

ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA o.p.s.

Studijní program: N0413A050001 Ekonomika a management

Studijní obor/specializace: Specializace Řízení mezinárodních dodavatelských řetězců

Optimalizace distribučních tras u zvolené společnosti

Diplomová práce

Bc. Kateřina ŘEHÁČKOVÁ

Vedoucí práce: doc. Ing. Jan Fábry, Ph.D.



ŠKODA AUTO Vysoká škola

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Bc. Kateřina Řeháčková**

Studijní program: **Ekonomika a management**

Specializace: **Řízení mezinárodních dodavatelských řetězců**

Název tématu: **Optimalizace distribučních tras u vybrané společnosti**

Cíl: Cílem závěrečné práce je provést analýzu logistických procesů u zvolené společnosti a naplánovat trasy obsahující všechna místa, která je zapotřebí navštívit za účelem distribuce produktů společnosti tak, aby se minimalizovala celková délka těchto tras. Na základě výsledků optimalizace lze poté navrhnout opatření, která povedou ke zefektivnění logistických procesů vybraného podniku.

Rámcový obsah:

1. Logistika a distribuce
2. Matematické modelování, optimalizační modely a heuristické metody pro rozvozní úlohy
3. Popis společnosti a rozvozní úlohy
4. Analýza dat a aplikace příslušných matematických modelů a metod
5. Závěry a doporučení pro vybranou společnost

Rozsah práce: **55 – 65 stran**

Seznam odborné literatury:

1. GROS, I. *Velká kniha logistiky*. 1. vyd. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. 507 s. ISBN 978-80-7080-952-5.
2. FABRY, J. *Okružní a rozvozní úlohy*. Habilitační práce. VŠE Praha, 2014.
3. VIGO, D. – TOTH, P. *The Vehicle Routing Problem*. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics, 2002. 367 s. ISBN 0-89871-579-2.
4. AANTJES, C. – JACKS, M. – KANT, G. *Coca-Cola Enterprises Optimizes Vehicle Routes for Efficient Product Delivery*. [online]. 2008. URL: https://www.researchgate.net/publication/220249951_Coca-Cola_Enterprises_Optimizes_Vehicle_Routes_for_Efficient_Product_Delivery.
5. XUE, P. *Research on Vehicle Routing Optimization of Logistics and Distribution Bidirectional Transportation*. [online]. 2018. URL: <http://www.ijscience.org/download/IJS-5-8-134-146.pdf>.

Datum zadání diplomové práce: únor 2022

Termín odevzdání diplomové práce: leden 2023

L. S.

Elektronicky schváleno dne 8. 2. 2022

Bc. Kateřina Řeháčková
Autorka práce

Elektronicky schváleno dne 14. 2. 2022

doc. Ing. Jan Fábry, Ph.D.
Vedoucí práce

Elektronicky schváleno dne 14. 2. 2022

doc. Ing. Jan Fábry, Ph.D.
Garant studijní specializace

Elektronicky schváleno dne 15. 2. 2022

doc. Ing. Pavel Mertlík, CSc.
Rektor ŠAVŠ

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci vypracovala samostatně a použité zdroje uvádím v seznamu literatury. Prohlašuji, že jsem se při vypracování řídila vnitřním předpisem ŠKODA AUTO VYSOKÉ ŠKOLY o.p.s. (dále jen ŠAVŠ) směrnicí Vypracování závěrečné práce.

Jsem si vědoma, že se na tuto závěrečnou práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, že se jedná ve smyslu § 60 o školní dílo a že podle § 35 odst. 3 je ŠAVŠ oprávněna mou práci využít k výuce nebo k vlastní vnitřní potřebě. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna podle § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách.

Beru na vědomí, že ŠAVŠ má právo na uzavření licenční smlouvy k této práci za obvyklých podmínek. Užiji-li tuto práci, nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, mám povinnost o této skutečnosti informovat ŠAVŠ. V takovém případě má ŠAVŠ právo ode mne požadovat příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to až do jejich skutečné výše.

V Mladé Boleslavi dne 15.12.2022

Ráda bych poděkovala vedoucímu své diplomové práce doc. Ing. Janu Fábrymu, Ph.D. za odborné vedení, poskytování rad a potřebných informací a také za jeho čas a ochotu. Velké poděkování patří i mé rodině za morální podporu, která mi po celou dobu studia byla poskytována.

Obsah

Úvod.....	8
1 Distribuční logistika.....	9
1.1 Distribuce.....	9
1.2 Distribuční systém.....	10
1.3 Doprava.....	11
1.4 Požadavky na dopravní firmy.....	13
1.5 Přeprava.....	14
2 Optimalizace dopravy.....	16
2.1 Úloha obchodního cestujícího a její modifikace.....	17
2.1.1 Nesymetrická úloha obchodního cestujícího.....	18
2.1.2 Symetrická úloha obchodního cestujícího.....	19
2.1.3 Úloha obchodního cestujícího s časovými okny.....	20
2.1.4 Otevřená úloha obchodního cestujícího.....	22
2.1.5 Úloha s více obchodními cestujícími.....	22
2.1.6 Dynamická úloha obchodního cestujícího.....	24
2.2 Možnosti řešení.....	25
2.2.1 Optimalizační software.....	25
2.2.2 Heuristické metody.....	28
3 Představení společnosti.....	31
3.1 Popis současného stavu distribuce výrobků společnosti.....	31
3.2 Popis navrhovaného stavu distribuce výrobků společnosti.....	31
4 Aplikace matematických modelů a metod.....	33
4.1 Optimalizace tras.....	36
4.1.1 Výsledek optimalizace pro Liberecký kraj.....	38
4.1.2 Výsledek optimalizace pro Středočeský kraj.....	40
4.1.3 Výsledek optimalizace pro Ústecký kraj.....	41
4.1.4 Výsledek optimalizace pro kraj Praha.....	43
4.1.5 Výsledek optimalizace pro kraj Vysočina.....	45
4.1.6 Výsledek optimalizace pro Královéhradecký kraj.....	47
4.1.7 Výsledek optimalizace pro Olomoucký kraj.....	48
4.1.8 Výsledek optimalizace pro Pardubický kraj.....	50
4.1.9 Výsledek optimalizace pro Karlovarský kraj.....	52
4.1.10 Výsledek optimalizace pro Zlínský kraj.....	54

4.1.11	Výsledek optimalizace pro Jihomoravský kraj	56
4.1.12	Výsledek optimalizace pro Moravskoslezský kraj	58
4.1.13	Výsledek optimalizace pro Plzeňský kraj	60
4.1.14	Výsledek optimalizace pro Jihočeský kraj.....	62
4.2	Porovnání současného a navrhovaného stavu distribuce	64
5	Doporučení pro společnost.....	67
	Závěr	68
	Seznam literatury	69
	Seznam obrázků a tabulek.....	71
	Seznam příloh	74

Seznam použitých zkratk a symbolů

MPL Mathematical Programming Language

TSP Travelling Salesman Problem

Úvod

V současné době jsou distribuce a faktory s ní související, nejen v podnikatelské sféře, ale i v soukromém životě velmi diskutovaným tématem. V dnešní době, kdy čím dál tím více lidí začíná chápat význam ekologie a šetrnosti k životnímu prostředí, je právě distribuce a s ní i související doprava často považována za neekologickou. Nicméně, i přes ekologické nedostatky, je distribuce stále velmi důležitou a také strategickou součástí mnoha výrobních firem a světových koncernů. Právě z důvodu významnosti distribuce pro celý svět, je zvoleno téma diplomové práce, které se touto problematikou zabývá.

Cílem diplomové práce je provést analýzu logistických procesů u zvolené společnosti a optimalizovat trasy obsahující všechna místa, která je zapotřebí navštívit za účelem distribuce výrobků společnosti tak, aby se minimalizovala celková délka těchto tras.

Teoretická část závěrečné práce bude rozdělená na dvě oblasti. První oblast teoretické části práce bude věnována problematice distribuci výrobků, požadavkům na dopravní firmy a také výhodám a nevýhodám silniční dopravy. Druhá oblast teoretické části práce bude zaměřená na problematiku optimalizace dopravy, především tedy na využití optimalizačních modelů. Praktická část závěrečné práce poté bude věnována představení vybrané společnosti a popisu jejího současného a navrhovaného stavu distribuce výrobků. Dále budou v praktické části diplomové práce aplikovány matematické modely a metody, které se využijí pro optimalizaci naplánovaných distribučních tras.

Po optimalizaci distribučních tras bude provedena finanční analýza. Na základě analýzy bude zjištěno, zda pro zvolenou společnost, která v současné době využívá pro distribuci svých výrobků pouze externích služeb jedné dopravní společnosti, bude po finanční stránce výhodné založit si svou vlastní distribuční službu či zda nadále setrvat u využití služeb externí dopravní společnosti. Na základě finančního porovnání obou stavů distribuce budou v závěru diplomové práce uvedena jednotlivá doporučení pro společnost XY.

1 Distribuční logistika

Dle Grose (2016) lze logistiku chápat jako jednu z částí řízení dodavatelského řetězce, v rámci které je zajišťováno plánování, realizace a řízení dopředného a zpětného toku nejenom výrobků, ale také služeb a souvisejících informací. Hlavním cílem logistiky je zajistit uspokojení a splnění veškerých požadavků konečného zákazníka. Mezi základní aktivity, které spadají do řízení logistiky lze zahrnout správu vozového parku, skladování, manipulaci s materiálem, plnění objednávek, návrh logistických sítí, řízení zásob, plánování nabídek a poptávek a také samotné řízení dopravy a distribuce.

Dále je dle Štůska (2007) logistika považována za poměrně mladou vědní disciplínu, jejíž prvky se začaly poprvé objevovat v armádě a sloužily k odhalování správné taktiky, manévrování a také pro plánování zásobování armád jídlem. K dalšímu rozvoji logistiky došlo během druhé světové války, a i po jejím skončení její význam nadále rostl, a to vedlo k tomu, že se logistika stala vysoce sofistikovanou disciplínou, jejíž problematice se v dnešní době věnuje značná míra pozornosti.

Ačkoliv si to většina lidí neuvědomuje, tak právě logistika není důležitou součástí pouze podnikatelské oblasti, ale také i našeho běžného života a každý z nás svým způsobem logistiku a činnosti s ní související používá každý den. Jako příklad lze uvést tvorbu harmonogramu pracovního týdne nebo plánování cesty do práce tak, abychom se vyhnuli dopravní zácpě. Veškeré tyto aktivity lze z definice logistiky považovat za její součást a za její uplatnění v našem běžném životě.

1.1 Distribuce

Dle Štůska (2007) je distribuce často považována za kritickou oblast řízení dodavatelského řetězce. Prostřednictvím distribuce jsou poskytovány výrobky a služby konečným zákazníkům. Její správné fungování se významně podílí na míře uspokojení či splnění požadavků a přání konečných zákazníků. Za hlavní důvod, proč je distribuce považována za kritickou oblast celého dodavatelského řetězce lze považovat to, že při dodávkách a prodeji výrobků se zjišťuje, zda úsilí a činnosti členů logistického systému, které byly vynaloženy na výzkum, vývoj a výrobu, splnily veškerá očekávání zákazníků a zda jsou tito zákazníci ochotni za výrobky zaplatit požadovanou cenu.

V rámci definice distribuce existuje i její širší pojetí, v rámci kterého, se distribuce považuje za proces, který spočívá v rozhodování o tom, komu a kam se mají dané výrobky doručit, a také jakým způsobem bude doručení provedeno (Gros, 2016).

1.2 Distribuční systém

Dalším důležitým pojmem v oblasti distribuce je distribuční systém, který lze dle Štůska (2007) definovat jako soubor fyzických prvků a také lidí, kteří se podílejí na uskutečňování veškerých aktivit spojených s realizací toků zboží mezi výrobcem a zákazníkem. Mezi jednotlivé prvky distribučního systému lze zařadit:

- sklady hotových výrobků,
- distribuční a celní sklady,
- sklady velkoobchodů,
- logistická centra,
- nádraží, přístavy a terminály,
- dopravní prostředky,
- přepravní a komunikační sítě,
- obaly, palety, kontejnery a přepravky,
- výrobky, polotovary, informace a pracovníky,
- prodejní řetězce, přepravce, poskytovatele logistických služeb a také zprostředkovatele.

Od veškerých těchto prvků distribučního systému se poté očekává, že svým působením budou přinášet určitou hodnotu pro konečného zákazníka. Délka distribučního systému nebo také volba jeho rozsahu a geografické struktury je součástí strategického rozhodování daného podniku. Na základě určení rozsahu distribučního systému poté vznikne tzv. distribuční cesta, kterou lze definovat, jako množinu subjektů, které se skutečně na distribuci výrobků podílejí pro cílový segment trhu (Štůsek, 2007).

Dále je dle Grose (2016) při určování distribuční cesty zapotřebí, aby vedení podniku vzalo v úvahu řadu faktorů, mezi které lze zařadit:

- úroveň služeb, které zákazník požaduje,
- charakter poptávky,
- sílu konkurence,
- typ zboží a jeho vlastnosti,
- geograficky rozsah distribučního prostoru.

1.3 Doprava

V oblasti logistiky lze dopravu dle Žemličky (2008) definovat jako účelně zamýšlený pohyb dopravních prostředků pochybujících se po dopravních cestách. Díky dopravě je možné zajistit plynulou návaznost jednotlivých procesů různých podniků a propojit tak výrobu s odbytem a se spotřebou. Činnosti dopravních firem jsou spojeny nejenom s aktivitami jednotlivých podniků, které působí v různých odvětvích, ale také s vnitřním a zahraničním obchodem. Je důležité jednotlivé činnosti a význam dopravy ze strany podniku nepodcenit, protože právě správným výběrem dopravní společnosti, může daný podnik ovlivnit rychlost a spolehlivost samotné dopravy a tím pádem i spokojenost konečného zákazníka.

V současné době mohou podniky využívat řadu možností, jak své výrobky dopravit na požadované místo. Mezi základní faktory, které ovlivňují výběr druhu použité dopravy lze dle Žemličky (2010) zařadit rychlost, kterou lze dané výrobky dopravit z výchozího do koncového bodu, dostupnost daného typu dopravy, náklady a samozřejmě také spolehlivost, která je dána pravděpodobností, že dopravované výrobky budou včas na požadovaném místě.

Mezi základní druhy, které mohou v současné době společnosti v rámci dopravy svých výrobků využívat lze dle Grose (2016) zařadit:

- silniční dopravu,
- železniční dopravu,
- leteckou dopravu,
- lodní dopravu,

- lanovou dopravu,
- potrubní dopravu.

Silniční doprava

Z důvodu silného pokrytí pozemních komunikací je silniční doprava v České republice nejvyužívanějším a zároveň nejflexibilnějším typem dopravy. Silniční doprava představuje z pohledu logistiky oblast podnikání s velmi ostrou a rychle se měnící konkurencí, která je daná poměrně jednoduchým a investičně nenáročným vstupem dalších konkurentů na trh (Gros, 2016).

Rozvoj silniční dopravy je dle Nováka a kol. (2018) závislý především na množství a kvalitě silnic a dálnic a na jejich propojení s evropskými sítěmi. Dále má silniční doprava na rozdíl od ostatních typů dopravy velmi pestrý vozový park, který nabízí vhodný typ vozidla pro různé objednávky zákazníků.

Mezi *výhody silniční dopravy* lze dle Grose (2016) zařadit její rychlost a odolnost vůči počasí. Další výhodou silniční dopravy je, že díky velmi dobře rozvinutým silničním sítím umožňuje dopravit výrobky přímo na požadovanou adresu bez potřeby překládek. Silniční doprava je také v porovnání například s provozem a využitím letecké dopravy levná a jednoduchá na údržbu. Mezi další výhody silniční dopravy lze zařadit, že v současné době díky rozvoji moderních navigačních nástrojů, umožňuje poměrně snadno určit alternativní trasu, v případě neprůjezdnosti silnic či komplikací na pozemních komunikacích.

Mezi *nevýhody silniční dopravy* lze poté zařadit její nešetrnost k životnímu prostředí, díky čemuž je v posledních letech velmi kritizována. Nejenom osobní, ale také především nákladní automobily, které jezdí velké a dlouhé vzdálenosti, vypouštějí do atmosféry škodlivé látky, které jsou poté zodpovědné za tvorbu smogu a skleníkových plynů. Z důvodu ochrany životního prostředí stále více zemí zavádí strategii udržitelné dopravy, která souvisí se zpřísnováním emisních norem, nejenom pro osobní vozidla, ale také pro dodávky a nákladní automobily. Mezi další nevýhodu silniční dopravy lze zařadit i vyšší riziko vzniku nehody. Ke vzniku nehod v rámci silniční dopravy dochází v porovnání například s železniční či leteckou dopravou mnohem častěji (Gros, 2016).

1.4 Požadavky na dopravní firmy

Na dopravní firmy se klade v současné době řada specifických požadavků, a to nejenom ze strany zákazníků, ale také například ze strany státu či ministerstva dopravy. Aby dopravní společnosti na trhu uspěly, musí dbát dle Žemličky (2008) nejenom na přání a požadavky zákazníků, kteří chtějí využívat jejich služeb, ale také plnit veškerá opatření stanovená státem.

Mezi státní požadavky, které musí dopravní společnosti splňovat lze zařadit:

- Usazení, které spočívá v tom, že má podnik své sídlo či provozovnu na území České republiky, kde uchovává veškeré účetní doklady a další dokumenty, které se týkají zaměstnanců společnosti. Dále je v rámci usazení zapotřebí, aby dopravní společnosti měly k dispozici alespoň jedno nákladní vozidlo, které může být vlastněné jak ze strany daného podniku, tak pronajaté. Dále je důležité, aby vozidlo bylo evidované na území České republiky, mělo platnou registrační značku a splněnou technickou prohlídku.
- Dobrá pověst, která souvisí s bezúhonností týkající se dodržování dopravních předpisů, jako je například dodržování maximální doby řízení nebo čerpání bezpečnostních přestávek.
- Odborná způsobilost, která spočívá v úspěšném splnění zkoušky prováděné odborem dopravy příslušného krajského úřadu. Zkouška je zaměřená především na prověření znalostí, které se týkají bezpečnosti silničního provozu, ochrany životního prostředí, předcházení vzniku nehod a také technických norem a práv.
- Finanční způsobilost, která je podmínkou pro vydání koncese k provozování dopravy. Finanční způsobilost daného podniku se prokazuje nejenom při vzniku dopravní společnosti, ale také po celou dobu jejího podnikání a dále se vztahuje na koupi či případné pronajmutí nákladních vozidel. Zákony částku finanční způsobilosti stanovují ve výši 330 000 Kč pro první vozidlo nad 3,5 tuny a pro každé další vozidlo je částka stanovená ve výši 180 000 Kč.
- Pojištění, v rámci kterého bude přesně stanoveno, kdo odpovídá za případné škody, jak v případě vzniku nehody, tak v případě vzniku škody

na přepravovaném zboží či škody spojené s případným zpožděním (Žemlička, 2010).

1.5 Přeprava

Přepravou je myšlena ta část dopravy, v rámci které se přímo uskutečňuje přemístění výrobků, zásob nebo osob pomocí dopravních prostředků či zařízení. Důležitou součástí přepravy je dopravce, který je provozovatelem samotné dopravy, a který zajišťuje doručení výrobků či zásob na požadované místo stanovené přepravcem. Přepravce je poté osoba či samotná organizace, pro kterou je uskutečňována přeprava výrobků a zásob (Čujan a Málek, 2008).

Mezi základní formy přepravy lze dle Čujana a Máleka (2008) zařadit:

- Veřejné dopravce, kteří poskytují své služby všem přepravcům, kteří vnesou požadavek a pokud jsou tito dopravci schopni svými dopravními prostředky a zařízeními přepravu uskutečnit.
- Smluvní dopravce, kteří poskytují své služby na základě specifických požadavků a smluvních dohod pouze omezenému počtu přepravců.
- Zvláštní dopravce, kteří se zaměřují na přepravu specifických produktů, jako jsou různé zemědělské suroviny a související produkty.
- Soukromí dopravce, kteří se zaměřují pouze na přepravu svých vlastních produktů a své služby nenabízí žádnému jinému přepravci.

Náklady na přepravu

Z hlediska oblasti logistiky a řízení dodavatelských řetězců má přeprava velký význam, který spočívá ve vysokém podílu přepravních nákladů, které se promítají do prodejních cen výrobků. Náklady vynaložené na přepravu výrobků představují dle Lamberta (2008) pro podniky v oblasti logistiky jedny z těch nejvyšších.

Dle Grose (2016) je podíl nákladů spojených s přepravou na ceně výrobků v rozmezí 5 až 30 %. Mezi veškeré přepravní náklady, které se pomítají do finálních cen konečných výrobků lze zařadit:

- osobní náklady – náklady na mzdy řidičů, manipulantů, dispečerů a administrativních pracovníků,

- náklady na paliva – náklady na čerpání pohonných hmot, elektřiny a plynu.
- náklady na údržbu – náklady spojené s opravami dopravních prostředků, s výměnou dílů a servisními prohlídkami,
- odpisy – představují náklady podniku v podobě opotřebení dlouhodobého majetku, jako jsou například přepravní vozidla,
- finanční náklady – náklady na úhradu úroků, silničních daní a dálničních poplatků.

Veškeré výše uvedené náklady vyjadřují peněžní částky, které musí být dopravcem uhrazeny, aby mohla být provedena přeprava výrobků. Dále mezi další faktory, které ovlivňují výši celkových přepravních nákladů lze dle Lamberta (2008) zařadit:

- geografické a vzdálenostní podmínky,
- druh pozemní komunikace,
- charakter přepravovaného zboží, výrobků či surovin,
- způsob a rozsah přepravy,
- kapacitu dopravních infrastruktur,
- energetickou náročnost daného typu dopravy.

2 Optimalizace dopravy

Dle Mulačové (2013) lze optimalizaci dopravy definovat jako proces, který spočívá v plánování a výběru nejlepší možné varianty trasy. Díky správnému plánování a výběru optimální trasy mohou jednotlivé společnosti dosáhnout úspory nákladů spojených s přepravou výrobků. Dále je možné optimalizací distribučních tras zkrátit nejenom celkovou délku trasy, ale také snížit počet potřebných vozidel, snížit spotřebu pohonných hmot a zkrátit celkový potřebný čas pro distribuci výrobků.

V současné době, kdy dochází k neustálému růstu nákladů a požadavků zákazníků na kvalitu poskytovaných přepravních služeb, může právě optimalizace a vhodné plánování distribučních tras vést i k lepšímu a rychlejšímu uspokojení veškerých požadavků konečných zákazníků. Pro správné plánování, řízení a také optimalizaci distribučních tras mohou dle Svozilové (2016) jednotlivé společnosti již v dnešní době využívat řadu technologií, které jim s touto problematikou pomohou. Kromě různých speciálních softwarů, díky kterým mohou společnosti plánovat distribuční trasy a provádět optimalizaci spotřeby pohonných hmot a počtu dopravních prostředků, lze využívat také různých nástrojů určených k navigování nebo k sledování vozidel. Dále je v oblasti optimalizace dopravy velmi důležité se zaměřit i na tvorbu harmonogramu, který musí splnit nejenom veškeré požadavky dané společností, ale také veškeré požadavky jejích zákazníků.

Kromě různých moderních softwarů a zařízení pro navigaci lze v rámci optimalizace dopravy nalézt v oblasti teorie řadu modelů a úloh, které se touto problematikou také zabývají. Mezi zmiňované úlohy, které je možné využít pro optimalizaci tras lze dle Fábryho (2014) zařadit:

- úlohu obchodního cestujícího,
- rozvozní úlohy,
- přepravní problémy,
- úlohu čínského listonoše.

Při využití jak úlohy obchodního cestujícího, tak rozvozních úloh je možné pracovat s využitím několika vozidel, které zajišťují distribuci výrobků, a které mohou vyjíždět, jak z jednoho, tak z několika výchozích míst. Přepravní problémy jsou poté speciálním typem rozvozních úloh a jsou zaměřeny například na řešení

Transshipment problému, Pickup and Delivery problému či na řešení kurýrní úlohy. Posledním typem úlohy, která se zabývá problematikou optimalizace tras je úloha čínského listonoše, která představuje modifikaci ARC routingu (Fábry, 2014). V následující podkapitole bude pro potřeby praktické části práce popsána úloha obchodního cestujícího a její modifikace.

2.1 Úloha obchodního cestujícího a její modifikace

Úlohu obchodního cestujícího, která je v angličtině známá také pod zkratkou TSP (z anglického názvu Traveling Salesman Problem) je snadné popsat, ale již poměrně obtížné vyřešit. Tato úloha nachází uplatnění v mnoha oborech lidské činnosti a její prvopočátky sahají do 19. století. Tematicky lze úlohu obchodního cestujícího dle Teichmanna a Dordy (2011) zařadit do odvětví teorie grafů, kde ji většinou lze nalézt pod názvem úloha o vyhledávání minimální Hamiltonovy kružnice v grafu. Naopak v dopravních aplikacích se poté úloha obchodního cestujícího nejčastěji zmiňuje v souvislosti s optimalizací tras vozidel v rámci svozných či rozvozních úloh.

Základním cílem úlohy je najít okruh, ve kterém bude každé místo včetně výchozího místa navštívené právě jednou a zajistit, aby celková vzdálenost, kterou vozidlo ujede, byla minimální. Počet míst, která je zapotřebí navštívit, se v úloze obchodního cestujícího označují jako n , a výchozí místo se poté označuje indexem 1. Mezi každou dvojicí míst, které lze označit indexy i a j , je poté definována vzdálenost, $c_{ij}(i, j = 1, 2, \dots, n)$. Základním předpokladem pro řešení úlohy obchodního cestujícího je znalost všech míst, která musí být navštívená například za účelem distribuce produktů dané společnosti (ResearchGate, 2013).

Dále lze dle Fábryho (2014) úlohu obchodního cestujícího modifikovat na úlohy, které vyplývají z jejích specifik, a tudíž lze tuto úlohu rozdělit např. na:

- nesymetrickou úlohu obchodního cestujícího,
- symetrickou úlohu obchodního cestujícího,
- úlohu obchodního cestujícího s časovými okny,
- otevřenou úlohu obchodního cestujícího,
- úlohu s více obchodními cestujícími,

- dynamickou úlohu obchodního cestujícího, aj.

V následujícím textu budou jednotlivé modifikace úlohy vysvětleny, nejvyšší pozornost bude věnována především těm úlohám, které budou využívány v praktické části práce.

2.1.1 Nesymetrická úloha obchodního cestujícího

V případě řešení problému jako nesymetrické úlohy obchodního cestujícího se předpokládá, že matice vzdáleností není symetrická. Nesymetrická úloha se od klasické úlohy obchodního cestujícího liší především tím, že v nesymetrické verzi úlohy může být vzdálenost od jednoho místa k druhému odlišná od inverzní vzdálenosti. Jako příklad nesymetrické úlohy obchodního cestujícího v praxi lze uvést například dodávkové vozidlo, které projíždí jednosměrnými ulicemi ve městě. Ovšem i v případě nesymetrické úlohy se opět jako u klasické úlohy obchodního cestujícího předpokládá, že je dáno n míst, která je zapotřebí navštívit a že výchozí místo je označené opět indexem 1. Dalším předpokladem je, že mezi místy i a j je opět definována vzdálenost c_{ij} ($i, j = 1, 2, \dots, n$) (Ausiello, Vincenzo a Laura, 2008).

Matematický model nesymetrické úlohy obchodního cestujícího lze dle Fábryho (2014) formulovat následujícím způsobem:

$$\text{Minimalizovat} \quad z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}, \quad (2.1)$$

za podmínek:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (2.2)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (2.3)$$

$$u_i - u_j + nx_{ij} \leq n - 1, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 2, 3, \dots, n, \quad (2.4)$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\}, \quad i, j = 1, 2, \dots, n, \quad (2.5)$$

$$u_i \in R_0^+, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (2.6)$$

Proměnná x_{ij} v zápisu matematického modelu představuje binární proměnnou, která nabývá hodnoty 1 v případě, že dané místo j bude vozidlem bezprostředně navštíveno po návštěvě místa i . V opačném případě proměnná nabývá hodnoty 0. Účelová funkce matematického modelu (2.1) představuje celkovou vzdálenost ujetou vozidlem. Rovnice ze zápisu modelu (2.2) a (2.3) poté zajišťují, že každé místo bude v rámci daného okruhu navštívené právě jednou. Podmínky (2.4) s proměnnými u_i , resp. u_j poté zabraňují vzniku vzájemně nezávislých cyklů, které lze označit jako parciálních cykly (Fábry, 2014).

2.1.2 Symetrická úloha obchodního cestujícího

Řešení problému symetrickou úlohou obchodního cestujícího se dle Pelikána (2001) nabízí v případě, pokud obecně platí, že $c_{ij} = c_{ji}$ ($i, j = 1, 2, \dots, n$). Proměnné x_{ij} v modelu symetrické úlohy lze definovat jen pro $i < j$, tedy pro $i = 1, 2, \dots, n-1$, $j = i+1, i+2, \dots, n$. Účelovou funkci matematického modelu pro symetrickou úlohu obchodního cestujícího lze získat úpravou účelové funkce z předchozí podkapitoly 2.1.1 následujícím způsobem:

$$\text{Minimalizovat} \quad z = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n c_{ij} x_{ij}. \quad (2.7)$$

Podmínky z přechodí podkapitoly 2.1.1, které zaručovaly, že každé místo bude navštívené právě jednou lze nyní upravit na tuto soustavu rovnic (Fábry, 2014):

$$\sum_{j=1}^{i-1} x_{ij} + \sum_{j=i+1}^n x_{ij} = 2, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (2.8)$$

U symetrické úlohy obchodního cestujícího existují dvě základní definice podmínek, které zabraňují vzniku parciálních cyklů. První z možností vychází z předpokladu, že se počet hran v cyklu rovná počtu uzlů. Podmínku lze poté definovat následujícím způsobem:

$$\sum_{\substack{i \in U' \\ j \in U' \\ i < j}} x_{ij} \leq |U'| - 1, \quad \forall U' \subset U, \quad 3 \leq |U'| \leq \left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor, \quad (2.9)$$

kde U je množina všech uzlů neboli míst, které je zapotřebí navštívit a platí $U = \{1, 2, \dots, n\}$. $|U'|$ představuje počet uzlů, které se nacházejí v množině U' a $\lfloor \frac{n}{2} \rfloor$ představuje celá čísla $\frac{n}{2}$ (ResearchGate, 2000).

Druhá možnost, kterou lze zabránit vzniku parciálních cyklů, vychází dle Fábryho (2014) z výsledného grafu Hamiltonova cyklu. Úpravou podmínky (2.9) lze získat podmínku (2.10) následujícím způsobem:

$$\sum_{\substack{i \in U' \\ i < j}} \sum_{j \in U \setminus U'} x_{ij} + \sum_{\substack{i \in U \setminus U' \\ i < j}} \sum_{j \in U'} x_{ij} \geq 1, \quad \forall U' \subset U, \quad 3 \leq |U'| \leq \lfloor \frac{n}{2} \rfloor. \quad (2.10)$$

Obecně platí, že pro všechny dvojice množin uzlů U' a $U \setminus U'$, ve kterých by mohl vzniknout parciální cyklus, musí existovat nejméně jedna hrana, která by tyto dvě množiny uzlů spojovala tzn. že nejméně jedna z proměnných x_{ij} , kde i je index uzlu z jedné množiny a j je poté index uzlu z druhé množiny, nabývá hodnoty 1 (Fábry, 2014).

2.1.3 Úloha obchodního cestujícího s časovými okny

V některých případech je zapotřebí k řešení daného problému zahrnout do úlohy obchodního cestujícího pro některá nebo pro všechna místa tzv. časová okna, která představují časový interval $\langle e_i, l_i \rangle$, ve kterém je nutné navštívit dané místo i . Dolní mez zmíněného časového intervalu, kterou lze označit jako e_i , představuje nejdříve možný příjezd vozidla do místa i . Horní mez intervalu značená jako l_i , poté představuje nejpozději přípustný termín příjezdu daného vozidla do tohoto místa. Dále je dle Fábryho (2014) zapotřebí znát kromě vzdálenosti c_{ij} mezi dvojicí míst i a j také dobu přejezdu mezi těmito místy, kterou lze označit jako d_{ij} . Pokud se do modelu zavede proměnná t_i jejíž hodnota bude odpovídat okamžiku příjezdu daného vozidla do místa i , pak je zapotřebí, aby platil vztah $t_i \in \langle e_i, l_i \rangle$. Jelikož v tomto typu úlohy hraje velmi důležitou roli čas, tak je dále zapotřebí pro každé místo definovat také dobu S_i , kterou dané vozidlo, resp. řidič vozidla stráví v místě i .

Matematický model úlohy obchodního cestujícího s časovými okny dle Fábryho (2014) poté odpovídá matematickému modelu nesymetrické úlohy obchodního cestujícího, který byl uveden v podkapitole 2.1.1. Jediná změna nastává pouze

u formulace omezující podmínky z nerovnice (2.4). Pro tento typ úlohy je zapotřebí omezující podmínku, která bude zabraňovat vzniku parciálních cyklů, upravit následujícím způsobem:

$$t_i + S_i + d_{ij} - M(1 - x_{ij}) \leq t_j, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 2, 3, \dots, n, \quad (2.11)$$

symbol M představuje vysokou konstantu. Dále je možné z nerovnice (2.11) vidět, že jsou přidány omezující podmínky, které respektují časová okna, a že je stanoven okamžik pro výjezd daného vozidla z výchozího místa. Proměnné u_i z nerovnice (2.4) jsou v tomto modelu nahrazeny nezápornými proměnnými t_i , pro které platí:

$$e_i \leq t_i, \quad i = 2, 3, \dots, n, \quad (2.12)$$

$$t_i \leq l_i, \quad i = 2, 3, \dots, n, \quad (2.13)$$

$$t_1 = 0. \quad (2.14)$$

Podmínky vyplývající z nerovnic (2.12) a (2.13) jsou v literatuře dle Gendreau et al., (1999) často označovány jako „hard“ podmínky, které vyžadují striktní dodržení veškerých časových oken. Někdy je ovšem možné podmínku (2.13) tzv. uvolnit. V takovém případě může vozidlo přijet do daného místa až po uzavření jeho časového okna, nicméně je zde poté povinnost zaplatit za tuto možnost stanovené penále, které je funkcí velikosti zpoždění vozidla. Dále je důležité zmínit, že v praxi bývají časová okna zákazníků definována tak, že během intervalu, kdy je časové okno otevřené je zapotřebí nejenom k zákazníkovi přijet, ale také provést jeho obsluhu. V takovém případě bude podmínka vyplývající z nerovnice (2.13) upravená následujícím způsobem:

$$t_i + S_i \leq l_i \quad i = 2, 3, \dots, n, \quad (2.15)$$

kdy hodnota l_i poté představuje nejpozději přípustný konec obsluhy zákazníka i .

V rámci úlohy obchodního cestujícího s časovými okny může dále v praxi nastat situace, při které je nutné rozhodnout o tom, jak se řidič daného vozidla zachová v případě, že doba přejezdu mezi dvěma po sobě navštívenými místy je kratší než délka intervalu mezi termínem nejdříve možného příjezdu do místa a okamžikem, kdy vozidlo odjede z předchozího místa. Při řešení této situace v praxi existují dle Fábryho (2014) dvě možnosti. První možností je, že vozidlo, resp. řidič vozidla počká u zákazníka, kterého právě obsluhuje. Druhou možností

poté je, že řidič co nejdříve dojede k dalšímu zákazníkovi, kde bude zapotřebí opět počkat na otevření časového okna.

2.1.4 Otevřená úloha obchodního cestujícího

Tento typ úlohy je dle Fábryho (2014) charakteristický především tím, že se dané vozidlo, které se využívá například pro distribuci výrobků nemusí vracet do výchozího místa, ale může zůstat u posledního zákazníka, který byl vozidlem navštíven. Místo posledního navštíveného zákazníka se poté stane výchozím místem pro následnou optimalizaci, která bude probíhat například v dalším pracovním dnu. Při zápisu matematického modelu pro otevřenou úlohu obchodního cestujícího je možné využít standardní model, který byl uveden v podkapitole 2.1.1, ovšem aby tento model mohl být využit je zapotřebí matici vzdáleností upravit tak, že se vynuluje její první sloupec. Po vynulování prvního sloupce v matici vzdáleností se opět hledá nejkratší Hamiltonův cyklus, pro který platí, že návrat do výchozího místa se ve skutečnosti neprovede, protože vozidlo ukončí svou jízdu po trase v místě, ze kterého se má podle výsledku pokračovat do výchozího místa.

2.1.5 Úloha s více obchodními cestujícími

Dle Bektase (2006) lze úlohu s více obchodními cestujícími klasifikovat podle řady hledisek. Důležité je především vědět, zda je v úloze zavedeno pouze jedno či několik výchozích míst. Dále je zapotřebí zjistit, kolik vozidel je v jednotlivých výchozích místech k dispozici. Hodnota počtu vozidel, která jsou k dispozici je v praxi často známá, ale jindy může být v matematickém modelu například počet vozidel proměnou s tzv. horní mezí a výsledek optimalizace poté určuje kolik vozidel by mělo být v daném místě připraveno pro distribuci výrobků. Využívání vozidel pro danou společnost představuje nejenom variabilní, ale také fixní náklady jako jsou například mzdy řidičů či pronájem vozidla. Z důvodu potřeb snižování celkových nákladů lze variabilní počet vozidel zahrnout do minimalizační nákladové funkce.

Hlavním úkolem při řešení tohoto typu úlohy obchodního cestujícího je rozhodnout o tom, kolik vozidel je zapotřebí nasadit, aby daná společnost byla schopná uspokojit veškeré požadavky zákazníků a zároveň, aby počet těchto vozidel byl minimální. Kromě minimalizace počtu vozidel zde ovšem i nadále opět zůstává potřeba minimalizace celkové vzdálenosti, kterou ujedou daná vozidla.

Dle Fábryho (2014) lze dále úlohu s více obchodními cestujícími rozdělit do dvou skupin a to na:

- úlohu s jedním výchozím místem,
- úlohu s několika výchozími místy.

Pro potřeby praktické části práce bude v následujícím textu popsána pouze úloha s jedním výchozím místem.

Úloha s jedním výchozím místem

Dle Bektase (2006) se při využití úlohy obchodního cestujícího s jedním výchozím místem předpokládá použití K vozidel, která jsou připravená v jednom výchozím místě. Matematický model, který je založen na Miller-Tucker-Zemlinově formulaci úlohy obchodního cestujícího lze zapsat následujícím způsobem:

$$\text{minimalizovat} \quad z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}, \quad (2.16)$$

omezující podmínky modelu lze poté zapsat takto:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \quad i = 2, 3, \dots, n, \quad (2.17)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \quad j = 2, 3, \dots, n, \quad (2.18)$$

$$\sum_{j=2}^n x_{1j} = K, \quad (2.19)$$

$$\sum_{j=2}^n x_{j1} = K, \quad (2.20)$$

$$u_i - u_j + p x_{ij} \leq p - 1, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 2, 3, \dots, n, \quad i \neq j, \quad (2.21)$$

$$x_{ii} = 0, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (2.22)$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\}, \quad i, j = 1, 2, \dots, n, \quad (2.23)$$

$$u_i \in R_0^+, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (2.24)$$

Proměnná K představuje počet vozidel, n představuje počet míst, která vozidla musí navštívit, a to včetně výchozího místa, které je označené indexem 1. Hodnota c_{ij}

je nejkratší vzdálenost mezi místy i a j . Proměnná x_{ij} je i v tomto případě bivalentní proměnnou, která nabývá hodnoty 1 v případě, že dané vozidlo pojedou do místa j z místa i , hodnota 0 poté znamená opačnou situaci. Účelová funkce (2.16) matematického modelu představuje celkovou délku veškerých tras, kterou ujedou všechna vozidla. Podmínky matematického modelu z rovnic (2.17) a (2.18) poté zajišťují, že každé místo bude navštívené právě jednou. Podmínky z rovnic (2.19) a (2.20) zajišťují, že z výchozího místa vyjede přesně K vozidel a že i stejný počet těchto vozidel se opět vrátí do výchozího místa. Podmínka (2.21), která obsahuje nezáporné proměnné u_i , zabraňuje vzniku parciálních cyklů a konstanta p zároveň určuje maximální počet zákazníků, kteří mohou být obslouženi jedním vozidlem. Podmínka (2.22) slouží k zabránění vytváření smyček u každého místa (Fábry, 2014).

2.1.6 Dynamická úloha obchodního cestujícího

Úlohy, které byly popsány v přechodícím textu a které se týkaly modifikací úlohy obchodního cestujícího, patřily do skupiny statických úloh, ve kterých se předpokládá znalost všech parametrů před zahájením okružní jízdy. V případě dynamické úlohy obchodního cestujícího se situace liší především v tom, že je možné, kdykoliv během realizace okružní jízdy, obdržet nový požadavek od zákazníka, který se nachází kdekoliv v předem ohraničené oblasti. Tento nový požadavek je poté dodatečně zařazen do předem naplánovaného okruhu nebo resp. do jeho zbývající části, kterou vozidlo musí ještě projet. Fábry (2006) uvádí dva možné přístupy pro řešení tohoto typu úlohy s nově vzniklými požadavky do předem naplánované trasy. První z možností je tzv. re-optimalizace, v rámci které je nový zákazník přiřazen do množiny dosud nenavštívených zákazníků a poté je nalezena optimální trasa s využitím upraveného modelu pro úlohu obchodního cestujícího. Nevýhodou re-optimalizace je především doba samotné optimalizace, která se zvyšuje s rostoucím počtem dosud nenavštívených míst.

Druhým možným přístupem pro řešení tohoto typu úlohy je dle Fábryho (2014) tzv. heuristický algoritmus, při kterém ovšem není zaručeno získání optimální trasy. Mezi výhodu tohoto přístupu lze zařadit například na rozdíl od předchozího přístupu rychlost samotného výpočtu. Vkládací algoritmus zařazuje nově příchozí požadavek do plánované trasy mezi dva po sobě následující zákazníky, které má vozidlo

navštívit. Pro určení nejvhodnější dvojice zákazníků lze použít například kritérium, které bude hodnotou prodloužení stávající trasy po zařazení nového požadavku od zákazníka a cílem je poté zajistit především minimalizaci tohoto prodloužení.

Dále je u některých typů úlohy možné oba tyto přístupy kombinovat. Pokud například v danou chvíli nehraje důležitou roli čas, je možné využít re-optimalizaci a získat tak optimální trasu. Pokud je naopak nutné se rozhodnout okamžitě, je zapotřebí zvolit heuristický algoritmus. Fábry (2014) dále uvádí, že pokud jsou v tomto typu úlohy zavedena časová okna a dané vozidlo má například plánovanou přestávku na své trase, pak je možné tuto přestávku využít pro provedení re-optimalizace, která zaručuje získání optimální trasy. Oba uvedené přístupy, tedy jak re-optimalizace, tak heuristický algoritmus mají kromě dynamického charakteru také stochastický charakter a neumožňují tudíž provádět předpovědi, které se tykají časového či prostorového vzniku požadavků.

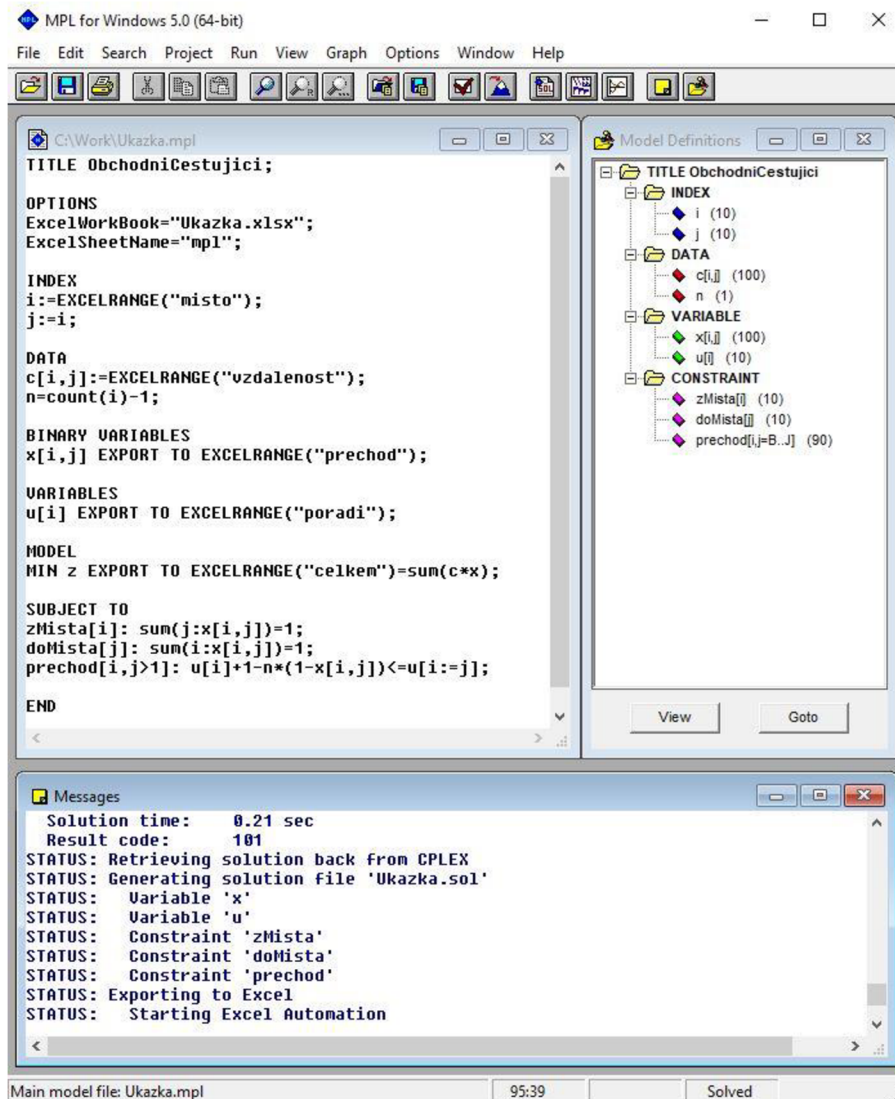
2.2 Možnosti řešení

Při řešení úlohy obchodního cestujícího lze využít řadu způsobů. Kromě výše uvedených exaktních metod lze pro řešení úlohy použít také například heuristické metody, které jsou speciálně určené pro rozvozní a okružní úlohy. Další možností je využití obecných metaheuristik a v současné době je možné pracovat také s řadou softwarů a profesionálních optimalizačních systémů, které jsou určeny pro řešení optimalizačních úloh (Jablonský, 2011).

2.2.1 Optimalizační software

Při aplikaci exaktního přístupu lze využít, jak již bylo zmíněno řadu softwarových produktů, mezi které lze zařadit například MPL for Windows (dále také jen MPL). Program MPL patří do skupiny systémů, které jsou určené pro podporu matematického modelování. Do skupiny systému pro matematické modelování kromě MPL lze zařadit i další známé programy, jako například AMPL, LINGO, EXPRESS, AIMMS aj. Další skupinu poté tvoří tzv. řešitelé, které lze také využít pro potřeby řešení optimalizačních úloh (Jablonský, 2011). Mezi nejznámější a nejvyužívanější řešitele patří například CPLEX, Lindo či Gurobi. Pro potřeby praktické části práce bude v následujícím textu představen program MPL.

MPL for Windows je produktem společnosti Maximal Software Inc. a jedná se o otevřený systém, který uživatelům umožňuje pracovat s řadou rozšířených optimalizačních řešitelů, jako jsou např. již uvedené CPLEX, Lindo či Gurobi řešitele (Jablonský, 2011). Dále je v programu MPL možné stručně a jasně formulovat komplikované optimalizační modely, provádět práci s daty a také prezentaci výsledků (MPL, 2016). Veškeré tyto činnosti lze v programu vykonávat v přehledném a jednotném prostředí (viz obrázek 1).



Obr. 1 Ukázka prostředí programu MPL for Windows

V ukázce na obrázku 1 jsou zobrazeny celkem tři okna. První okno vlevo nahoře slouží pro zápis vlastního matematického modelu, který je zapsán pomocí syntaxe. Model, se kterým se pracuje, je označen umístěním a názvem souboru (MPL, 2016). Toto označení je velmi důležité, a to především v případě, pokud

má uživatel otevřeno více souborů např. v programu Microsoft Excel zároveň nebo pokud odkazovaný soubor v programu má více listů, které obsahují data.

Druhé okno, které je umístěné vpravo nahoře, se nazývá Model Definitions, kde je zobrazena především struktura modelu, jeho proměnné, omezující podmínky apod. Poslední okno umístěné vlevo dole se nazývá Message a slouží k zobrazení zpráv o průběhu řešení daného problému (MPL, 2016).

Struktura modelu zapsaného v systému MPL, jehož ukázkou lze vidět v levém horním okně na obrázku 1, obsahuje následující části (Jablonský, 2011):

TITLE – do této části se uvádí název modelu, který nesmí obsahovat mezery.

OPTIONS – v této části modelu je obsažen odkaz na soubor a list v programu Microsoft Excel, kde má uživatel uložená data, ze kterých program čerpá informace potřebné pro samotný výpočet a provedení optimalizace. Dále tato část může sloužit pro definici toho, zda se jedná například o model lineární, nelineární či kvadratický.

INDEX – tato část umožňuje uživateli provést definici nejenom numerických, ale také textových indexů, které se používají pro formulaci parametrů, proměnných a omezujících podmínek modelu. V ukázce na obrázku 1 lze vidět, že jsou zde načtené indexy ze souboru MS Excel z pole, které je definované pod označením „místo“.

DATA – tato část modelu umožňuje specifikovat jeho vstupní data jako jsou konstanty, vektory či matice. V ukázce na obrázku 1 toto pole obsahuje matici vzdáleností, která je definována pod názvem „vzdálenost“.

VARIABLES – v této části modelu lze definovat indexované proměnné. Celkem lze rozlišit čtyři typy této části modelu a to:

- **DECISION VARIABLES** – které jsou určeny pro spojitě nezáporné proměnné,
- **INTEGER VARIABLES** – které jsou určeny pro celočíselné nezáporné proměnné,
- **BINARY VARIABLES** – které jsou určeny pro bivalentní proměnné,
- **FREE VARIABLES** – které jsou určeny pro spojitě proměnné bez podmínek nezápornosti.

MODEL – do této části modelu se zapisuje účelová funkce, kterou chce uživatel optimalizovat. Optimalizační kritérium může začínat jak slovem **MAX** v případě maximalizační funkce, tak slovem **MIN** v případě minimalizační funkce. V ukázce na obrázku 1 je zobrazena minimalizační funkce s informací o buňce, která se nachází v souboru MS Excel a která je definována pod názvem „celkem“. Po spuštění výpočtu v programu MPL bude do této buňky zanesen v souboru MS Excel výsledek optimalizace.

SUBJECT TO – tato část je určena pro zápis veškerých omezujících podmínek modelu, které jsou důležité pro provedení správného výpočtu. Každá omezující podmínka modelu by měla být správně pojmenována. Podmínky modelu mohou být jednoduché, ale také i indexované, které jsou určeny pro všechny nebo jen pro některé prvky indexovaných množin.

END – je klíčové slovo, které slouží pro ukončení modelu.

Dále je třeba zmínit, že za každým řádkem v modelu v programu MPL je důležité zapsat středník. Pokud má uživatel potřebu psát do modelu poznámky, může využít složených závorek či vykřičníků. Po spuštění výpočtu a před samotnou optimalizací proběhne nejprve kontrola syntaxe zápisu modelu, která v případě chyby odkáže uživatele na řádek jejího výskytu (Jablonský, 2011).

2.2.2 Heuristické metody

V předchozí části textu byla popsána optimalizační úloha obchodního cestujícího, její modifikace a také optimalizační software MPL. Úlohu obchodního cestujícího lze řešit exaktními postupy, které vedou k získání optimálního řešení. Ovšem v praxi je možné, že např. kvůli časové náročnosti a samotné výpočetní složitosti nelze ani při využití optimalizačních softwarů dosáhnout v rozumném čase optimálního řešení, a v takovém případě je dle Fábryho (2014) nutné použít alternativní, resp. přibližné metody, mezi které lze zařadit heuristické algoritmy.

Heuristické algoritmy lze využít pro optimalizační úlohy s neúměrnou výpočetní náročností nebo v případě, kdy složitost samotné úlohy neumožňuje dosáhnout optimálního řešení v reálném čase. V takovém případě heuristické algoritmy dle Pelikána (2001) umožní dosáhnout alespoň přípustného řešení.

V rámci aplikace heuristických metod rozlišujeme dle Fábryho (2014) tři základní skupiny:

- Generující heuristiky, které vytvářejí trasu pomocí přidávání jednotlivých míst.
- Zatřídňující heuristiky, které na základě nepřijatelného řešení, které obsahuje několik parciálních cyklů, zatřídí tyto cykly do trasy a získají tak přípustné řešení.
- Heuristiky, které zlepšují trasu a hledají její efektivnější řešení.

Metoda nejbližšího souseda

Metoda nejbližšího souseda představuje jednu z nejjednodušších metod, která spadá do heuristik generujících trasu. Je založená na hledání nejbližších míst, která zatím nebyla navštívena. Pro veškeré zařazené hrany do trasy musí být splněna podmínka, že po přidání dané hrany nevznikne kružnice, a že každé místo na trase je navštívené právě jednou (Fábry, 2014).

Při využití metody nejbližšího souseda je důležité dodržovat určitý postup, který je popsán dle Pelikána (2011) pomocí tří základních kroků:

- 1. krok – určení počátečního místa dané trasy.
- 2. krok – určení nejbližšího místa (které zatím nebylo navštíveno) k poslednímu místu z matice vzdáleností a zařazení tohoto místa do trasy.
- 3. krok – opakování 2. kroku do okamžiku, než budou všechna místa navštívena.

Vkládací metoda

Vkládací metoda je založená na principu postupného prodlužování uzavřené trasy pomocí vkládání jednotlivých uzlů grafu (míst) do vytvářeného cyklu. Dle Pelikána (2001) lze množinu hran, pomocí kterých se propojují jednotlivé uzly, označit jako E' . Hrany z této množiny vytvářejí uzavřenou výslednou cestu (cyklus). Množina hran bude na počátku obsahovat pouze dvě hrany, ale během výpočtu bude počet hran narůstat, dokud úplná výsledná množina hran nevytvoří výslednou trasu, která bude obsahovat všechny uzly. Výslednou získanou trasu lze poté označit jako množinu V' .

Stejně jako u metody nejbližšího souseda, tak i v případě vkládací metody je uveden určitý postup, který je zapotřebí dodržovat a který obsahuje pět základních kroků (Pelikán, 2001):

- 1. krok – určení počátečního uzlu, který bude označený číslem 1.
- 2. krok – určení uzlu s , který je nejvzdálenější od uzlu 1, a vytvoření uzavřeného cyklu $C: 1 - s - 1$.
- 3. krok – nalezení uzlu k , který neleží ve vytvořeném cyklu C , ale který je nejbližší k uzlům, které již byly zařazeny do tohoto cyklu.
- 4. krok – nalezení hrany (i, j) , která leží v cyklu C , a pro kterou je minimální $d_{ik} + d_{jk} - d_{ij}$ a vložení uzlu k mezi uzly i a j v cyklu C . Dále je zapotřebí doplnit množinu V' o uzel k a množinu E' o hrany $(i, k), (k, j)$, na závěr je zapotřebí vyřadit hranu (i, j) .
- 5. krok – opakování 3. a 4. kroku, dokud zmíněný cyklus C nebude obsahovat všechny uzly.

3 Představení společnosti

Společnost XY působí na českém trhu již řadu let a zabývá se výrobou a prodejem galanterního zboží, jako jsou různé typy přízí, které jsou určeny jak pro ruční pletení, tak háčkování. V současné době společnost také rozšířila svůj prodejní sortiment například o pletací jehlice, háčky a další galanterní doplňky.

3.1 Popis současného stavu distribuce výrobků společnosti

Společnost XY v současné době dodává své výrobky do kamenných prodejen po celé České republice. Pro distribuci svých výrobků společnost využívá služeb dopravní společnosti, se kterou má uzavřenou smlouvu, která se týká cenového zvýhodnění. Objednávky společnost od svých zákazníků přijímá telefonicky nebo prostřednictvím jejích webových stránek. V okamžiku vzniku nové objednávky od zákazníka společnost XY připraví zásilku, kterou co nejdříve předá řidiči dopravní společnosti, který tuto zásilku v co nejbližším termínu odveze k zákazníkovi.

Cena, kterou společnost XY hradí dopravní společnosti za distribuci svých zásilek je 180 Kč za jednu krabici. V příloze 1 závěrečné práce lze vidět ukázkou krabic, které společnost XY pro distribuci svých výrobků využívá a také jejich rozměry.

3.2 Popis navrhovaného stavu distribuce výrobků společnosti

Jak již bylo zmíněno v podkapitole 1.1, správné fungování distribuce se významně podílí na míře uspokojení či splnění požadavků a přání zákazníků. Ačkoliv jsou přání či požadavky zákazníků to, na co se většina společností v dnešní době zaměřuje, tak je dále zapotřebí sledovat i nákladovou stránku chodu dané společnosti a výhodnost různých investic, které by v budoucnu mohly vést nejenom ke snížení nákladů společnosti, ale také i k dodatečnému zvýšení spokojenosti jejích zákazníků. Z tohoto důvodu je jedním z cílů této diplomové práce zjistit, zda by pro společnost XY bylo po finanční stránce výhodné ukončit spolupráci s dopravní společností a zřídit si svou vlastní distribuční službu. Před samotným zřízením vlastní distribuční služby je nejprve zapotřebí zjistit, zda by společnost byla vůbec schopná zajistit dostatek potřebných kapacit pro svou vlastní distribuci a také její samotnou časovou a finanční náročnost. Pro zjištění časové náročnosti

distribuce výrobků lze využít úlohu obchodního cestujícího a její modifikace, které byly popsány v podkapitole 2.1.

Pro veškeré zákazníky společnosti XY, jak již bylo uvedeno, zajišťuje distribuci výrobků jedna dopravní společnost. Pokud by společnost XY s touto dopravní společností ukončila spolupráci, musela by v rámci distribuce svých výrobků provést určité investice, které by se týkaly například koupě vozidla a také zaměstnání nového zaměstnance, který by zajišťoval pozici řidiče.

Další náklady, které by souvisely se zřízením vlastní distribuční služby, by se týkaly například úhrady pohonných hmot, pravidelných servisů vozidla a jeho pojištění a také úhrady silničních daní a dálničních známek. Veškeré tyto investice a náklady budou detailněji popsány v podkapitole 4.2.

4 Aplikace matematických modelů a metod

V teoretické části práce byla popsána úloha obchodního cestujícího a její modifikace. Pro potřeby provedení optimalizace distribučních tras společnosti XY budou využity obecné matematické modely z nesymetrické úlohy a úlohy obchodního cestujícího s časovými okny. Obecné modely a jejich omezující podmínky se dále upraví pro konkrétní typ úlohy obchodního cestujícího, pomocí které se bude provádět optimalizace naplánovaných distribučních tras společnosti XY.

Před samotnou úpravou matematického modelu a omezujících podmínek je zapotřebí uvést základní změny proměnných. V obecném matematickém modelu úlohy obchodního cestujícího s časovými okny byla tato okna stanovena intervalem $\langle e_i, l_i \rangle$. Časová okna, která představují okamžik, ve kterém je nutné dané místo i navštívit, budou pro potřeby optimalizace distribučních tras společnosti upravena následujícím způsobem:

- Dolní mez časového intervalu e_i , která představuje nejdříve možný příjezd vozidla do místa i , bude rozdělena na e_i^1 a e_i^2 . Důvodem tohoto rozdělení jsou provozní doby prodejen a také polední přestávky, během kterých nelze provést vyložení zásilky na prodejně.
- Horní mez časového intervalu l_i , která představuje nejpozději přípustný termín příjezdu daného vozidla do tohoto místa, bude ze stejného důvodu, jako dolní mez, rozdělena na l_i^1 a l_i^2 .

Kromě úpravy proměnných je dále zapotřebí do obecného matematického modelu zahrnout také některé nové proměnné, které vyjadřují, v jakém časovém intervalu bude zásilka vyložena na dané prodejně:

- Proměnná y_i^1 bude nabývat hodnoty 1, v případě že vozidlo přijede do některé z prodejen v rámci prvního časového okna z intervalu $\langle e_i^1, l_i^1 \rangle$, v opačném případě bude proměnná nabývat hodnoty 0.
- Stejná situace bude platit i pro proměnnou y_i^2 jejíž hodnota bude nabývat hodnoty 1, pokud vozidlo přijede do prodejny v rámci druhého časového okna z intervalu $\langle e_i^2, l_i^2 \rangle$, v opačném případě bude proměnná opět nabývat hodnoty 0.

Dále je zapotřebí před úpravou modelu definovat bivalentní proměnné, tykající se povinných přestávek řidiče vozidla:

- Proměnná v_i^1 bude nabývat hodnoty 1 pokud řidič vozidla absolvuje první povinnou přestávku (nejpozději po 4,5 hodinách jízdy od začátku jeho pracovní doby) bezprostředně po návštěvě místa i nebo hodnoty 0 v opačném případě. Samotná přestávka bude stanovena pomocí dolní a horní meze. Dolní mez první přestávky řidiče označená jako d^1 , bude představovat nejdříve možný začátek přestávky a horní mez první přestávky řidiče označená jako h^1 bude představovat nejpozději přípustný začátek přestávky.
- Proměnná v_i^2 bude nabývat hodnoty 1 v případě, že řidič bude vykonávat druhou povinnou přestávku, tj. že pracovní doba řidiče přesáhne 9,5 hodiny, a to bezprostředně po návštěvě místa i . V opačném případě bude tato proměnná nabývat hodnoty 0. Dolní mez druhé přestávky řidiče bude označena jako d^2 a horní mez druhé přestávky řidiče jako h^2 .

Přestávka, jejíž doba trvání je v modelu označená jako b , byla stanovena na 30 minut.

Význam parametru d_{ij} a proměnné t_i bude stejný jako v omezujících podmínkách (2.11), které byly dodatečně přidány k obecnému matematickému modelu (2.1) – (2.6). Hodnota S_i , která představuje dobu, po kterou řidič vozidla stráví v místě i z důvodu vykládky zásilek, byla stanovena na 5 minut.

Nyní již lze provést pro potřeby optimalizace distribučních tras společnosti XY úpravu obecného matematického modelu nesymetrické úlohy a úlohy obchodního cestujícího s časovými okny:

Minimalizovat
$$z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}, \quad (4.1)$$

za podmínek:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (4.2)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (4.3)$$

$$t_i + S_i + d_{ij} + b(v_i^1 + v_i^2) - M(1 - x_{ij}) \leq t_j, \quad \begin{matrix} i = 1, 2, \dots, n, \\ j = 2, 3, \dots, n, \end{matrix} \quad (4.4)$$

$$e_i \leq t_i, \quad i = 2, 3, \dots, n, \quad (4.5)$$

$$t_i \leq l_i, \quad i = 2, 3, \dots, n, \quad (4.6)$$

$$t_1 = ZPD, \quad (4.7)$$

$$t_i + S_i + d_{i1}x_{i1} \leq DPD, \quad i = 2, 3, \dots, n, \quad (4.8)$$

$$e_i^1 - M(1 - y_i^1) \leq t_i \leq l_i^1 + M(1 - y_i^1), \quad i = 2, 3, \dots, n, \quad (4.9)$$

$$e_i^2 - M(1 - y_i^2) \leq t_i \leq l_i^2 + M(1 - y_i^2), \quad i = 2, 3, \dots, n, \quad (4.10)$$

$$y_i^1 + y_i^2 = 1, \quad (4.11)$$

$$d^1 - M(1 - v_i^1) \leq t_i + S_i \leq h^1 - M(1 - v_i^1), \quad i = 2, 3, \dots, n, \quad (4.12)$$

$$d^2 - M(1 - v_i^2) \leq t_i + S_i \leq h^2 - M(1 - v_i^2), \quad i = 2, 3, \dots, n, \quad (4.13)$$

$$\sum_{i=2}^n v_i^1 = 1, \quad (4.14)$$

$$\sum_{i=2}^n v_i^2 = 1, \quad (4.15)$$

$$v_i^1 + v_i^2 \leq 1, \quad i = 2, 3, \dots, n, \quad (4.16)$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\}, \quad i, j = 1, 2, \dots, n, \quad (4.17)$$

$$y_i^1, y_i^2, v_i^1, v_i^2 \in \{0, 1\}, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (4.18)$$

$$u_i \in R_0^+, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (4.19)$$

Účelová funkce matematického modelu (4.1) představuje celkovou vzdálenost ujetou vozidlem. Soustavy rovnic (4.2) a (4.3) zajišťují, že každé místo bude v rámci dané trasy navštívené právě jednou. Nerovnosti (4.4) zabraňují vzniku parciálních cyklů. Podmínky (4.5) a (4.6) zajišťují, že bude splněn předpoklad vztahu $t_i \in \langle e_i, l_i \rangle$. Podmínka (4.7) značí začátek pracovní doby (*ZPD*) řidiče vozidla, která je v obecném modelu úlohy obchodního cestujícího s časovými okny stanovena relativní hodnotou 0. V tomto modelu hodnota *ZPD* naopak představuje absolutní hodnotu v rámci daného pracovního dne. Podmínky (4.8) zajišťují, že délka

pracovní doby (*DPD*) řidiče nebude překročena včetně doby přejezdu vozidla od poslední navštívené prodejny i do výchozího místa, tj. hodnoty d_{i1} . Soustavy omezujících podmínek (4.9) – (4.11) definují, že hodnota proměnné t_i , odpovídající okamžiku příjezdu vozidla do dané prodejny, se bude pohybovat v rámci prvního nebo druhého časového intervalu. Nerovnosti (4.12) a (4.13) určují, že řidič vozidla vykoná přestávky dle výše uvedeného popisu. V případě, že řidič musí v rámci pracovní doby vykonat pouze jednu přestávku, pak jsou tyto dvě soustavy nerovností nahrazeny soustavou omezujících podmínek (4.20) následujícím způsobem:

$$d - M(1 - v_i) \leq t_i + S_i \leq h - M(1 - v_i), \quad i = 2, 3, \dots, n. \quad (4.20)$$

Soustavy rovnic (4.14) a (4.15) zajišťují, že povinné přestávky budou řidičem vykonány. V případě, že v modelu bude definována pouze jedna přestávka, budou tyto dvě soustavy nahrazeny rovnicemi (4.21):

$$\sum_{i=2}^n v_i = 1. \quad (4.21)$$

V případě dvou povinných přestávek je nutné nastavit, že po návštěvě místa i řidič vozidla absolvuje maximálně jednu z obou přestávek, což zajišťují podmínky (4.16).

Pro potřeby optimalizace distribučních tras společnosti XY se výše uvedený zápis upraveného matematického modelu úlohy obchodního cestujícího převede pomocí syntaxe do optimalizačního softwaru MPL. Ukázka zápisu upraveného modelu v prostředí programu MPL je uvedena v příloze 2.

4.1 Optimalizace tras

Pro potřeby optimalizace distribučních tras je zapotřebí získaná data ze společnosti XY, která představují adresy zákazníků, roztrždit do jednotlivých krajů.

Roztržďení zákazníků, resp. kamenných prodejen, do jednotlivých krajů, je do určité míry zjednodušením úlohy. Výsledné základní rozdělení zákazníků je uvedeno v tabulce 1, kde lze dále vidět také celkové měsíční požadavky zákazníků. Je důležité zmínit, že požadavky, které jsou v tabulce uvedeny v počtu krabic, nejsou stabilní, a tudíž se většinou každý měsíc liší.

Tab. 1 Přehled počtu zákazníků a jejich požadavků

Kraj	Počet zákazníků	Požadavky (v počtu krabic)
Liberecký	11	34
Středočeský	10	32
Ústecký	9	23
Praha	11	35
Vysočina	9	24
Královéhradecký	10	32
Olomoucký	9	26
Pardubický	11	35
Karlovarský	9	26
Zlínský	10	30
Jihomoravský	11	34
Moravskoslezský	11	33
Plzeňský	11	33
Jihočeský	10	29
Celkem	142	426

Dále je třeba pro optimalizaci distribučních tras společnosti získat vzdálenosti c_{ij} mezi všemi dvojicemi míst. Tyto vzdálenosti jsou uvažovány po pozemních komunikacích za předpokladu dodržení veškerých silničních pravidel. Výchozím místem, odkud se budou zásilky do jednotlivých prodejen rozvážet, je sídlo společnosti, které z důvodu utajení bylo stanoveno ve městě Trutnov.

Vzdálenosti mezi všemi místy se pro jednotlivé kraje zvlášť vloží do tabulek tzv. matic vzdáleností, které z důvodu zanedbatelných rozdílů ve vzdálenostech budou vytvořeny symetricky. V řádkovém i sloupcovém záhlaví tabulek budou uvedeny seznamy jednotlivých prodejen. Vzdálenosti mezi místy budou uvedeny v příslušné oblasti. Dalším důležitým krokem je získání dob přejezdů d_{ij} mezi všemi dvojicemi míst. Stejně, jako v případě matic vzdáleností, tak i pro matice dob přejezdů bude platit jejich symetričnost. Pro potřeby zjištění vzdáleností a dob přejezdů lze využít veřejně dostupných internetových aplikací.

V následujícím textu diplomové práce budou pro všechny kraje zvlášť vytvořeny jednotlivé matice vzdáleností i matice dob přejezdů. Dále bude u všech krajů provedena optimalizace naplánovaných distribučních tras pomocí modelu zapsaného v programu MPL. Výsledek optimalizace bude pro všechny kraje zvlášť uveden v tabulce, kde bude zobrazeno pořadí, ve kterém řidič navštíví jednotlivé prodejny včetně doby příjezdu řidiče do daných prodejen z důvodu vykládky zásilek.

4.1.1 Výsledek optimalizace pro Liberecký kraj

Z tabulky 1 je zřejmé, že společnost má v Libereckém kraji 11 zákazníků a ke každému zákazníkovi je zapotřebí dovést v průměru tři krabice. Pro potřeby optimalizace distribučních tras v Libereckém kraji byly vytvořeny matice vzdáleností a dob přejezdů, které jsou uvedeny v tabulce 2 a 3.

Tab. 2 Matice vzdáleností pro Liberecký kraj

	Trutnov	Liberec	Mimoň	Smržovka	Frydlant	Hrádek nad Nisou	Turnov	Semily	Jilemnice	Česka lípa	Nový Bor	Jablonec nad Nisou
Trutnov	0	91,4	110	71,3	101	109	66,7	52,5	36,9	128	133	76,7
Liberec	91,4	0	41,3	16,6	27,3	19,5	94,4	37,4	53,7	54,1	44,2	11,6
Mimoň	110	41,3	0	56,8	55,8	35,6	45,2	64,1	80,1	15,2	19,8	47,7
Smržovka	71,3	16,6	56,8	0	41,9	35,6	27,4	28,3	35,7	67,6	60,3	7,3
Frydlant	101	27,3	55,8	41,9	0	25,3	50,8	69,7	64,4	69,3	59,4	38,7
Hrádek nad Nisou	109	19,5	35,6	35,6	25,3	0	42,7	54,6	73,2	48,5	38,6	31,2
Turnov	66,7	94,4	45,2	27,4	50,8	42,7	0	18,8	34,8	67,8	64,7	22,8
Semily	52,5	37,4	64,1	28,3	69,7	54,6	18,8	0	19,5	79,8	83,6	26
Jilemnice	36,9	53,7	80,1	35,7	64,4	73,2	34,8	19,5	0	103	99,8	42,7
Česka lípa	128	54,1	15,2	67,6	69,3	48,5	67,8	79,8	103	0	10,1	65,5
Nový Bor	133	44,2	19,8	60,3	59,4	38,6	64,7	83,6	99,8	10,1	0	55,5
Jablonec nad Nisou	76,7	11,6	47,7	7,3	38,7	31,2	22,8	26	42,7	65,5	55,5	0

Tab. 3 Matice doby přejezdů pro Liberecký kraj

	Trutnov	Liberec	Mimoň	Smržovka	Frydlant	Hrádek nad Nisou	Turnov	Semily	Jilemnice	Česka lípa	Nový Bor	Jablonec nad Nisou
Trutnov	0	101	109	85	112	112	76	66	42	123	133	90
Liberec	101	0	42	26	30	17	24	46	77	50	39	18
Mimoň	109	42	0	60	57	35	42	68	85	19	24	52
Smržovka	85	26	60	0	56	44	36	39	45	74	71	14
Frydlant	112	30	57	56	0	31	46	72	105	67	56	47
Hrádek nad Nisou	112	17	35	44	31	0	33	58	79	48	37	33
Turnov	76	24	42	36	46	33	0	27	44	58	62	23
Semily	66	46	68	39	72	58	27	0	24	84	85	37
Jilemnice	42	77	85	45	105	79	44	24	0	98	103	56
Česka lípa	123	50	19	74	67	48	58	84	98	0	16	63
Nový Bor	133	39	24	71	56	37	62	85	103	16	0	52
Jablonec nad Nisou	90	18	52	14	47	33	23	37	56	63	52	0

Dále je zapotřebí uvést také provozní doby prodejen včetně jejich poledních přestávek, v rámci kterých, nelze provést vykládku zásilky. Provozní doby jednotlivých prodejen sídlících v Libereckém kraji jsou v tabulce 4.

Tab. 4 Provozní doby prodejen v Libereckém kraji

Provozní doba		
Liberec	8:00 - 12:00	13:00 - 18:00
Mimoň	8:30 - 12:00	14:00 - 16:30
Smržovka	9:00 - 12:00	12:00 - 17:00
Frýdlant	8:00 - 12:00	12:00 - 17:00
Hrádek nad Nisou	7:00 - 12:00	12:00 - 15:00
Turnov	9:00 - 12:00	13:00 - 17:00
Semily	8:30 - 12:00	12:00 - 17:00
Jilemnice	8:30 - 12:00	13:30 - 17:00
Česka lípa	8:00 - 11:30	12:30 - 17:00
Nový Bor	8:00 - 12:00	12:30 - 17:00
Jablonec nad Nisou	8:30 - 12:00	13:00 - 17:30

Pomocí upraveného matematického modelu úlohy obchodního cestujícího zapsaného v prostředí programu MPL byla provedena optimalizace distribučních tras v Libereckém kraji. Optimální řešení je patrné z tabulky 5.

Tab. 5 Optimální řešení pro Liberecký kraj

	Trutnov	Liberec	Mimoň	Smržovka	Frýdlant	Hrádek nad Nisou	Turnov	Semily	Jilemnice	Česka lípa	Nový Bor	Jablonec nad Nisou	Příjezd
Trutnov	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	8:00:00
Liberec	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	13:33:00
Mimoň	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	10:25:00
Smržovka	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	14:15:00
Frýdlant	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12:58:00
Hrádek nad Nisou	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	11:52:00
Turnov	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9:38:00
Semily	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	9:06:00
Jilemnice	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15:05:00
Česka lípa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	10:49:00
Nový Bor	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	11:10:00
Jablonec nad Nisou	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	13:56:00

Na základě provedené optimalizace distribučních tras v Libereckém kraji bylo zjištěno, že řidič v rámci distribuce zásilek společnosti ujede za den celkem 324,5 km za celkový čas 472 minut. Pracovní doba řidiče, po kterou bude rozvážet zásilky, byla stanovena od 8 do 16 hodin. V rámci osmihodinové pracovní doby musí řidič vykonat jednu povinnou přestávku, která na základě optimalizace byla určena po návštěvě prodejny ve městě Hrádek nad Nisou.

4.1.2 Výsledek optimalizace pro Středočeský kraj

Z tabulky 1 je zřejmé, že společnost XY má ve Středočeském kraji 10 zákazníků a ke každému zákazníkovi je zapotřebí opět dovézt v průměru tři krabice.

V tabulkách 6 a 7 jsou zobrazeny vytvořené matice vzdáleností a dob přejezdů.

Tab. 6 Matice vzdáleností pro Středočeský kraj

	Trutnov	Kostelec nad Labem	Poděbrady	Jílové u Prahy	Odolena Voda	Benešov	Mladá Boleslav	Brandýs nad Labem	Velim	Bakov nad Jizerou	Mnichovo Hradiště
Trutnov	0	144,1	104,2	180,7	169,1	192,1	86,8	136,9	108,8	84	82,9
Kostelec nad Labem	144,1	0	45,6	61,5	15	73,6	45	7,5	53,2	52,9	56,5
Poděbrady	104,2	45,6	0	66,5	69,9	66,7	40,1	37,7	13,2	49,9	53,4
Jílové u Prahy	180,7	61,5	66,5	0	62,3	23,3	90	54,4	61,7	97,9	96,3
Odolena Voda	169,1	15	69,9	62,3	0	73,5	74,5	22,6	77,6	82,5	86
Benešov	192,1	73,6	66,7	23,3	73,5	0	92,6	66	61,1	109,5	113
Mladá Boleslav	86,8	45	40,1	90	74,5	92,6	0	32,9	54	9,5	14,4
Brandýs nad Labem	136,9	7,5	37,7	54,4	22,6	66	32,9	0	46	45,4	49
Velim	108,8	53,2	13,2	61,7	77,6	61,1	54	46	0	60,7	64,3
Bakov nad Jizerou	84	52,9	49,9	97,9	82,5	109,5	9,5	45,4	60,7	0	5,8
Mnichovo Hradiště	82,9	56,5	53,4	96,3	86	113	14,4	49	64,3	5,8	0

Tab. 7 Matice doby přejezdů pro Středočeský kraj

	Trutnov	Kostelec nad Labem	Poděbrady	Jílové u Prahy	Odolena Voda	Benešov	Mladá Boleslav	Brandýs nad Labem	Velim	Bakov nad Jizerou	Mnichovo Hradiště
Trutnov	0	103	70	121	109	126	88	95	75	82	82
Kostelec nad Labem	103	0	44	58	18	64	41	10	49	41	44
Poděbrady	70	44	0	64	50	73	46	36	14	48	51
Jílové u Prahy	121	58	64	0	56	30	72	51	60	73	75
Odolena Voda	109	18	50	56	0	65	53	28	55	54	56
Benešov	126	64	73	30	65	0	76	55	60	77	80
Mladá Boleslav	88	41	46	72	53	76	0	26	53	15	18
Brandýs nad Labem	95	10	36	51	28	55	26	0	42	30	32
Velim	75	49	14	60	55	60	53	42	0	57	59
Bakov nad Jizerou	82	41	48	73	54	77	15	30	57	0	8
Mnichovo Hradiště	82	44	51	75	56	80	18	32	59	8	0

Provozní doby kamenných prodejen, včetně jejich poledních přestávek, jsou pro potřeby optimalizace uvedeny v tabulce 8.

Tab. 8 Provozní doby prodejen ve Středočeském kraji

Provozní doba		
Kostelec nad Labem	9:00 - 12:00	12:30 - 17:00
Poděbrady	8:30 - 12:00	12:00 - 15:30
Jílové u Prahy	8:00 - 12:00	12:00 - 16:00
Odolena Voda	9:30 - 12:00	13:00 - 17:00
Benešov	8:30 - 12:00	12:00 - 16:00
Mladá Boleslav	8:00 - 12:00	12:00 - 17:00
Brandýs nad Labem	8:00 - 12:00	12:00 - 16:00
Velim	8:00 - 12:30	14:00 - 17:00
Bakov nad Jizerou	9:00 - 11:00	13:00 - 17:00
Mnichovo Hradiště	8:00 - 11:30	13:00 - 17:00

Optimální řešení distribučních tras pro Středočeský kraj je patrné z tabulky 9.

Tab. 9 Optimální řešení pro Středočeský kraj

	Trutnov	Kostelec nad Labem	Poděbrady	Jílové u Prahy	Odolena Voda	Benešov	Mladá Boleslav	Brandýs nad Labem	Velim	Bakov nad Jizerou	Mnichovo Hradiště	Příjezd
Trutnov	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8:00:00
Kostelec nad Labem	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	10:41:00
Poděbrady	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14:34:00
Jílové u Prahy	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	12:05:00
Odolena Voda	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	11:04:00
Benešov	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	13:10:00
Mladá Boleslav	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	9:55:00
Brandýs nad Labem	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10:26:00
Velim	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	14:15:00
Bakov nad Jizerou	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	9:35:00
Mnichovo Hradiště	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	9:22:00

Na základě optimalizace bylo zjištěno, že řidič při rozvozu zásilek ve Středočeském kraji ujede za den celkem 418 km za celkový čas 469 minut. Pracovní doba řidiče, byla i jako v předešlém případě u Libereckého kraje, stanovena od 8 do 16 hodin. Jelikož se opět jedná pouze o osmihodinovou pracovní dobu, musí řidič vykonat pouze jednu povinnou přestávku, která na základě optimalizace byla určena po návštěvě prodejny ve městě Jílové u Prahy.

4.1.3 Výsledek optimalizace pro Ústecký kraj

Do Ústeckého kraje společnost zasílá v průměru 23 krabic za měsíc. Dále je z tabulky 1 zřejmé, že má společnost v Ústeckém kraji celkem 9 zákazníků. Vytvořené matice vzdáleností a dob přejezdů pro Ústecký kraj jsou uvedeny v tabulce 10 a 11.

Tab. 10 Matice vzdáleností pro Ústecký kraj

	Trutnov	Chomutov	Benešov nad Ploučnicí	Roudnice nad Labem	Lovosice	Žatec	Děčín	Jirkov	Litoměřice	Ústí nad Labem
Trutnov	0	217	150,8	178,2	206,7	241,1	160,2	255,2	210	230,5
Chomutov	217	0	97,8	80,7	56,2	19,7	82,8	6,9	66	65,6
Benešov nad Ploučnicí	150,8	97,8	0	45,2	43,6	92,4	11,5	88,1	34,9	28,4
Roudnice nad Labem	178,2	80,7	45,2	0	25,4	69,7	49,6	74	19,9	49,2
Lovosice	206,7	56,2	43,6	25,4	0	32,8	109,1	26,4	85,4	84,9
Žatec	241,1	19,7	92,4	69,7	32,8	0	91,6	23,9	57,1	67,4
Děčín	160,2	82,8	11,5	49,6	109,1	91,6	0	78,5	35,6	25,8
Jirkov	255,2	6,9	88,1	74	26,4	23,9	78,5	0	61,5	61
Litoměřice	210	66	34,9	19,9	85,4	57,1	35,6	61,5	0	20,1
Ústí nad Labem	230,5	65,6	28,4	49,2	84,9	67,4	25,8	61	20,1	0

Tab. 11 Matice doby přejezdů pro Ústecký kraj

	Trutnov	Chomutov	Benešov nad Ploučnicí	Roudnice nad Labem	Lovosice	Žatec	Děčín	Jirkov	Litoměřice	Ústí nad Labem
Trutnov	0	170	146	125	123	159	157	181	129	140
Chomutov	170	0	87	63	48	22	76	11	57	53
Benešov nad Ploučnicí	146	87	0	52	49	90	16	87	39	36
Roudnice nad Labem	125	63	52	0	19	59	56	58	21	36
Lovosice	123	48	49	19	0	33	92	25	71	69
Žatec	159	22	90	59	33	0	81	27	55	59
Děčín	157	76	16	56	92	81	0	74	45	26
Jirkov	181	11	87	58	25	27	74	0	52	49
Litoměřice	129	57	39	21	71	55	45	52	0	27
Ústí nad Labem	140	53	36	36	69	59	26	49	27	0

Provozní doby kamenných prodejen, včetně jejich poledních přestávek, jsou zobrazeny v tabulce 12.

Tab. 12 Provozní doby prodejen v Ústeckém kraji

Provozní doba		
Chomutov	10:00 - 12:00	14:00 - 17:00
Benešov nad Ploučnicí	8:00 - 12:00	13:00 - 17:00
Roudnice nad Labem	10:00 - 12:30	13:30 - 17:00
Lovosice	8:30 - 12:00	13:00 - 17:00
Žatec	8:00 - 12:00	12:00 - 16:30
Děčín	8:00 - 12:00	12:00 - 17:00
Jirkov	9:00 - 12:00	13:00 - 17:00
Litoměřice	8:00 - 12:00	12:00 - 18:00
Ústí nad Labem	9:00 - 12:00	12:00 - 17:00

Výsledek optimalizace distribučních tras získaný pomocí upraveného matematického modelu zapsaného v prostředí programu MPL je uveden v tabulce 13.

Tab. 13 Optimální řešení pro Ústecký kraj

	Trutnov	Chomutov	Benešov nad Ploučnicí	Roudnice nad Labem	Lovosice	Žatec	Děčín	Jirkov	Litoměřice	Ústí nad Labem	Příjezd
Trutnov	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	7:00:00
Chomutov	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	10:06:00
Benešov nad Ploučnicí	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13:36:00
Roudnice nad Labem	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	11:16:00
Lovosice	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	10:52:00
Žatec	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	9:39:00
Děčín	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	13:15:00
Jirkov	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	10:22:00
Litoměřice	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12:12:00
Ústí nad Labem	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	12:44:00

Na základě optimalizace bylo zjištěno, že řidič při rozvozu zásilek v Ústeckém kraji ujede za den celkem 547,6 km za celkový čas 547 minut. Jelikož je distribuce zásilek pro Ústecký kraj časově náročnější, bylo zapotřebí pracovní dobu řidiče navýšit. Pracovní doba řidiče byla stanovena od 7 do 16:15 hodin. Ovšem i jako v případě předešlých krajů, pracovní doba řidiče nepřekročila 9,5 hodiny. Z toho důvodu musí řidič opět vykonat pouze jednu povinnou přestávku, která byla na základě optimalizace stanovena po návštěvě prodejny ve městě Roudnice nad Labem.

4.1.4 Výsledek optimalizace pro kraj Praha

V kraji Praha je celkem 11 prodejen. Do každé prodejny je zapotřebí rozvézt v průměru 3 krabice. Pro potřeby optimalizace distribučních tras byly vytvořeny matice vzdáleností a dob přejezdů, které jsou uvedeny v tabulce 14 a 15.

Tab. 14 Matice vzdáleností pro kraj Praha

	Trutnov	Letňany	Střížkov 1	Vokovice	Kostelec nad Labem	Vinohrady	Podolí	Praha 9	Střížkov 2	Řepy	Libeň	Žižkov
Trutnov	0	151	151	164	148	154	159	150	151	170	149	153
Letňany	151	0	3,6	14,6	14,2	11,3	14,2	4,7	4,2	19,6	6	9,2
Střížkov 1	151	3,6	0	12,9	19,4	9,9	12,5	3,4	0,28	17,9	4,7	7,8
Vokovice	164	14,6	12,9	0	31,2	11,6	10,8	14,8	13,6	7,8	12,6	12
Kostelec nad Labem	148	14,2	19,4	31,2	0	25,3	30,4	22,5	16,6	32,1	27,4	26,9
Vinohrady	154	11,3	9,9	11,6	25,3	0	5,9	6,9	9,1	12	5,4	2,2
Podolí	159	14,2	12,5	10,8	30,4	5,9	0	10,7	12,6	10	9,3	7,4
Praha 9	150	4,7	3,4	14,8	22,5	6,9	10,7	0	4	19	2,7	4,7
Střížkov 2	151	4,2	0,28	13,6	16,6	9,1	12,6	4	0	17,8	4,7	7,7
Řepy	170	19,6	17,9	7,8	32,1	12	10	19	17,8	0	16,4	14,3
Libeň	149	6	4,7	12,6	27,4	5,4	9,3	2,7	4,7	16,4	0	3,8
Žižkov	153	9,2	7,8	12	26,9	2,2	7,4	4,7	7,7	14,3	3,8	0

Tab. 15 Matice doby přejezdů pro kraj Praha

	Trutnov	Letňany	Střížkov 1	Vokovice	Kostelec nad Labem	Vinohrady	Podolí	Praha 9	Sřížkov 2	Řepy	Libeň	Žižkov
Trutnov	0	98	96	110	100	102	101	95	96	116	101	103
Letňany	98	0	8	21	18	20	21	9	9	26	12	15
Střížkov 1	96	8	0	18	19	18	19	7	2	23	10	13
Vokovice	110	21	18	0	32	21	19	20	19	14	18	21
Kostelec nad Labem	100	18	19	32	0	33	33	23	22	38	25	28
Vinohrady	102	20	18	21	33	0	12	15	17	22	12	7
Podolí	101	21	19	19	33	12	0	19	19	17	16	14
Praha 9	95	9	7	20	23	15	19	0	8	24	5	8
Střížkov 2	96	9	2	19	22	17	19	8	0	22	9	12
Řepy	116	26	23	14	38	22	17	24	22	0	27	26
Libeň	101	12	10	18	25	12	16	5	9	27	0	8
Žižkov	103	15	13	21	28	7	14	8	12	26	8	0

Provozní doby kamenných prodejen sídlících v kraji Praha, včetně jejich poledních přestávek, jsou v tabulce 16.

Tab. 16 Provozní doby prodejen v kraji Praha

Provozní doba		
Letňany	9:00 - 12:30	13:00 - 17:00
Střížkov 1	8:00 - 12:00	12:00 - 17:00
Vokovice	8:00 - 12:00	12:00 - 18:00
Kostelec nad Labem	9:00 - 12:00	12:30 - 17:00
Vinohrady	10:00 - 12:00	12:00 - 18:00
Podolí	8:00 - 12:00	12:00 - 18:00
Praha 9	9:00 - 12:00	12:00 - 21:00
Střížkov 2	10:00 - 12:00	14:00 - 18:00
Řepy	11:00 - 13:00	14:00 - 18:00
Libeň	10:00 - 13:30	14:00 - 18:00
Žižkov	10:00 - 12:00	12:00 - 18:00

Optimální řešení distribučních tras, získané pomocí programu MPL, je uvedeno v tabulce 17.

Na základě výsledku optimalizace bylo zjištěno, že řidič při rozvozu zásilek v kraji Praha ujede za den celkem 361,88 km za celkový čas 396 minut. Jelikož je distribuce zásilek pro kraj Praha méně časově náročná, bylo možné zkrátit pracovní dobu řidiče.

Pracovní doba řidiče byla stanovena od 9 do 16 hodin. Řidič musí v rámci sedmihodinové pracovní doby absolvovat pouze jednu povinnou přestávku, která byla optimalizací určena po návštěvě prodejny, která se nachází v části Praha Libeň.

Tab. 17 Optimální řešení pro kraj Praha

	Trutnov	Letňany	Střížkov 1	Vokovice	Kostelec nad Labem	Vinohrady	Podolí	Praha 9	Střížkov 2	Řepy	Libeň	Žižkov	Příjezd
Trutnov	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	9:00:00
Letňany	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	11:03:00
Střížkov 1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	11:24:00
Vokovice	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	11:47:00
Kostelec nad Labem	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10:40:00
Vinohrady	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12:45:00
Podolí	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	12:28:00
Praha 9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	13:10:00
Střížkov 2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11:17:00
Řepy	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	12:06:00
Libeň	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13:20:00
Žižkov	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	12:57:00

4.1.5 Výsledek optimalizace pro kraj Vysočina

Z tabulky 1 je zřejmé, že společnost má v kraji Vysočina 9 zákazníků, a že je do tohoto kraje zapotřebí dopravit v průměru 24 krabic. V tabulkách 18 a 19 jsou uvedeny vytvořené matice vzdáleností a dob přejezdů.

Tab. 18 Matice vzdáleností pro kraj Vysočina

	Trutnov	Velká Bíteš	Velké Meziříčí	Zdár nad Sazavou	Chotěboř	Polná	Jihlava	Havlíčkův Brod	Měřín	Nové město na Moravě
Trutnov	0	171	160	133	119	141	161	136	157	156
Velká Bíteš	171	0	20,4	39	69,9	47,9	54,8	69,9	31,9	38,3
Velké Meziříčí	160	20,4	0	27,1	58	28,4	35,2	50,3	10,8	29,1
Zdár nad Sazavou	133	39	27,1	0	31,1	23,8	41,9	32	24,4	10,7
Chotěboř	119	69,9	58	31,1	0	30,8	41,6	15,8	49	41,4
Polná	141	47,9	28,4	23,8	30,8	0	17,6	20,1	18	33,9
Jihlava	161	54,8	35,2	41,9	41,6	17,6	0	25,5	25,6	50,9
Havlíčkův Brod	136	69,9	50,3	32	15,8	20,1	25,5	0	50	42,5
Měřín	157	31,9	10,8	24,4	49	18	25,6	50	0	29,3
Nové město na Moravě	156	38,3	29,1	10,7	41,4	33,9	50,9	42,5	29,3	0

Tab. 19 Matice doby přejezdů pro kraj Vysočina

	Trutnov	Velká Bíteš	Velké Meziříčí	Zdár nad Sazavou	Chotěboř	Polná	Jihlava	Havlíčkův Brod	Měřín	Nové město na Moravě
Trutnov	0	136	127	100	91	109	128	103	125	128
Velká Bíteš	136	0	16	36	69	35	35	44	21	37
Velké Meziříčí	127	16	0	27	60	26	26	36	12	29
Zdár nad Sazavou	100	36	27	0	35	22	40	33	25	12
Chotěboř	91	69	60	35	0	33	40	17	51	44
Polná	109	35	26	22	33	0	20	24	18	32
Jihlava	128	35	26	40	40	20	0	24	21	49
Havlíčkův Brod	103	44	36	33	17	24	24	0	35	44
Měřín	125	21	12	25	51	18	21	35	0	31
Nové město na Moravě	128	37	29	12	44	32	49	44	31	0

V tabulce 20 jsou zobrazeny provozní a polední přestávky kamenných prodejen sídlících v kraji Vysočina.

Tab. 20 Provozní doby prodejen v kraji Vysočina

Provozní doba		
Velká Bíteš	7:30 - 12:00	12:00 - 17:30
Velké Meziříčí	8:00 - 12:00	12:00 - 17:00
Zdár nad Sazavou	8:00 - 12:00	12:30 - 17:30
Chotěboř	8:00 - 12:00	12:00 - 17:00
Polná	8:00 - 12:00	13:30 - 17:00
Jihlava	9:00 - 12:00	12:30 - 17:00
Havlíčkův Brod	8:00 - 12:00	12:00 - 17:00
Měřín	8:00 - 12:00	12:00 - 17:00
Nové město na Moravě	9:00 - 12:00	13:00 - 17:00

Optimální řešení distribučních tras, získané pomocí programu MPL, je uvedeno v tabulce 21.

Tab. 21 Optimální řešení pro kraj Vysočina

	Trutnov	Velká Bíteš	Velké Meziříčí	Zdár nad Sazavou	Chotěboř	Polná	Jihlava	Havlíčkův Brod	Měřín	Nové město na Moravě	Přijezd
Trutnov	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	8:00:00
Velká Bíteš	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11:48:00
Velké Meziříčí	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	11:27:00
Zdár nad Sazavou	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13:17:00
Chotěboř	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	9:31:00
Polná	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	10:47:00
Jihlava	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	10:22:00
Havlíčkův Brod	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	9:53:00
Měřín	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	11:10:00
Nové město na Moravě	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	13:00:00

Na základě optimalizace bylo zjištěno, že řidič při rozvozu zásilek v kraji Vysočina ujede za den celkem 409,1 km za celkový čas 422 minut. Stejně jako při distribuci

zásilek v kraji Praha, bylo i pro distribuci zásilek v kraji Vysočina možné pracovní dobu řidiče zkrátit.

Pracovní doba řidiče, po kterou bude provádět distribuci zásilek pro kraj Vysočina, byla stanovena od 8 do 15:15 hodin. Řidič musí v rámci jeho pracovní doby vykonat opět pouze jednu povinnou přestávku, která byla optimalizací určena po návštěvě prodejny ve městě Velká Bíteš.

4.1.6 Výsledek optimalizace pro Královéhradecký kraj

Do Královéhradeckého kraje společnost zasílá v průměru 32 krabic za měsíc. Dále je z tabulky 1 zřejmé, že společnost má v daném kraji celkem 10 zákazníků. Vytvořené matice vzdáleností a dob přejezdů pro Královéhradecký kraj jsou uvedeny v tabulce 22 a 23.

Tab. 22 Matice vzdáleností pro Královéhradecký kraj

	Trutnov	Hradec Králové 1	Vamberk	Hradec Králové 2	Rychnov nad Kněžnou	Jičín	Dvůr Králové	Trutnov 1	Trutnov 2	Jaroměř	Hořice
Trutnov	0	48,5	65,5	51,7	60,7	51,4	18,4	1,9	2,8	28	37,3
Hradec Králové 1	48,5	0	38,4	1,2	39	48,2	35,4	49,4	50,3	19,8	24,2
Vamberk	65,5	38,4	0	39,3	5,9	85,7	59,2	67,2	68,1	45,3	76,6
Hradec Králové 2	51,7	1,2	39,3	0	40	48,6	38,7	52,8	53,2	20,2	24,6
Rychnov nad Kněžnou	60,7	39	5,9	40	0	86	54,2	62,3	63,2	40,2	61,9
Jičín	51,4	48,2	85,7	48,6	86	0	40,6	53,3	54,2	49,6	25,4
Dvůr Králové	18,4	35,4	59,2	38,7	54,2	40,6	0	19,8	21,2	13,9	19,1
Trutnov 1	1,9	49,4	67,2	52,8	62,3	53,3	19,8	0	3,2	28,8	38,1
Trutnov 2	2,8	50,3	68,1	53,2	63,2	54,2	21,2	3,2	0	30,7	40
Jaroměř	28	19,8	45,3	20,2	40,2	49,6	13,9	28,8	30,7	0	26,8
Hořice	37,3	24,2	76,6	24,6	61,9	25,4	19,1	38,1	40	26,8	0

Tab. 23 Matice doby přejezdů pro Královéhradecký kraj

	Trutnov	Hradec Králové 1	Vamberk	Hradec Králové 2	Rychnov nad Kněžnou	Jičín	Dvůr Králové	Trutnov 1	Trutnov 2	Jaroměř	Hořice
Trutnov	0	42	68	42	63	55	20	5	6	29	41
Hradec Králové 1	42	0	43	4	44	48	31	45	46	22	26
Vamberk	68	43	0	49	9	93	66	77	74	48	66
Hradec Králové 2	42	4	49	0	51	52	33	52	65	27	29
Rychnov nad Kněžnou	63	44	9	51	0	90	63	73	73	46	68
Jičín	55	48	93	52	90	0	45	68	69	61	27
Dvůr Králové	20	31	66	33	63	45	0	26	27	20	24
Trutnov 1	5	45	77	52	73	68	26	0	7	31	43
Trutnov 2	6	46	74	65	73	69	27	7	0	34	47
Jaroměř	29	22	48	27	46	61	20	31	34	0	30
Hořice	41	26	66	29	68	27	24	43	47	30	0

Provozní doby kamenných prodejen sídlících v Královéhradeckém kraji jsou v tabulce 24.

Tab. 24 Provozní doby prodejen v Královéhradeckém kraji

Provozní doba		
Hradec Králové 1	8:30 - 12:00	12:00 - 18:00
Vamberk	8:30 - 12:00	12:00 - 16:00
Hradec Králové 2	9:00 - 12:00	14:00 - 20:00
Rychnov nad Kněžnou	8:00 - 12:00	12:30 - 17:00
Jičín	8:30 - 12:00	12:00 - 17:00
Dvůr Králové	8:30 - 12:00	12:00 - 17:00
Trutnov 1	8:45 - 12:30	13:15 - 17:00
Trutnov 2	9:00 - 12:00	13:00 - 16:30
Jaroměř	10:00 - 12:00	12:00 - 16:00
Hořice	8:00 - 12:00	12:00 - 17:30

Výsledek optimalizace distribučních tras, získaný pomocí programu MPL, je zobrazen v tabulce 25.

Tab. 25 Optimální řešení pro Královéhradecký kraj

	Trutnov	Hradec Králové 1	Vamberk	Hradec Králové 2	Rychnov nad Kněžnou	Jičín	Dvůr Králové	Trutnov 1	Trutnov 2	Jaroměř	Hořice	Příjezd
Trutnov	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	8:00:00
Hradec Králové 1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10:10:00
Vamberk	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	10:58:00
Hradec Králové 2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10:01:00
Rychnov nad Kněžnou	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	11:12:00
Jičín	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8:55:00
Dvůr Králové	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	12:58:00
Trutnov 1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	13:29:00
Trutnov 2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13:41:00
Jaroměř	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	12:03:00
Hořice	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	9:27:00

Na základě provedené optimalizace bylo zjištěno, že řidič při rozvozu zásilek v Královéhradeckém kraji ujede za den celkem 226,8 km za celkový čas 352 minut.

Pracovní doba řidiče, po kterou bude rozvážen zásilky společnosti byla stanovena od 8 do 14 hodin. V rámci zkrácené pracovní doby, musí řidič absolvovat pouze jednu povinnou přestávku, která byla optimalizací určena po návštěvě prodejny ve městě Jaroměř.

4.1.7 Výsledek optimalizace pro Olomoucký kraj

Z tabulky 1 je zřejmé, že společnost má v Olomouckém kraji 9 zákazníků a ke každému zákazníkovi je zapotřebí dovést v průměru tři krabice. Pro potřeby optimalizace distribučních tras v Olomouckém kraji byly vytvořeny matice vzdáleností a dob přejezdů, které jsou uvedeny v tabulce 26 a 27.

Tab. 26 Matice vzdáleností pro Olomoucký kraj

	Trutnov	Olomouc	Prostějov 1	Šumperk	Hanušovice	Přerov	Prostějov 2	Litovel	Kojetín	Zábřeh
Trutnov	0	176	190,1	136,4	123,5	202,2	216,7	160,4	234,5	131,3
Olomouc	176	0	19,3	58,4	72,5	33,3	22,2	22,2	38,7	46,4
Prostějov 1	190,1	19,3	0	75,4	89,5	27,7	2,4	39,2	21,6	57,4
Šumperk	136,4	58,4	75,4	0	16,8	85,4	69	43,6	92	14,2
Hanušovice	123,5	72,5	89,5	16,8	0	99,8	83,4	58	108	26,7
Přerov	202,2	33,3	27,7	85,4	99,8	0	30,8	50,4	22,4	75,5
Prostějov 2	216,7	22,2	2,4	69	83,4	30,8	0	33,3	22,7	57,6
Litovel	160,4	22,2	39,2	43,6	58	50,4	33,3	0	53,8	30,9
Kojetín	234,5	38,7	21,6	92	108	22,4	22,7	53,8	0	77,5
Zábřeh	131,3	46,4	57,4	14,2	26,7	75,5	57,6	30,9	77,5	0

Tab. 27 Matice doby přejezdů pro Olomoucký kraj

	Trutnov	Olomouc	Prostějov 1	Šumperk	Hanušovice	Přerov	Prostějov 2	Litovel	Kojetín	Zábřeh
Trutnov	0	169	170	147	131	163	171	155	188	144
Olomouc	169	0	21	46	64	31	26	20	41	35
Prostějov 1	170	21	0	58	76	30	5	32	24	48
Šumperk	147	46	58	0	21	64	59	37	73	16
Hanušovice	131	64	76	21	0	84	78	56	96	32
Přerov	163	31	30	64	84	0	35	43	27	58
Prostějov 2	171	26	5	59	78	35	0	35	26	50
Litovel	155	20	32	37	56	43	35	0	51	26
Kojetín	188	41	24	73	96	27	26	51	0	67
Zábřeh	144	35	48	16	32	58	50	26	67	0

Provozní doby kamenných prodejen sídlících v Olomouckém kraji jsou v tabulce 28.

Tab. 28 Provozní doby prodejen v Olomouckém kraji

Provozní doba		
Olomouc	8:30 - 12:00	12:00 - 17:00
Prostějov 1	7:30 - 12:00	12:00 - 15:00
Šumperk	8:30 - 12:00	12:00 - 17:00
Hanušovice	8:30 - 12:00	13:00 - 16:00
Přerov	8:30 - 12:00	12:00 - 17:00
Prostějov 2	9:00 - 12:00	13:00 - 17:30
Litovel	8:00 - 12:00	12:00 - 17:00
Kojetín	8:00 - 12:00	12:00 - 17:00
Zábřeh	8:30 - 12:00	13:30 - 17:00

Výsledek optimalizace distribučních tras pro Olomoucký kraj je zobrazen v tabulce 29.

Tab. 29 Optimální řešení pro Olomoucký kraj

	Trutnov	Olomouc	Prostějov 1	Šumperk	Hanušovice	Přerov	Prostějov 2	Litovel	Kojetín	Zábřeh	Příjezd
Trutnov	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	8:00:00
Olomouc	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	13:58:00
Prostějov 1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	11:51:00
Šumperk	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	10:37:00
Hanušovice	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	10:11:00
Přerov	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	13:22:00
Prostějov 2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	11:41:00
Litovel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	14:23:00
Kojetín	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	12:20:00
Zábřeh	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14:54:00

Na základě provedené optimalizace bylo zjištěno, že řidič v rámci distribuce zásilek pro Olomoucký kraj ujede za den celkem 473,4 km za celkový čas 563 minut. Pracovní doba řidiče, po kterou bude rozvážet zásilky a kterou bylo zapotřebí navýšit, byla stanovena od 8 do 17:30 hodin. V rámci pracovní doby musí řidič vykonat jednu povinnou přestávku, která na základě optimalizace byla určena po návštěvě prodejny ve městě Kojetín.

4.1.8 Výsledek optimalizace pro Pardubický kraj

Do každé prodejny v Pardubickém kraji je zapotřebí rozvézt v průměru tři krabice. V tabulkách 30 a 31 jsou uvedeny vytvořené matice vzdáleností a dob přejezdů.

Tab. 30 Matice vzdáleností pro Pardubický kraj

	Trutnov	Opatovice nad Labem	Žamberk	Jablonné nad Orlicí	Litomyšl	Skuteč	Hlinsko	Pardubice 1	Choceň	Přelouč	Lanškroun	Pardubice 2
Trutnov	0	54,6	80,4	94	96,6	96,4	110	71,8	78,9	75,5	104	72,7
Opatovice nad Labem	54,6	0	60,7	74,3	55,3	46,7	54,2	16	44	25,5	77,9	14,3
Žamberk	80,4	60,7	0	13,6	36,1	55,4	66,8	59,9	23,8	78,6	28,3	60,9
Jablonné nad Orlicí	94	74,3	13,6	0	40,7	67,7	84,2	73,6	37,5	98,2	17,3	74,5
Litomyšl	96,6	55,3	36,1	40,7	0	30,9	42,9	50,9	19,2	69,1	26,9	52,7
Skuteč	96,4	46,7	55,4	67,7	30,9	0	14,3	31,9	31,2	44,7	57,9	30,7
Hlinsko	110	54,2	66,8	84,2	42,9	14,3	0	39,3	45,6	52	67,5	38,2
Pardubice 1	71,8	16	59,9	73,6	50,9	31,9	39,3	0	38,3	17,5	73,7	1,2
Choceň	78,9	44	23,8	37,5	19,2	31,2	45,6	38,3	0	64,8	34,3	40,8
Přelouč	75,5	25,5	78,6	98,2	69,1	44,7	52	17,5	64,8	0	102	16,3
Lanškroun	104	77,9	28,3	17,3	26,9	57,9	67,5	73,7	34,3	102	0	74,6
Pardubice 2	72,7	14,3	60,9	74,5	52,7	30,7	38,2	1,2	40,8	16,3	74,6	0

Tab.31 Matice doby přejezdů pro Pardubický kraj

	Trutnov	Opatovice nad Labem	Žamberk	Jablonné nad Orlicí	Litomyšl	Skuteč	Hlinsko	Pardubice 1	Choceň	Přelouč	Lanškroun	Pardubice 2
Trutnov	0	44	76	88	95	94	78	52	76	54	102	51
Opatovice nad Labem	44	0	57	70	48	40	43	17	38	26	74	17
Žamberk	76	57	0	13	41	60	73	63	25	80	30	65
Jablonné nad Orlicí	88	70	13	0	48	75	82	76	38	86	21	78
Litomyšl	95	48	41	48	0	35	42	58	24	71	30	58
Skuteč	94	40	60	75	35	0	20	37	38	43	63	32
Hlinsko	78	43	73	82	42	20	0	43	51	51	65	39
Pardubice 1	52	17	63	76	58	37	43	0	45	24	78	5
Choceň	76	38	25	38	24	38	51	45	0	60	37	46
Přelouč	54	26	80	86	71	43	51	24	60	0	91	20
Lanškroun	102	74	30	21	30	63	65	78	37	91	0	80
Pardubice 2	51	17	65	78	58	32	39	5	46	20	80	0

V Pardubickém kraji je celkem 11 prodejen. Provozní doby kamenných prodejen sídlících v Pardubickém kraji jsou v tabulce 32.

Tab. 32 Provozní doby prodejen v Pardubickém kraji

Provozní doba		
Opatovice nad Labem	8:30 - 12:00	12:00 - 18:00
Žamberk	8:00 - 12:00	12:30 - 17:00
Jablonné nad Orlicí	8:00 - 12:00	13:00 - 17:00
Litomyšl	8:00 - 12:00	12:00 - 17:00
Skuteč	8:00 - 12:00	12:30 - 16:00
Hlinsko	8:00 - 12:00	13:00 - 17:00
Pardubice 1	9:00 - 12:00	12:00 - 18:00
Choceň	8:00 - 13:00	14:00 - 17:00
Přelouč	9:00 - 12:00	14:00 - 17:00
Lanškroun	8:00 - 12:00	12:30 - 17:00
Pardubice 2	10:00 - 12:00	13:00 - 17:00

Optimální řešení distribučních tras pro Pardubický kraj je uvedeno v tabulce 33.

Tab. 33 Optimální řešení pro Pardubický kraj

	Trutnov	Opatovice nad Labem	Žamberk	Jablonné nad Orlicí	Litomyšl	Skuteč	Hlinsko	Pardubice 1	Choceň	Přelouč	Lanškroun	Pardubice 2	Přjezd
Trutnov	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8:00:00
Opatovice nad Labem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	8:44:00
Žamberk	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	13:38:00
Jablonné nad Orlicí	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13:20:00
Litomyšl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	11:49:00
Skuteč	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	11:09:00
Hlinsko	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	10:44:00
Pardubice 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9:44:00
Choceň	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14:08:00
Přelouč	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	9:15:00
Lanškroun	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	12:54:00
Pardubice 2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	10:00:00

Na základě provedené optimalizace bylo zjištěno, že řidič při rozvozu zásilek v Pardubickém kraji ujede za den celkem 342,7 km za celkový čas 443 minut.

Pracovní doba řidiče, po kterou bude rozvážen zásilky v Pardubickém kraji byla stanovena od 8 do 15:30 hodin. Řidič musí v rámci jeho pracovní doby absolvovat pouze jednu povinnou přestávku, která byla optimalizací určena po návštěvě prodejny ve městě Litomyšl.

4.1.9 Výsledek optimalizace pro Karlovarský kraj

Z tabulky 1 je zřejmé, že společnost má v Karlovarském kraji 9 zákazníků a ke každému zákazníkovi je zapotřebí dovézt v průměru tři krabice. Pro potřeby optimalizace distribučních tras v Karlovarském kraji byly vytvořeny matice vzdáleností a dob přejezdů, které jsou uvedeny v tabulce 34 a 35.

Tab. 34 Matice vzdáleností pro Karlovarský kraj

	Trutnov	Nová Role	Toužim	Františkovy Lázně	Mariánské Lázně	Sokolov	Karlovy Vary 1	Ostrov	Karlovy Vary 2	Chodov
Trutnov	0	283,8	283,5	339,4	333,6	311,3	290,4	294,3	293,7	299,7
Nová Role	283,8	0	34,5	44	46,2	18,3	11,6	15,2	9,2	32,2
Toužim	283,5	34,5	0	63,9	31,6	38,1	32,4	40	29	12,2
Františkovy Lázně	339,4	44	63,9	0	36,7	27,2	40,1	59	45,7	55,6
Mariánské Lázně	333,6	46,2	31,6	36,7	0	33,2	47,5	64,6	44,3	25,9
Sokolov	311,3	18,3	38,1	27,2	33,2	0	21	31,1	16,6	13,8
Karlovy Vary 1	290,4	11,6	32,4	40,1	47,5	21	0	11,9	3,5	27,3
Ostrov	294,3	15,2	40	59	64,6	31,1	11,9	0	14,9	39,1
Karlovy Vary 2	293,7	9,2	29	45,7	44,3	16,6	3,5	14,9	0	25,1
Chodov	299,7	32,2	12,2	55,6	25,9	13,8	27,3	39,1	25,1	0

Tab.35 Matice doby přejezdů pro Karlovarský kraj

	Trutnov	Nová Role	Toužim	Františkovy Lázně	Mariánské Lázně	Sokolov	Karlovy Vary 1	Ostrov	Karlovy Vary 2	Chodov
Trutnov	0	210	194	227	216	211	198	201	201	208
Nová Role	210	0	40	37	48	21	17	18	12	37
Toužim	194	40	0	59	32	44	31	35	33	13
Františkovy Lázně	227	37	59	0	32	25	29	40	30	54
Mariánské Lázně	216	48	32	32	0	34	44	49	40	32
Sokolov	211	21	44	25	34	0	18	25	14	15
Karlovy Vary 1	198	17	31	29	44	18	0	12	7	33
Ostrov	201	18	35	40	49	25	12	0	15	40
Karlovy Vary 2	201	12	33	30	40	14	7	15	0	28
Chodov	208	37	13	54	32	15	33	40	28	0

Provozní doby prodejen sídlících v Karlovarském kraji jsou v tabulce 36.

Tab. 36 Provozní doby prodejen v Karlovarském kraji

Provozní doba		
Nová Role	8:00 - 12:00	12:00 - 18:00
Toužim	8:00 - 12:00	12:00 - 16:30
Františkovy Lázně	9:00 - 12:00	12:00 - 17:00
Mariánské Lázně	8:00 - 12:00	12:00 - 18:00
Sokolov	9:30 - 11:30	13:30 - 16:30
Karlovy Vary 1	8:00 - 12:30	13:30 - 17:00
Ostrov	9:00 - 12:00	13:00 - 17:00
Karlovy Vary 2	10:00 - 12:00	12:00 - 18:00
Chodov	8:00 - 12:00	12:00 - 17:00

Výsledek optimalizace distribučních tras pro Karlovarský kraj, získaný pomocí programu MPL, je zobrazen v tabulce 37.

Tab. 37 Optimální řešení pro Karlovarský kraj

	Trutnov	Nová Role	Toužim	Františkovy Lázně	Mariánské Lázně	Sokolov	Karlovy Vary 1	Ostrov	Karlovy Vary 2	Chodov	Příjezd
Trutnov	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6:00:00
Nová Role	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	9:30:00
Toužim	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13:25:00
Františkovy Lázně	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	11:41:00
Mariánské Lázně	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12:18:00
Sokolov	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	11:11:00
Karlovy Vary 1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	10:10:00
Ostrov	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	9:53:00
Karlovy Vary 2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	10:22:00
Chodov	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	12:55:00

Na základě optimalizace bylo zjištěno, že řidič při rozvozu zásilek v Karlovarském kraji ujede za den celkem 716,5 km za celkový čas 662 minut. Jelikož je z časového hlediska distribuce zásilek pro Karlovarský kraj velmi náročná, bylo zapotřebí pracovní dobu řidiče navýšit. S navýšením pracovní doby, která byla stanovena od 6 do 17:15 hodin, souvisí také navýšení počtu přestávek, které řidič z důvodu překročení 9,5hodinové pracovní doby musí absolvovat. První přestávka byla na základě optimalizace stanovena po návštěvě prodejny ve městě Karlovy Vary 2. Druhá povinná přestávka byla optimalizací určena po návštěvě prodejny ve městě Toužim.

4.1.10 Výsledek optimalizace pro Zlínský kraj

Z tabulky 1 je zřejmé, že společnost má ve Zlínském kraji 10 zákazníků. Ke každému zákazníkovi je zapotřebí dovést v průměru tři krabice. Vytvořené matice vzdáleností a dob přejezdů jsou uvedeny v tabulce 38 a 39.

Tab. 38 Matice vzdáleností pro Zlínský kraj

	Trutnov	Holešov	Koryčany	Zlín 1	Valašské Meziříčí 1	Otrokovice	Hulín	Valašské Meziříčí 2	Zlín 2	Vsetín	Karolinka
Trutnov	0	220	261	240	244	230	217	244	239	263	280
Holešov	220	0	50,4	17,4	37,8	17,6	8,7	37,8	16,7	41,6	61,9
Koryčany	261	50,4	0	53	87,7	43,3	40,6	87,7	52,6	84,7	106
Zlín 1	240	17,4	53	0	46,9	11,6	25,8	46,5	0,55	32,2	53,6
Valašské Meziříčí 1	244	37,8	87,7	46,9	0	55,6	46,4	0,6	47,2	19,2	36,7
Otrokovice	230	17,6	43,3	11,6	55,6	0	13,8	55,9	11,1	43,2	64,6
Hulín	217	8,7	40,6	25,8	46,4	13,8	0	46,5	25,2	48,4	73,3
Valašské Meziříčí 2	244	37,8	87,7	46,5	0,6	55,6	46,5	0	46,7	18,7	36,6
Zlín 2	239	16,7	52,6	0,55	47,2	11,1	25,2	46,7	0	33	54,4
Vsetín	263	41,6	84,7	32,2	19,2	43,2	48,4	18,7	33	0	22,7
Karolinka	280	61,9	106	53,6	36,7	64,6	73,3	36,6	54,4	22,7	0

Tab. 39 Matice doby přejezdů pro Zlínský kraj

	Trutnov	Holešov	Koryčany	Zlín 1	Valašské Meziříčí 1	Otrokovice	Hulín	Valašské Meziříčí 2	Zlín 2	Vsetín	Karolinka
Trutnov	0	194	201	208	201	196	189	203	208	220	244
Holešov	194	0	51	23	42	19	10	42	21	46	71
Koryčany	201	51	0	56	90	45	43	91	56	87	112
Zlín 1	208	23	56	0	53	18	24	53	1	35	58
Valašské Meziříčí 1	201	42	90	53	0	58	51	1	54	21	45
Otrokovice	196	19	45	18	58	0	14	59	18	49	72
Hulín	189	10	43	24	51	14	0	51	24	54	76
Valašské Meziříčí 2	203	42	91	53	1	59	51	0	53	20	41
Zlín 2	208	21	56	1	54	18	24	53	0	37	60
Vsetín	220	46	87	35	21	49	54	20	37	0	27
Karolinka	244	71	112	58	45	72	76	41	60	27	0

Dále jsou pro potřeby optimalizace distribučních tras v tabulce 40 uvedeny provozní doby prodejen sídlících ve Zlínském kraji.

Tab. 40 Provozní doby prodejen ve Zlínském kraji

Provozní doba		
Holesov	8:00 - 12:00	13:00 - 17:00
Koryčany	8:00 - 12:00	12:00 - 16:00
Zlín 1	8:00 - 12:00	12:00 - 17:00
Valašské Meziříčí 1	9:00 - 12:00	12:00 - 17:00
Otrokovice	9:00 - 12:00	13:00 - 16:00
Hulín	8:00 - 11:00	12:30 - 17:00
Valašské Meziříčí 2	8:00 - 12:00	12:00 - 17:00
Zlín 2	9:00 - 12:00	12:00 - 18:00
Vsetín	8:00 - 12:00	13:00 - 17:30
Karolinka	9:00 - 12:00	13:00 - 17:00

Optimální řešení distribučních tras pro Zlínský kraj, získané pomocí programu MPL, je patrné z tabulky 41.

Tab. 41 Optimální řešení pro Zlínský kraj

	Trutnov	Holesov	Koryčany	Zlín 1	Valašské Meziříčí 1	Otrokovice	Hulín	Valašské Meziříčí 2	Zlín 2	Vsetín	Karolinka	Příjezd
Trutnov	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6:30:00
Holesov	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	13:24:00
Koryčany	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14:27:00
Zlín 1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	12:25:00
Valašské Meziříčí 1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	9:51:00
Otrokovice	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13:00:00
Hulín	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	13:39:00
Valašské Meziříčí 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9:57:00
Zlín 2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	12:31:00
Vsetín	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	11:45:00
Karolinka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	10:43:00

Na základě provedené optimalizace bylo zjištěno, že řidič při rozvozu zásilek ve Zlínském kraji ujede za den celkem 675,65 km za celkový čas 707 minut. Jelikož je z časového hlediska distribuce zásilek pro Zlínský kraj opět velmi náročná, bylo zapotřebí, stejně jako v případě Karlovarského kraje, pracovní dobu řidiče navýšit.

S navýšením pracovní doby, která byla stanovena od 6:30 do 18:30 hodin, souvisí také navýšení počtu přestávek, které řidič z důvodu překročení 9,5hodinové pracovní doby musí absolvovat. První přestávka byla na základě výsledku optimalizace stanovena po návštěvě prodejny ve městě Karolinka. Druhá povinná přestávka byla optimalizací určena po návštěvě prodejny ve městě Koryčany.

4.1.11 Výsledek optimalizace pro Jihomoravský kraj

Z tabulky 1 je zřejmé, že společnost má v Jihomoravském kraji 11 zákazníků a ke každému zákazníkovi je zapotřebí dovézt v průměru tři krabice.

Kvůli značné vzdálenosti jednotlivých kamenných prodejen od výchozího místa, nebylo možné distribuci zásilek pro Jihomoravský kraj uskutečnit v rámci jedno dne. Z toho důvodu bylo nutné distribuci zásilek rozdělit do dvou dnů následujícím způsobem:

- První den řidič vozidla přejezdí z výchozího místa do Jihomoravského kraje, kde je zapotřebí aby přespal v penzionu. Zvolený penzion se nachází v Jihomoravském kraji ve městě Vojkovice u Židlochovic a od výchozího místa je vzdálený 250 km. Doba přejezdu z výchozího místa do zvoleného penzionu trvá 212 minut.
- Druhý den řidič vozidla provede distribuci zásilek, po které se vrátí do výchozího místa ve městě Trutnov.

V tabulkách 42 a 43 jsou pro potřeby optimalizace uvedeny vytvořené matice vzdáleností a dob přejezdů jak mezi výchozím místem a jednotlivými prodejny, tak mezi zvoleným penzionem a všemi prodejny.

Tab. 42 Matice vzdáleností pro Jihomoravský kraj

	Penzion	Brno 1	Brno město	Vracov	Brno 2	Brno 3	Židlochovice	Šlapanice	Blansko	Hodonín	Kuřim	Znojmo	Trutnov
Penzion	0	15,6	16,7	57,2	14,8	24,8	2,2	21,2	49,9	51,8	34,6	58,2	0
Brno 1	15,6	0	3,5	60,2	4	5,8	19,4	10,5	35	70,3	20,1	71	216,2
Brno město	16,7	3,5	0	60,4	2,2	4,1	18,5	10,6	30,9	72,5	16,1	70,8	215,7
Vracov	57,2	60,2	60,4	0	63,8	64,9	57,1	53,1	83,8	17,2	73,5	120,2	273,6
Brno 2	14,8	4	2,2	63,8	0	5,4	17,3	15,1	31,4	72,1	16,5	68,2	215,5
Brno 3	24,8	5,8	4,1	64,9	5,4	0	27,1	13,5	25,9	75,7	11,1	78	216,3
Židlochovice	2,2	19,4	18,5	57,1	17,3	27,1	0	26	50,5	57,5	33	54	226,7
Šlapanice	21,2	10,5	10,6	53,1	15,1	13,5	26	0	33,4	53,1	23,9	76,8	224,3
Blansko	49,9	35	30,9	83,8	31,4	25,9	50,5	33,4	0	90,5	16,3	103,8	180,6
Hodonín	51,8	70,3	72,5	17,2	72,1	75,7	57,5	53,1	90,5	0	88,2	104,5	281,3
Kuřim	34,6	20,1	16,1	73,5	16,5	11,1	33	23,9	16,3	88,2	0	88,9	188,2
Znojmo	58,2	71	70,8	120,2	68,2	78	54	76,8	103,8	104,5	88,9	0	236,6
Trutnov	0	216,16	215,7	273,6	215,5	216,3	226,7	224,3	180,6	281,3	188,2	236,6	0

Tab. 43 Matice doby přejezdů pro Jihomoravský kraj

	Penzion	Brno 1	Brno město	Vracov	Brno 2	Brno 3	Židlochovice	Šlapanice	Blansko	Hodonín	Kuřim	Znojmo	Trutnov
Penzion	0	21	23	59	16	25	3	27	48	51	35	52	0
Brno 1	21	0	9	55	12	15	17	12	39	46	26	66	170
Brno město	23	9	0	58	6	10	22	15	37	51	22	61	172
Vracov	59	55	58	0	74	70	58	53	91	19	77	101	216
Brno 2	16	12	6	74	0	14	19	16	37	49	23	56	169
Brno 3	25	15	10	70	14	0	28	21	26	59	12	66	171
Židlochovice	3	17	22	58	19	28	0	27	55	44	42	51	177
Šlapanice	27	12	15	53	16	21	27	0	42	55	28	70	175
Blansko	48	39	37	91	37	26	55	42	0	91	20	92	157
Hodonín	51	46	51	19	49	59	44	55	91	0	77	88	208
Kuřim	35	26	22	77	23	12	42	28	20	77	0	78	163
Znojmo	52	66	61	101	56	66	51	70	92	88	78	0	197
Trutnov	0	170	172	216	169	171	177	175	157	208	163	197	0

V tabulce 44 jsou uvedeny provozní doby prodejen sídlících v Jihomoravském kraji.

Tab. 44 Provozní doby prodejen v Jihomoravském kraji

Provozní doba		
Brno 1	9:30 - 12:00	13:30 - 17:00
Brno město	9:00 - 12:00	12:00 - 19:00
Vracov	9:00 - 11:00	14:00 - 16:00
Brno 2	9:00 - 12:00	12:00 - 18:00
Brno 3	9:00 - 12:00	12:00 - 18:00
Židlochovice	8:00 - 12:00	12:00 - 17:00
Šlapanice	9:00 - 12:00	12:00 - 17:00
Blansko	8:00 - 12:00	12:00 - 17:00
Hodonín	8:00 - 12:00	12:00 - 17:00
Kuřim	9:00 - 12:30	13:00 - 17:00
Znojmo	8:30 - 12:00	12:00 - 17:00

Výsledek optimalizace distribučních tras, získaný pomocí optimalizačního softwaru MPL, je zobrazen v tabulce 45.

Tab. 45 Optimální řešení pro Jihomoravský kraj

	Penzion	Brno 1	Brno město	Vracov	Brno 2	Brno 3	Židlochovice	Šlapanice	Blansko	Hodonín	Kuřim	Znojmo	Trutnov	Přijezd
Penzion	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	8:00:00
Brno 1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	13:30:00
Brno město	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	12:14:00
Vracov	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	10:56:00
Brno 2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12:25:00
Brno 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	13:50:00
Židlochovice	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	8:03:00
Šlapanice	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11:54:00
Blansko	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	14:32:00
Hodonín	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10:32:00
Kuřim	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	14:07:00
Znojmo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	8:59:00
Trutnov	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17:14:00

Na základě provedené optimalizace bylo zjištěno, že řidič druhý den, tzn. pouze při distribuci zásilek v Jihomoravském kraji, ujede celkem 461,6 km za celkový čas 536 minut. Pracovní doba řidiče pro druhý den, po kterou bude rozvážet zásilky v Jihomoravském kraji, byla stanovena od 8 do 17:15 hodin. Řidič musí v rámci jeho pracovní doby vykonat pouze jednu povinnou přestávku, která byla optimalizací určena po návštěvě prodejny ve městě Brno 2.

4.1.12 Výsledek optimalizace pro Moravskoslezský kraj

Do Moravskoslezského kraje společnost zasílá v průměru 33 krabic za měsíc. Dále je z tabulky 1 zřejmé, že má společnost v Moravskoslezském kraji celkem 11 zákazníků.

Stejně, jako v případě Jihomoravského kraje, bylo zapotřebí distribuci výrobků pro Moravskoslezský kraj rozdělit do dvou dnů:

- První den řidič vozidla přejede z výchozího místa do Moravskoslezského kraje, kde přespí v penzionu ve městě Nový Jičín. Penzion je od výchozího místa vzdálený 266 km a doba přejezdu z výchozího místa do penzionu trvá 217 minut.
- Druhý den řidič vozidla provede distribuci zásilek a poté se vrátí do výchozího místa ve městě Trutnov.

Vytvořené matice vzdáleností a dob přejezdů mezi výchozím místem, jednotlivými prodejny a také penzionem jsou uvedeny v tabulce 46 a 47.

Tab. 46 Matice vzdáleností pro Moravskoslezský kraj

	Penzion	Orlová	Odry	Ostrava 1	Frydek Mistek	Ostrava 2	Haviřov 1	Vitkov	Haviřov 2	Studenka	Bohumín	Třinec	Trutnov
Penzion	0	60,8	19,9	44,3	30,9	51,7	46,7	35,4	49,8	20,1	52,4	59,8	0
Orlová	60,8	0	61,4	19,7	29,8	23,4	13,6	70	14	40,5	10,7	36	292
Odry	19,9	61,4	0	43,7	53,5	51,4	58,4	17,4	57,9	25,2	54,7	80,9	235
Ostrava 1	44,3	19,7	43,7	0	23,4	10,6	18,9	53,4	18,4	23,8	13,9	52,2	269
Frydek Mistek	30,9	29,8	53,5	23,4	0	31,1	16,1	61,4	15,1	31,4	34,5	29,3	270
Ostrava 2	51,7	23,4	51,4	10,6	31,1	0	27,8	58,3	27,3	33	16,8	53,8	277
Haviřov 1	46,7	13,6	58,4	18,9	16,1	27,8	0	68,1	1,5	38,2	20,3	26,5	283
Vitkov	35,4	70	17,4	53,4	61,4	58,3	68,1	0	66,7	34	65,1	89,7	239
Haviřov 2	49,8	14	57,9	18,4	15,1	27,3	1,5	66,7	0	37	20,5	27,8	282
Studenka	20,1	40,5	25,2	23,8	31,4	33	38,2	34	37	0	36	60	250
Bohumín	52,4	10,7	54,7	13,9	34,5	16,8	20,3	65,1	20,5	36	0	44,6	282
Třinec	59,8	36	80,9	52,2	29,3	53,8	26,5	89,7	27,8	60	44,6	0	297
Trutnov	0	292	235	269	270	277	283	239	282	250	282	297	0

Tab. 47 Matice doby přejezdů pro Moravskoslezský kraj

	Penzion	Orlová	Odry	Ostrava 1	Frydek Mistek	Ostrava 2	Haviřov 1	Vitkov	Haviřov 2	Studenka	Bohumín	Třinec	Trutnov
Penzion	0	55	25	40	28	48	48	40	49	27	43	56	0
Orlová	55	0	53	28	37	32	17	61	18	40	15	39	246
Odry	25	53	0	30	45	37	48	19	47	21	39	62	209
Ostrava 1	40	28	30	0	24	13	25	40	24	19	19	45	225
Frydek Mistek	28	37	45	24	0	29	22	52	20	27	31	25	240
Ostrava 2	48	32	37	13	29	0	32	58	31	32	19	59	235
Haviřov 1	48	17	48	25	22	32	0	56	3	36	26	28	242
Vitkov	40	61	19	40	52	58	56	0	56	30	48	74	216
Haviřov 2	49	18	47	24	20	31	3	56	0	34	25	32	241
Studenka	27	40	21	19	27	32	36	30	34	0	28	52	214
Bohumín	43	15	39	19	31	19	26	48	25	28	0	50	235
Třinec	56	39	62	45	25	59	28	74	32	52	50	0	254
Trutnov	0	246	209	225	240	235	242	216	241	214	235	254	0

Pro potřeby optimalizace jsou v tabulce 48 zobrazeny provozní doby kamenných prodejen sídlících v Moravskoslezském kraji.

Tab. 48 Provozní doby prodejen v Moravskoslezském kraji

Provozní doba		
Orlová	8:00 - 12:00	12:00 - 18:00
Odry	8:00 - 12:00	12:00 - 16:00
Ostrava 1	10:00 - 12:00	12:00 - 16:00
Frydek Mistek	9:00 - 12:00	12:00 - 17:00
Ostrava 2	9:00 - 12:00	12:00 - 13:00
Haviřov 1	10:00 - 12:00	12:00 - 18:00
Vitkov	8:00 - 12:30	13:30 - 16:00
Haviřov 2	8:30 - 12:00	12:00 - 19:00
Studenka	8:00 - 13:00	14:30 - 16:30
Bohumín	8:00 - 12:00	13:00 - 16:00
Třinec	8:00 - 12:00	12:00 - 17:00

Výsledek optimalizace distribučních tras je uveden v tabulce 49.

Tab. 49 Optimální řešení pro Moravskoslezský kraj

	Penzion	Orlová	Odry	Ostrava 1	Frydek Mistek	Ostrava 2	Haviřov 1	Vitkov	Haviřov 2	Studenka	Bohumín	Třinec	Trutnov	Přijezd
Penzion	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7:30:00
Orlová	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	11:05:00
Odry	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	8:00:00
Ostrava 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12:37:00
Frydek Mistek	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	9:31:00
Ostrava 2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11:49:00
Haviřov 1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	10:34:00
Vitkov	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	8:24:00
Haviřov 2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10:42:00
Studenka	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8:59:00
Bohumín	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	11:25:00
Třinec	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	10:01:00
Trutnov	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16:27:00

Na základě provedené optimalizace bylo zjištěno, že řidič při rozvozu zásilek v Moravskoslezském kraji ujede celkem 481,1 km za celkový čas 532 minut.

Pracovní doba řidiče byla stanovena od 7:30 do 16:30 hodin. V rámci pracovní doby musí řidič absolvovat pouze jednu povinnou přestávku, která byla optimalizací určena po návštěvě prodejny ve městě Ostrava 2.

4.1.13 Výsledek optimalizace pro Plzeňský kraj

Společnost XY má v Plzeňském kraji 11 zákazníků a ke každému zákazníkovi je zapotřebí dovézt v průměru tři krabice. Z důvodu časové náročnosti rozvozu zásilek bylo opět zapotřebí distribuci výrobků pro Plzeňský kraj rozdělit do dvou dnů:

- První den řidič vozidla přejede do penzionu, kde přespí. Penzion, se nachází v Plzeňském kraji ve městě Klatovy a od výchozího místa je vzdálený 314 km. Doba přejezdu mezi výchozím místem a penzionem trvá 241 minut.
- Druhý den bude provedena distribuce zásilek pro Plzeňský kraj, po které se řidič vozidla vrátí do výchozího místa ve městě Trutnov.

Pro potřeby optimalizace byly vytvořeny matice vzdáleností a dob přejezdů, které jsou uvedeny v tabulce 50 a 51.

Tab. 50 Matice vzdáleností pro Plzeňský kraj

	Penzion	Plzeň 1	Plzeň 2	Rokycany	Nýřany	Sušice	Třemošná	Janovice nad Úhlavou	Horáždovice	Plzeň 3	Zbiroh	Plzeň 4	Trutnov
Penzion	0	43,3	54,7	56,3	51,3	27,2	52,5	10,5	34,1	47,3	76,7	44,3	0
Plzeň 1	43,3	0	10,5	14,7	25,3	71,5	21,7	53,9	53,4	9,5	44	12,7	238,5
Plzeň 2	54,7	10,5	0	13,9	34,5	82,5	10,9	62,9	62,9	4,4	39	6,6	232
Rokycany	56,3	14,7	13,9	0	36,2	80,2	21,4	64,5	62,1	19,1	29,9	19,6	224,5
Nýřany	51,3	25,3	34,5	36,2	0	77,3	23,5	57,6	72,3	17,6	61	15,7	268,6
Sušice	27,2	71,5	82,5	80,2	77,3	0	78,6	34,1	19,2	71,6	94,8	70,6	284,3
Třemošná	52,5	21,7	10,9	21,4	23,5	78,6	0	59,5	73,6	12,1	39,2	9,6	240,3
Janovice nad Úhlavou	10,5	53,9	62,9	64,5	57,6	34,1	59,5	0	42,9	52,4	89,4	51,4	298,1
Horáždovice	34,1	53,4	62,9	62,1	72,3	19,2	73,6	42,9	0	59	77,2	62,7	268,8
Plzeň 3	47,3	9,5	4,4	19,1	17,6	71,6	12,1	52,4	59	0	44,9	3,8	251,6
Zbiroh	76,7	44	39	29,9	61	94,8	39,2	89,4	77,2	44,9	0	40,7	218,5
Plzeň 4	44,3	12,7	6,6	19,6	15,7	70,6	9,6	51,4	62,7	3,8	40,7	0	250,5
Trutnov	0	238,5	232	224,5	268,6	284,3	240,3	298,1	268,8	251,6	218,5	250,5	0

Tab. 51 Matice doby přejezdů pro Plzeňský kraj

	Penzion	Plzeň 1	Plzeň 2	Rokycany	Nýřany	Sušice	Třebošná	Janovice nad Úhlavou	Horáždovice	Plzeň 3	Zbiroh	Plzeň 4	Trutnov
Penzion	0	53	51	53	48	31	64	13	31	49	64	53	0
Plzeň 1	53	0	12	15	19	69	24	52	52	13	28	20	180
Plzeň 2	51	12	0	13	23	77	14	55	61	8	26	12	173
Rokycany	53	15	13	0	24	77	23	57	59	17	21	23	172
Nýřany	48	19	23	24	0	74	26	52	64	21	37	18	187
Sušice	31	69	77	77	74	0	86	37	19	76	92	75	222
Třebošná	64	24	14	23	26	86	0	63	75	17	42	16	193
Janovice nad Úhlavou	13	52	55	57	52	37	63	0	41	53	70	54	222
Horáždovice	31	52	61	59	64	19	75	41	0	60	77	68	207
Plzeň 3	49	13	8	17	21	76	17	53	60	0	32	10	177
Zbiroh	64	28	26	21	37	92	42	70	77	32	0	38	160
Plzeň 4	53	20	12	23	18	75	16	54	68	10	38	0	182
Trutnov	0	180	173	172	187	222	193	222	207	177	160	182	0

Dále jsou pro potřeby optimalizace v tabulce 52 zobrazeny provozní doby kamenných prodejen sídlících v Plzeňském kraji.

Tab. 52 Provozní doby prodejen v Plzeňském kraji

Provozní doba		
Plzeň 1	9:00 - 12:00	13:00 - 15:00
Plzeň 2	9:00 - 12:00	12:00 - 20:00
Rokycany	8:00 - 12:00	12:00 - 16:00
Nýřany	9:00 - 12:00	13:00 - 17:00
Sušice	9:00 - 12:00	12:00 - 17:00
Třebošná	8:00 - 12:00	12:00 - 17:00
Janovice nad Úhlavou	8:00 - 12:00	13:00 - 17:00
Horáždovice	8:00 - 12:00	13:00 - 17:00
Plzeň 3	8:00 - 12:00	12:00 - 18:00
Zbiroh	8:00 - 12:00	12:00 - 16:15
Plzeň 4	9:00 - 12:00	12:00 - 18:00

Výsledek optimalizace distribučních tras pro Plzeňský kraj je uveden v tabulce 53. Na základě optimalizace bylo zjištěno, že řidič při rozvozu zásilek v Plzeňském kraji ujede celkem 442,8 km za celkový čas 482 minut.

Tab. 53 Optimální řešení pro Plzeňský kraj

	Penzion	Plzeň 1	Plzeň 2	Rokycany	Nýřany	Sušice	Třebošná	Janovice nad Úhlavou	Horáždovice	Plzeň 3	Zbiroh	Plzeň 4	Trutnov	Přijezd
Penzion	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	8:00:00
Plzeň 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	10:21:00
Plzeň 2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12:08:00
Rokycany	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	12:56:00
Nýřany	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	11:05:00
Sušice	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	9:00:00
Třebošná	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11:49:00
Janovice nad Úhlavou	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8:13:00
Horáždovice	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9:24:00
Plzeň 3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10:39:00
Zbiroh	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	13:22:00
Plzeň 4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	11:28:00
Trutnov	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16:07:00

Pracovní doba řidiče, po kterou bude provádět distribuci výrobků pro Plzeňský kraj, byla stanovena od 8 do 16:15 hodin. Jelikož pracovní doba řidiče nepřekročila 9,5 hodiny, musí řidič vykonat pouze jednu povinnou přestávku, která na základě optimalizace byla stanovena po návštěvě prodejny ve městě Plzeň 2.

4.1.14 Výsledek optimalizace pro Jihočeský kraj

Společnost má v Jihočeském kraji 10 zákazníků a ke každému zákazníkovi je zapotřebí dovézt v průměru tři krabice. Jelikož je rozvoz zásilek pro Jihočeský kraj z časového hlediska jeden z nejvíce náročných, bylo opět zapotřebí rozdělit distribuci výrobků do dvou dnů:

- První den řidič vozidla přejede z výchozí místa do penzionu, který se nachází ve městě České Budějovice. Penzion je od výchozího místa vzdálený 293 km a doba přejezdu z výchozího místa do penzionu trvá 188 minut.
- Druhý den bude provedena distribuce zásilek, po které se řidič vozidla vrátí do výchozího místa.

V tabulkách 54 a 55 jsou pro potřeby optimalizace uvedeny vytvořené matice vzdáleností a dob přejezdů mezi výchozím místem, jednotlivými prodejny a také penzionem.

Tab. 54 Matice vzdáleností pro Jihočeský kraj

	Penzion	České Budějovice 1	Tábor	Lišov	Strakonice	Písek	Týn nad Vltavou	Vyšší Brod	České Budějovice 2	Suchdol nad Lužnicí	Hluboká nad Vltavou	Trutnov
Penzion	0	1,9	63,3	13	55,5	50,8	31,9	57,5	1,8	36,3	9,7	0
České Budějovice 1	1,9	0	62,3	13,1	56,1	51,3	32,6	59,7	0,35	37,3	10,6	293
Tábor	63,3	62,3	0	64,3	71,8	51,4	37	114	62,4	73,1	59	240
Lišov	13	13,1	64,3	0	65,9	60,4	40,1	62,5	13,4	33,5	16,9	262
Strakonice	55,5	56,1	71,8	65,9	0	22,3	47,6	98,5	56,7	98,3	52,3	310
Písek	50,8	51,3	51,4	60,4	22,3	0	35,1	95,7	52,1	93,7	47,7	260
Týn nad Vltavou	31,9	32,6	37	40,1	47,6	35,1	0	82,9	32,6	63,4	22,9	259
Vyšší Brod	57,5	59,7	114	62,5	98,5	95,7	82,9	0	51,2	65,1	61	344
České Budějovice 2	1,8	0,35	62,4	13,4	56,7	52,1	32,6	51,2	0	38,1	11,8	293
Suchdol nad Lužnicí	36,3	37,3	73,1	33,5	98,3	93,7	63,4	65,1	38,1	0	48	255
Hluboká nad Vltavou	9,7	10,6	59	16,9	52,3	47,7	22,9	61	11,8	48	0	257
Trutnov	0	293	240	262	310	260	259	344	293	255	257	0

Tab. 55 Matice doby přejezdů pro Jihočeský kraj

	Penzion	České Budějovice 1	Tábor	Lišov	Strakonice	Písek	Týn nad Vltavou	Vyšší Brod	České Budějovice 2	Suchdol nad Lužnicí	Hluboká nad Vltavou	Trutnov
Penzion	0	5	49	15	50	43	32	57	5	46	14	0
České Budějovice 1	5	0	43	17	53	47	35	63	4	51	16	192
Tábor	49	43	0	40	74	56	39	92	43	60	56	159
Lišov	15	17	40	0	59	58	35	63	18	33	19	196
Strakonice	50	53	74	59	0	25	48	99	56	95	48	213
Písek	43	47	56	58	25	0	37	91	51	87	42	178
Týn nad Vltavou	32	35	39	35	48	37	0	83	35	58	21	211
Vyšší Brod	57	63	92	63	99	91	83	0	53	64	60	242
České Budějovice 2	5	4	43	18	56	51	35	53	0	45	19	192
Suchdol nad Lužnicí	46	51	60	33	95	87	58	64	45	0	50	215
Hluboká nad Vltavou	14	16	56	19	48	42	21	60	19	50	0	197
Trutnov	0	192	159	196	213	178	211	242	192	215	197	0

Dále jsou v tabulce 56 pro potřeby optimalizace zobrazeny provozní doby jednotlivých prodejen sídlících v Jihočeském kraji.

Tab. 56 Provozní doby prodejen v Jihočeském kraji

Provozní doba		
České Budějovice 1	9:00 - 12:00	12:00 - 16:00
Tábor	9:30 - 12:00	13:00 - 17:00
Lišov	8:30 - 12:00	12:30 - 17:00
Strakonice	8:30 - 12:00	12:30 - 16:00
Písek	9:00 - 12:00	12:00 - 17:00
Týn nad Vltavou	9:00 - 12:00	13:00 - 17:00
Vyšší Brod	7:00 - 11:30	12:00 - 15:00
České Budějovice 2	9:00 - 12:00	12:00 - 17:00
Suchdol nad Lužnicí	8:00 - 12:00	14:00 - 17:00
Hluboká nad Vltavou	9:00 - 12:00	12:00 - 15:00

Výsledek optimalizace distribučních tras pro Jihočeský kraj je zobrazen v tabulce 57.

Tab. 57 Optimální řešení pro Jihočeský kraj

	Penzion	České Budějovice 1	Tábor	Lišov	Strakonice	Písek	Týn nad Vltavou	Vyšší Brod	České Budějovice 2	Suchdol nad Lužnicí	Hluboká nad Vltavou	Trutnov	Příjezd
Penzion	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	6:00:00
České Budějovice 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	9:19:00
Tábor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	13:25:00
Lišov	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	8:47:00
Strakonice	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	11:29:00
Písek	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11:59:00
Týn nad Vltavou	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	10:06:00
Vyšší Brod	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7:00:00
České Budějovice 2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9:10:00
Suchdol nad Lužnicí	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8:09:00
Hluboká nad Vltavou	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	9:40:00
Trutnov	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16:39:00

Na základě optimalizace bylo zjištěno, že řidič při distribuci zásilek v Jihočeském kraji ujede celkem 564,65 km za celkový čas 611 minut. Z důvodu časové

náročnosti distribuce výrobků pro Jihočeský kraj, bylo zapotřebí pracovní dobu řidiče navýšit. Pracovní doba řidiče byla stanovena od 6 do 16:45 hodin. Z důvodu překročení 9,5hodinové pracovní doby bylo dále zapotřebí navýšit počet povinných přestávek, které řidič musí absolvovat. První povinná přestávka byla optimalizací stanovena po návštěvě prodejny ve městě Týn nad Vltavou. Druhá povinná přestávka poté byla optimalizací určena po návštěvě prodejny ve městě Tábor.

4.2 Porovnání současného a navrhovaného stavu distribuce

Na základě optimalizace distribučních tras bylo zjištěno, že po časové stránce je distribuce výrobků bez využití služeb dopravní společnosti, a tedy pouze ze strany společnosti XY možná. Dále bylo zjištěno, že distribuce výrobků do všech prodejen bude trvat 18 dnů, a že řidič v rámci distribuce ujede celkem 7 570 km.

Pokud by společnost XY ukončila spolupráci s dopravní společností a zřídila si svou vlastní distribuční službu, musela by, jak již bylo zmíněno v podkapitole 3.2, provést následující investice:

- koupi užitkového vozidla,
- zaměstnání nového zaměstnance, který by zajišťoval pozici řidiče,
- úhradu pravidelných servisních nákladů,
- úhradu pohonných hmot,
- úhradu silničních daní a dálničních známek,
- úhradu zákonného a havarijního pojištění,
- úhradu cestovních náhrad a výdajů na ubytování.

V následujícím textu práce, budou pro potřeby finančního porovnání současného a navrhovaného stavu distribuce, veškeré výše uvedené investice podrobně rozebrány.

Jaké vozidlo by pro distribuci výrobků společnosti bylo vhodné zakoupit lze určit na základě výpočtu potřebného objemu přepravního prostoru vozidla V_A , pro který se využijí data z tabulky 1 a také informace o rozměrech jedné přepravní krabice.

Pro potřeby výpočtu objemu přepravního prostoru vozidla je zapotřebí nejprve vypočítat objem jedné krabice V_K , který získáme následujícím způsobem:

$$V_K = a \times b \times c = 0,6 \times 0,4 \times 0,4 = 0,096 \text{ m}^3. \quad (4.22)$$

Objem jedné přepravní krabice činí $0,096 \text{ m}^3$. Pokud se tento objem jedné krabice vynásobí s maximálním objednaným počtem krabic N_{max} , který je uvedený v tabulce 1, získá se potřebný objem přepravního prostoru vozidla následujícím způsobem:

$$V_A = V_K \times N_{max} = 0,096 \times 35 = 3,36 \text{ m}^3. \quad (4.23)$$

Potřebný objem přepravního prostoru vozidla je $3,36 \text{ m}^3$. Na základě provedeného průzkumu a na základě vypočteného objemu přepravního prostoru vozidla lze tvrdit, že pro distribuci výrobků společnosti XY bude dostačující zakoupit užitkové vozidlo dodávkové typu, které spadá dle zákona č. 56/2001 Sb. (Sbírka zákonů, 2001) do kategorie vozidel N1, jejichž nejvyšší přípustná hmotnost nepřevyšuje 3,5 tuny.

Pro potřeby finančního porovnání současného a navrhovaného stavu distribuce výrobků společnosti bylo vybráno vozidlo, jehož pořizovací cena bez DPH je ve výši 615 150 Kč (s DPH 744 322 Kč). Objem nákladového prostoru vybraného vozidla činí $4,4 \text{ m}^3$ a průměrná spotřeba vozidla je 7 l/100 km. Dále je pro potřeby finančního porovnání zapotřebí stanovit především měsíční odpis vozidla, který byl vypočítán rovnoměrným způsobem z pořizovací ceny bez DPH a činí 10 253 Kč za měsíc.

Dalším měsíčním nákladem pro společnost XY by v případě zřízení vlastní distribuční služby byla výplata mzdy řidiči vozidla. Hrubá mzda pro řidiče byla stanovena ve výši 30 400 Kč. Tato částka by ovšem pro společnost XY byla dále ještě navýšená o sociální a zdravotní pojištění hrazené ze strany zaměstnavatele, a tudíž by celkové měsíční mzdové náklady pro společnost XY činily 40 676 Kč.

Pravidelné servisní náklady byly na základě provedeného průzkumu stanoveny ve výši 5 500 Kč za měsíc. Dále bylo zapotřebí vypočítat měsíční náklady spojené s úhradou pohonných hmot, které se určily pomocí průměrné spotřeby vozidla a také pomocí počtu ujetých kilometrů při distribuci výrobků. Náklady na úhradu pohonných hmot při průměrné ceně paliva 44,50 Kč/l byly stanoveny ve výši 23 581 Kč za měsíc.

Další měsíční náklad souvisí s úhradou silničních daní a dálničních známek. Silniční daň pro vybrané vozidlo činí 936 Kč za rok, tj. 78 Kč za měsíc. Cena roční dálniční známky je v současné době ve výši 1 500 Kč, tzn. 125 Kč za měsíc.

Cena zákonného pojištění, kterou je také zapotřebí promítnout do potenciálních měsíčních nákladů na distribuci výrobků společnosti, byla na základě provedeného průzkumu stanovena ve výši 7 682 Kč (640 Kč za měsíc). Cena havarijního pojištění byla stejně jako cena zákonného pojištění stanovena na základě průzkumu a činí 13 970 Kč za rok (1 164 Kč za měsíc).

Dále je zapotřebí určit výši měsíčních cestovních náhrad řidiči vozidla, na které má nárok z důvodu čtyř pracovních cest, které je nezbytné v rámci distribuce výrobků pro Jihomoravský, Moravskoslezský, Plzeňský a Jihočeský kraj absolvovat. Na základě zákoníku práce má řidič vozidla v rámci cestovních náhrad nárok na úhradu stravného a také výdajů na ubytování. Stravné bylo na základě zákoníku práce § 163 odst. 1 (Sbírka zákonů, 2006) stanovené ve výši 120 Kč za jednu pracovní cestu. V případě čtyř pracovních cest vychází výše stravného na 480 Kč za měsíc. Úhrada výdajů na ubytování byla stanovena ve výši 700 Kč za jednu pracovní cestu. V případě čtyř pracovních cest bude úhrada výdajů na ubytování ve výši 2 800 Kč za měsíc.

Celkové potenciální měsíční náklady, které by společnosti XY v případě zřízení vlastní distribuční služby vznikly, jsou ve výši 85 297 Kč. Dále je zapotřebí tyto potenciální měsíční náklady porovnat se skutečnými měsíčními náklady na distribuci výrobků společnosti. Výše skutečných měsíčních nákladů na distribuci výrobků, je získána jako součin celkového počtu objednaných krabic za měsíc z tabulky 1 a ceny, kterou společnost XY hradí dopravní společnosti za doručení jedné krabice k zákazníkovi.

Skutečné měsíční náklady na distribuci výrobků jsou 76 680 Kč, což je o 8 617 Kč méně než v případě potenciálních měsíčních nákladů. Z tohoto důvodu lze konstatovat, že z finančního hlediska je současný stav distribuce výrobků společnosti XY výhodnější variantou než navrhovaný stav distribuce, který by vyžadoval zřízení vlastní distribuční služby.

5 Doporučení pro společnost

Na základě finančního porovnání současného a navrhovaného stavu distribuce výrobků bylo zjištěno, že výhodnější variantou je využití služeb dopravní společnosti, tzn. současný stav distribuce. Důležité je ovšem zmínit, že veškeré výpočty byly prováděny pouze na základě měsíčních dat. Pro komplexní určení výhodnějšího stavu distribuce je zapotřebí, aby společnost XY vzala v úvahu nejenom měsíční data, ale veškerá data, která souvisejí s odbytem, resp. s počtem rozvážených krabic.

Důvodem pro posouzení veškerých dat, která souvisejí s počtem rozvážených krabic je, že pokud by došlo k růstu poptávky po výrobcích společnosti a celkový počet objednaných krabic za měsíc by z původního počtu 426 krabic vzrostl na 474, výhodnější variantou by po finanční stránce byla možnost zřízení vlastní distribuční služby, tzn. navrhovaný stav distribuce.

V případě zřízení vlastní distribuční služby by dále bylo zapotřebí zajistit synchronizaci objednávek od zákazníků. Zajištění synchronizace objednávek je důležité především pro potřeby distribuce výrobků do jednotlivých prodejen, které byly rozděleny do jednotlivých krajů. Pro využití výše naplánovaných distribučních tras je zapotřebí, aby společnost XY zajistila, že všechny prodejny z daného kraje provedou objednávku do určitého stanoveného termínu.

Dále, jak bylo uvedeno v kapitole 4, při řešení úlohy byli pro zjednodušení zákazníci rozděleni do jednotlivých krajů. Pokud by byla úloha řešena komplexně, tj. pro všechny zákazníky najednou, nebylo by možné získat optimální řešení v reálném čase. Důvodem je fakt, že výpočetní náročnost úlohy obchodního cestujícího je enormně vysoká, navíc by bylo v tomto případě nutné do matematického modelu zahrnout i požadavky zákazníků, tj. objem dodávek, a omezenou kapacitu vozidla. Jednalo by se tedy o rozvozní úlohu. Jednou z možností, jak řešit takovou úlohu, je aplikace některé z heuristických metod, samozřejmě po příslušné modifikaci. Vzhledem ke složitosti omezujících podmínek, je však reálné zpracování takové heuristické metody nad rámec této práce.

Závěr

Předložená práce se zabývala optimalizací distribučních tras společnosti XY. Cílem diplomové práce bylo provést analýzu logistických procesů u zvolené společnosti a naplánovat trasy obsahující adresy všech zákazníků, které je zapotřebí navštívit za účelem distribuce výrobků společnosti tak, aby se minimalizovala celková délka těchto tras. Dalším cílem diplomové práce bylo zjistit, zda pro zvolenou společnost, která v současné době pro distribuci svých výrobků využívá služeb jedné dopravní společnosti, se po finanční stránce vyplatí, zřídit si svou vlastní distribuční službu a spolupráci s dopravní společností ukončit.

Veškeré stanovené cíle diplomové práce považuji za splněné. Teoretická část diplomové práce byla rozdělena na dvě oblasti. První oblast teoretické části práce byla věnována především distribuci výrobků, požadavkům na dopravní firmy a také výhodám a nevýhodám silniční dopravy. Druhá oblast teoretické části práce byla zaměřena na vysvětlení problematiky optimalizace dopravy s využitím úlohy obchodního cestujícího a jejích modifikací.

Praktická část diplomové práce byla věnována představení společnosti XY a popisu jejího současného a také navrhovaného stavu distribuce výrobků. Dále byly v praktické části závěrečné práce využity matematické modely úlohy obchodního cestujícího, které byly popsány v teoretické části práce a které se využily pro optimalizaci naplánovaných distribučních tras společnosti XY.

Po optimalizaci naplánovaných distribučních tras byla provedena finanční analýza jak současného, tak navrhovaného stavu distribuce výrobků. Na základě výsledků analýzy byly oba stavy distribuce z finančního hlediska porovnány a bylo zjištěno, že v současné době se společnosti XY nevyplatí ukončit spolupráci s dopravní společností a zřídit si svou vlastní distribuční službu. V závěru diplomové práce byla poté uvedena jednotlivá doporučení pro společnost a také předpoklady, na základě kterých, by po finanční stránce bylo výhodné zřídit vlastní distribuční službu společnosti XY.

Seznam literatury

- AUSIELLO, Giorgio, Vincenzo BONIFACI a Luigi LAURA. *The on-line asymmetric traveling salesman problem*. *ScienceDirect*. 2008, 6, 290-298.
- BEKTAS, Tolga. *The Multiple Traveling Salesman Problem: an Overview of Formulations and Solution Procedures*. *Omega*. 2006, 34, 209-219.
- ČUJAN, Zdeněk a Zdeněk MÁLEK. *Základy logistiky*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2008. ISBN 978-80-7318-729-3.
- FÁBRY, Jan. *Dynamické okružní a rozvozní úlohy*. Disertační práce. VŠE Praha, 2006.
- FÁBRY, Jan. *Okružní a rozvozní úlohy*. Habilitační práce. VŠE Praha, 2014.
- GENDREAU, Michel, François GUERTIN a Jean-Yves POTVIN a Éric TAILLARD. *Parallel Tabu Search for Real-Time Vehicle Routing and Dispatching*. *Transportation Science*. 1999, 33, 381-390.
- GROS, Ivan, Ivan BARANČÍK a Zdeněk ČUJAN. *Velká kniha logistiky*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN 978-80-7080-952-5.
- JABLONSKÝ, Josef. *Programy pro matematické modelování*. Praha: Oeconomica, 2011. 978-80-245-1810-7.
- LAMBERT, Douglas M. *Supply Chain Management: Processes, Partnership, Performance*. Jacksonville: Supply Chain Management Institute, 2008. ISBN: 978-09-7599-493-1.
- MPL [online]. Arlington: Maximal Software, 2016 [2022-10-10]. Dostupné z: <http://www.maximalsoftware.com/>.
- MULAČOVÁ, Věra a kol. *Obchodní podnikání ve 21. století*. Praha: Grada publishing, 2013. ISBN 978-80-247-4780-4.
- NOVÁK, Radek a kol. *Mezinárodní silniční nákladní přeprava a zasilatelství*. Praha: Nakladatelství C.H. Beck-CZ, 2018. ISBN 978-80-7400-041-6.
- PELIKÁN, Jan. *Diskrétní modely v operačním výzkumu*. Praha: Professional Publishing, 2001. ISBN 8086419177.

ResearchGate [online]. Boston: Springer, Boston, MA, 2013 [2022-08-22].
Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/304196990_Traveling_Salesman_Problem.

ResearchGate [online]. Heidelberg: Springer, 2000 [2022-08-24].
Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/279357121_Integer_Programming_and_Network_Models.

Sbírka zákonů [online]. Česká republika: Zákony pro lidi, 2001 [2022-09-10].
Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-56>.

Sbírka zákonů [online]. Česká republika: Zákony pro lidi, 2006 [2022-09-10].
Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-262>.

SVOZILOVÁ, Alena. *Projektový management, Systémový přístup k řízení projektů 3., aktualizované a rozšířené vydání*. Praha: Grada publishing, 2016. ISBN 978-80-271-0075-0.

ŠTŮSEK, Jaromír. *Řízení provozu v logistických řetězcích*. Praha: C. H. Beck pro praxi, 2007. ISBN 978-80-7179-534-6.

TEICHMANN, Dušan a Michal DORDA. Úloha obchodního cestujícího s částečně řízenou obsluhou vrcholů. PERNER'S CONTACTS. 2011, IV, 375-381.

ŽEMLIČKA, Zdeněk a kol. *Doprava a přeprava*. Praha: NADATUR spol. s. r. o., 2010. ISBN 978-80-7270-036-3.

ŽEMLIČKA, Zdeněk a Jaroslav MYNÁŘÍK. *Doprava a přeprava*. Praha: NADATUR spol. s. r. o., 2008. ISBN 978-80-7270-030-1.

Seznam obrázků a tabulek

Seznam obrázků

Obr. 1 Ukázka prostředí programu MPL for Windows	26
--	----

Seznam tabulek

Tab. 1 Přehled počtu zákazníků a jejich požadavků.....	37
Tab. 2 Matice vzdáleností pro Liberecký kraj	38
Tab. 3 Matice doby přejezdů pro Liberecký kraj	38
Tab. 4 Provozní doby prodejen v Libereckém kraji.....	39
Tab. 5 Optimální řešení pro Liberecký kraj.....	39
Tab. 6 Matice vzdáleností pro Středočeský kraj	40
Tab. 7 Matice doby přejezdů pro Středočeský kraj.....	40
Tab. 8 Provozní doby prodejen ve Středočeském kraji	41
Tab. 9 Optimální řešení pro Středočeský kraj	41
Tab. 10 Matice vzdáleností pro Ústecký kraj	42
Tab. 11 Matice doby přejezdů pro Ústecký kraj.....	42
Tab. 12 Provozní doby prodejen v Ústeckém kraji	42
Tab. 13 Optimální řešení pro Ústecký kraj	43
Tab. 14 Matice vzdáleností pro kraj Praha	43
Tab. 15 Matice doby přejezdů pro kraj Praha.....	44
Tab. 16 Provozní doby prodejen v kraji Praha.....	44
Tab. 17 Optimální řešení pro kraj Praha	45
Tab. 18 Matice vzdáleností pro kraj Vysočina	45
Tab. 19 Matice doby přejezdů pro kraj Vysočina.....	46
Tab. 20 Provozní doby prodejen v kraji Vysočina.....	46
Tab. 21 Optimální řešení pro kraj Vysočina.....	46

Tab. 22 Matice vzdáleností pro Královéhradecký kraj	47
Tab. 23 Matice doby přejezdů pro Královéhradecký kraj.....	47
Tab. 24 Provozní doby prodejen v Královéhradeckém kraji	48
Tab. 25 Optimální řešení pro Královéhradecký kraj	48
Tab. 26 Matice vzdáleností pro Olomoucký kraj.....	49
Tab. 27 Matice doby přejezdů pro Olomoucký kraj	49
Tab. 28 Provozní doby prodejen v Olomouckém kraji.....	49
Tab. 29 Optimální řešení pro Olomoucký kraj	50
Tab. 30 Matice vzdáleností pro Pardubický kraj	50
Tab.31 Matice doby přejezdů pro Pardubický kraj.....	51
Tab. 32 Provozní doby prodejen v Pardubickém kraji	51
Tab. 33 Optimální řešení pro Pardubický kraj	51
Tab. 34 Matice vzdáleností pro Karlovarský kraj	52
Tab.35 Matice doby přejezdů pro Karlovarský kraj.....	52
Tab. 36 Provozní doby prodejen v Karlovarském kraji	53
Tab. 37 Optimální řešení pro Karlovarský kraj	53
Tab. 38 Matice vzdáleností pro Zlínský kraj	54
Tab. 39 Matice doby přejezdů pro Zlínský kraj	54
Tab. 40 Provozní doby prodejen ve Zlínském kraji.....	55
Tab. 41 Optimální řešení pro Zlínský kraj.....	55
Tab. 42 Matice vzdáleností pro Jihomoravský kraj	56
Tab. 43 Matice doby přejezdů pro Jihomoravský kraj	57
Tab. 44 Provozní doby prodejen v Jihomoravském kraji	57
Tab. 45 Optimální řešení pro Jihomoravský kraj	57
Tab. 46 Matice vzdáleností pro Moravskoslezský kraj	58
Tab. 47 Matice doby přejezdů pro Moravskoslezský kraj	59

Tab. 48 Provozní doby prodejen v Moravskoslezském kraji.....	59
Tab. 49 Optimální řešení pro Moravskoslezský kraj.....	59
Tab. 50 Matice vzdáleností pro Plzeňský kraj	60
Tab. 51 Matice doby přejezdů pro Plzeňský kraj	61
Tab. 52 Provozní doby prodejen v Plzeňském kraji.....	61
Tab. 53 Optimální řešení pro Plzeňský kraj.....	61
Tab. 54 Matice vzdáleností pro Jihočeský kraj	62
Tab. 55 Matice doby přejezdů pro Jihočeský kraj.....	63
Tab. 56 Provozní doby prodejen v Jihočeském kraji	63
Tab. 57 Optimální řešení pro Jihočeský kraj	63

Seznam příloh

Příloha 1 Ukázka krabice o rozměru 60x40x40 cm	75
Příloha 2 Zápis modelu v prostředí programu MPL for Windows	76

Příloha 1 Ukázka krabice o rozměru 60x40x40 cm



Příloha 2 Zápis modelu v prostředí programu MPL for Windows

```
File Edit Search Project Run View Graph Options Window Help
[Icons]
TITLE DiplomovaPrace;
OPTIONS
ExcelWorkBook="Kraj.xls";

INDEX
i:=EXCELRange("misto");
j:=i;

DATA
c[i,j]:=ExcelRange("vzdalenost");
dmez[i]:=60*ExcelRange("dmez");
hmez[i]:=60*ExcelRange("hmez");
dmez2[i]:=60*ExcelRange("dmez2");
hmez2[i]:=60*ExcelRange("hmez2");
dmezP1:=570;
hmezP1:=630;
dmezP2:=810;
hmezP2:=870;
S[i]:= ExcelRange("predani");
d[i,j]:=ExcelRange("doba_prejezdu");

BINARY VARIABLES
x[i,j] Export to ExcelRange("reseni");
y1[i];
y2[i];
v1[i];
v2[i];

INTEGER VARIABLES
t[i] Export to ExcelRange("prijezd");

VARIABLES
delka Export to ExcelRange("celkem");
doba Export to ExcelRange("celkemcas");

MODEL
MIN z=delka+1/1000000*sum(t);

SUBJECT TO
odkud[i]:sum(j:x[i,j])=1;
kam[j]:sum(i:x[i,j])=1;
okna1[i]:dmez[i]-10000*(1-y1[i])<=t[i];
okna2[i]:t[i]<=hmez[i]+10000*(1-y1[i]);
okna3[i]:dmez2[i]-10000*(1-y2[i])<=t[i];
okna4[i]:t[i]<=hmez2[i]+10000*(1-y2[i]);
P1[i>1]:dmezP1*v1[i]+dmezP2*v2[i]-10000*(1-v1[i]-v2[i])<=t[i]+S[i];
P2[i>1]:t[i]+S[i]<=hmezP1*v1[i]+hmezP2*v2[i]+10000*(1-v1[i]-v2[i]);
plati[i]:y1[i]+y2[i]=1;
cas[i,j>1]:t[i]+S[i]+d[i,j]+v1[i]*30+v2[i]*30-10000*(1-x[i,j])<=t[i:=j];
t[1]=6*60;
pracovani_doba[i>1]:t[i]+S[i]+v1[i]*30+v2[i]*30+d[i,1]*x[i,1]<=17.25*60;
delka=sum(c*x);
doba=sum(d*x)+sum(i,j:x[i,j]*S[i])+sum(v1*30)+sum(v2*30);
sum(v1)=1;
sum(v2)=1;
P3[i]:v1+v2<=1;

END
```

ANOTAČNÍ ZÁZNAM

AUTOR	Kateřina Řeháčková		
STUDIJNÍ PROGRAM/OBOR/SPECIALIZACE	specializace Řízení mezinárodních dodavatelských řetězců		
NÁZEV PRÁCE	Optimalizace distribučních tras u zvolené společnosti		
VEDOUCÍ PRÁCE	doc. Ing. Jan Fábry, Ph.D.		
KATEDRA	KRVLK - Katedra řízení výroby, logistiky a kvality	ROK ODEVZDÁNÍ	2023
POČET STRAN	78		
POČET OBRÁZKŮ	1		
POČET TABULEK	57		
POČET PŘÍLOH	2		
STRUČNÝ POPIS	<p>Práce je zaměřená na optimalizaci distribučních tras společnosti XY. Cílem diplomové práce je provést analýzu logistických procesů u zvolené společnosti a naplánovat trasy obsahující adresy všech zákazníků, které je zapotřebí navštívit za účelem distribuce výrobků společnosti tak, aby se minimalizovala celková délka těchto tras. Dalším cílem diplomové práce je zjistit, zda pro zvolenou společnost, která v současné době pro distribuci svých výrobků využívá pouze služeb dopravní společnosti, se po finanční stránce vyplatí, zřídit si svou vlastní distribuční službu či zda nadále zůstat u spolupráce s dopravní společností.</p>		
KLÍČOVÁ SLOVA	Logistika, Distribuce, Úloha obchodního cestujícího, Heuristické metody, Matematický model.		

ANNOTATION

AUTHOR	Kateřina Řeháčková		
FIELD	Specialization International Supply Chain Management		
THESIS TITLE	Optimization of distribution routes at the chosen company		
SUPERVISOR	doc. Ing. Jan Fábry, Ph.D.		
DEPARTMENT	KRVLK - Department of Production, Logistics and Quality Management	YEAR	2023
NUMBER OF PAGES			
	78		
NUMBER OF PICTURES			
	1		
NUMBER OF TABLES			
	57		
NUMBER OF APPENDICES			
	2		
SUMMARY			
	<p>The thesis is focused on optimizing distribution routes of the company XY. The aim of the thesis is to analyze the logistics processes of the chosen company and plan routes containing the addresses of all customers that need to be visited in order to distribute the company's products in such a way as to minimize the total length of these routes. Another goal of the thesis is to find out whether for the chosen company, which currently only uses the services of a transport company for the distribution of its products, it is financially worthwhile to establish its own distribution service or whether to continue working with the transport company.</p>		
KEY WORDS			
	<p>Logistics, Distribution, Traveling salesman problem, Heuristic methods, Mathematical model.</p>		