

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta**

**Katedra systémového inženýrství**



**Diplomová práce**

**Řešení problémů dopravní logistiky ve společnosti**

**BV Spectrum**

**Lucie Kurcová**

© 2015 ČZU v Praze

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra systémového inženýrství

Provozně ekonomická fakulta

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Lucie Kurcová

Veřejná správa a regionální rozvoj

Název práce

**Řešení problémů dopravní logistiky ve společnosti BV Spectrum**

Název anglicky

**Solving the problems in logistic system in BV Spectrum**

---

### Cíle práce

Hlavním cílem diplomové práce je najít řešení problémů dopravní logistiky ve vybrané společnosti za použití matematických metod.

### Metodika

- nastudování odborné literatury
- volba matematických metod
- sběr dat a použití v daném modelu
- vyhodnocení a interpretace výsledků
- ekonomická analýza

## Doporučený rozsah práce

60 – 80 stran

---

### Doporučené zdroje informací

BROŽOVÁ H., HOUŠKA M., ŠUBRT T. (2003): Základní metody operační analýzy. Česká zemědělská univerzita, Praha, ISBN 80-213-0951-2.

DANĚK J. (2006) Logistické systémy. 1.vyd. Vysoká škola báňská-Technická

DRAHOTSKÝ I., ŘEZNÍČEK B. (2003): Logistika procesy a jejich řízení. 1.vyd. COMPUTER PRESS, Brno, ISBN 80-7226-521-0.

ISBN 80-251-0573-3

Praha, ISBN 80-86031-68-3.

SIXTA J., MAČÁT V. (2005): Logistika -teorie a praxe. 1.vyd. CP BOOKS, Brno,

SVOBODA V. (2006): Doprava jako součást logistických systémů. 1.vyd. RADIX, univerzita, Ostrava, ISBN 80-248-1017.4.

---

### Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

### Vedoucí práce

doc. Ing. Milan Houška, Ph.D.

---

Elektronicky schváleno dne 30. 10. 2014

**doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 10. 11. 2014

**Ing. Martin Pelikán, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 11. 03. 2015

### Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Řešení problémů dopravní logistiky ve společnosti BV Spectrum" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 23.3.2015

---

## Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala za pomoc a cenné rady při zpracování doc. Ing. Milanu Houškovi, Ph.D., za laskavý a motivující přístup a trpělivost, které mi byly velmi nápomocné při zpracování této diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat své rodině a přátelům za veškerou podporu, kterou mi během studia byli ochotni poskytnout.

# Řešení problémů dopravní logistiky ve společnosti BV Spectrum

---

## Solving the problems in logistic system in BV Spectrum

### Souhrn

Tato diplomová práce věnuje pozornost oblasti řešení problémů dopravní logistiky ve zvolené dopravní společnosti a s tím i spojené komplikace při distribuci výrobků. Hlavním cílem práce je pomocí matematických metod, které jsou využívány pro řešení dopravních okružních jízd, najít řešení, jak nejlépe a s minimálními náklady splnit požadavky klienta pro rozvoz zboží ke stanoveným zákazníkům. S rostoucím objemem zásilek a na základě dlouholeté spolupráce dochází k postupnému převzetí kompetencí při řešení a realizování tohoto zásadního úkolu od německého klienta. Tato úloha se pro transportní společnost stává každodenní povinností, kde se klade obrovský akcent na optimalizaci vynaložených nákladů.

Prvotní část v sobě zahrnuje charakteristiku vybrané terminologie z odvětví logistiky. Dále popisuje okružní dopravní problém a víceokruhový dopravní problém. Literární část charakterizuje také matematické metody, které se aplikují při řešení dopravních úloh. Patří sem metoda ztrát, metoda nejbližšího souseda, Habrova přibližná metoda, Littlova metoda, teorie grafů a Mayerova metoda. Současně jsou prezentovány veškeré způsoby využití těchto metod. Poslední zmiňovaná metoda je použita v aplikační části pro vyřešení stanoveného logistického problému týkající se zajištění přepravy zboží z centrálního skladu ke konečnému spotřebiteli. Jako poslední krok v těchto výpočtech je využit program TPSKOSA, který provádí optimalizaci stanovených dopravních okruhů. V programu TPSKOSA je optimalizace provedena za pomoci metody větví a mezí pro ODP.

Závěrečná část interpretuje zjištěné výsledky a obsahuje ekonomickou analýzu.

## Summary

This thesis pays attention to problem solving transport logistics in the selected transport companies as well as the complications associated with product distribution. The main objective of the work is the mathematical methods that are used to solve transportation sightseeing tours, find solutions to the most minimal cost to meet customer requirements for the delivery of goods for the customers. With a growing volume of shipments and based on many years of cooperation, a gradual takeover of competencies in the design and realization of this fundamental task of the German client. This role is for a transport company becomes an everyday duties, which puts a huge emphasis on optimizing costs incurred.

The initial section includes selected terminology characteristic of the logistics industry. It also describes the orbital transport problem, a multi-circuit traffic problem. Literary part characterizes the mathematical methods that are applied in solving traffic problems. This includes loss method, nearest neighbor, Habrova approximate method, Little's method, series graphs and Mayer's method. At the same time presents all uses of these methods. The last -mentioned method is used in the application part to solve the logistical problem set him on the transportation of goods from the central warehouse to the final consumer. As a final last step in these calculations is used TPSKOSA program that performs optimization provided traffic circles. In the program TPSKOSA optimization is performed by using the method of branch and bound for PM.

The final section interprets the results and includes economic analysis.

**Klíčová slova:** doprava, logistika, matematické metody, zákazník, dopravní okružní jízdy, dopravní úlohy, zásobování, plánování dopravních cest, přepravní prostředky, dopravní systémy

**Keywords:** transport, logistics, mathematical methods, customer, transport tours, transportation jobs, supply, planning routes, transport facilities, transport systems

## Obsah

Obsah.....	3
1 Úvod.....	5
2 Cíl a metodika.....	7
2.1 Cíl práce.....	7
2.2 Metodika.....	7
3 Literární rešerše.....	9
3.1 Logistika.....	9
3.1.1. Členění logistiky.....	11
3.1.2. Cíle logistiky.....	11
3.1.3. Činnosti logistiky.....	13
3.1.4. Logistický řetězec.....	14
3.1.5. Faktory úspěšnosti logistiky.....	15
3.1.6. Outsourcing v logistice.....	16
3.2 Doprava.....	17
3.2.1. Dopravní logistika.....	19
3.2.2. Dopravní systémy.....	20
3.2.3. Druhy dopravy.....	22
Železniční doprava.....	22
Silniční doprava.....	22
Vodní doprava.....	23
Letecká doprava.....	24
Potrubní doprava.....	24
Kombinovaná doprava.....	25
3.2.4. Porovnání jednotlivých druhů dopravy.....	26
3.2.5. Dopravní sítě.....	27
3.2.6. Přepavní technologie.....	27
3.2.7. Přepavní vztahy – smluvní vztahy.....	28
3.2.8. Přepavní smlouva.....	28
3.2.9. Přepavní doklady.....	29
3.2.10. Dohoda AETR.....	30
3.2.11. Typy nákladních aut.....	31
3.2.12. Přepavní prostředky.....	33
3.2.13. Program ROUTE 66.....	34
3.3 Dopravní problém.....	35
3.3.1. Okružní dopravní problém (ODP).....	35
3.3.2. Víceokruhový dopravní problém (VODP).....	36
3.4 Matematické metody.....	37
3.4.1. Metoda ztrát.....	37
3.4.2. Metoda nejbližšího souseda.....	37
3.4.3. Habrova metoda.....	38
3.4.4. Littlova metoda.....	38
3.4.5. Teorie grafů.....	38
3.4.6. Mayerova metoda.....	39
3.5 Program TPSKOSA.....	40
4 Případová studie.....	41
4.1 Představení firmy.....	41



4.2 Formulace problému.....	42
4.3 Sestavení modelu.....	43
4.4 Matice vzdáleností.....	46
4.5 Řešení.....	47
4.6 Zhodnocení výsledků a návrh společnosti.....	63
5 Závěr.....	65
6 Seznam použitých zdrojů.....	67
Internetové zdroje:.....	68
7 Seznam použitých tabulek.....	69

# 1 Úvod

Vývoj ekonomické reality v posledních letech lze popsat nevídanou dynamikou a komplexností všech vstupů, výstupů a vnitřních souvislostí. Dnešní dobu lze charakterizovat především nabídkami na trhu a zároveň i obrovskou konkurencí. Dochází k liberalizaci trhu a vznikají společnosti na celosvětové bázi. Tyto trendy existují na základě rychlého rozvoje nových technologií, materiálů nebo strojních vybavení. Stejně tak jsou způsobeny změnami potřeb, které by se dříve vyznačovaly jako masové, ale mění se i potřeby jednotlivců. Dalším důvodem je prohlubující se segmentace trhu včetně růstu rozmanitosti potřeb a nových požadavků. Na vytváření konkurenční výhody výrobního podniku se podílí především výroba, která ovlivňuje jak výrobní náklady, tak jedinečnost produktu. Na straně jedné stojí její zajištění výrobními faktory, na straně druhé postarat se o distribuci k zákazníkovi či zprostředkovateli. Jednoduše říci, že jeden z nejdůležitějších procesů pro sladění požadavků zákazníků a zajištění konkurenční schopnosti firmy je logistika, na které se podílí každý jednatel společnosti. Její význam je akceptován po celém světě. Tato činnost ovlivňuje spokojenost zákazníků a tím i objemy prodeje.

Logistika představuje velice významné odvětví pro kvalitní fungování podnikatelské činnosti. Nejpodstatnější pro uskutečnění logistiky je existence tržního hospodářství. Ztvárňuje celkovou zásobovací strukturu až po prodej zboží, zahrnuje v sobě paralelní a nesouběžné informační systémy. Znázorňuje způsob uvažování a nachází řešení konkrétních úkolů, dále vytváří předpoklady pro dobré fungování zásobování a vybízí osobní i skupinové zájmy. V případě, že se podnik této oblasti nebude dostatečně věnovat, vzniknou určité problémy a jejich odstranění může zvyšovat náklady. Na logistiku je kladen ustavičně větší důraz, ale na prvním místě pořád stojí spotřebitel a jeho uspokojení. Zákazník je jeden z hlavních aktérů, který svou potřebou definuje možnosti tohoto podpůrného procesu.

K samotnému spuštění logistického procesu dochází na základě objednávky spotřebitele. Jakýkoliv pohyb materiálu, ať už jde o příjem zboží, uskladnění, přepravy materiálu ke zpracování či z výroby do expedice nebo samotná expedice k zákazníkovi, nelze bez logistiky uskutečnit. Ta totiž opravdu postihuje každý postup firmy.

Zasílání zboží se realizuje za pomoci dopravních systému. Obvyklým dopravním systémem je silniční doprava. Poskytuje největší možnosti využití. Lze konstatovat, že

samotný transport zboží je každodenní činností všech pracovníků v logistice. Významně ovlivňuje výsledek hospodaření, kde podnik může dosáhnout při správném plánování dopravy hotových výrobků značných úspor. Příznivého výsledku lze dosáhnout volbou vhodné strategie v oblasti plánování dopravních tras, výběrem dopravce a kladením důrazu na co nejnižší náklady. Nejednou se vyskytují komplikované situace při plánování přepravních cest, které musí odpovědný pracovník ve firmě řešit. Jsou to okolnosti, kdy musí být brány v potaz různá kritéria a omezení. Mezi důležitá omezení lze zahrnout například maximální přepravní kapacitu, maximální uskutečnitelnou vzdálenost přepravního vozidla v jednom dni a nelze pominout ani dobu, kterou smí vozidlo na cestě strávit, jelikož řidič musí dodržovat zákonem stanovené bezpečnostní přestávky.

Tento proces plánování dopravních cest může být zjednodušen aplikací matematických metod. Rozhodně by nebylo na škodu zařadit využívání těchto metod do školicích programů v rámci zvyšování kvalifikace pracovníků a zároveň by mohlo docházet k posilování firmy v oblasti konkurence.

## **2 Cíl a metodika**

### **2.1 Cíl práce**

Tato diplomová práce představuje poklad pro řešení dopravní logistiky ve vybrané společnosti. Zvolená firma, BV Spectrum, se zabývá dopravní a spediční činností, která se realizuje v rámci vnitrostátních i mezinárodních vztahů. Cílem je vyřešit nově vzniklý požadavek na zajištění přepravy hotových výrobků z centrálního skladu ke konkrétním zákazníkům.

Společnost již dlouhodobě spolupracuje se zahraničním zákazníkem, který má centrální sklad v Německu a velikost zásilek se neustále rozrůstá, proto hledá řešení, jak nejlépe a zároveň při dodržení dodací doby zajistit zboží pro příjemce. Tento požadavek přenesl na již zmiňovanou firmu a současně jí poskytl veškeré kompetence spojené s touto záležitostí. Největší akcent je kladen na splnění dodací lhůty na základě objednávek obdržených od zákazníků, a to v rámci jednoho týdne. Zboží se bude přepravovat na standardních přepravních jednotkách, což jsou „europalety“, a transport zásob bude realizován pouze jednou dopravní společností, která má k dispozici určitý počet vozidel. Cílem je navrhnout firmě optimální řešení daného logistického problému v podobě návrhu nutných okružních jízd, které musí zároveň splňovat požadavek minimálních vynaložených nákladů na realizaci přepravy zboží z centrálního skladu ke konečnému spotřebiteli. Součástí tohoto úkolu je také nastínit, která přepravní vozidla budou pro jednotlivé okružní jízdy zvoleny. Volba výběru bude záviset na kapacitním omezení daného auta.

### **2.2 Metodika**

Aby bylo dosaženo vymezeného cíle, lze zvolit následující postup. V teoretické části jsou popsány existující matematické metody použitelné pro řešení dopravních úloh, kterou jsou charakterizované na základě studia odborné literatury. Jsou určeny jejich obecné postupy, jejich funkce a jejich možná aplikace v praxi. Nejvíce je věnováno pozornosti té matematické metodě, která bude v praktické části sloužit pro výpočet a nalezení řešení stanoveného dopravního problému.

V literární pasáži jsou ještě vysvětleny další pojmy, které se vztahují k dopravní logistice. V první řadě je na místě objasnit samotný pojem logistika. Další nezbytné výrazy existující v dopravní sféře jsou zde také vysvětleny.

Aplikační část obsahuje konkrétní východisko, které bylo provedeno na základě určených parametrů, jenž jsou samotným vstupem do daného řešení. Pro navrhování jednotlivých dopravních tras je pro získání přípustného řešení aplikována Mayerova metoda pro vytváření okružních jízd výběrem minimálních prvků. U okružních jízd, které obsahují více jak tři místa vykládky, bude pomocí programu TPSKOSA uskutečněna optimalizace těchto získaných okružních jízd. Tento program dokáže vypracovat za pomoci naprogramovaného algoritmu výpočet možných kombinací zařazením těchto míst v rámci okruhu. Pro zhodnocení je použit jeho výstup ve formě přehledu ujetých vzdáleností pro jednotlivé dopravní okruhy. Do řešení je zařazen okruh, který splňuje nejkratší ujetou vzdálenost. Metoda, která byla využita pro optimalizaci, se nazývá metoda větví a mezí pro ODP.

Interpretace výsledků se nachází v závěrečné části této práce, kde jsou popsány konkrétní dopravní trasy včetně určení použitých vozidel. Lze zde objevit i ekonomickou analýzu výsledků a v poslední řadě také celkové zhodnocení přínosu pro firmu.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Logistika

Logistika patří k relativně mladým vědním disciplínám, jejíž počátky lze datovat od 50. let tohoto století, kdy koncentrace výrobních kapacit, umožněná průmyslovou revolucí, předstihla možnost dosavadních metod distribuce hotových výrobků, kterým zatím nebyla věnována systematická pozornost (Gros, 1996).

Logistika se ve druhé polovině 80. let postupně stala stále více oblíbeným heslem a mnohovýznamným pojmem. Jednoznačné a shodné vymezení tohoto pojmu bylo možné u různých autorů a institucí jen málokdy. Z tohoto důvodu existují dnes pojmy zásobování, nákup, materiálové hospodářství a logistika vedle sebe. Logistika se považuje za integrované plánování, formování, provádění a kontrolování hmotných a s nimi spojených informačních toků od dodavatele do podniku, uvnitř podniku a od podniku k odběrateli (Schulte, 1994).

Předmětem zájmu logistiky je řízení toků zboží mezi podnikatelskými subjekty a ostatními účastníky reprodukčního procesu. Vzhledem k tomu, že efektivnost podnikání ovlivňuje i účinné řízení toků materiálů a nedokončené výroby přímo v organizaci, logistika má široké pole působnosti i ve vnitropodnikovém řízení. Konkrétní směna zboží probíhá mezi zákazníkem a dodavatelem výrobku či služeb. Aby mohl dodavatel uspokojit požadavky svého zákazníka, musí podle zaměření své podnikatelské činnosti uskutečnit mnoho aktivit spojených s realizací toků zboží (Gros, 1996).

Výrobce musí nakupovat suroviny, materiál, obaly a další výrobky nebo služby pro výrobní potřebu, dopravovat suroviny a výrobky, vyrábět, skladovat a balit výrobky. Obchodní organizace dále musí navíc kompletovat dodávky pro maloobchod. Přepravce zajišťuje nakládky, dopravu a vykládky zboží. Maloobchod udržuje provoz prodeje. Výrobny v podnicích uskutečňují požadované výrobní operace. Všechny uvedené aktivity vyžadují vynakládání prostředků, o které se navyšuje hodnota vyrobeného zboží (Gros, 1996).

Logistika se tedy zabývá pohybem zboží a materiálu z místa vzniku do místa spotřeby. Týká se především dopravy, řízení zásob, manipulace s materiálem a distribuce. Zahrnuje také komunikační, informační a řídicí systém. Cílem každé logistiky je zajistit správné

výrobky na správné místo, ve správný čas, v požadované kvalitě, s příslušnými informacemi a s efektivním finančním dopadem (Drahotský, Řezníček, 2009).

Zákazník vnímá tyto cíle ve formě logistických služeb. Jednotlivé prvky logistických služeb je třeba analogicky definovat a kontrolovat v rámci vnitřního logistického řetězce uvnitř podniku, protože jen tak je možné zajistit žádoucí podání výkonů, které jsou stanovené požadavky trhu. To znamená, že existují potřeby a logistika na ně reaguje. Tento proces se má dít plánovitě, čili předpokládá se předvídatelnost budoucích situací na základě analýz minulého vývoje. Kromě toho má každý z uvedených cílů své specifické nákladové efekty. Náklady se mají minimalizovat (Schulte, 1994)

Logistické náklady je možno zhruba rozdělit do pěti nákladových bloků – náklady na řízení a systém, na zásoby, na skladování, na dopravu a na manipulaci. Hlavním úsilím je též konkurovat cenou, což může být reálné jedině při úrovni dodavatelských služeb srovnatelné s konkurenty. V následujících letech se zvyšování úrovně dodavatelských služeb stalo nástrojem strategického konkurenčního boje, kde se soustředili především na spolehlivost dodání, na úplnost dodávek a na krátké dodací lhůty (Schulte, 1994).

Jednou z cest k rychlému dosažení potřebné úrovně dodavatelských služeb je outsourcing logistiky, což představuje přenesení logistických činností na externí poskytovatele. Logistické služby jsou klientským podnikům poskytovány individuálně, hlavně podle jejich konkrétních potřeb. Mohou mít rozsah od jednoduchých přepravních či skladových služeb anebo komplexních zasilatelských služeb, které jsou prováděné podle dispozic klienta, až po dlouhodobé smluvní převzetí celého klientova logistického řetězce poskytovatelem. Patří sem např. provedení analýz, projektové řešení, realizace a řízení celého řetězce na základě vlastního poskytovatelova know-how (Pernica a kol., 2001).

V dnešní době jsou obchodní procesy rychle virtualizovány, tj. že se tak vytváří nové pověření logistiky, a to ve smyslu strategického plánování a vývoje logistických systémů a procesů včetně zajištění jejich provozu podle potřeb elektronického obchodování. Logistika spolurozhoduje o umístování výrobních kapacit podniků a kapacit skladů či distribučních center, která pozorují hlediska pružnosti a hospodárnosti v mezích logistických řetězců. Současně s uplatňováním logistických technologií jako koncentrace skladových sítí a centralizace skladů tato hlediska mohou vést k prodlužování přepravních vzdáleností, dále ke zvyšování počtu a zmenšování velikosti zásilek, taktéž ke zvyšování frekvence přeprav a k nárůstu nežádoucích účinků dopravy, které je třeba eliminovat ještě

v rámci logistických technologií. Možnosti strategického uplatnění progresivních logistických technologií mohou být omezeny např. nerozvinutou dopravní či telekomunikační infrastrukturou a dalšími omezujícími faktory, kam patří deformace trhu s nemovitostmi nebo celní politika státu (Pernica a kol., 2001).

### **3.1.1. Členění logistiky**

Logistiku lze rozdělit podle různých hledisek na jednotlivé druhy.

Rozdělení podle oblasti zkoumání:

- Makrologistika – logistika z hlediska národního hospodářství, regionu, ale i vyšších národních celků.
- Metalogistika – problematika dodavatelů, distributorů, zákazníků, činností dopravy, meziskladu a korporací logistických podniku.
- Mikrologistika – řešení technologických, ekonomických, informačních a rozhodovacích metod při řízení toku materiálu, zboží a služeb uvnitř podniku.

Rozdělení podle systémového pojetí:

- zásobovací logistika,
- dopravní logistika,
- dkladovací logistika,
- průmyslová logistika,
- obchodní logistika,
- distribuční logistika,
- marketingová logistika (Čujan, Málek, 2008).

### **3.1.2. Cíle logistiky**

Hlavním cílem každé logistické činnosti je optimalizace logistických výkonů s jejími komponentami, logistickými službami a logistickými náklady. Kdyby logistika neměla žádný cíl, neměla by v podstatě právo na existenci v podniku. Logistické cíle by měly být odvozeny od podnikových cílů, neměly by být nikdy izolované. Rámcovým cílem logistiky podniku je uspokojování služeb zákazníků, především dodávek a dalších služeb na požadované úrovni, kdy musí být zabezpečena i minimalizace celkových nákladů (Schulte, 1994).



Nejdůležitější článkem celého řetězce je právě zákazník, protože v současnosti převládá trh kupujícího nad trhem výrobce. V minulých letech tomu bylo právě naopak (Lambert, Stock, 2005).

Logistický cíl má dvě složky:

- výkonovou,
- ekonomickou.

Výkonová část musí zabezpečovat určitou úroveň služeb. To znamená, že musí připravovat potřebné materiály, polotovary, nakupované díly, podsestavy a hotové výrobky ve správném množství, druhu a jakosti, ve správném okamžiku a na správném místě. Jednoduše řečeno, musí zajišťovat vše od vstupu do podniku přes výrobu a montáž až do výstupu z podniku (Čujan, Málek, 2008).

Ekonomická složka má za cíl splnit výkonovou složku cíle s přiměřenými náklady a bez ohrožení likvidity podniku. Pokud lze o stanovené úrovni služeb zákazníkům rozhodovat, jedná se o optimalizaci, jejíž součástí je určení správné úrovně služeb. Vyšší úroveň služeb dává naději na zvýšení prodeje, ale zároveň představuje vyšší náklady pro podnik.

Logistické cíle můžeme rozdělit i jinak:

- vnitřní,
- vnější.

Vnitřní cíle se zaměřují na snižování nákladů na dopravu, manipulaci a skladování, na výrobu, na zásoby a na řízení. Dále sem lze zařadit snižování objemu kapitálu vázaného v zásobách a v technických prostředcích logistického systému (Čujan, Málek, 2008).

Vnější cíle se orientují na plnění přání zákazníků a požadavků trhu. Zaměřují se na udržení či zvýšení objemu prodeje a podílu na trhu. Patří sem zejména krátké dodací lhůty, vysoká úplnost a spolehlivost dodávek a dostatečná pružnost podniku.

- Dodací lhůta – je to interval času mezi příchodem objednávky do podniku a doručení objednaného zboží k zákazníkovi.
- Stupeň úplnosti dodávky – znázorňuje podíl zboží z objednávek došlých během určitého období, které bylo dodáno ve slíbené dodací lhůtě v plném množství. Může též vyjadřovat podíl počtu objednávek, podíl počtu položek objednávek nebo podíl hodnoty objednaného zboží. Představuje souhrnný ukazatel za celý podnik nebo za určitou větší skupinu výrobků.

- Stupeň spolehlivosti dodávky – vystihuje pravděpodobnost, že bude dodržen slíbený termín dodávky. Lze ho charakterizovat jako podíl počtu dodávek splněných v termínu ze všech dodávek zákazníkům během určitého období.

Tři výše popsané veličiny charakterizují úroveň služeb zákazníkům. Lze je definovat jako výkonové ukazatele, jejichž pomocí se kontroluje míra plnění logistických cílů (Čujan, Málek, 2008).

### 3.1.3. Činnosti logistiky

Aby byla firma schopna vytvořit tu nejlepší kombinaci činností, které je nutno v každodenním provozu podniku vykonávat, potřebuje mít jasně stanovený účel své existence. Nejdůležitější složkou úspěšného řízení je integrace všech logistických činností do jediného samostatného oddělení (Lambert, Stock, 2005)

Hlavní činnosti, které jsou nezbytné pro realizaci hladkého toku produktů z místa vzniku do místa jejich spotřeby, jsou:

- zákaznický servis (Custom service),
- prognózování/plánování poptávky (Demand forecasting/planning),
- řízení stavu zásob (Inventory management),
- logistická komunikace (Logistics communication),
- manipulace s materiálem (Material handling),
- vyřizování objednávek (Order Processing),
- balení (Packaging),
- podpora servisu a náhradní díly (Parts and service support),
- stanovené místa výroby a skladování (Plant and warehouse site selection),
- pořizování/nákup (Procurement),
- manipulace s vráceným zbožím (Return goods handling),
- zpětná logistika (Reverse logistics),
- doprava a přeprava (Traffic and transportation),
- skladování (Warehousing and storage) (Lambert, Stock, 2005).

### 3.1.4. Logistický řetězec

Obecně lze říci, že logistický řetězec je provázaná posloupnost všech činností neboli aktivit, jejichž uskutečnění je nutnou podmínkou k dosažení daného konečného efektu synergické povahy. Logistický řetězec je vůbec nejdůležitějším pojmem logistiky. Představuje označení pro dynamické propojení trhu spotřeby s trhem surovin, materiálů a dílů v jeho hmotném a nehmotném aspektu, který účelně vychází od poptávky či objednávky konečného spotřebitele, nebo se také váže na konkrétní zakázku anebo výrobek (Čujan, Málek, 2008).

Logistický řetězec je chápán ze dvou stránek – hmotnou a nehmotnou. Hmotná stránka představuje přemísťování osob či věcí. Nehmotná stránka se zabývá přemísťováním informací, které slouží k tomu, aby se hmotná stránka logistického řetězce mohla realizovat.

Logistický řetězec lze charakterizovat jako procesy, které na sebe vzájemně navazují. Výstup z jednoho procesu představuje zároveň vstup do procesu dalšího. Tento řetězec se také rozděluje a následně se spojuje do určitých struktur. Tyto struktury se nazývají logistické sítě (Michalko Milan, 2007).

Z funkčního pohledu můžeme logistický řetězec výrobního podniku rozdělit do třech velkých bloků:

- opatrovací (pořizovací) logistika,
- produkční (výrobní) logistika,
- distribuční logistika.

Opatrovací logistika se vyznačuje zabezpečováním materiálu a komponentů, volbou, podporou a stykem s dodavateli, vystavováním objednávek, přepravou materiálu do podniku s převzetím a kontrolou, vyřizováním reklamací a skladováním. Výrobní logistika představuje řízení fyzických postupů výrobků ve výrobě, kam patří i skladování rozpracované výroby. A poslední, distribuční logistika, se stará o toky hotových výrobků a náhradních dílů až k odběrateli. Také sem lze zařadit činnosti představující průzkum trhu, plánování poptávky, vybavování externích objednávek, fyzické postupy balení, komisionářské činnosti a expedice výrobků k odběratelům (Čujan, Málek, 2008).

Existují tři podstatné vlastnosti, které jsou nutné pro utváření efektivních logistických řetězců. Těmito prioritami jsou:

- Transparentnost (průhlednost) podél celé délky řetězce neboli dodávkové a odbytové situace, která je prakticky významná pro všechny podniky, které tvoří články řetězce. Očekávají se diferencovanější, přesnější a aktuálnější informace o tom, v jaké stavu se nachází suroviny, materiál a hotové výrobky.
- Konektivita (propojitelnost) článků do integrovaného řetězce. Tato priorita představuje schopnost vyměňovat, interpretovat a používat závažné informace.
- Agilita partnerů usilující o rychlé a cílevědomé dosažení praktických změn na základě získaných informací. Aktuální a diferencované informace jsou pro podniky málo užitečné v případě, že neumožňují dostatečnou pružnou odezvu. Tato vlastnost s sebou nese zároveň i přizpůsobení či flexibilitu podnikových procesů (Čujan, Málek, 2008).

### **3.1.5. Faktory úspěšnosti logistiky**

Logistika je pojem zahrnující moderní pojetí oběhových procesů jako celku. Doprava v tomto procesu zaujímá pouze část prostoru, ale velice významnou část. Logistické procesy z velké části zasahují i do procesu výroby, spotřeby, a to zejména do výrobní spotřeby. Toto široké pojetí logistických systémů a postupů dovoluje dosahovat hlavního cíle podnikání, což je maximalizace zisku, a to při dodržení požadovaných ukazatelů kvality celého procesu (Kyncl, 2001).

V jedné studii, která byla vypracovaná z pověření National Association of Accountants a Council of Logistics Management, bylo možno identifikovat 10 faktorů úspěšnosti podniků, které se vyznačovali vynikající logistikou.

1. Všechny aspekty logistických činností mají být přímo propojeny se strategickým podnikovým plánováním.
2. Všechny logistické funkce mají být organizovány komplexně jako celek.
3. Úspěšné logistické útvary využívají informační a komunikační techniky.
4. Personální politika, přizpůsobená logistice, je předpokladem vynikajících logistických výkonů.
5. Podniky mají udržovat úzké partnerství s ostatními účastníky logistického řetězce.

6. Podniky mají vypracovat a zavést účinný systém informativních indikátorů jako měřítko logistické efektivity.
7. Podniky, které dosahují optimálního stupně poskytovaných služeb, zlepšují svou rentabilitu.
8. Pozornost, věnovaná detailům, může také přinést vysoké úspory.
9. Úspěšní logistické systémy konsolidují objem přepravy, stavy zásob, atd. s cílem dosáhnout efektů operativní a finanční deprese.
10. Podniky musí své logistické úkony měřit a na výsledky reagovat prostřednictvím dynamického, kontinuálního procesu (Schulte, 1994).

### **3.1.6. Outsourcing v logistice**

Outsourcing obecně znamená, že společnost rozdělí různé podpůrné a vedlejší činnosti, které doposud prováděla sama, a svěří je na základě smlouvy jiné specializované firmě. Představuje jakýsi druh dělby práce, která již není zajišťována vlastními zaměstnanci, ale smluvně externí firmou. Outsourcing se považuje za rozhodnutí, které má vést ke snížení nákladů.

Tato metoda se praktikuje již od 70. let a v letech 80. se stala pro mezinárodní koncerny součástí podnikových procesů pro vybrané podpůrné procesy.<sup>1</sup>

Hlavním důvodem je nutnost, co nejpružněji reagovat na přání zákazníků. Pokud se podnikový management zabývá vším bez rozdílu, ztrácí tak drahocenný čas a energii potřebnou k rozhodování o hlavní činnosti. Je lepší soustředit se na to, co je silnou stránkou podniku, na co podnik může vynaložit vlastní zdroje. Ostatní je účelné odsunout. Druhým důvodem je, že se podnik snaží dostat se na světovou úroveň anebo se tam udržet, bez velkých nákladů a neúměrného úsilí (Pernica a kol., 2001).

Činnost prováděná specializovaným externím poskytovatelem je zpravidla levnější, a to hlavně kvůli fixním nákladům. Navíc je zde též možnost odprodat poskytovateli vlastní stroje a zařízení, které dříve sloužily vyčleněné činnosti, a převést k němu i stávající pracovníky. Smysl a úspěch outsourcingu především spočívá ve strategii. Management by se neměl do outsourcingu pouštět, pokud nemá pořádně zpracovanou strategii. Součástí strategie je přesné definování hlavní činnosti a každé jednotlivé vedlejší, podpůrné činnosti. Je nutnost toto vymezení stanovit ještě dříve, než se zpracují dílčí strategie,

<sup>1</sup> <<http://probyznysinfo.ihned.cz/c1-56228250-outsourcing-sluzeb-v-logistice-a-skladovani>>.

kterými jsou marketingová, logistická, personální, finanční a další. Následujícím předpokladem k úspěšnosti je mít jasno ve vztazích s poskytovatelem. Patří sem např. dohodnutá rozhraní na tocích zboží a informací, pohotovost reakce poskytovatele, cena za poskytnuté služby, přechod odpovědnosti na poskytovatele, dělba odpovědnosti mezi oběma partnery, způsob, jakým vše měřit a vyhodnocovat (Pernica a kol., 2001).

Outsourcing logistiky představuje především svěřením skladovacích a přepravních služeb specializované firmě. Tento poskytovatel vnáší do logistických procesů vyšší hodnotu pomocí dlouhodobě vybudovaného know-how a technologií. V případě zajištění dodavatelskou firmou z vlastních zdrojů, by došlo k odčerpávání příliš velkého množství času, lidských kapacit a finančních prostředků.

Outsourcing logistiky má tři stupně:

- Nejnižší stupeň (2PL) – zadavatelská firma objednává služby u specializovaných společností, např. dopravců. Tato metoda je vhodná pro malé podniky, které se vyznačují jednoduchým dodavatelským řetězcem.
- Užší stupeň (3PL) – specializovaná firma realizuje část nebo celý dodavatelský řetězec a zabezpečuje jeho výsledek. Tuto formu využívají velké podniky, např. automobilky, zahraniční firmy.
- Nejužší stupeň (4PL) – poskytovatel přebírá kompletní optimalizaci logistického řetězce. Spolupráce začíná zpracováním logistického konceptu a poradenství. Tuto možnost praktikují především velké mezinárodní korporace.<sup>2</sup>

## 3.2 Doprava

Nejobecněji lze dopravu definovat jako jakékoliv přemístění osob či hmotných statků provedené buď vlastní silou, nebo silou zprostředkovanou. Z počátku je však nutné dodat, že z ekonomického hlediska tedy i z hlediska logistiky nejde o jakékoliv přemístění, ale o přemístění, jehož účinky se projevují v systému, ve kterém doprava působí. Dopravu lze charakterizovat jako specifickou lidskou činnost, kterou se provádí cílevědomé přemístění osob a statků, které se se svými nehmotnými efekty projevují ve sledovaném systému (Svoboda, 2006).

---

<sup>2</sup> <<http://probyznysinfo.ihned.cz/c1-56228250-outsourcing-sluzeb-v-logistice-a-skladovani>>.

S ohledem na působení dopravy ve hlídaném systému lze zkoumat tři okruhy lidské činnosti. Patří sem vlastní způsob přemístění, technické prostředky, jejichž prostřednictvím se přemísťování uskuteční a ekonomickou realitu dopravního procesu. Mezi jednotlivými realitami jsou velmi silné interakce, takže tvoří dopravní soustavu, která je řízená pravidly regulovaného trhu (Svoboda, 2006).

Je patrné, že doprava jako nositel hmotného toku je jedním ze základních pilířů oběhu hmotných statků ve sféře výroby i spotřeby, a tedy i logistických systémů, které se bez přemístění hmotných statků nemůže obejít. Toto přemístění musí být však systémově umístěno na logistickém řetězci spolu s ostatními činnostmi, a proto je nutné vnímat i dopravu jako organizovanou soustavu, která má hierarchickou strukturu a měřitelnou funkční efektivnost v obsluhovaném systému (Svoboda, 2006).

Doprava je činnost, která se dotýká našeho každodenního života po stránce ekonomické, sociální, ale i ekologické. Je to obor, který prožívá od počátku 70. let v Evropě bouřlivý rozvoj. I když je zřejmé, že dopravní trh je z hlediska volné kapacity vozidel přesycen, lze očekávat, že nadále budou přibývat další soukromí podnikatelé v silniční dopravě (Miletín, 1992).

Očekává se, že doprava se bude rozvíjet v podmínkách pokračujícího ekonomického růstu, značného rozvoje obchodní výměny, ale i působení různých napětí a tlaků. Lze očekávat růst přepravních nároků, a to zejména na dopravu ve volném čase. Zvyšující se životní úroveň si lidé stále více uvědomují hodnotu času, což ovlivňuje jejich nároky na dopravu a jejich kvalitu. Také jednotlivé přepravní náklady se podstatně liší v závislosti na geografické poloze. Tento trend podporuje restrukturalizaci dopravních systémů (Pernica a kol., 2001).

Dominantní postavení získávají nejefektivnější druhy dopravy pro každý typ přemístění, a to protože se zvětšuje mezní rozpětí přepravních nákladů. Předpokládají se nová řešení jednotlivých dopravních systémů, aby bylo dosaženo lepšího využití každého druhu dopravy. Důležitou roli hraje zvýšené využívání telekomunikačních sítí. K určitému posunu došlo i v oblasti řízení a správy. Roste vliv celoevropských i regionálních orgánů řízení dopravy. Hlavní úlohou vlád je zajištění rozvoje dopravní infrastruktury a kontrola nad dodržováním pravidel ekonomického chování subjektů tak, aby rostoucí konkurence vedla ke společenské efektivnosti dopravních systémů. Zvyšuje se také hybnost, což

znamená, že požadavky na dopravní kapacity a služby neustále rostou (Pernica a kol., 2001).

### **3.2.1. Dopravní logistika**

Dopravní logistika koordinuje, synchronizuje a optimalizuje aplikaci logistického systému, který se zabývá pohybem zásilek po dopravních sítích, který počíná převzetím od odesílatele a končí předáním příjemci. Dopravní logistika se orientuje na problémy přepravního charakteru při přemísťování zboží, osob a zvířat. Tento proces může probíhat za účasti jednoho druhu dopravy nebo několika druhů dopravy najednou. K uskutečnění přepravy je nutná kooperace prostorového rozmístění, kapacity a pohyby prostředků a zařízení. Důvodem je, že přesun každé zásilky je zprostředkován prostřednictvím dopravních prostředků, manipulačních zařízení a přenosem informací (Rejzek, 2005).

Tento proces má být zajištěn racionálně. To znamená časově propojit průběh tohoto toku zboží s cílem zkrátit jej na minimum a současně prostorově propojit tak, aby byly odstraněny zbytečné přestupy, nezbytné nástupy a byly zároveň co nejbezpečnější a s co nejkratší docházkovou vzdáleností (Kyncl, 2001).

V osobní dopravě se logistika specifikuje především na dopravní obsluhu určitých průmyslových podniků nebo dopravní obsluhu určitých měst, oblastí nebo regionů. Kdežto v nákladní dopravě se logistika orientuje na dopravní obsluhu určitých výrobních a distribučních firem (Rejzek, 2005).

Doprava zabezpečuje transfer výrobků na geograficky oddělené trhy. V případě, že tyto výrobky se dostaví na trh včas, nepoškozené a v požadovaném množství, zákazníkům tak poskytne doprava přidanou hodnotu. Tímto přispívá k úrovni zákaznického servisu a zároveň ke spokojenosti zákazníků, která tvoří významnou složku marketingové koncepce (Lambert, Stock, 2005).

V mnoha podnicích doprava představuje největší logistické náklady. Přeprava vytváří jedny z největších nákladů logistiky a u některých výrobků může vytvářet významný podíl na jejich prodejní ceně. Takovým výrobkem mohou být např. základní suroviny, jako je písek nebo uhlí. Jsou to produkty s nízkou hodnotou v přepočtu na hmotnostní jednotku. Naopak u počítačů nebo elektronických komponentů budou nákladu na dopravu představovat pouze malé procento prodejní ceny. Všeobecně lze říci, že čím vyšší má vstupní a výstupní doprava podíl na nákladech výrobku, tím důležitější je pro podnik



efektivní řízení dopravy. Je tedy pravděpodobné, že náklady na přepravu tvoří důležitou složku nákladů celého podniku (Lambert, Stock, 2005).

Rozvoj dopravní logistiky je stanoven úrovní dopravní infrastruktury, dopravních a přepravních prostředků, zařízení, přepravními a logistickými technologiemi, informačními a řídicími systémy (Rejzek, 2005).

### **3.2.2. Dopravní systémy**

Od počátku 60. let 20. století se ve vyspělých zemích začínají uplatňovat a legalizovat systémy vyšší úrovně. Hlavními principy, které doprovázely vznik těchto systémů, jsou:

- poskytování globálních informací a vědomostí účastníkům provozu a řídicím centřům,
- zlepšení stylu života a zvýšení účinnosti ekonomiky,
- zvýšení bezpečnosti provozu a zlepšení ekologie.

Využití těchto systémů se předpokládá především při využití řešení globálních problémů.

Těmito problémy mohou být:

- omezení dopravních kongescí,
- zvyšování bezpečnosti a plynulosti provozu,
- ochrana životního prostředí,
- efektivnost přepravy zboží.

Inteligentní dopravní systémy přinášejí nadstandardní služby pro cestující a operátory a zvyšují efektivnost dopravy. Název je hlavně zažit v USA a v Japonsku. V Evropě se často používá dopravní telematika, kde klíčovými slovy jsou „Telekomunikace“ a „Informace“ a vyjadřuje úzkou vazbu obou odvětví (Příbyl, Svítek, 2001).

Doprava materiálů a zboží slouží k překonávání prostorových vzdáleností. Rozlišuje se:

- mimopodniková doprava (vnější dopravní systém), která se realizuje jednak od dodavatele do podniku a jednak z podniku k odběrateli,
- vnitropodniková doprava (vnitřní dopravní systém), která slouží k přepravování materiálu uvnitř podniku (Schulte, 1994).

Vnější dopravní systém obstarává dopravní spojení jednak s ostatními logistickými centry, jednak s dodavateli zboží a jednak s odběrateli zboží. Zásilky, které jsou doprovázené

vnějším dopravním systémem, jsou často objemově velké a směrově uspořádané na vstupu i výstupu.

Vnitřní dopravní systém zajišťuje rozvoz neúplných směrových zásilek k cílovému příjemci, např. do skladu malého nebo středního podniku nebo do maloobchodních skladů, a svoz zásilek pro směrovou kompletaci.

Vnější dopravní systém využívá hlavně kvalitní a kapacitní infrastrukturu a tomu odpovídající druh dopravy (Svoboda, 2006).

Dopravní infrastruktura poskytuje základní předpoklady pro vytvoření přepravního trhu. To zároveň znamená komerční využití dopravní infrastruktury za účelem uspokojování přepravních potřeb společnosti. Komerční využití se uvádí z důvodu, aby bylo možno infrastrukturu financovat z hlediska zabezpečení provozu, údržby, obnovy a rozvoje. Komerční nabídka přepravních služeb, tedy další případ pro vstup na dopravní infrastrukturu, určuje podmínky vzniku přepravního trhu, kde se v plném rozsahu uplatňuje konkurence jak mezi druhy dopravy, tak i mezi dopravci téhož druhu (Pernica a kol., 2001).

Druhy dopravy se mohou doplňovat, kombinovat anebo si konkurují. Mezi jednotlivé druhy dopravy patří:

- železniční,
- silniční,
- vodní,
- letecká,
- potrubní,
- kombinovaná (Schulte, 1994).

Pro dopravy surovin nebo výrobků je k dispozici široká škála dopravních prostředků.

Z hlediska vlastnických vztahů mohou podnikatelé používat vlastní dopravní prostředky nebo mohou využívat služeb nabízených specializovanými firmami nebo veřejnými dopravci. Při výběru vhodného typu dopravy je nutno brát v úvahu určitá kritéria. Mezi tyto nutné podmínky lze zařadit:

- délku dopravní trasy,
- přepravované množství,
- rychlost a dobu přepravy,

- druh přepravovaného zboží,
- náklady na přepravu,
- pružnost,
- spolehlivost,
- ekologickou zátěž atd. (Gros, 1996).

### 3.2.3. Druhy dopravy

#### **Železniční doprava**

Tento druh dopravy má k dispozici relativně hustou a dlouhou dopravní síť. Železniční doprava je obecně vhodná pro transport velkého množství na velké vzdálenosti. Používá se především pro meziměstskou a mezistátní přepravu. Mezi hlavní přepravované zboží patří doprava paliv, rud, stavebních materiálů v oblastech, kde není možno použít vodní cesty. Dalšími komoditami jsou ty, kde nezáleží na rychlosti. Z důvodu, že železnice nevede do všech oblastí, je tedy nutné kombinovat tuto dopravu i s ostatními druhy dopravy (Gros, 1996).

K nevýhodám lze zařadit zejména vysokou náročnost na investiční prostředky do přepravních cest, zabezpečovací zařízení, lokomotivy, vozový park, seřazovací nádraží, terminály, atd. Tohle vše se promítá do struktury nákladů s vysokým podílem fixních položek, zatímco proměnné náklady jsou relativně nízké.

Lze konstatovat, že celosvětový pokles přepravy zboží prostřednictvím železnice v poslední době stagnuje. Důvodem je, že k hlavním výhodám této dopravy totiž patří ekologická stránka provozu elektrické trakce. Pružnost a spolehlivost železniční dopravy lze považovat za minimální (Gros, 1996).

#### **Silniční doprava**

Je nenahraditelná hlavně ve své rychlosti, operativnosti a úspoře času, ale má však negativní vliv na životní prostředí výfukovými plyny, hlukem a vibracemi.

Na prvním místě přepravovaného zboží se nachází zejména stavební materiály, na druhém místě jsou kusové zásilky, dále obiloviny, zvířata, tuhá paliva, aj. (Gros, 1996).

Výhodou je volné použití husté silniční sítě, která je sjízdná pro většinu silničních dopravních prostředků. Z nákladového hlediska je nižší podíl fixních nákladů, které mohou

vzrůst jen zavedením silničních daní. Kdežto podíl proměnných nákladů je vysoký. Každé vozidlo má svou pohonnou jednotku, vysoké jsou i náklady na mzdy a náklady na manipulaci během nakládky a vykládky. Přesto tímto způsobem lze dopravovat ekonomicky malé zásilky na větší vzdálenosti. Hlavním polem působnosti tohoto druhu dopravy je především přeprava mezi velko a maloobchodem. Podíl silniční dopravy trvale roste po celém světě. Zde je výhodná i relativně krátká doba na nakládku a vykládku (Gros, 1996).

Silniční doprava je vysoce dostupná, zajišťuje přímé přepravy, které mohou být přepraveny rychle a na různé vzdálenosti. Lze i transportovat náklady se specifickými vlastnostmi. Ve srovnání s ostatními druhy dopravy poskytuje nejširší pokrytí trhu (Lambert, Stock, 2005). Ale ani tento způsob přepravování není bez překážek. Zejména rychle rostou mzdové náklady spojené s výplatami řidičů, ale také s údržbou a obsluhou terminálů, garáží atd. (Gros, 1996).

K dalším nevýhodám náleží závislost dopravy na počasí a hustotě provozu, výluky provozu nákladních automobilů z provozu na veřejných komunikacích o dnech předcházejícím dnům pracovního klidu a omezení některých produktů obecně nebo ve vybraných regionech, případně omezení přepravovaných množství na jednom vozidle (Schulte, 1994).

### **Vodní doprava**

Patří k nejstarším dopravním prostředkům. Dělí se na říční a námořní dopravu. Největší podíl na přepravách opět tvoří stavební materiály, paliva, rudy a ostatní, většinou průmyslové zboží (Gros, 1996).

Dále se přepravují hromadné substráty, těžké a rozměrné zásilky na větší a velké vzdálenosti. Prezentované zásilky nebývají náročné na rychlost, takže pomalá avšak hospodárná vodní doprava jim vyhovuje (Schulte, 1994).

Lodí lze přepravovat prakticky jakékoliv zboží. Schopnost přepravovat najednou značné velké zásilky a její vysoká univerzálnost je hlavní výhodou. Náročnost na fixní náklady leží někdy mezi železnicí a silniční dopravou. Proměnlivé náklady jsou však velmi nízké.

K nevýhodám patří nízká pružnost dopravy a velmi malá přepravní rychlost. Protože síť vodní cest je řídká, je třeba ji kombinovat s železnicí a automobily.

Obecně je vhodná lodní doprava tam, kde je třeba přepravovat značné množství zboží při nízkých nákladech a kde je rychlost až druhořadým kritériem (Gros, 1996).

### **Letecká doprava**

Patří k nejmodernějším dopravním médiím, které nabízí mimořádně vysokou přepravní rychlost a kapacitu, a rovněž relativně vysokou nezávislost na intenzitě letecké dopravy a vlivech počasí a povětrnosti. Dodací termíny se zkracují ze dnů na hodiny. Vzhledem k tomu, že svou rychlostí vede ke značným úsporám nákladů na skladování, může přes vysoké přepravní náklady být konkurenceschopná s ostatními druhy dopravy (Gros, 1996). Letecká nákladní doprava v poměrně velkém rozsahu konkuruje se silničními autodopravci a v mnohem menší míře se železničními dopravci. Letečtí dopravci se většinou věnují přepravování produktů vysoké hodnoty. Zboží s nízkou hodnotou se nevyužívá z důvodů vysokých přepravních nákladů.

Tento druh dopravy poskytuje častý, spolehlivý servis a krátké doby přepravy. Tyto přednosti mohou někdy býti omezeny zpožděním nebo ucpáním na terminálech. I přes jistá omezení se během několika let objem přepravovaného zboží letecky postupně zvyšoval a vykazuje růst i nadále, navzdory zvyšujícím se sazbám (Lambert, Stock, 2005).

### **Potrubní doprava**

Na rozdíl od dosud uvedených druhů dopravy u potrubní dopravy tvoří dopravní cesty, přepravní nádoby a dopravní prostředky integrovanou jednotku. Potrubí se používá zejména pro přepravu ropy, vody, naftových produktů a zemního plynu (Schulte, 1994).

Potrubní doprava má nejvyšší fixní náklady a nejnižší proměnné ze všech druhů dopravy za předpokladu, že bude plně využita. Je to systém s nepřetržitým provozem, zastávky představují jen nutnou údržbu. Jako nedostatek lze uvést omezenou pružnost danou pevným spojením zásobovacího a zásobovaného místa a malou flexibilitu v přepravovaném množství. K přednostem patří vysoká spolehlivost, téměř dokonalá ochrana přepravovaného zboží jak proti vnějším vlivům, tak proti zcizení a pašování (Gros, 1996).

Tok produktů uvnitř potrubního systému je monitorován a řízen počítači. Ztráty a poškození způsobené kvůli trhlinám nebo prasklinám potrubí se vyskytují jen zřídka. Potrubní doprava není náročná na pracovní síly. Výhody spolehlivosti a příznivé náklady,

kterou má tato doprava ve srovnání s ostatními druhy dopravy, podporuje zájem o tento způsob přepravy i u dalších produktů. Je velice pravděpodobné, že s růstem nákladů u jiných druhů dopravy budou přepravci věnovat tomuto způsobu přepravy větší pozornost i v souvislosti s přepravou takových produktů, které se tradičně potrubní dopravou netransportovaly (Lambert, Stock, 2005).

### **Kombinovaná doprava**

Tento způsob přepravování zboží představuje kombinaci dvou a více druhů dopravy, nejčastěji sem patří silniční, železniční, vodní a letecká, a to v rámci jednoho dopravního řetězce. Jedná se o přepravu materiálu loženého v jedné a téže přepravní jednotce, která se při použití více doprav přesouvá jako celek.

Kombinovaná doprava dosahuje velkého rozvoje, protože má podstatný význam v ochraně životního prostředí, zejména při snižování emisí ze silničních vozidel. Hlavním cílem je postupný přesun přepravy zboží ze silnic na železnici a vodní dopravu (Schulte, 1994).

### 3.2.4. Porovnání jednotlivých druhů dopravy

Tabulka č.1: Porovnání jednotlivých druhů dopravy

Doprava	Přednosti	Nedostatky
<b>Silniční</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rychlost</li> <li>- spolehlivost</li> <li>- schopnost zabezpečit přímou přepravu</li> <li>- různorodost vozového parku</li> <li>- vzájemná nezávislost jednotlivých přeprav</li> <li>- lepší ochrana zboží</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rychle rostoucí náklady s přepravní vzdáleností</li> <li>- značná závislost na počasí</li> <li>- dopravní kongesce</li> <li>- problémy se současnou přepravou velkého množství zboží</li> </ul>
<b>Železniční</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- možnost současné přepravy většího množství</li> <li>- zboží v ucelených vlacích</li> <li>- nízké náklady při větších přepravních vzdálenostech</li> <li>- možnosti rychlejšího průjezdu městskými a průmyslovými aglomeracemi a přes hranice</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- menší možnosti zabezpečení přímé dopravy</li> <li>- menší pravidelnost a spolehlivost</li> <li>- menší přizpůsobivost měnícím se požadavkům</li> <li>- značná ovlivnitelnost celé železniční sítě při nehodách a provozních poruchách</li> </ul>
<b>Vodní</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- velmi nízké náklady na přepravu</li> <li>- velká kapacita dopravních prostředků</li> <li>- schopnost zabezpečit přepravu těžkých a rozměrných předmětů</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nutnost svozu jinými dopravními prostředky</li> <li>- nesoulad kapacit s dopravními prostředky navazujících doprav a nutnost skladování zboží</li> <li>- závislost na počasí</li> </ul>
<b>Letecká</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vysoká rychlost</li> <li>- jednodušší balení</li> <li>- schopnost přepravovat zboží bez otřesů</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vysoká cena</li> <li>- závislost na počasí</li> <li>- omezená kapacita</li> <li>- nutnost zabezpečení pozemní dopravy snižující rychlost</li> </ul>
<b>Potrubi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vysoká spolehlivost a kapacita</li> <li>- šetrnost k životnímu prostředí</li> <li>- poměrně nízké náklady</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- značné investiční náklady</li> <li>- nevhodná pro menší množství</li> <li>- problémy při změně druhu přepravovaných substrátů</li> </ul>
<b>Kombinovaná</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- schopná zabezpečit dopravu optimální kombinací dopravních systémů</li> <li>- může přispívat k ochraně životního prostředí</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- drahá náročnost na překládku</li> <li>- značné nároky na organizaci přepravy</li> </ul>

Zdroj: Čujan, Málek, 2008

### 3.2.5. Dopravní síť

Existence dopravní sítě je základem dopravní obsluhy logistického systému. Dopravní síť lze charakterizovat jako spojení dopravních cest s dopravními body. Dopravní cesta je pás terénu, který spojuje dva body, na němž se uskutečňuje doprava. Dopravními body jsou místa ležící na dopravních cestách, na nichž se uskutečňuje vykládka, nakládka nebo překládka nákladu. Dopravní síť tedy umožňuje dosažení přemístění zboží z místa, kde bylo vyrobeno, do místa, kde pokračuje jako komponenta ve výrobním procesu až po montáž finálního výrobku a dále v procesu oběhu přes velkoobchod a maloobchod ke konečnému spotřebiteli. Dopravní síť je důležité popsat jako velmi složitý systém, neboť se rozkládají na rozsáhlé území, často překračuje i přes hranice státu (Svoboda, 2006).

Je to nekonečná množina uzlů a cest, které tyto uzly spojují. Ty poté tvoří pevnou, nepřemístitelnou část dopravní soustavy, kterou lze také označit pojmem dopravní infrastruktura. Je nutno konstatovat, že do dopravní infrastruktury se podle mezinárodních dohod nezařazují zařízení, které slouží ke komerčním účelům jednoho dopravce nebo operátora (např. nakládací rampy, budovy sloužící k odbavování zásilek a osob, depa, opravy mobilních prostředků, atd.).

Dle výše uvedené definice lze tvrdit, že prvky dopravní sítě jsou uzly a dopravní cesty, které také lze označit pojmem hrany (Svoboda, 2006).

### 3.2.6. Přepravní technologie

Věcně a časově na sebe navazující uspořádání přepravních úkonů v zájmu ekonomické hospodárnosti dopravy lze souhrnně označit jako přepravní technologii. Následující akce jsou příkladem technologického postupu při realizaci přepravy zboží (Cempírek, Kampf, Široký, 2009).

Lze sem zahrnout:

- ze strany zákazníka směrem k dopravci vznikne objednávka,
- dopravce reaguje, naplánuje dopravu a předloží zákazníkovi nabídku,
- pokud zákazník akceptuje nabídku, doručí dopravci objednávku o přepravě,
- dopravce potvrdí přijetí objednávky,
- dopravce si dále sám určí konkrétní vozidlo vhodné pro realizaci dopravy, zvolí řidiče a předá mu dispozice k přepravě,



- dopravce zajistí přistavení vozidla na určené místo nakládky, řidič se nahlásí kompetentní osobě,
- proběhne nakládka / expedice zboží, řidič fyzicky převezme zásilku, naloží zboží a zabezpečí na vozidle, kompetentní osoba potvrdí a odevzdá řidiči přepravní dokumentaci včetně doprovázejících listin,
- realizace samotné přepravy, zároveň dochází ke sledování aktuální polohy vozidla a samozřejmě i stavu zásilky, a to dopravcem i přepravcem,
- po příjezdu na stanovené místo vykládky se opět řidič nahlásí u příslušné osoby, která zkontroluje, zda je doručované zboží v pořádku, oprávněná osoba potvrdí převzetí zásilky, samotná vykládka zboží,
- odstavení vozidla na určené místo,
- fakturace za uskutečněnou přepravu,
- závěrečné vyhodnocení přepravy dopravcem a přepravcem (Cempírek, Kampf, Široký, 2009).

### **3.2.7. Přepravní vztahy – smluvní vztahy**

Vnitrostátní závazkové vztahy v silniční dopravě upravuje občanský zákoník a obchodní zákoník. Tyto základní vztahy doplňují prováděcí předpisy, kterými jsou přepravní řády.

U závazkových vztahů, na které se vztahuje platná mezinárodní smlouva, jejíž účastníkem je příslušný stát, má pro subjekty a vztahy, pro které platí přednost před vnitrostátní úpravou. V silniční dopravě je to především Úmluva o přepravní smlouvě v mezinárodní silniční nákladní dopravě (Úmluva CMR). Pokud není pro jiné přepravy uzavřena platná mezinárodní smlouva, pak pro závazkové vztahy platí vnitrostátní úprava, ale je nutné před uzavřením této dohody určit, kterého státu bude úprava použita (Kyncl, 2001).

### **3.2.8. Přepravní smlouva**

Přepravní vztah je z pohledu práva posuzován jako smluvní vztah, ve kterém dopravce vystupuje jako poskytovatel služby a přepravce jako její spotřebitel. Absence této právní úpravy je příčinou neprůhledného právního prostředí. Je tedy velice důležité zajistit prevenci před nepřiměřeným znevýhodněním některého z účastníků smluvního vztahu. Efektivní ochrana spočívá ve skutečnosti, že poskytovatel přepravních služeb musí jasně,

ještě před uzavřením smlouvy, potenciálnímu zákazníkovi umožnit svobodně se rozhodnout, zda využije nabízenou službu a zaručit, že v případě kladného rozhodnutí nedojde k výrazným změnám (Daněk, Plevný, 2005).

Vztah mezi dopravcem a přepravcem je velmi důležitý. Přímo totiž ovlivňuje schopnost manažerů, kteří jsou odpovědní za dopravu, úspěšně řídit tento proces. Tento smluvní vztah poskytuje řadu výhod. Přepravce má díky smlouvě větší kontrolu nad činností a lze si tak pojistit nižší přepravní náklady. Prostřednictvím smluv se přepravce chrání proti jistým výkyvům sazeb. Další výhodou je, že dohoda umožňuje jistou garanci úrovně přepravního servisu, a umožňuje tak přepravci získat jistou konkurenční výhodu (Lambert, Stock, 2005).

Je však důležité, aby smlouva obsahovala všechny položky, které jsou relevantní. Smlouva o přepravě je právním dokumentem a jako taková je závazná. Neměla by se uzavírat náhodně (Lambert, Stock, 2005).

Přepravní smlouvu upravuje občanský i obchodní zákoník. Při sepsání této dohody vzniká odesílateli právo, aby mu dopravce za přepravné zásilku doručil na určité místo a vydal ji určitému příjemci. Obě strany jsou na vzájemné vyžádání povinni objednávkou a její akceptování písemně potvrdit (Kyncl, 2001).

Dokud není zásilka předána příjemci, má odesílatel právo dávat nové příkazy, které jsou v souladu se stanoveným právním řádem, který upravuje, kdy a za jakých podmínek má odesílatel právo na nové nařízení. Dopravce je povinen návrhu vyhovět, pokud to dovolí jeho provozní poměry. Přepravné a další náklady spojené s touto změnou hradí odesílatel.

Občanský zákoník vymezuje povinnosti dopravce, který musí provést přepravu s odbornou péčí a ve stanovenou dobu. Doprava může být uskutečněna i prostřednictvím jiných fyzických či právnických osob, ale zodpovídá za ni jakoby ji uskutečňoval sám (Kyncl, 2001).

### **3.2.9. Přepravní doklady**

Důkazem o existenci přepravní smlouvy je v praxi běžně používaný nákladní list. Je to jeden z nejdůležitějších přepravních dokladů. Pokud list obsahuje nějaké nedostatky a nebo je-li ztracen, existence nebo platnost přepravní smlouvy v tomto případě nemusí být vždy dotčena. Řádně vyplněný a potvrzený přepravní doklad podmiňuje možnost realizovat mezinárodní přepravy. Tento doklad je v rámci mezinárodní dopravy většinou jediným

důkazem, že byla uskutečněna přepravní smlouva či přeprava samotná. (Pernica a kol., 2001).

Odesílatel je povinen přepravní listinu řádně vyplněnou spolu se zásilkou předat dopravci.

Musí obsahovat tři skupiny údajů:

- **Obligatorní** – mezi tyto údaje patří místo a den vystavení přepravního dokladu, označení odesílatele, označení příjemce zboží/zásilky, jejího obsahu a hmotnosti, počet kusů, místo nakládky a místo vykládky, datum a potvrzení převzetí zásilky dopravcem a příjemcem, seznam připojených listin. Pokud některý z těchto údajů chybí, může jeho absence způsobit i neplatnost dokladu.
- **Fakultativní** – mohou to být např. zvláštní zájem o dodání, výše přepravného, které uhradil odesílatel, označení přepravní cesty, způsob celního projednání.
- **Dovolené** – těmito údaji mohou být např. číslo objednávky příjemce apod. Tyto údaje jsou převážně určeny pouze příjemci a dopravce nijak právně nezavazují (Pernica a kol., 2001).

V silniční nákladní dopravě není jen přepravní listinou přepravní list, který musí být vyplněný a odevzdaný odesílatelem, tímto dokladem může být i dodací list, ale musí vyhovovat podrobnějším přepravním podmínkám (Kyncl, 2001).

Pokud se zásilka nakládá či vykládá na více místech, je povinnost odevzdat pro každou část zásilky samostatnou přepravní listinu. Zápisy, které se provádí do přepravních listin, musí být učiněny průpisem a uvedeny na všech listech přepravní listiny dobře čitelně.

Pokud se realizuje mezinárodní přeprava základním dokladem o zboží, jeho převzetí k přepravě a předání příjemci a o průběhu přepravy je mezinárodní nákladní list (nákladní list CMR). Tento doklad se vyhotovuje ve třech provedení podepsaných odesílatelem i dopravcem. První (červené) vyhotovení dostane odesílatel při předání zásilky, druhé (modré) a třetí (zelené) poté doprovází zboží během dopravy. Po vydání zásilky, druhé vyhotovení obdrží příjemce a třetí si ponechá dopravce. Tento dokument musí obsahovat stejné náležitosti uvedené výše (Kyncl, 2001).

### **3.2.10. Dohoda AETR**

Dohoda AETR je Evropská dohoda o práci posádek vozidel v mezinárodní silniční dopravě, která vznikla v roce 1970 v Ženevě. Vymezuje podmínky pro profesionální řidiče

a jejich zaměstnavatele. Tento dokument platí na území každé smluvní strany pro mezinárodní silniční dopravu, která je konaná jakýmkoliv druhem vozidla evidovaným na území zmíněné smluvní strany nebo na území kterékoliv jiné smluvní strany (Machačka, 1999).

AETR přesně definuje základní pojmy, určuje podmínky, kdy se tato dohoda na profesionální řidiče silničního provozu vztahuje. Stanovuje věkové i profesionální požadavky, které jsou na řidiče kladeny. Vymezuje maximální dobu řízení, přestávky řidičů a také udává výjimky těchto dohodnutých pravidel.<sup>3</sup>

Řidič během přepravy provádí nebo tráví jednu z následujících činností. Řídí, vykonává ostatní pracovní činnosti, má pracovní pohotovost (čeká, aby mohl zahájit řízení nebo jiné pracovní činnosti, tráví čas během jízdy na sedadle vedle řidiče nebo tráví čas na lehátku během jízdy), tráví přestávku nebo dobu odpočinku (Machačka, 1999).

Celková doba řízení nesmí přesáhnout 9 hodin. Dvakrát za týden smí být prodloužena na 10 hodin. Během 24 hodin musí řidič vykonat denní odpočinek, který musí trvat nejméně 11 souvislých hodin. Nejvýše třikrát za týden smí být zkrácen na 9 souvislých hodin, ale za podmínky, že bude náhradou poskytnuta odpovídající doba odpočinku před koncem následujícího týdne. Po čtyřech a půl hodinách řízení musí mít řidič přestávku nejméně 45 minut, ale pokud nezačne dobu odpočinku. Během této pauzy řidič nesmí vykonávat žádnou jinou činnost. Tato přestávka však nepředstavuje denní odpočinek (Machačka, 1999).

### **3.2.11. Typy nákladních aut**

Nákladní automobil je motorové vozidlo, které prvotně existuje pro přepravu nákladu. Konstrukce těchto nákladních aut je shodná jako u automobilů osobních, ale je mnohem těžší a má zesílené odpružení a podvozek. Níže bude popsáno základní rozdělení těchto dopravních prostředků, jejich využití a účel, ke kterému jsou dané modely v dopravním průmyslu určeny. Podle váhy vozidla se dělí na:

- lehký nákladní automobil – do 3,5tuny,
- střední nákladní automobil – do 7,5tuny,
- těžký nákladní automobil – nad 7,5 tuny.

Jednotlivé druhy nákladních vozidel:

<sup>3</sup> <<http://doprava.vpraxi.cz/aetr.html>>.

- Dodávka pick-up – tento druh patří mezi malé nákladní vozidla. Je to vozidlo s otevřenou střechou.
- Dodávka – tento typ vozidla slouží pro přepravu lidí nebo zboží. Vyrábí se vozy všech velikostí i tvarů, a to od klasické dodávky, přes MiniVan (známé také jako MPV – multi-užitkové vozidlo), lze s nimi rozvážet jakýkoliv druh zboží. Řadí se mezi střední nákladní vozidla.
- Tahač – patří mezi velké nákladní vozidlo, které za sebou táhne nákladní přívěsy.
- Návěs – nejpoužívanější nákladní přívěs. Pohybuje se pomocí tahače a lze na něj naložit až 24 tun zboží a dosahuje délky 13,6 metrů.
- Návěs „jumbo“ - přívěs s velkým objemem. Je určen pro převoz např. strojů s výškou až 3,15 metrů a váhově též do 24 tun.
- Mrazící skříň – přívěs s mrazícím zařízením. Slouží pro přepravu potravinářských výrobků, které požadují teplotu v rozmezí -25°C až +25°C. Váhově zhruba do 22 tun.
- Termo skříň – přívěs na přepravu potravinářských výrobků, které nepotřebují zamrazit, pouze chladit. Maximální přepravovaná váha je 22 tun.
- Sklápěč – vozidlo používané pro přepravu sypkého materiálu. Je opatřen hydraulickými písty, které slouží ke zvednutí přední části vozu.
- Valník – má zcele rovný povrch bez postranic a střechy.
- Velkokapacitní souprava – představuje plachtový valník včetně přívěsu. Má velký objem a větší plochu v porovnání s návěsem. Dosahuje délky cca 15 metrů a lze naložit až 24 tun a dosahuje výšky až 3,05 metrů.<sup>4</sup>

Lehká silniční vozidla jsou považována za nejrozšířenější dopravní prostředky. Nalézají uplatnění ve všech odvětví hospodářství jako zásobovací, rozvozová a servisní vozidla, také pro společnou přepravu materiálu a osob. Tyto druhy vozidel jsou konstrukčně odvozená od osobních automobilů se snahou o získání co největšího ložného prostoru (Mačát, Sixta, 2005).

Nákladní vozidla se vyrábějí v celistvých typových řadách s neustále se stupňujícím počtem modifikací. Výrobci nákladních automobilů stále více nabízejí univerzální a speciální vozy. Soupravy tahačů a návěsů jsou dost často používaným dopravním

<sup>4</sup> <<http://www.tirpujcovna.cz/clanky/typy-nakladnich-vozidel-aneb-nez-si-pujcite-nakladni-vuz.html>>.

prostředkem. Nejvíce bývají využívány pro dálkové přepravy. Představují nejefektivnější způsob. Druhá výhoda těchto typů nákladních vozidel je vysoké časové využití. Tahače jsou univerzální a mohou pracovat ve spojení s různými návěsy, ty bývají vyráběny v nejrůznějších provedení (Mačát, Sixta, 2005).

Volba nejvhodnějšího druhu silničního prostředku je pro přepravu zásilek nejvýznamnější faktor ekonomické efektivity celého přepravního procesu. Zároveň je jedním z rozhodujících příspěvků silniční dopravy v logistice (Kyncl, 2001).

### **3.2.12. Přepravní prostředky**

Při logistickém řízení zboží hrají významnou roli přepravní prostředky, které představují určitou kvalitu při zabezpečování přepravních výkonů.

Přepravní prostředky slouží pro přepravu zboží a lze je rozdělit do těch největších skupin: palety, přepravky a kontejnery. Mezi hlavní požadavky, které jsou na ně kladeny, patří ochrana zboží, vhodné rozměry, jejich skladovatelnost, dobrá manipulovatelnost, stabilita, dobrá údržba, snadná likvidace a recyklovatelnost (Čujan, Málek, 2008).

Charakter zásilek vyskytující se v silniční dopravě zamezuje dosáhnout sjednocení používaných přepravních prostředků pro všechny existující zásilky. Tomu významně napomáhá unifikace případných přepravních prostředků (Kyncl, 2001).

Mezi přepravní prostředky řadíme:

- ukládací bedny a přepravky,
- palety,
- kontejnery,
- přepravníky,
- výměnné nástavby.

Nejpoužívanějšími prostředky pro přepravu zboží jsou palety, které mohou být ve dřevěném či plastovém provedení. Paletami se manipuluje pomocí vysokozdvíhových a nízkozdvíhových vozíků, regálových zakladačů disponující lyžinami. Tyto prostředky lze podle provedení rozlišovat na:

- prosté,
- ohradové,
- sloupkové,

- skříňové,
- speciální.

Nejčastěji se v Evropě používají při přepravách a skladování vratné palety o půdorysném rozměru 800x1200 mm. Výměnné „europalety“ mají přesně stanovený rozměr, kterého musí dosahovat, musí odpovídat příslušné normě a zároveň nést ochrannou značku EUR.

1 000 kilogramů je maximální možná nosnost, která smí být na paletu uložena a palety se mohou stohovat nejvýše do 4 vrstev. Samotná paleta má přibližnou hmotnost 30 kilogramů (Mačát, Sixta, 2005).

Paletizace je komplexní technicko-ekonomická manipulační metoda. Umožňuje podstatné úspory provozních nákladů, a to hlavně:

- snížením počtu dopravních a skladovacích operací, zároveň je zkracována jejich doba,
- lépe jsou využívány skladovací prostory,
- zvyšuje se rychlost obrátky zboží,
- snižují se náklady na obaly,
- spoří se energie, atd.

Náklad, který se na paletách přepravuje, by měl být bezpečně zajištěn, aby při manipulaci nedocházelo k poškození. Toto však samo o sobě nestačí zajistit uložením zboží na paletě. Je třeba ještě použít smršťovací folie či vázací pásy (Mačát, Sixta, 2005).

### **3.2.13. Program ROUTE 66**

Tento program slouží pro plánování distribučních tras. Při tvorbě distribučních tras je velice důležité vědět, jak dlouhé jsou navrhované trasy, a to nejen kolik kilometrů vozidlo ujede, ale je také rozhodující doba, kterou řidič na dané trase stráví. Tento software je schopný poskytnout nejrůznější kombinace simulace možných řešení a připravit tak představu o jejich optimálním výsledku. Kvalitní naplánování dopravních tras je východiskem organizace pro efektivní zajištění rozvozu zboží.

Route 66 je jedním z programů představující digitální autoatlas a slouží jako plánovač cest na evropském trhu. Obsahuje špičkové digitální mapy v měřítku 1: 2 100, a to včetně ulic ve většině měst. Program pojímá více jak 5 000 000 kilometrů silnic a ulic z 22 zemí Evropy, 40 kategorií různých míst (např. hotely, divadla, restaurace, čerpací stanice, letiště

atd.), celkový počet těchto míst je vyšší než 770 000. Kromě map také obsahuje kvalitní plánovač, který dokáže vypočítat nejkratší, nejrychlejší nebo nejlevnější cestu pro osobní automobil, ale i pro nákladní vozidlo. Zároveň informuje o délce vypočtené trasy, provozních nákladech a časové náročnosti dané cesty. Software je vhodný pro oblasti cestovního ruchu a měl by být nepostradatelnou součástí každé autodopravy.<sup>5</sup>

### **3.3 Dopravní problém**

Dopravní problém je jedním z úloh patřící mezi lineární programování, což znamená, že je možné ji řešit za pomoci metod, které spadají do LP. Přestavuje optimalizační úlohu, kde je hlavním cílem minimalizace ceny za přepravu zboží, která je součástí nákladů na přepravu, snaží se také minimalizovat celkovou vzdálenost při uspokojování požadavků zákazníků. Jedná se o nalezení optimálního řešení rozvozu zboží od dodavatelů k cílovým odběratelům (Brožová, Houška, 2002).

#### **3.3.1. Okružní dopravní problém (ODP)**

Okružní dopravní problém lze charakterizovat jako matematickou úlohu, jejíž hlavním cílem je získání nejvýhodnějšího způsobu dopravy nikoliv izolovaným spojením dvou míst (dodavatel-odběratel), ale uspořádáním posloupnosti všech míst tak, aby se v tomto uspořádání každé z míst vyskytlo pouze jednou s výjimkou počátečního. Začáteční bod se objeví i na konci daného pořadí. Celkový součet pro jednotlivá sloučení by měl být minimální. Charakteristika a vymezení základní okružní úlohy požaduje závěrečnou množinu míst a sazby (např. vzdálenost, spotřeba času, náklady, atd.) sloužící pro spojení každé dvojice těchto míst.

ODP se vyskytují v různých modifikacích. Převážně se hledá jeden okruh, ale někdy je potřeba nalezení i více okruhů, které musí současně splňovat jednotlivá kapacitní, časová nebo jiná omezení.

Pro řešení tohoto problému existuje několik metod. Principy těchto postupů jsou založeny na zformování a vypracování posloupností tras mezi sledovanými místy, kde se musí každé místo objevovat právě jednou. Je důležité vyřadit všechny trasy, které by předčasně okruh uzavřely. Důvodem je, aby v okruhu byly zahrnuty všechna místa. Obzvláště je nutné střežit, aby jedna trasa nebyla začleněna oběma směry. A současně není dovoleno, aby byla

<sup>5</sup> <[http://euroatlas.digitalmedia.cz/route66/produkty/pc\\_euro/index.asp](http://euroatlas.digitalmedia.cz/route66/produkty/pc_euro/index.asp)>.



zařazena trasa do již navštíveného místa, pokud již každé místo nebylo navštíveno. Až poté, co jsou všechna místa ve vybrané posloupnosti tras, lze okruh uzavřít.

Z matematického hlediska lze řadit ODP mezi tzv. NP-úplné problémy. Pro tuto skupinu neexistuje žádný efektivní algoritmus, který by našel přesné matematické optimum. Je to vyvoláno tím, že v matematickém modelu této úlohy roste počet omezujících podmínek exponenciálně s rostoucím počtem míst. Vyskytuje se řada aproximačních metod, jejichž řešení lze pokládat za ekonomické optimum.

Při výběru nejvhodnější metody je třeba brát v úvahu, o jaký konkrétní typ ODP se vlastně jedná. Je také velice podstatné, zda jde o jednookruhový nebo víceokruhový problém. Dalším kritériem je, zda je či není matice sazeb symetrická nebo úloha disponuje úplnou či neúplnou sítí cest nebo jestli jsou některá spojení zakázána (Brožová Helena, Houška Mialn, 2002).

### **3.3.2. Víceokruhový dopravní problém (VODP)**

Tento typ dopravního problému lze jednoduše charakterizovat jako rozšíření klasického jednookruhového problému. Významným rozdílem, který odlišuje tyto dva typy dopravních problémů, je podmínka, která způsobuje nerealizovatelnost jednoho okruhu. Nejčastěji se jedná o kapacitní podmínku. Každé místo má totiž určitý požadavek na kapacitu okruhu a je i stanovena celková kapacita jednotlivých okruhů. Když nastane případ, že dojde k překročení kapacity určené pro jednotlivý okruh, dochází k automatickému vytvoření více okruhů (Brožová, Houška, 2002).

K rozdělení na více okruhů nejčastěji dochází proto, že přepravní kapacita vozidla nedokáže splnit požadavky na rozvoz nebo dovoz množství zboží všech stanovených míst. Jako příklad lze uvést, že všechna vozidla určená pro realizaci dopravy jsou stejná v případě přepravní kapacity. Tato kapacita musí být zároveň menší než je celkové množství objednaných výrobků, které mají být rozvezeny z centrálního místa ke konečným spotřebitelům. Je tedy potřeba naplánovat několik dopravních okruhů, které budou sloužit pro jedno vozidlo, a to tak, že každý musí začínat a zároveň končit v centrálním místě (Kučera, 2009).

Jako druhý a méně častý typ je časové omezení. Za nejjednodušší příklad lze uvést situaci, kdy je důležité doručit zboží do určitého termínu a současně ujet co nejkratší vzdálenost. Je jasně stanovené centrální místo, určen počet dalších míst a hlavně časový limit, během

kterého musí vozidlo navštívit všechna místa. V praxi to bývá dost častá situace. Většinou už zde nezáleží na tom, v jakou dobu se vozidlo po rozvozu zboží do výchozího bodu vrátí (Kučera, 2009).

### **3.4 Matematické metody**

#### **3.4.1. Metoda ztrát**

Verze pro klasickou dopravní úlohu bývá často označována podle jejího tvůrce Voglova metoda. U jednodukového dopravního problému není potřeba brát v úvahu přepravované množství zboží. Pro každou řadu matice sazeb, tzn. pro všechny sloupce a řádky, se nejprve spočítají diference mezi sazbou nejmenší a druhou nejmenší. V řadě, kde se nachází největší rozdíl, se vybere nejmenší sazba a příslušná hrana, tzn. z uzlu  $i$  do uzlu  $j$ , se zařadí do řešení. Pro celý zbytek výpočtu se  $i$ -tý řádek a  $j$ -tý sloupec matice sazeb vypustí a ještě jedna sazba, jejíž hrana by vytvořila s částí řešení obsahující právě tuto přidanou hranou cyklus. Žádná sazba už nemůže být vybrána, a to z důvodu toho, že do každého uzlu se jede jen jednou. V matici sazeb bez vypuštěných sazeb se opět přepočítají rozdíly a celý postup se opakuje dokud je z čeho tyto rozdíly počítat (Kučera, 2009).

#### **3.4.2. Metoda nejbližšího souseda**

Tato matematická metoda slouží pro řešení klasického jednodukového dopravního problému a je nejjednodušší metodou, kterou lze při řešení použít. Její princip je velice jednoduchý. Určí se výchozí místo, z něj se pokračuje k místu, do něhož je nejvýhodnější spojení z počátečního bodu, odkud se pak pokračuje do dalšího místa, které se ještě nebylo začleněno a které má opět nejvýhodnější spojení. Po projetí všech vybraných míst se jako závěrečné místo zařadí to, ze kterého se zpočátku vyjíždělo (Brožová, Houška, 2002).

Tato metoda má také určité nevýhody. Jako nejvýznamnější lze uvést značné riziko nerozváženého přístupu této techniky. Nejprve se zařazují nejvýhodnější a nejlevnější trasy, tím dochází k riziku, že později budou k dispozici pouze trasy velice nevýhodné a dlouhé. Tyto trasy mohou do značné míry znevýhodnit dané řešení (Brožová, Houška, 2002).

### 3.4.3. Habrova metoda

Představuje obdobu sestavení kruhu pomocí sazeb. Kruh se vytváří tak, že se do řešení zařazují takové spoje vybrané ze všech potenciálních spojení mezi jednotlivými místy, které jsou z hlediska celé dopravní sítě nejvýhodnější. Tento globální pohled poskytují Habrovy frekvence známé z klasické dopravní úlohy.

Ze všech spojení, které jsou k dispozici, se vybere a do okruhu zařadí zprvu to spojení míst, které se shodují s nejvýhodnější frekvencí. Poté se hledá nejvýhodnější frekvence pro další navazující spojení a daný úsek se začlení do okruhu. Tímto způsobem se pokračuje v souvislosti až se celý okruh uzavře (Brožová, Houška, 2002).

### 3.4.4. Littlova metoda

Tato metoda je dost často využívána pro stanovení okružní trasy, a to v případě, kdy je k dispozici omezená kapacita vozidel. Tento postup je vytvořen na základě metody větvení a mezi (Branch and Bound). Množina všech dovolených řešení se rozděluje na stále se zmenšující podmnožiny. Pro každou tuto podmnožinu se poté vypočte hranice minimální dosažitelné délky cyklu. Pokud je shledané řešení s nejmenší hodnotou spojení, která je rovna nejnižší určené hranici, postup tímto končí. Příkladem použití této metody lze uvést roznos zásilek pošty (Brožová, Houška, 2002).

### 3.4.5. Teorie grafů

Tento způsob se nejčastěji využívá při hledání optimálních tras v dopravní síti. Zde jsou definovány některé pojmy, které se v této metodice vyskytují.

Pojem graf lze charakterizovat jako neprázdnou množinu uzlů ( $V$ ) a neprázdnou množinou hran ( $H$ ), které jsou určitým způsobem uspořádány. O neorientovaném grafu lze hovořit v případě, že u grafu určeno jen, které dva uzly spojuje. O orientovaném grafu se mluví tehdy, pokud lze u každé z hran stanovit, ze kterého konkrétního uzlu vychází a do kterého vstupuje. Pokud se hovoří o orientovaném grafu, musí být hranám či uzlům přiřazeny určité hodnoty. Určitá dvojice posloupnosti, kde začátkem je uzel a koncem uzel se nazývá sled. Neorientovaný nebo orientovaný sled, kde se neopakuje žádný vrchol, lze definovat jako dráhu. Jestliže jsou počáteční a koncový uzel rovny, nazývá se dráha uzavřená (Kaňová, 2009).

V případě neohodnocených grafů se počet hran označuje jako délka a v případě ohodnocených grafů je délkou součet hodnot ohodnocených hran, které jsou součástí nějaké trasy. Trasa, která má nejmenší délku ze všech možných tras mezi počátečním a koncovým uzlem, se nazývá minimální trasa. Vzdálenost se poté definuje jako délka minimální trasy. Kružnicí se rozumí graf délky, který má více jako 3 uzly spojené do jedné uzavřené dráhy se stejným počtem hran jako je počet uzlů. Kružnice, která prochází právě jen jednou všemi uzly lze definovat jako Hamiltonskou kružnici.

Grafické zobrazení řešení daného dopravního problému většinou je velmi přehledné a zároveň snadné pro pochopení při představení pohybu po jednotlivých trasách (Kaňová, 2009).

### **3.4.6. Mayerova metoda**

Mayerovu metodu lze jednoduše charakterizovat jako přibližnou metodu sestavení okružních jízd s výběrem minimálních prvků. Nejvíce se využívá pro okružní dopravní problémy, kde je k dispozici úplná síť cest s centrálním místem, odkud probíhá expedice hotových výrobků uložených na přepravních prostředcích.

Hlavním předpokladem této metody je symetrická matice vzdáleností mezi jednotlivými zákazníky, kteří jsou zahrnuti do konkrétního řešení tohoto problému. Každé místo je uspořádané podle vzdálenosti mezi samotným místem a centrálním skladem. Jako první je vždy uveden zákazník, který se od centrálního místa nachází nejdále a jako poslední se uvádí centrální sklad (Brožová, Houška, 2002).

Výběr zákazníků do jednotlivých okružních dopravních tras je závislé na jejich kapacitním omezení, např. počet objednaných palet. Nejprve se do řešení zařadí zákazník, který se vyskytuje nejdále od centrálního skladu, v matici vzdáleností disponuje nejvyšší sazbou trasy. K již vybranému zákazníkovi se postupně přiřadí další tak, aby nebyla překročena kapacita okruhu a zároveň aby toto místo bylo nejbližší k předchozímu vybranému zákazníkovi. Vzdálenost mezi těmito klienty musí být nejmenší možná, toto pravidlo musí být dodrženo vždy (Brožová, Houška, 2002).

Do plánované trasy jsou přidávány další místa stejným způsobem tak dlouho, dokud nedojde k naplnění volné kapacity přepravního vozidla, které máme pro realizaci dopravní trasy k dispozici.

Výběr míst pro další okružní trasy opět začíná u nejvzdálenějšího zákazníka. Zároveň musí splňovat podmínka, že do daného řešení nebyl ještě zařazen, nebo nebyl splněn požadavek na doručení jím objednaného množství palet. Výběr dalších zákazníků probíhá za dodržování již výše popsaných pravidel. Tímto způsobem pokračuje až do chvíle, kdy jsou uspokojeny požadavky všech zákazníků (Brožová, Houška, 2002).

### **3.5 Program TPSKOSA**

Tento program byl vytvořen ve spolupráci následujících autorů: Krejčí, Kučera, Vydrová, v roce 2009 s podporou Fondu rozvoje vysokých škol. TPSKOSA slouží pro řešení okružního dopravního problému za pomoci čtyř vybraných metod. Software je zhotoven v programovacím jazyku Microsoft Visual Basic 6.5. Metody, které byly při tvorbě použité jsou následující:

- Aproximační:
  - Metoda nejbližšího souseda (sekvenční)
  - Vogelova aproximační metoda pro ODP
  - Metoda výhodnostních čísel (paralelně)
- Optimalizační:
  - Metoda větví a mezí pro ODP

Program umožňuje zadat až 250 uzlů, což znamená, že někdy se může lehce stát, že nebude schopen dosáhnout výsledku. Komplikovanost úlohy se neodvíjí výhradně od množství uzlů, ale třeba i od počtu schodných hodnot. Mezi těmito hodnotami pak musí program volit. Proto pak v případě složitějších algoritmů může docházet k chybám programu, které jsou způsobené tzv. přetečením. Výstupy jsou generovány přímo v souboru MS Excel (Krejčí, Kučera, Vydrová, 2010).

## 4 Případová studie

### 4.1 Představení firmy

Autorka této diplomové práce je zaměstnancem ve společnosti BV Spectrum, o které bude tato praktická část pojednávat. Popis firmy byl čerpán z vlastního zpracování základě interních materiálů.

Název:	BV Spectrum, spol. s r.o.
Právní forma:	Společnost s ručením omezeným
Sídlo:	Klatovy, Arbesova 149, PSČ 339 01
Předmět podnikání:	Pronájem a půjčování věcí movitých, koupě zboží za účelem jeho dalšího prodeje a prodej, zprostředkovatelská činnosti v oblasti obchodu, služeb a dopravy
Základní kapitál:	100 000,-Kč
Datum zápisu:	2.dubna 2011

Společnost BV Spectrum, která je stěžejní pro případovou studii, je společností zabývající se mezinárodní dopravou již řadu let. Na trhu funguje od roku 2001. Tato firma se zaměřuje zejména na vnitrostátní a mezinárodní dopravu. Převážně se specializuje na zajišťování přeprav na českém a německém trhu, a to vlastními vozidly nebo prostřednictvím spedičních služeb. Zprostředkovává také dopravní služby i v rámci ostatních zemí EU, Švýcarska a Balkánu. Je schopna zabezpečit dopravu jak kusových, tak i celovozových zásilek. Poskytuje kompletní služby na vysoké úrovni v oblasti logistiky, spedice a vytěžování volných přepravních kapacit. Tato firma disponuje vlastními skladovacími prostory o velikosti 2 x 600m<sup>2</sup> s manipulační technikou (nízkozdvižnými a vysokozdvižnými vozíky).

Hlavní sídlo této organizace se nachází v Klatovech, kde byla vybudována ve vlastních prostorách. Podnik zaměstnává 17 pracovníků, z toho 12 řidičů, 3 dispečerky, 1 účetní, 1 servisního technika a externě spolupracuje s daňovým poradcem. Ve svém regionu nepatří zrovna k největším zaměstnavatelům, ale ani ne k malým firmám. Spíše se nachází mezi středními podniky zabývající se stejnou činností. Vlastní 12 přepravní vozidel. Deset

dopravních prostředků disponuje s ložnou plochou o velikosti 6,5 metrů, což znamená možnost naložit tato auta 16 paletami. Dvě vozidla mají k dispozici 9,5 metrů ložné plochy a lze na ně naložit až 23 palet. Poslední dvě zmíněná vozidla byla majitelem zakoupena zhruba před půl rokem a lze tvrdit, že to pro společnost znamená určitý rozvoj. Jinak je firma schopna přistavit i jiné druhy dopravních prostředků v případě potřeby a nároků na zboží, a to v rámci výše zmiňovaných spedičních služeb.

## **4.2 Formulace problému**

Hlavní cíl případové studie představuje vyřešení zadané úlohy, kdy pro výše zmíněnou společnost bude hledáno řešení pro zajištění rozvozu zboží z centrálního skladu nacházejícího se v Německu ve městě Neunburg. Tyto skladovací prostory spadají do vlastnictví klíčového partnera, od kterého vzešel požadavek na zajištění přepravy požadovaného množství palet ke stanoveným 13 zákazníkům na základě jejich objednávek, a to v rámci jednoho týdne. Během jednoho týdne musí být zajištěna doprava pro 431 palet. Mayerova metoda poslouží k nalezení možného řešení tohoto víceokruhového dopravního problému. Tuto metodu lze charakterizovat jako přibližnou metodu sestavení okružních jízd výběrem minimálních prvků. V této práci bude přihlíženo k tomu, že je k dispozici úplná síť dopravních cest, ale jen s jedním centrálním skladem, ze kterého se bude uskutečňovat expedice zboží uloženého na paletách.

Symetrická matice vzdáleností mezi všemi zákazníky, kteří jsou včleněni do řešení tohoto problému, je hlavní podmínkou Mayerovy metody. Zákazníci budou seřazeni podle vzdálenosti mezi nimi a centrálním skladem, odkud bude zboží vyváženo. V této matici bude na prvním místě prezentován ten zákazník, který je nejvzdálenější, a na poslední pozici bude uveden centrální sklad.

Prvním krokem v řešení tohoto problému je výběr zákazníků pro jednotlivé okružní dopravní trasy, kde směrodatné omezení představuje požadavek zákazníka na počet doručených palet v jednom dni. Zákazník, který je nejvíce vzdálený od centrálního skladu, se jako první zahrne do plánované trasy. K tomuto zvolenému klientovi se pak postupně přiřadí další tak, aby byla vyčerpaná přepravní kapacita použitého vozidla a aby tento následující zákazník byl co nejbližší k již zařazenému zákazníkovi. Velmi nutnou podmínkou je dodržení pravidla, které stanovuje, že vzdálenost k některému již zvolenému

klientovi musí být nejmenší možná. Tímto způsobem a při dodržování výše zmíněných pravidel jsou do plánované trasy začleněni i další zákazníci, a to až do té doby, než bude kapacita dopravního vozidla plně vyčerpána.

Volba další trasy začne opět u nejvzdálenějšího zákazníka, ale zároveň musí splňovat ten předpoklad, že ještě nebyl zařazen do předchozí trasy a nebo u něj nebyl splněn požadavek na dodání jím určeného počtu palet. Postup probíhá za stejných, výše objasněných pravidel.

Hlavním cílem je získat návrh pro jednotlivé okružní dopravní trasy, které budou realizovány příslušným přepravním vozidlem. Dále bude provedena optimalizace vynaložených nákladů na přepravu zboží pro každý den daného týdne, která bude vypracována za pomoci programu TPSKOSA metodou větví a mezí pro ODP.

### 4.3 Sestavení modelu

Pro vypracování praktické části je stanovena výše uvedená přepravní společnost, která bude v rámci řešení pro svého klíčového partnera zabezpečovat jeho požadované přepravy. Tato dopravní společnost má k dispozici následující nákladní vozidla.

*Tabulka č.2: Nákladní vozidla společnosti BV Spectrum*

<b>Druh vozidla</b>	<b>Ložná plocha / EU palety</b>	<b>Kč / km</b>
Iveco 120E25	23	22,-
Iveco 120E25	23	22,-
Renault Midlum	16	15,-
Renault Midlum	16	15,-
Renault Midlum	16	15,-
Renault Midlum	16	15,-
Renault Midlum	16	15,-
Renault Midlum	16	15,-
Renault Midlum	16	15,-
Renault Midlum	16	15,-
Renault Midlum	16	15,-
Renault Midlum	16	15,-

*Zdroj: Vlastní zpracování na základě interních podkladů společnosti BV Spectrum*



Z výše uvedené tabulky vyplývá, že celkem může být pro rozvoz palet použito 12 aut. Dvě z toho jsou omezena kapacitou na 23 palet a sazbou na ujetý kilometr ve výši 22 Kč, a zbylých deset mají kapacitní omezení 16 palet a sazbu na ujetý kilometr 15 Kč. Při tvorbě jednotlivých dopravních tras se nebude uvažovat o dalších omezeních jako je např. průměrná rychlost, zároveň s tím spojená maximální možná doba jízdy vozidla v jednom dni, povinné přestávky během jízdy, atd.

Následující tabulka zachycuje požadavky na rozvoz palet u vybraných 13 zákazníků v jednotlivých dnech. Pro tyto zvolené klienty bude hledáno přípustné řešení pomocí vybrané Mayerovy metody. Aby byly usnadněny pozdější výpočty, je ke každému zákazníkovi přiřazeno písmeno abecedy, které pak bude aplikováno při sestavování matice vzdáleností.

Tabulka č.3: 13 vybraných zákazníků a jejich požadavky na doručení zboží

Písmen o	Zákazník	Místo	Požadavek na přepravu palet					Celkem za týden
			Po	Út	St	Čt	Pá	
<b>A</b>	Aldi	D96052 Bamberg	13	-	10	8	30	61
<b>B</b>	Edeka	D88239 Wangen	12	20	-	18	10	60
<b>C</b>	Lidl	D90451 Nürnberg	5	15	-	18	-	38
<b>D</b>	Kaufland	D81737 München	7	16	15	-	-	38
<b>E</b>	Rewe	D77694 Kehl	-	-	11	-	8	19
<b>F</b>	Netto	D83022 Rosenheim	-	-	-	-	32	32
<b>G</b>	Penny Market	D97070 Würzburg	4	10	17	13	9	53
<b>H</b>	Norma	D86152 Augsburg	-	5	-	10	-	15
<b>I</b>	Free One Shop	CZ34532 Česká Kubice	-	-	18	-	2	20
<b>J</b>	Globus	D72108 Rottenburg	-	3	-	14	9	26
<b>K</b>	Travel Free	CZ34806 Rozvadov	1	-	7	-	2	10
<b>L</b>	Real	D95444 Bayreuth	25	-	-	-	-	25
<b>M</b>	Nah & Gut	D70176 Stuttgart	3	-	9	13	9	34
<b>Z</b>	<b>Lorenz Bahlsen</b>	<b>D92431 Neunburg</b>	<b>70</b>	<b>69</b>	<b>87</b>	<b>94</b>	<b>111</b>	<b>431</b>
			<b>Celkový počet palet za den</b>					

Zdroj: Vlastní zpracování na základě interních podkladů společnosti BV Spectrum

Již na první pohled je z výše uvedené tabulky patrné, že největší objednávky a zároveň s tím spojený požadavek na přepravu má zákazník A, hned za ním se na další příčce nachází zákazník B, G, C a D. Největší množství přepravovaných palet v jednom dni a pro jednoho klienta je 32 palet, což s ohledem na omezení přepravní kapacity, a to maximálně 23 palet najednou značí, že v tomto případě pojedou k tomuto zákazníkovi minimálně dvě vozidla.

Nejobjemnějším dne v týdnu pak bude pátek, jelikož je zde požadavek na doručení 111 palet, kdy budou muset být zařazena do řešení minimálně 2 vozidla s kapacitou na 23 palet a 5 vozidel s kapacitou 16 palet. Z toho všeho vyplývá, že v pátek bude potřeba celkový počet 7 aut, což zároveň představuje 7 okružních dopravních jízd. Tabulka také naznačuje, že až na pár výjimek zákazníci mají v rámci celého týdne vcelku pravidelné zásobování. Je to zcela zásadní faktor v případě plánování a optimalizaci nákladů. Důvodem je, že to tento proces do značné míry nekomplikuje a umožňuje ho standardizovat na daný počet palet. Pokud by byly objednávky více nestabilní, nároky na plánovací proces by se pravděpodobně zvýšily.

#### **4.4 Matice vzdáleností**

Nyní bude sestavena matice vzdáleností mezi jednotlivými zákazníky a centrálním skladem. Matice bude uvedena v kilometrech. Zhotovení této tabulky bude realizováno tak, že sloupce a řádky tabulky budou obsahovat abecední písmena, která budou přiřazena každému klientovi a pomocí programu ROUTE 66 bude provedeno vyhledávání a přidružení vzdáleností mezi samotnými zákazníky, zákazníkem a centrálním skladem, odkud bude probíhat expedice objednaného zboží. Spojnice stejných míst budou proškrtnuty.

Tabulka č.4: Matice vzdálenosti

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
A	-	328	65	232	353	294	94	203	219	280	199	70	236
B	328	-	263	164	248	226	275	138	364	208	386	347	193
C	65	263	-	170	312	232	112	167	165	239	145	92	195
D	232	164	170	-	363	67	279	76	212	264	235	237	230
E	353	248	312	363	-	425	261	297	469	107	449	396	147
F	294	226	232	67	425	-	341	138	274	326	297	299	292
G	94	275	112	279	261	341	-	244	266	187	246	159	144
H	203	138	167	76	297	138	244	-	230	198	252	235	163
I	219	364	165	212	469	274	266	230	-	396	45	181	352
J	280	208	239	264	107	326	187	198	396	-	376	322	49
K	199	386	145	235	449	297	246	252	45	376	-	112	332
L	70	347	92	237	396	299	159	235	181	322	112	-	279
M	236	193	195	230	147	292	144	163	352	49	332	279	-
Z	163	335	109	183	412	245	210	201	49	339	60	125	296

Zdroj: Vlastní zpracování za pomoci programu ROUTE 66

## 4.5 Řešení

Řešení dopravního problému bude probíhat tak, že se pro každý den v týdnu zhotoví samostatná matice sazeb stejným způsobem, který byl již objasněn výše.

Jako první se vytvoří přehledová matice sazeb s požadavkem na přepravu pro pondělí. V tomto dni se budou doručovat palety pro zákazníky A,B,C,D,G,K,L a M. Celkem musí být v pondělí doručeno 70 palet.

Pondělí:

*Tabulka č.5: Matice vzdálenosti s požadavkem na rozvoz palet v pondělí*

<b>Pondělí</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>G</b>	<b>K</b>	<b>L</b>	<b>M</b>	<b>Palety</b>
<b>A</b>	-	328	65	235	94	199	70	236	13
<b>B</b>	328	-	263	164	275	386	347	193	12
<b>C</b>	65	263	-	170	112	145	92	195	5
<b>D</b>	232	164	170	-	279	235	237	230	7
<b>G</b>	94	275	112	279	-	246	159	144	4
<b>K</b>	199	386	145	235	246	-	112	332	1
<b>L</b>	70	347	92	237	159	112	-	279	25
<b>M</b>	236	193	195	230	144	332	279	-	3
<b>Z</b>	163	335	109	183	210	60	125	296	∑ 70

*Zdroj: Vlastní zpracování za pomoci programu ROUTE 66*

Z uvedené tabulky je patrné, že celkový požadavek na rozvoz palet v pondělí činí 70 kusů. Tento počet představuje uspokojení všech zákazníků, kteří si objednali zboží na pondělí. Převážná společnost má k dispozici 2 vozidla s ložnou kapacitou 23 palet, kdy za každý ujetý kilometr je počítána sazba 22,-Kč. Další alternativou je 10 vozidel s ložnou kapacitou 16 palet s účtovanou sazbou na každý ujetý kilometr 15,-Kč. Tyto uvedené sazby budou v závěru použity pro výpočet nákladů, které byly vynaloženy na dopravu. Sazby pro jednotlivá vozidla se v rámci celého týdne měnit nebudou. Na základě těchto údajů lze předběžně spočítat počet aut, která budou do řešení dopravního problému zahrnuta. Výpočet pro pondělí je následující. Vychází se z kapacity každého disponibilního vozidla  $23+23+16+16=78$  palet. Tento výpočet značí, že pro zajištění pondělního požadavku na rozvoz všech palet, budou použita minimálně 4 vozidla. Z toho vyplývá, že budou minimálně 4 dopravní okruhy.

Nyní se začne provádět volba jednotlivých okruhů. Jako první bude zvoleno nejvzdálenější místo B (vzdálenost činí 335 kilometrů) od centrálního skladu Z. Zde je požadavek doručit 12 palet. Poté se musí vyhledat místo, které má nejmenší vzdálenost k místu B v jeho sloupci, což je místo D (vzdálenost je 164 kilometrů). Zde je požadavek 7 palet. Tímto vznikne spojení, kdy pojedou vozidlo z místa B do místa D. Musí se též provést kontrola vyřízení vozidla. Začleněné místo B má povinnost doručit 12 palet, místo D 7 palet.

Celkem tento součet činí 19 palet, kapacita vozidla představuje vytížení až 23 paletami. To znamená, že lze na toto vozidlo naložit ještě další 4 palety. Druhým nejméně vzdáleným místem je M (vzdálenost 230 kilometrů) s požadavkem na 3 palety. Aby bylo auto plně vytíženo, je potřeba naložit ještě jednu paletu. Jelikož všechny 4 vozidla odvezou celkem 78 palet a v pondělí je potřeba doručit pouze 70 palet, nastává zde možnost přenechat tuto paletu na jiné vozidlo. Hlavním důvodem je ekonomická hospodárnost. Bude se tedy brát v úvahu, že první vozidlo je již plně vytíženo a po doručení všech, jemuž náležících palet, se smí vrátit do výchozího místa Z. První okruh je tedy uspořádán: Z-B-D-M-Z.

Výběr patřičných míst pro následující okruh začne opět z místa, které je nejvíce vzdálené od výchozí bodu Z, zároveň musí splňovat podmínku, že ještě nebylo zařazeno do řešení, nebo zcela nebyl uspokojen jeho požadavek na přepravu palet. V druhém okruhu bude použito opět vozidlo s ložnou kapacitou 23 palet, které bude opět vyjíždět z místa centrálního skladu Z. Nejprve pojedje do místa G (vzdálenost je 210 kilometrů), na toto místo má být zavezeny 4 palety. Prvním nejméně vzdáleným místem od G se nachází místo A (vzdálenost 94 kilometrů), zde musí být doručeno 13 palet. Stále není naplněna ložná plocha vozidla, proto dalším místem, kam auto pojedje, je nyní místo C (vzdálenost 65 kilometrů), kam je potřeba doručit 5 palet. Momentálně bude na vozidle 22 palet, opět jednu paletu, kterou bychom mohli na toto vozidlo ještě přiložit, přenecháme z ekonomických důvodů dalšímu vozidlu. Lze tímto uzavřít druhý okruh, auto se vrátí do místa centrálního skladu a tím vznikne okruh: Z-G-A-C-Z.

Ve třetím okruhu bude využito nákladní vozidlo s kapacitou 16 palet a bude vytvářen stejným způsobem jako výše uvedené. Nejvíce vzdálené místo od výchozího bodu Z se nyní nachází místo L (vzdálenost 128 kilometrů), kde se musí vyložit 25 palet. Z tohoto požadavku je patrné, že na rozvoz 25 palet bude potřeba minimálně dvou vozidel. Lze konstatovat, že využití vozidlo pro třetí okruh je již plně vytíženo a má možnost se vrátit do centrálního skladu. Vzniká tak třetí okruh: Z-L-Z.

Ve čtvrtém a zároveň v posledním okruhu je za pomoci vozidla na 16 palet zabezpečena žádost do místa L, která nebyla v předchozím okruhu zcela splněna, proto tam vozidlo teď poveze zbývajících 9 palet. Posledním místem je K (vzdálenost 112 kilometrů) s potřebou doručit závěrečnou 1 paletu. Pátý okruh bude následující: Z-L-K-Z. Tímto bude celkový požadavek na rozvoz 70 palet v pondělí dokonale uspokojen.

Následující tabulka souhrnně popisuje získané počáteční řešení pro pondělní dopravu palet k jednotlivým zákazníkům.

*Tabulka č.6: Získané počáteční řešení v pondělí*

<b>Pondělní trasy pro zabezpečení rozvozu palet</b>					
<b>Okruh</b>	<b>Místa</b>	<b>Počet palet</b>	<b>Kč/km</b>	<b>Ujeté km</b>	<b>Náklady v Kč</b>
<b>I.</b>	Z-B-D-M-Z	22	22,-	1 025	22 550,-
<b>II.</b>	Z-G-A-C-Z	22	22,-	478	10 516,-
<b>III.</b>	Z-L-Z	16	15,-	250	3 750,-
<b>IV.</b>	Z-L-K-Z	16	15,-	297	4 455,-
<b>Celkově ujeté kilometry a náklady na dopravu</b>				<b>2 050</b>	<b>41 271,-</b>

*Zdroj: Vlastní zpracování za pomoci programu ROUTE 66*

Z této tabulky je patrné, že pro pondělní rozvoz objednaných palet bude potřeba aplikovat 4 dopravní okruhy. To znamená, použít 4 nákladní vozidla, která celkem ujedou 2 050 kilometrů. Veškeré náklady vynaložené na všechny trasy při sazbách 22,- Kč na 1 kilometr u auta s ložnou plochou pro 23 palet, a 15,- Kč na 1 kilometr s ložnou plochou pro 16 palet budou činit 41 271,- Kč.

Výše uvedené přípustné řešení ale nelze považovat za optimální. Pro eventuální optimalizaci získaného počátečního řešení bude vykonána zkouška, a to pomocí programu TPSKOSA metodou větví a mezí pro ODP. Do řešení budou zahrnuty pouze vozidla s nižší přepravní sazbou na jeden ujetý kilometr. Níže uvedená tabulka charakterizuje nalezené optimalizované řešení.

Tabulka č.7: Optimalizace pondělního řešení

Optimalizace pondělní trasy pro zabezpečení rozvozu palet					
Okruh	Místa	Počet palet	Kč/km	Ujeté km	Náklady v Kč
I.	Z-B-D-Z	16	15,-	682	10 230,-
II.	Z-M-D-A-Z	16	15,-	921	13 815,-
III.	Z-G-A-C-Z	12	15,-	478	7 170,-
IV.	Z-L-Z	16	15,-	250	3 750,-
V.	Z-L-K-Z	10	15,-	297	4 455,-
<b>Celkově ujeté kilometry a náklady na dopravu</b>				<b>2 628</b>	<b>39 420,-</b>

Zdroj: Vlastní zpracování za pomoci programu ROUTE 66 a programu TPSKOSA (metoda větví a mezi pro ODP)

Tabulka zachycuje úsporu ve výši 1 851,-Kč i za předpokladu, že bylo těmito 5 vozidly ujet o 578 kilometrů více.

Nyní bude sestavena přehledová matice sazeb pro rozvoz palet, který se musí uskutečnit v úterý, a to k zákazníkům B, C, D, G, H a J. Počet palet, které musí být tento den doručeny, je 69 kusů.

Úterý:

Rozvoz palet, které musí být zabezpečeny v úterý, zobrazuje níže uvedená přehledová matice sazeb, kdy musí být dovezeno celkem 69 palet, a to k zákazníkům B, C, D, G, H, J.

Tabulka č.8: Matice vzdálenosti s požadavkem na rozvoz palet v úterý

Úterý	B	C	D	G	H	J	Palety
<b>B</b>	-	263	164	275	138	208	20
<b>C</b>	263	-	170	112	167	239	15
<b>D</b>	164	170	-	279	76	264	16
<b>G</b>	275	112	279	-	244	187	10
<b>H</b>	138	167	76	244	-	198	5
<b>J</b>	208	239	264	187	198	-	3
<b>Z</b>	335	109	183	210	201	339	Σ 69

Zdroj: Vlastní zpracování za pomoci programu ROUTE 66

Na zajištění dopravy pro 69 palet, které zachycuje tabulka č. 8, je třeba použít minimálně 4 vozidla. Výpočet jednotlivých aut je  $23+23+16+16=78$  palet, což zároveň znamená, že



budou tedy minimálně 4 dopravní okruhy.

Samotný výběr každého okruhu bude probíhat následovně. Jako první nejvzdálenější místo od centrálního skladu se nachází místo J (vzdálenost 339 kilometrů), kam je nutno dovézt 3 palety. Dalším nejméně vzdáleným místem od místa J se nachází bod G (vzdálenost 187 kilometrů) a zde se musí vyložit 10 palet. Ložná plocha vozidla stále není naplněna, proto lze pokračovat ve výběru dalšího zákazníka. Druhým nejbližším místem je nyní místo H (vzdálenost 244 kilometrů). Toto místo musí být zásobeno 5 paletami. Celkem máme na vozidle 18 palet, lze naložit 23 palet. To znamená, že může být vybráno další místo do tohoto okruhu. Nyní zařadíme místo B (vzdálenost 138 kilometrů), které má být opatřeno 20 paletami. Na první vozidlo již lze naložit pouze 5 palet, zbytek tedy případně na následující vůz. Tímto je vozidla plně vytiženo, smí se vrátit zpět do výchozího bodu a první okruh lze uzavřít. Vznikne okruh: Z-J-G-H-B-Z.

Druhý okruh započne tím, že se opět vybere místo, které je nevíce vzdálené, ale které nebylo ještě zahrnuto do předchozího okruhu nebo nebyla splněna podmínka doručení všech objednaných palet. Bude zařazeno nyní znova místo B (vzdálenost 335 kilometrů), jelikož zde zbývá dovézt ještě 15 palet. Nejbližším místem k tomuto bodu se nachází místo D (vzdálenost 164 kilometrů) s požadavkem 16 palet. Druhé vozidlo k tomuto zákazníkovi doručí pouze 8 palet a zbytek se přenechá na další vůz, jelikož druhé vozidlo je již plně vytiženo a může se vrátit. Vznikne druhý okruh: Z-B-D-Z.

Třetí okruh začne místem D (vzdálenost 183 kilometrů), kde nebyl uspokojen požadavek, a dopraví se zbývajících 8 palet. Závěrečné místo C se přenechá poslednímu vozidlu z důvodu toho, aby třetí auto nemuselo jet do tohoto bodu dvakrát. Třetí okruh je takový: Z-D-Z.

Čtvrtý okruh se sestává pouze z místa C (vzdálenost 109 kilometrů), které ještě nebylo zahrnuté do žádného okruhu. Zákazník si zde objednal 15 palet. Čtvrtý okruh bude: Z-C-Z.

Následující tabulka souhrnně popisuje získané počáteční řešení pro úterní dopravu palet k jednotlivým zákazníkům.

Tabulka č.9: Získané počáteční řešení v úterý

Úterní trasy pro zabezpečení rozvozu palet					
Okruh	Místa	Počet palet	Kč/km	Ujeté km	Náklady v Kč
I.	Z-J-G-H-B-Z	23	22,-	1 243	27 346,-
II.	Z-B-D-Z	23	22,-	682	15 004,-
III.	Z-D-Z	8	15,-	366	5 490,-
IV.	Z-C-Z	15	15,-	218	3 270,-
<b>Celkově ujeté kilometry a náklady na dopravu</b>				<b>2 509</b>	<b>51 110,-</b>

Zdroj: Vlastní zpracování za pomoci programu ROUTE 66

Z tabulky lze zjistit, že pro úterní rozvoz objednaných palet bude potřeba použít 4 dopravní okruhy. To znamená s využitím 4 nákladních vozidel, která celkem ujedou 2 509 kilometrů. Veškeré náklady vynaložené na všechny trasy při sazbách 22,- Kč na 1 kilometr u auta s ložnou plochou pro 23 palet a 15,- Kč na 1 kilometr s ložnou plochou pro 16 palet budou činit 51 110,- Kč.

Toto stanovené přípustné řešení ale nelze považovat za optimální. Pro eventuální optimalizaci získaného počátečního řešení bude opět provedena zkouška jako u předchozího řešení. Zahrnou se pouze vozidla s nižší přepravní sazbou na jeden ujetý kilometr. Níže uvedená tabulka popisuje nalezené optimalizované řešení.

Tabulka č. 10: Optimalizace úterního řešení

Optimalizace úterní trasy pro zabezpečení rozvozu palet					
Okruh	Místa	Počet palet	Kč/km	Ujeté km	Náklady v Kč
I.	Z-J-B-Z	16	15,-	882	13 230,-
II.	Z-B-G-Z	16	15,-	820	12 300,-
III.	Z-G-H-D-Z	16	15,-	713	10 695,-
IV.	Z-D-C-Z-	16	15,-	462	6 930,-
V.	Z-C-Z	5	15,-	218	3 270,-
<b>Celkově ujeté kilometry a náklady na dopravu</b>				<b>3 095</b>	<b>46 425,-</b>

Zdroj: Vlastní zpracování za pomoci programu ROUTE 66 a programu TPSKOSA (metoda větvi a mezi pro ODP)

Tabulka eviduje úsporu ve výši 4 685,-Kč i za předpokladu, že bylo těmito 5 vozidly ujetu o 586 kilometrů více.

**Středa:**

Rozvoz palet, které musí být zabezpečeny ve středu, znázorňuje níže uvedená přehledová matice sazeb, kdy musí být dovezeno celkem 87 palet, a to k zákazníkům A, D, E, G, I, K a M.

*Tabulka č.11: Matice vzdáleností s požadavkem na rozvoz palet ve středu*

<b>Středa</b>	<b>A</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>G</b>	<b>I</b>	<b>K</b>	<b>M</b>	<b>Palety</b>
<b>A</b>	-	232	353	94	219	199	236	10
<b>D</b>	232	-	363	279	212	235	230	15
<b>E</b>	353	363	-	261	469	449	147	11
<b>G</b>	94	279	261	-	266	246	144	17
<b>I</b>	219	212	469	266	-	45	352	18
<b>K</b>	199	235	449	246	45	-	332	7
<b>M</b>	236	230	147	144	352	332	-	9
<b>Z</b>	163	183	412	210	49	60	296	∑ 87

*Zdroj: Vlastní zpracování za pomoci programu ROUTE 66*

Celkový střeďeční požadavek na rozvoz palet činí 87 kusů. Aby byla zajištěna přeprava tohoto zboží, je zapotřebí 5 vozidel. Výpočet je následující, vychází z kapacity vozidel, které jsou k dispozici  $23+23+16+16+16=94$  palet. 5 vozidel zároveň představuje 5 dopravních okruhů.

První okruh bude začínat nejvzdálenějším místem, kterým je v tomto případě E (vzdálenost 412 kilometrů) s požadavkem na doručení 11 palet. Nejméně vzdáleným tomuto bodu se nachází místo M (vzdálenost 147 kilometrů), kam se má dovézt 9 palet. Pokud se provede kontrola vytižení vozidla, zjistí se, že lze na vozidlo naložit ještě 3 palety, které se nyní budou doručovat do místo G (vzdálenost 144 kilometrů), kde celkový požadavek je 17 palet. Tímto bude vozidlo plně vytiženo a smí se vrátit do výchozího místa. Vzniká tak první dopravní okruh: Z-E-M-G-Z.

Druhý okruh bude sestaven z místa G (vzdálenost 210 kilometrů), které je momentálně nejvzdálenější a zároveň nebyla splněna podmínka doručení palet. Zbývá dodat 14 palet. Poté pojedou do místa A (vzdálenost 94 kilometrů), kam se musí převézt 10 palet, ale

kapacita vozidla dovoluje naložit pouze 9 palet. Zbývající jedna paleta bude doručena jiným vozidlem. Okruh tak bude uzavřen a auto smí jet zpět do místa Z. Druhý okruh bude: Z-G-A-Z.

Ve třetím okruhu auto pojedje nejprve do místa D ( vzdálenost 183 kilometrů), kde bude vykládat 15 palet. Na auto lze naložit ještě jednu paletu, ale z ekonomických důvodu ji přenecháme dalšímu vozidlu a toto auto pro třetí okruh se může vrátit zpět do centrálního sklad a tím vznikne okruh třetí: Z-D-Z.

Čtvrtý okruh bude sestavován stejným způsobem. Nejméně vzdáleným místem je A (vzdálenost 163). Toto místo vyžaduje složit už jen jednu zbylou paletu. Toto vozidlo pojedje do místa K (vzdálenost 199 kilometrů) se 7 objednanými paletami. Stále není kapacita vozu plně vytižená, takže lze pokračovat do místa I (vzdálenost 45 kilometrů), kam by se mělo dovézt 18 palet, ale momentálně se naloží jen 8 palet, aby se doplnila volná ložná plocha. Po složení palet v místě I se smí auto vrátit do výchozího bodu. Čtvrtý okruh bude následující: Z-A-K-I-Z.

V pátém okruhu již zbývá převézt posledních 10 palet, které měly být doručeny do místa I (vzdálenost 49 kilometrů). Celkový požadavek všech palet je tak dodržet a vozidlo může jet zpět. Pátý okruh budu proto jen: Z-I-Z.

Následující tabulka souhrnně popisuje získané počáteční řešení pro středěční dopravu palet k jednotlivým zákazníkům.

*Tabulka č.12: Získané počáteční řešení ve středu*

<b>Středěční trasy pro zabezpečení rozvozu palet</b>					
<b>Okruh</b>	<b>Místa</b>	<b>Počet palet</b>	<b>Kč/km</b>	<b>Ujeté km</b>	<b>Náklady v Kč</b>
<b>I.</b>	Z-E-M-G-Z	23	22,-	913	20 086,-
<b>II.</b>	Z-G-A-Z	23	22,-	467	10 274,-
<b>III.</b>	Z-D-Z	15	15,-	366	5 490,-
<b>IV.</b>	Z-A-K-I-Z	16	15,-	456	6 840,-
<b>V.</b>	Z-I-Z	10	15,-	98	1 470,-
<b>Celkově ujeté kilometry a náklady na dopravu</b>				<b>2 300</b>	<b>44 160,-</b>

*Zdroj: Vlastní zpracování za pomoci programu ROUTE 66*

Tabulka uvádí, že pro střeďeční rozvoz požadovaných palet bude potřeba použít 5 dopravních okruhů. Znamená to, využít 5 nákladních vozidel, která celkem ujedou 2 300 kilometrů. Veškeré náklady vynaložené na všechny trasy při sazbách 22,- Kč na 1 kilometr u auta s ložnou plochou pro 23 palet a 15,- Kč na 1 kilometr s ložnou plochou pro 16 palet budou činit 44 160,- Kč.

Toto stanovené přípustné řešení ale nelze považovat za optimální. Pro eventuální optimalizaci získaného počátečního řešení bude opět provedena zkouška jako u předchozích řešení. Bude počítáno pouze s vozidly s nižší přepravní sazbou na jeden ujetý kilometr. Níže uvedená tabulka popisuje nalezené optimalizované řešení.

*Tabulka č.13: Optimalizace střeďečního řešení*

<b>Optimalizace střeďeční trasy pro zabezpečení rozvozu palet</b>					
<b>Okruh</b>	<b>Místa</b>	<b>Počet palet</b>	<b>Kč/km</b>	<b>Ujeté km</b>	<b>Náklady v Kč</b>
<b>I.</b>	Z-E-M-Z	16	15,-	855	12 825,-
<b>II.</b>	Z-M-G-Z	16	15,-	650	9 750,-
<b>III.</b>	Z-G-A-Z	15	15,-	467	7 005,-
<b>IV.</b>	Z-D-Z	15	15,-	366	5 490,-
<b>V.</b>	Z-K-I-Z	16	15,-	154	2 310,-
<b>VI.</b>	Z-I-Z	9	15,-	98	1 470,-
<b>Celkově ujeté kilometry a náklady na dopravu</b>				<b>2 590</b>	<b>38 850,-</b>

*Zdroj: Vlastní zpracování za pomoci programu ROUTE 66 a programu TPSKOSA (metoda větví a mezi pro ODP)*

Z tabulky je zřejmé, že po optimalizace bylo dosaženo úspory ve výši 5 310,-Kč i v tom případě, že bylo těmito 6 auty najeto o 290 kilometrů více.

#### Čtvrtek:

Čtvrteční přehledová matice sazeb je znázorněná níže. Popisuje, že musí být zajištěna doprava pro zákazníky A, B, C, G, H, J a M, ke kterým musí být dovezeno celkem 94 palet.

Tabulka č.14: Matice vzdálenosti s požadavkem na rozvoz palet ve čtvrtěk

Čtvrtek	A	B	C	G	H	J	M	Palety
A	-	328	65	94	203	280	236	8
B	328	-	263	275	138	208	193	18
C	65	263	-	112	167	239	195	18
G	94	275	112	-	244	187	144	13
H	203	138	167	244	-	198	163	10
J	280	208	239	187	198	-	49	14
M	236	193	195	144	163	49	-	13
Z	163	335	109	210	201	339	296	$\Sigma$ 94

Zdroj: Vlastní zpracování za pomoci programu ROUTE 66

Jak již bylo zmíněno, ve čtvrtěk se musí zabezpečit převoz 94 palet. Počet vozidel, které se budou na této dopravě podílet, je 5. Toto množství bylo vyvozeno z následujícího výpočtu, který bere v potaz volnou kapacitu nákladního auta.  $23+23+16+16+16=94$  palet. Těchto 5 vozů znamená sestavit 5 dopravních okruhů.

Do prvního okruhu bude počátečním místem opět to nejvzdálenější, kterým je momentálně místo J (339 kilometrů), kde požadavek činí 14 palet. Nejbližším k tomuto místu se nachází bod M (vzdálenost 49 kilometrů), doručit se zde musí 13 palet. S ohledem na kapacitu vozidla se smí naložit ale jen 9 palet a zbylé 4 se přenechají dalšímu vozidlu. Vznikne tak okruh: Z-J-M-Z.

Druhý okruh vznikne prvním bodem v B (vzdálenost 335 kilometrů), kde bude vyloženo 18 palet. Kapacita vozidla stále není naplněna, proto lze zařadit další bod, kterým je H (vzdálenost 138 kilometrů), doručit se musí 10 palet. Z tohoto počtu budou naloženo pouze 5 palet, aby bylo vozidlo plně vytiženo. Zbytek doručí jiné vozidlo. Druhý okruh je následující: Z-B-H-Z.

Třetí okruh bude začínat místem M (vzdálenost 296 kilometrů), kde nebyl zcela splněn požadavek a zároveň nyní představuje nejvzdálenější místo. Chybí zde doručit 4 palety. Nejméně vzdáleným místem je bod G (vzdálenost 144 kilometrů) s podmínkou 13 palet, ale je zde možnost naložit pouhých 12 palet a tu jednu poslední je proto nutné ponechat pro další auto. Třetí okruh bude následující: Z-M-G-Z.

Ve čtvrtém okruhu pojedí vozidlo nejprve do místa G (vzdálenost 210 kilometrů), nebyla plně uspokojena žádost doručení palet a nyní je i nejvzdálenější. Zde vyloží zbývající 1 paletu. Poté pojedí do místa A (vzdálenost 94 kilometrů), kam doručí 8 palet. A jako poslední pojedí do místa C (vzdálenost 65 kilometrů), zákazník zde požaduje 18 palet. Jelikož na toto vozidlo se vejde už jen 7 palet, 11 bude doručeno posledním vozidlem. Tento okruh se tak uzavře a auto smí jet zpět do centrálního skladu. Čtvrtý okruh bude: Z-G-A-C-Z.

Pro pátý okruh zůstává požadavek na doručení 5 palet do místa H (vzdálenost 201 kilometrů) a zároveň ještě nedovezených 11 palet do místa C (vzdálenost 167 kilometrů). Auto se poté může vrátit do výchozího bodu, do místa Z. Pátý okruh vznikne jako: Z-H-C-Z.

Následující tabulka souhrnně popisuje získané počáteční řešení pro čtvrtéční dopravu palet k jednotlivým zákazníkům.

*Tabulka č.15: Získané počáteční řešení ve čtvrtéčích*

<b>Čtvrtéční trasy pro zabezpečení rozvozu palet</b>					
<b>Okruh</b>	<b>Místa</b>	<b>Počet palet</b>	<b>Kč/km</b>	<b>Ujeté km</b>	<b>Náklady v Kč</b>
<b>I.</b>	Z-J-M-Z	23	22,-	684	15 048,-
<b>II.</b>	Z-B-H-Z	23	22,-	674	14 828,-
<b>III.</b>	Z-M-G-Z	16	15,-	650	9 750,-
<b>IV.</b>	Z-G-A-C-Z	16	15,-	377	5 655,-
<b>V.</b>	Z-H-C-Z	16	15,-	477	7 155,-
<b>Celkově ujeté kilometry a náklady na dopravu</b>				<b>2 862</b>	<b>52 436,-</b>

*Zdroj: Vlastní zpracování za pomoci programu ROUTE 66*

Z výše uvedené tabulky je patrné, že pro čtvrtéční rozvoz objednaných palet je potřeba využít 5 nákladních vozidel, tím vznikne 5 dopravních okruhů. Všechna použitá vozidla celkem ujedou 2 862 kilometrů. Veškeré náklady vynaložené na všechny trasy při sazbách 22,- Kč na 1 kilometr u auta s ložnou plochou pro 23 palet a 15,- Kč na 1 kilometr s ložnou plochou pro 16 palet budou činit 52 436,- Kč.

Toto stanovené přípustné řešení ale nelze považovat za optimální. Pro eventuální optimalizaci získaného počátečního řešení bude opět provedena zkouška jako u

předchozích řešení. Bude počítáno pouze s vozidly s nižší přepravní sazbou na jeden ujetý kilometr. Níže uvedená tabulka popisuje nalezené optimalizované řešení.

*Tabulka č. 16: Optimalizace čtvrtěčního řešení*

<b>Optimalizace čtvrtěční trasy pro zabezpečení rozvozu palet</b>					
<b>Okruh</b>	<b>Místa</b>	<b>Počet palet</b>	<b>Kč/km</b>	<b>Ujeté km</b>	<b>Náklady v Kč</b>
<b>I.</b>	Z-J-M-Z	16	15,-	684	10 260,-
<b>II.</b>	Z-B-Z	16	15,-	670	10 050,-
<b>III.</b>	Z-B-M-C-Z	16	15,-	832	12 480,-
<b>IV.</b>	Z-G-A-Z	16	15,-	467	7 005,-
<b>V.</b>	Z-H-A-Z	15	15,-	567	8 505,-
<b>VI.</b>	Z-C-Z	15	15,-	218	3 270,-
<b>Celkově ujeté kilometry a náklady na dopravu</b>				<b>3 438</b>	<b>51 570,-</b>

*Zdroj: Vlastní zpracování za pomoci programu ROUTE 66 a programu TPSKOSA (metoda větví a mezí pro ODP)*

Z výše zobrazené tabulky vyplývá úspora ve výši 866,-Kč i za předpokladu, že bylo těmito 6 vozidly ujet o 576 kilometrů více.

#### Pátek:

Jako poslední bude uspořádána přehledová matice sazeb pro rozvoz palet, který se bude realizovat v pátek, a to k zákazníkům A, B, E, F, G, H, I, J, K a M. Celkový počet palet, který bude převezen tento den dosahuje 111 kusů.



Tabulka č.17: Matice vzdáleností s požadavkem na rozvor palet v pátek

Pá	A	B	E	F	G	I	J	K	M	Palety
A	-	328	353	294	94	219	280	199	236	30
B	328	-	248	226	275	364	208	386	193	10
E	353	248	-	425	261	469	107	449	147	8
F	294	226	425	-	341	274	326	297	292	32
G	94	275	261	341	-	266	187	159	144	9
I	219	364	469	274	266	-	396	45	352	2
J	280	208	107	326	187	396	-	376	49	9
K	119	386	449	297	159	45	376	-	332	2
M	236	193	147	292	144	352	49	332	-	9
Z	163	335	412	245	210	49	339	60	296	∑ 111

Zdroj: Vlastní zpracování za pomoci programu ROUTE 66

Tabulka zachycuje fakt, že v pátek musí být doručeno celkem 111 palet ke všem uvedeným zákazníkům. Výpočet vozidel, které budou muset být do tohoto řešení zahrnuty, je následující:  $23+23+16+16+16+16+16=126$  palet. Z propočtu je zřejmé, že bude použito 7 vozidel, tím pádem vznikne celkem 7 dopravních okruhů.

První okruh bude začínat nejvzdálenějším místem od centrálního skladu, kterým je E (vzdálenost 412 kilometrů) s požadavkem na doručení 8 palet. Nejbližším tomuto bodu se nachází místo J (vzdálenost 107 kilometrů), kam vozidlo doručí 9 palet. Kapacita vozidla stále není vyčerpána, proto je možnost pokračovat ve výběru dalšího vhodného místa. Tímto místem bude nyní M (vzdálenost 49 kilometrů), kde se bude vykládat 9 palet. Vozidlo bohužel už nemůže naložit všech 9 palet, s ohledem na volné ložné místo, proto naloží pouze 6 a zbylé 3 palety se dají jinému autu. Vzniká tak první okruh: Z-E-J-M-Z.

Ve druhém okruhu bude nejvzdálenějším místem tentokrát B (vzdálenost 335 kilometrů), kam bude dovezeno 10 palet. Dalším místem zařazeným do tohoto okruhu je bod M (vzdálenost 193 kilometrů). Do tohoto místa již bylo částečně zavezeno zboží, ale nebyl zcela uspokojen celkový požadavek na 9. Nyní budou doručeny zbývající 3 palety. Vozidlo stále není plně naloženo, proto další zákazník, který bude začleněn, se nachází v místě F (vzdálenost 292 kilometrů) s žádostí o 32 palet. Kapacita vozidla dovoluje naložit pouze 10 palet z celkového počtu, zbytek se přenechá následujícím vozům. Uzavře se tak druhý okruh:

Z-B-M-F-Z.

Třetí okruh započne místem F (vzdálenost 245 kilometrů), kde nebyl uspokojen požadavek na doručení palet. Zbývá doručit 22 palet, což znamená, že třetí použité vozidlo není kapacitně schopné odvézt všechny. Naloží pouze 16 kusů. Tímto vznikne třetí okruh: Z-F-Z.

Čtvrtý okruh opět začne místem F (vzdálenost 245 kilometrů) a opět z důvodu neuspokojení požadavku, samozřejmě je i v této chvíli nejvzdálenějším místem. Do toho místa se poveze posledních 6 palet z celkového počtu 32. Dalším zahrnutým místem je I (vzdálenost 274 kilometrů), kde se musí složit 2 palety. Vozidlo nabízí ještě volnou ložnou plochu, proto dalším místem je A (vzdálenost 219 kilometrů), kde zákazník požaduje celkem 30 palet, ale toto vozidlo je schopné pobrat už jen 8 palet. Čtvrtý okruh bude následující: Z-F-I-A-Z.

V pátém okruhu vozidlo pojedje nejprve do místa G (vzdálenost 210 kilometrů), kam doručí 9 palet. Nejbližší se nacházejícím místem je nyní A (vzdálenost 94 kilometrů), kde byl požadavek částečně uspokojen a toto vozidlo sem doručí dalších 7 palet. Kapacita auta je tak vyplněna a okruh se uzamkne. Pátý okruh je: Z-G-A-Z.

Ve šestém okruhu se jako první místo vybere místo A (vzdálenost 163 kilometrů) a doručí se sem posledních nedoručených 15 palet. Z důvodu ekonomické hospodárnosti bude závěrečný zákazník uspokojen posledním již nezařazeným vozidlem. Auto zabezpečující šestý okruh se tak smí vrátit zpět do centrálního skladu. Vznikne šestý okruh: Z-A-Z.

Sedmý poslední okruh bude sestaven pouze z jediného dosud nezajištěného místa, kterým je K (vzdálenost 60 kilometrů). Závěrečný sedmý okruh bude: Z-K-Z.

Následující tabulka souhrnně popisuje získané počáteční řešení pro páteční dopravu palet k jednotlivým zákazníkům.

Tabulka č.18: Získané počáteční řešení v pátek

Páteční trasy pro zabezpečení rozvozu palet					
Okruh	Místa	Počet palet	Kč/km	Ujeté km	Náklady v Kč
I.	Z-E-J-M-Z	23	22,-	864	19 008,-
II.	Z-B-M-F-Z	23	22,-	1 065	23 430,-
III.	Z-F-Z	16	15,-	490	7 350,-
IV.	Z-F-I-A-Z	16	15,-	901	13 515,-
V.	Z-G-A-Z	16	15,-	467	7 005,-
VI.	Z-A-Z	15	15,-	326	4 890,-
VII.	Z-K-Z	2	15,-	120	1 800,-
<b>Celkově ujeté kilometry a náklady na dopravu</b>				<b>4 233</b>	<b>76 998,-</b>

Zdroj: Vlastní zpracování za pomoci programu ROUTE 66

Toto uvedené přípustné řešení ale nelze považovat za optimální. Pro potenciální optimalizaci získaného počátečního řešení bude opět provedena zkouška jako u předchozích výsledků. Zahrnou se pouze vozidla s nižší přepravní sazbou na jeden ujetý kilometr. Níže uvedená tabulka popisuje nalezené optimalizované řešení.

Tabulka č. 19: Optimalizace pátečního řešení

Optimalizace páteční trasy pro zabezpečení rozvozu palet					
Okruh	Místa	Počet palet	Kč/km	Ujeté km	Náklady v Kč
I.	Z-E-J-Z	16	15,-	858	12 870,-
II.	Z-J-B-M-Z	16	15,-	1 036	15 540,-
III.	Z-M-F-Z	16	15,-	833	12 495,-
IV.	Z-F-Z	16	15,-	490	7 350,-
V.	Z-F-G-Z	16	15,-	796	11 940,-
VI.	Z-A-Z	16	15,-	326	4 890,-
VII.	Z-A-K-I-Z	15	15,-	456	6 840,-
<b>Celkově ujeté kilometry a náklady na dopravu</b>				<b>4 795</b>	<b>71 925,-</b>

Zdroj: Vlastní zpracování za pomoci programu ROUTE 66 a programu TPSKOSA (metoda větví a mezi pro ODP)

Tato tabulka zobrazuje úsporu ve výši 5 073,-Kč i přesto, že těchto 7 nákladních vozidel ujelo o 562 kilometrů více.

Pro kompletnost všech nalezených řešení následující tabulka zachycuje souhrn vypočtených úspor za týden, které vznikly po optimalizaci každého původního řešení.

*Tabulka č.20: Souhrn vypočtených úspor za týden*

<b>Vypočtené úspory za týden po optimalizaci nákladů</b>			
<b>Den</b>	<b>Počáteční řešení</b>	<b>Optimalizace</b>	<b>Úspora v Kč</b>
Pondělí	41 271,-	39 420,-	1 851,-
Úterý	51 110,-	46 425,-	4 685,-
Středa	44 160,-	38 850,-	5 310,-
Čtvrtek	52 436,-	51 570,-	866,-
Pátek	76 998,-	71 925,-	5 073,-
<b>Celkem</b>	<b>265 975,-</b>	<b>248 190,-</b>	<b>17 785,-</b>

*Zdroj: Vlastní zpracování na základě výše uvedených tabulek*

Lze konstatovat, že celkové náklady před optimalizací dosahují výše 265 975,-Kč, kdežto po optimalizaci klesly na 248 190,-. Je možné získat celkovou úsporu za tento až 17 785,- v případě použití vozidel s nižší sazbou na ujetý kilometr.

## **4.6 Zhodnocení výsledků a návrh společnosti**

Nyní lze přistoupit k vyhodnocení výsledků vycházejících ze získaného řešení dané problematiky víceokruhové dopravní úlohy, která je v jednotlivých okruzích kapacitně omezená.

Společnost disponuje celkovým počtem 12 vozidel. K dispozici poskytuje 2 druhy nákladních vozidel, které mohou být využity pro zajištění rozvozu palet k jednotlivým zákazníkům. Tyto dvě vozidla dominují vyšší přepravní kapacitou, ale zároveň jejich nevýhodou je i vyšší sazba na jeden ujetý kilometr. Zbytek vozidel, která byla též zařazena do řešení problému, měla sice o cca 30% menší kapacitní možnost, ale jejich sazba na jeden ujetý kilometr byla cca o 32% nižší. Lze tvrdit, že už jenom z této skutečnosti je patrné, že pravděpodobně nebude ekonomicky nejefektivnější řešení takové, kdy budou do něho budou zařazeny jako první vozidla s vyšší kapacitní možností a kdy zbytek doručovaného zboží bude pak zabezpečen auty, které disponují nižší přepravní kapacitou. Takto zvolená varianta byla aplikována jako počáteční nalezené řešení. V této variaci nákladních vozidel celkové náklady na dopravu během jednoho týdne dosáhly výše

265 975,-Kč.

Druhá varianta rozvozu palet, která zároveň představuje optimalizaci původního řešení, byla řešena takovým způsobem, kdy byly zahrnuty pouze nákladní vozidla s nižší kapacitní možností, jenž představuje spíše určitou nevýhodu. Kdežto výhodou těchto menších aut je to, že je zde požadovaná nižší sazba na jeden ujetý kilometr. Celkové náklady za dopravu v jednom týdnu, které vznikly při zvolení tohoto postupu, narostly do výše 248 190,- Kč. Při srovnání obou zvolených a praktikovaných variant lze usoudit, že již během jednoho týdne byla vypočtena významná úspora oproti první možnosti, a to v celkové výši 17 785,-Kč.

Při realizaci druhého způsobu řešení daného problému došlo ve většině případech ke zvýšení v počtu nezbytných okruhů o jeden navíc, který musel být bezpodmínečně vsunut do řešení, jinak by nebylo možné doručit veškeré objednané zboží v jednom dni. Tato zmíněná optimalizace nákladů byla úsilím o prokázání, že budou otestovány odlišné kombinace pro zvolenou strategii rozvozu palet. Faktem je, že z důvodu zařazení jednoho okruhu navíc, došlo také k většímu počtu ujetých kilometrů. Průměrně se v jednom dni najelo zhruba o 520 kilometrů více. Za jeden týden to představuje cca 2 600 kilometrů a i přesto vznikla úspora v nákladech na dopravu.

Původní varianta má také určité méně významné výhody. První dvě vozidla s vyšší přepravní kapacitou jsou schopna naložit větší množství palet, tím pádem poskytnout rozvoz více zákazníkům najednou. Toto je velmi důležité v případech, kdy je kladem důraz na rychlé doručení zboží. I takovéto případy dost často v praxi nastanou. Každý podnik ale spíše více přihlíží k tomu, kolik daná doprava bude stát. Proto se více přiklání k té možnosti, která umožňuje realizaci dopravy při nižších transportních nákladech.

S ohledem na příslušné řešení lze celkově říci, že vždy není nejvýhodnější začlenit do řešení vozidla s vyšší přepravní kapacitou a vyššími náklady na dopravu. Ve výše řešeném příkladě bylo prokázáno, že existují situace, kdy použitím těchto vozidel nelze dosáhnout toho nejvýhodnějšího řešení. Tuto možnost lze aplikovat pouze v případech, kdy zákazník na zboží výrazně spěchá.

## 5 Závěr

Hlavním cílem této diplomové práce bylo vyřešit vzniklý logistický požadavek, což bylo zabezpečit rozvoz palet ke stanoveným zákazníkům u vybrané společnosti. Tento úkol byl řešen pomocí matematických metod sloužící pro řešení okružních dopravních problémů. Jedním z hlavních cílů bylo společnosti navrhnout okružní jízdy v jednotlivých dnech, kde byl kladen důraz na minimalizaci ujeté vzdálenosti. Druhým hlavním cílem bylo nastínit firmě jaké typy vozidel má ze svého vozového parku použít, aby mohla realizovat navržené okružní jízdy.

Počáteční, teoretická část obsahuje charakteristiku různých matematických metod, které jsou určeny pro řešení okružních dopravních problémů. Zahrnuje hlavně jejich všeobecný postup, jejich funkce a možnosti, jak je lze využít v praxi. Převážná část tohoto úseku byl věnována Mayerově metodě, z důvodů jejího použití v praktické části, kdy pomocí jí byl řešen daný logistický problém konkrétní firmy. Dále se v této literární rešerši objevují pojmy týkající se samotné logistiky a dopravy.

Praktická část zahrnuje aplikaci již výše zmíněné Mayerovi metody, kdy byla nápomocná při sestavování okružních jízd v jednotlivých dnech, a to výběrem minimálních prvků. Následným krokem, který byl uplatněn, bylo realizování optimalizace pro každý den v týdnu, kdy dopravní společnost musela zajistit rozvoz objednaných palet k jednotlivým zákazníkům. Samotná optimalizace jednotlivých tras byla vytvořena pomocí výpočetního programu TPSKOSA, kdežto optimalizace vynaložených nákladů na dopravu byla provedena tak, že se pro každý den do okružní jízdy zařadila vozidla s nižší přepravní kapacitou a zároveň nižší sazbou na jeden ujetý kilometr. Metodou pro optimalizaci řešení byla metoda větví a mezí pro ODP.

Na základě získaného řešení lze společnosti navrhnout, aby pondělní rozvoz, kdy je množství doručovaných palet v týdnu nejnižší, obsahoval 5 dopravních okruhů za použití vozidel s nižší přepravní kapacitou, tj. 16 palet, a nižší sazbou na ujetý kilometr, tj. 15,-Kč. V úterý bude nejlepším řešením realizovat opět 5 dopravních okruhů, a to za stejných podmínek, co se týče kapacitního i nákladového omezení vozidel. V tyto dva dny je požadavek na doručení palet vcelku vyrovnaný, proto i lze doporučit stejný počet dopravních okruhů. Ve středu je počet objednaných palet již o něco málo vyšší, proto při

použitý vozidel s nižší kapacitní možností a zároveň nižší přepravní sazbou na ujetý kilometr lze konstatovat, že optimálním řešením bude realizace 6-ti dopravních okruhů. Čtvrteční množství palet, které musí být rozvezeno k zákazníkům, je přibližně stejně jako v předchozí den. Z tohoto důvodu lze doporučit firmě zabezpečit rozvoz palet opět 6-ti dopravními okruhy. Poslední páteční doprava představuje největší požadavek pro zajištění přepravy a firmě lze nastínit, aby pro tento den použila 7 dopravních okruhů a realizovala je za pomoci vozidel s nižší přepravní kapacitou a nižší sazbou na jeden ujetý kilometr.

Celkové náklady, které budou muset být vynaloženy na dopravu v tomto týdnu, dosahují výše 248 190,-.

Na základě shledaných poznatků a vlastních zkušeností autorky pracující v mezinárodní dopravě již 6 let, lze dále společnosti navrhnout, aby vždy pečlivě posoudila, jaký konkrétní druh vozidla v případě realizace přepravy použije. Výši nákladů na dopravu velice ovlivňuje právě zvolený druh nákladního auto a samozřejmě nejvíce rozhodující při volbě nákladního vozu jsou požadavky zákazníka na doručení zboží. V každém případě není nejprospěšnější do řešení zařadit vozidla s nižší přepravní kapacitou a nižší sazbou na jeden ujetý kilometr nebo naopak začlenit vozidla s vyšší kapacitní možností a vyššími náklady na jeden ujetý kilometr. Dopravní firma sice využívá při své práci program pro plánování tras, ale tento software bohužel nedokáže sám vypočítat nejvýhodnější dopravní okruh. Zobrazuje pouze vzdálenosti mezi jednotlivými místy, jenž do programu vkládá uživatel v pořadí, v jakém si zvolí sám. Z tohoto důvodu lze také společnosti doporučit, aby využívala nějakého obchodního programu, který má v sobě naprogramovaný výpočetní algoritmus. Využití tohoto komerčního softwaru by zcela určitě usnadnilo řešení vzniklých dopravních problémů, které denně nastávají v oblasti mezinárodní či vnitrostátní dopravy. Převážná úspora by nastala v podobě vynaloženého času příslušného pracovníka, pro kterého je plánování dopravních tras každodenní záležitostí. Takto ušetřena doba by se dala následně využít pro rozhodování o jiných problémech, kterých se v oblasti logistiky vyskytuje nepřeberné množství.

## 6 Seznam použitých zdrojů

BROŽOVÁ, Helena. HOUŠKA, Milan.: *Základní metody operační analýzy*. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze. Provozně ekonomická fakulta. Katedra operační a systémové analýzy. 2002. 244 s. ISBN 80-213-0951-2.

CEMPÍREK, Václav. KAMPF, Rudolf. ŠIROKÝ, Jaromír.: *Logistické a přepravní technologie*. 1. vyd. Pardubice: Institut J. Pernera, 2009. 197 s. ISBN 978-80-86530-57-4.

ČUJAN, Zdeněk. MÁLEK, Zdeněk. *Základy logistiky*. 1. vyd. Zlín: Fakulta technologická, Univerzita Tomáše Bati, 2008. 122 s. ISBN 978-80-7318-729-3.

DANĚK, Jan. PLEVNÝ, Miroslav. *Výrobní a logistické systémy*. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2005. 222 s. ISBN 80-7043-416-3.

DRAHOTSKÝ, Ivo. ŘEZNÍČEK, Bohumil. *Logistika – procesy a jejich řízení*. 1. vyd. Brno: Computers Press, 2003. 334 s. ISBN 80-7226-521-0.

GROS, Ivan. *Logistika*. 1. vyd., Praha: VŠCHT, 1996. 228s. ISBN 80-7080-262-6.

KAŇOVÁ, Jana. *Dopravní optimalizace (tras a nakládky) a možnosti jejího řešení v podnikové praxi*. Bakalářská práce. Brno: Masarykova univerzita. 2009. 35 s.

KAVALEC, Karel. NOVÁK, Radek. PERNICA, Petr. SVOBODA, Vladimír. ZELENÝ, Lubomír. *Doprava a zasílatelství*. 1. vyd. Praha: ASPI Publishing, s.r.o., 2001. 480 s. ISBN 80-8639513-8.

KREJČÍ, Igor. KUČERA, Petr., VYDROVÁ, Hana. *Program TPSKOSA*. Praha: Vytvořeno s podporou Fondu rozvoje vysokých škol, projekt 2678/2010. 2010.

KUČERA, Petr. *Metodologie okružního dopravního problému*. Disertační práce. Praha: Česká zemědělská univerzita. 2009. 112 s.

KYNCL, Jan. *Podnikání v silniční dopravě*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, spol. s r.o., 2001. 172 s. ISBN 80-7169-743-5.

LAMBERT, Douglas. M., STOCK, James, R., ELLRAM Lisa, M. *Logistika*. 2. vyd. Brno: CP Books, a.s., 2005. 589 s. ISBN 80-251-0504-0.

MAČÁT, Václav. SIXTA, Josef. *Logistika – teorie a praxe*. 1. vyd. Brno: Computer Press, a.s., 2005. 320 s. ISBN 80-251-0573-3.

MACHAČKA. Ivo, Ing. CSc. *AETR. Pravidlo práce osádek v mezinárodní silniční dopravě. Povinnosti dopravce. Tachografy a jejich použití*. 3.vyd. Pardubice: Systemconsult, 1999. 83 s. ISBN 80-85629-15-1.



MICHALKO, Milan. HÁDEK, Ladislav. *Řízení výroby a logistika*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola podnikání, a.s. 2007. 117 s. ISBN 978-8086764-68-9.

MILETÍN, Jiří. *Podnikání v silniční dopravě*. 1. vyd. Žilina: Poradce podnikatele, a.s., 1992. 112 s. ISBN 80-85437-20-1.

PŘIBYL, Pavel. SVÍTEK, Miroslav. *Inteligentní dopravní systémy*. 1. vyd. Praha: BEN – Technická literatura, 2001. 543 s. ISBN 80-7300-029-6.

REJZEK, Martin. *Dopravní logistika: Vybrané kapitoly z předmětu Dopravní systémy logistiky, Skripta*. 1. vyd. Brno: Univerzita obrany, 2005. 122 s. ISBN 80-7231-010-0.

SCHULTE, Christof. *Logistika*. 1. vyd., Praha: Victoria Publishing, a.s., 1994. 301s. ISBN 80-85605-87-2.

SVOBODA, Vladimír. *Doprava jako součást logistických systémů*. 1. vyd. Praha: Radix, spol. s r.o., 2006. 152 s. ISBN 80-86031-68-3.

#### **Internetové zdroje:**

Evropská dohoda o práci osádek vozidel v mezinárodní silniční dopravě. AETR. [online]. [cit. 2015-30-1]. Dostupný z WWW: <<http://doprava.vpraxi.cz/aetr.html>>.

Outsourcing služeb v logistice a skladování – způsob snížení firemních nákladů. [online]. [cit. 2014-12-28]. Dostupný z WWW: <<http://probyznysinfo.ihned.cz/c1-56228250-outsourcing-sluzeb-v-logistice-a-skladovani>>.

ROUTE 66 Profesional 2005: Popis produktu. [online]. [Cit. 2015-02-09]. Dostupný z WWW: <[http://euroatlas.digitalmedia.cz/route66/produkty/pe\\_euro/index.asp](http://euroatlas.digitalmedia.cz/route66/produkty/pe_euro/index.asp)>.

Typy nákladních vozidel. [online] [cit. 2015-02-03]. Dostupný z WWW: <<http://www.tirpujcovna.cz/clanky/typy-nakladnich-vozidel-aneb-nez-si-pujcite-nakladni-vuz.html>>.

## 7 Seznam použitých tabulek

### Seznam tabulek

Tabulka č.1: Porovnání jednotlivých druhů dopravy.....	26
Tabulka č.2: Nákladní vozidla společnosti BV Spectrum.....	43
Tabulka č.3: 13 vybraných zákazníků a jejich požadavky na doručení zboží.....	45
Tabulka č.4: Matice vzdáleností.....	47
Tabulka č.5: Matice vzdáleností s požadavkem na rozvoz palet v pondělí.....	48
Tabulka č.6: Získané počáteční řešení v pondělí.....	50
Tabulka č.7: Optimalizace pondělního řešení.....	51
Tabulka č.8: Matice vzdáleností s požadavkem na rozvoz palet v úterý.....	51
Tabulka č.9: Získané počáteční řešení v úterý.....	53
Tabulka č.10: Optimalizace úterního řešení.....	53
Tabulka č.11: Matice vzdáleností s požadavkem na rozvoz palet ve středu.....	54
Tabulka č.12: Získané počáteční řešení ve středu.....	55
Tabulka č.13: Optimalizace středečního řešení.....	56
Tabulka č.14: Matice vzdáleností s požadavkem na rozvoz palet ve čtvrtek.....	57
Tabulka č.15: Získané počáteční řešení ve čtvrtek.....	58
Tabulka č.16: Optimalizace čtvrtečního řešení.....	59
Tabulka č.17: Matice vzdáleností s požadavkem na rozvoz palet v pátek.....	60
Tabulka č.18: Získané počáteční řešení v pátek.....	62
Tabulka č.19: Optimalizace pátečního řešení.....	62
Tabulka č.20: Souhrn vypočtených úspor za týden.....	63