃₅	Staré Sedlo	1/25
S ₈	Hazlov	1/25	S ₂₂	Kryštofovy Hamry	1/150	S ₃₆	Svatava	1/50
S ₉	Horní Žďár	1/25	S ₂₃	Kynšperk	4/250	S ₃₇	Svatý Kříž	7/4075
S ₁₀	Hranice	2/150	S ₂₄	Loket	3/150	S ₃₈	Vejprty	6/1250
S ₁₁	Hraničná	4/1200	S ₂₅	Lomnice	1/50	S ₃₉	Vojtanov	1/300
S ₁₂	Cheb	28/2875	S ₂₆	Loučná	3/150	S ₄₀	Vřesová	1/25
S ₁₃	Cheb obchvat	1/125	S ₂₇	Oloví	2/50	S ₄₁	Zátiší	1/100
S ₁₄	Chodov	9/475	S ₂₈	Ostrov	9/825	S _D	DEPO	

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Tab. 36 – Výsledné trasy 10. den

Vozidlo	Trasy	Km	Celkem km
599	S _D + S ₁₆ + S ₃₂ + S ₁₈ + S ₂₂ + S _D	132	887,5
477	S _D + S ₂₈ + S ₁₉ + S ₃₈ + S ₂₀ + S ₁₅ + S ₉ + S _D	88,2	
667	S _D + S ₁ + S ₂₉ + S ₃₁ + S ₄ + S ₁₄ + S _D	78,5	
740	S _D + S ₄₀ + S ₁₁ + S ₂₁ + S ₃₃ + S ₂₇ + S ₂₀ + S _D	101	
741	S _D + S ₁₃ + S ₁₀ + S ₂ + S ₈ + S ₃₉ + S ₄₁ + S ₃₀ + S _D	182	
608	S _D + S ₂₅ + S ₇ + S ₃₆ + S ₃₄ + S ₂₃ + S ₅ + S ₆ + S _D	109	
676	S _D + S ₃₇ + S ₃₅ + S ₂₄ + S _D	102	
692	S _D + S ₁₂ + S _D	94,8	

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

V následující tabulce je shrnutí využití jednotlivých vozidel po sestavení nových tras pomocí stíracího algoritmu

Tab. 37 – Využití hlavních vozidel – stírací algoritmus

Datum	Vozidlo 1 (599)	Vozidlo 2 (740)	Vozidlo 3 (692)	Vozidlo 4 (676)	Vozidlo 5 (667)	Vozidlo 6 (741)	Vozidlo 7 (477)
2.10.	96,2	94,8	99	55,2	164	72,1	146
3.10.	120	105	98,2	122	115	158	72,3
4.10.	162	75,8	101	104	86,1	155	X
5.10.	113	131	146	167	98,1	15	101
6.10.	134	84,4	94,8	108	78,4	111	182
9.10.	136	69,2	181	158	115	98,3	126
10.10.	121	97,8	165	118	107	112	107
11.10.	175,6	X	142	107	89,4	135	121
12.10.	87,9	86,8	186	X	101	143	97,2
13.10.	132	101	94,8	102	78,5	182	88,2
Celkem	1277,7	845,8	1307,8	1041,2	1032,5	1181,4	1040,7

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Tab. 38 – Využití rezervních vozidel – stírací algoritmus

Datum	Vozidlo 8 (422)	Vozidlo 9 (608)	Vozidlo 10 (612)	Vozidlo 11 (617)
2.10.	157	X	162	115
3.10.	15	X	X	X
4.10.	X	X	X	X
5.10.	X	X	X	X
6.10.	X	X	25	63,3
9.10.	X	X	20	X
10.10.	X	X	25	X
11.10.	X	X	X	X
12.10.	X	X	X	X
13.10.	X	X	109	X
Celkem	172	0	341	178,3

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

7.2. Zhodnocení nově navržených tras

Pro návrh optimalizace rozvozových tras byly vybrány dva týdny, u kterých byla provedena analýza stávajícího řešení. Následně byla využita metoda stíracího algoritmu pro řešení okružních jízd. Při řešení úloh jsme byli omezeni dvěma podmínkami, časovou lhůtou a kapacitou vozidel.

Z analýzy stávajícího způsobu sestavování tras a nově navržených tras byla vytvořena tabulka, kde data můžeme porovnat a zjistit, zda by nové řešení mohlo vést k úspoře.

Tab. 39 – Porovnání výsledků v km – 2. 10. – 6. 10.

Datum	Počet ujetých kilometrů	Počet využitých vozidel	Počet ujetých kilometrů (stírací algoritmus)	Počet využitých vozidel (stírací algoritmus)	Rozdíl v ujetých kilometrech	Rozdíl v počtu využitých vozidel	Úspora kilometrů v %
2.10.	1241,9	10	1161,3	10	80,6	0	6,5
3.10.	917	8	805,5	8	111,5	0	12,2
4.10.	732,1	6	683,9	6	48,2	0	6,6
5.10.	776,9	7	771,1	7	5,8	0	0,7
6.10.	886,1	8	880,9	9	5,2	+1	0,6
Celkem	4554		4302,7		251,3		5,5

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Tab. 40 – Porovnání výsledků v km – 9. 10. – 13. 10.

Datum	Počet ujetých kilometrů	Počet využitých vozidel	Počet ujetých kilometrů (stírací algoritmus)	Počet využitých vozidel (stírací algoritmus)	Rozdíl v ujetých kilometrech	Rozdíl v počtu využitých vozidel	Úspora kilometrů v %
9.10.	1008,1	8	903,5	8	104,6	0	10,4
10.10.	867,5	7	852,8	8	14,7	+1	1,7
11.10.	781,7	6	770	6	11,7	0	1,5
12.10.	857,2	7	701,9	6	155,3	-1	18,1
13.10.	916,7	9	887,5	8	29,2	-1	3,2
Celkem	4431,2		4115,7		315,5		7,1

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Na základě získaných výsledků je možné konstatovat, že i poměrně jednoduchá metoda stíracího algoritmu je schopna firmě přinést znatelné úspory. Nejvyšší úspory bylo v prvním sledovaném týdnu dosaženo ve druhém dni, kdy úspora v najetých kilometrech dosáhla 111,5 km. Naopak nejmenší úspora vznikla 5. den, kde bylo využito o jedno vozidlo více než ve skutečnosti, a úspora byla pouze 5,2 km.

Ve druhém týdnu sledovaného období byla metodou stíracího algoritmu dosažena nejvyšší úspora devátý den, kdy se jednalo o úsporu 155,3 km.

Celkově za první týden sledovaného období došlo k úspoře 251,3 km. Ve druhém týdnu byla dosažena úspora 315,5 km.

Využitím metody stíracího algoritmu bylo dosaženo snížení počtu ujetých kilometrů, a tím došlo ke snížení dopravních nákladů. Touto metodou došlo i ke snížení nákladů při proplácení případných přesčasů zaměstnancům, protože nově navržené trasy byly sestaveny tak, aby byla dodržena podmínka časové lhůty a aby je bylo možno absolvovat během šesti pracovních hodin.

Nyní se zaměříme na finanční stránku úspor. Bude vypočteno, kolik by společnost mohla při využití zde navržených tras ušetřit. Mzdy řidičů nebudou brány v potaz z důvodů pracovních poměrů typu skladník/řidič. Jak bylo výše uvedeno, pokud by řidič nevyjel na trasu, pracoval by ve skladu.

Pro výpočet bude uvažována kombinovaná spotřeba jednotlivých vozidel. Spotřeba je dána podle typu vozidla, jednotlivé spotřeby jsou zapsány ve velkém technickém průkazu vozidla, hodnoty kombinované spotřeby byly převzaty z tabulky č. 5 – technické parametry vozidel. V této tabulce jsou rovněž vyčísleny náklady na jeden ujetý kilometr u každého vozidla, tyto hodnoty se liší pouze v řádu haléřů, proto můžeme pro potřeby této práce považovat vozový park za homogenní. Do výpočtu nákladů na jeden ujetý kilometr byly zahrnuty i náklady na amortizaci vozidel, které jsou dány vyhláškou ministerstva financí 463/2017 Sb. Pro rok 2018 na 4 Kč za ujetý kilometr. Touto vyhláškou je také dána průměrná cena nafty pro rok 2018 ve výši 28,90 Kč za litr. [23]

Následující tabulky 41 a 42 porovnávají náklady skutečných tras a možné náklady nově navržených tras. Pro lepší přehlednost jsou tabulky rozděleny na hlavní vozidla a pomocná vozidla. Jako vstupní údaje jsou využity ujeté kilometry jednotlivých vozidel. Jsou zde vypočtené náklady na jeden ujetý kilometr. Ty byly vypočteny jako kombinovaná spotřeba * průměrná cena nafty / 100, k tomu jsou dále přičteny 4 Kč za amortizaci vozidla. Dále jsou zde vypočteny celkové náklady skutečného stavu, ty jsou dále porovnány s náklady nově vzniklých tras a je vypočtena celková úspora v korunách.

Náklady na PHM pro dané vozidlo vypočteme jako: Celkem ujeté kilometry * náklady na jeden ujetý km

Př.: Náklady celkem (skutečnost) vozidlo 599 = 1156,7 * 6,341 = 7335 Kč

Úspora je vypočtena rozdílem mezi náklady současného stavu a nově navrženého řešení.

Tab. 41 – Porovnání výsledků – hlavní vozidla

	Vozidlo 1 (599)	Vozidlo 2 (740)	Vozidlo 3 (692)	Vozidlo 4 (676)	Vozidlo 5 (667)	Vozidlo 6 (741)	Vozidlo 7 (477)
Km celkem skutečnost	1156,7	994,3	1124,9	1258,3	937,2	1578	1073,8
Km celkem nově	1277,7	845,8	1307,8	1041,2	1032,5	1181,4	1040,7
Spotřeba l/100km	8,1	7,5	7,8	7,8	7,8	7,5	8,4
Náklady na 1km	6,341	6,168	6,254	6,254	6,254	6,168	6,428
Náklady celkem – skutečnost	7335	6133	7035	7869	5861	9733	6902
Náklady celkem – nově	8102	5217	8179	6512	6457	7287	6690
Náklady celkem – skutečnost	50 869						
Náklady celkem - nově	48 443						
Úspora v Kč	2 426						

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Tab. 42 – Porovnání nákladů – rezervní vozidla

	Vozidlo 8 (422)	Vozidlo 9 (608)	Vozidlo 10 (612)	Vozidlo 11 (617)
Km celkem skutečnost	0	268,6	365,3	228,1
Km celkem nové	172	0	341	178,3
Spotřeba l/100km	8,4	8,4	8,0	8,0
Náklady na 1km	6,428	6,428	6,312	6,312
Náklady celkem – skutečnost	0	1727	2306	1440
Náklady celkem – nově	1106	0	2152	1125
Náklady celkem – skutečnost	5 472			
Náklady celkem – nově	4 383			
Úspora v Kč	1 089			

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

V následující tabulce je uvedena úspora za všechna vozidla, vyjádřena peněžně i procentuelně.

Tab. 43 – Úspora nákladů

Náklady celkem – skutečnost	Náklady celkem – nové	Úspora v Kč	Úspora v %
56 339	52 826	3 513	6,2

Zdroj: vlastní zpracování (2018)

Ve sledovaném období bylo celkem najeto 8985,2 km, vzdálenost byla přepočtena na náklady v hodnotě 56 339 Kč. Na základě nových tras bylo celkem ujetu 8418,4 km, a náklady byly vypočteny na 52 826. Novým sestavením tras došlo k úspoře 3 513 Kč. Tato úspora je za dva pracovní týdny, pro představu ročních úspor vydělíme úspory dvěma a získáme průměrnou úsporu za jeden pracovní týden ve výši 1756,5 Kč.

Pro představu ročních úspor bereme v potaz rok 2017, který měl celkem 250 pracovních dní, což je 50 pracovních týdnů. Kdyby společnost dosáhla stejné úspory ve všech týdnech, roční úspora na nákladech za pohonné hmoty by činila 87 825 Kč. Tyto finanční prostředky by bylo možné investovat v rámci podniku. Je nutné říct, že v případě přepočtu tras za využití

specializovaného výpočetního programu a nikoliv pouze jednoduchou metodou mapa – tužka – pravítko + Googlemaps, by reálná úspora mohla být i výrazně vyšší a byly by v ní zahrnuty i jiné aspekty než pouze nákladová spotřeba vozidel.

V procentuelním vyjádření bylo poměrně jednoduchou heuristikou dosaženo úspory 6,2 % nákladů. Společnosti, které nabízejí SW pro plánování tras, uvádějí úsporu 10 – 20 %.

Tato diplomová práce se zabývala pouze navržením nových tras pro velkoobchodní pobočku v Karlových Varech, je nutné uvážit, že společnost má na území České Republiky ještě dalších 8 velkoobchodních poboček. Pokud bychom uvažovali stejnou úsporu na všech pobočkách, byly by úspory na rozvoz zboží cca 800 000 Kč.

7.3. Návrh opatření pro podnik

V předchozí části byly zkoumány možnosti využití metody stíracího algoritmu pro sestavení nových tras, které by mohly vést k úspoře finančních prostředků za náklady na rozvoz zboží. Z vlastního zpracování vyplynulo, že ruční způsob trasování je pro velké množství odběrných míst zdlouhavé a časově nereálné.

Bylo však dokázáno, že i při využití poměrně jednoduché heuristické metody může dojít k úspoře ujetých kilometrů, tudíž i k úspoře finančních prostředků. Realizovanou studií tedy bylo prokázáno, že prostor pro realizaci úspor při trasování zde zcela jistě existuje.

Řešení úspor finančních prostředků za náklady na rozvoz zboží by mohla společnost řešit formou pořízení speciální softwarové aplikace, jež by byla využívána k dennímu plánování rozvozových tras.

Tento software pracuje na základě aktuálně zadaných údajů, nejdůležitější je zadání lokace jednotlivých odběratelů, na jejímž základě jsou sestavovány optimální trasy pro rozvoz zboží. Software je nadále schopen pracovat s informacemi o zásilce, například měrná jednotka nákladu, a je schopen hlídat využití kapacity vozidel. Je také možné nastavení časových oken jednotlivých zákazníků.

Je důležité, aby byly požadavky známy s dostatečným časovým předstihem, tudíž je nutné přijímat objednávky pouze do určitého času, než je spuštěno plánování tras, které i za pomoci SW zabere určitý čas. Ve zkoumaném případě společnost přijímá objednávky do 7:00 ráno,

což dává pro konkrétní výpočet tras časový prostor cca 1 hodinu. Tento prostor by měl být pro zmíněnou SW aplikaci více než dostatečný.

Je samozřejmé, že pořízení SW aplikace je finančně náročné a její nákup pouze pro jednu pobočku by byl diskutabilní. Cena SW aplikace se odvíjí individuálně dle práce programátora a požadavků zákazníka. Ve většině případů se ceny obdobných licencí pohybují od 150 tisíc Kč výše. V rámci společnosti by však bylo logické uvažovat o pořízení SW aplikace, která by byla využívána ve všech velkoobchodních pobočkách. V takovém případě lze předpokládat úsporu na nákladech za rozvoz zboží kolem řádově 800 000 Kč ročně, protože bylo by vhodné zvážit pořízení SW aplikace, protože návratnost investice by byla bez problémů zajištěna již v prvním roce provozu, a to i v případě, že by skutečné náklady na její implementaci byly i násobně vyšší než uvažovaná částka 150 000 Kč.

Závěr

Tato diplomová práce se zabývala posouzením efektivnosti podnikové dopravy při rozvozu zboží.

Při jejím zpracování jsem vycházela ze stávajícího stavu v konkrétním podniku a pomocí zvolené metody jsem zjišťovala možnou úsporu finančních prostředků při cíleném plánování tras.

Práce se zabývala oborem logistika, což je moderní vědecký obor, který řeší materiálové a informační toky od výrobce a distributora k zákazníkovi při zachování kvality a správného načasování. Tato lidská činnost se prudce rozvíjí nejen vzhledem k novým možnostem dopravy, ale také využívá moderních technologií při plánování a obecně v managementu souvisejících činností.

Svou práci jsem vypracovala pro konkrétní podmínky mého zaměstnavatele, společnosti GECO, a.s., kde působím v oblasti logistiky. Společnost se zabývá distribucí a prodejem cigaret a tabákových výrobků. Společnost je na českém trhu již od roku 1991, v současnosti provozuje na území České republiky devět velkoobchodních prodejen a 258 maloobchodních prodejen.

Díky své práci a především díky vstřícnému přístupu vedení společnosti jsem mohla tuto diplomovou práci vypracovat přímo v konkrétních podmínkách. Vedení mi umožnilo přístup k podnikovým dokladům nejen ohledně historie společnosti, ale i k potřebným datům u vozového parku a současné praxe plánování tras. Práce se vztahuje pouze k pobočce podniku v Karlových Varech, ale reálné podmínky na jiných pobočkách jsou obdobné, výsledky práce tedy lze vztáhnout na celý podnik. Vedení podniku má zájem o zlepšování svých podnikatelských výsledků, proto podporuje relevantní iniciativu zaměstnanců. Tato práce vznikla jako důsledek jednoho podobného nápadu.

Cílem práce bylo zjistit, zda lze jednoduchou metodou zjistit, zda a jaké možnosti úspory jsou v současné logistice firmy a zda by se finančně vyplatilo investovat do speciálního software pro plánování tras.

Pro naplnění tohoto cíle bylo nutné porovnat současný stav s nově navrženým způsobem rozvozu. Jako sledované období byly zvoleny dva pracovní týdny 2. října 2017 – 6. října 2017 a 9. října 2017 – 13. října 2017, týdenní systém byl zvolen s ohledem na počet tras a periodicitu systému zásobování.

Práce je členěna na část teoretickou, zabývající se vymezením základních pojmů v logistice a dopravě a k objasnění výběru nejvhodnější metody. Pozornost tedy byla věnována úloze obchodního cestujícího a úlohám okružních jízd, především metodám jejich řešení. Další kapitola se věnuje teorii dopravních sítí a plánování dopravního systému. Dále jsou rozpracovány dopravní úlohy operačního plánování a víceokruhové úlohy. Opět s přihlédnutím k cíli práce je speciální pozornost věnována úloze obchodního cestujícího a úlohám okružních jízd, především metodám jejich řešení. V této části je tedy popsán postup při výběru nejvhodnější výzkumné metody, která bude pro naplnění cíle práce použita.

Dále byla stručně charakterizována společnost GECCO, a.s. jako společnost, ve které byl problém řešen. Uvedena je její historie, analýza prostředí a především užívané logistické postupy. Pozornost byla věnována především vozovému parku, jeho vlastnostem a personálnímu zajištění.

V další části práce byl nejprve formulován řešený problém a byly vytyčeny charakteristické znaky úlohy, tedy omezení, která musí být splněna, především se jednalo o omezení kapacitou jednotlivých vozů, počtem vozů, jednodepovou strukturou sítě a časové omezení doby rozvozu. Díky zavedenému způsobu řešení pracovní náplně zaměstnanců nebylo nutné přihlížet k prostojům nebo přesčasům u zaměstnanců, prostoje jsou řešeny zdvojením funkce řidič/skladník, přesčasy nejsou plánovány, pokud neplánovaně vzniknou, jsou řešeny aktuálně.

Následná analýza dat ve zkoumaném období umožnila sestavit ucelený přehled o vytíženosti vozidel, celkovém počtu ujetých kilometrů a finančních nákladech na dopravu při zachování kvality služby.

Pro řešení problému byla zvolena metoda stíracího algoritmu. Celý postup je popsán v kapitole 7.

Výsledky obou analýz byly porovnány v přehledných tabulkách. Pro výpočet nákladů na ujeté kilometry byla použita ustanovení Vyhlášky č. 463/2017 Sb., Vyhláška o změně sazby základní náhrady za používání silničních motorových vozidel a stravného a o stanovení průměrné ceny pohonných hmot pro účely poskytování cestovních náhrad, kde je uvedena sazba za amortizaci vozidla a výše náhrady u motorové nafty, spotřeba jednotlivých vozů byla průměrem hodnot uvedeným v technických průkazech vozidel. Díky tomuto porovnání mohla být vyčíslena předpokládaná úspora na provoz vozidel, čímž byl naplněn vlastní cíl této diplomové práce.

Provedenými výpočty byla zjištěna možnost úspory cca 800 000 Kč ročně pro celou společnost.

Pokud vycházíme z ceníků specializovaných společností, cena specializovaného softwarového řešení pro tuto problematiku je od 150 000 Kč výše. Provedenou analýzou a návrhem nových tras včetně ekonomického vyhodnocení jejich případné aplikace v dané společnosti byl naplněn cíl práce. Bylo prokázáno, že jednoduchou metodou nenáročnou na náklady, spočívající pouze v informované cílevědomé aplikaci jednoduché heuristické metody za pomoci mapy, tužky a pravítka, lze dojít k závažným poznatkům, které mohou ovlivnit rozhodování nejvyššího vedení společnosti, například o investici do SW řešení.

Přínos této práce pro mě osobně byl v tom, že jsem zvládla metodu jednoduchého stíracího algoritmu pro dané prostředí a ověřila její platnost a její přínos pro podnik. Dále doufám, že přínos bude tato práce znamenat i pro mého zaměstnavatele, kterého se závěry seznámím. Důležité je uvědomit si, že jednoduché metody mohou být vhodným podkladem pro plánování složitějších operací, pokud jsou užívány se znalostí problematiky a s předem vytyčeným cílem.

Zdroje

Knižní zdroje

- [1] BROŽOVÁ, Helena a Milan HOUŠKA. Základní metody operační analýzy. Praha: Credit, 2002. ISBN 978-80-213-0951-7.
- [2] CENEK, Petr, Jaroslav JANÁČEK, Valent KLIMA. Optimalizace dopravních a spojových procesů. Žilina: Vysoká škola dopravy a spojov, 1994. ISBN 80-7100-197- X.
- [3] FIALA, Petr. *Operační výzkum: nové trendy*. Praha: Professional Publishing, 2010. ISBN 978-80-7431-036-2.
- [4] GROS, Ivan. *Logistika*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1996. ISBN 80-7080-262-6.
- [5] JABLONSKÝ, Josef. *Operační výzkum: kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování*. 3. vyd. Praha: Professional Publishing, 2007. ISBN 978-80-86946-44-3.
- [6] JANÁČEK, Jaroslav. *Optimalizace na dopravních sítích*. V Žiline: Žilinská univerzita, 2002. ISBN 80-8070-031-1.
- [7] KORTSCHAK, Bernd H. *Úvod do logistiky: (co je logistika)*. 2. čes. vyd. Praha: BABTEXT, 1995. Univerzitní edice. ISBN 80-85816-06-7.
- [8] OUDOVÁ, Alena. *Logistika: základy logistiky*. Kralice na Hané: Computer Media, 2013. ISBN 978-80-7402-149-7.
- [9] PASTOR, Otto a Antonín TUZAR. *Teorie dopravních systémů*. Praha: ASPI, 2007. ISBN 978-80-7357-285-3.
- [10] PERNICA, Petr. *Logistický management: teorie a podniková praxe*. Praha: Radix, 1998. ISBN 80-86031-13-6.
- [11] PLEVNÝ, Miroslav a Miroslav ŽIŽKA. *Modelování a optimalizace v manažerském rozhodování*. Vyd. 2. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2010. ISBN 978-80-7043-933-3.
- [12] SIXTA, Josef a Václav MAČÁT. *Logistika: teorie a praxe*. Brno: CP Books, 2005. Business books (CP Books). ISBN 80-251-0573-3.
- [13] SKÝVA, Ladislav, JANÁČEK, Jaroslav a CENEK, Petr. *Energeticky optimální řízení dopravních systémů*. Vyd. 1. Praha: NADAS, 1987

Elektronické zdroje:

- [14] BESTA, Pet. TECHportal: Porovnání jednotlivých druhů dopravy [online]. , 13 [cit. 2018-03-11]. Dostupné z: https://www.techportal.cz/download/e-noviny/enlog/porovnani_jednotlivych_druhu_dopravy.pdf
- [15] Český statistický úřad: Obyvatelstvo [online]. [cit. 2018-03-17]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/obyvatelstvo_lide
- [16] ČVUT Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví: Strategické a taktické plánování [online]. [cit. 2018-03-11]. Dostupné z: https://people.fsv.cvut.cz/~k126/predmety/126msfn/msfn_strategicke-a-takticke-planovani.pdf
- [17] DÍAZ, Bernabé Dorrnsoro. The VRP Web. [Online] 11 2006. [cit. 2018-03-11]. Dostupné z: <http://www.bernabe.dorrnsoro.es/vrp/>.
- [18]] Edukana: Strategické plánování. Jak zpracovat strategický plán organizace [online]. [cit. 2018-03-11]. Dostupné z: <http://www.edukana.cz/uploads/strategicke%20planovani%20uprDD%20s%20CS%20logo.pdf>
- [19]] Europortal: Definice logistiky Evropská logistické asociace [online]. [cit. 2018-03-02]. Dostupné z: <https://www.euro.cz/byznys/definice-logistiky-evropske-logisticke-asociace-867920>
- [20] GEKO, a.s.: Koncern společnosti [online]. [cit. 2018-03-11]. Dostupné z: <http://geco.cz/o-koncernu-geco/koncern-geco/struktura-koncernu>
- [21] Management mania: Operativní plánování [online]. [cit. 2018-03-11]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/operativni-planovani>
- [22] Ministerstvo dopravy: Infrastruktura silniční dopravy [online]. [cit. 2018-04-21]. Dostupné z: <https://www.mdcz.cz/Statistiky/Silnicni-doprava/Infrastruktura-silnicni-dopravy/Infrastruktura-silnicni-dopravy>
- [23] Podnikatel.cz: Cestovní náhrady pro zaměstnance i podnikatele v roce 2018 [online]. [cit. 2018-04-11]. Dostupné z: <https://www.podnikatel.cz/clanky/cestovni-nahrady-pro-zamestnance-i-podnikatele-v-roce-2018/>

- [24] ŠIROKÝ, Vladimír. SLIVONĚ, Miroslav. Optimalizace svozu a rozvozu kusových zásilek. [online elektronický časopis]. Perner'scontacts, 2010, 5(I), 17, ISSN 1801-674X [cit. 2018-03-05] Dostupné z: http://pernerscontacts.upce.cz/17_2010/Siroky.pdf
- [25] TOTH, Paolo. VIGO, Daniele. Vehicleroutingproblem. [kniha online]. Google. Books. [cit. 2018-03-05] Dostupné na: <http://books.google.com>
- [26] WOFF, Petr. *Kupní síla: Spotřební daň v roce 2018 z benzínu, alkoholu a cigaret* [online]. [cit. 2018-03-17]. Dostupné z: <https://kupnisila.cz/spotrebni-dan-benzinu-alkoholu-cigaret/>
- [27] Yonix: Logistika [online]. [cit. 2018-03-11]. Dostupné z: <http://logistika.yonix.cz/>

Seznam obrázků, grafů a tabulek

Obrázky

- Obr. 1 – Rozdělení okružních a rozvozních úloh
- Obr. 2 – Grafické znázornění kapacitně omezené úlohy okružních jízd
- Obr. 3 – Grafické zobrazení úlohy s časovými okny
- Obr. 4 – Koncern Geco
- Obr. 5 – Velkoobchodní pobočky Geco, a.s.
- Obr. 6 – Mapa shluků 2. dne
- Obr. 7 – Přidání Shluku S_{30} – Radonice do trasy
- Obr. 8 – Přidání Shluku S_{28} – Pětipsy do trasy
- Obr. 9 – Přidání Shluku S_{14} – Kadaň do trasy
- Obr. 10 – Přidání Shluku S_{20} – Klášterec nad Ohří do trasy
- Obr. 11 – Přidání Shluku S_{27} – Ostrov do trasy

Tabulky

- Tab. 1 – Spotřební daň z cigaret 2013, 2016, 2018
- Tab. 2 – Ukazatele likvidity 2014 – 2016
- Tab. 3 – ROA 2014 - 2016
- Tab. 4 – Celková zadluženost 2014 – 2016
- Tab. 5 – Technické parametry vozidel
- Tab. 6 – Přehled tras – pondělí 2. 10. 2017
- Tab. 7 – Přehled tras – úterý 3. 10. 2017
- Tab. 8 – Přehled tras – středa 4. 10. 2017
- Tab. 9 – Přehled tras – čtvrtek 5. 10. 2017
- Tab. 10 – Přehled tras – pátek 6. 10. 2017

Tab. 11 – Počet ujetých kilometrů – hlavní vozidla (2. 10. – 6. 10. 2017)

Tab. 12 – Počet ujetých kilometrů – rezervní vozidla (2. 10. – 6. 10. 2017)

Tab. 13 – Počet ujetých kilometrů celkem – 2. 10. – 6. 10. 2017

Tab. 14 – Počet ujetých kilometrů – hlavní vozidla (9. 10. – 13. 10. 2017)

Tab. 15 – Počet ujetých kilometrů – rezervní vozidla (9. 10. – 13. 10. 2017)

Tab. 16 – Počet ujetých kilometrů celkem – 9. 10. – 13. 10. 2017

Tab. 17 – Požadavky zákazníků, označení shluků 2. dne

Tab. 18 – Výsledné trasy 2. dne

Tab. 19 – Požadavky 1. den

Tab. 20 – Výsledné trasy 1. dne

Tab. 21 – Požadavky 3. den

Tab. 22 – Výsledné trasy 3. den

Tab. 23 – Požadavky 4. den

Tab. 24 – Výsledné trasy 4. den

Tab. 25 – Požadavky 5. den

Tab. 26 – Výsledné trasy 5. den

Tab. 27 – Požadavky 6. den

Tab. 28 – Výsledné trasy 6. den

Tab. 29 – Požadavky 7. den

Tab. 30 – Výsledné trasy 7. den

Tab. 31 – Požadavky 8. den

Tab. 32 – Výsledné trasy 8. den

Tab. 33 – Výsledné trasy 9. Den

Tab. 34 – Výsledné trasy 9. Den

Tab. 35 – Požadavky 10. den

Tab. 36 – Výsledné trasy 10. den

Tab. 37 – Využití hlavních vozidel – stírací algoritmus

Tab. 38 – Využití rezervních vozidel – stírací algoritmus

Tab. 39 – Porovnání výsledků v km – 2. 10. – 6. 10.

Tab. 40 – Porovnání výsledků v km – 9. 10. – 13. 10.

Tab. 41 – Porovnání výsledků – hlavní vozidla

Tab. 42 – Porovnání nákladů – rezervní vozidla

Tab. 43 – Úspora nákladů

Seznam příloh

Příloha A – Základní model tras

Příloha B – Přehled tras 6. 10. 2017 – 10. 10. 2017

Přílohy

Příloha A – Základní model tras

Pondělí

1. **Trasa** – Mariánské Lázně, Toužim, Dolní Žandov, Teplá, Lázně Kynžvart, Planá, Velká Hleďsebe, Bečov nad Teplou, Drmoul, Valy, Hamrníky, Mnichov, Úšovice
2. **Trasa** – Sokolov, Chodov, Bukovany, Vintířov, Libavské Údolí, Svatava, Citice, Horní Slavkov, Locket, Lomice, Královské Poříčí, Nejdek, Božičany, Nová Role, Vřesová, Počerny, KV – Stará Role
3. **Trasa** – Cheb, Svatý Kříž
4. **Trasa** – Ostrov, Klášterec nad Ohří, Kadaň, Stráž nad Ohří, Perštejn, Chbany, Prunéřov, Květnová
5. **Trasa** – Potůčky, Karlovy Vary, Hroznětín, Merklín, Abertamy, Horní Blatná, Pernink
6. **Trasa** – Aš, Hranice, Nový Žďár, Hazlov, Libá, Třebeň, Vojtanov, Zátíší, Cheb obchvat
7. **Trasa** – Vejprty, Boží Dar, Jáchymov, Kovářská, Loučná, Horní Žďár, Dolní Žďár, Kryštofovy Hamry

Úterý

1. **Trasa** – Sokolov, Lomnice, Locket, Horní Slavkov, Kynšperk nad Ohří, Královské Poříčí, Svatava, Bukovany, Libavské Údolí, Citice, Habartov, Staré Sedlo, Nové Sedlo, Krajková
2. **Trasa** – Kraslice, Bublava, Rotava, Oloví, Šindelová, Vintířov, Jindřichovice, Dolní Nivy, Vřesová, KV – Stará Role
3. **Trasa** – Cheb, Svatý Kříž
4. **Trasa** – Ostrov, Klášterec, Kadaň, Valeč, Račetice, Perštejn, Radonice, Vilémov, Květnová
5. **Trasa** – Františkovy Lázně, Aš, Luby, Skalná, Plesná, Třebeň, Vojtanov, Zátíší, Cheb obchvat
6. **Trasa** – Potůčky, Karlovy Vary, Chodov, Mezirolí, Nová Role, Božičany
7. **Trasa** – Vejprty, Boží Dar, Jáchymov, Kovářská, Loučná, Horní Žďár, Dolní Žďár

Středa

1. **Trasa** – Ostrov, Klášterec nad Ohří, Kadaň, Žlutice, Blatno, Čichalov, Lubenec, Krasný Dvůr, Bočov, Květnová, Verušičky, Pětipsy, Chyše
2. **Trasa** – Sokolov, Chodov, Bukovany, Vintířov, Libavské Údolí, Svatava, Citice, Locket, Lomnice
3. **Trasa** – Cheb, Svatý Kříž
4. **Trasa** – Potůčky, Karlovy Vary, Hroznětín, Merklín, Abertamy, Horní Blatná, Pernink

5. **Trasa** – Aš, Hranice, Nový Žďár, Hazlov, Libá, Třebeň, Vojtanov, Zátíší, Cheb obchvat
6. **Trasa** – Vejprty, Boží Dar, Jáchymov, Loučná, Kovářská, Horní Žďár, Dolní Žďár, Kryštofovy Hamry

Čtvrtek

1. **Trasa** – Mariánské Lázně, Toužim, Dolní Žandov, Teplá, Lázně Kynžvart, Planá, Velká Hleďsebe, Bečov nad Teplou, Drmoul, Valy, Hamrníky, Mnichov, Úšovice
2. **Trasa** – Sokolov, Chodov, Bukovany, Vintířov, Libavské Údolí, Svatava, Citice, Horní Slavkov, Locket, Lomice, Královské Poříčí, Božičany, Nová Role, Vřesová, Počerny, KV – Stará Role
3. **Trasa** – Cheb, Svatý Kříž
4. **Trasa** – Ostrov, Klášterec nad Ohří, Kadaň, Prunéřov, Perštejn, Vilémov, Radonice, Květnová
5. **Trasa** – Karlovy Vary
6. **Trasa** – Františkovy Lázně, Aš, Luby, Skalná, Plesná, Třebeň, Vojtanov, Zátíší, Cheb obchvat
7. **Trasa** – Vejprty, Boží Dar, Jáchymov, Loučná, Kovářská, Horní Žďár, Dolní Žďár

Pátek

1. **Trasa** – Sokolov, Lomnice, Locket, Kynšperk, Poříčí, Svatava, Bukovany, Libavské Údolí, Citice, Habartov, Staré Sedlo, Nové Sedlo, Krajková
2. **Trasa** – Kraslice, Rotava, Oloví, Vintířov, Jindřichovice, Vřesová, KV – Stará Role
3. **Trasa** – Cheb, Svatý Kříž
4. **Trasa** – Ostrov, Klášterec nad Ohří, Kadaň, Květnová, Perštejn, Prunéřov
5. **Trasa** – Potůčky, Karlovy Vary, Chodov, Mezirolí, Nová Role, Božičany
6. **Trasa** – Aš, Hranice, Nový Žďár, Hazlov, Třebeň, Vojtanov, Zátíší, Cheb obchvat
7. **Trasa** – Vejprty, Boží Dar, Jáchymov, Loučná, Kovářská, Horní Žďár, Dolní Žďár, Kryštofovy Hamry

Příloha B – Přehled tras 6. 10. 2017 – 10. 10. 2017

Den	Vozidlo č.	Trasa	Počet km	Celkem km
6.	1.	Karlovy Vary – Mariánské Lázně – Planá – Teplá – Otročin – Toužim – Karlovy Vary	173,6	1008,1
	2.	Karlovy Vary – Stará Role – Nejdek - Mezirolí – Nová Role – Chodov – Locket – Staré Sedlo – Sokolov – Svatava – Karlovy Vary	91,9	
	3.	Karlovy Vary – Cheb – Svatý Kříž – Karlovy Vary	112,6	
	4.	Karlovy Vary – Ostrov – Klášterec nad Ohří – Prunéřov – Kadaň – Karlovy Vary	103,5	
	5.	Karlovy Vary – Pernink – Potůčky – Karlovy Vary	83,2	
	6.	Karlovy Vary – Cheb obchvat – Pomezí nad Ohří – Hazlov – Aš – Hranice – Kalovy Vary	178,6	
	7.	Karlovy Vary – Horní Žďár – Jáchymov – boží Dar – Loučná – Kovářská – Vejprty – Kryštofovy Hamry – Potůčky – Karlovy Vary	114,4	
	8.	Karlovy vary – Cheb – Dolní Žandov – Lázně Kynžvart – Velká Hleďsebe – Mariánské Lázně – Karlovy Vary	150,3	
7.	1.	Karlovy vary – Březová u Sokolova – Locket – Horní Slavkov – Sokolov – Libavské Údolí – Kynšperk nad Ohří – Habartov – Svatava – Lomnice – Karlovy vary	147	867,5
	2.	Karlovy Vary – Vřesován– Rotava – Kraslice – Hraničná – Oloví - Karlovy Vary	110,1	
	3.	Karlovy Vary – Cheb – Svatý Kříž – Karlovy vary	122	
	4.	Karlovy Vary – Ostrov – Klášterec nad Ohří – Pětipsy – Kadaň – Radonice – Vilémov – Karlovy Vary	122,6	
	5.	Karlovy Vary – Zátíší – Františkovy Lázně– Hazlov – Aš – Vojtanov – Skalná – Plesná – Třebeň – Karlovy Vary	166,4	
	6.	Karlovy Vary – Dalovice – Božičany – Chodov – Potůčky – Karlovy Vary	90,9	
	7.	Karlovy Vary – Horní Žďár – Jáchymov – Loučná – Vejprty – Karlovy Vary	108,5	
8.	1.	Karlovy Vary – Klášterec nad Ohří – Kadaň – Krásný Dvůr – Lubenec – Blatno – Valeč – Verušičky– Žlutice – Bochoř – Karlovy Vary	187,5	781,7
	2.	Karlovy Vary – Březová u Sokolova – Sokolov – Svatava – Bukovany – Staré Sedlo – Locket – Chodov– Nová Role – Nejdek – Stará Role – Karlovy Vary	111,6	
	3.	Karlovy Vary – Cheb – Svatý Kříž – Karlovy Vary	117	
	4.	Karlovy Vary – Cheb – Cheb obchvat – Nový Žďár – Aš – Hazlov – Karlovy Vary	141,8	
	5.	Karlovy Vary – Ostrov – Horní Žďár – Jáchymov – Boží Dar – Loučná – Kovářská – Vejprty – Kryštofovy Hamry – Karlovy Vary	110,5	
	6.	Karlovy vary – Abertamy – Potůčky – Karlovy vary	113,3	
9.	1.	Karlovy Vary – Lázně Kynžvart – Velká Hleďsebe – Mariánské Lázně – Planá – Chodský Újezd – Teplá – Karlovy Vary	166,7	857,2
	2.	Karlovy Vary – Sokolov – Svatava – Horní Slavkov – Vintířov – Chodov – Božičany – Mezirolí – Stará Role – Karlovy Vary	97,2	
	3.	Karlovy Vary – Cheb – Svatý Kříž – Karlovy Vary	108,3	
	4.	Karlovy vary – Hájek – Ostrov – Perštejn – Klášterec nad Ohří –	128,9	

		Vilémov – Kadaň – Karlovy Vary		
	5.	Karlovy Vary – Bečov – Toužim – Karlovy Vary	101,5	
	6.	Karlovy Vary – Cheb – Františkovy Lázně – Hazlov – Aš – Vojtanov – Skalná – Třebeň – Karlovy Vary	154,2	
	7.	Karlovy Vary – Horní Žďár – Jáchymov – Boží Dar – Vejprty – Karlovy Vary	100,4	
10.	1.	Karlovy Vary – Březová u Sokolova – Staré Sedlo – Locket – Sokolov – Svatava – Lomnice – Krajková – Habartov – Kynšperk nad Ohří – Karlovy Vary	110,7	916,7
	2.	Karlovy Vary – Vřesová – Rotava – Kraslice – Hraničná – Oloví – Karlovy Vary	99,8	
	3.	Karlovy Vary – Cheb – Svatý Kříž – Karlovy Vary	112,2	
	4.	Karlovy Vary – Ostrov – Klášterec nad Ohří – Prunéřov – Kadaň – Karlovy Vary	94,6	
	5.	Karlovy Vary – Abertamy – Pernink – Potůčky – Karlovy Vary	91,7	
	6.	Karlovy Vary – Cheb obchvat – Zátíší – Hazlov – Aš – Hranice – Vojtanov - Kalovy Vary	162,2	
	7.	Karlovy Vary – Ostrov – Horní Žďár – Jáchymov – Boží Dar – Loučná – Kovářská – Vejprty – Kryštofovy Hamry – Karlovy Vary	97,1	
	8.	Karlovy Vary – Svatý Kříž – Cheb – Pomezí nad Ohří – Karlovy Vary	117,9	
	9.	Karlovy Vary – Chodov - Božičany – Karlovy Vary	30,5	

Abstrakt

KŘÍŽOVÁ, K. *Posouzení efektivnosti podnikové dopravy při rozvozu zboží zákazníkům.*

Diplomová práce. Plzeň: Fakulta ekonomická ZČU v Plzni, 91 s., 2018

Klíčová slova: doprava, teorie dopravních systémů, okružní a rozvozní úlohy, kapacitně omezená úloha okružních jízd, stírací algoritmus.

Předložená diplomová práce se zabývá posouzením efektivnosti podnikové dopravy při rozvozu zboží. Ve zkoumaném podniku je distribuce zboží zajišťována pomocí rozvozových tras sestavovaných na základě denních požadavků zákazníků. Cílem práce je zkoumat, zda lze jednoduchou heuristickou metodou zjistit, zda a jaké možnosti úspory jsou v současné logistice firmy a zda by se finančně vyplatilo investovat do speciálního software pro plánování tras. Při řešení daného problému byla využita jednoduchá heuristická metoda stíracího algoritmu. První část je zaměřena na vymezení teoretického základu pro daný problém. Nejprve je vymezen pojem logistika, doprava a následně je vyložena problematika rozvozních a okružních úloh a metod pro jejich řešení. Druhá část práce je zaměřena na definici problému z podnikového prostředí, řešení tohoto problému a následné porovnání získaných výsledků.

Abstract

KŘÍŽOVÁ, K. *Assessment of the effectiveness of corporate services for delivery of goods to customers*. Thesis. Pilsen: Faculty of economics, University of West bohemia in Pilsen, 91 p., 2018

Key words: Transport, transport theory, Vehicle Routing Problems, Capacitated Vehicle Routing Problem, Sweep algorithm.

This presented diploma thesis deals with the assessment of efficiency of corporate transport in the distribution of goods. In the examined company, the distribution of goods is secured by means of delivery routes compiled on the basis of daily customer requirements. The aim of this thesis is to find out whether it is possible to determine with a simple method whether and how savings are possible in the current logistics company and whether it would be financially worthwhile to invest in special route planning software. To solve the problem, a simple heuristic method of sweep algorithm was used. The first part of the thesis is focused on defining the theoretical basis for the given problem. Firstly, the concept of logistics, transport and the problems of delivery and circular tasks and methods for their solution are explained. The second part of the thesis is focused on defining the problem from the corporate environment, solving of this problem and then comparing the obtained results.