

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta**

**Katedra systémového inženýrství**



**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**ANALÝZA DOPRAVNÍCH TRAS VE SPOLEČNOSTI ASAVET  
BIŘKOV**

**Bc. ROSTISLAV SYSEL**

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Rostislav Sysel

Veřejná správa a regionální rozvoj

Název práce

**Analýza dopravních tras ve společnosti Asavet Biřkov**

Název anglicky

**Analysis of traffic routes in Asavet Biřkov**

---

### Cíle práce

Cílem diplomové práce je analyzovat současný stav používaných tras ve společnosti Asavet Biřkov a.s. a způsob jejich stanovování a navrhnout změny k jejich zlepšení.

### Metodika

1. Nastudování odborné literatury
2. Analýza současného stavu plánování tras ve společnosti
3. Hodnocení výhodnosti stávajících přepravních plánů
4. Návrh změn v systému plánování
5. Ekonomická analýza navrženého řešení

# Doporučený rozsah práce

60-80 stran

## Klíčová slova

Logistika, analýza tras, dopravní plánování

---

## Doporučené zdroje informací

BROŽOVÁ, H., HOUŠKA, M., ŠUBRT, T. 2003. Modely pro vícekritériální rozhodování. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, Katedra systémového inženýrství, 178 s., ISBN 978-80-213-1019-3

ORAVA, F. 2010. Vývoj a navrhování logistických systémů. Olomouc: Moravská vysoká škola Olomouc, o.p.s. ISBN: 978-80-87240-39-7

PERNICA, P. a kol. 2001. Doprava a zasilatelství. Praha: ASPI Publishing s.r.o., 2001, ISBN: 80-8639513-8 ŠMÍDA, F. Zavádění a rozvoj procesního řízení ve firmě. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 288 s. ISBN

---

## Předběžný termín obhajoby

2015/16 LS – PEF

## Vedoucí práce

doc. Ing. Milan Houška, Ph.D.

## Garantující pracoviště

Katedra systémového inženýrství

---

Elektronicky schváleno dne 15. 3. 2016

---

Elektronicky schváleno dne 15. 3. 2016

**doc. Ing. Tomáš  
Šubrt, Ph.D.**

Vedoucí katedry

**Ing. Martin Pelikán, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 22. 03. 2016

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci „Analýza dopravních tras ve společnosti Asavet Biřkov“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob. Jsem si vědom, že zveřejněním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Praha 15. 3. 2016

---

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Milanu Houškovi, Ph. D. za čas, který věnoval všem konzultacím, za cenné připomínky a rady při zpracování mé diplomové práce. Dále bych rád poděkoval pracovníkům společnosti Asavet a.s. za důvěru při poskytování informací, podkladů a konzultace i umožnění mého experimentu.

# **Analýza dopravních tras ve společnosti Asavet Biřkov**

## **Souhrn**

Tato diplomová práce se zabývá obecnou problematikou dopravních systémů s hvězdicově okružní strukturou stabilních dopravních tras. Analyzuje aktuální dopravní systém z hlediska jejich logistické struktury geografického vedení tras i jejich ekonomických parametrů. Cílem této diplomové práce je nalezení a volba vhodné optimalizační metody i nalezení řešení, které by danému zvolenému podniku prokazatelně přineslo časové i finanční přínosy.

Nalezená metodika je ve své podstatě použitelná pro optimalizaci aktuálního stavu dopravních tras společnosti, která má stabilizovaný obslužný dopravní systém z hlediska geografického umístění stálých koncových zákazníků. Analytický rozbor dopravních tras a jejich stanovování je proveden na příkladu konkrétního podniku – společnosti Asavet, a.s. v obci Biřkov. Výsledkem analýz je reálný a ekonomicky přínosný návrh pro jejich optimalizaci. Optimalizace se týká zejména plánování jejich tras z hlediska minimalizace jejich délky a přináší úsporu najetých vzdáleností, úsporu časovou i finanční.

## **Klíčová slova:**

Logistika, analýza tras, dopravní plánování.

# **Analysis of traffic routes of Asavet Biřkov**

## **Summary**

This thesis deals with general issues of transport systems with star-circular structure stable routes. Analyzes current transport system in terms of their logistic structures geographic routing their economic parameters. The aim of this thesis is to find a suitable choice of optimization methods and find a solution that would be given to the selected enterprise proven time and bring financial benefits.

Found methodology is inherently useful for optimizing the current state routes society that has a stable utility transport system in terms of the geographic location of the permanent end customers. Analytical analysis of routes and their determination is made on the example of a particular company - the company ASAVET, Inc. Biřkov in the village. The result of the analysis is realistic and economically beneficial proposal for optimization. Optimization refers in particular to plan their routes in terms of minimizing their length and saves mileage distances, saving time and money.

## **Keywords:**

Logistics, route analysis, transport planning.

# Obsah

1	Úvod .....	10
2	Cíl práce a metodika .....	12
	2.1 Cíl práce .....	12
	2.2 Metodika práce .....	12
3	Teoretická východiska .....	14
	3.1 Logistika .....	14
	3.1.1 Historie logistiky .....	14
	3.3.2 Rozdělení logistiky .....	16
	3.2 Okružní dopravní problémy .....	17
	3.2.1 Jednookruhový dopravní problém .....	17
	3.2.2 Víceokruhový dopravní problém .....	18
	3.2.3 Matematický model okružního dopravního problému .....	18
	3.2.4 Řešení okružního dopravního problému .....	21
	3.3 Matematické metody .....	21
	3.3.1 Metoda nejbližšího souseda .....	21
	3.3.2 Teorie grafů .....	22
	3.3.3 Výpočetní program TSPKOSA .....	23
	3.3.4 Habrova metoda absolutních výhodností .....	24
	3.3.5 Littlova metoda .....	24
	3.3.6 Mayerova metoda .....	28
	3.4 Legislativa silniční nákladní dopravy .....	30
	3.4.1 Dohoda AETR .....	30
	3.5 Přehled řešených prací .....	33
4	Vlastní práce .....	39
4.1	Společnost Asavet a.s. ....	39
	4.1.1 Legislativa .....	40
	4.1.2 Technologie .....	41
	4.2 Popis řešené úlohy .....	43
	4.2.1 Seznam nákladních automobilů a tras .....	44
	4.3 Okružní dopravní problém .....	48
5	Výsledky a diskuze .....	65
	5.1 Sumarizace úspor času .....	65
	5.2 Sumarizace úspor délky trasy .....	66
	5.3 Sumarizace úspor finančních nákladů .....	67
6	Závěr .....	68
7	Seznam použitých zdrojů .....	70
8	Přílohy .....	73



## Seznam obrázků

Obrázek č. 1 Rozdělení logistiky. ....	16
Obrázek č. 2 Okružní problém s úplnou a neúplnou sítí cest.....	23
Obrázek č. 3 Grafický příklad Mayerovy metody.....	29
Obrázek č. 4 Pracovní režim řidičů AETR.....	32
Obrázek č. 5 Členění nákladní dopravy.....	33

## Seznam tabulek

Tabulka č. 1 Vzdálenosti mezi odběrnými místy v km.....	49
Tabulka č. 2 Požadavky na kapacitu nákladního vozidla RZ 7A9 0390.....	50
Tabulka č. 3 Požadavky na kapacitu nákladního vozidla RZ 8A2 2946.....	51
Tabulka č. 4 Požadavky na kapacitu nákladního vozidla RZ 4AN 0420.....	52
Tabulka č. 5 Požadavky na kapacitu nákladního vozidla RZ 4AN 0420.....	53
Tabulka č. 6 Požadavky na kapacitu nákladního vozidla RZ 2AE 3228.....	54
Tabulka č. 7 Požadavky na kapacitu nákladního vozidla RZ 2AZ 7002... ..	55
Tabulka č. 8 Požadavky na kapacitu nákladního vozidla RZ 2AZ 7002.....	56
Tabulka č. 9 Požadavky na kapacitu nákladního vozidla RZ 3AU 3723.....	57
Tabulka č. 10 Požadavky na kapacitu nákladního vozidla RZ 3AU 3723.....	58
Tabulka č. 11 Požadavky na kapacitu nákladního vozidla RZ 8A9 9893.....	59
Tabulka č. 12 Požadavky na kapacitu nákladního vozidla RZ 8A9 9893.....	60
Tabulka č. 13 Požadavky na kapacitu nákladního vozidla RZ 1AM 0677.....	61
Tabulka č. 14 Požadavky na kapacitu nákladního vozidla RZ 1AM 0677.....	62
Tabulka č. 15 Požadavky na kapacitu nákladního vozidla RZ 8A2 2946.....	63
Tabulka č. 16 Požadavky na kapacitu nákladního vozidla RZ 1AF 2680.....	64
Tabulka č. 16 Úspory – doba jízdy.....	65
Tabulka č. 17 Úspory – délka trasy.....	66
Tabulka č. 18 Úspory – úspora finančních nákladů.....	67

# 1 Úvod

S rychle rostoucí diverzifikací výroby i zásobování úměrně rostou nároky na přepravu surovin, komponent i hotových výrobků. V návaznosti na tuto skutečnost se rozvíjí i odvětví dopravy výrobků, materiálu a zboží. Známkou vyspělých a samostatných společností je optimálně rozvinutá dopravní infrastruktura, její provázanost s ekonomikou dané společnosti, s ohledem na požadavky životního prostředí se dotýká se téměř všech obyvatel rozvinutého světa. Sektor dopravy zaměstnává významnou část obyvatelstva, které zajišťuje obživu. Tato činnost má však i své stinné stránky. Převážná část dopravy je významným znečišťovatelem životního prostředí, ať už emisemi z výfuků nákladních vozidel, či spalováním nekvalitního mazutu v lodních motorech. Stejně tak i negativně ovlivňuje životní prostředí nadměrným hlukem, zvláště v silně obydlených městských, ale i venkovských aglomeracích, historicky dislokovaných poblíž cest. V řadě oblastí dosud chybí účelně stanovené tranzitní trasy a dopravní síť je vedena středy obydlených měst a vesnic. Boj o výstavbu obchvatů je v některých oblastech zásadní náplní samospráv.

V každém podniku, který se zabývá službami, výrobou či prodejem zboží tvoří náklady na dopravu nezanedbatelnou část nákladů na provoz podniku. Ze všech výše uvedených důvodů a hledisek je vhodné zaměřit se na ekonomickou stránku dopravní logistiky, její náklady, eliminovat zbytečné prostoje a plýtvání. Je třeba se zaměřit na efektivitu, optimální využití dopravních prostředků, jejich nákupy, provoz a opravy. Pro udržení a zlepšení konkurenceschopnosti každého podniku je potřeba nezaostávat v kvalitě logistických procesů, vzdělávat se a modernizovat vozový park.

Pro účely této diplomové práce byla vybrána společnost Asavet a.s. Biřkov, která se zabývá zpracováním živočišných odpadů, jejich svozem a následným zpracováním ve svém areálu v Biřkově v okrese Klatovy. Společnost se vyznačuje, kromě jiného vysokou úrovní zájmu o trvalé zlepšování svých technologických a logistických procesů i vysokou úrovní zájmu o ochranu životního prostředí. V souladu se zpřísněním hygienických požadavků na tuto činnost souvisí i snaha společnosti o zkrácení dob svozů odpadů a jejich co nejrychlejší zavedení do technologického procesu. Tato skutečnost byla současně i výhodou při vypracování této diplomové práce neboť společnost poskytovala bez problémů všechny potřebné údaje k celému systému dopravy a svozu.

Cílem této práce je provedení analýzy možností optimalizace svozových tratí této společnosti. Práce se zaměřuje na minimalizaci dopravních nákladů svozových tras, snížení spotřeby pohonných hmot u nákladních vozidel, zkrácení času dopravy při současném dodržení pravidel AETR, která se týkají režimu dob řízení a odpočinku řidiče. K dosažení výsledku bylo použito metody matematického modelování v oblasti optimalizace dopravních tras.

## **2 Cíl práce a metodika**

### **2.1 Cíl práce**

Cílem diplomové práce je analýza současného stavu používaných svozových tras ve společnosti Asavet Biřkov a.s., způsobu jejich stanovování a návrh změn k jejich zlepšení.<sup>1</sup> Případová studie řeší pořadí zastávek a náklady biologického materiálu u zákazníků, zejména zemědělských společností, drobných farmářů, ale i prodejen masa, supermarketů, které prodávají maso ať už balené nebo volně ložené. Trasy se opakují každý den, neboť v živočišné výrobě na tak rozsáhlém svozovém území dochází k úhynu chovaných zvířat téměř každodenně, pouze u některých tras v sektoru prodeje masa a masných výrobků se střídá sudý a lichý den. Optimální trasa dopravy bude hledána za pomoci matematicko ekonomických metod pro obsluhu daného okružního problému. Cílem bude nalezení a návrh nových, optimalizovaných okružních dopravních tras. Rovněž bude uvedena úspora nákladů v ujetých kilometrech, doby jízdy a úspora ve spotřebě nafty.

Dílčí cíle diplomové práce:

- Popis problémů nákladní dopravy pro svoz biologického odpadu.
- Popis použitých metod.
- Zjištění nejvhodnějšího pořadí zastávek pro svoz materiálu u zadané jednookružné úlohy pro jednotlivá vozidla v závislosti na jejich pravidelných trasách.

### **2.2 Metodika práce**

Pomocí aplikace vybraných ekonomických metod pro řešení dopravních úloh se vyřeší metodika zpracování problematiky diplomové práce. Diplomová práce je rozdělena na dvě části, teoretickou část a případovou studii. Případová studie se zabývá konkrétním řešením společnosti Asavet a.s. se sídlem v Praze, v jejím podniku v Biřkově,

---

<sup>1</sup> ASAVET, a.s. Chodská 1032/27, 120 00 Praha 2 – Vinohrady. Její spádová oblast jsou kraje plzeňský, karlovarský, středočeský, jihočeský, hlavní město Praha (Klatovy, Domažlice, Plzeň-město, Plzeň-jih, Plzeň-sever, Rokycany; Tachov, Sokolov, Cheb; Beroun, Praha-západ, Praha-město, Mělník, Příbram; Strakonice, Vimperk, Prachatice, České Budějovice, Český Krumlov.

v okresu Klatovy. Podnik se zabývá svozem biologického odpadu, jeho zpracováním a prodejem výrobků z tohoto materiálu. Podnik vlastní speciálně upravená nákladní vozidla a vzhledem ke specifickým hygienickým předpisům nevyužívá cizí nákladní autodopravy.

Na základě studia odborné literatury bude rozebírána problematika řešení pomocí matematických metod, popsán jejich metodický postup, funkční principy a možné využití těchto metod v daném konkrétním podniku při řešení okružních dopravních problémů.

V praktické části jsou popsány jednotlivé trasy, druhy vozidel a jednotlivá místa nakládky. Vlastní výpočet dopravního okružního problému bude prováděn za použití výpočetního programu TSPKOSA, jako metoda bude použita metoda větví a stromů. K vlastnímu výpočtu je potřeba znát všechna místa dopravního okruhu, jenž musí být navštívena. Z těchto míst bude vytvořena matice vzdáleností a názvy uzlů. Tyto hodnoty budou dosazeny do výpočetního programu TSPKOSA, který pracuje s naprogramovanými algoritmy, které provedou postupné sestavení různých kombinací zařazení těchto míst v rámci daného dopravního okruhu. Výsledkem jsou tabulky s danými údaji, celkovými počty ujetých kilometrů a pořadí návštěv odběrných míst. Dále je zpracováno porovnání nové trasy s délkou původní trasy. Závěrem bude provedeno srovnání původní trasy dopravního okruhu a optimalizovaného řešení dopravního okruhu. Bude vypočtena konkrétní úspora ve vzdálenosti, čase jízdy a spotřebě nafty. Metodika práce byla v souladu se zadáním práce rozdělena do jednotlivých etap:

1. Nastudování odborné literatury
2. Analýza současného stavu plánování tras ve společnosti
3. Hodnocení výhodnosti stávajících přepravních plánů
4. Návrh změn v systému plánování
5. Ekonomická analýza navrženého řešení

## 3 Teoretická východiska

### 3.1 Logistika

Slovo logistika je etymologicky odvozeno od řeckého základu „*logos*“, což se dá přeložit jako počítání, rozum. Pojem logistika je všeobecně chápán jako proces zásobování, který se používá ve vojenských oblastech. Dnešní původ slova někteří autoři hledají ve francouzštině, kde slova *logis* nebo *loger* znamenají dům, obydlí, bivakovat, ukrýt, zaopatřit.<sup>2</sup>

Primitivní dělba práce se projevovala již v počátcích lidské kmenové společnosti, kdy ve společnosti lovců mamutů nejsilnější jedinci kopali jámy pro mamuty. Zbylá část tlupy, která se na kopání nepodílela, se zabývala odvozem hlíny, zajištěním jídla přípravou nástrojů. Zde již můžeme mluvit o jisté dělbě práce, tedy i „logistice“. Od té doby byla do značné míry úroveň logistiky určujícím faktorem úspěšnosti jak organizované lidské činnosti, tak i ve své podstatě i přežití dané civilizace. V okamžiku, kdy se hroutí logistika a pozbývá svého společenského i politického významu, začíná se hroutit i daná civilizace a bohužel, vždy ta vyspělejší. Většina předchozích civilizací kolabovala vždy při kolapsu své civilní i vojenské logistiky.

#### 3.1.1 Historie logistiky

Během vývoje se logistika začala dělit na dva směry – směr civilní a směr vojenský. Oba tyto směry existovaly vedle sebe a po celou zatímní existenci lidské společnosti se vždy protínaly, protože vojenský směr zasahoval do oblastí civilní oblasti a naopak civilní oblast ovlivňovala svým hospodářským potenciálem vojenskou logistiku.

První písemné zprávy o logistice v dnešním slova smyslu lze nalézt v oblasti staré Číny, kdy se jedná o období zhruba 6 tisíc let před Kristem. Zde již existovaly první státní útvary a zejména v oblasti Žluté řeky se prováděly stavební protipovodňové úpravy, které zajišťovaly práci desetitisícům dělníků a obyvatel Číny.

---

<sup>2</sup> STEHLÍK, A., KAPOUN, J. *Logistika pro manažery*. Vydavatel: EKOPRESS, Praha, 1. vydání. Praha, 2008. ISBN: 978-80-86929-37-8. [5]

Přesnější pojem o organizaci práce máme ze starověkého Egypta, kde byly postaveny pyramidy jako hrobky králů. Na stavbě se podle dochovaných údajů podílely celkem statisíce dělníků či otroků. Pro takovou masu pracovníků bylo potřeba dobře zvládnout pomocné práce, dopravu materiálu na stavbu, zajištění stravy a ošetření při případných úrazech. Do dnešní doby obdivujeme um a znalosti tehdejších stavitelů, jak dokázali zvládnout logistiku tak složitých složitou staveb.

Ale i v Evropě najdeme stavby, které by těžko šlo postavit bez znalostí logistiky a její uplatnění v praxi. Namátkou např. Koloseum v Římě, Akropolis v Aténách, akvadukty v Itálii a ve Francii, rozsáhlé hradní a náboženské stavby, které najdeme v různých státech Evropy. Všechny tyto stavby by nevznikly bez dokonalé stavební logistiky, kdy byl zajištěn dostatek materiál, jeho doprava, výživa dělníků, jejich lékařské ošetření a podobně.

Odlíšná situace je ve vojenské logistice. Zde je úkolem logistiky podpořit bojující jednotky, které byly pohyblivé a tudíž i podpůrné jednotky se tomu musely přizpůsobit. Za první praktické teoretické uplatnění logistiky ve vojenství se považuje doba, kdy byzantský císař Leontos VI. mezi léty 886 – 911 n. l. vyhlásil, že je potřeba mužstvo zaplatit, příslušně vyzbrojit a vybavit ochranou a municí, včas a důsledně se postarat o jeho potřeby a každou akci v polním tažení příslušně připravit, čímž jako první zformuloval zásady vojenské logistiky.<sup>3</sup>

V novodobé historii lze najít příkladné ukázky vojenské logistiky, zejména během 2. světové války. Na německé straně se jednalo o operaci Barbarossa, která spočívala v napadení Sovětského svazu. Operace začala dne 22. června 1941, kdy na německé straně se jí účastnilo přibližně 6 milionů vojáků. Z hlediska historie lze na této operaci ukázat na chyby, kterých se dopustilo vedení německé armády při plánování logistiky a jejího zabezpečení. Jednalo se zejména o zbytečnou typovou roztržitost německé vojenské techniky, kdy pro velký počet druhů bojové techniky, nákladních a

---

<sup>3</sup> PERNICA, P. *Logistika pro 21. století*. Vydavatel: RADIX, Praha, 1. Vydání. Praha 2004. ISBN: 80-86031-59-4. [6]

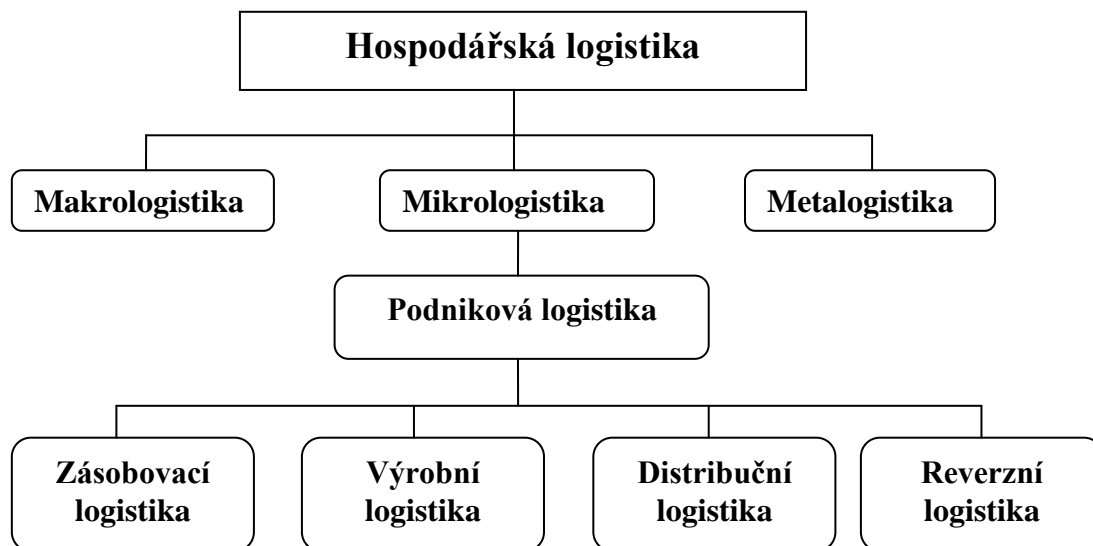
osobních vozidel a motocyklů docházelo v případě opravy poruchy k nedostatku náhradních dílů. Dále další závažnou chybou bylo podcenění odlišného rozchodu železnice Sovětského svazu, který se lišil od rozchodu ostatních evropských železnic.

Na straně protivníka, Sovětského svazu, se za největší logistickou operaci považuje operace Bagration v roce 1944, kdy se jednalo o osvobození Běloruska, Lotyšska a Estonska. Byla to největší vojenská operace Sovětského svazu od napadení země Německem.

V západní Evropě bylo největší logistickou operací vylodění spojenců 6. června 1944 na pobřeží Normandie. Tato operace byla pečlivě plánována do nejmenších detailů, ať z hlediska utajení či technických problémů. Zde velmi záleželo na součinnosti pozemních a leteckých sil, na práci ženistů, kterým se přezdívalo „beach bees“, plážové včelky. Kromě svých dovedností měli k dispozici i nové typy vozidel, které dokázaly překonat i likvidovat překážky na pláži a pomohly při vyčišťování pláží od min a minových nástrah pod vodou i v písku pláží.

### 3.3.2 Rozdělení logistiky

Na následujícím obrázku č. 1 je znázorněno základní rozdělení hospodářské logistiky a posléze i podnikové logistiky.



Obrázek č. 5 Rozdělení logistiky. [Zdroj: vlastní]

- **Makrologistika** se zabývá vzájemnými hospodářskými vazbami mezi jednotlivými podniky.



- **Mikrologistika** se zabývá procesními vazbami mezi organizačními útvary uvnitř podnikové organizační struktury (vnitropodniková).
- **Metalogistika** jsou činnosti různých organizací, podniků, které se utváří mezi makrologistikou a mikrologistikou.
- **Distribuční logistika** tvoří spojovací článek mezi výrobou a zákazníkem
- **Zásobovací logistika** se zabývá administrativním zajištěním a posléze nákupem materiálových vstupů pro výrobu a jejich dodávkou na výrobní pracoviště.
- **Výrobní logistika** zajišťuje plánování výroby produktu dle předem daných požadavků, technologické zajištění, řízení a rozmístění výroby až po konečnou adjustaci produktu k distribuci.
- **Distribuční logistika** zajišťuje přepravu výrobků k zákazníkům.
- **Reverzní logistika** je zpětným tokem použitých výrobků, vratných obalů a materiálů.

## 3.2 Okružní dopravní problémy

Okružní dopravní problémy můžeme z hlediska složitosti konfigurace dopravních tras rozdělit na problémy jednookruhové a víceokruhové.

### 3.2.1 Jednookruhový dopravní problém

Podniky se v praxi často setkávají s problémem, jak nejefektivněji z časového a finančního hlediska dopravit zboží k zákazníkovi či přivést suroviny, materiály, díly nebo zboží od dodavatele. Ve většině případů se nejedná o přímé spojení odběrných míst (dodavatel – odběratel), ale jedná se o trasu s více sběrnými místy, která se nazývá spojením okružním. Tato situace je v odborné literatuře uváděna pod pojmem „*problém obchodního cestujícího*“, někdy jako „*problém listonoše*“.

Pro výpočet dopravní trasy je potřeba znát celkový počet odběrných míst, která se musí v rámci trasy navštívit kvůli nakládce nebo vykládce zboží. Každé toto místo se pak objeví v množině míst jen jednou. Dále je potřeba znát sazby udávající hodnotu spojení pro každou dvojici z uvedených míst. Tato sazba může vyjadřovat počet kilometrů mezi jednotlivými místy nebo sazbu nákladů z jednoho místa do dalšího. Jestli má nákladní vůz objet všechna místa nakládky, potom vzdálenost  $C_{ij}$  mezi  $i$ -tým a  $j$ -tým místem je

$$C_{ij} = 1, 2, \dots, n. \quad (1)$$

Lze nalézt dva základní typy dopravních okružních problémů, které se liší charakteristikou dopravní trasy mezi jednotlivými sledovanými místy. V prvním případě se jedná o okružní dopravní problém, kde existuje úplná síť dopravních cest, tudíž každé sledované místo lze projet jen jednou. Druhým případem je pak dopravní problém, kde neexistuje přímé spojení mezi sledovanými cíli, tudíž někdy je potřeba sledované místo projet vícekrát, aniž by se zde konala nakládka nebo vykládka zboží. Typickým příkladem tohoto problému jsou například odbočky z hlavní silnice, kdy se nákladní auto vrací zpět na hlavní silnici a pokračuje dále nebo se vrací zpět stejnou trasou.

### **3.2.2 Víceokruhový dopravní problém**

Výše uvedený příklad pojednává o klasickém jednookruhovém problému. U mnoha podniků nebo dopravních společností se v praxi stává, že jeden okruh nestačí. Hlavním problémem je kapacita nákladních vozidel. Každé odběrné nebo dodavatelské místo má různé podmínky pro kapacitu okruhu, který má danou celkovou kapacitu, která je závislá na počtu nákladních automobilů a jejich vytížení. Pokud celkový počet požadavků na kapacitu jednotlivých sběrných míst přesáhne kapacitu daného jednoho okruhu, je podmínkou vytvořit více dopravních okruhů, které zvládnou uspokojit poptávku po celkové kapacitě.

V reálném životě se lze setkat s okružním dopravním problémem téměř každý den. Ať se jedná o dopravu zboží do obchodů, zásobování tiskovinami do trafik, rozvoz zásilkovou službou při objednání zboží v e-shopu jednotlivých prodejců, dodávky náhradních dílů do autoservisů a opraven z centrálního skladu apod. Rovněž se tento problém týká i podniků, které si dopravu zaměstnanců zajišťují vlastními dopravními prostředky. Ale v úvahu přichází i jinak banální případ, kdy je člověk v případě své dovolené omezen časem a plánuje si návštěvu památek v okolí, ten také řeší problém, aby všechna místa navštívil a zbytečně při tom nebloudil.

### **3.2.3 Matematický model okružního dopravního problému**

Je zadán celkový počet množin míst a vzdáleností, náklady jak časové tak provozní pro spojení těchto zadaných míst. Úkolem je najít ideální posloupnost míst,

kdy každé místo se musí objevit právě jen jednou a výsledkem musí být co nejmenší součet vzdáleností mezi navštívenými místy.

Matematický model úlohy obchodního cestujícího lze zapsat následujícím způsobem: <sup>4</sup>

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

Za podmínek:

a)

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

b)

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

$$\begin{aligned} \text{c) } u_i - u_j + nx_{ij} &\leq n - 1, & i = 1, 2, \dots, n & \quad (4) \\ & & j = 1, 2, \dots, n & \\ & & i \neq j & \end{aligned}$$

d)

$$x \in \{0, 1\} \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

Kde  $z$  ... je hodnota účelové funkce, jež bude minimalizována

$n$  ... znamená počet uzlů, míst

$C_j$  ... znamená ohodnocení hran – většinou se takto označuje vzdálenost mezi jednotlivými místy dopravního okruhu

$X_{ij}$  ... znamená bivalentní proměnnou, která podle hodnoty d) nabývá hodnoty 1 pro ty hrany, jež jsou umístěny na trase, a hodnoty 0 pro ty hrany, které nejsou zařazeny do trasy

$U_i$  ... (resp.  $U_j$ ) znamenají proměnné, které jsou přiřazeny k jednotlivým místům a udávají pořadí těchto míst, a  $u_1$  znamená výchozí bod

---

<sup>4</sup> PELIKÁN, J. *Diskrétní modely v operačním výzkumu*. Professional Publishing, Praha 2001, 163 stran, ISBN 8086419177 [7]

Podmínky a) a b) znamenají to, že právě jedna hrana z daného cyklu vstupuje do uzlu  $i$  a rovněž právě jedna hrana cyklu z něj vychází. Tímto je splněna podmínka, že uzel  $i$  leží na zadané trase.

Vztah c) je představován omezujícími podmínkami, které musí zajistit, že výsledkem bude právě jen jeden cyklus a ne několik dílčích výsledků. Jeho tvar lze napsat následujícím způsobem:

$$U_i + I + n(x_{ij} - 1) \quad (6)$$

Tento vztah je pojmenován jako smyčkové podmínky, tzv. sekvenční, byly zformulovány autory Miller, Tucker, Zemlin.

Platí, že okružní úlohy slouží k hledání a nalezení trasy pro nákladní auta, která provádějí dopravu okružním způsobem. V praxi to znamená, že všechny uzly v distribuční síti během jedné jízdy vozidla nebo během vyššího počtu jízd, které většinou začínají a končí v původním uzlu dopravní sítě. Úkolem řešení dopravního okružního problému je minimalizovat délku celé trasy vozidla, přičemž musíme respektovat požadavky jak odběratelů, tak i technických omezení dopravních prostředků, zejména nosnosti vozidla a požadavků na povinné přestávky řidičů.

Optimalizace dopravních tras – úkoly optimalizace dopravních tras jsou klasifikovány podle následujících hledisek:<sup>5</sup>

- a) Počet vozidel (jedno či více vozidel ve firmě)
- b) Typy vozidel (různé typy nebo vozidla jednoho typu)
- c) Umístění vozidel (kde parkují, buď v areálu firmy, nebo na více místech)
- d) Umístění poptávky po zboží (na hranách, v uzlech, popř. kombinace obou)
- e) Typ sítě (orientovaná, neorientovaná, smíšená)
- f) Omezení kapacity vozidel (žádná, stejná nebo různá podle typu vozidla)
- g) Typ obsluhy (odvoz, rozvoz, kombinace)

---

<sup>5</sup> PELIKÁN, J. *Praktikum z operačního výzkumu*. Praha, VŠE – Fakulta informatiky a statistiky, 1993, ISBN 80-213-0721-8. [8]

### 3.2.4 Řešení okružního dopravního problému

Existuje více metod pro řešení okružního dopravního problému. Tyto metody jsou založeny na vytváření a zpracování posloupnosti navštívených míst. Každé toto sledované místo je nutno projet právě jen jednou. Musí se vyloučit všechny trasy, které by mohly předčasně ukončit okruh dopravní trasy. Zejména je hlavně důležité vyloučení současného zařazení jednoho úseku v obou směrech, tj. v matici sazeb se vyhnout symetrickým prvkům *podle hlavní diagonály*) a vyloučení z úvahy *diagonální prvky matice (zpětná vazba každého uzlu*.<sup>6</sup>

## 3.3 Matematické metody

### 3.3.1 Metoda nejbližšího souseda

Jako první lze uvést „*Metodu nejbližšího souseda*“. Metoda nejbližšího souseda patří mezi aproximační metody, které spadají pod skupinu tzv. hladových metod. Tyto metody se vyznačují tím, že již během práce při zpracování dopravního okruhu se zařazuje vždy ten nejméně výhodný prvek. Je sestavena část okruhu a k této části se přiřazuje opět další nejbližší místo. Pomocí této metody lze velmi snadno a rychle dojít k řešení a navíc i řešení poměrně přesnému. Je vhodná pro problémy, u nichž lze najít symetrickou matici sazeb a přitom zároveň splňují pravidlo trojúhelníku, tj. je určena přímá vzdálenost mezi dvěma místy, která není v žádném případě delší než trasa přes jiný dopravní uzel. Pak většina hladových metod poskytuje řešení takové, u nichž je hodnota účelové funkce maximálně dvakrát větší než vychází matematické optimum. Tato metoda nejbližšího souseda může tvořit výjimky ve svojí skupině, díky tomu ji lze použít i pro úlohy s nesymetrickou maticí sazeb, nelze ale zaručit, že bude mít uvedenou přesnost.

Metoda nejbližšího souseda je založena na jednoduchém principu. Vozidlo vyjíždí z jednoho zadaného místa a jeho úkolem je navštívit další sběrné místo pro nakládku nebo vykládku zboží. Z tohoto místa pokračuje dále do dalšího průjezdného místa, které má za úkol obsloužit a které ještě nebylo navštíveno. Pak vozidlo pokračuje dále po zadané trase a navštíví všechna místa, která jsou v plánu, dokud se nevrací zpět na základnu.

---

<sup>6</sup> ZÍSKAL, J., HAVLÍČEK, J. *Ekonomicko matematické metody II. – studijní texty pro distanční studium*. 2. vyd. Praha: ČZU v Praze, Provozně ekonomická fakulta, 2009, ISBN 978-80-213-0664-6. [9]

Při výpočtu pomocí této metody je výsledek přímo závislý na místě, které bylo zvoleno jako výchozí bod. Proto je vhodné výsledek opakovat s různými výchozími místy a nakonec je vybráno to řešení, u kterého se dosáhne nejvýhodnějšího výsledku.

### 3.3.2 Teorie grafů

Další matematickou metodou je teorie grafů. S teorií grafů se často setkáváme při hledání dopravních tras s vysokým stupněm nároků na optimalizaci v rámci řešení dopravního problému. Metoda teorie grafů se zabývá studiem vlastností daného systému, které jsou nazývány grafy. Grafem rozumíme množinu bodů, které jsou spojeny spojnici mezi nimi. Body nazýváme uzly a spojnice mezi nimi jsou hrany. Označení uzlů je  $u_1, u_2, \dots, u_n$  hrany spojující body jsou označovány podle nejbližších uzlů  $u_i$  a  $u_j$ .

V praxi se setkáváme nejčastěji s několika podobami grafů, např. *grafy hranově dané* – kdy dané hraně je přiřazeno jedno číslo, *orientovaný graf* – za pomoci šipek, které určují hranám daný směr, *konečný graf* – v tomto případě je počet uzlů konečný, *nekonečný graf* – naopak u tohoto grafu je počet uzlů neomezený, *uzlový graf* – uzlům jsou přiřazeny dané hodnoty.

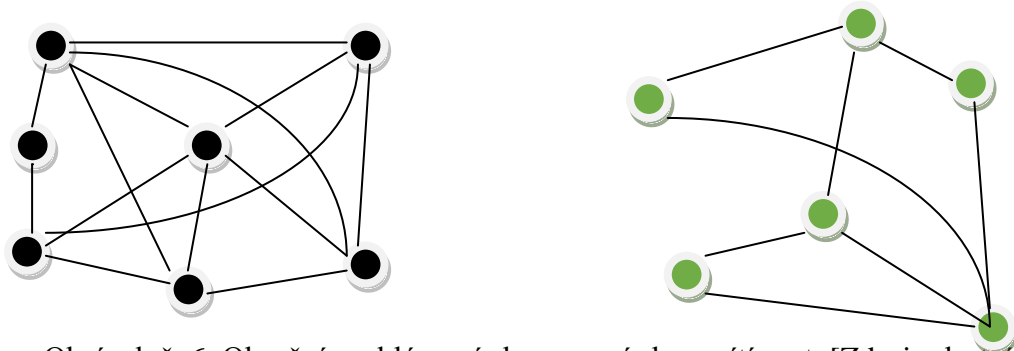
Cesta v grafu je dána posloupností orientovaných hran grafu, kdy nastane případ, že následující hrana pokračuje vždy v uzlu, kde končí předchozí hrana. Cesta sestavená z neorientovaných se označuje jako *řetězec*. Cesta, která začíná a zároveň končí ve stejném uzlu, odkud vycházela, se nazývá *cyklus*.

Graf, jenž je konečný, orientovaný, souvislý, acyklický, hranový nebo uzlový a má pouze jeden počáteční uzel a jeden koncový uzel, je nazýván *sítí*. Vzdálenost je definována jako *délka minimální trasy*. Délka minimální trasy je nazývána *vzdáleností*.

Mnoho reálných systémů je možné znázornit ve formě grafů, které jsou tvořeny uzly a hranami. Takový graf může znázorňovat například distribuční síť. Uzly grafů v takové síti mohou být prezentovány jako distribuční centra, hrany pak jako spojnice mezi nimi. Grafická reprezentace reálného systému je velmi názorná a srozumitelná i pro ne odborníky v matematickém modelování, což přispívá k tomu, že jsou modely tohoto typu aplikovány poměrně často <sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> JABLONSKÝ, J. *Operační výzkum: Kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování*. Praha, Professional Publishing, 2. Vydání. Praha 2002. ISBN 80-86419-42-8.2002. [10]



Obrázek č. 6 Okružní problém s úplnou a neúplnou sítí cest. [Zdroj: vlastní]

Jak z výše uvedených grafů vyplývá, někdy není možno dodržet požadavek, aby se dané průjezdné místo objevilo v trase právě jen jednou. Důvodem může být to, že není vhodný profil tratě. Často dochází k tomu, že jednu trasu vozidlo jede dvakrát, když neexistuje úplná síť cest a vozidlo se po stejné trase vrací zpět.

Proto je nutno při řešení dopravního problému vyloučit z trasy všechna místa, kde by docházelo k předčasnému uzavření okruhu neboli ke zkrácení trasy. Je třeba vyloučit, aby jedna a ta samá trasa byla v početním diagramu dvakrát. A také se nesmí použít trasa do místa, které již bylo obslouženo, pokud nebyla všechna místa na trase obsloužena. Dopravní okruh je možno uzavřít až poté, co jsou všechna místa na trase obsloužena.

### 3.3.3 Výpočetní program TSPKOSA

Autory toho výpočetního programu TSPKOSA<sup>8</sup> jsou Krejčí, Kučera a Vydrová (2010). Zmínění autoři vytvořili výpočetní program TSPKOSA, aby usnadnili hledání a nalezení výsledku řešení úloh okružní dopravního problému pomocí čtyř určených metod. K výsledku své práce použili programovací jazyk Microsoft Visual BASIC 6.5 a jako algoritmus tyto metody:

- a) Aproximační
  - Metodu nejbližšího souseda (sekvenčně)
  - Vogelovu aproximační metoda pro okružní dopravní problém.
  - Metodu výhodostních čísel (paralelně)
- b) Optimalizační
  - Metodu větví a mezí pro okružní dopravní problém

<sup>8</sup> KREJČÍ, KUČERA, VYDROVÁ. *Výpočetní program TSPKOSA*. ČZU, Praha, 2010. [11]

K výpočtu pomocí programu TSPKOSA je nutno vytvořit matici vzdáleností mezi jednotlivými uzly, tyto údaje jsou vloženy do programu a výsledkem je návrh nových optimalizovaných dopravních okruhů. Z těchto výsledků je možno navrhnout dopravní okruhu pro potřeby konkrétního příkladu, zejména určit pořadí, ve kterém je nutno trasu projet a cílový a konečný bod optimalizovaného dopravního okruhu.

### 3.3.4 Habrova metoda absolutních výhodností

Charakteristikou této početní metody je to, že vybírá do okruhu spojení ta, která jsou maximálně nejvýhodnější v porovnání oproti všem ostatním spojení. Pro učení této výhodnosti se používají tzv. Habrovy frekvence, které se vypočítají pro všechna existující dopravní spojení v přepravní síti. Jako první v pořadí je určeno spojení s nejvýhodnější frekvencí a dále se pokračuje dopravním spojením s nejvýhodnější frekvencí, toto spojení vytvoří první smyčku dopravního okruhu. Tento popsáný postup se dále opakuje do té doby, dokud nedojde k vytvoření celého okruhu.<sup>9</sup>

### 3.3.5 Littlova metoda

U této matematické metody jsou základem požadavky, aby všechny uzly dopravní cesty byly zahrnuty do jednoho celkového celistvého okruhu. Tento požadavek však komplikuje hledání optimálního řešení dopravního problému příkladu obchodního cestujícího. Řešitelé této úlohy dlouho hledali ideální a co nejjednodušší způsob, jak vyřešit tento problém, protože nebyl znám žádný vhodný algoritmus, který by alespoň pro jednodušší úlohy vedl k nalezení optimální hodnoty účelové funkce. Pomohl až Littleův algoritmus, který uvádí postup založený na metodě větví a mezí, čili větví a hranic.<sup>10</sup> Podstatou této metody je rozdělení množiny, jenž obsahuje všechna možná a reálná řešení, na stále menší podmnožiny. Pak se pro každou jednotlivou podmnožinu určí minimální možná délka cyklu. Výsledkem výpočetního řešení této

---

<sup>9</sup> HAVLÍČEK, J., ZÍSKAL, J. *Ekonomicko-matematické metody II: Studijní texty pro distanční studium*. Reprografické studio PEF ČZU v Praze, vydání 6. Dotisk 2010. ISBN 978-80-213-0664-6. [12]

<sup>10</sup> HANUŠ J., PÍŠEK, M. *Rozhodovací analýza: Vybrané modely a metody řešení na PC*. Praha, Ediční středisko ČVUT, 1. vydání, 1996, 78 stran. ISBN 80-01-01534-3.[13]



použité metody je nalezení cyklu s co nejmenší hodnotou spojení rovné nejnížší určené hranici.<sup>11</sup>

Množinu přípustných řešení úlohy  $U$  označíme symbolem  $Př(U)$ . Je dána optimalizační úloha  $U$  s účelovou funkcí  $f$ . Lze řešit úlohu  $U$  způsobem, že se vytvoří úlohy  $U_1, U_2, \dots, U_n$  se stejnou účelovou funkcí:

$$Př(U) = Př(U_1) \cup \dots \cup Př(U_n) \quad (7)$$

K nejlepšímu řešení zadané úlohy dojdeme tak, že vybereme ideální spojení ze všech vypočítaných optimálních řešení podúloh:  $U_1, U_2, \dots, U_n$ . Je to jednoduché, pokud platí pro každou podúlohu  $U_i$ :

- a) Najdeme optimální řešení
- b) Lze prokázat, že úloha  $U_i$  nemá žádné přípustné řešení
- c) Lze prokázat, že výsledek úlohy  $U_i$  není lepší než nějaké jiné řešení, které již známe<sup>12</sup>

Při vylučování podmnožin přípustného řešení se využívá skutečnosti, že hodnota účelové funkce kteréhokoli přípustného řešení je při minimalizaci horním odhadem hodnoty účelové funkce optimálního řešení. Budeme-li mít k dispozici přípustné řešení, lze z dalšího zpracování vylučovat veškeré podmnožiny, jejich odhady hodnot účelové funkce dosáhnou hodnoty účelové funkce již známého řešení. Výpočet končí vyhledáním optimálního řešení.<sup>13</sup>

Na grafu stromového typu lze velmi názorně ukázat postup řešení. Podúlohy  $U_1$  a úlohy  $U_2$  jsou pokládány za vrcholy stromu kořenového typu. Kořen stromu tvoří úloha  $U$ . Od větvených úloh vedou hrany k jejich podúlohám. Listy grafu jsou prezentovány podúlohami, které se rozdělují na tzv. mrtvé a živé. Mrtvé podúlohy je možno vyloučit z dalších úvah, neboť již známe, že nemají žádné přípustné řešení nebo již bylo nalezeno jejich ideální řešení, popř. již je známo a vypočítáno vhodnější řešení

---

<sup>11</sup> BROŽOVÁ H., HOUŠKA M., 2008. *Základní metody operační analýzy*. 1. vydání, 2. Dotisk, Reprografické studio PEF ČZU, Praha, ISBN 978-80-213-0951-7. [14]

<sup>12</sup> DEMEL, J. *Grafy a jejich aplikace*. Praha, Academica – nakladatelství, 2002, 258 stran. ISBN 80-200-0990-6.[15]

<sup>13</sup> DANĚK, J. TEICHMANN, D. *Optimalizace dopravních procesů*. Ostrava, Ediční středisko VŠB-TU Ostrava, 1. vydání, 2005, 191 stran, ISBN 80-248-0996-6.[9]

zadaného příkladu. Pokud jsou splněny tyto podmínky, všechny listy jsou mrtvé, výpočet končí a tímto je nalezeno nejlepší možné řešení.

Algoritmus Littlovy metody lze shrnout v následujících krocích, pokud jsou dány podmínky:

- Je uvažován symetrický nebo nesymetrický hranově ohodnocený graf.
- Hodnota každé hrany grafu je  $v_{ij} \geq 0$ , nebo  $v_{ij} = \infty$ .
- Hodnoty daného grafu  $v_{ij}$ ;  $i = 1, 2, \dots, n$ , kde  $j = 1, 2, \dots, n$  tvoří matici vazeb  $V = (v_{ij})_{i,j=1}^n$ .
- Symbol  $\infty$  znamená skutečnost, že mezi sousedními uzly grafu  $v_i$  a  $v_j$  není dána hledaná hrana nebo existuje zákaz jejího použití.

1. Krok – je dána matice a v každém jejím řádku  $V$  je nutno odečíst od všech zadaných prvků řádku minimální prvek řádku. Výsledkem bude matice  $V'$ .

$$v_{ij}' = v_{ij} - \min_j \{v_{ij}\}, \text{ pro } i = 1, 2, \dots, n. \quad (8)$$

2. Krok – pro každý řádek matice  $V'$  platí, že je nutno odečíst od všech prvků minimální prvek sloupce. Pak výsledkem bude matice

$$v_{ij}'' = v_{ij}' - \min_i \{v_{ij}'\}, \text{ pro } j = 1, 2, \dots, n \quad (9)$$

Po těchto krocích bude výsledkem alespoň jedna nula v každém sloupci i řádku.

3. Krok je složen z dalších dvou, tj.

a) pomocí řešení úlohy E bude vytvořen kořen prastronu a tomuto kořenu bude přiřazena hodnota  $b_0$ , která se rovná hodnotě součtu minimálních hodnot, které se odečítaly v 1. a 2. kroku, tj.

$$b_0 = \sum_{i=1}^n \min_j \{v_{ij}\} + \sum_{j=1}^n \min_i \{v_{ij}'\}. \quad (10)$$

b) sečtou se minimální hodnoty v řádcích a sloupcích, které se odečítali v 1. a 2. kroku, výsledkem bude získání nul v redukované matici.

4. Krok – všechny nuly v matici  $V''$  se ohodnotí číslem  $\gamma_{ij}$  tím způsobem, že se sečtou všechny minimální prvky v příslušném  $i$ -tém řádku a  $j$ -tém sloupci (s nulou, která se právě hodnotí, se nebere na vědomí)

$$\gamma_{ij} = \min_{r \neq j} \{v_{ir}''\} + \min_{s \neq i} \{v_{sj}''\}. \quad (11)$$

5. Krok – pak bude vybráno pole  $(v_k, v_l)$ , jenž bude obsahovat nulu s maximálním ohodnocením

$$\gamma_{kl} = \max_{i,j} \{\gamma_{ij}\}, \quad (12)$$

6. Tyto údaje určují vlastnosti  $P_{kl}$  ( $\overline{P_{kl}}$ );  $P_{kl}$  což znamená, že Hamiltonovská kružnice obsahuje hranu  $(v_k, v_l)$ ; vlastnost  $\overline{P_{kl}}$  obsahovat nebude.
7. Krok – dále se pokračuje ve vývoji prastrumu s vrcholem s vlastností  $\overline{P_{kl}}$ ; k ohodnocení minulé hodnoty přičteme hodnotu  $\gamma_{kl}$ .
8. Krok – v tomto kroku bude rozvinut prastrum o hodnotu, která odpovídá vlastnosti  $P_{kl}$ , z matice  $k$ -tý řádek a  $l$ -tý sloupec budou vyloučeny, tímto bude dosaženo redukce matice sazeb o jeden řádek a sloupec. Prvky, které jsou v redukované matici a umožnily by vznik Hamiltonovské kružnice menší délky než  $n$ , položíme rovny  $\infty$ .
9. Krok – bude proveden 1 a 2 krok algoritmu s maticí, která vyšla v kroku č. 7
10. Krok – s touto maticí, která je výsledkem 8 kroku bude proveden krok 3b) součet bude přičten k ohodnocení předchůdce a tímto součtem bude označen uzel s vlastností  $P_{kl}$ .
11. Krok – pokud výpočtem ze 7. kroku vznikne matice o rozměru  $1 \times 1$ , je výsledek konečný, pokud ne, pokračuje se ve výpočtu 11. krokem.

12. Krok – z visících vrcholů se vybere vrchol s nejmenším ohodnocením (pokud jich bude více, vybere se libovolný z nich).
13. Krok – pokud vrchol, který bude vybrán, bude odpovídat posledně uvažované vlastnosti  $P_{kl}$ , přejde se rovnou na krok č. 4, jinak se bude pokračovat krokem č. 13
14. Krok – v tomto momentu mohou nastat dvě možnosti:
  - a) visící vrchol, který byl dosazen v kroku č. 11, je roven vlastnosti  $\overline{P_{ij}}$ , pak bude v matici, která odpovídá této dané vlastnosti, změni se hodnota  $v_{ij}''$  na  $\infty$ , v  $i$ -tém řádku resp.  $j$ -tém sloupci určíme prvek, který bude mít minimální hodnotu a tento prvek se odečte od všech hodnot řádku nebo daného sloupce, pak se bude pokračovat přechodem na krok č. 4
  - b) pokud visící vrchol, který byl zvolen v kroku č. 11, odpovídá vlastnosti  $P_{ij}$ , pak se bude postupovat jako v případě kroku č. 4 a maticí odpovídající vlastnosti  $P_{ij}$ .

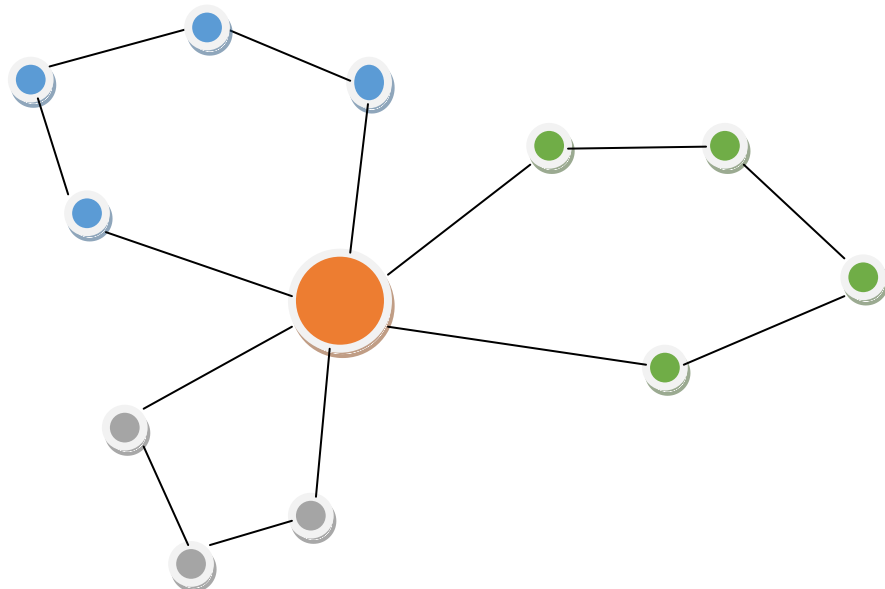
### 3.3.6 Mayerova metoda

Mayerova metoda se používá v případě více okružového dopravního problému, kdy je potřeba nalézt úsporu vynaložených nákladů. Podstata této metody spočívá v tom, že bude použita metoda sestavení okružních jízd výběrem minimálních prvků. Uvažuje se zde, že je zadána úplná síť dopravních cest a existuje jedno centrální místo, kde parkují nákladní vozidla a každý den odtud vyrážejí na svoji danou trasu.

Postup výpočtu pomocí Mayerovy metody:

- a) podle velikostí sazeb nákladní dopravy nebo vzdáleností mezi jednotlivými místy se seřadí jednotlivá obslužná místa. Z těchto sazeb se sestaví matice sazeb, která bude doplněna o sloupec požadavků jednotlivých míst.
- b) jako první bude v okruhu nasazeno místo s nejvyšší sazbou trasy do centra.
- c) označí se daný sloupec matice a požadavek právě zařazeného místa a řádek zařazovaného místa bude vyškrtnut.
- d) sloupec matice sazeb se označí, zároveň s ním i požadavek právě zařazeného místa a položka zařazovaného místa bude vyškrtnuta.

- e) dále se pro všechna zbývající objízdné body sečte požadavek, zohlední se požadavky a nároky již vybraných míst, která jsou seřazena v daném okruhu. Podle výsledku poznáme, kde bude součet nároků na dopravu větší, než je možná celková kapacita daného okruhu. V těchto místech se vyškrtnou v daných sloupcích sazby v příslušném řádku.
- f) ze zbývajících sazeb, které jsou dány ve sloupcích, které jsou zařazovány do sestavovaného okruhu, bude vybrána sazba minimální. Tato daná sazba znamená obslužné místo, které bude jako následující zařazeno do dopravního okruhu, který se sestavuje.
- g) tyto postupy od kroku c) se opakují tak dlouho, dokud při srovnání kapacit nejsou vyloučeny sazby v daných sloupcích.
- h) nastane-li situace, že jsou již veškerá obslužná místa v daném okruhu vybrána, pak se vyškrtnají požadavky a jsou očíslovány podle zadaného dopravního okruhu. Ve zbývající části matice jsou hledány požadavky od kroku b) do následujících tras dopravního okruhu.
- i) obslužná místa v daných okruzích jsou sestavena podle výpočtů některé z metod pro řešení jedno okružních okruhů.<sup>14</sup>



Obrázek č. 7 Grafický příklad Mayerovy metody [Zdroj: vlastní]

<sup>14</sup> KUČERA, P., *Metodologie okružního dopravního problému*. Disertační práce. Česká zemědělská univerzita, 2009. [16]

### 3.4 Legislativa silniční nákladní dopravy

Tato práce se zabývá problematikou silniční vnitrostátní nákladní dopravy. Řidiči nákladních vozidel tráví v kabinách vozidel převážnou většinu pracovní doby. Tato skutečnost se významnou měrou projevuje na jejich zvýšené únavě a následně na snížení jejich pozornosti při obsluze vozidla. Proto doba řízení nesmí překročit úředně stanovenou dobu. Tuto pracovní dobu upravuje dohoda AETR (*Evropská dohoda o práci osádek vozidel v mezinárodní silniční dopravě*), která je mezinárodní dohodou, jenž vznikla v Ženevě již v roce 1970. Dohoda AETR přesně vymezuje podmínky pro profesionální řidiče a jejich zaměstnavatele.<sup>15</sup>

#### 3.4.1 Dohoda AETR

Nejdůležitější ustanovení dohody jsou ve stručné podobě uvedena v následujících bodech:

1. *Zařazení týdenní doby odpočinku* – týdenní doba odpočinku řidiče musí začít nejdéle po šesti 24 hodinových dnech. Denní doba řízení je maximálně 9 hodin. Ale dvakrát týdně se doba řízení může prodloužit až na 10 hodin. Přerušování doby řízení: po maximálně 4,5 hodinách nastane povinnost přerušit jízdu na minimální pauzu 45 minut.
2. *Přerušování doby řízení* – po maximálně 4,5 hodinách má řidič povinnost přerušit jízdu a je povinen vykonat pauzu minimálně 45 minut. Tuto pauzu může rozdělit maximálně dvakrát. První část je minimálně 15 minut a druhá část minimálně 30 minut.
3. *Týdenní doba řízení* – tj. v 1 kalendářním týdnu: za týden je maximální doba řízení nanejvýš 56 hodin. Může se ale prodloužit na maximálně 60 hodin. Průměrná týdenní pracovní doba za 4 měsíce nesmí být vyšší než 48 hodin.
4. *Maximální doba řízení ve dvou po sobě následujících týdnech* – maximálně 90 hodin.
5. *Povinnost zapisovat činnost* – počítá se i cesta z domova na sídlo firmy. I pobyt na firmě se započítává do pracovní činnosti, například servis, mytí vozidla atd.

---

<sup>15</sup> SYSEL, R. *Výběr tahače pro dopravní firmu*. Bakalářská práce. ČZU, 2013. [17]

6. *Činnosti* – Při vykazování je důležité ji rozlišovat. Mimo to, že jiná práce patří do pracovní doby a pohotovost nepatří do pracovní doby.
7. *Denní doba odpočinku* – řádná denní doba odpočinku je 11 hodin. Řádnou dobu odpočinku lze rozdělit na dvě části. První musí být minimálně 3 hodiny a druhá minimálně 9 hodin. Mezi dvěma týdenními dobami odpočinku lze maximálně použít třikrát zkrácenou dobu odpočinku. Zkrácená doba odpočinku je kratší než řádná doba odpočinku, ale nejméně 9 souvislých hodin.
8. *Zkrácená týdenní doba* – kde ve dvou týdnech po sobě následujících musí mít řidič dvě řádné nebo jednu řádnou a jednu zkrácenou týdenní dobu odpočinku. Dvě zkrácené týdenní doby odpočinku po sobě jsou zakázány.
9. *Týdenní odpočinek (od pondělí 00:00 do neděle 24:00)* – řádná týdenní doba odpočinku je 45 hodin a může nahrazovat i jednu denní dobu odpočinku. Zkrácená doba odpočinku je méně než 45 hodin, ale nesmí být méně než 24 hodin. Není důležité, jestli řidič tráví volno ve vozidle nebo doma. A to doba k vyrovnání zkrácené doby musí navazovat na jinou dobu odpočinku a to minimálně devítihodinovou pauzu.
10. *Týdenní odpočinek v odstaveném vozidle vybaveném lehátkem* – zkrácený týdenní odpočinek je povolený.
11. *Přerušeni odpočinku ve vlaku nebo na trajektu* – řidič jedoucí vlakem nebo trajektem může pauzu přerušit dvakrát. Ale podmínkou je kabina vozidla vybavená lůžkem. V přerušené pauze může jízda trvat maximálně jednu hodinu na sjetí z trajektu a dojetí na vhodné parkoviště.
12. *Co musí řidič doložit při kontrole* – záznamové kotouče nebo kartu řidiče. U záznamového kotouče musí mít řidič minimálně 21 koleček a také vypsany záznam o volnu, nemoci nebo dovolené. U karty je záznam digitální, ke kontrole se přikládá karta vozidla.<sup>16</sup>

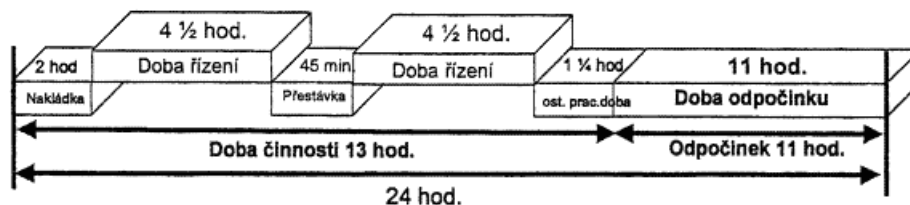
---

<sup>16</sup> MACHAČKA, I. *AETR, pravidla práce posádek v mezinárodní silniční dopravě, povinnosti dopravce, tachografy a jejich použití*. [on line] Dostupné z [cit. 2016-02-23]  
[https://www.researchgate.net/publication/40396086\\_AETR\\_pravidla\\_prace\\_osadek\\_v\\_mezinarodni\\_silni\\_cni\\_doprave\\_povinnosti\\_dopravce\\_a\\_ridice\\_tachografy\\_a\\_jejich\\_pouziti](https://www.researchgate.net/publication/40396086_AETR_pravidla_prace_osadek_v_mezinarodni_silni_cni_doprave_povinnosti_dopravce_a_ridice_tachografy_a_jejich_pouziti) [18]

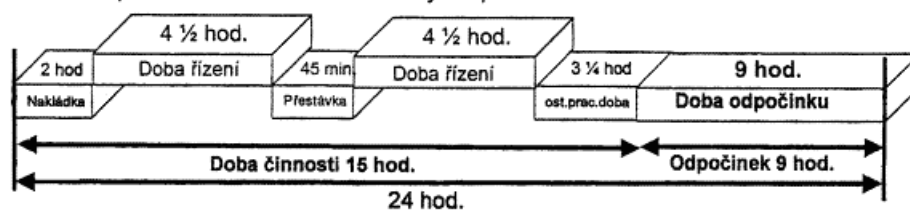
# Pracovní režimy řidičů

## Pracovní doba 1 řidič

Doba odpočinku 11 hod.



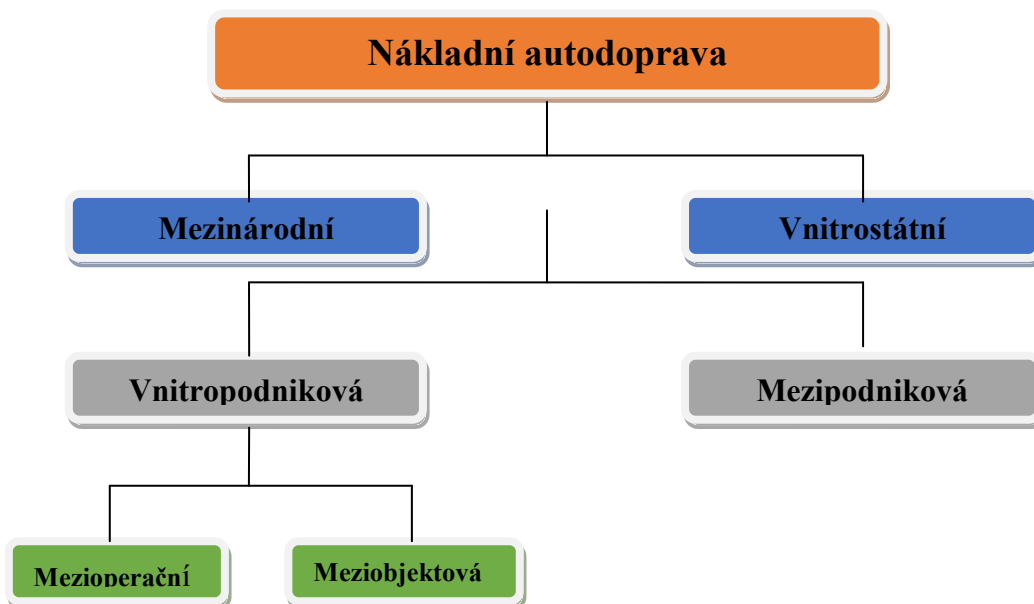
Doba odpočinku 9 hod. - zkrácený odpočinek



Obrázek č. 8 Pracovní režim řidičů AETR [zdroj: X]

### 3.4.2 Členění nákladní dopravy

Nákladní dopravu lze členit dle účelu následovně



Obrázek č. 5 Členění nákladní dopravy [zdroj: vlastní]



*Mezipodniková doprava* – Doprava mezi prvky logistických systémů

*Mezioperační doprava* – Doprava mezi výrobními operacemi a doprava ve skladech

*Meziobjektová doprava* – Doprava mezi výrobními provozy, sklady surovin, sklady výrobků a zboží

### 3.5 Přehled řešených prací

Podobnými tématy jako například doprava zboží, problém obchodního cestujícího nebo obslužení zákazníků, ať už pro jednookruhový nebo více okruhový dopravní problém se již zabývala řada autorů jak bakalářských, tak i diplomových prací.

Jako první bude nastíněna práce autora<sup>17</sup> [19], který ve své práci řeší problém obchodního cestujícího. Jako řešenou firmu si vybral podnik Karlovarské minerální vody a.s., se sídlem v Karlových Varech. Závod Karlovy Vary byl současně výchozím místem, odkud emitujícím výrobky, zejména minerální vody. Autor ve své diplomové práci použil modelový příklad okružního dopravního problému. V praxi se totiž dopravní trasy mění prakticky každý den, protože se přizpůsobují požadavkům zákazníků. Autor také uvažoval příklad, že kapacita nákladního vozidla je dostatečná, nebude ji potřeba měnit nebo nasadit více vozidel. Proto s ní již ve výpočtech nebylo dále počítáno. Autor použil celkem 9 obslužných míst, pro toto seřazení byla použita metoda nejbližšího souseda a Vogeova aproximační metoda s tím, že bude vybráno nejvhodnější řešení. Metoda nejbližšího souseda byla použita opakovaně a její aplikací bylo každé z obslužných míst použito právě jen jednou. Autor práce touto metodou dosáhl lepšího výsledku, než kdyby použil metodu VAM. Podstoupil riziko, že při použití metody nejbližšího souseda může být jako poslední zařazena vysoká sazba. V další práci se autor zabývá příkladem, kdy jednotlivá obslužná místa mají své různé požadavky a rovněž kapacita nákladních vozidel je omezená. Autor [19] použil pro řešení Mayerovu metodu, vytvořil 2 okruhy a vypočítal nové řešení.

Mayerovu metodu ve své práci použila i další autorka [20]<sup>18</sup>, která se zabývala problematikou společnosti, jejímž předmětem podnikání je rozvoz tiskovin. Společnost má sídlo v Ústí nad Labem a zaměstnává několik obchodních zástupců, kteří mají za

---

<sup>17</sup> PATOČKA, T. *Optimalizace dopravních tras mezi firmou a jejími dodavateli a zákazníky*. Česká zemědělská univerzita Praha, 2007, 41 s. Bakalářská práce. [19]

<sup>18</sup> DOLEJŠOVÁ, K. *Analýza dopravních tras pro obchodní zástupce*. Bakalářská práce, ČZU Praha 2011. [20]

úkol v jednom kalendářním měsíci navštívit 200 míst odběratelů tisku. Každý obchodní cestující si vytvořil plán jízd, nepoužil však k tomu žádný program ani výpočet, ale jednal podle svých zkušeností a hlavně zvyklostí. Prvním výsledkem byl čas 1 328,7 minut, který se opakoval během čtyř týdnů před zpracováním autorkou práce. V prvním a třetím týdnu byla povinnost obchodního zástupce obsloužit 26 prodejních míst. Z těchto míst musel navštívit od pondělí do čtvrtka každý den po 4 místech a zbylá 2 místa navštívil v pátek. V sudých týdnech bylo povinností obchodního zástupce navštívit 30 míst, ale na rozdíl od lichých týdnů, musel každý den obsloužit míst 6, včetně pátku. Autorka práce vycházela z toho, že obchodní cestující každý den vyjíždí z centrálního místa, pro rozdělení míst do okruhu použila Mayerovu metodu, kdy výsledkem bylo, že vznikly 4 dopravní okruhy, jenž se opakovaly po každém čtvrtém týdnu. Po výpočtech byl výsledkem nový plán dopravních tras, který činil 1 286,8 minut. Rozdíl ve výsledku 41,9 minut je úspora času, která vznikla použitím matematické metody pro řešení okružích dopravních problémů. V závěru práce bylo porovnání nové dopravní trasy s původní, některá místa byla ohodnocena nulovou sazbou. Týkalo se to těch, které byly navštěvovány denně, nebo byly příliš daleko od centrály nebo i vzájemně od sebe, zde bylo dosaženo poměrně výrazné úspory času i prostředků na pohonné hmoty. Ušetřený čas může obchodní cestující využít k práci v kanceláři, ke zpracování nabídek.

Další autor [21]<sup>19</sup> se ve své práci zabýval plánováním tras kamionové dopravy ve společnosti MD Elektronik se sídlem v Chotěšově. Společnost se zabývá výrobou kabelů pro automobilový průmysl. Cílem bylo vyřešit úkol, jak dopravit 13 odběratelům výrobky, které jsou dopravovány v přepravních paletách na základě jejich týdenních objednávek. Tyto objednávky činí celkem 400 palet, které se opakují každý týden, tudíž měsíční objednávka je celkem 1 600 palet, které je zapotřebí včas dopravit odběratelům. Autor použil Mayerovu metodu, pomocí této metody seřadil odběratele podle vzdálenosti od centrály a požadavků na celkový počet palet. Tímto sestavil matici vzdáleností tras mezi odběrateli, v níž byl započten i požadavek na kapacitu vozidla. Následně matice počítal pro každý pracovní den v týdnu, od pondělí do pátku, každá matice byla jiná, neboť každý den byl jiný požadavek na kapacitu. Autor práce sestavil

---

<sup>19</sup> MAREŠ, J., *Plánování tras kamionové dopravy ve společnosti MD Elektronik*. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha 2014. [21]

matici vzdáleností v km na pondělí a rovněž představil původní řešení palet v pondělí. Dále počítal ve výpočtech s variantami různých vozidel, které se lišily celkovou kapacitou počtu naložených palet. Poté vznikla varianta č. 1, která počítala s dopravou nákladního vozidla s největší kapacitou až 76 palet na jednu jízdu. Poté ještě následovaly varianty, které počítaly s jízdou vozidel menší kapacity, ale zároveň i nižšími náklady na provoz, čehož by se využilo v případě jízd k odběratelům, kteří mají menší požadavky odebraných palet. Stejně tak postupoval autor každý zbylý den, úterý, středu, čtvrtek a pátek. Výsledkem autorovo práce byly návrhy dopravních tras pro každý pracovní den v týdnu. Stejně tak i návrh využití nákladních vozidel podle celkové kapacity a požadavků odběratelů na počet dodaných palet.

Autor [22]<sup>20</sup> se ve své práci zabýval plánováním tras kamionové dopravy u společnosti Brethtrans s.r.o. Tato firma se zabývá dopravou ovoce a zeleniny ze skladů v Holandsku do centrálního velkoskladu v Lipencích u Prahy. Autor práci rozdělil na dvě části. V první části počítal s tím, že bude postačující kapacita jednoho vozidla. Vytvořil matici se vzdálenostmi jednotlivých míst nakládky a centrálního skladu a pomocí metody větví a mezí použil výpočetní program TSPKOSA, který poskytl nejvýhodnější řešení s požadavkem minimálních vzdáleností mezi jednotlivými místy nakládky. Ve druhé části práce počítal s tím, že požadavky jednotlivých míst budou zvýšeny a již nebude dostáčet kapacita jednoho nákladního vozidla. Proto použil Mayerovu metodu, pro rozdělení celkové trasy do jednotlivých okruhů, podle kterých se určuje, kolik a jakých bude potřeba nákladních vozidel. V práci je uvažováno s vozidly s kapacitou 30 palet zboží. Výpočtem pomocí Mayerovo metody vznikly dva dopravní okruhy. Byly následně vytvořeny dvě matice, každá z těchto dvou matic byla počítána Vogelovou aproximační metodou. Tímto vzniklo pro každou matici optimální řešení v podobě dopravní trasy v pořadí, kterou je potřeba projet, aby byl naložen daný náklad u všech dodavatelů a zboží doručeno do centrálního skladu Lipence u Prahy.

Další práci na téma dopravních tras se zabývala autorka [23]<sup>21</sup>. Konkrétně se zaměřila na firmu zabývající se prodejem a rozvozem ledniček a chladicích zařízení. Společnost vlastní centrální sklad, z něhož jsou odběratelská místa zavážena podle

---

<sup>20</sup> JANOUCHEK, L. *Plánování tras kamionové dopravy*. Bakalářská práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha 2013. [22]

<sup>21</sup> KAŇOVÁ, J. *Dopravní optimalizace (tras a nakládky) a možnosti jejího řešení v podnikové praxi*. Bakalářská práce., Masarykova univerzita. Brno 2009. [23]

potřeb zákazníků. Vozový park tvořila 3 nákladní vozidla, jejichž limity jsou počet najetých kilometrů za den, maximální nosnost a maximální rychlost, resp. průměrná rychlost. Autorka ve své práci použila modelový příklad, kdy je zapotřebí k zákazníkům rozvézt 32 ledniček do následujících 9 měst (Karlovy Vary, Benešov, České Budějovice, Kaplice, Prachatice, Klatovy, Plzeň a Tachov). Maximální čas na jednu danou trasu byl stanoven na 600 minut, doba složení zboží v jednom místě 48 minut. Autorka práci začala grafickým zpracováním tras mezi jednotlivými městy. Místa byla očíslována od 0 do 9, 0 patřila centrálnímu skladu. Nejprve byla pro řešení použita Clark-Wrightova metoda a poté byl použit program Plantour, který využívají spediční firmy pro plánování tras vozidel. Pomocí této metody bylo dosaženo minimální celkové trasy všech vozidel o délce 1180 km. To bylo významné zkrácení trasy oproti počáteční délce 1 486 km, kdy bylo uvažováno, že se vozidlo bude vracet zpět do místa, odkud vyjelo. Při práci za pomoci programu Plantour bylo potřeba aplikaci trochu zjednodušit, protože program Plantour pracuje se souřadnicemi GPS, kdy lze v rámci jednoho města zadat do řešení více odběratelů. Autorka práce však uvažovala s městem jako takovým, nikoli podle jednotlivých odběratelů. Proto v konečném výsledku bylo dosaženo pomocí programu Plantour délky trasy 1 265 km, což činil rozdíl v GPS souřadnicích. Aby byl tento rozdíl minimalizován, byly do tras programu Plantour dosazeny vzdálenosti získané z ručního měření a výsledkem byl téměř přesný výsledek 1 186 km. Tímto bylo potvrzeno, že ručním řešením za pomoci zmíněných metod je možno dosáhnout téměř stejného výsledku, stejně tak jako za pomoci profesionálního programu Plantour.

Téma řešení okruhového dopravního problému též ve své závěrečné práci řešil autor [25]<sup>22</sup>. Zabýval se firmou DHL, což je kurýrní firma, specializující se na dodávky balíků, ať už mezi firemními zákazníky, ale zejména balíky mezi firmami obchodující na internetu a jejich koncovými zákazníky. DHL používá systém rozvozu zásilek rozdělení do jednotlivých oblastí, které jsou rozděleny do zón (routů) a ty jsou přiřazeny daným kurýrům. Každá zóna má svoji centrálu, které jsou většinou v krajských městech a hlavním městě Praha. Práce řeší dopravní problém v dané zóně, kterou má na starosti jeden kurýr se svým vozidlem.

---

<sup>22</sup> POZDĚNA, J. *Optimalizace tras pro firmy zabývající se zásilkovou službou*. Diplomová práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha, 2004, 62 s. [24]

Jako modelový příklad pro řešení problému byla vybrána oblast, kterou obsluhuje pobočka Prague Airport, část country. Tato oblast zabírá západní okolí Prahy, které se skládá ze tří zón. Po dotazu na kurýry, kteří danou trasu jezdí, bylo vybráno 20 míst, které patří k největším odběratelům. Jsou to většinou velká města nebo sídla nadnárodních firem. Každá zóna je obsluhována dvakrát denně, dopoledne a odpoledne. Dopoledne trvá cesta kurýra cca 5 hodin, odpolední cesta trvá přibližně 3 hodiny. V dané práci se autor zabývá dopoledním okruhem, což odpovídá časové kapacitě 300 minut. Odpolední varianta má stejnou trasu jako dopolední, jen je již doručováno méně balíků. Byla sestavena matice obslužných míst. V této matici bylo počítáno jak s časem mezi jednotlivými městy, tak i časem, jaký kurýr v daném městě potřebuje na doručení zásilek. Tento údaj zamíchal pořadím v matici, neboť i blízká města, pokud v nich kurýr strávil hodně času, se tímto najednou stala časově vzdálenými. Dopravní uzel nejvíce vzdálený od centra byl zařazen jako první a postupně se k němu dopočítávaly uzly bližší. Tak se pokračovalo do té doby, dokud nebylo dosaženo časového limitu 300 minut. Dalším řešením bylo použití Vogelovy aproximační metody v kombinaci s Mayerovou metodou, kdy vznikly celkem 4 dopravní okruhy, ale k dispozici byli jen 3 kurýři. Proto musel být poslední okruh rozdělen a výsledkem byl nová dopravní trasa vypočítaná pomocí kombinace Mayerovy metody a Vogelovy aproximační metody.

Další prací, která se zabývá problémem řešení okružního dopravního problému, je Autorka [25]<sup>23</sup>, která řešila firmu LC Union s.r.o., zabývající se prádelenskou a čistírenskou činností. V rámci této činnosti firma provádí rovněž rozvoz vypraného prádla svým pravidelným zákazníkům. Společnost vlastní několik nákladních automobilů, jejichž prostřednictvím provádí odvoz prádla. Honsová začala zadání řešit za pomoci Mayerovy metody, neboť vyplynul více okruhový dopravní problém s úplnou sítí cest. V rámci jedné sítě cest byla tato místa seřazena za pomoci Vogelovy aproximační metody a programu QSB. Pak byly srovnány výsledky těchto metod a jako nejideálnější byla vybrána trasa s nejmenším počtem ujetých kilometrů. Dopravní trasa se skládá z 18 obslužných míst u zákazníků. Tato všechna místa musí být v rámci trasy navštívena. Každé místo má požadavek na počet klecí s vypraným prádlem, ta byla rozdělena do 4 okruhů podle kapacity nákladních vozidel a seřazena za pomoci metody

---

<sup>23</sup> HONSOVÁ, M. *Řešení problému dopravní logistiky v podmínkách firmy LC Union s.r.o.* Diplomová práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha, 2006, 57 s. [25]

VAM. Výsledky byly prezentovány vedoucímu dopravního oddělení firmy, konzultovány a navrženo vhodné řešení.

Další autorkou, která se podobnou tématikou zabývá, je [26]<sup>24</sup>, jenž popisuje použití metod operační analýzy ve firmě, která hledá nejvhodnější řešení pro optimální skladbu a využití svého parku nákladních vozidel. Autorka si zjistila informace o hlavních zákaznících firmy, jejich požadavcích a možných kapacitách skladů. V práci byl použit program DUMKOSA. Byly vypočteny se optimální dopravní trasy a závěrem bylo určení, který sklad by měl dodávat odběratelům. Konkrétně v této práci bylo výsledkem, že sklad č. 1 bude dodávat materiál odběratelům E a F, ze skladu č. 2 by bylo rozváženo zboží odběrateli D a ze skladu č. 3 bude zboží dováženo zákazníkům A i B. Autorka ve své práci rovněž došla k výsledku, že by si měl každý sklad držet určité množství zboží navíc jako zásobu, pro případ, že by požadavek zákazníka byl vyšší, než jsou jeho pravidelné požadavky vzhledem k množství. Dále bylo pokračováno ve výpočtu pomocí programu @RISK, za jehož pomoci bylo simulováno 100 různých možností požadavků od zákazníků, které byly následně použity pro optimalizaci, jejímž výsledkem bylo 100 variant řešení dopravního problému. Tyto varianty byly aplikovány pro různé sklady a výsledkem bylo navržení řešení pro různé varianty vozového parku, resp. doporučení daného nákladního vozidla dle tonáže.

---

<sup>24</sup> KUČEROVÁ, L.. *Uplatnění metod operační analýzy při optimalizaci dopravy*. Diplomová práce, Jihočeská univerzita, České Budějovice. České Budějovice 2008. [26]

## 4 Vlastní práce

### 4.1 Společnost Asavet a.s.

Asavet, a.s. je jediná firma svého druhu na západě Čech a jedna z osmi kafilérií v Česku. Zpracovává odpad z jatek a uhynulých zvířat, pro který zajíždí do několika krajů včetně Prahy. Ze zbytků pak vyrábí masokostní moučku a tuk. Asavet má asi tisíc dodavatelů, mezi nimiž jsou hlavně jatka nebo zemědělci. Pro „surovinu“ si kafilérie může zajet do všech koutů republiky, zároveň má ale veterinární správou stanovené rajóny, kam pro uhynulé zvíře ze zákona dojet musí. Firma se z tohoto důvodu často potýká s tím, že jí zemědělci za odvoz uhynulého zvířete nezaplatí. Bez ohledu na to musí k neplatičům pro uhynulá zvířata jezdit dál.

Akciová společnost Asavet je podnikem zřízeným na likvidaci a další zpracování odpadů živočišného původu a všechny činnosti s tím související, zejména na

- sběr, svoz a neškodné zpracování veškerých živočišných odpadů,
  - těla uhynulých zvířat (kadavery),
  - odpady z jatek (konfiskáty),
  - odpady živočišného původu od zákazníků (např. prodejních řetězců a prodejen apod.),
- pitvy uhynulých zvířat (prosektury),
- automobilová doprava vnitrostátní i mezinárodní,
- opravy motorových vozidel,

Spádovými oblastmi jsou kraje Plzeňský, Karlovarský, Středočeský, Jihočeský a Hlavní město Praha, města

- Klatovy, Domažlice, Plzeň-město, Plzeň-jih, Plzeň-sever, Rokycany
- Tachov, Sokolov, Cheb
- Beroun, Praha-západ, Praha-město, Mělník, Příbram
- Strakonice, Vimperk, Prachatice, České Budějovice, Český Krumlov <sup>25</sup>

---

<sup>25</sup> Další informace o společnosti jsou dostupné z <http://www.asavet.cz/>

Veterinární a asanační ústav Biřkov byl uveden do provozu 30. května 1974 jako zcela nový závod pro oblast Západočeského kraje. Svozová oblast byla delimitována od VAÚ Podbořany, Brusy, České Budějovice a později i Tišice.

Závod vznikl na podstatně modernější technologické koncepci, než bylo doposud běžné. Základem technologie byl sedmitunový vařák, dvě kontinuální sušárny a benzinová extrakce. Výrobcem této technologie byla německá firma Kuster-Hartmann, GmbH. Kapacita zpracovávané suroviny byla tehdy 75 tun za den. VAÚ Biřkov se nezabýval jen asanační činností, ale jeho součástí byla i činnost DDD (středisko Plzeň-Černice), chov kožešinových zvířat (farma Souměř u Tachova), výroba nativních krmiv pro masožravá zvířata (VNK Dolany) a výroba sucharů Dingo (VSK Liteň). Všechny tyto přidružené činnosti byly privatizovány v letech 1991-92.

K privatizaci VAÚ Biřkov došlo 1. 1. 1993 a ústav převzal Asavet, spol. s r.o., nyní Asavet a.s.

V současné době je právní forma společnosti podle obchodního rejstříku Asavet a.s., se sídlem Chodská 1032/27, Praha 2 – Vinohrady, PSČ 120 00, IČO 405 25 996, právní forma: akciová společnost, základní kapitál: 40 000 000 Kč, splaceno 100 %.

V současné době jsou zapsanými předměty podnikání:

- Silniční motorová doprava - nákladní vnitrostátní provozovaná vozidla o největší povolené hmotnosti nad 3,5 tuny - nákladní mezinárodní provozovaná vozidla o největší povolené hmotnosti nad 3,5 tuny.
- Výroba nebezpečných chemických látek a nebezpečných chemických přípravků a prodej chemických látek a chemických přípravků klasifikovaných jako vysoce toxické a toxické.
- Výroba, obchod a služby neuvedené v přílohách 1 až 3 živnostenského zákona.
- Asanační podnik.
- Opravy silničních vozidel.
- Činnost účetních poradců, vedení účetnictví, vedení daňové evidence.

#### **4.1.1 Legislativa**

Společnost Asavet a.s. je asanačním podnikem podnikajícím na základě platné legislativy tohoto oboru. Pod pojmem asanační podnik se skrývá sběr, svoz, neškodné odstraňování a další zpracování konfiskátů živočišného původu. Pojem veterinární



asanace, asanační podnik a tudíž předmět činnosti asanačního podniku a jeho povinnosti jsou definovány v § 39, § 40 a §41 zákona č. 166/1999 Sb., o veterinární péči<sup>26</sup>. V zákoně o veterinární péči si lze přečíst, že ačkoli se nejedná přímo o zákon o ochraně životního prostředí, jeho rolí a cílem je ochrana životního prostředí, udržování zdravého životního prostoru pro zemědělská a chovná zvířata, tak i pro lidi pracující s těmito zvířaty. Vytváří vhodné podmínky pro chov zvířat a péči o ně, péči o bez nakažový stav, resp. tlumení nakažlivých chorob zvířat a zabránění jejich přenosu na lidi a ostatní zvířata. Rovněž zákon pojednává o zpracování odpadu živočišného původu a distribuci výrobků z toho odpadu.

Podle tohoto zákona spočívá úkol asanačního podniku zejména ve sběru, svozu zpracování, neškodném zpracování odpadu živočišného původu. Tato činnost přispívá k ochraně životního prostředí jednak pozitivně (odstraňování živočišných odpadů a jejich zpracováním dochází k eliminaci škodlivého působení na životní prostředí – zabráňuje šíření nákazy, znečištění ovzduší, zamoření povrchových a spodních vod rozkladem odpadů živočišného původu).

Na druhou stranu podnik ovlivňuje životní prostředí i negativně, zejména provozem nákladních vozidel, která zajišťují dopravu a svoz odpadu. Tuto negativní činnost se podnik snaží omezovat pomocí nákupu modernějších vozidel, splňující nejnovější emisní normy, s nižší spotřebou a v neposlední řadě i efektivním využíváním dopravních tras, aby nedocházelo ke zbytečným najetým kilometrům a prostojům vozidla.

#### 4.1.2 Technologie

Podle zákona č. 166/1999 Sb. *Zákon o veterinární péči a o změně některých souvisejících zákonů (veterinární zákon) a prováděcích předpisů v platném znění* je asanační podnik Asavet a.s. povinen na daném spádovém území zajistit sběr a odvoz konfiskátů živočišného původu. S většími zpracovateli, kteří mají větší a pravidelný výskyt konfiskátů (uhynulých zvířat) je uzavírána řádná smlouva o data odvozu, třídění a ceně svozu. Menší zemědělské podniky nebo chovatelé jsou o ceně svozu a

---

<sup>26</sup> Zákon č. 166/1999 Sb., o veterinární péči. Dostupné z [cit. 2016-03-11] [27]  
<https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=47908&nr=166~2F1999&rpp=15#local-content>

zpracování informování dle ceníku, který je předem znám a cena se vypočítává dle váhy konfiskátu.

Tito producenti nahlašují potřebu svozu na dispečink asanačního podniku, který má provozní dobu v pracovní dny od 6 do 14 hodin. Mimo tuto provozní dobu fungují nepřetržitě záznamníky. Na základě těchto poskytnutých informací podnik vlastními nákladními vozy zajišťuje svoz konfiskátů živočišného původu ve smyslu veterinárního zákona. Svoz je zajišťován nákladními automobily se speciálně upravenou, izolovanou a nepropustnou korbou, dezinfikovatelnou a v případě potřeby je možno uzavřít horní část nástavby víky. Výrobcem úprav je firma Autokov České Budějovice s.r.o., se sídlem v Dobřejovicích, okres České Budějovice. Řidič asanačního podniku (asanátor) při převzetí uhynulých zvířat vystaví potvrzení o nakládce, kde je uveden druh zvířat a jejich hmotnost.

Podle potvrzení vydaného řidičem asanačního vozu je znám druh konfiskátů živočišného původu, pokud to technické možnosti dovolují. Hmotnost konfiskátu je zvážena již při nakládce u dodavatele. Pokud váhou zemědělský podnik nedisponuje, váha se stanoví odhadem řidiče a kontroluje se při vykládce v asanačním podniku Asavet.

Směs konfiskátů živočišného původu prochází následujícím zpracovatelským procesem:

- a) Rozdrcení na částice o maximální velikosti 50 mm.
- b) Tepelné zpracování – tlaková sterilizace při teplotě min. 133° C, minimální tlak musí být 3 bary pod dobu min. 20 minut.
- c) Vysušení sterilizované masokostní kaše odpařením vody v sušárně na obsah vody cca 4 %.
- d) Oddělením tuku extrakcí nebo lisováním.
- e) Konečné zpracování dvou produktů, které touto činností vzniknou – masokostní moučka se mele a prochází sítím, aby bylo dosaženo požadované zrnitosti. Tuk se čistí od bílkovinných a minerálních příměsí, k tomu se používá speciální odstředivka.
- f) Skladování a mikrobiologická kontrola vyrobených produktů. Přestože tepelná a tlaková sterilizace ničí takřka 100 % všechny známé původce onemocnění lidí a zvířat, je nutno každý den vykonávat odběr vzorků výrobků pro kontrolu v

nezávislé veterinární laboratoři. Mezi nejzávažnější původce onemocnění, které lze ve výrobku nalézt, jsou bakterie rodu Salmonella.

- g) Prodej a odbyt zdravotně nezávadných výrobků zákazníkům – výrobcům krmných směsí z masokostní moučky a zpracovatelům pro technické účely v případě tuku.

Při dopravě konfiskátů živočišného původu, kdy je dbáno všech opatření na ochranu životního prostředí, se používají speciálně upravené nákladní automobily značky Mercedes s uzavřenou kovovou nástavbou, aby nemohlo dojít k úniku tekuté části konfiskátu a znečištění životního prostředí a vozovky při přepravě. V samotném asanačním podniku se při zpracování používají spolehlivé a stále modernizované stroje a přístroje a zařízení, dle veterinárního zákona státem kontrolované výrobní postupy.

Asanační podnik Asavet Biřkov je rozdělen na dvě zóny, část tzv. nečistou (kde je prováděna manipulace s konfiskátem před sterilizací). V této oblasti platí velmi přísná pravidla a odpadní vody z této zóny jsou vedeny odděleně a sterilizovány. Další částí je tzv. čistá část, kde se již pracuje se sterilizovanými produkty.

## **4.2 Popis řešené úlohy**

Společnost Asavet a.s. používá k dopravě živočišného odpadu převážně nákladních automobilů Mercedes Atego a jednoho vozidla Mitsubishi Carter. Vozidla Mercedes Atego mají užitnou hmotnost 6 050 kg, užitná hmotnost vozidla Mitsubishi Carter činí 3 500 kg. Vozidlo Mitsubishi je používáno pouze na trasách 3A a 3B, ostatní trasy jsou vytěžovány vozidly Mercedes Atego z důvodu minimalizace nákladů na údržbu vozidle stejného typu. Průměrná spotřeba vozidel činí 22 litrů nafty na 100 km. Průměrná spotřeba vozidla Mitsubishi Carter činí 16 litrů nafty na 100 km. Nákladní vozidla vyjíždí každý den na svoji danou trasu, která je předem dána a jen nutno každý pracovní den ji projet. V sobotu a neděli je držena pohotovost na telefonu pro případné urgentní požadavky zákazníků.

Celkové požadavky odběrních míst nepřekračují užitnou hmotnost vozidla. Z tohoto důvodu se jedná o jedno okružní dopravní problém. Vozidla jsou většinou parkovány v místě bydliště řidičů z důvodu úspory času daného dobou jízdy řidiče do místa sídla firmy. Okružní dopravní trasa tudíž začíná v místě parkování vozidla, dále pokračuje

všemi odběrnými místy dle požadavky firmy Asavet a.s. Poté co nákladní vozidlo obslouží všechna odběrná místa, je uskutečněna vykládka v sídle firmy v Biřkově, zde je po vykládce každý den provedeno umytí a desinfekce vozidla, aby bylo připraveno na další den.

#### 4.2.1 Seznam nákladních automobilů a tras

Seznam těchto vozidel a jejich tras před provedením počítačové optimalizace tras je uveden v následujících bodech:

1. Nákladní automobil Mercedes Atego RZ 7A9 0390, Jiří Laštovka

Místo odjezdu: Spálené Poříčí

Trasa svozu: Spálené Poříčí 06:00 hod → Líté 07:45 hod → Újezd 08:00 hod →  
Manětín 08:15 hod → Mladotice 08:45 hod → Dřevec 09:00 hod  
→ Kočín 09:45 hod → Nebřeziny 10:00 hod → Obora 11:00 hod →  
Biřkov 12:30 hod → Spálené Poříčí 15:15 hod

Celková délka trasy č. 1 je 227 km

Celkový čas: 9 hod 15 min

Průměrná rychlost: 22,6 km/h

2. Nákladní automobil Mercedes Atego RZ 8A2 2946, řidič Václav Špaček

Místo odjezdu: Spálené Poříčí

Trasa svozu: Spálené Poříčí 06:00 hod → Nevid 06:30 hod → Mirošov 06:45 hod  
→ Těně 07:15 hod → Týček 08:15 hod → Zbiroh 08:30 hod →  
Hlohovice 09:30 hod → Rokycany 11:10 hod → Biřkov 13:10 hod  
→ Spálené Poříčí 16:00 hod

Celková délka trasy č. 2 je 170 km

Celkový čas: 10 hod

Průměrná rychlost: 17 km/h

3. Nákladní automobil Mitsubishi Carter RZ 4AN 0420, řidič Miloslav Dědina

Místo odjezdu: Třtí

Nákladní automobil obsluhuje dvě různé trasy, očíslovány A a B. Trasy se střídají většinou po dni, lichý a sudý den. Pokud je zapotřebí, je pořadí pozměněno podle požadavků odběrních míst.

Trasa svozu A: Třetí 05:30 hod → Housina 07:00 hod → Skuhrov  
07:30 hod → Vlence 07:40 hod → Chyňava 09:00  
hod → Rpety 10:10 hod → Malá Víska 11:00  
hod → Biřkov 12:30 hod → Třetí 15:00 hod

Celková délka trasy č. 3A je 280 km

Celkový čas: 10 hod

Průměrná rychlost: 28 km/h

Trasa svozu B: Třetí 05:30 hod → Trnová 06:10 hod → Housina 07:00 hod →  
Skuhrov 07:10 hod → Rpety 07:40 hod → Hořovice 10:10 hod →  
Levín 10:20 hod → Praskolesy 10:50 hod → Biřkov 11:40 hod →  
Třetí 15:00 hod

Celková délka trasy č. 3B: 313 km

Celkový čas: 9 hod 30 min

Průměrná rychlost: 33 km/h

4. Nákladní automobil Mercedes Atego RZ 2AE 3228, řidič Jan Blüml St.

Místo odjezdu: Koloveč

Trasa svozu: Koloveč 05:00 hod → Kanice 05:15 hod → Milavče 05:45 hod →  
Domažlice 06:15 hod → Mrákov 06:45 hod → Draženov 07:15 hod  
→ Folmava 07:55 hod → Postřekov 08:40 hod → Otov 08:55 hod  
→ Poběžovice 09:15 hod → Drahotín 09:30 hod → Mutěnin 10:15  
hod → Tasnovice 11:15 hod → Horšovský Týn 11:30 hod →  
Biřkov 13:00 hod → Koloveč 15:30 hod

Celková délka trasy č. 4 je 147 km

Celkový čas: 10 hod 30 min

Průměrná rychlost: 14 km/h

5. Nákladní automobil Mercedes Atego RZ 2AZ 7002, řidič Bayerl

Místo odjezdu: Zbyslav

Nákladní automobil obsluhuje dvě různé trasy, očíslovány A a B. Trasy se střídají většinou po dni, lichý a sudý den. Pokud je zapotřebí, je pořadí pozměněno podle požadavků odběrních míst.

Trasa svozu A: Zbyslav 05:45 hod → Kladruby 06:50 hod → Novosedly 07:05 hod → Kutý 07:15 hod → Strakonice 07:45 hod → Krašovice 08:30 hod → Volenice 09:15 hod → Chrašovice 09:55 hod → Hajany 10:15 hod → Předmíř 10:55 hod → Biřkov 12:30 hod → Zbyslav 14:30 hod

Celková délka trasy č. 5A je 241 km

Celkový čas: 8 hod 45 min

Průměrná rychlost: 27,5 km/h

Trasa svozu č. B: Zbyslav 05:45 hod → Strakonice 07:00 hod → Čejetice 08:20 hod → Střelskohoštická Lhota 09:05 hod → Písek 10:00 hod → Blatná 10:45 hod → Biřkov 12:30 hod → Zbyslav 14:15 hod

Celková délka trasy č. 5B je 234 km

Celkový čas: 8 hod 30 min

Průměrná rychlost: 27,5 km/h

6. Nákladní automobil Mercedes Atego RZ 3AU 3723, řidič Blüml Jan ml.

Místo odjezdu: Koloveč

Nákladní automobil obsluhuje dvě různé trasy, očíslované A a B. Trasy se střídají většinou po dni, lichý a sudý den. Pokud je zapotřebí, je pořadí pozměněno podle požadavků odběrních míst.

Trasa svozu A: Koloveč 05:00 hod → Planá 06:15 hod → Tři Sekery 07:00 hod → Cheb 08:00 hod → Aš 09:00 hod → Dolina 10:00 hod → Plesná 12:15 hod → Stará Voda 13:00 hod → Biřkov 15:15 hod → Koloveč 16:30 hod

Celková délka trasy č. 6A je 341 km

Celkový čas: 11 hod 30 min

Průměrná rychlost: 29,6 km/h

Trasa svozu B: Koloveč 05:15 hod → Planá 07:15 hod → Cheb 07:35 hod → Jindřichov 08:20 hod → Františkovy Lázně 08:45 hod - Klest 09:00 hod → Dolina 10:00 hod → Kraslice 11:00 hod → Kámen 12:00 hod → Stará Voda 13:00 hod → Biřkov 15:30 hod → Koloveč 16:45 hod

Celková délka trasy č. 6B je 408 km

Celkový čas: 11 hod 30 min

Průměrná rychlost: 35,5 km/h

7. Nákladní automobil Mercedes Atego RZ 8A9 9893, řidič Vlastimil Škopek

Místo odjezdu: Biřkov

Nákladní automobil obsluhuje dvě různé trasy, očíslovány A a B. Trasy se střídají většinou po dni, lichý a sudý den. Pokud je zapotřebí, je pořadí pozměněno podle požadavků odběrních míst.

Trasa svozu A: Biřkov 05:00 hod → Sedlčany 07:15 hod → Vysoký Chlumeč 08:00 hod → Nechralice 08:30 hod → Kamenice 08:45 hod → Prosenická Lhota 09:15 hod → Nová Ves 10:00 hod → Dublovice 10:15 hod → Rosovice 10:45 hod → Biřkov 13:30 hod

Celková délka trasy č. 7A je 274 km

Celkový čas: 8 hod 30 min

Průměrná rychlost: 32,2 km/h

Trasa svozu B: Biřkov 05:00 hod → Příbram 06:45 hod → Hluboš 07:45 hod → Občov 08:15 hod → Velká 09:15 hod → Čelina 10:00 hod → Mokrovraty 10:45 hod → Janov 11:45 hod → Doublovičky 12:15 hod → Zalužany 14:00 hod → Biřkov 15:45 hod

Celková délka trasy č. 7 B je 341 km

Celkový čas: 10 hod 45 min

Průměrná rychlost: 31,7 km/h

8. Nákladní automobil Mercedes Atego RZ 1AM 0677, řidič Václav Hofmann

Místo odjezdu: Mezihoří

Nákladní automobil obsluhuje dvě různé trasy, očíslovány A a B. Trasy se střídají většinou po dni, lichý a sudý den. Pokud je zapotřebí, je pořadí pozměněno podle požadavků odběrních míst.

Trasa svozu A: Mezihoří 06:00 hod → Petrovice 06:45 hod → Újezd 07:30 hod → Plánice 07:45 hod – Nicov 08:15 hod → Loužná 08:45 hod → Hejná 10:00 hod → Sušice 10:15 hod → Čermná 11:15 hod → Biřkov 13:30 hod → Mezihoří 15:00 hod

Celková délka trasy č. 8A je 137 km

Celkový čas: 9 hod

Průměrná rychlost: 15,2 km/h

Trasa svozu B: Mezihorí 06:00 hod → Petrovice 06:45 hod → Plánice 07:45 hod  
→ Kvášňovice 09:00 hod → Hejná 10:00 hod → Prášily 11:45 hod  
→ Petrovice u Sušice 13:00 hod → Mlázovy 14:30 hod → Biřkov  
15:15 hod → Mezihorí 16:30 hod

Celková délka trasy č. 8B je 186 km

Celkový čas: 10 hod 30 min

Průměrná rychlost: 17,7 km/h

9. Nákladní automobil Mercedes Atego RZ 8A2 2946, řidič Václav Špaček

Místo odjezdu: Spálené Poříčí

Trasa svozu: Spálené Poříčí 06:00 hod → Rokycany 07:30 hod → Litohlavy  
08:45 hod → Stupno 09:30 hod → Hlohovice 10:15 hod →  
Vojenice 10:30 hod → Zbiroh 11:45 hod → Lhota pod Radčem  
12:15 hod → Biřkov 13:30 hod → Spálené Poříčí 16:00 hod

Celková délka trasy č. 9 je 167 km

Celkový čas: 10 hod

Průměrná rychlost: 16,7 km/h

10. Nákladní automobil Mercedes Atego RZ 1AF 2680, řidič Laštovka

Místo odjezdu: Spálené Poříčí

Trasa svozu č. 10: Spálené Poříčí 06:00 hod → Nebřeziny 07:15 hod → Hvozd  
07.30 hod → Kralovice 08:00 hod → Dřelec 08:30 hod →  
Kožlany 08:35 hod → Hradecko 08:45 hod → Žihle 09:15 hod  
→ Číhaná 11.45 hod → Biřkov 13:00 hod → Spálené Poříčí  
15:15 hod

Celková délka trasy je 241 km

Celkový čas: 9 hod 15 min

Průměrná rychlost: 26 km/h

Poznámka.

Řidiči parkují (kromě tras č. 7) parkují v místě svého bydliště.



### 4.3 Okružní dopravní problém

V případě společnosti Asavet a.s. se jedná o jednookružní dopravní problém, neboť celková kapacita požadavky všech míst na jednotlivé trasy nepřekračuje užitou hmotnost nákladního vozidla, které danou trasu obsluhuje. Pro výpočet optimalizované trasy byl použit výpočetní program TSPKOSA, který využívá čtyř metod: aproximační – Vogelovu aproximační metodu pro okružní dopravní problém, metodu nejbližšího souseda (sekvenčně) a metodu výhodnostech čísel (paralelně). Poslední metodou je optimalizační metoda – metoda větví a mezí pro okružní dopravní problém. Pro potřeby výpočtu bude použita poslední metoda – metoda větví a mezí. Pro správný výpočet je nutno znát vzdálenosti mezi odběrnými místy na daných trasách, požadavky odběrných míst a názvy odběrných míst. Je zapotřebí vytvořit matici vzdáleností mezi jednotlivými uzly, tyto údaje pak dosadit do výpočetního programu TSPKOSA, který je dílem pracovníků zadávající katedry. Výsledkem budou optimalizované dopravní okruhy s požadavkem na nejkratší délku okruhu. Z těchto okruhu bude vybráno nejvýhodnější řešení a pořadí navštívených míst upraveno podle požadavků na optimální obslužení všech míst v daném dopravním okruhu.

Tabulka č. 17 Vzdálenosti mezi odběrnými místy v km<sup>27</sup>

Vzdálenost mezi odběrnými místy	Bířkov	Čelina	Doublovičky	Hluboš	Janov	Mokrovraty	Příbram	Občov	Velká	Zalužany
<b>Bířkov</b>	x	115	123	95	118	110	98	89	104	91
<b>Čelina</b>	115	x	23	34	18	12	28	25	16	42
<b>Doublovičky</b>	123	23	x	45	6	33	40	37	24	54
<b>Hluboš</b>	95	34	45	x	40	30	8	11	26	27
<b>Janov</b>	118	18	6	40	x	28	35	32	20	48
<b>Mokrovraty</b>	110	12	33	30	28	x	24	21	33	37
<b>Příbram</b>	98	28	40	8	35	24	x	5	21	19

<sup>27</sup> Tabulky pro jednotlivé trasy jsou uvedeny v Příloze č. 1 této práce

<b>Občov</b>	89	25	37	11	32	21	5	x	17	23
<b>Velká</b>	104	16	24	26	20	33	21	17	x	34
<b>Zalužany</b>	91	42	54	27	48	37	19	23	34	x

Zdroj: Vlastní

## Výpočty jednotlivých optimálních tras pomocí programu TSPKOSA

Následuje výpočet optimálních tras jednotlivých nákladních vozidel specifikovaných v odstavci 4.2.1.

### 1. Výpočet trasy dopravního okruhu č. 1

Tabulka č. 18 Požadavky na kapacitu nákladního vozidla RZ 7A9 0390

Trasa č. 1	Druh konfiskátu	Množství (kg)
Dřevec	Skot	800
Kočín	Telata	450
Líté	Telata	550
Manětín	Prasata	350
Mladotice	Drůbež	1100
Nebřeziny	Skot	900
Obora	Telata	500
Újezd	Drůbež	750
Celkem		5400

Zdroj: Asavet a.s.

### Výpočet trasy pomocí programu TSPKOSA:

Metoda větví a mezí (Počet větví: 342)

Počet minimálních cyklů (z testovaných zvolenou metodou): 2

$Z_{\min} = 209$

(Mladotice) - (Újezd) - (Manětín) - (Líté) - (Spálené Poříčí) - (Biřkov) - (Obora) - (Nebřeziny) - (Kočín) - (Dřevec) - (Mladotice)

Výsledkem výpočtu jsou 2 dopravní okruhy o shodné délce 209 km.

Z nich je doporučena následující trasa: Spálené Poříčí → Líté → Manětín → Újezd → Mladotice → Dřevec → Kočín → Nebřeziny → Obora → Biřkov → Spálené Poříčí

Výchozím místem dopravní trasy bude Spálené Poříčí, odkud řidič každý den trasu začíná a posledním místem zůstává Biřkov, který je místem vykládky veškerého konfiskátu, z tohoto důvodu není možné dopravní trasu projet opačným směrem.

Celková délka současné trasy dle společnosti Asavet: ..... 209 km

Celková délka trasy vypočtená programem TSPKOSA: ..... 209 km

Celková úspora délky trasy: ..... 0 km

## 2. Výpočet trasy dopravního okruhu č. 2

Tabulka č. 19 Požadavky na kapacitu nákladního vozidla RZ 8A2 2946

Trasa č. 2	Druh konfiskátu	Množství (kg)
Hlohovice	Prasata	600
Mirošov	Skot	800
Nevid	Prasata	400
Rokycany	Drůbež	900
Těně	Skot	450
Týček	Telata	300
Zbiroh	Drůbež	400
Celkem		3850

Zdroj: Asavet a.s.

### Výpočet trasy pomocí programu TSPKOSA:

Metoda větví a mezí (Počet větví: 644)

Počet minimálních cyklů (z testovaných zvolenou metodou): 4

Z<sub>min</sub> = 166

(Hlohovice) - (Rokycany) - (Nevid) - (Spálené Poříčí) - (Biřkov) - (Mirošov) - (Těně) - (Zbiroh) - (Týček) - (Hlohovice)

Výsledkem výpočtu jsou 4 dopravní okruhy o shodné délce 166 km.

Z nich je doporučena následující trasa: Spálené Poříčí → Nevid → Rokycany → Hlohovice → Týček → Zbiroh → Těně → Mirošov → Biřkov → Spálené Poříčí

Výchozím místem dopravní trasy bude Spálené Poříčí, odkud řidič každý den trasu začíná a posledním místem zůstává Biřkov, který je místem vykládky veškerého konfiskátu, z tohoto důvodu není možné dopravní trasu projet opačným směrem.

Celková délka současné trasy dle společnosti Asavet: ..... 170 km  
 Celková délka trasy vypočtená programem TSPKOSA: ..... 166 km  
 Celková úspora délky trasy: ..... 4 km

### 3. Výpočet trasy dopravního okruhu č. 3 A

Tabulka č. 20 Požadavky na kapacitu nákladního vozidla RZ 4AN 0420

Trasa č. 3A	Druh konfiskátu	Množství (kg)
Housina	Prasata	500
Chyňava	Ovce	400
Malá Víska	Telata	500
Rpety	Skot	600
Skuhrov	Ostatní materiál	450
Vlence	Skot	450
<b>Celkem</b>		2900

Zdroj: Asavet a.s.

#### Výpočet trasy pomocí programu TSPKOSA:

Metoda větví a mezí (Počet větví: 34)

Počet minimálních cyklů (z testovaných zvolenou metodou): 1

$Z_{min} = 277$

- (Třtí) - (Skuhrov) - (Vlence) - (Chyňava) - (Housina) - (Rpety) - (Malá Víska) - (Biřkov) - (Třtí)

Výsledkem výpočtu je 1 dopravní okruh o délce 277 km.

V tomto případě je výsledkem jediný dopravní okruh, který je zároveň i optimálním řešením.

Výchozím místem dopravní trasy bude Třtí, odkud řidič každý den trasu začíná a posledním místem zůstává Biřkov, který je místem vykládky veškerého konfiskátu, z tohoto důvodu není možné dopravní trasu projet opačným směrem.

Celková délka současné trasy dle společnosti Asavet: ..... 280 km  
 Celková délka trasy vypočtená programem TSPKOSA: ..... 277 km  
 Celková úspora délky trasy: ..... 3 km

#### **4. Výpočet trasy dopravního okruhu 3 B**

Tabulka č. 21 Požadavky na kapacitu nákladního vozidla RZ 4AN 0420

<b>Trasa č. 3B</b>	<b>Druh konfiskátu</b>	<b>Množství (kg)</b>
Hořovice	Skot	850
Housina	Drůbež	450
Levín	Telata	350
Praskolesy	Prasata	300
Rpety	Prasata	250
Skuhrov	Drůbež	150
Trnová	Ovce	300
<b>Celkem</b>		2650

Zdroj: Asavet a.s.

Výpočet trasy pomocí programu TPSKOSA:

Metoda větví a mezí (Počet větví: 37)

Počet minimálních cyklů (z testovaných zvolenou metodou): 1

$Z_{min} = 287$

- (Praskolesy) - (Levín) - (Housina) - (Skuhrov) - (Trnová) - (Třtí) - (Biřkov) - (Hořovice) - (Rpety) - (Praskolesy)

Výsledkem výpočtu je 1 dopravní okruh o délce 277 km.

Z něho je doporučen následující okruh v daném pořadí: Třtí → Trnová → Skuhrov → Housina → Levín → Praskolesy → Rpety → Hořovice → Biřkov → Třtí

V tomto případě je výsledkem jediný dopravní okruh, který je zároveň i optimálním řešením. Zde již nelze navrhnout lepší řešení. Lze jen určit pořadí odběrných míst.

Výchozím místem dopravní trasy bude Třtí, odkud řidič každý den trasu začíná a posledním místem zůstává Biřkov, který je místem vykládky veškerého konfiskátu, z tohoto důvodu není možné dopravní trasu projet opačným směrem.

Celková délka současné trasy dle společnosti Asavet: .....313 km

Celková délka trasy vypočtená programem TSPKOSA: ..... 287 km

Celková úspora délky trasy: ..... 26 km

## 5. Výpočet trasy dopravního okruhu č.4

Tabulka č. 22 Požadavky na kapacitu nákladního vozidla RZ 2AE 3228

Trasa č. 4	Druh konfiskátu	Množství (kg)
Domažlice	Skot	450
Drahotín	Skot	350
Draženov	Prasata	350
Folmava	Ostatní materiál	250
Horšovský Týn	Skot	350
Kanice	Telata	250
Milavče	Prasata	350
Mrákov	Skot	350
Mutěšín	Drůbež	150
Otov	Ovce	250
Poběžovice	Skot	450
Postřekov	Skot	850
Tasnovice	Prasata	450
<b>Celkem</b>		4850

Zdroj: Asavet a.s.

### Výpočet trasy pomocí programu TPSKOSA:

Metoda větví a mezí (Počet větví: 4163)

Počet minimálních cyklů (z testovaných zvolenou metodou): 1

$Z_{\min} = 138$

- (Draženov) - (Folmava) - (Mrákov) - (Domažlice) - (Milavče) - (Kanice) - (Koloveč) - (Biřkov) - (Horš. Týn) - (Tasnovice) - (Mutěšín) - (Drahotín) - (Poběžovice) - (Otov) - (Postřekov) - (Draženov)

Výsledkem výpočtu je 1 dopravní okruh o délce 138 km. V tomto případě je výsledkem jediný dopravní okruh, který je zároveň i optimálním řešením. Zde již nelze navrhnout lepší řešení. Lze jen určit pořadí odběrných míst.

Z něho je doporučen následující okruh v daném pořadí: Koloveč → Kanice → Milavče → Domažlice → Mrákov → Folmava → Draženov → Postřekov → Otov → Poběžovice → Drahotín → Mutěšín → Tasnovice → Horšovský Týn → Biřkov → Koloveč

Výchozím místem dopravní trasy bude Koloveč, odkud řidič každý den trasu začíná a posledním místem zůstává Biřkov, který je místem vykládky veškerého konfiskátu, z tohoto důvodu není možné dopravní trasu projet opačným směrem.

Celková délka současné trasy dle společnosti Asavet: ..... 158 km

Celková délka trasy vypočtená programem TSPKOSA: ..... 138 km

Celková úspora délky trasy: ..... 20 km

## **6. Výpočet trasy dopravního okruhu č. 5 A**

Tabulka č. 23 Požadavky na kapacitu nákladního vozidla RZ 2AZ 7002

<b>Trasa 5A</b>	<b>Druh konfiskátu</b>	<b>Množství (kg)</b>
Hajany	Telata	350
Chrástovice	Prasata	400
Kladruby	Prasata	350
Krašovice	Ovce	250
Krty	Telata	150
Novosedly	Ostatní materiál	150
Předmíř	Skot	1200
Strakonice	Prasata	650
Volenice	Ovce	150
<b>Celkem</b>		<b>3650</b>

Zdroj: Asavet a.s.

Výpočet trasy pomocí programu TSPKOSA:

Metoda větví a mezí (Počet větví: 2274)

Maximální chyba srovnání veličin s plovoucí desetinnou čárkou: 0

Počet minimálních cyklů (z testovaných zvolenou metodou): 2

Z\_min = 223

- (Strakonice) - (Krašovice) - (Krty) - (Novosedly) - (Volenice) - (Kladruby)
- (Zbyslav) - (Biřkov) - (Předmíř) - (Hajany) - (Chrástovice) - (Strakonice)

Výsledkem výpočtu je 1 dopravní okruh o délce 223 km. V tomto případě je výsledkem jediný dopravní okruh, který je zároveň i optimálním řešením. Zde již nelze navrhnout lepší řešení. Lze jen určit pořadí odběrných míst.

Z něho je doporučen následující okruh v daném pořadí: Zbyslav → Kladruby → Volenice → Strakonice → Krašovice → Chrášťovice → Hajany → Předmíř → Biřkov → Zbyslav

Výchozím místem dopravní trasy bude Zbyslav, odkud řidič každý den trasu začíná a posledním místem zůstává Biřkov, který je místem vykládky veškerého konfiskátu, z tohoto důvodu není možné dopravní trasu projet opačným směrem.

Celková délka současné trasy dle společnosti Asavet: ..... 252 km

Celková délka trasy vypočtená programem TSPKOSA: ..... 223 km

Celková úspora délky trasy: ..... 29 km

## 7. Výpočet trasy dopravního okruhu č. 5 B

Tabulka č. 24 Požadavky na kapacitu nákladního vozidla RZ 2AZ 7002

Trasa č. 5B	Druh konfiskátu	Množství (kg)
Blatná	Skot	1200
Čejetice	Prasata	450
Písek	Ostatní materiál	600
S. Lhota	Telata	450
Strakonice	Ostatní materiál	500
<b>Celkem</b>		3200

Zdroj: Asavet a.s.

### Výpočet trasy pomocí programu TSPKOSA:

Metoda větví a mezí (Počet větví: 34)

Počet minimálních cyklů (z testovaných zvolenou metodou): 1

$Z_{\min} = 193$

- (Zbyslav) - (Biřkov) - (Blatná) - (Písek) - (Čejetice) - (Strakonice) - (S. Lhota) - (Zbyslav)

Výsledkem výpočtu je 1 dopravní okruh o délce 193 km. V tomto případě je výsledkem jediný dopravní okruh, který je zároveň i optimálním řešením. Zde již nelze navrhnout lepší řešení. Lze jen určit pořadí odběrných míst.

Z něho je doporučen následující okruh v daném pořadí: Zbyslav → Střelskohoštická Lhota → Strakonice → Čejetice → Písek → Blatná → Biřkov → Zbyslav



Výchozím místem dopravní trasy bude Zbyslav, odkud řidič každý den trasu začíná a posledním místem zůstává Biřkov, který je místem vykládky veškerého konfiskátu, z tohoto důvodu není možné dopravní trasu projet opačným směrem.

Celková délka současné trasy dle společnosti Asavet: ..... 234 km

Celková délka trasy vypočtená programem TSPKOSA: ..... 193 km

Celková úspora délky trasy: ..... 41 km

## 8. Výpočet trasy dopravního okruhu č. 6 A

Tabulka č. 25 Požadavky na kapacitu nákladního vozidla RZ 3AU 3723

Trasa č. 6A	Druh konfiskátu	Množství (kg)
Aš	Telata	450
Dolina	Prasata	500
Cheb	Ostatní materiál	900
Planá	Ovce	350
Plesná	Telata	350
Stará Voda	Skot	550
Tři Sekery	Telata	250
<b>Celkem</b>		3350

Zdroj: Asavet a.s.

### Výpočet trasy pomocí programu TSPKOSA:

Metoda větví a mezí (Počet větví: 10626)

Počet minimálních cyklů (z testovaných zvolenou metodou): 16

$Z_{\min} = 323$

- (Cheb) - (Stará Voda) - (Tři Sekery) - (Planá) - (Koloveč) - (Biřkov) - (Dolina) - (Plesná) - (Aš) - (Cheb)

Výsledkem výpočtu je 16 dopravních okruhů o délce 323 km. Z těchto 16 okruhů byl vybrán 1 dopravní okruh, neboť výsledky všech 16 okruhů jsou shodné.

Z nich je doporučen následující okruh v daném pořadí: Koloveč → Planá → Tři Sekery → Stará Voda → Cheb → Aš → Plesná → Dolina → Biřkov → Koloveč

Výchozím místem dopravní trasy je Koloveč, odkud řidič každý den trasu začíná a posledním místem zůstává Biřkov, který je místem vykládky veškerého konfiskátu, z tohoto důvodu není možné dopravní trasu projet opačným směrem.

Celková délka současné trasy dle společnosti Asavet: ..... 341 km  
 Celková délka trasy vypočtená programem TSPKOSA: ..... 323 km  
 Celková úspora délky trasy: ..... 18 km

## 9. Výpočet trasy dopravního okruhu 6 B

Tabulka č. 26 Požadavky na kapacitu nákladního vozidla RZ 3AU 3723

Trasa č. 6B	Druh konfiskátu	Množství (kg)
Dolina	Skot	900
Fr. Lázně	Telata	250
Cheb	Telata	150
Jindřichovice	Prasata	450
Kámen	Ovce	350
Klest	Kozy	150
Kraslice	Ostatní materiál	350
Planá	Prasata	400
Stará Voda	Skot	600
<b>Celkem</b>		3600

Zdroj: Asavet a.s.

### Výsledky výpočtu trasy pomocí programu TSPKOSA:

Metoda větví a mezí (Počet větví: 9388)

Počet minimálních cyklů (z testovaných zvolenou metodou): 1

Z<sub>min</sub> = 193

- (Kámen) - (Kraslice) - (Jindřichovice) - (Dolina) - (Koloveč) - (Biřkov) - (Planá) - (Stará Voda) - (Cheb) - (Klest) - (Fr. Lázně) - (Kámen)

Výsledkem výpočtu je 1 dopravní okruh o délce 193 km. V tomto případě je výsledkem jediný dopravní okruh, který je zároveň i optimálním řešením. Zde již nelze navrhnout lepší řešení. Lze jen určit pořadí odběrných míst.

Z něho je doporučen následující okruh v daném pořadí: Koloveč → Dolina → Jindřichovice → Kraslice → Kámen → Klest → Cheb → Stará Voda → Planá → Biřkov → Koloveč

Výchozím místem dopravní trasy je Koloveč, odkud řidič každý den trasu začíná a posledním místem zůstává Biřkov, který je místem vykládky veškerého konfiskátu, z tohoto důvodu není možné dopravní trasu projet opačným směrem.

Celková délka současné trasy dle společnosti Asavet: .....408 km  
 Celková délka trasy vypočtená programem TSPKOSA: ..... 324 km  
 Celková úspora délky trasy: ..... 84 km

### **10. Výpočet trasy dopravního okruhu 7 A**

Tabulka č. 27 Požadavky na kapacitu nákladního vozidla RZ 8A9 9893

<b>Trasa č. 7A</b>	<b>Druh konfiskátu</b>	<b>Množství (kg)</b>
Dublovice	Prasata	600
Kamenice	Skot	400
N. Ves	Ovce	300
Nechvalice	Telata	350
P. Lhota	Prasata	450
Rosovice	Skot	600
Sedlčany	Skot	400
V. Chlumec	Prasata	650
<b>Celkem</b>		<b>3750</b>

Zdroj: Asavet a.s.

#### Výsledky výpočtu trasy pomocí programu TSPKOSA:

Metoda větví a mezí (Počet větví: 630)

Počet minimálních cyklů (z testovaných zvolenou metodou): 2

Z\_min = 262

- (Sedlčany) - (Nechvalice) - (Kamenice) - (Biřkov) - (Rosovice) - (Dublovice) - (N. Ves) - (V. Chlumec) - (P. Lhota) - (Sedlčany)

Výsledkem výpočtu jsou 2 dopravní okruhy o délce 193 km.

Z nich je doporučen následující okruh v daném pořadí: Biřkov → Rosovice → Dublovice → Nová Ves → Velký Chlumec → Prosenická Lhota → Sedlčany → Nechvalice → Kamenice → Biřkov

V tomto dopravním okruhu je výchozím i cílovým místem trasy Biřkov, tudíž je možno danou trasu projet i opačným směrem. Dopravní trasy tohoto vozidla na rozdíl od ostatních tras začínají i končí v sídle firmy, tudíž nezáleží na směru jízdy, trasu lze projet oběma směry.

Celková délka současné trasy dle společnosti Asavet: ..... 274 km

Celková délka trasy vypočtená programem TSPKOSA: ..... 262 km

Celková úspora délky trasy: ..... 12 km

### 11. Výpočet trasy dopravního okruhu 7 B:

Tabulka č. 28 Požadavky na kapacitu nákladního vozidla RZ 8A9 9893

Trasa č. 7B	Druh konfiskátu	Množství (kg)
Čelina	Prasata	800
Doublovičky	Prasata	250
Hluboš	Skot	350
Janov	Ovce	150
Mokrovraty	Telata	350
Příbram	Ostatní materiál	250
Občov	Prasata	400
Velká	Prasata	250
Zalužany	Skot	900
<b>Celkem</b>		3700

Zdroj: Asavet a.s.

#### Výpočet trasy pomocí programu TSPKOSA:

Metoda větví a mezí (Počet větví: 7120)

Počet minimálních cyklů (z testovaných zvolenou metodou): 1

Z<sub>min</sub> = 313

- (Občov) - (Velká) - (Doublovičky) - (Janov) - (Čelina) - (Mokrovraty) -  
(Zalužany) - (Biřkov) - (Hluboš) - (Příbram) - (Občov)

Výsledkem výpočtu je 1 dopravní okruh o délce 193 km.

Z něho je doporučen následující okruh v daném pořadí: Biřkov → Hluboš → Příbram  
→ Občov → Velká → Doublovičky → Janov → Čelina → Mokrovraty → Zalužany →  
Biřkov

V tomto dopravním okruhu je výchozím i cílovým místem trasy Biřkov, tudíž je  
možno danou trasu projet i opačným směrem.

Celková délka současné trasy dle společnosti Asavet: ..... 341 km

Celková délka trasy vypočtená programem TSPKOSA: ..... 313 km

Celková úspora délky trasy: ..... 28 km

## 12. Výpočet trasy dopravního okruhu č. 8A

Tabulka č. 29 Požadavky na kapacitu nákladního vozidla RZ 1AM 0677

Trasa č. 8A	Druh konfiskátu	Množství (kg)
Čermná	Skot	800
Hejná	Prasata	550
Loužná	Prasata	400
Nicov	Prasata	300
Petrovice	Ovce	150
Plánice	Ostatní materiál	250
Sušice	Ostatní materiál	350
Újezd	Telata	500
<b>Celkem</b>		3300

Zdroj: Asavet a.s.

### Výpočet trasy pomocí programu TSPKOSA:

Metoda větví a mezí (Počet větví: 182)

Počet minimálních cyklů (z testovaných zvolenou metodou): 1

$Z_{\min} = 136$

- (Sušice) - (Hejná) - (Loužná) - (Nicov) - (Plánice) - (Mezihoří) - (Biřkov) - (Újezd) - (Petrovice) - (Čermná) - (Sušice)

Výsledkem výpočtu je 1 dopravní okruh o délce 142 km. V tomto případě je výsledkem jediný dopravní okruh, který je zároveň i optimálním řešením. Zde již nelze navrhnout lepší řešení. Lze jen určit pořadí odběrných míst.

Z něho je doporučen následující okruh v daném pořadí: Mezihoří → Čermná → Petrovice → Sušice → Hejná → Loužná → Nicov → Plánice → Újezd → Biřkov → Mezihoří

Výchozím místem dopravní trasy je Mezihoří, odkud řidič každý den trasu začíná a posledním místem zůstává Biřkov, který je místem vykládky veškerého konfiskátu, z tohoto důvodu není možné dopravní trasu projet opačným směrem.

Celková délka současné trasy dle společnosti Asavet: ..... 137 km

Celková délka trasy vypočtená programem TSPKOSA: ..... 136 km

Celková úspora délky trasy: ..... 1 km

### 13. Výpočet trasy dopravního okruhu č. 8B

Tabulka č. 30 Požadavky na kapacitu nákladního vozidla RZ 1AM 0677

Trasa č. 8B	Druh konfiskátu	Množství (kg)
Hejná	Telata	500
Kvášňovice	Skot	600
Mlázovy	Prasata	450
Petrovice	Prasata	300
Petrovice u Sušice	Skot	600
Plánice	Telata	400
Prášily	Skot	800
<b>Celkem</b>		3650

Zdroj: Asavet a.s.

#### Výpočet trasy pomocí programu TSPKOSA:

Metoda větví a mezí (Počet větví: 154)

Počet minimálních cyklů (z testovaných zvolenou metodou): 1

$Z_{\min} = 184$

- (Petrovice) - (Biřkov) - (Mezihoří) - (Mlázovy) - (Prášily) - (Petrovice u Sušice) - (Hejná) - (Kvášňovice) - (Plánice) - (Petrovice)

Výsledkem výpočtu je 1 dopravní okruh o délce 184 km. V tomto případě je výsledkem jediný dopravní okruh, který je zároveň i optimálním řešením. Zde již nelze navrhnout lepší řešení, lze jen určit pořadí odběrných míst.

Z něho je doporučen následující okruh v daném pořadí: Mezihoří → Mlázovy → Prášily → Petrovice → Hejná → Kvášňovice → Biřkov → Mezihoří

Výchozím místem dopravní trasy je Mezihoří, odkud řidič každý den trasu začíná a posledním místem zůstává Biřkov, který je místem vykládky veškerého konfiskátu, z tohoto důvodu není možné dopravní trasu projet opačným směrem.

Celková délka současné trasy dle společnosti Asavet: ..... 186 km

Celková délka trasy vypočtená programem TSPKOSA: ..... 184 km

Celková úspora délky trasy: ..... 2 km

#### 14. Výpočet trasy dopravního okruhu č. 9

Tabulka č. 31 Požadavky na kapacitu nákladního vozidla RZ 8A2 2946

Trasa č. 9	Druh konfiskátu	Množství (kg)
Hlohovice	Prasata	600
Lhota	Skot	450
Litohlavy	Prasata	300
Rokycany	Ostatní materiál	300
Stupno	Prasata	600
Vojenice	Skot	600
Zbiroh	Telata	450
<b>Celkem</b>		3300

Zdroj: Asavet a.s.

#### Výpočet trasy pomocí programu TSPKOSA:

Metoda větví a mezí (Počet větví: 220)

Počet minimálních cyklů (z testovaných zvolenou metodou): 2

Z\_min = 164

- (Biřkov) - (Sp. Poříčí) - (Rokycany) - (Litohlavy) - (Lhota) - (Zbiroh) - (Vojenice)
- (Hlohovice) - (Stupno) - (Biřkov)

Výsledkem výpočtu jsou 2 dopravní okruhy o délce 164 km.

Z nich je doporučen následující okruh v daném pořadí: Spálené Poříčí → Rokycany → Litohlavy → Lhota → Lhota → Zbiroh → Vojenice → Hlohovice → Stupno → Biřkov → Spálené Poříčí

Výchozím místem dopravní trasy je Spálené Poříčí, odkud řidič každý den trasu začíná a posledním místem zůstává Biřkov, který je místem vykládky veškerého konfiskátu, z tohoto důvodu není možné dopravní trasu projet opačným směrem.

Celková délka současné trasy dle společnosti Asavet: ..... 167 km

Celková délka trasy vypočtená programem TSPKOSA: ..... 164 km

Celková úspora délky trasy: ..... 3 km

## 15. Výpočet trasy dopravního okruhu č. 10

Tabulka č. 32 Požadavky na kapacitu nákladního vozidla RZ 1AF 2680

Trasa č. 10	Druh konfiskátu	Množství (kg)
Číhaná	Skot	800
Dřevec	Prasata	450
Hradecko	Ovce	250
Hvozd	Skot	450
Kožlany	Skot	350
Kralovice	Prasata	300
Nebřeziny	Skot	400
Žihle	Skot	250
<b>Celkem</b>		3250

Zdroj: Asavet a.s.

### Výpočet pomoc programu TSPKOSA:

Metoda větví a mezí (Počet větví: 3040)

Počet minimálních cyklů (z testovaných zvolenou metodou): 2

$Z_{\min} = 228$

- (Kralovice) - (Nebřeziny) - (Biřkov) - (Sp. Poříčí) - (Číhaná) - (Hvozd) - (Žihle) - (Hradecko) - (Kožlany) - (Dřevec) - (Kralovice)

Výsledkem výpočtu jsou 2 dopravní okruhy o délce 164 km.

Z nich je doporučen následující okruh v daném pořadí:

Spálené Poříčí → Číhaná → Hvozd → Žihle → Hradecko → Kožlany → Dřevec → Kralovice → Nebřeziny → Biřkov → Spálené Poříčí

Výchozím místem dopravní trasy je Spálené Poříčí, odkud řidič každý den trasu začíná a posledním místem zůstává Biřkov, který je místem vykládky veškerého konfiskátu, z tohoto důvodu není možné dopravní trasu projet opačným směrem.

Celková délka současné trasy dle společnosti Asavet: ..... 241 km

Celková délka trasy vypočtená programem TSPKOSA: ..... 228 km

Celková úspora délky trasy: ..... 13 km



## 5 Výsledky a diskuze

### 5.1 Sumarizace úspor času

V tomto odstavci jsou v tabulce č. 16 shrnuty výsledky úspor doby jízdy na trasách jednotlivých okruhů svozů. Po zhodnocení lze říci, že úspory najetých kilometrů na jednotlivých trasách se pohybují od 0 do 1:29 hodin.

V celkovém součtu tj. za 14 svozových dní (sudý a lichý týden – nutno kalkulovat ve 14 denním intervalu) se uspoří doba jízd o 8:06 hodin. Dále je nutno mít na mysli, že většina tras vede po silnicích nejnižších tříd<sup>28</sup> a spotřeba pohonných hmot vozidel je relativně velká oproti běžnému provozu i jejich opotřebení je nelze v žádném případě zanedbat. Nepopíratelnou výhodou je nižší zatížení řidičů na poměrně náročných trasách a minimalizace jejich možných chyb vlivem únavy.

Tabulka č. 16 Úspory – doba jízdy

Trasa	Původní čas (hod)	Průměrná rychlost (km/h)	Optimalizovaný čas (hod)	Úspora (hod)
1	9:15	22,6	9:15	0
2	10:00	17	9:45	0:15
3A	10:00	28	9:53	0:07
3B	9:30	33	8:41	0:49
4	10:30	14	9:51	0:39
5A	8:45	27,5	8:06	0:39
5B	8:30	27,5	7:01	1:29
6A	11:30	29,6	10:54	0:36
6B	11:30	35,5	9:08	1:22
7A	8:30	32,2	8:08	0:28
7B	10:45	31,7	9:52	0:53
8A	9:00	15,2	8:57	0:03
8B	10:30	17,7	10:24	0:06
9	10:00	16,7	9:48	0:11
10	9:15	26	8:46	0:29
<b>Celkem</b>				<b>8:06</b>

<sup>28</sup> Dokonce občas i v téměř terénních podmínkách.

## 5.2 Sumarizace úspor délky trasy

V tomto odstavci jsou v tabulce č. 17 shrnuty výsledky úspor v délkách tras jednotlivých okruhů svozů. Po zhodnocení lze říci, že úspory najetých kilometrů na jednotlivých trasách se pohybují od 0 do 41 km.

V celkovém součtu tj. za 14 svozových dní (sudý a lichý týden – nutno kalkulovat ve 14 denním intervalu) se uspoří najetí 284 km, což vzhledem režii vozidel je velmi podstatné. Stále je nutno mít na mysli, že většina tras vede po silnicích nejnižších tříd a spotřeba pohonných hmot vozidel je relativně velká oproti běžnému provozu i jejich opotřebení je nelze v žádném případě zanedbat.

Tabulka č. 17 Úspory – délka trasy

Trasa	Původní délka (km)	Optimalizovaná délka (km)	Úspora (km)
1	209	209	0
2	170	166	4
3A	280	277	3
3B	313	287	26
4	158	138	20
5A	252	233	19
5B	234	193	41
6A	341	323	18
6B	408	324	84
7A	274	262	12
7B	341	313	28
8A	137	136	1
8B	186	184	2
9	167	164	3
10	241	228	13
<b>Celkem</b>	<b>3 711</b>	<b>3 427</b>	<b>284</b>

### 5.3 Sumarizace úspor finančních nákladů

V tomto odstavci jsou v tabulce č. 18 shrnuty výsledky finančních úspor v nákladech na jednotlivé trasy okruhů svozů. Po zhodnocení lze říci, že úspory najetých kilometrů na jednotlivých trasách se pohybují od 0 do 525 Kč.

V celkovém součtu tj. za 14 svozových dní (sudý a lichý týden – nutno kalkulovat ve 14 denním intervalu) se uspoří částka 1 740 Kč, což vzhledem režii vozidel je velmi zajímavá částka. Stále je nutno mít na mysli, že většina tras vede po silnicích spíše nižších tříd a spotřeba pohonných hmot vozidel je relativně velká oproti běžnému provozu i jejich opotřebení je nelze v žádném případě zanedbat, ale je poměrně obtížné je v okamžiku optimalizace vyhodnotit. Skutečné vyhodnocení by bylo možné nejdříve po šesti měsících provozu.

Tabulka č. 18 Úspory – úspora finančních nákladů

Trasa	Úspora (km)	Náklady na 1 km	Úspora nákladů (Kč)
1	0	6,3	0
2	4	6,3	25
3A	3	4,6	14
3B	26	4,6	120
4	20	6,3	126
5A	29	6,3	183
5B	41	6,3	258
6A	18	6,3	113
6B	84	6,3	529
7A	12	6,3	76
7B	28	6,3	176
8A	1	6,3	6
8B	2	6,3	13
9	3	6,3	19
10	13	6,3	82
Celkem			1 740

## 6 Závěr

Po studijní etapě práce a seznámení se s metodikami optimalizace daného logistického problému byl analyzován logistický problém vedení svozových tras společnosti Asavet Biřkov i vypracována metodika jejich stanovování. Bylo zjištěno, že zatím se při stanovování tras vycházelo v podstatě z práce s mapou a zvyklostí jednotlivých řidičů. Již tento způsob sám o sobě nezakládá předpoklad, že všechny trasy budou vedeny optimálně. Zvláštností je v případě tohoto podniku současný výskyt týdenního i 14 denního intervalu obsluhy jednotlivých zákazníků, který poněkud komplikuje výpočet optimálních tras. Tento model obsluhy je dán druhem svážených komodit. Autorovi byla poskytnuta data o nájezdu kilometrů, svozových časech i finančních nákladech. Tato data lze považovat za výchozí stav, při současném zanedbání mimořádných výjezdů, které jsou vždy placeny zákazníkem.

Po zhodnocení všech optimalizačních metodik se ukázalo, že program TSPKOSA pro výpočet optimalizované trasy, který využívá účelného spojení čtyř metod – metodu aproximační, tj. Vogelovu aproximační metodu pro okružní dopravní problém, metodu nejbližšího souseda (sekvenčně) a metodu výhodností čísel (paralelně). Pro optimalizaci byla použita poslední metoda tohoto programu – metoda větví a mezí pro okružní dopravní problém. Pro správný výpočet bylo v případě tohoto programu nutno znát vzdálenosti mezi odběrnými místy na daných trasách, požadavky odběrných míst a názvy odběrných míst. Tyto podmínky byly splněny při použití dat poskytnutých firmou. Bylo zapotřebí vytvořit matici vzdáleností mezi jednotlivými uzly, tyto údaje pak dosadit do výpočetního programu TSPKOSA, který je dílem pracovníků zadávající katedry. Výsledkem jsou optimalizované dopravní okruhy s požadavkem na nejkratší délku okruhu.

V celkovém součtu tj. za 14 svozových dní (sudý a lichý týden – nutno kalkulovat ve 14 denním intervalu, což je dáno odlišností tras A i B) se uspoří doba jízd o 8:06 hodin. Dále se sníží nájezd kilometrů o 284 km, což vzhledem k režii vozidel velmi podstatné. Na finančních nákladech se uspoří se 1 740 Kč/14 dní. Pak měsíční úspora činí 16:12 hodin, 568 km a 3480 Kč a tedy za celkem reálných 10 měsíců nepřetržitého provozu společnosti činí ročně 162 hodin, 5 680 km a 34 800 Kč. Zde je na místě říci, že finanční úspora je kalkulována na ceny pohonných hmot k datu odevzdání práce. Je více než pravděpodobné, že částka plateb za pohonné hmoty

poroste s nárůstem cen pohonných hmot na trhu. Lepším řešením by jistě bylo vztahovat ji v procentech z celkových nákladů na dopravu. Toto řešení není v dané době možné z důvodů absence relevantní účetní závěrky společnosti za rok 2015.

Kromě finančních úspor je dále nutno mít na mysli, že většina tras vede po silnicích nejnižších tříd<sup>29</sup> a spotřeba pohonných hmot vozidel je relativně velká oproti běžnému provozu a i opotřebenění vozidel nelze v žádném případě zanedbat a zejména nižší nájezd kilometrů je ze servisních nákladů nezanedbatelný. Další nepopiratelnou výhodou je nižší fyzické i duševní zatížení řidičů na poměrně náročných trasách a naděje na minimalizaci jejich možných chyb vlivem únavy.

Po provedené optimalizaci s pomocí uvedeného programu je možno říci, že intuitivní stanovování logistických tras, ani v tomto relativně jednoduchém případě rozhodně není vhodnou metodou a i nejlépe míněná doporučení řidičů jsou téměř vždy příliš subjektivní a zavádějící. Použití kvalitně vypracovaného programu jakým je program TSPKOSA nesporně je prokázalo na základě výsledků této diplomové práce, že ve své podstatě je jednou z kvalitních exaktních cest pro skutečnou optimalizaci daného problému.

Výsledky práce autora při použití výše uvedeného SW opravňují konstatování, že se skutečně vyplatí věnovat jistou dávku úsilí optimalizačním procesům a nepoléhat se na pouhý „zdravý“ úsudek.

---

<sup>29</sup> Dokonce občas i v téměř terénních podmínkách.

## 7 Seznam použitých zdrojů

1. BROŽOVÁ, H., HOUŠKA, M., ŠUBRT, T. *Modely pro vícekriteriální rozhodování*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, Katedra systémového inženýrství, 178 s. Praha 2003. ISBN 978-80-213-1019-3
2. ORAVA, F. 2010. *Vývoj a navrhování logistických systémů*. Olomouc: Moravská vysoká škola Olomouc, o.p.s. ISBN: 978-80-87240-39-7
3. PERNICA, P. a kol. 2001. *Doprava a zasilatelství*. Praha: ASPI Publishing s.r.o., 2001, ISBN: 80-8639513-8
4. ŠMÍDA, F. *Zavádění a rozvoj procesního řízení ve firmě*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 288 s. ISBN 978-80-247-2252-8
5. STEHLÍK, A., KAPOUN, J. *Logistika pro manažery*. Vydavatel: EKOPRESS, Praha, 1. vydání. Praha, 2008. ISBN: 978-80-86929-37-8.
6. PERNICA, P. *Logistika pro 21. století*. Vydavatel: RADIX, Praha, 1. Vydání. Praha 2004. ISBN: 80-86031-59-4.
7. PELIKÁN, J. *Diskrétní modely v operačním výzkumu*. Professional Publishing, Praha 2001, 163 stran, ISBN 8086419177
8. PELIKÁN, J. *Praktikum z operačního výzkumu*. Praha, VŠE – Fakulta informatiky a statistiky, 1993, ISBN 80-213-0721-8.
9. ZÍSKAL, J., HAVLÍČEK, J. *Ekonomicko-matematické metody II. – studijní texty pro distanční studium*. 2. vyd. Praha: ČZU v Praze, Provozně ekonomická fakulta, 2009, ISBN 978-80-213-0664-6.
10. JABLONSKÝ, J. *Operační výzkum: Kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování*. Praha, Professional Publishing, 2. Vydání. Praha 2002. ISBN 80-86419-42-8.2002.
11. KREJČÍ, KUČERA, VYDROVÁ. *Výpočetní program TSPKOSA*. ČZU, Praha, 2010.
12. HANUŠ J., PÍŠEK, M. *Rozhodovací analýza: Vybrané modely a metody řešení na PC*. Praha, Ediční středisko ČVUT, 1. vydání, 1996, 78 stran. ISBN 80-01-01534-3.

13. BROŽOVÁ H., HOUŠKA M., 2008. *Základní metody operační analýzy*. 1. vydání, 2. Dotisk, Reprografické studio PEF ČZU, Praha, ISBN 978-80-213-0951-7.
14. DEMEL, J. *Grafy a jejich aplikace*. Praha, Academica – nakladatelství, 2002, 258 stran. ISBN 80-200-0990-6.
15. DANĚK, J. TEICHMANN, D. *Optimalizace dopravních procesů*. Ostrava, Ediční středisko VŠB-TU Ostrava, 1. vydání, 2005, 191 stran, ISBN 80-248-0996-6.
16. KUČERA, P., *Metodologie okružního dopravního problému*. Disertační práce. Česká zemědělská univerzita, 2009.
17. SYSEL, R. *Výběr tahače pro dopravní firmu*. Bakalářská práce. ČZU, 2013.
18. MACHAČKA, I. *AETR, pravidla práce posádek v mezinárodní silniční dopravě, povinnosti dopravce, tachografy a jejich použití*. [on line] Dostupné z [cit. 2016-02-23]
19. [https://www.researchgate.net/publication/40396086\\_AETR\\_pravidla\\_prace\\_osadek\\_v\\_mezinarodni\\_silnicni\\_doprave\\_povinnosti\\_dpravce\\_a\\_ridice\\_tachografy\\_a\\_jejich\\_pouziti](https://www.researchgate.net/publication/40396086_AETR_pravidla_prace_osadek_v_mezinarodni_silnicni_doprave_povinnosti_dpravce_a_ridice_tachografy_a_jejich_pouziti)
20. PATOČKA, T. *Optimalizace dopravních tras mezi firmou a jejími dodavateli a zákazníky*. Česká zemědělská univerzita Praha, 2007, 41 s. Bakalářská práce.
21. DOLEJŠOVÁ, K. *Analýza dopravních tras pro obchodní zástupce*. Bakalářská práce, ČZU Praha 2011.
22. MAREŠ, J., *Plánování tras kamionové dopravy ve společnosti MD Elektronik*. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha 2014.
23. JANOUC, L. *Plánování tras kamionové dopravy*. Bakalářská práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha 2013.
24. KAŇOVÁ, J. *Dopravní optimalizace (tras a náklady) a možnosti jejího řešení v podnikové praxi*. Bakalářská práce., Masarykova univerzita. Brno 2009.
25. POZDĚNA, J. *Optimalizace tras pro firmy zabývající se zásilkovou službou*. Diplomová práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha, 2004, 62 s.

26. HONSOVÁ, M. *Řešení problému dopravní logistiky v podmínkách firmy LC Union s.r.o.* Diplomová práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha, 2006, 57 s.
27. KUČEROVÁ, L. *Uplatnění metod operační analýzy při optimalizaci dopravy.* Diplomová práce, Jihočeská univerzita, České Budějovice. České Budějovice 2008.
28. Zákon č. 166/1999 Sb., *o veterinární péči*. Dostupné z [cit. 2016-03-11] [28]  
<https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=47908&nr=166~2F1999&rpp=15#local-content>



## 8 Přílohy

### Tabulky vzdáleností pro jednotlivé trasy svozů před SW optimalizací

Tabulka č. 33 Vzdálenosti trasy 1 v km

	Bířkov	Dřevec	Kočín	Lité	Manětín	Mladotice	Nebřeziny	Obora	Sp. Poříčí	Újezd
Bířkov	0	71	63	60	70	67	54	50	36	73
Dřevec	71	0	12	27	28	14	17	22	65	30
Kočín	63	12	0	20	27	14	8	12	57	31
Lité	60	27	20	0	12	17	15	16	53	15
Manětín	70	28	27	12	0	13	20	26	64	4
Mladotice	67	14	14	17	13	0	13	17	61	16
Nebřeziny	54	17	8	15	20	13	0	4	48	24
Obora	50	22	12	16	26	17	4	0	44	29
Sp. Poříčí	36	65	57	53	64	61	48	44	0	67
Újezd	73	30	31	15	4	16	24	29	67	0

Zdroj: Vlastní

Tabulka č. 2 Vzdálenosti trasy 2 v km

	Bířkov	Hlohovice	Mirošov	Nevíd	Rokycany	Spálené Poříčí	Těně	Týček	Zbiroh
Bířkov	0	64	44	43	50	36	58	74	72
Hlohovice	64	0	28	28	21	37	26	16	14
Mirošov	44	28	0	6	9	11	14	28	26
Nevíd	43	28	6	0	8	10	20	31	29
Rokycany	50	21	9	8	0	18	19	25	23
Spálené Poříčí	36	37	11	10	18	0	25	39	37
Těně	58	26	14	20	19	25	0	17	15
Týček	74	16	28	31	25	39	17	0	2
Zbiroh	72	14	26	29	23	37	15	2	0

Zdroj: Vlastní

Tabulka č. 3 Vzdálenosti trasy 3A v km

	Biřkov	Housina	Chyňava	M. Víska	Rpety	Skuhrov	Třtí	Vlence
Biřkov	0	89	97	66	75	101	96	93
Housina	89	0	24	21	12	10	39	11
Chyňava	97	24	0	41	31	27	61	23
M. Víska	66	21	41	0	10	28	49	31
Rpety	75	12	31	10	0	19	42	22
Skuhrov	101	10	27	28	19	0	41	5
Třtí	96	39	61	49	42	41	0	45
Vlence	93	11	23	31	22	5	45	0

Zdroj: Vlastní

Tabulka č. 4 Vzdálenosti trasy 3B v km

	Biřkov	Hořovice	Housina	Levín	Praskolesy	Rpety	Skuhrov	Trnová	Třtí
Biřkov	0	78	91	87	81	82	101	118	96
Hořovice	78	0	13	16	6	4	20	40	44
Housina	91	13	0	15	11	12	10	30	39
Levín	87	16	15	0	10	15	19	34	50
Praskolesy	81	6	11	10	0	6	18	38	47
Rpety	82	4	12	15	6	0	19	39	42
Skuhrov	101	20	10	19	18	19	0	21	40
Trnová	118	40	30	34	38	39	21	0	47
Třtí	96	44	39	50	47	42	40	47	0

Zdroj: Vlastní

Tabulka č. 5 Vzdálenosti trasy 4 v km

	Biřkov	Domažlice	Drahotín	Draženov	Folmava	H. Týn	Kanice	Koloveč	Milavče	Mrákov	Mutěnin	Otov	Poběžovice	Postřekov	Tasnovice
Biřkov	0	29	43	38	50	28	16	13	24	28	46	37	39	43	38
Domažlice	29	0	19	5	14	11	13	16	6	6	22	11	15	11	20
Drahotín	43	19	0	14	27	17	31	35	24	25	4	9	4	12	13
Draženov	38	5	14	0	14	11	18	21	11	11	18	6	10	6	15
Folmava	50	14	27	14	0	24	26	29	19	15	30	19	23	19	28
H. Týn	28	11	17	11	24	0	13	20	11	17	18	10	12	16	11

Kanice	16	13	31	18	26	13	0	3	8	14	35	24	27	23	24
Kolove	13	16	35	21	29	20	3	0	11	17	38	29	31	26	30
Milavče	24	6	24	11	19	11	8	11	0	10	28	17	20	16	21
Mrákov	28	6	25	11	15	17	14	17	10	0	29	18	21	17	26
Mutěňín	46	22	4	18	30	18	35	38	28	29	0	12	8	16	9
Otov	37	11	9	6	19	10	24	29	17	18	12	0	5	6	13
Poběžovice	39	15	4	10	23	12	27	31	20	21	8	5	0	8	11
Postřekov	43	11	12	6	19	16	23	26	16	17	16	6	8	0	18
Tasnovice	38	20	13	15	28	11	24	30	21	26	9	13	11	18	0

Zdroj: Vlastní

Tabulka č. 6 Vzdálenosti trasy 5A v km

	Bířkov	Hajany	Chrástřovice	Kladruby	Krašlovice	Krty	Novosedly	Předmíř	Strakonice	Volenice	Zbyslav
Bířkov	0	55	68	63	91	66	67	51	70	66	30
Hajany	55	0	21	32	54	24	36	8	38	35	38
Chrástřovice	68	21	0	18	32	9	15	30	11	19	44
Kladruby	63	32	18	0	34	10	4	34	13	3	38
Krašlovice	91	54	32	34	0	29	30	63	22	34	66
Krty	66	24	9	10	29	0	6	38	8	10	42
Novosedly	67	36	15	4	30	6	0	39	9	4	43
Předmíř	51	8	30	34	63	38	39	0	47	37	34
Strakonice	70	38	11	13	22	8	9	47	0	13	45
Volenice	66	35	19	3	34	10	4	37	13	0	41
Zbyslav	30	38	44	38	66	42	43	34	45	41	0

Zdroj: Vlastní

Tabulka č. 7 Vzdálenosti trasy 5B v km

	Bířkov	Blatná	Čejetice	Písek	S. Lhota	Strakonice	Zbyslav
Bířkov	0	60	80	87	61	70	30
Blatná	60	0	30	28	18	33	43
Čejetice	80	30	0	16	22	10	55
Písek	87	28	16	0	39	28	71
S. Lhota	61	18	22	39	0	13	36
Strakonice	70	33	10	28	13	0	45
Zbyslav	30	43	55	71	36	45	0

Zdroj: Vlastní

Tabulka č. 8 Vzdálenosti trasy 6A v km

	<i>Aš</i>	<i>Bířkov</i>	<i>Dolina</i>	<i>Cheb</i>	<i>Koloveč</i>	<i>Planá</i>	<i>Plesná</i>	<i>Stará Voda</i>	<i>Tři Sekery</i>
Aš	0	129	39	24	134	65	25	44	51
Bířkov	129	0	122	108	13	67	126	85	81
Dolina	39	122	0	26	126	57	23	37	43
Cheb	24	108	26	0	112	43	20	23	29
Koloveč	134	13	126	112	0	71	131	89	85
Planá	65	67	57	43	71	0	61	20	16
Plesná	25	126	23	20	131	61	0	41	47
Stará Voda	44	85	37	23	89	20	41	0	6
Tři Sekery	51	81	43	29	85	16	47	6	0

Zdroj: Vlastní

Tabulka č. 9 Vzdálenosti trasy 6B v km

	<i>Bířkov</i>	<i>Dolina</i>	<i>Fr. Lázně</i>	<i>Cheb</i>	<i>Jindřichovice</i>	<i>Kámen</i>	<i>Klest</i>	<i>Koloveč</i>	<i>Kraslice</i>	<i>Planá</i>	<i>St. Voda</i>
Bířkov	0	122	114	108	143	133	113	13	146	67	85
Dolina	122	0	22	23	16	21	28	118	16	57	37
Fr. Lázně	114	22	0	7	38	29	9	113	53	48	28
Cheb	108	23	7	0	46	34	8	107	51	43	23
Jindřichovice	143	16	38	46	0	20	44	135	11	78	58
Kámen	133	21	29	34	20	0	36	129	10	74	48
Klest	113	28	9	8	44	36	0	114	39	48	28
Koloveč	13	118	113	107	135	129	114	0	137	72	89
Kraslice	146	16	53	51	11	10	39	137	0	81	61
Planá	67	57	48	43	78	74	48	72	81	0	20
St. Voda	85	37	28	23	58	48	28	89	61	20	0

Zdroj: Vlastní

Tabulka č. 10 Vzdálenosti trasy 7A v km

	<i>Bířkov</i>	<i>Dublovce</i>	<i>Kamenice</i>	<i>N. Ves</i>	<i>Nechvalice</i>	<i>P. Lhota</i>	<i>Rosovice</i>	<i>Sedlčany</i>	<i>V. Chlumeč</i>
Bířkov	0	100	103	105	115	112	85	105	108
Dublovce	100	0	12	5	16	12	25	6	9

Kamenice	103	12	0	14	8	13	37	7	12
N. Ves	105	5	14	0	18	9	27	7	5
Nechvalice	115	16	8	18	0	17	41	11	16
P. Lhota	112	12	13	9	17	0	37	7	13
Rosovice	85	25	37	27	41	37	0	31	33
Sedlčany	105	6	7	7	11	7	31	0	8
V. Chlumeč	108	9	12	5	16	13	33	8	0

Zdroj: Vlastní

Tabulka č. 11 Vzdálenosti trasy 7B v km

	Bířkov	Čelina	Doublovičky	Hluboš	Janov	Mokrovraty	Příbram	Občov	Velká	Zalužany
Bířkov	0	115	123	95	118	110	98	89	104	91
Čelina	115	0	23	34	18	12	28	25	16	42
Doublovičky	123	23	0	45	6	33	40	37	24	54
Hluboš	95	34	45	0	40	30	8	11	26	27
Janov	118	18	6	40	0	28	35	32	20	48
Mokrovraty	110	12	33	30	28	0	24	21	33	37
Příbram	98	28	40	8	35	24	0	5	21	19
Občov	89	25	37	11	32	21	5	0	17	23
Velká	104	16	24	26	20	33	21	17	0	34
Zalužany	91	42	54	27	48	37	19	23	34	0

Zdroj: Vlastní

Tabulka č. 12 Vzdálenosti trasy 8A v km

	Bířkov	Čermná	Hejná	Loužná	Mezihoří	Nicov	Petrovice	Plánice	Sušice	Újezd
Bířkov	0	41	59	48	6	40	22	33	49	27
Čermná	41	0	27	22	35	17	26	16	9	20
Hejná	59	27	0	21	53	26	41	30	22	34
Loužná	48	22	21	0	43	8	18	10	31	13
Mezihoří	6	35	53	43	0	34	17	28	44	23
Nicov	40	17	26	8	34	0	13	3	26	6
Petrovice	22	26	41	18	17	13	0	11	35	6
Plánice	33	16	30	10	28	3	11	0	25	4
Sušice	49	9	22	31	44	26	35	25	0	28
Újezd	27	20	34	13	23	6	6	4	28	0

Zdroj: Vlastní

Tabulka č. 13 Vzdálenosti trasy 8B v km

	Bířkov	Hejná	Kvášňovice	Mezihoří	Mlázovy	Petrovice	Petrovice u Sušice	Plánice	Prášily
Bířkov	0	59	47	6	33	22	45	33	67
Hejná	59	0	20	53	31	40	31	30	45
Kvášňovice	47	20	0	41	29	26	39	17	55
Mezihoří	6	53	41	0	27	17	40	28	62
Mlázovy	33	31	29	27	0	27	17	16	30
Petrovice	22	40	26	17	27	0	39	11	62
Petrovice u Sušice	45	31	39	40	17	39	0	26	20
Plánice	33	30	17	28	16	11	26	0	45
Prášily	67	45	55	62	30	62	20	45	0

Zdroj: Vlastní

Tabulka č. 14 Vzdálenosti trasy č. 9 v km

	Bířkov	Hlohovice	Lhota	Litohlavy	Rokycany	Sp. Poříčí	Stupno	Vojenice	Zbiroh
Bířkov	0	71	61	51	50	36	52	66	65
Hlohovice	71	0	11	19	22	37	12	4	14
Lhota	61	11	0	15	16	30	13	14	7
Litohlavy	51	19	15	0	5	21	9	21	22
Rokycany	50	22	16	5	0	17	12	24	23
Sp. Poříčí	36	37	30	21	17	0	28	39	37
Stupno	52	12	13	9	12	28	0	14	20
Vojenice	66	4	14	21	24	39	14	0	16
Zbiroh	65	14	7	22	23	37	20	16	0

Zdroj: Vlastní

Tabulka č. 15 Vzdálenosti trasy č. 10 v km

	Bířkov	Číhaná	Dřevec	Hradecko	Hvozď	Kožlany	Kralovice	Nebřeziny	Sp. Poříčí	Žihle
Bířkov	0	60	71	72	63	71	68	54	36	75
Číhaná	60	0	45	44	21	44	40	31	54	35
Dřevec	71	45	0	6	26	3	5	17	65	21
Hradecko	72	44	6	0	25	4	4	18	66	15

Hvozd	63	21	26	25	0	26	22	13	56	22
Kožlany	71	44	3	4	26	0	5	17	65	20
Kralovice	68	40	5	4	22	5	0	14	61	16
Nebřeziny	54	31	17	18	13	17	14	0	48	21
Sp. Poříčí	36	54	65	66	56	65	61	48	0	69
Žihle	75	35	21	15	22	20	16	21	69	0