

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra systémového inženýrství



Diplomová práce

**Optimalizace rozvozových a svozových tras
pro firmu Dachser**

Bc. Jakub Ladman

© 2019 ČZU v Praze

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jakub Ladman

Provoz a ekonomika

Název práce

Optimalizace rozvozových a svozových tras pro firmu Dachser

Název anglicky

Optimization of distribution and collection routes for Dachser company

Cíle práce

Cílem diplomové práce je optimalizace vybraných tras, které využívá logistická firma Dachser k rozvozu zboží z a svozu do sběrného skladu, pomocí metod řešících problém obchodního cestujícího a trasovací problémy za účelem minimalizace nákladů na dopravu a snížení časové náročnosti na řidiče firmy.

Metodika

Diplomová práce se dělí na dvě části, teoretickou a praktickou část. V teoretické části je zpracována literární rešerše zabývající se tematikou logistiky a dopravních úloh. Poznatky z teoretické části jsou využity při zpracování praktické části.

V druhé části práce je řešen dopravní problém logistické firmy Dachser. Nejdříve je nutné získat potřebná podkladová data o rozvozových a svozových trasách firmy. Další krok představuje sběr vzdálenostních a časových hodnot mezi firmou a jednotlivými zákazníky na trase. Následně je provedena optimalizace užívaných tras využitím vybraných aproximačních metod.

Dále jsou navrženy nové trasy použitím metod pro kapacitně omezený víceokruhový dopravní problém. Jednotlivé uzly jsou pak seřazeny metodami pro jednookruhový dopravní problém do vhodných okruhů.

Všechny výsledky optimalizovaných a nově navržených tras jsou porovnány a následně interpretovány.

Doporučený rozsah práce

60 – 80 stran

Klíčová slova

logistika, okružní dopravní problém, TSPKOSA, aproximační metody

Doporučené zdroje informací

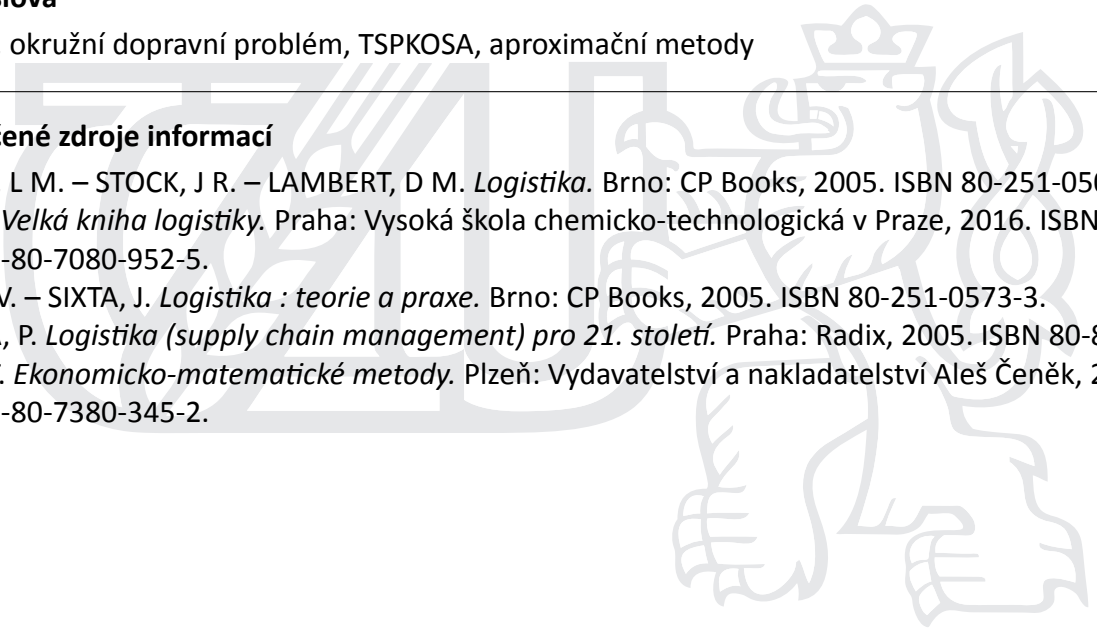
ELLRAM, L M. – STOCK, J R. – LAMBERT, D M. *Logistika*. Brno: CP Books, 2005. ISBN 80-251-0504-0.

GROS, I. *Velká kniha logistiky*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN 978-80-7080-952-5.

MAČÁT, V. – SIXTA, J. *Logistika : teorie a praxe*. Brno: CP Books, 2005. ISBN 80-251-0573-3.

PERNICA, P. *Logistika (supply chain management) pro 21. století*. Praha: Radix, 2005. ISBN 80-86031-59-4.

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



Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – PEF

Vedoucí práce

RNDr. Petr Kučera, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra systémového inženýrství

Elektronicky schváleno dne 12. 3. 2019

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 12. 3. 2019

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 28. 03. 2019

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Optimalizace rozvozových a svozových tras pro firmu Dachser" 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 použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 29. 3. 2019

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval panu RNDr. Petru Kučerovi, PhD., za odborné vedení a cenné rady, které mě navedly správným směrem k vypracování mé diplomové práce. A zároveň bych chtěl poděkovat panu Tomáši Homolkovi ze společnosti Dachser Czech Republic a.s. za poskytnutí vstupních dat potřebných pro vypracování praktické části diplomové práce.

Optimalizace rozvozových a svozových tras pro firmu Dachser

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá optimalizací rozvozových a svozových tras pro firmu Dachser, která se řadí mezi přední logistické poskytovatele. Cílem je za pomoci metod pro okružní dopravní problém určit, jestli jsou trasy společnosti Dachser plánovány s minimálními náklady na dopravu a zároveň, jestli by pro společnost Dachser nebylo výhodné pořídit podpůrný systém plánování tras.

V teoretické části jsou rozebrány základní pojmy týkající se daného tématu, jako je logistika, doprava, skladování, logistické technologie nebo logistické náklady. Dále součástí literární rešerše jsou ekonomicko matematické metody, které slouží jako metodologický podklad pro vypracování praktické části.

V praktické části je nejprve provedena optimalizace pro vybrané tři trasy, které společnost využívá, metodami nejbližšího souseda, ztrát a výhodnostních čísel. Poté jsou navrženy nové trasy Mayerovou metodou, kde jsou určeny kapacitní a časová omezení. Na nové okruhy jsou aplikovány metody pro jednookruhový okružní dopravní problém.

V diskuzi jsou zhodnoceny výsledky použití jednotlivých metod u současných i nových tras.

Klíčová slova: optimalizace, problém obchodního cestujícího, trasovací problém, logistika, Mayerova metoda, aproximační metody, TSPKOSA, operační výzkum

Optimization of distribution and collection routes for Dachser company

Abstract

This diploma thesis deals with the optimization of delivery and collection routes for Dachser company, which is one of the leading logistics providers. The aim is to determine if Dachser routes are planned with minimal shipping costs, using the methods for the Traveling salesman problem, and whether it would be advantageous for Dachser to purchase a route planning support system.

The theoretical part deals with the basic concepts related to the topic, such as logistics, transport, storage, logistics technology or logistics costs. Next part of the literature research are economical-mathematical methods, which serve as a methodological basis for the elaboration of the practical part.

In the practical part, the optimization for selected three routes is performed by the nearest neighbour method, loss method and savings method. After that, new routes are designed by the Mayer method where capacity and time constraints are determined. Then the methods for Traveling salesman problem are applied to new circuits.

In the discussion, the results of the use of individual methods for current and new routes are evaluated.

Keywords: optimization, traveling salesman problem, vehicle routing problem, logistics, Mayer method, approximation methods, TSPKOSA, operational research

Obsah

1. Úvod.....	14
2. Cíl práce a metodika	15
2.1 Cíl práce	15
2.2 Metodika	15
3. Teoretická východiska	16
3.1 Logistika.....	16
3.1.1 Definice logistiky.....	16
3.1.2 Vývoj logistiky	17
3.1.3 Systémový přístup.....	18
3.1.4 Cíle logistiky	20
3.1.5 Logistické náklady	21
3.1.6 Logistický informační systém.....	24
3.2 Logistické technologie	26
3.2.1 Kanban	26
3.2.2 Cross-docking	28
3.2.3 Just in time (JIT)	28
3.2.4 Hub and Spoke (H&S)	29
3.2.5 Quick response (QR)	30
3.3 Skladování.....	30
3.4 Dopravní logistika.....	32
3.4.1 Silniční automobilová doprava	33
3.4.2 Silniční přeprava nebezpečných věcí a dohoda ADR.....	33
3.4.3 AETR	34
3.5 Teorie grafů.....	35
3.6 Lineární programování.....	37
3.7 Dopravní problémy	41
3.7.1 Okružní dopravní úlohy	41
3.7.2 Jednookruhový okružní dopravní problém	42
3.7.2.1 Metoda nejbližšího souseda.....	43
3.7.2.2 Metoda ztrát.....	43
3.7.2.3 Metoda výhodnostních čísel	44
3.7.3 Vkládací algoritmus	44
3.7.4 Re-optimalizace trasy po přidání zákazníka	45
3.7.5 Víceokruhový okružní dopravní problém.....	46
3.7.5.1 Mayerova metoda	46

3.7.5.2	Fernandez de la Vega – Luekerova metoda	47
3.8	Úloha obchodního cestujícího s časovými okny	48
3.8.1	Statická úloha obchodního cestujícího s časovými okny.....	48
3.8.2	Dynamická úloha obchodního cestujícího s časovými okny	49
3.8.3	TSPKOSA.....	49
4.	Praktická část	51
4.1	Představení firmy Dachser	51
4.2	Charakteristika problému	52
4.3	Omezení modelu	53
4.4	Optimalizace tras využívaných společnostmi Dachser	54
4.4.1	První rozvozní den současných tras	55
4.4.2	Druhý rozvozní den současných tras	62
4.4.3	Třetí rozvozní den současných tras.....	72
4.5	Optimalizace tras vytvořených Mayerovou metodou	80
4.5.1	První rozvozní den nových tras	81
4.5.2	Druhý rozvozní den nových tras	87
4.5.3	Třetí rozvozní den nových tras	93
5.	Výsledky a diskuse	100
5.1	Zhodnocení výsledků současných tras	100
5.2	Zhodnocení výsledků navržených tras	102
6.	Závěr.....	106
7.	Seznam použitých zdrojů	108
8.	Přílohy	111

Seznam obrázků

Obrázek 1	Cíle podnikové logistiky	21
Obrázek 2	Nákladové vazby v logistickém systému	24
Obrázek 3	Schéma logistického informačního systému	26
Obrázek 4	Karta Kanban.....	27
Obrázek 5	Základní zásady Dohody AETR	35
Obrázek 6	Neorientovaný a orientovaný graf.....	36
Obrázek 7	Úloha se sedmi mosty města Königsberg	37
Obrázek 8	Prvky ekonomického a matematického modelu lineárního programování	39
Obrázek 9	Evropská síť poboček společnosti Dachser.....	52
Obrázek 10	Podoblast řešeného okružního dopravního problému	53

Seznam tabulek

Tabulka 1 Vstupní data pro 1. trasu 1. dne	55
Tabulka 2 Výsledek využití metod pro ODP 1. trasa 1. dne	56
Tabulka 3 Vstupní data pro 2. trasu 1. dne	57
Tabulka 4 Výsledek využití metod pro ODP 2. trasa 1. dne	57
Tabulka 5 Vstupní data pro 3. trasu 1. dne	58
Tabulka 6 Výsledek využití metod pro ODP 3. trasa 1. dne	59
Tabulka 7 Svozy pro 1. rozvozní den	59
Tabulka 8 Přiřazení svozů do 3. trasy 1. dne vkládacím algoritmem.....	60
Tabulka 9 Konečné řešení 3. trasy 1. dne po přidání svozů	61
Tabulka 10 Konečné řešení 1. trasy 1. dne po přidání svozů	61
Tabulka 11 Vstupní data pro 1. trasu 2. dne	62
Tabulka 12 Výsledek využití metod pro ODP 1. trasa 2. dne	62
Tabulka 13 Vstupní data pro 2. trasu 2. dne	63
Tabulka 14 Výsledek využití metod pro ODP 2. trasa 2. dne	64
Tabulka 15 Vstupní data pro 3. trasu 2. dne	65
Tabulka 16 Výsledek využití metod pro ODP 3. trasa 2. dne	65
Tabulka 17 Aplikace vkládacího algoritmu u 3. trasy 2. dne	66
Tabulka 18 Úprava výsledku využití metod pro ODP 3. trasa 2. dne	67
Tabulka 19 Svozy pro 2. rozvozní den	68
Tabulka 20 Přiřazení svozů do 1. a 2. trasy 2. dne vkládacím algoritmem	69
Tabulka 21 Konečné řešení 1. trasy 2. dne po přidání svozů	70
Tabulka 22 Konečné řešení 2. trasy 2. dne po přidání svozů	70
Tabulka 23 Přiřazení svozů do 3. trasy 2. dne vkládacím algoritmem.....	71
Tabulka 24 Konečné řešení 3. trasy 2. dne po přidání svozů	71
Tabulka 25 Vstupní data pro 1. trasu 3. dne	72
Tabulka 26 Výsledek využití metod pro ODP 1. trasa 3. dne	72
Tabulka 27 Vstupní data pro 2. trasu 3. dne	73
Tabulka 28 Výsledek využití metod pro ODP 2. trasa 3. dne	74
Tabulka 29 Vstupní data pro 1. trasu 3. dne	75
Tabulka 30 Výsledek využití metod pro ODP 3. trasa 3. dne	75
Tabulka 31 Svozy pro 3. rozvozní den	76

Tabulka 32	Přiřazení svozů do 1. a 3. trasy 3. dne vkládacím algoritmem	77
Tabulka 33	Konečné řešení 1. trasy 3. dne po přidání svozů	77
Tabulka 34	Přiřazení svozů do 2. trasy 3. dne vkládacím algoritmem	78
Tabulka 35	Konečné řešení 2. trasy 3. dne po přidání svozů	78
Tabulka 36	Přiřazení svozů do 3. trasy 3. dne vkládacím algoritmem	79
Tabulka 37	Konečné řešení 3. trasy 3. dne po přidání svozů	79
Tabulka 38	Dodržení kapacitních a časových omezení u všech tras	81
Tabulka 39	Vstupní data pro novou 1. trasu 1. dne	81
Tabulka 40	Výsledek využití metod pro ODP nová 1. trasa 1. dne.....	82
Tabulka 41	Vstupní data pro novou 2. trasu 1. dne	83
Tabulka 42	Výsledek využití metod pro ODP nová 2. trasa 1. dne.....	83
Tabulka 43	Vstupní data pro novou 3. trasu 1. dne	84
Tabulka 44	Výsledek využití metod pro ODP nová 3. trasa 1. dne.....	85
Tabulka 45	Konečné řešení pro novou 1. trasu 1. dne.....	85
Tabulka 46	Přiřazení svozů do nové 3. trasy 1. dne vkládacím algoritmem	86
Tabulka 47	Konečné řešení pro novou 3. trasu 1. dne.....	86
Tabulka 48	Vstupní data pro novou 1. trasu 2. dne	87
Tabulka 49	Výsledek využití metod pro ODP nová 1. trasa 2. dne.....	87
Tabulka 50	Vstupní data pro novou 2. trasu 2. dne	88
Tabulka 51	Výsledek využití metod pro ODP nová 2. trasa 2. dne.....	89
Tabulka 52	Vstupní data pro novou 3. trasu 2. dne	90
Tabulka 53	Přiřazení svozů do nové 1. trasy 2. dne vkládacím algoritmem	91
Tabulka 54	Konečné řešení pro novou 1. trasu 2. dne.....	91
Tabulka 55	Přiřazení svozů do nové 2. trasy 2. dne vkládacím algoritmem	92
Tabulka 56	Konečné řešení pro novou 2. trasu 2. dne.....	92
Tabulka 57	Konečné řešení pro novou 3. trasu 2. dne.....	93
Tabulka 58	Vstupní data pro novou 1. trasu 3. dne	93
Tabulka 59	Výsledek využití metod pro ODP nová 1. trasa 3. dne.....	94
Tabulka 60	Vstupní data pro novou 2. trasu 3. dne	95
Tabulka 61	Výsledek využití metod pro ODP nová 2. trasa 3. dne.....	95
Tabulka 62	Vstupní data pro novou 3. trasu 3. dne	96
Tabulka 63	Výsledek využití metod pro ODP nová 3. trasa 3. dne.....	97

Tabulka 64	Přiřazení svozů do nových tras 3. rozvozního dne vkládacím algoritmem	97
Tabulka 65	Konečné řešení pro novou 1. trasu 3. dne.....	98
Tabulka 66	Přiřazení svozů do nové 2. trasy 3. dne vkládacím algoritmem	98
Tabulka 67	Konečné řešení pro novou 2. trasu 3. dne.....	98
Tabulka 68	Přiřazení svozů do nové 3. trasy 3. dne vkládacím algoritmem	99
Tabulka 69	Konečné řešení pro novou 3. trasu 3. dne.....	99
Tabulka 70	Shrnutí výsledků současných rozvozových tras	100
Tabulka 71	Shrnutí výsledků současných celkových tras	101
Tabulka 72	Konečná kalkulace jednotlivých současných tras.....	102
Tabulka 73	Shrnutí výsledků navržených rozvozových tras	103
Tabulka 74	Shrnutí výsledků navržených celkových tras	104
Tabulka 75	Konečná kalkulace jednotlivých nově navržených tras.....	104
Tabulka 76	Matice vzdáleností pro 1. trasu 1. dne	111
Tabulka 77	Matice časových náročností pro 1. trasu 1. dne.....	111
Tabulka 78	Matice vzdáleností pro 2. trasu 1. dne	112
Tabulka 79	Matice časových náročností pro 2. trasu 1. dne.....	112
Tabulka 80	Matice vzdáleností pro 3. trasu 1. dne	112
Tabulka 81	Matice časových náročností pro 3. trasu 1. dne.....	113
Tabulka 82	Matice vzdáleností pro 1. trasu 2. dne	113
Tabulka 83	Matice časových náročností pro 1. trasu 2. dne.....	113
Tabulka 84	Matice vzdáleností pro 2. trasu 2. dne	114
Tabulka 85	Matice časových náročností pro 2. trasu 2. dne.....	114
Tabulka 86	Matice vzdáleností pro 3. trasu 2. dne	114
Tabulka 87	Matice časových náročností pro 3. trasu 2. dne.....	115
Tabulka 88	Matice vzdáleností pro 1. trasu 3. dne	115
Tabulka 89	Matice časových náročností pro 1. trasu 3. dne.....	115
Tabulka 90	Matice vzdáleností pro 2. trasu 3. dne	116
Tabulka 91	Matice časových náročností pro 2. trasu 3. dne.....	116
Tabulka 92	Matice vzdáleností pro 3. trasu 3. dne	116
Tabulka 93	Matice časových náročností pro 3. trasu 3. dne.....	117
Tabulka 94	Matice vzdáleností pro 1. rozvozní den.....	118
Tabulka 95	Matice vzdáleností pro 2. rozvozní den.....	119

Tabulka 96 Matice vzdáleností pro 3. rozvozní den	120
Tabulka 97 Rozřazení zákazníků do jednotlivých tras Mayerovou metodou pro 1. rozvozní den.....	121
Tabulka 98 Rozřazení zákazníků do jednotlivých tras Mayerovou metodou pro 2. rozvozní den.....	121
Tabulka 99 Rozřazení zákazníků do jednotlivých tras Mayerovou metodou pro 3. rozvozní den.....	122
Tabulka 100 Upravená matice vzdáleností pro 1. trasu 1. dne	122
Tabulka 101 Upravená matice vzdáleností pro 2. trasu 1. dne	123
Tabulka 102 Upravená matice vzdáleností pro 3. trasu 1. dne	123
Tabulka 103 Upravená matice vzdáleností pro 1. trasu 2. dne	123
Tabulka 104 Upravená matice vzdáleností pro 2. trasu 2. dne	124
Tabulka 105 Upravená matice vzdáleností pro 3. trasu 2. dne	124
Tabulka 106 Upravená matice vzdáleností pro 1. trasu 3. dne	124
Tabulka 107 Upravená matice vzdáleností pro 2. trasu 3. dne	125
Tabulka 108 Upravená matice vzdáleností pro 3. trasu 3. dne	125
Tabulka 109 Kalkulace cen dopravy do 2500 kg	126
Tabulka 110 Kalkulace cen dopravy nad 2500 kg.....	127

1. Úvod

Logistika jako rychle rozvíjející se vědní obor má v podnikovém hospodářství ve společnosti 21. století velmi významnou úlohu. Navzdory tomu pro řadu firem znamená logistika jen vysokou nákladovou položku. Naopak někteří vidí v logistice konkurenční výhodu, protože snížení nákladů v dopravě a skladování má velký vliv na celkové výdaje firmy.

Vzhledem k velkému počtu přepravních společností na trhu si společnosti vybírají jen ty logistické poskytovatele nebo přepravce, kteří dokáží zaručit doručení ve vysoké kvalitě bez poškození a za minimální cenu. Proto dochází k doručování zboží prostřednictvím husté sítě distribučních center okružním způsobem, kdy je výhodnější doručovat zboží v malém okruhu vzdálenosti od distribučního centra a při velkých vzdálenostech doručení si tato centra přeposílají zásilky, aby došlo ke snížení celkových nákladů na přepravu zboží. Přepravní společnost, která je schopna snížit náklady na minimum, je o krok napřed před konkurencí.

V rámci této diplomové práce se snažíme snížit náklady způsobené špatně rozvrženými rozvozovými a svozovými trasami. Z toho důvodu se využívají ekonomicko – matematické metody k výpočtu tras, kdy předmětem výpočtů je nalezení minimalizace hodnoty účelové funkce. Aby nebylo vynakládáno mnoho finančních prostředků na nepromyšlený rozvoz zboží, plánují si logistické firmy trasy, které minimalizují náklady a čas ještě předtím, než vyšlou auto na cestu.

Při větším počtu zásilek potřebných doručit ve stejný den je vzhledem ke kapacitním nebo časovým omezením potřebné rozdělit odběratele do více rozvozních okruhů. Pro řešení, jak rozdělit jednotlivé okruhy, se využívají metody řešící víceokruhový okružní dopravní problém.

2. Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem diplomové práce je na základě optimalizace vybraných tras, které využívá logistická firma Dachser k rozvozu a svozu zboží, pomocí metod řešících problém obchodního cestujícího určit, jestli jsou plánovány trasy společnosti při minimálních nákladech na dopravu a zároveň, jestli se společnosti vyplatí pořídit si podpůrný systém na plánování tras.

2.2 Metodika

Diplomová práce se dělí na dvě části, teoretickou a praktickou část. V teoretické části je zpracována literární rešerše zabývající se tematikou logistiky a dopravních úloh. Poznátky z teoretické části jsou využity při zpracování praktické části.

V druhé části práce je řešen dopravní problém logistické firmy Dachser. Nejdříve je nutné získat potřebná podkladová data o rozvozových a svozových trasách firmy. Další krok představuje sběr vzdálenostních a časových hodnot mezi firmou a jednotlivými zákazníky na trase. Následně je provedena optimalizace užívaných rozvozových tras využitím vybraných aproximačních metod, kterými jsou metoda nejbližšího souseda, metoda ztrát a metoda výhodnostních čísel. Problém je řešen softwarovým modulem TSPKOSA pro MS Excel, který je naprogramován pro řešení vybraných metod pro jednookruhový okružní dopravní problém. Po provedení optimalizace rozvozových tras jsou vloženy do jednotlivých tras požadavky na svoz vkládacím algoritmem.

Dále jsou navrženy nové trasy použitím Mayerovy metody, která je určena pro kapacitně omezený víceokruhový okružní dopravní problém. Jednotlivé uzly jsou pak seřazeny metodami pro jednookruhový dopravní problém do vhodných okruhů. Po určení posloupnosti okruhů jsou do rozvozových tras vloženy vkládacím algoritmem požadavky na svoz.

Všechny výsledky optimalizovaných a nově navržených tras jsou porovnány a následně interpretovány v diskuzi.

3. Teoretická východiska

3.1 Logistika

Logistika od svých počátků byla spojována především s řadou aplikací ve vojenství. V dnešní době dospěla do stádia, kdy se stala jednou z velmi významných součástí managementu. Příčiny změny tohoto postavení lze spatřovat v tom, že logistika překročila hranice firem a stala se jednou ze základních funkcí v řízení dodavatelských systémů a od řešení operativních problémů spojených s řízením hmotných toků v různých organizacích se stala pevnou a nezastupitelnou součástí strategického rozhodování. Logistika už tedy není jen pouhý vykonavatel požadavků marketingu, obchodu a dalších součástí managementu, ale její role se změnila na spolukoordinátora řady podnikových funkcí nejen v rámci firmy, ale zvláště mezi partnery v dodavatelských systémech (Gros, et al., 2016).

Základní pro koncepci logistiky jsou dva výchozí body. Prvním je systémově-teoretický způsob pozorování, které vychází z předpokladu, že prvky systému nelze měnit izolovaně, tj. bez účinku na jiné prvky, a že toho lze docílit pouze prostřednictvím spojení jejich synergických účinků. Při každém rozhodování je proto nutné zvažovat funkční vztahy mezi jednotlivými oblastmi úkolů. Předmětem úsilí nemá být v zásadě optimalizace dílčích oblastí, ale vždy optimální řešení systému jako celku.

Druhým je pak požadavek pozorovat vznikající náklady jako celek, protože jsou rovněž vzájemně závislé a toto vzájemné působení při úsilí o dosažení minimalizace celkových nákladů je třeba plně respektovat (Schulte, 1994).

Logistika ve svém vývoji sehrávala důležitou roli podpory prodeje výrobků. Vyrobené výrobky bylo nutné rychle přemístit na místo spotřeby ve správný čas a na správné místo. V tom tkví smysl logistiky. Výrobky mají sloužit spotřebiteli, proto jejich výroba není ukončena zhotovením, ale fyzickou dispozicí u zákazníka (Stehlík & Kapoun, 2008).

3.1.1 Definice logistiky

Evropská logistická asociace zdůrazňuje v definici logistiky významnost plánování, řízení a kontrolování celého výrobního procesu, již od vývoje výrobku přes výrobu a distribuci, při využití minimálních nákladů v každém kroku. „*Plánování, kontrola, organizace a řízení hmotných toků (toků zboží) od začátku vývoje a koupi, přes výrobu a distribuci,*

až ke koncovým odběratelům za účelem, aby se naplnily požadavky trhu s minimálními náklady a kapitálovými výdaji“ (Pernica, 2005, str. 35)

Definice americké organizace The Council of Logistics Management zní takto: „Proces plánování, realizace a řízení efektivního, výkonného toku a skladování zboží, služeb a souvisejících informací z místa vzniku do místa spotřeby, jehož cílem je uspokojit požadavky zákazníků.“ (Lambert, et al., 2000, str. 3)

Schulte (1994, str. 13) definuje logistiku takto krátce: „...integrované plánování, formování, provádění a kontrolování hmotných a s nimi i spojených informačních toků od dodavatele do podniku, uvnitř podniku a od podniku k odběrateli.“

Logistika je podle Grose et al. (2016, str. 29) charakterizována jako „...systémová vědecká disciplína zabývající se plánováním, realizací a efektivním a účelným řízením toku výrobků, služeb a příslušných informací od místa původu do místa spotřeby a skladování zboží tak, aby byly splněny požadavky konečného zákazníka.“

Mezi nejrozsáhlejší definice logistiky bychom mohli zařadit tu od mezinárodní organizace Council of Supply Chain Management Professionals (CSMP) z roku 2006: „Logistika je ta část řízení dodavatelského řetězce, která plánuje, realizuje a efektivně a účinně řídí dopředné i zpětné toky výrobků, služeb a příslušných informací od místa původu do místa spotřeby a skladování zboží tak, aby byly splněny požadavky konečného zákazníka. K typickým řízeným aktivitám patří doprava, správa vozového parku, skladování, manipulace s materiály, plnění objednávek, návrh logistické sítě, řízení zásob, plánování nabídky a poptávky a řízení logistických služeb. V různé míře logistické funkce zahrnují také vyhledávání zdrojů a nákup, plánování a rozvrhování výroby, balení a kompletace a služby zákazníkům. Je zapojena do všech úrovní plánování a realizace – strategické, operativní a taktické. Řízení logistiky je integrující funkcí, která koordinuje a optimalizuje všechny logistické činnosti, stejně jako se podílí na propojení logistických činností s dalšími funkcemi, včetně marketingu, výroby, prodeje, financí a informačních technologií.“ (Gros, et al., 2016, str. 25)

3.1.2 Vývoj logistiky

Původně se pojem „logistika“ používal a uplatňoval ve vojenství při řešení otázek způsobu vojenského zásobování a pohybu vojenských jednotek (Schulte, 1994).

Byzantský císař Leontos VI. v 9. století napsal pravděpodobně první definici logistiky. Předmětem logistiky podle něj bylo: *...mužstvo zaplatit, příslušně vyzbrojit a vybavit ochranou i municí, včas a důsledně se postarat o jeho potřeby a každou akci v polním tažení příslušně připravit, tzn. vypočítat prostor a čas, správně ohodnotit terén z hlediska pohybu vojska i možnosti protivníkovy odporu a tyto funkce zvládnout z hlediska pohybu vojsk i v případě nutnosti jejich rozdělení*“ (Oudová, 2013, str. 9)

V 17. století byla logistika vnímána jako praktické počítání s čísly, což bychom se navrátili k etymologickému významu slova logistika, který vychází z řeckých slov logos nebo logistikon a znamená počítání, rozum nebo myšlenku (Oudová, 2013, Stehlík & Kapoun, 2008).

V 19. století se „navrátila“ logistika k vojenství. Švýcarský generál Antoine-Henry de Jomini ve své publikaci „Náčrt vojenského umění“ položil základ moderní vojenské logistiky. V této knize je popsána vojenská funkce „major général de logis“, důstojníka, který se staral o ubytování pro vojáky, určoval pochodové směry a plánoval přesuny vojsk (Oudová, 2013). Později našlo toto dílo uplatnění jako základní učebnice logistiky pro americké námořní důstojníky (Pernica, 2005).

Logistika jako druh činnosti je doslova tisíce let stará, neboť její vznik můžeme spojovat již s nejranějšími formami organizovaného obchodu. Větší a soustavná pozornost se logistice začíná věnovat až po druhé světové válce, neboť efektivnímu řešení logistických operací se připisoval významný podíl na vítězství spojeneckých vojsk (Lambert, et al., 2000).

Po válce docházelo k problémům se zásobováním. To vedlo k širokému používání matematických metod k řešení procesů zásobování. Těmito metodami řešily problémy s určením optimálního množství produkce, lokací skladů nebo řešením nákladové problematiky v podnikové logistice (Drahotský & Řezníček, 2003).

3.1.3 Systémový přístup

Třetí stádium vývoje vědeckého myšlení od 50. let 20. století odpovídá vzniku a rozvoji systémového přístupu, který bychom mohli definovat jako *„...způsob myšlení spočívající v komplexním chápání jevů v jejich vnitřních a vnějších souvislostech.“* (Pernica & kolektiv, 2008, str. 200)

K bližšímu pochopení systémového přístupu je důležité si nadefinovat systém a jeho okolí. Systém můžeme chápat jako „...množinu prvků a vazeb mezi nimi, které spolu určují vlastnosti, chování a funkce systému jako celku“ (Novák, et al., 2011, str. 29). Okolí systému je „účelově definovaná množina prvků a vazeb, které nejsou prvky daného systému, avšak vykazují k němu vazby, jež jsou pro daný účel významné“ (Pernica & kolektiv, 2008, str. 201)

Můžeme rozlišit 2 typy úloh, které lze řešit systémovým přístupem. Úlohy analytické a syntetické. U úloh analytických máme danu strukturu systému a zkoumáme chování prvků systému při dané rozlišovací úrovni. U syntetické úlohy jde o obrácené řešení. Známe chování systému a hledá se struktura systému, která bude tomuto chování odpovídat (Novák, et al., 2011).

Lambert et al. (2000) tvrdí, že systémový přístup představuje jeden z nejdůležitějších základů logistiky. Logistika je sama o sobě systém: je to síť souvisejících činností, které mají za cíl řídit tok materiálu a personálu v rámci logistického kanálu. Tento proces probíhá primárně od dodavatele k zákazníkovi, ale logistika je také zodpovědná za zpětný pohyb zboží, proto vznikl termín „zpětná logistika“.

Systémový přístup navazuje na teoretické myšlenky holistického přístupu a synergetického efektu. Holistický přístup představuje myšlenku, že systém nelze pojmout jen analyticky rozložením jednotlivých částí celku, tím se ztratí celistvost systému (Novák, et al., 2011). Můžeme si to představit na příkladu logistického podniku, kde jednotlivá oddělení, zákaznický servis, obchodní oddělení, dispečink atd., by nedosahovaly takových „výkonů“ jako u celkového logistického systému.

Synergický efekt je kooperativní efekt, který vzniká vzájemným působením mnoha sladěných částí samoorganizujícího se a optimalizujícího se složitého systému. Lze ho dosáhnout pouze koordinací, synchronizací a optimalizací struktur a procesů v celém logistickém systému. Tento efekt zkoumá věda nazývaná synergetika (Novák, et al., 2011).

Systémový přístup nám říká, že všechny funkce a činnosti je potřeba vnímat v tom smyslu, jak ovlivňují a jsou ovlivňovány jinými prvky a činnostmi, se kterými v daném systému přicházejí do styku. V zásadě platí, že výsledek působení série činností je významnější než působení jednotlivých prvků (Lambert, et al., 2000).

Pernica et al. (2008) rozděluje řešení systémovým přístupem na šest kroků:

- 1) identifikace problému na daném objektu,

- 2) identifikace systému v objektu,
- 3) reprezentace systému modelem,
- 4) algoritmizace nebo simulace,
- 5) interpretace,
- 6) implementace.

3.1.4 Cíle logistiky

Základním cílem logistiky je optimální uspokojení potřeb zákazníků, neboť právě zákazník je nejdůležitějším článkem celého řetězce. Od něj získáváme podstatné informace o požadavcích na zabezpečení dodávky a s ní souvisejících dalších služeb. U zákazníka také končí logistický řetězec zabezpečující pohyb materiálu a zboží (Sixta & Mačát, 2005).

Schulte (1994) tvrdí, že cílem každé logistické činnosti je optimalizace logistických výkonů s jejími komponentami. Logistické výkony představují logistické služby a logistické náklady.

Logistické služby představují dodací lhůtu, dodací spolehlivost, dodací flexibilitu a dodací kvalitu.

- Dodací čas je doba, která uplyne od objednávky od zákazníka, až po dispozici zboží u zákazníka.
- Dodací spolehlivost vyjadřuje pravděpodobnost, s kterou bude dodací lhůta dodržena.
- Dodací flexibilita představuje schopnost expedičního systému pružně reagovat na přání a požadavky zákazníků.
- Dodací kvalita nám vyjadřuje, jak byla dodávka doručena. Tím se myslí, jestli dorazila ve správném množství a v pořádku bez poškození (Schulte, 1994).

Logistickým nákladům se věnuje následující kapitola 3.1.5 Logistické náklady.

Sixta & Mačát (2005) rozděluje cíle logistiky na primární a sekundární. Mezi primární cíle patří vnější a výkonové cíle a sekundární cíle jsou vnitřní a ekonomické. Vnější logistické cíle jsou zaměřeny na uspokojování požadavků zákazníků a můžeme mezi ně zařadit zlepšení spolehlivosti dodávek, zkracování dodacích lhůt nebo zvyšování objemu

prodeje. Jsou s nimi velmi blízce spjaty výkonové cíle, které zabezpečují požadovanou úroveň služeb.

Vnitřní cíle jsou zaměřeny na snižování nákladů, ale prvotně je důležité splnit cíle vnější, aby bylo nutné se jimi zabývat. Ekonomické cíle mají zaručit, aby požadovanou úroveň služeb bylo možné uspokojit s přiměřenými náklady. Náklady by měly odpovídat ceně, kterou je zákazník ochoten zaplatit při vysoké kvalitě služeb. Na obrázku č. 1 je zobrazena hierarchie cílů logistiky (Sixta & Mačát, 2005).

Obrázek 1 Cíle podnikové logistiky



Zdroj: (Sixta & Mačát, 2005)

3.1.5 Logistické náklady

K efektivnímu řízení logistického procesu je nezbytná koncepce celkových nákladů. Podnik by se neměl zaměřit na jednotlivé logistické činnosti izolovaně, ale měl by se snažit snižovat celkové náklady těchto logistických činností. Důsledkem snížení nákladů v jedné oblasti, např. v přepravě, může dojít ke zvýšení nákladů na udržování zásob na skladě (Lambert, et al., 2000).

Podle Lamberta et al. (2000) a Sixty & Mačáta (2005) se logistické náklady dělí na 6 základních nákladových položek. Jsou to náklady na zákaznický servis, náklady na udržování zásob, přepravní náklady, množstevní náklady, skladovací náklady a náklady na vyřizování objednávek a informatiku.

Schulte (1994) uvažuje velmi podobně, protože uznává 5 základních nákladových bloků, vyjma množstevních nákladů.

- Náklady na informační systém

Proces vyřizování objednávek představuje systém, který podnik používá k přijímání objednávek od zákazníků, ke kontrole stavu objednávek a návazné komunikaci se zákazníky a k samotnému vyřízení objednávek a jejich dostupnosti pro zákazníky. Součástí tohoto systému je i kontrola stavu zásob, stavu pohledávek a fakturace.

- Náklady na udržování zásob

Řízení stavu zásob má za úkol udržovat takovou úroveň zásob, aby bylo dosaženo vysoké úrovně zákaznického servisu při minimálních nákladech. Do nákladů na udržování zásob se započítávají náklady na kapitál vázaný v zásobách, skladovací náklady, náklady na pořízení zásob a také náklady na likvidaci zastaralého zboží.

- Skladovací náklady

Skladování umožňuje, aby bylo zboží vyrobeno a uchováno pro pozdější spotřebu. Skladovací náklady vznikají v procesu skladování a uskladnění zboží a ve své podstatě jsou ovlivněny výběrem místa výrobních kapacit a skladů podniku. Zahrnují všechny náklady, které vznikají v návaznosti na změnu počtu nebo změnu umístění skladů.

Určení lokalit pro výrobní kapacity a sklady podniku jsou zásadní strategická rozhodnutí ovlivňující náklady na dopravu surovin a náklady na přepravu hotových výrobků (Sixta & Mačát, 2005).

- Přepravní náklady

Hlavním činitelem přepravních nákladů jsou aktivity spojené s přepravou zboží. Výdaje podílející se na zabezpečování dopravy můžeme sledovat z mnoha různých pohledů. Náklady lze členit dle zákazníků, vyráběných výrobků atd. Náklady se značně mění v závislosti na hmotnosti dodávky, objemu dodávky, přepravní vzdálenosti, místa původu a místa určení. Důležitým faktorem je také zvolený druh přepravy (Lambert, et al., 2000).

- Manipulační náklady

Manipulace s materiálem je poměrně široká oblast, která zahrnuje v podstatě všechny aspekty pohybu a přesunu surovin, zásob ve výrobě

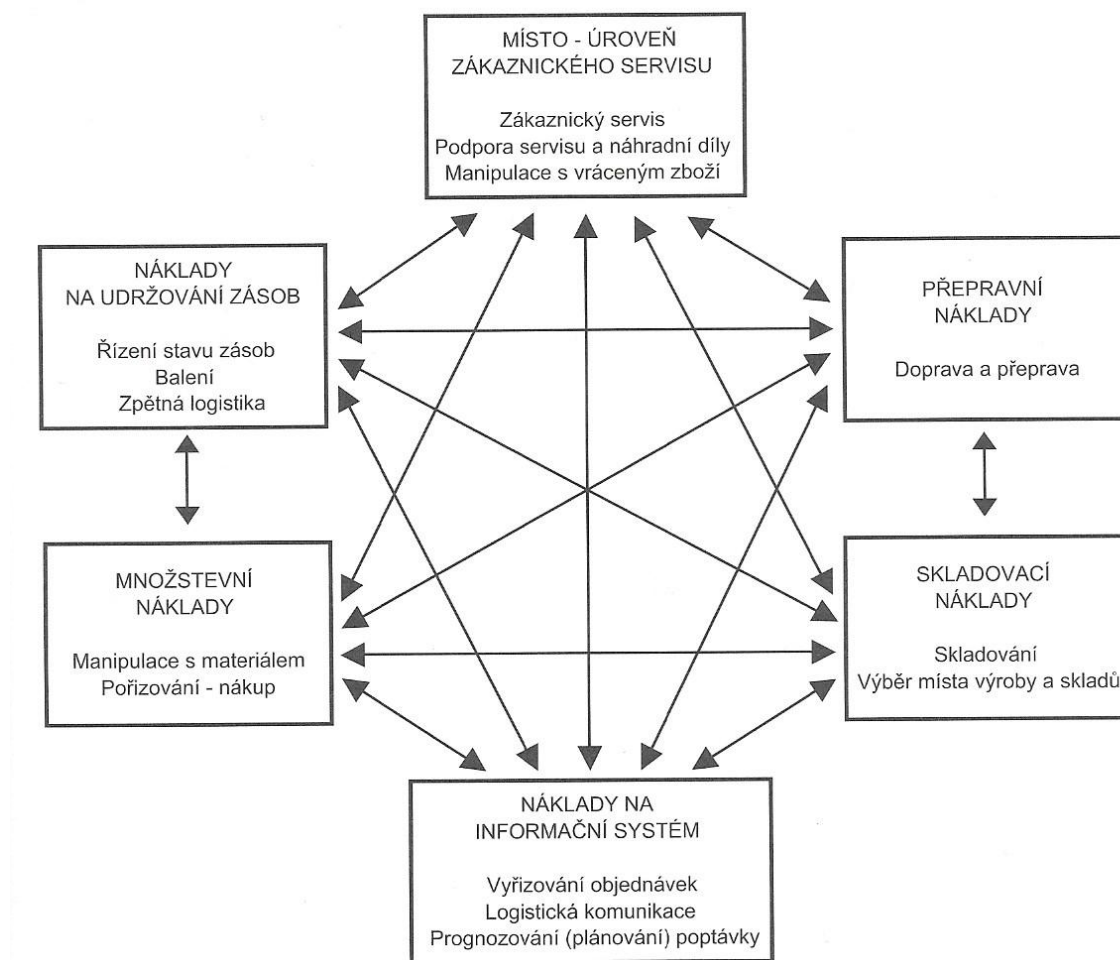
a hotových výrobků v rámci výrobního závodu nebo skladu podniku. Při této manipulaci a pohybu materiálu vznikají vždy určité náklady. Hlavním cílem řízení toku materiálu je minimalizovat manipulaci s materiálem. Jedná se o minimalizaci přepravních vzdáleností, minimalizaci stavu zásob a minimalizaci ztrát (Sixta & Mačát, 2005).

- Množstevní náklady

Jedná se o náklady spojené se změnami v nakupovaných množstvích a se změnami ve výrobě. Na množstevní náklady nemůžeme nahlížet izolovaně, protože mohou ovlivňovat další logistické náklady. Mezi položky množstevních nákladů patří přípravné náklady, např. náklady na čas potřebný pro přestavení výrobní linky, cenové rozdíly způsobené nákupem různého množství materiálu, náklady na objednávky spojené s podáním a sledováním objednávek atd. (Lambert, et al., 2000).

Na obrázku č. 2 jsou zobrazeny vazby mezi nákladovými položkami v logistice.

Obrázek 2 Nákladové vazby v logistickém systému



Zdroj: (Lambert, et al., 2000)

3.1.6 Logistický informační systém

Logistický informační systém je určen k podpoře v celé šíři dodavatelského řetězce a poskytuje údaje a algoritmy nutné k efektivnímu řízení hmotných toků. Řízení logistických procesů není možné bez objektivních informací o logistických výkonech a nákladech. „Logistický informační systém musí poskytovat přesný obraz o nákladech vznikajících v celem logistickém řetězci“ (Sixta & Mačát, 2005, str. 272).

Hlavním cílem informačního systému je vytvořit informační prostředí, v němž bude možno účinně plánovat a koordinovat všechny logistické aktivity spojené s řízením hmotných toků v logistickém řetězci a využívat dostupné softwarové produkty pro podporu roz-

hodování. Podnikový informační systém orientovaný na logistické činnosti je v poslední době označován za logistický informační systém (Gros, et al., 2016).

Integrovaný informační systém zkvalitňuje procesy v podniku, protože zajišťuje zákazníkům přesnější plnění jejich objednávek. Čím více je systém automatizován, tím méně dochází k chybám způsobeným lidským faktorem. Dochází také ke zlepšení kvality zákaznického servisu, protože se zkracuje doba cyklu objednávky (Drahotský & Řezníček, 2003).

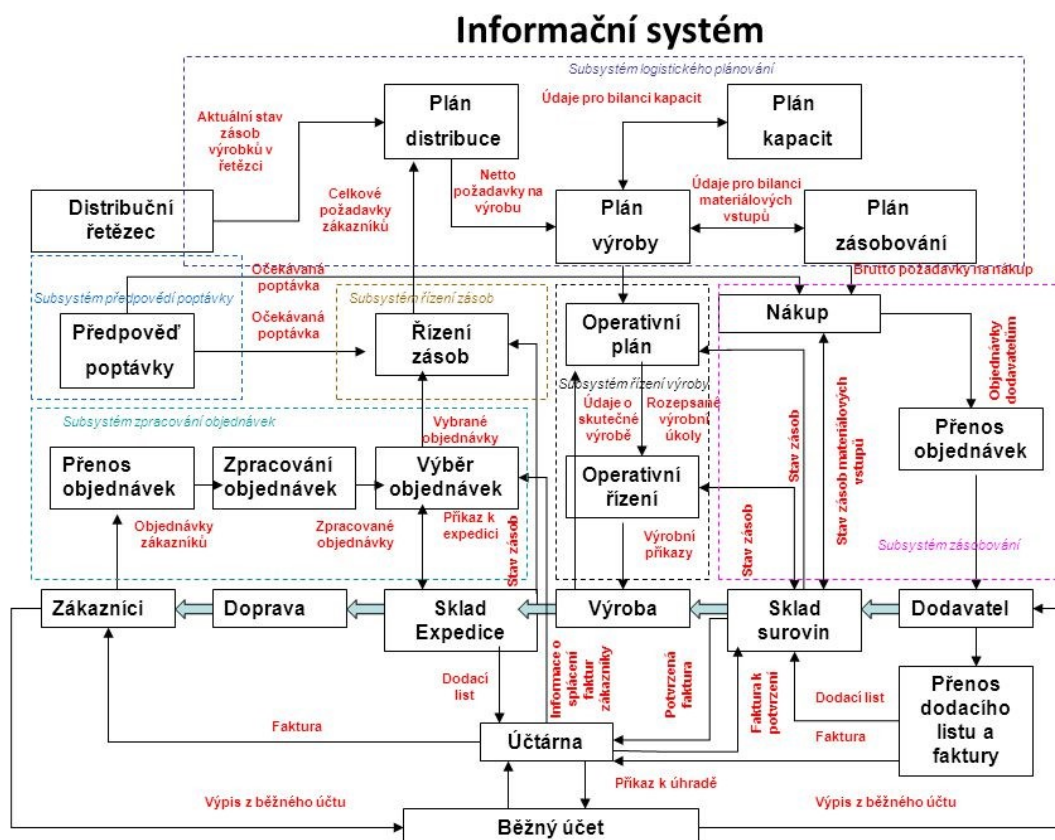
Podle Sixty & Mačáta (2005, str. 273) by se logistický informační systém měl skládat z materiálového, řídicího, informačního a komunikačního systému. Materiálový systém realizuje hmotný pohyb surovin, materiálu a výrobků v materiálovém toku a je zodpovědný za návaznost jednotlivých výrobních a obchodních operací. *„Řídící systém zahrnuje plánování, organizování, koordinování, informování, rozhodování, provádění a kontrolu strategických, dispozičních a operativních logistických operací a činností.“* Informační systém se stará o výběr, pořizování, zpracování, kontrolu, uchování a přenos dat ve formě informací potřebných k rozhodování v požadovaném čase a struktuře.

Součástí logistického systému může být i elektronická výměna dat (Electronic Data Interchange, EDI), která elektronicky předává standardizované obchodní dokumenty mezi různými organizacemi. Proto zde dochází k zjednodušení práce s daty. EDI umožňuje, aby přijímající podnik nemusel data zadávat manuálně a mohl s nimi ihned pracovat v návazných aktivitách. Kvalita a dokonalost daného systému EDI určuje, jestli budou nutné další lidské zásahy na straně příjemce (Lambert, et al., 2000).

Vyřizování objednávek je základem logistické komunikace se zákazníkem. Rychlost a kvalita toku informací představují důležité faktory, protože mohou významně působit na náklady (Drahotský & Řezníček, 2003). Zákaznická objednávka slouží jako impuls, který uvede logistický systém do chodu. Rychlost a kvalita toku informací mají přímý vliv na náklady a účinnost celé operace. Pomalá a nespolehlivá komunikace může vést ke ztrátě zákazníků nebo k nadměrným dopravním nákladům, skladovacím nákladům a nákladům na udržování zásob (Lambert, et al., 2000).

Na obrázku č. 3 můžeme vidět schéma logistického informačního systému.

Obrázek 3 Schéma logistického informačního systému



Zdroj: (Gros, et al., 2016)

3.2 Logistické technologie

Logistickými teoriemi nazýváme systémově chápaný sled procesů, úkonů a operací uspořádaných do dílčích ustálených procesů, kde se snažíme o požadovanou úroveň zákaznického servisu při co nejnižších nákladech nebo je dosažena maximální úroveň zákaznického servisu při stanovené výši nákladů (Sixta & Mačát, 2005).

3.2.1 Kanban

Kanban je systém výroby tahem zavedený firmou Toyota. Je vyzdvihován především pro své utváření toku ve výrobě. Název systému je odvozen od japonského slova Kanban, které znamená karta nebo štítek. Smyslem systému je přenos karty Kanban, která je nosi-

čem informací ve výrobním systému. Pokud ve spotřebitelském místě dojde ke snížení zásob pod určitou úroveň, hlásí toto pracoviště svou potřebu tak, že předá zdroji odpovídající kartu Kanban. Vyrábějící místo musí zajistit dodávku nebo výrobu v určitém čase a předepsaném množství. Jakmile se naplní zásobník, je karta poslána dále ve výrobním procesu. Když na spotřebitelském pracovišti opět dojde k minimálnímu stavu zásob, tak začíná nový cyklus výroby, dopravy a spotřeby (Schulte, 1994).

Systém říká, co se bude vyrábět, kolik se toho bude vyrábět a kdy se to bude vyrábět. U technologie Kanban můžeme rozdělit jednotlivá pracoviště na prodavače a kupující, přičemž každý prodavač je zároveň kupujícím. Na pracovišti jsou tedy velmi přesně definovány dodavatelsko-odběratelské vztahy. Kupující pošle prodavači objednávku a prodavač, který je výrobcem komponentu pak dodá ve správném množství a ve správném termínu s dodacím listem. Kupující ani prodavač nesmí vytvářet zásoby. Dodávky chodí včas, nedochází k výrobě zmetků a jednotlivá pracoviště se vzájemně kontrolují (Lukoszová & kolektiv, 2012).

Podle Sixty & Mačáta (2005) vychází Kanban z několika principů. Systém funguje na tzv. samořídících regulačních okruzích, které tvoří dvojice článků (dodávající a odebírající) vzájemně propojené na základě tažného principu. Dodavatel zodpovídá za kvalitu a odběratel je povinen objednávku vždy převzít. Kapacity odběratele a dodavatele jsou vyvážené. Spotřeba materiálu je rovnoměrná bez velkých výkyvů a změn. Nedochází k tvorbě zásob u dodavatele ani odběratele.

Na obrázku č. 4 je zobrazena vyplněná karta Kanban.

Obrázek 4 Karta Kanban



Zdroj: (Sixta & Mačát, 2005)

3.2.2 Cross-docking

Mezi alternativy skladování můžeme zařadit koncepci cross-docking nebo-li okamžitého překládání zboží, kdy se sklady využívají primárně jako „distribuční směšovací centrum“. Produkty se sem přivážejí ve velkém, ihned se rozdělí a v potřebném množství se spojí s jinými výrobky do zásilky určené pro stejného zákazníka. Produkty se v zásadě nikdy neskladují (Lambert, et al., 2000).

Na technologii cross-docking můžeme pohlížet podle dvou úrovní. U jednoúrovňového cross-dockingu nedochází k rozebírání palet, takže zásilky odchází ze skladu v podobě, v jaké přišly. U dvouúrovňového cross-dockingu dochází k rozebrání zboží na paletě a k následné kompletaci zásilky přesně podle potřeb zákazníka. Využitelnost technologie je dána architektonickým řešením distribučních center. K rychlému toku zboží přispívá obdélníkový tvar přechodných skladů, kde na čelních stranách skladu jsou umístěny brány, které slouží k vykládce a nakládce kamionů nebo zásobovacích aut. Tvar skladu přispívá k nižší manipulaci se zbožím mezi bránami (Lukoszová & kolektiv, 2012).

3.2.3 Just in time (JIT)

Jedná se o nejrozšířenější logistickou technologii, kterou můžeme využít v zásobovací, výrobní a distribuční části dodavatelského řetězce. Její vznik je přisuzován japonské firmě Toyota Motor Company. V celosvětovém měřítku je tato technologie z pohledu svého uplatnění typická především pro automobilový průmysl (Lukoszová & kolektiv, 2012).

Just in time spočívá v uspokojování poptávky po určitém materiálu ve výrobě nebo po určitém hotovém výrobku v distribučním článku dodáním v přesně dohodnutých termínech podle potřeb odběratele. Dodávky jsou malé a časté a díky tomu na sebe mohou navázat s velmi nízkou pojistnou zásobou (Drahotský & Řezníček, 2003).

Podle Svobody (2006) JIT představuje technologii, u které jde především o zkrácení celkové doby pohybu hmotných toků, minimalizaci zásob v každé fázi logistického řetězce, optimalizaci dopravních nákladů. Nejedná se tedy o bezzásobovou technologii.

Úspěšné fungování JIT musí splňovat tyto předpoklady: odběratel je dominantním článkem, jemuž se musí dodavatel podřídit a synchronizovat s ním společné činnosti; pře-

pravu zajišťuje spolehlivý a přesný dopravce a jsou vhodně rozložena místa výroby a spotřeby (Drahotský & Řezníček, 2003).

U JIT se nejedná o převedení správy zásob z pozice větší vyjednávací síly z odběratele na dodavatele, ale dochází ke kooperaci dvou článků logistického řetězce, na kterou mohou navázat další podniky (Jirsák, et al., 2012).

Slogan „právě včas“ není spojen jen s distribucí. Dnes se JIT představuje už jako filozofie. Jde tedy o to provést všechny aktivity od výzkumu trhu a produktu až po uplatnění zboží na trhu „právě včas“ (Svoboda, 2006).

Filozofie JIT se zaměřuje na identifikování a odstranění činností ve všech místech a fázích výrobního procesu, které nepřidávají žádnou hodnotu. Zavedení systému může vést ke zlepšení obrátkovosti zásob, produktivity mezi různými úseky řízení, snížit zásoby surovin a zásob nebo i distribuční náklady (Sixta & Mačát, 2005).

3.2.4 Hub and Spoke (H&S)

Technologie Hub and Spoke je založena na sdružování a rozdělování menších zásilek, které jsou přepravovány kapacitními dopravními prostředky mezi logistickými centry (huby). Pružný svoz a rozvoz drobných a častých zásilek uskutečňují menší nákladní vozy na kratší přepravní vzdálenosti (Sixta & Mačát, 2005).

U této technologie zřídka kdy dochází ke skladování zásilek. Konsolidace zásilek je zajišťována v režimu cross-docking. Hub and Spoke je tedy založen na koncentraci skladového systému, tím dokáže přepravovat zboží ekonomicky s vyšší frekvencí rozvozu. Jednotlivé huby by měly být rozmístěny tak, aby docházelo k minimalizaci sumy nákladů na přepravu mezi dodavateli a odběrateli (Lukoszová & kolektiv, 2012).

Systém obsluhy území lze rozdělit na dva podsystemy – vnitřní a vnější systém. Vnější systém, který zajišťuje obvykle přepravy velkých zásilek mezi jednotlivými logistickými centry a vnitřní systém, kde se provádí obsluha přidruženého území k určitému logistickému centru (Drahotský & Řezníček, 2003).

Umístění a počet distribučních centrech závisí na úrovni zákaznického servisu a nákladovém hledisku. Efektivnost hubu je dána jeho umístěním v rámci obsluhovaného systému. Tudíž by distribuční centra měla být lokalizována v blízkosti významných dopravních cest a neměl by být problém s výstupem a vstupem zboží (Lukoszová & kolektiv, 2012)

Sixta & Mačát (2005) se zmiňují o výhodách a nevýhodách této technologie. Mezi výhody řadí nižší náklady na dopravu, odlehčení dopravních komunikací a ekologickou šetrnost. Nevýhodu vidí v investiční náročnosti a v tom, že Hub and Spoke lze využít jen na delší přepravní vzdálenosti.

3.2.5 Quick response (QR)

Technologie Quick response neboli systém rychlé odezvy se využívá v sektoru maloobchodu. Jejím cílem je zdokonalení řízení zásob a zvýšení efektivnosti pomocí zrychlení toku zásob. QR je založen na vztahu mezi výrobcem a maloobchodníkem a jeho vzájemné spolupráci a výměně dat (Drahotský & Řezníček, 2003).

„Každý článek řetězce sdílí informace o prodeji, objednávkách a zásobách s ostatními články, přičemž partnerské vztahy v řetězci musí být vícestranné“. Uplatnění technologie QR je podobné principu JIT v celém zásobovacím řetězci od dodavatele surovin až ke konečnému spotřebiteli (Sixta & Mačát, 2005, str. 256).

Princip této technologie je založen na okamžitém přenosu správných informací o poptávce od maloobchodníků k výrobcí na základě elektronické výměny dat EDI s cílem monitorování stavu zásob a chování zákazníků pomocí čárových kódů. Technologie QR klade důraz na spokojenost zákazníků jako klíčový prvek fungování podniku. S její implementací je spojeno vyjednávání mezi partnery dodavatelského řetězce, na jehož základě se stanoví společné cíle, rozsah spolupráce a možné využití z některých výrobních nebo logistických technologií (Lukoszová & kolektiv, 2012).

Mezi přínosy této technologie řadí Sixta & Mačát (2005) zrychlení toků informací a snížení stupně nejistoty v rozhodování, kontrolu zásob, která umožňuje snížení zásob a objednávat je možné každý den, snížení rozsahu manipulace se zbožím nebo zkrácení doby odezvy na objednávané zboží.

3.3 Skladování

Skladování hraje v rámci logistického systému podniku důležitou roli. Ve spojení s dalšími logistickými činnostmi poskytuje zákazníkům podniku potřebnou úroveň zákaznického servisu (Lambert, et al., 2000). *„Zabezpečuje uskladnění produktů v místech jejich vzniku a mezi místem vzniku a místem spotřeby a poskytuje managementu informace o stavu, podmínkách a rozmístění skladovaných produktů“* (Sixta & Mačát, 2005, str. 131).

Za skladování jako součást logistického řetězce budeme považovat: „*soubor činností spojených s pořizováním, udržováním zásob a zejména dodávkami skladovaných položek podle požadavků přímým zákazníkům na nějakém místě logistického nebo dodavatelského systému včetně uskutečnění s tím spojených nezbytných rozhodovacích procesů*“ (Gros, et al., 2016, str. 281).

Sklad představuje pro provozovatele významnou nákladovou položku, ale kvůli iracionálnímu kupnímu chování zákazníka je nezbytné zboží skladovat. K udržení rozmanitosti výrobků na trhu odběratele se bez skladových kapacit potřebných k vyrovnání množství přísunu a odsunu zboží téměř žádný podnik neobejde (Stehlík & Kapoun, 2008).

Podle Gros et al. (2016) se pojetí funkce skladu během vývoje logistiky změnilo a můžeme hovořit o historické a nové funkci skladů.

Historická funkce skladů spočívala v tom, že sklad vykonával funkci zásobníku, který absorboval plánem generované výrobky, polotovary, díly atd. Z pohledu základních metod řízení materiálových toků šlo o uplatnění principu tlaku (Gros, et al., 2016). V principu tlaku jsou plány výroby založeny na kapacitě výrobního závodu a vyrábí se množství zboží s očekáváním prodeje. Pokud dochází k rychlejší produkci nad prodejem, začínají se výrobky hromadit ve skladu. Skladování v systému tlaku pomáhá absorbovat nadměrnou produkci (Lambert, et al., 2000).

Nové pojetí skladů se vymezuje jako poskytovatel vyšší úrovně služeb jeho zákazníkům. Činnosti realizované v skladovacím systému zvyšují hodnotu pro navazujícího partnera v dodavatelském systému. Nové pojetí se uplatňuje na principu tahu. Proto sklad, výrobce a další prvky dodavatelského systému vycházejí při realizaci dodávek z požadavků zákazníka (Gros, et al., 2016). Současné systémy tahu závisí na informacích z trhu. Monitorují neustále poptávku po produktu. Není tedy nutné skladovat a vytvářet zásoby. Skladování namísto toho slouží jako průtokové centrum, které nabízí vyšší úroveň servisu, neboť přesouvá zásoby blíže k zákazníkovi (Lambert, et al., 2000).

Skladování má podle Drahotského & Řezníčka (2003) tři základní funkce: přesun produktů, uskladnění produktů a přenos informací o skladovaných produktech. V poslední době se klade zvýšený důraz na funkci přesunu produktů, neboť podniky se všeobecně zaměřují na zlepšování obratu zásob a urychlování pohybu objednaného zboží z výroby ke konečné expedici.

- Přesun produktů můžeme dále rozdělit na jednotlivé kroky přesunu na příjem zboží, transfer či ukládání zboží, kompletaci zboží podle objednávky, překládku zboží a expedici zboží. Tyto fáze představují tok zboží od příjmu zboží na skladě až po jeho vyskladnění.
- Uskladnění produktů se dělí na přechodné a časově omezené uskladnění. Přechodné uskladnění je nezbytné pro doplňování základních zásob a u časově omezených uskladnění mluvíme o nárazových zásobách, které jsou způsobeny sezónní nebo kolísavou poptávkou a držbou výrobků z důvodu spekulativního nákupu.
- Přenos informací ve skladování se týká údajů o stavu zásob, pohybu zásob, pozici zásob ve skladě, vstupních a výstupních dodávkách a využití skladovacích prostor (Sixta & Mačát, 2005).

Využití čárových kódů velmi usnadňuje evidenci materiálu a zboží na skladu. Načtením čárového kódu pomocí čtečky se skladníkovi zobrazí informace o daném materiálu nebo zboží, které je přičteno nebo odečteno ze skladu (Drahotský & Řezníček, 2003).

3.4 Dopravní logistika

Dopravu jako nositele hmotných toků představuje Svoboda (2006, str. 9) jako „*specifickou lidskou činnost, již se provádí cílevědomé přemístění osob a hmotných statků, které se svými (nehmotnými) efekty projevuje ve sledovaném systému.*“

Dopravní logistika se zabývá koordinací, synchronizací a celkovou optimalizací všech hmotných i nehmotných procesů při pohybu zásilek v dopravní síti. Do řešení se zahrnují také problémy manipulace, skladování, balení a servisních služeb. Klíčovým článkem celého dopravního řetězce je zákazník (Získal & Havlíček, 2009).

Cílem dopravní logistiky je maximalizovat efektivnost oběhových procesů za pomoci řídicího systému, který optimalizuje celkový efekt oběhového procesu s využitím exaktních a heuristických metod. Komponenty oběhového procesu je myšlena doprava, řízení zásob, manipulace s materiálem, balení, distribuce, skladování a také komunikační, informační a řídicí systémy (Drahotský & Řezníček, 2003).

Přesun materiálu a zboží z místa vzniku do místa spotřeby, anebo až do konečného místa likvidace je hlavní logistickou činností. Zajištění přepravy zahrnuje výběr způsobu

přepravy, výběr přepravní trasy, dodržení předpisů země, kde přeprava probíhá, a v neposlední řadě výběr dopravce. Ve srovnání s ostatními logistickými činnostmi představuje doprava často největší samostatnou nákladovou položku (Lambert, et al., 2000).

3.4.1 Silniční automobilová doprava

Silniční automobilová doprava je v České republice nejrozšířenějším druhem nákladní dopravy. Je vhodná pro zabezpečení přímé dopravy zboží na krátké a střední vzdálenosti. Díky své rychlosti a spolehlivosti se hodí pro uplatnění v logistických systémech. Její flexibilita je dána především hustotou silniční sítě a umožňuje nejširší pokrytí na trhu. Pro svou univerzálnost se objem zboží přepravovaného autodopravci stále zvyšuje (Lambert, a další, 2000).

V pozemní přepravě je silniční nákladní doprava nejrychleji se rozvíjejícím dopravním oborem. Mezi její přednosti se řadí relativní rychlost, bezproblémová dostupnost, operativnost a rychlá přizpůsobivost požadavkům trhu. Silniční nákladní doprava se z obchodně-organizačního hlediska dělí do tří samostatných částí:

- celovozová přeprava,
- přeprava kusových zásilek, která se provádí nejčastěji sběrnou službou,
- speciální přeprava, kde zásilky vyžadují zvláštní péči; jedná se o nadměrné přepravy, přepravu zvířat, přepravu nebezpečných látek, nebo přepravu zboží s kontrolovanou teplotou (Novák, et al., 2011).

3.4.2 Silniční přeprava nebezpečných věcí a dohoda ADR

Pro snížení rizik a stanovení společných postupů ve silniční přepravě byla vytvořena Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí, také známá jako Dohoda ADR.

Dohoda ADR pokládá za nebezpečné věci všechny předměty, látky nebo materiál, které by při dopravní nehodě nebo mimořádné události mohly negativně působit na zdraví zvířat nebo lidí, podílet se na ohrožení životů zvířat a lidí nebo mít negativní účinky na životní prostředí. Mezi vlastnosti těchto nebezpečných věcí patří zejména výbušnost, hořlavost, jedovatost, žíravost nebo i radioaktivita (Novák, et al., 2011).

K 1. lednu 2018 dle BOZP (2018) byly smluvními stranami Dohody ADR tyto státy: Albánie, Andorra, Ázerbájdžán, Belgie, Bělorusko, Bosna a Hercegovina, Bulharsko, Česká republika, Černá Hora, Dánsko, Estonsko, Finsko, Francie, Chorvatsko, Irsko, Itálie,

Kazachstán, Kypr, Lichtenštejnsko, Litva, Lotyšsko, Lucembursko, Maďarsko, Malta, Makedonie, Maroko, Moldavsko, Německo, Nizozemsko, Norsko, Polsko, Portugalsko, Rakousko, Rumunsko, Rusko, Řecko, Slovensko, Slovinsko, Spojené království Velké Británie a Severního Irska, Srbsko, Španělsko, Švédsko, Švýcarsko, Tunisko, Turecko a Ukrajina.

Důležitou součástí Dohody ADR jsou dvě přílohy. V příloze A je uvedeno, které nebezpečné látky a předměty je možno převážet a za jakých podmínek, a které jsou z přepravy vyloučeny, dále jsou zde uvedeny druhy obalů pro jednotlivé typy nebezpečných látek. Tyto látky jsou rozřazeny do sedmi tříd podle typu nebezpečných látek.

V příloze B jsou uvedena ustanovení o silničních dopravních prostředcích, které jsou určeny pro přepravu nebezpečných věcí a způsoby jejich manipulace během nakládky a vykládky (Novák, et al., 2011).

Během přepravy nebezpečných věcí by u sebe měl mít řidič potřebné doklady. Jedná se o přepravní doklady, na kterých by měly být zmíněny údaje o přepravované látce, obalová skupina nebo kód omezení vjezdu do tunelů. Tento doklad by měl být vystaven v jazyce odesílatele, v mezinárodní přepravě je povinnost mít tyto dokumenty i v jednom z mezinárodních jazyků, angličtině, němčině nebo francouzštině. Dále by v kabině řidiče nemělo chybět osvědčení o schválení vozidla k přepravě nebezpečných věcí a osvědčení o školení řidiče v zacházení s nebezpečnými věcmi (BOZP, 2018).

3.4.3 AETR

Evropská dohoda o práci osádek vozidel v mezinárodní silniční dopravě neboli Dohoda AETR sjednocuje mezinárodní pravidla pro činnost osádek (řidičů) v nákladní i osobní dopravě. Tato dohoda platí pro řidiče českých dopravců pro cesty do nečlenských zemí EU. Pro silniční dopravu uvnitř Evropské unie a vnitrostátní dopravu v ČR je tato problematika rozpracována v nařízení ES č. 561/2006 a EHS č. 3821/85. Pravidla dohody AETR a nařízení ES č. 561/2006 platí pro přepravu věcí o maximální hmotnosti vyšší než 3,5 tuny včetně přívěsu nebo návěsu a podmínky dodržování jsou až na výjimky v obou případech téměř totožné (Novák, et al., 2011).

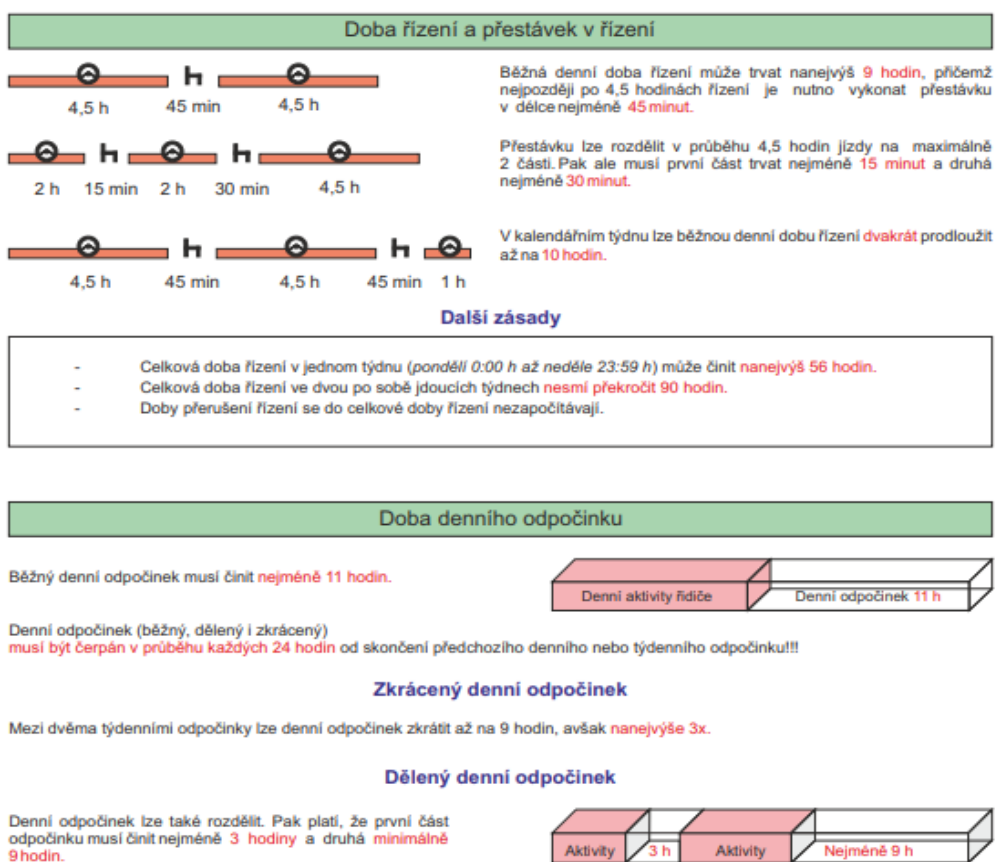
Dohoda AETR a Nařízení ES č. 561/2006 a EHS č. 3821/85 řeší problematiku:

- minimálního věku řidičů,
- rozvržení denní, týdenní a dvoutýdenní doby řízení,

- bezpečnostní přestávky,
- dobu odpočinku mezi jednotlivými jízdami,
- kontrolních zařízení,
- opatření zajišťující dodržování Dohody (Lomňančík & Čiháková, nedatováno).

Na obrázku č. 5 jsou vidět zásady doby řízení a přestávek v řízení a dobu denního odpočinku povinného pro řidiče silniční automobilové dopravy ze článků 6, 7 a 8 Dohody AETR.

Obrázek 5 Základní zásady Dohody AETR



Zdroj: (CSPSD, 2019)

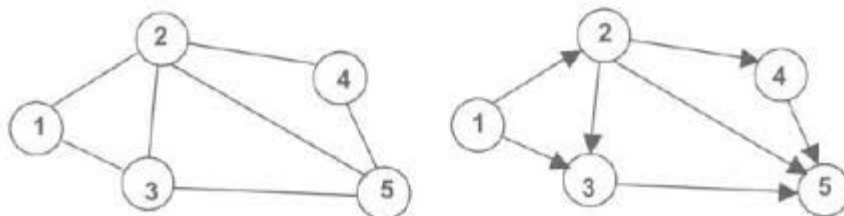
3.5 Teorie grafů

Mnoho reálných systémů je možné si znázornit pomocí grafu, které se skládají z uzlů a hran. Uzly v grafu většinou představují místa rozvozu nebo distribuční centra a hrany jsou cesty, které tato místa spojují. Grafu se v tomto případě využívá z důvodu jeho názornosti a srozumitelnosti, jak reálný systém dokáže představit (Jablonský, 2007).

„Grafem rozumíme dvojici množin $G=\{V,E\}$, kde V je konečná neprázdná množina, nazývaná množina vrcholů (uzlů) a E je množina hran skládající se z dvouprvkových podmnožin množiny V .“ Takto definovaný graf G nazýváme neorientovaný graf, protože hrana nemá danou orientaci, ze kterého uzlu, do kterého směřuje (Pelikán, 2001, str. 159). Naopak graf, který má určený směr pohybu mezi uzly se nazývá orientovaný graf. Vrcholy mohou být představovány například jako města na mapě a hrany jsou spojnice mezi nimi, jde tedy o cesty.

Grafy mají na základě reálných systémů také kvantitativní charakter. Pokud je každé hraně určena hodnota, mluvíme o hranově ohodnoceném grafu. Uzlově ohodnocený graf nazveme ten graf, který má hodnotu přiřazenu ke každému uzlu (Šubrt, 2011).

Obrázek 6 Neorientovaný a orientovaný graf



Zdroj: (Jablonský, 2007)

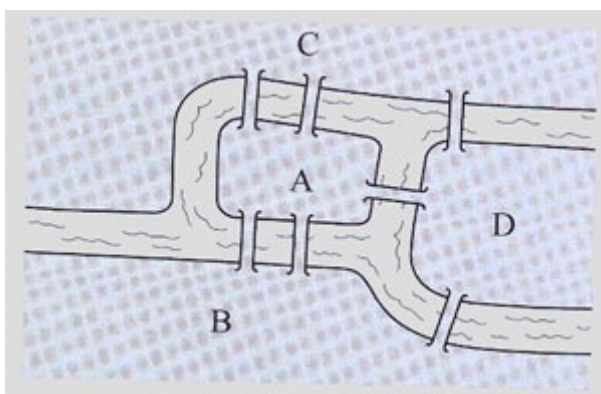
Posloupnost navzájem na sebe navazujících hran, která začíná v uzlu u_i a končí v uzlu u_j je cesta v grafu mezi uzlem u_i a u_j . Dále můžeme cestu v grafu rozlišit na orientovanou cestu nebo neorientovanou cestu, záleží na tom, jestli cesta probíhá v orientovaném nebo neorientovaném grafu (Jablonský, 2007). Kdybychom chtěli ještě upřesnit, zda končí cesta v jiném uzlu, než začala, použijeme termín otevřená cesta. Posloupnost, která začíná a končí ve stejném uzlu, se nazývá cyklus (Fábry, 2011). Pokud cyklus obsahuje všechny vrcholy grafu hovoříme o Hamiltonově cyklu (Pelikán, 2001).

Pokud uzel grafu u propojuje další uzel hranou v říkáme, že spolu uzel u a hrana v incidují. Uzly, které spojuje stejná hrana, nazýváme sousedními uzly. Množina všech sousedních uzlů uzlu u představuje okolí uzlu u (Šubrt, 2011).

V roce 1736 švýcarský matematik Leonhard Euler dokázal neřešitelnost známé úlohy o sedmi mostech města Königsberg. V této úloze se Euler snažil najít řešení problému přechodu přes mosty propojující dva ostrovy na řece Pregolji. Úkolem bylo vyjít z libovolného místa (vrcholu), projít přes všechny mosty právě jednou a vrátit se na výcho-

zí místo (Fábry, 2011). Podle Eulera by byla úloha řešitelná pouze pokud by všechny vrcholy měly sudý počet hran (Cook, 2012). Na obrázku č. 7 je zobrazen náčrtek úlohy se sedmi mosty města Königsberg.

Obrázek 7 Úloha se sedmi mosty města Königsberg



Zdroj: (Hrábek, 2018)

Pomocí teorie grafů lze řešit celou řadu optimalizačních úloh. Mezi ty nejznámější patří hledání optimální cesty, maximálního toku a optimální spojení míst v síti (Fábry, 2011).

3.6 Lineární programování

Lineární programování je vědní disciplína zabývající se problémy, které souvisí s hledáním vázaných extrémů funkcí více proměnných, jejichž omezující podmínky mají tvar lineárních rovnic a nerovnic (Luňáček & Heralecký, 2009).

Rozložením termínu lineární programování si můžeme vyjádřit podstatu tohoto odvětví operačního výzkumu. Slovo „lineární“ vyjadřuje, že všechny vazby v modelech lineárního programování jsou lineárního charakteru a slovo „programování“ je spojeno s vytvářením programů budoucího vývoje nebo plánováním (Jablonský, 2007).

Bylo by vhodné nadefinovat si 2 základní pojmy lineárního programování – přípustné a optimální řešení. Jablonský (2007, str. 41) tvrdí, že „přípustné řešení je takové řešení, které vyhovuje všem podmínkám úlohy, tzn. vlastním omezením i podmínkám nezápornosti.“ a podle Fábryho (2011, str. 31) „optimální řešení úlohy lineárního programování je přípustné řešení s nejlepší hodnotou účelové funkce.“

Cílem lineárních optimalizačních modelů je na základě kritéria účelové funkce nalézt optimální rozsah modelovaných procesů. Výhodou lineárního programování je existence jednoduchého obecně využitelného algoritmu řešení – simplexového algoritmu. Každé přípustné řešení v modelu je testováno, dokud není nalezena optimální hodnota účelové funkce. Řešení je optimální v tom případě, když žádné přípustné řešení už nezlepší hodnotu účelové funkce (Šubrt, 2011).

Abychom mohli určit optimální řešení úloh lineárního programování, je nutné se nejdříve zabývat vymezením charakteristik problému, vytvořit vazby mezi těmito charakteristikami a zhotovit přehled o vazbách a charakteristikách formou modelu. Přitom vycházíme z toho, že jde o modely lineární (existuje přímá úměrnost mezi parametry modelu), deterministické (popisujeme je s jistotou, protože neobsahují náhodný prvek) a statické (dochází ke konstrukci modelu, který je v určitém časovém období neměnný) (Luňáček & Heralecký, 2009).

Model lineárního programování je popsán daným ekonomickým problémem v podobě ekonomického modelu, jehož hlavními prvky jsou: cíl rozhodování, procesy a činitelé. Cíl rozhodování vychází z nespokojenosti rozhodovacích subjektů se současným stavem a je impulzem k vypracování analýzy systému. Procesy probíhající v modelu jsou nástrojem pro ovlivňování cílů (např. velikost produkce ovlivňuje celkový zisk firmy). Činitelé jsou prvky, které omezují probíhající procesy (výrobní závod má omezení v kapacitě produkce) (Fábry, 2011).

Ekonomický model představuje jakési zadání pro sestavení matematického modelu. Cílem matematického modelu je najít extrém lineární funkce (maximum nebo minimum). Funkce, která bude hodnotu tohoto extrému vyjadřovat, nazveme účelovou nebo kritériální funkcí. Procesy v ekonomickém modelu představují strukturní proměnné v modelu matematickém, jejichž hodnoty jsou vykládány jako úrovně jednotlivých procesů. Činitele v matematickém modelu reprezentují lineární rovnice nebo nerovnice (Jablonský, 2007).

Na obrázku č. 8 můžeme vidět tabulku s prvky ekonomického a matematického modelu lineárního programování.

Obrázek 8 Prvky ekonomického a matematického modelu lineárního programování

	Ekonomický model	Matematický model	Příklady
Čeho chceme dosáhnout?	cíl analýzy	účelová funkce	maximalizace zisku minimalizace nákladů minimalizace rizika
Co můžeme ovlivnit?	procesy	proměnné	velikost produkce přepřavované množství velikost investice
Jaké jsou překážky?	činitelé	omezující podmínky	daná výrobní technologie omezená zásoba surovin kapacita lidských zdrojů finanční rozpočet

Zdroj: (Fábry, 2011)

Model lineárního programování je tvořen čtyřmi hlavními komponenty:

- proměnnými,
- omezujícími podmínkami,
- účelovou (kriteriální) funkcí,
- podmínkami nezápornosti proměnných.

Proměnné by měly být při sestavování modelu lineárního programování určeny jako první. Představují totiž jednotlivé procesy, které nás při hledání rozhodnutí zajímají. U proměnných by měly být stanoveny jednotky.

Omezující podmínky určují přípustné kombinace vytvořených procesů a tvoří je lineární rovnice a nerovnice. Levou stranu omezujících podmínek určuje skalární součin hodnot proměnných a koeficientů množství využití zdroje a na pravé straně je konstanta, která představuje velikost kapacity zdroje nebo stanovený požadavek. Rozlišujeme tři povahy omezujících podmínek:

- 1) kapacitní, které určují nemožnost překročit množství daného zdroje,
- 2) požadavkové, u kterých chceme dosáhnout alespoň dané množství produkce,

- 3) určení, které nám udává přesné množství výstupu, jenž bychom chtěli dosáhnout (Šubrt, 2011).

Účelová funkce nám určuje závislost hodnoty využitého faktoru (proměnné) a cenových koeficientů, které nám v modelu udávají velikost přínosu nebo nežádoucích účinků na jednotku faktoru. Účelová funkce nám představuje cíl řešení problému, kde přínosy se snažíme maximalizovat a nežádoucí účinky minimalizovat.

Podmínky nezápornosti jsou v modelu nadefinovány, protože proměnné v ekonomických problémech vyjadřují úroveň procesů, které mají buď kladný (máme určitou úroveň produkce) nebo nulový charakter (nedochází k výrobě) (Luňáček & Heralecký, 2009).

Podle Jablonského (2007) by měl obecný tvar modelu lineárního programování mít tuto formu:

- 1) účelová funkce – maximalizace (minimalizace)

$$z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \quad (1)$$

- 2) omezující podmínky

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n &\leq b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n &\leq b_2 \\ &\cdot \\ &\cdot \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n &\leq b_m \end{aligned} \quad (2)$$

- 3) podmínky nezápornosti

$$x_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

legenda modelu

m = počet vlastních omezení,

n = počet strukturních proměnných v modelu,

$c_j, j = 1, 2, \dots, n$ = cenový koeficient příslušející j -té proměnné,

$b_i, i = 1, 2, \dots, m$ = hodnota pravé strany příslušející i -tému vlastnímu omezení,

$a_{ij}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$ = strukturální koeficient, vyjadřující vztah mezi i -tým činitelem a j -tým procesem.

Modely lineárního programování nacházejí uplatnění v řešení mnoha ekonomických problémech. Můžeme si zmínit úlohy výrobního plánování, směšovací a nutriční problémy, rezné úlohy, optimalizaci portfolia, dopravní nebo přiřazovací problém (Fábry, 2011).

3.7 Dopravní problémy

Dopravní úlohy tvoří speciální skupinu úloh lineárního programování. Jsou mezi ně zařazovány například problémy jednostupňové, dvoustupňové, přiřazovací, okružní a mnoho dalších. Všechny tyto úlohy se dají vyjádřit pomocí lineárních modelů. U některých úloh se dají k řešení použít speciální metody, u jiných by velikost modelu i při malé velikosti úlohy vyžadovala výpočetní kapacitu, která neumožní efektivně nalézt jejich přesné teoretické optimum (Šubrt, 2011).

Distribuční úlohy, které řešeny pomocí metod operačního výzkumu, využívají tzv. statický přístup. Tedy než se snažíme najít optimální řešení, známe už všechny informace potřebné k vyřešení problému a podmínky se nám už nemění. V reálných situacích musí firmy reagovat na požadavky, které docházejí až po nalezení optimálního řešení. Vystává otázka, kdy a kdo požadavek obslouží. Tento problém je spojen s tzv. dynamickým přístupem (Fiala & kolektiv, 2010).

3.7.1 Okružní dopravní úlohy

U okružních dopravních úloh je třeba určit optimální posloupnost míst, která musí dopravní prostředek postupně navštívit, obsloužit a vrátit se na výchozí místo. Typický je rozvoz zboží od výrobce nebo distribučního centra do prodejen. K formálně stejným modelům vedou problémy obchodního zástupce, který musí navštěvovat zákazníky firmy, tato aplikace je nazvána tzv. „problém obchodního cestujícího“. V praxi jsou hledána řešení s nejnižšími přepravními náklady, nejkratší délkou trvání okruhu apod. (Gros & Dyntar, 2015).

Úloha okružního dopravního problému se dá velmi snadno formulovat, ale je velmi obtížné ji vyřešit. Úloha patří mezi tzv. NP-úplné problémy, kterým s přibývajícím omezeními podmínkami (přidání dalších míst do trasy) roste složitost výpočtu, a tím dochází k nárůstu času potřebného pro kalkulaci modelu. Pro řešení okružních dopravních problémů byla zkonstruována řada heuristických algoritmů (Cook, 2012).

3.7.2 Jednookruhový okružní dopravní problém

Jedním z podtypů dopravních úloh jsou okružní dopravní problémy, také nazývané úloha obchodního cestujícího. Protože jde o vyřešení problému jednoho okruhu, který obslouží jediné vozidlo, není potřeba v úloze uvažovat kapacitu obsluhujícího vozidla, protože požadavky zákazníků jsou nevýznamné v návaznosti na charakter úlohy. V praktických úlohách zákazníci často zadávají tzv. časová okna, tedy časový interval, ve kterém chtějí být zákazníci obslouženi (Fiala & kolektiv, 2010).

Problém obchodního cestujícího může být popsán následovně: Najdi nejkratší cestu pro obchodníka začínající v daném městě, navštívením všech skupin měst a navrácením se do výchozího místa. Je dána symetrická matice $D = (d_{ij})$ tvaru $n \times n$, kde d_{ij} představuje „vzdálenost“ z i do j , uspořádej města do takového pořadí, aby součet d_{ij} mezi následujícími místy byl minimální. Protože může být pouze konečný počet možností (nejvýše $((n-1)!)/2$), uvážíme že, problémem je navrhnout metodu rozeznávající takové uspořádání míst, které je opravdu efektivní pro poměrně velké hodnoty n (Dantzig, et al., 1954)

V matematickém modelu okružního dopravního problému se zavádějí bivalentní proměnné $x_{ij}, i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, n$, kde hodnota 1 určuje, že trasa mezi místem A_i a A_j bude zahrnuta do okruhu a naopak hodnota 0 udává, že tato trasa nebude součástí okruhu (Jablonský, 2007).

Matematický model jednookruhového okružního dopravního problému vypadá následovně:

Máme najít minimum lineární funkce

$$z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \text{MIN} \quad (4)$$

za podmínek

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

$$u_i - u_j + n x_{ij} \leq n - 1 \quad i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, n; i \neq j \quad (7)$$

$$x_{ij} \in \{0; 1\} \quad i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

„Okružní trasu můžeme popsat tak, že ke každému místu, které projíždíme přiřadíme místo, které je na okružní trase následuje“ (Šubrt, 2011, str. 103).

3.7.2.1 Metoda nejbližšího souseda

Metoda nejbližšího souseda je založena na úvaze, že přidání nejbližšího místa k poslednímu zvolenému místu je tím nejlepším řešením. Ze začátku tomu tak doopravdy je, ale s přibývajícím kroky dochází k nárůstu délky trasy z důvodu přidání do trasy i vzdálených míst, o kterých se dříve neuvažovalo, protože metoda nezkoumá trasu z celku, ale pouze následující krok vpřed (Cook, 2012).

Postup řešení:

Krok 1. Zvol si první vrchol trasy a vyškrtni si jeho řádek.

Krok 2. K poslední zvolenému vrcholu trasy přidej do trasy z matice vzdáleností nejbližší vrchol od předchozího vrcholu. Označ si jeho řádek, aby nedošlo k novému přidání vrcholu do trasy.

Krok 3. Opakuj krok 2, dokud nejsou do trasy přidány všechny vrcholy z matice.

Krok 4. Vrať se do výchozího vrcholu (Pelikán, 2001).

Pro nalezení nejmenší hodnoty účelové funkce je nutné zvolit všechna místa trasy jako výchozí a potom si okruh posunout podle potřeby vyjetí s předem vybraného místa (Kučera, 2009).

3.7.2.2 Metoda ztrát

Metoda ztrát, v zahraniční literatuře označována jako „loss method“, jinak také nazývána podle jejího tvůrce Vogelova metoda (Kučera, 2009). Metoda byla prvotně vytvořena pro jednostupňovou dopravní metodu, ale pro okružní dopravní problém ji upravil Webb (Webb, 1971) a dále zobecnili Van den Cruyssen a Rijckaert (van der Cruyssen & Rijckaert, 1978)

Výhodnost metody je založena v tom, že zajišťuje v průběhu výpočtu rovnoměrné obsazování spojů. Toho je dosahováno tím, že využívá rozdílů mezi dvěma nejvýhodnějšími sazbami v řadách (sloupcích) v matici sazeb.

Postup řešení:

Krok 1. Vypočti diference mezi dvěma nejnižšími sazbami (vzdálenostmi) v každém řádku a sloupci.

Krok 2. Vyber místo s největší hodnotou difference a přidej ho do trasy. Vyškrtni řádek i sloupec s přidaným místem, zde se už difference nebudou počítat a zamezí se tím i ukončení okruhu před přidáním všech vrcholů.

Krok 3. Opakuj krok 2, dokud nejsou do trasy přidána všechna místa. Nakonec se vrať do výchozího bodu (Šubrt, 2011).

3.7.2.3 Metoda výhodnostních čísel

Jde o jednu z nejstarších, ale přitom často používaných metod pro okružní úlohy, kterou navrhli Clarke a Wright pro optimální plánování tras rozlišného vozového parku s různými kapacitami z centrálního skladu pro velký počet doručovacích míst (Clarke & Wright, 1964). V zahraniční literatuře je tato metoda nazývána „savings method“ (Kučera, 2009).

Postup řešení:

Krok 1. „Spočteme matici výhodnostních čísel $s_{ij} = d_{i1} + d_{1j} - d_{ij}$ pro $i, j = 2, 3, \dots, n; i \neq j$, kde $D = \{d_{ij}\}$ je matice nejkratších vzdáleností mezi vrcholy grafu.

Krok 2. Setřídím čísla s_{ij} sestupně.

Krok 3. Podle setříděných čísel s_{ij} postupně spojujeme vrchol i s uzlem j tak, aby vznikl výsledný cyklus“ (Pelikán, 2001, str. 145).

Při spojování vrcholů do okruhu si musíme dát pozor, abychom nevytvořili předčasný cyklus. Raději si po přidání trasy vyškrtneme sloupec i řádek v matici výhodnostních čísel, tím tomuto problému zamezíme.

Kučera (2009) doporučuje použít všechny vrcholy jako výchozí a poté vybrat okruh s nejnižší hodnotou účelové funkce.

3.7.3 Vkládací algoritmus

Při vysokém počtu zákazníků je v úloze obchodního cestujícího s časovými okny stejně jako bez časového omezení výhodnější namísto re-optimalizace použít vkládací algoritmus. Dalším důvodem, proč zvolit vkládací algoritmus, je v situacích, kdy důležitou roli hraje čas a dispečer se musí rozhodnout co nejdříve po obdržení nového požadavku. Pokud dispečer přijmeme nový požadavek, zákazník je vmístěn do naplánované trasy mezi

dva po sobě následující zákazníci podle kritéria prodloužení stávající trasy, kterou minimalizujeme (Fiala & kolektiv, 2010).

„Nejdříve si musíme nadefinovat $M \subset \{2, 3, \dots, n\}$ množinu měst, která ještě nebyla zařazena z tras a průběh vektoru bude zapsán do vektoru $tr = (tr(1), tr(2), \dots, tr(s))$, kde $tr(1) = tr(s) = 1$. Každá uvažovaná změna musí splňovat podmínku P1 pro rozvozy a P2 pro svozy, kde L představuje maximální délku trasy svozu do distribučního centra.

$$P1: \sum_{i=1}^{s-2} c_{tr(i),tr(i+1)} \leq L \quad (9)$$

$$P2: \sum_{i=1}^{s-1} c_{tr(i),tr(i+1)} \leq L \quad (10)$$

Krok 1: Označíme k místo s nejkratší vzdáleností c_1 a vytvoříme trasu $tr(1) = 1$, $tr(2) = k$, $tr(3) = 1$, položíme $s = 3$. Místo k odstraníme z množiny M . Pokud je M prázdná, výpočet končí.

Krok 2: Hledejme místo k z množiny M , která splňuje

- minimalizuje číslo $d = c_{tr(i),k} + c_{k,tr(i+1)} - c_{tr(i),tr(i+1)}$ pro všechny $i = 1, 2, \dots, s - 1$ a $k \in M$
- pro rozšíření trasy tr o místo k vložením tohoto místa mezi místo $tr(i)$ a $tr(i+1)$, kde i minimalizuje hodnotu d , tato trasa splňuje podmínku P1, resp. P2.

Krok 3: Rozšíříme trasu tr o místo k vložením tohoto místa mezi místo $tr(i)$ a $tr(i+1)$, kde i minimalizuje hodnotu d , zvýšíme s o 1 a místo k odstraníme z množiny M . Pokud je M prázdná, výpočet končí, jinak pokračujeme krokem 2“ (Pelikán & Kořenář, 2007, str. 115-116).

3.7.4 Re-optimalizace trasy po přidání zákazníka

Při re-optimalizaci trasy dochází po přijetí nového požadavku k přepočítání zbývajících částí okruhu s přidáním nového požadavku. Může nastat situace, kdy nový požadavek nelze uspokojit a jeho splnění je po domluvě se zákazníkem přesunuto na další pracovní den. Matematický model pro re-optimalizaci vypadá následovně:

$$\text{minimalizovat } z = \sum_{i \in U_N} \sum_{j \in U_N} c_{ij} x_{ij} \quad (11)$$

za podmínek

$$\sum_{\substack{j \in U_N \\ j \neq j_{next}}} x_{ij} = 1 \quad i \in U_N - \{1\} \quad (12)$$

$$\sum_{\substack{i \in U_N \\ i \neq 1}} x_{ij} = 1 \quad j \in U_N - \{j_{next}\} \quad (13)$$

$$u_i - u_j + |U_N| \cdot x_{ij} \leq |U_N| - 1 \quad i \in U_N, j \in U_N - \{j_{next}\}, i \neq j \quad (14)$$

$$x_{ij} \in \{0; 1\} \quad i, j \in U_N \quad (15)$$

kde U_N je množina míst, které mají být ještě navštívena. Index j_{next} odpovídá zákazníkovi, ke kterému vozidlo směřuje v době přijetí nového požadavku, a proto se pro následující trasu stává výchozím místem (Fiala & kolektiv, 2010).

3.7.5 Víceokruhový okružní dopravní problém

Víceokruhový okružní dopravní problém je také znám pod názvem rozvozní úlohy. Mezi tyto třídy úloh náleží i problémy spojeny s požadavky zákazníků na odvoz zboží, materiálu nebo odpadu. To znamená, že rozvozní problémy řeší i úlohy svozu, které ale nejsou od řešení rozvozu rozdílné (Fiala & kolektiv, 2010)

Existují převážně dva důvody, proč je nutné realizovat přepravu více okruhy, a to kapacitní a časové omezení. U kapacitního omezení řešíme problém, kde máme centrální uzel (distribuční centrum), z/do kterého rozvážíme/svážíme zboží vozidly, aby v každém okruhu součet požadavků nepřekročil kapacitu vozidla. Celková ujetá vzdálenost by měla být minimální. U časového omezení máme provést rozvoz/svoz do určitého termínu a ujet co nejkratší vzdálenost. Z centrálního místa musíme tedy uspokojit určitý počet necentrálních míst a dodržet časový limit pro obsluhu jednotlivých míst (Kučera, 2009).

3.7.5.1 Mayerova metoda

Mayerova metoda je určena pro rozdělení kapacitně omezeného víceokruhového okružního dopravního problému do jednotlivých okruhů, ale neřeší samotný problém roz-

vozu. Jednotlivé okruhy jsou sestavovány sekvenčním způsobem a vhodné řešení je získáno až aplikací jedné z metod pro jednookruhový okružní dopravní problém (Kučera, 2009).

Postup řešení:

Krok 1. Seřaď si jednotlivé uzly od nejbližšího uzlu od uzlu výchozího (distribuční centrum).

Krok 2. Přidej nejbližší uzel od výchozího uzlu do řešení a označ si jeho řádek, aby nedošlo k opětovnému přidání do jiné trasy.

Krok 3. Najdi nejbližší uzel k předchozímu uzlu a ověř, jestli nebude překročena kapacita vozidla. Pokud ne, přidej uzel do řešení, jinak ukonči trasu a pokračuj od kroku 2 s novou trasou a označ si řádek s přidaným uzlem.

Krok 4. Pokračuj podle kroku 3, dokud není naplněna kapacita vozidla.

Krok 5. Pokud nejsou roztrženy všechny uzly, začni od kroku 2 (Šubrt, 2011).

3.7.5.2 Fernandez de la Vega – Luekerova metoda

Fernandez de la Vega – Luekerova (FVL) metoda aplikovaná na kapacitně omezený víceokruhový okružní dopravní problém řeší problém podobně jako Mayerova metoda, jak rozmístit n odběratelských míst určených vahami (kapacitními požadavky) do minimálního počtu okruhů u heterogenních vozidel.

V FVL metodě se rozdělíme jednotlivé kapacity do malých a velkých vah, kde úroveň hranice mezi vahami záleží na přesnosti řešení. Věci s velkými vahami jsou zařazeny do okruhů optimálně a malé váhy metodou „first fit“ (hladový algoritmus).

Metoda má 2 základní varianty, vzdálenostně zaměřenou metodu FVL a kapacitně zaměřenou metodu FVL. Rozdíl mezi těmito úpravami je založen na tom, jak jsou rozmístěny malé váhy do řešení.

Vzdálenostně zaměřená FVL metoda funguje na stejném principu jako Mayerova metoda. Nejprve do okruhu zařadíme nejbližší místo od místa centrálního a přidáváme potom nejbližší místa od posledně přidané, přičemž si hlídáme, abychom nepřekročili kapacitu vozidla.

Kapacitně zaměřená FVL metoda nejdříve seřadí sestupně místa z okruhů s velkými kapacitami a poté stejně i s malými kapacitami podle sumy kapacit. Tato místa se pak přidávají do okruhu podle daného pořadí, dokud se nenaplní kapacita „nádoby“ (Kučera, 2009).

3.8 Úloha obchodního cestujícího s časovými okny

Úloha obchodního cestujícího s časovými okny vyžaduje znalost požadavku zákazníka na obsluhu v určeném čase, tzv. časovém okně. U těchto typů úloh rozlišujeme mezi statickým a dynamickým přístupem. U statického přístupu známe všechny informace před zahájením jízdy. U dynamického přístupu jsou dány některé informace předem a ostatní požadavky získáváme až při realizaci jízdy (Fiala & kolektiv, 2010)

3.8.1 Statická úloha obchodního cestujícího s časovými okny

V problému obchodního cestujícího s časovými okny (TSPTW), často užívané variantě problému obchodního cestujícího, musí cestující navštívit každého zákazníka v časovém intervalu, který je nazýván jako časové okno, které určuje nejdříve možný začátek a nejpozději přípustný konec obsluhy zákazníka. TSPTW může vznikat v distribuční logistice jako jsou dodávky bank, poštovní dodávky, sběr průmyslových odpadů, trasování školních autobusů, přeprava spotřebního zboží, plánování pracovních míst, vojenské operace apod., kde nemáme žádné kapacitní omezení (Imdat & Tusan, 2015).

Může dojít k situaci, kdy vozidlo dorazí k zákazníkovi s předstihem, poté musí čekat na začátek obsluhy nebo dorazí až po nejpozději přípustném termínu a buďto dochází k penalizaci nebo není zákazník uspokojen vůbec. Proto musí být k úloze obchodního cestujícího s časovými okny přidány další omezující podmínky k již definovanému v matematickém modelu (5) – (8).

$$e_i \leq \tau_i \leq l_i \quad i = 2, 3, \dots, n \quad (16)$$

$$\tau_i + t_{ij} - M(1 - x_{ij}) \leq \tau_j \quad i = 1, 2, \dots, n; j = 2, 3, \dots, n; i \neq j \quad (17)$$

$$\tau_1 = 0 \quad (18)$$

$$\tau_i \geq 0 \quad i = 2, 3, \dots, n \quad (19)$$

Podmínka (9) určuje, aby došlo k obsluze zákazníka uvnitř časového okna. V podmínce (10) M představuje vysokou konstantu, která má zaručit, že časový interval mezi návštěvou zákazníka j bezprostředně po zákazníkovi i má minimální hodnotu t_{ij} . Pokud vozidlo nepojede k zákazníkovi j od zákazníka i , konstanta M zajistí, aby tato nerovnost byla splněna (Fiala & kolektiv, 2010).

3.8.2 Dynamická úloha obchodního cestujícího s časovými okny

U statického modelu úlohy obchodního cestujícího jsme předpokládali, že všechny potřebné informace známe před započítáním okružní jízdy. V dynamickém modelu mohou během realizace okružní jízdy přicházet další nové požadavky nebo je naopak nějaký zrušen. Pro řešení problému obchodního cestujícího je důležité znát, jak často chodí tyto nové požadavky. K naplánování změny trasy potřebujeme zjistit, kde se zrovna nachází vozidlo na trase, když přijde nový požadavek. Dále musíme znát i vzdálenosti mezi všemi místy v okruhu a rychlost vozidla nebo dobu, za jakou by se měl dostat k následujícímu zákazníkovi (Fiala & kolektiv, 2010).

Podívejme se, k jaké změně dojde během změny ze statického na dynamický model obchodního cestujícího s časovými okny. Označíme si počet známých míst jako n_z , pak celková doba jízdy vozidla je dána následující účelovou funkcí.

$$\text{minimalizovat} \quad T_z = \sum_{i=1}^{n_z} \sum_{j=1}^{n_z} t_{ij} x_{ij} + \sum_{j=2}^{n_z} W_j \quad (20)$$

Při minimalizaci této funkce je důležité respektovat omezující podmínky (5) – (8) a (17) – (19). Výsledkem optimalizace je okruh míst, které má vozidlo postupně navštívit, čas, kdy vozidlo dorazí k zákazníkovi a doba, kdy dojde k obsluze. U zákazníka mohou vzniknout dvě situace:

- 1) Vozidlo dorazí k zákazníkovi před nejdříve možným začátkem obsluhy, proto dochází k čekání u zákazníka po dobu $W_j > 0$.
- 2) Vozidlo dojde k zákazníkovi po nejdříve možném začátku obsluhy, a proto může být obslouženo, tedy $W_j = 0$ (Fiala & kolektiv, 2010).

3.8.3 TSPKOSA

Softwarový modul TSPKOSA slouží k řešení čtyř vybraných metod okružního dopravního problému. Tento modul je vytvořen v programovacím jazyku Microsoft Visual Basic 6.5 a lze ho využít jako rozšíření Microsoft Excel.

Nabízí tyto metody:

- Optimalizační
 - Metoda větví a mezí pro okružní dopravní problém

- Aproximační
 - Metoda nejbližšího souseda (sekvenčně postupující)
 - Clark – Wrightova metoda (paralelně postupující)
 - Vogelova aproximační metoda pro okružní dopravní problém (Krejčí, et al., 2010).

4. Praktická část

4.1 Představení firmy Dachser

Společnost Dachser Czech Republic a.s., je poskytovatelem logistických služeb, založená roku 1930 Thomasem Dachserem, která sídlí v Kemptenu v Německu. Dnes se řadí mezi jednoho z hlavních vůdců v oboru systémové logistiky. Celosvětově zaměstnává přes 29 000 lidí v 396 pobočkách s ročním obratem 6,1 miliardy eur. Za rok 2017 rozvezl přes 81,7 milionů zásilek s celkovou tonáží 39,9 milionů tun.

Služby společnosti Dachser zahrnují přepravní logistiku, skladování a individuální zákaznické služby rozdělené do dvou obchodních divizí: Dachser Road Logistics a Dachser Air & Sea Logistics. Firma nabízí i služby přesahující působnost jednotlivých divizí, jako například kontraktní logistiku a poradenství společnosti nebo oborová řešení pro chemický průmysl a sektor hobby marketů. Dachser Food Logistics poskytuje také efektivní přepravní logistiku pro potravinářský průmysl.

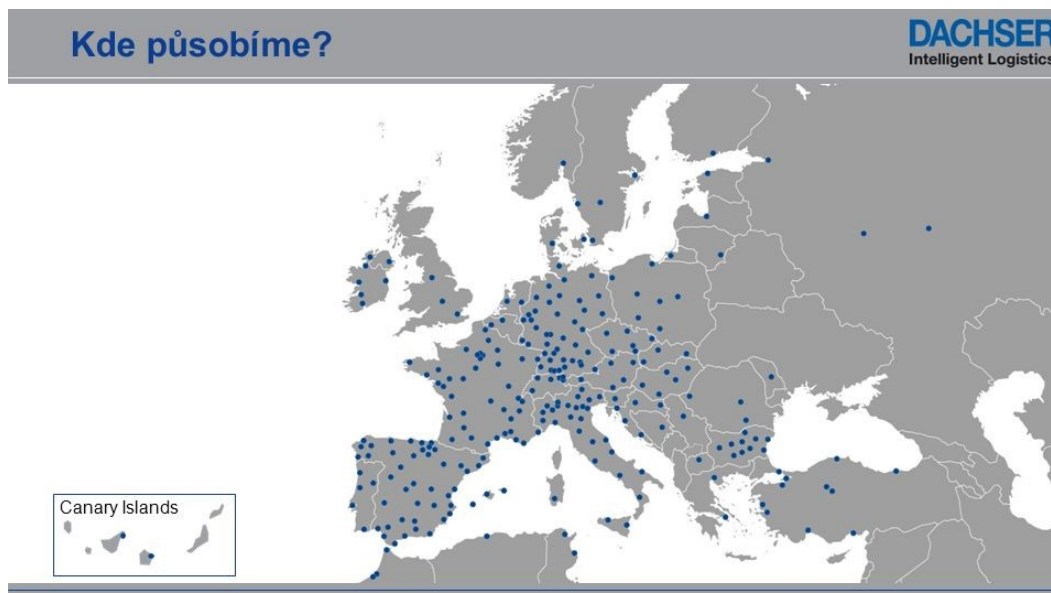
Mezikontinentální spojení zajišťuje celosvětová síť letecké a námořní přepravy divize Dachser Air & Sea Logistics. Síť 196 poboček a silných místních partnerů ve všech hospodářských centrech světa zaručuje bezproblémovou nákupní a distribuční logistiku.

Základem společnosti Dachser je celoevropská síť, která je úzce propojena prostřednictvím každodenních linek. Pro úspěch logistických služeb společnosti je rozhodující vynikající infrastruktura. Inteligentní kombinace přímých linek, platforem a Eurohubů ji umožňuje každodenní obsluhu celé Evropy. Ve svých logistických centrech, Eurohubech v Überherrnu, Bratislavě a Clermond-Ferrandu, je třízeno všechno přivážené zboží dle společné cílové destinace a zajištěna jeho další včasná, konsolidovaná přeprava.

V České republice společnost Dachser působí od roku 2006, kdy založila svou pobočku v Kladně, kde leží i sídlo společnosti Dachser Czech Republic a.s. Dnes má společnost Dachser v České republice 8 poboček, a to v Kladně, v Českých Budějovicích, v Hradci Králové, 2 v Brně, v Ostravě, v Břeclavi a v Praze – Ruzyni. Zde pracuje více než 540 zaměstnanců, kteří se za rok 2017 zasloužili o rozvoz přes 1 milionu zásilek o celkové váze 556 900 tun a obrat představuje zhruba 2,6 miliardy Kč (Dachser, 2019)

Na obrázku č. 9 je vyobrazena evropská síť poboček společnosti Dachser.

Obrázek 9 Evropská síť poboček společnosti Dachser



Zdroj: (Dachser, 2019)

4.2 Charakteristika problému

Společnost Dachser využívá své celoevropské sítě k rozvozu zásilek vnitrostátně i mezinárodně technologií Hub & Spoke. Nejdříve se od odesílatele vyzvedne zboží a odveze se na pobočku. Potom se připraví zásilky, které směřují k rozvozu v blízkosti jiné pobočky na převoz tzv. linkou. Mezi jednotlivými pobočkami jezdí linky i několikrát denně, aby svezené zboží nebylo dlouho na skladě a také, protože zásilek je takové množství, že to jeden kamion nezvládne vše převést. Tato síť tedy zajistí přepravu efektivně a hospodárně. Na jednotlivých pobočkách se potom zásilky zkonsolidují a připraví se na doručení k zákazníkovi.

Přes noc dispečer rozdělí všechny rozvozy a svozy, které byly přijaty ještě tentýž den, mezi řidiče. Objednávky na svoz mohou přicházet ještě v den rozvozu do 10:00. Dispečerů nevyužívají žádný podpůrný program na plánování tras. Rozvozní oblast pobočky je rozdělena do podoblastí, které pomáhají dispečerům určit, kterému řidiči zásilku přiřadit.

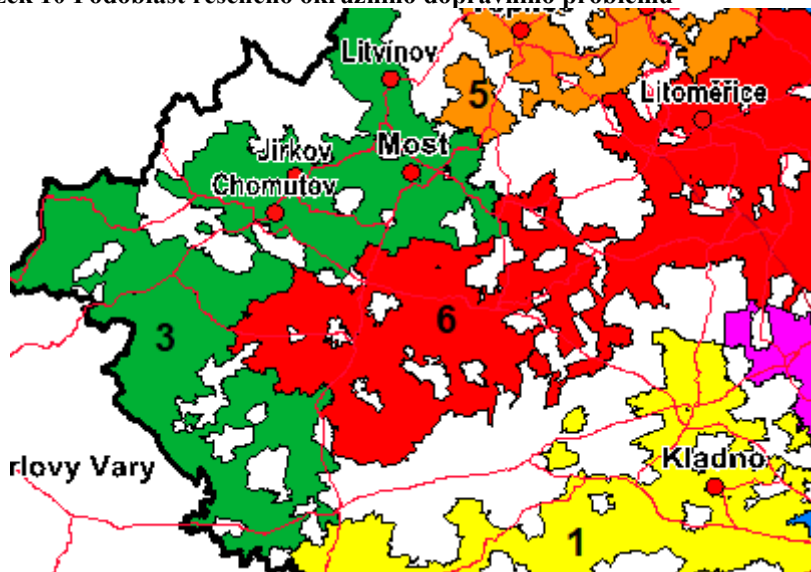
Druhý den ráno řidiči dorazí na pobočku, kde si do vozidla naloží všechny zásilky na rozvoz a znají některé svozy, které během dne vyzvednou. Řidič si rozebere zásilky a podle svých zkušeností si určí pořadí, v jakém bude doručovat. Tento způsob je takto

využíván z toho důvodu, že řidič rozváží každý den ve stejné oblasti, a tak svěřenou oblast dobře zná. Během dne jim může přijít do čtečky zpráva s dalším svozem. Řidiči doručují zboží od 8:00 do 16:00.

Pobočka společnosti Dachser má v Kladně k dispozici zhruba 50 řidičů, tudíž je nutné rozdělit rozvozy na 50 okruhů. Tito řidiči nejsou zaměstnanci společnosti, ale jsou využíváni jako služba formou outsourcingu.

Pro tuto diplomovou práci byl společností zadán problém jedné podoblasti na severu Čech, kterou obsluhují tři řidiči. Pro srovnání rozdílnosti okruhů jsou k dispozici data k rozvozům ze tří dnů, které budou podrobeny analýze vybranými metodami pro řešení dopravních úloh. Jednotlivé okruhy se zřídka opakují. To je způsobeno velkou variabilitou zákazníků a jejich vyšším počtem při rozvozu. Na tuto oblast připadá podle statistiky společnosti 12,2 rozvozu a 1,3 svozu v jeden den.

Obrázek 10 Podoblast řešeného okružního dopravního problému



Zdroj: Dachser

4.3 Omezení modelu

Pro rozvoz zásilek využívá společnost Dachser pěti typů dopravních prostředků. Patří mezi ně kamion, nákladní vůz tzv. „solo“, nákladní vůz s vlekem tzv. „tandem“ dva typy dodávek, které jsou rozlišeny velikostí nákladního prostoru.

Pro rozvoz zásilek v regionu severozápad využívá společnost pouze typ „solo“, který má kapacitu nákladního prostoru uzpůsobenu k převozu až 18 europalet a užitečná tonáž

činí 6 tun. Tudíž je při procesu plánování tras nutné počítat s kapacitním omezením, avšak pro zjednodušení modelu nebudeme uvažovat kritérium objemu zásilek. Naopak zpřísníme kritérium užitečné nosnosti vozidla jejím snížením o 25 %, tedy budeme předpokládat užitečnou tonáž vozidla v hodnotě 4,5 tuny.

Dále je nutné uvažovat i časová omezení. Kdyby bylo řidiči přiděleno velké množství zásilek, ale měly nižší hmotnost, tak by řidič nebyl schopen stihnout všechny tyto zásilky doručit.

Společnost Dachser se i pro vnitrostátní dopravu prostřednictvím sběrné služby řídí Dohodou AETR, viz stručný přehled v kapitole 3.4.3 AETR. Řidiči mohou řídit až 9 hodin denně, pokud nejsou uvažovány výjimky.

4.4 Optimalizace tras využívaných společností Dachser

Pro optimalizaci současných tras jsou využity metody pro jednookruhový okružní dopravní problém, metoda nejbližšího souseda, metoda ztrát neboli Vogelova aproximační metoda a metoda výhodnostních čísel od Clarkea a Wrighta. U těchto metod se snažíme minimalizovat hodnotu účelové funkce, protože hodnotící kritérium představuje vzdálenost, která je přímo spjata s náklady na přepravu. Všechny metody budou aplikovány v závislosti na vstupních datech z matice vzdáleností pomocí softwarového modulu TSP-KOSA. Matice vzdáleností a časových náročností jsou umístěny v příloze č. I. Na všechny trasy budou aplikovány tyto tři metody a budou porovnány jejich výsledky s užívanými trasami společnosti.

U všech zákazníků je i uvážěn čas obsluhy, který je určen dobou dostupnosti zákazníka na určené adrese nebo časovým oknem. K časovým náročnostem je navíc připočteno 15 minut na obsluhu u jednoho zákazníka. Z důvodu, že společnost Dachser uspokojuje požadavky zákazníků v době od 8:00 do 16:00, budou pro nás při výpočtu důležité jen ty časy obsluhy, které se vyskytují v tomto intervalu.

Povinností sběrné služby je nejen rozvážet zásilky, ale také svážet. Během dne přichází na dispečink několik požadavků na svoz zboží. Protože neznáme přesné časy, kdy přišel každý požadavek, budeme předpokládat, že je potřeba přidat svozy do vhodné trasy v 10:00, od kdy se už nepřijímají požadavky na tentýž den. Dispečer se v době příchodu požadavku snaží co nejrychleji předat informaci ke svozu k řidiči, proto bude vhod-

né využít vkládacího algoritmu pro zařazení svozu do trasy. V této práci bude vkládací algoritmus využit i přes to, že budeme všechny svozy přidávat do okruhů ve stejnou dobu.

4.4.1 První rozvozní den současných tras

V tabulce č. 1 jsou zaznamenány vstupní data pro 1. trasu 1. dne s informacemi o zákazníkovi, jeho adrese a časem obsluhy u něj.

Tabulka 1 Vstupní data pro 1. trasu 1. dne

Pořadové číslo	Zákazník	Adresa		Čas obsluhy
		Ulice	Město	
1	JIŘÍ FOLTA	Táboritská 157	Louny	8:00 - 16:00
2	ERZET STEEL	Počerady 61	Výškov	07:00 - 15:00
3	TRIANGLE INDUSTRIAL	Průmyslová 1062	Bitozeves	08:00 - 16:00
4	GESTAMP LOUNY	Průmyslová zóna Triangle 61	Velemyšleves	07:00 - 16:00
5	YANKEE CANDLE	Saběnice 161	Havraň u Mostu	08:00 - 16:00
6	MARTIN RAJTER	Moravěves 13	Havraň u Mostu	08:00 - 16:00
7	SEVEROČESKÉ VO-DOVODY A KANALIZACE	Dělnická 14	Most – Velebudice	08:00 - 17:00
8	SUJAN S.R.O.	Česká ul. 843	Most	08:00 - 18:00
9	CORROTECH TRADE	Topolová 1456	Most	07:00 - 18:00
10	IVANA KOHOUTOVÁ	Tř. Budovatelů 991/9	Most	08:00 - 16:00
11	OBI MOST	Chomutovská 1316	Most	08:00 - 20:00
12	ICOPAL VEDAG	Záluží 1	Litvínov	09:00 - 14:00
13	BOUKAL S.R.O	Partyzánská 108	Litvínov	07:00 - 16:30
14	JAROSLAV RADOŠ	Osecká 179	Lom u Mostu	07:00 - 18:00
15	HERKUL A.S.	Obrnice 228	Obrnice	07:00 - 15:30
Svoz	ELEKTROPORCELÁN	Postoloprtská 2951	Louny	0:00 - 24:00
Svoz	NOVÁK – PAPIR	Stradonice 139	Louny – Peruc	8:00 - 16:00

Zdroj: Dachser, vlastní zpracování

U první trasy je důležité si pohlídat časy obsluhy u zákazníka s číslem 2, 12 a 15, kde by mohlo dojít k situaci, že by řidič přijel dříve k zákazníkovi, došlo by k čekání a pozdržení rozvozu, nebo by z důvodu pozdního příjezdu nemusel být zákazník obslužen vůbec.

Tabulka 2 Výsledek využití metod pro ODP 1. trasa 1. dne

Postup	Trasa	Vzdálenost (km)	Časová náročnost
Dachser	(0) - (1) - (2) - (3) - (4) - (5) - (6) - (7) - (8) - (9) - (10) - (11) - (12) - (13) - (14) - (15) - (0)	194,7	7 h 5 min
Metoda nejbližšího souseda	(0) - (3) - (4) - (5) - (6) - (7) - (8) - (9) - (10) - (11) - (15) - (12) - (13) - (14) - (2) - (1) - (0)	197,5	7 h 9 min
Metoda ztrát	(0) - (2) - (15) - (11) - (12) - (13) - (14) - (10) - (9) - (8) - (7) - (6) - (5) - (4) - (3) - (1) - (0)	189,4	7 h 8 min
Metoda výhodnostních čísel	(0) - (2) - (15) - (14) - (13) - (12) - (11) - (10) - (9) - (8) - (7) - (5) - (6) - (4) - (3) - (1) - (0)	188,5	7 h 5 min

Zdroj: vlastní zpracování

Z výsledků vyplývá, že nejlépe si s problémem poradila metoda výhodnostních čísel s celkovou vzdáleností 188,5 km a časem obsluhy 7 hodin a 5 minut. Jen o 900 metrů delší a o 3 minuty časově náročnější trasu našla metoda ztrát. Na třetím místě se umístila trasa řidiče ze společnosti Dachser, který naplánoval trasu o 6,2 km delší než v případě metody výhodnostních čísel a se stejnou časovou náročností. Nejhorší výsledek u 1. trasy 1. dne nám určila metoda nejbližšího souseda, která je o 9 km delší a o 5 minut časově náročnější, než je v případě nejlepšího výsledku.

Jelikož řidič vyjede ze skladu v takovém čase, aby byl u prvního zákazníka okolo 8:00, tak nemáme problém s časy obsluhy u zákazníka 2 a 15. V tomto případě by řidič byl nejpozději v 15:00 už zpátky na dispečinku společnosti. Zákazník 12 má být obsloužen do 14:00 a u všech metod se v trase nachází zhruba v polovině, tudíž můžeme vyloučit i tento problém.

V tabulce č. 3 můžeme vypočítat nutné údaje pro obsluhu zákazníků na 2. trase 1. dne.

Tabulka 3 Vstupní data pro 2. trasu 1. dne

Pořadové číslo	Zákazník	Adresa		Čas obsluhy
		Ulice	Město	
1	DOMA PRO S.R.O	Třebízského 4420	Chomutov	07:00 - 16:00
2	LOGIT S.R.O.	Hlubany 119	Podbořany	08:00 - 16:00
3	KEMPCHEN S.R.O	Očihov 148	Očihov	08:00 - 16:00
4	DONALDSON INDUSTRIAL	Královský vrch 1986	Kadaň	08:00 - 16:00
5	TOYODA GOSEI	Průmyslová 2	Klášterec nad Ohří	08:00 - 16:00
6	PITTSBURG CORNING	Průmyslová 3	Klášterec nad Ohří	08:00 - 16:30
7	BELET A.S.	Dělnická 1253/37	Vejprty	06:30 - 16:00
8	ELEKTROPŘÍSTROJ	Nádražní 219	Kovářská	07:00 - 15:30
9	EVA NOVÁKOVÁ	Březenecká 4799	Chomutov	08:00 - 16:00
10	BLIKA S.R.O.	Královský vrch 1977	Kadaň	08:00 - 16:00

Zdroj: Dachser, vlastní zpracování

V druhé trase nebudeme mít s plánováním rozvozu pravděpodobně žádný problém, jelikož zákazník č. 8 - Elektropřístroj má zkrácen příjem zásilek o 30 minut, než je doba, po kterou společnost Dachser uspokojuje požadavky zákazníků.

Tabulka 4 Výsledek využití metod pro ODP 2. trasa 1. dne

Postup	Trasa	Vzdálenost (km)	Časová náročnost
Dachser	(0) - (1) - (2) - (3) - (4) - (5) - (6) - (7) - (8) - (9) - (10) - (0)	271	7 h 51 min
Metoda nejbližšího souseda	(0) - (1) - (9) - (6) - (5) - (4) - (10) - (8) - (7) - (2) - (3) - (0)	253	6h 59 min
Metoda ztrát	(0) - (3) - (2) - (6) - (5) - (4) - (10) - (8) - (7) - (1) - (9) - (0)	246,4	6h 38 min
Metoda výhodnostních čísel	(0) - (9) - (1) - (8) - (7) - (5) - (6) - (10) - (4) - (2) - (3) - (0)	241,2	6h 33 min

Zdroj, vlastní zpracování

Z předchozí tabulky vyplývá, že nejlepší pro určení naplánování 2. trasy 1. dne byla metoda výhodnostních čísel s ujetou vzdáleností 241,2 km a časovou náročností 6 hodin a 33 minut. Lehce horší výsledek nám stanovila metoda ztrát s 246,4 km a o 5 minut časově náročnější trasou. Metoda nejbližšího souseda nám určila trasu o 11,8 km delší

a o 26 minut časově náročnější oproti metodě výhodnostních čísel. Nejhůře si v tomto případě vedla trasa společnosti Dachser, který naplánoval trasu s celkovou vzdáleností 271 km a časovou náročností 7 hodin a 51 minut.

Zákazník č. 8 se nenachází u všech tras na konci okruhu, proto by neměl být problém s rozvezením zboží k tomuto zákazníkovi.

Tabulka 5 Vstupní data pro 3. trasu 1. dne

Pořadové číslo	Zákazník	Adresa		Čas obsluhy
		Ulice	Město	
1	AGC AUTOMOTIVE	Osada 33	Bílina	0:00 - 24:00
2	FILIP BOZETICKÝ	Malá okružní 890/2	Duchcov	08:00 - 16:00
3	VLADIMÍR NEDBAL	U radnice 956/8	Teplice	08:00 - 16:00
4	CEZ, A.S.	Bílina 141	Bílina	08:00 - 16:00
5	INSTALACE ZT	Nelsonská 112	Osek	07:00 - 17:00
6	GATE S.R.O.	Náměstí Svobody 3316	Teplice	08:00 - 09:00
7	TEPTEX S.R.O	Thámová 25	Teplice	08:00 - 16:00
8	UPC ČR	Doubravská 1615	Teplic	08:00 - 16:00
9	K&V A.S.	Riegrova 1917	Teplice	07:00 - 16:00
10	HIT OFFICE	Novosedlická 999	Teplice	07:00 - 15:00
11	JANSEN DISPLAY	Přestanov 5	Chabařovice	07:00 - 15:30
Svoz	BONEKA, SPOL S R.O.	Dubská 602	Teplice	07:00 - 15:30
Svoz	JOTUN CZECH	Přestanov 13	Chabařovice	08:00 - 16:00

Zdroj: Dachser, vlastní zpracování

U 3. trasy 1. dne je nutné, aby řidič uspokojil požadavek zákazníka Gate jako první, protože je zde stanoveno časové okno mezi 8:00 – 9:00. Toho dosáhneme tím, že snížíme hodnotu v matici vzdáleností na minimální hodnotu. V našem případě byla hodnota snížena z 92,4 na 10. Po aplikaci metod v softwarovém modulu TSPKOSA se musí rozdíl připočíst k výsledné hodnotě.

Pokud by byla tato trasa časově náročnější (více než 7 hodin), chtěli bychom, aby zákazníci Hit Office a Jansen Display se nenacházeli na konci trasy z důvodu zkráceného příjmu.

Tabulka 6 Výsledek využití metod pro ODP 3. trasa 1. dne

Postup	Trasa	Vzdálenost (km)	Časová náročnost
Dachser	(0) - (1) - (2) - (3) - (4) - (5) - (6) - (7) - (8) - (9) - (10) - (11) - (0)	229,8	6h 22 min
Metoda nejbližšího souseda	(0) - (6) - (3) - (10) - (9) - (8) - (7) - (11) - (2) - (5) - (4) - (1) - (0)	207,2	6h 4 min
Metoda ztrát	(0) - (6) - (3) - (10) - (9) - (8) - (7) - (11) - (2) - (5) - (4) - (1) - (0)	207,2	6h 4 min
Metoda výhodnostních čísel	(0) - (6) - (3) - (11) - (7) - (8) - (9) - (10) - (2) - (5) - (4) - (1) - (0)	206	6h 2 min

Zdroj: vlastní zpracování

Z tabulky č. 6 je zřejmé, že nejlepší hodnotu pro 3. trasu 1. dne nám stanovila metoda výhodnostních čísel s celkovou vzdáleností 206 km a časovou náročností 6 hodin a 2 minuty. Shodnou trasu o 1,2 km delší a 2 minuty časově náročnější určily metoda ztrát a metoda nejbližšího souseda. Nejhuře hodnotíme postup společnosti Dachser, kde řidič nerespektoval časové okno a pravděpodobně podle domluvy doručil zásilku k zákazníkovi Gate v jiném čase. Ani to však nesnížilo jeho ujetou celkovou vzdálenost 229,8 km s časem 6 hodin a 22 minut.

V tabulce č. 7 se nachází údaje o zákaznících, kteří předali svůj požadavek na svoz zboží přes sběrnou službu.

Tabulka 7 Svozy pro 1. rozvozní den

Pořadové číslo	Zákazník	Adresa		Čas obsluhy
		Ulice	Město	
Svoz 1	ELEKTROPORCELÁN	Postoloprtská 2951	Louny	0:00 - 24:00
Svoz 2	NOVÁK - PAPIR	Stradonice 139	Louny - Peruc	8:00 - 16:00
Svoz 3	BONEKA, SPOL S R.O.	Dubská 602	Teplice	07:00 - 15:30
Svoz 4	JOTUN CZECH	Přestanov 13	Chabařovice	08:00 - 16:00

Zdroj: vlastní zpracování

Svozy z předchozí tabulky přiřadíme do okruhů jednotlivých jízd v závislosti na nejnižších zhoršením hodnot účelové funkce (ujeté vzdálenosti) a budeme při tom uvažovat i čas obsluhy rozvozních zákazníků.

Svozy budeme přiřazovat pouze u metody s nejlepšími výsledky, kterou byla ve všech případech metoda výhodnostních čísel.

Je zřejmé, že zákazníky Boneka, spol. s r.o. a Jotun Czech přiřadíme do jízdy u 3. trasy, protože řidič už v těchto místech doručuje. Určíme pouze pořadí, v jakém budou tito zákazníci obslouženi. Budeme předpokládat, že požadavek na svoz přišel v době, kdy řidič vykládal u zákazníka K&V a.s. Úlohu vkládacím algoritmem budeme řešit až od této zastávky.

Metoda výhodnostních čísel nám určila trasu s takovou posloupností, že řidič v 1. trase 1. dne bude končit rozvoz zboží právě v Lounech. Proto svoz zboží od zákazníků Elektroporcelán a Novák – papír budou zařazeny na konec 1. trasy.

Tabulka 8 Přiřazení svozů do 3. trasy 1. dne vkládacím algoritmem

BONEKA, SPOL S R.O.		JOTUN CZECH	
Trasa	Zhoršení účelové funkce	Trasa	Zhoršení účelové funkce
(9) - (10)	2	(9) - (10)	17
(10) - (2)	1,1	(10) - (2)	18
(2) - (5)	17,7	(2) - (5)	32,6
(5) - (4)	14,2	(5) - (4)	29
(4) - (1)	22,2	(4) - (1)	39
(4) - (0)	38	(4) - (0)	46,1

Zdroj: vlastní zpracování

Zákazníka Boneka, spol. s r.o. jsme dokázali vhodně zařadit mezi zákazníky Hit Office a Filipa Bozetického se zhoršením hodnoty účelové funkce o 1,1 km. Zákazník Jotun Czech nebyl zařazen nejvhodněji se zhoršením ujeté vzdálenosti o 17 km, protože zákazník Jansen Display (11), který je od zákazníka Jotun Czech vzdálen pouze

200 metrů, byl podle určení metody výhodnostních čísel obsloužen už před 10:00, tudíž jsme tuto variantu nemohli přidat do řešení.

Tabulka 9 Konečné řešení 3. trasy 1. dne po přidání svozů

Postup	Trasa	Vzdálenost (km)	Časová náročnost
Dachser	(0) - (1) - (2) - (3) - (4) - (5) - (6) - (7) - (8) - (9) - (10) - (Svoz 3) - (11) - (Svoz 4) - (0)	231	6h 56 min
Metoda výhodnostních čísel	(0) - (6) - (3) - (11) - (7) - (8) - (9) - (Svoz 4) - (10) - (Svoz 3) - (2) - (5) - (4) - (1) - (0)	224,1	6h 50 min

Zdroj: vlastní zpracování

Rozdíl mezi vytvořeným a užívaným postupem už není tak markantní jaký byl před přidáním svozů do trasy. Námí navrhované řešení s celkovou vzdáleností 224,1 km je pesimističtější, ale zase nabízí místo pro zlepšení. Postup společnosti Dachser nabízí o 6,9 km delší trasu.

Tabulka 10 Konečné řešení 1. trasy 1. dne po přidání svozů

Postup	Trasa	Vzdálenost (km)	Časová náročnost
Dachser	(0) - (1) - (2) - (3) - (4) - (5) - (6) - (7) - (8) - (9) - (10) - (11) - (12) - (13) - (14) - (15) - (Svoz 1) - (Svoz 2) - (0)	207,4	8 h 1 min
Metoda výhodnostních čísel	(0) - (2) - (15) - (14) - (13) - (12) - (11) - (10) - (9) - (8) - (7) - (5) - (6) - (4) - (3) - (Svoz 1) - (1) - (Svoz 2) - (0)	199,5	7 h 56 min

Zdroj: vlastní zpracování

Svozy byly vkládacím algoritmem vloženy ke konci trasy, protože rozvoz zásilek končil v Lounech, kde se nacházejí i zákazníci, kteří chtějí svézt zboží. Svoz zákazníka Elektroporcelán byl vložena mezi zákazníky (3) a (1), protože ležel přímo na trase mezi těmito zákazníky. V tomto případě nevzniklo žádné zhoršení ujeté vzdálenosti. Svoz zákazníka Novák – papír byl zařazen až za zákazníka Jiří Folta, neboť se nachází blíže skladu společnosti Dachser a trasa byla prodloužena o 11 km.

4.4.2 Druhý rozvozní den současných tras

Tabulka 11 Vstupní data pro 1. trasu 2. dne

Pořadové číslo	Zákazník	Adresa		Čas obsluhy
		Ulice	Město	
1	JÍŘÍ FOLTA	Táboritká 157	Louny	8:00 - 16:00
2	HERKUL A.S.	Obrnice 228	Obrnice	07:00 - 15:30
3	GATE MOST	Radniční 3400	Most	09:00 - 20:00
4	SVĚTLO KADAŇ	Nerudova 63/16	Chomutov	08:00 - 16:00
5	VLADIMÍR ŠVANTNER	J. Seiferta 2159	Most	08:00 - 16:00
6	KOVOSPOL A.S	Grégrova 4832	Chomutov	0:00 - 24:00
7	JJS ELECTRONIC	Pražská 585	Chomutov	08:00 - 16:00
8	NOEL-PLUS CV	Dukelská 5637	Chomutov	07:00 - 15:00
9	FING'RS	Pražská 5615	Chomutov	08:00 - 16:00
10	OREN S.R.O.	Droužkovická 324	Udlice	07:30 - 15:30
11	GENERALI POJIŠŤOVNA	Ruská 79	Chomutov	08:00 - 17:00
12	ERZET STEEL	Počerady 61	Výškov	07:00 - 15:00

Zdroj: Dachser, vlastní zpracování

U 1. trasy 2. dne je nutné si při plánování trasy dát pozor na zkrácení příjmu u zákazníků Noel Plus CV a Erzet Steel na 15:00 a Herkul a.s. a Oren s.r.o. na 15:30. Bylo by vhodné tyto zákazníky obsloužit ze začátku trasy. Dále zákazník Gate otevírá až v 9:00, proto se nesmí objevit v okruhu mezi prvními místy.

Tabulka 12 Výsledek využití metod pro ODP 1. trasa 2. dne

Postup	Trasa	Vzdálenost (km)	Časová náročnost
Dachser	(0) - (1) - (2) - (3) - (4) - (5) - (6) - (7) - (8) - (9) - (10) - (11) - (12) - (0)	227,2	6h 51 min
Metoda nejbližšího souseda	(0) - (12) - (2) - (3) - (5) - (6) - (4) - (11) - (7) - (8) - (9) - (10) - (1) - (0)	169	5h 55 min
Metoda ztrát	(0) - (1) - (2) - (5) - (3) - (6) - (4) - (11) - (7) - (8) - (9) - (10) - (12) - (0)	174,8	6h 1 min
Metoda výhodnostních čísel	(0) - (1) - (10) - (9) - (8) - (7) - (11) - (4) - (6) - (5) - (3) - (2) - (12) - (0)	169	5h 55 min

Zdroj: vlastní zpracování

Z výsledků vyplývá, že nejlepších hodnot dosáhly shodně metoda nejbližšího souseda a metoda výhodnostních čísel s celkovou vzdáleností 169 km a časovou náročností 5 hodin a 55 minut. Jejich trasy jsou totožné, jen s rozdílem opačného pořadí. Pro splnění omezujících podmínek při plánování modelu způsobené zkráceným příjmem bychom doporučili posloupnost určenou metodou nejbližšího souseda. O 5,8 km delší trasu stanovila metoda ztrát a o 58,2 km delší trasu využila v daný den společnost Dachser, kde řidič strávil na trase téměř o hodinu více.

Tabulka 13 Vstupní data pro 2. trasu 2. dne

Pořadové číslo	Zákazník	Adresa		Čas obsluhy
		Ulice	Město	
1	ENCZ A.S.	Zaječická 1857	Jirkov	0:00 - 24:00
2	E.B.J. PRODUCTION	K. Marxe 1689	Jirkov	06:00 - 14:30
3	GATE CHOMUTOV	Farského 4732	Chomutov	09:00 - 20:00
4	GENERALI POJIŠŤOVNA	Ruská 79	Chomutov	08:00 - 17:00
5	KEBEK S.R.O.	Pražská 5382	Chomutov	07:00 - 15:00
6	SOTILA S.R.O.	Pražská 5382	Chomutov	07:00 - 15:00
7	DOVER EUROPE	Pražská 585	Chomutov	08:00 - 16:00
8	VZ-SYSTEM S.R.O.	Spořická 599	Spořice	08:00 - 16:00
9	LIBRA SPOL. S R.O.	Málkov 70	Chomutov	08:00 - 16:00
10	PFISTERER CZ	Královský Vrch 1977	Kadaň	08:00 - 16:00
11	BLIKA S.R.O.	Královský Vrch 1977	Kadaň	07:00 - 15:00
12	JAKOB MÜLLER	Královský Vrch 1999	Kadaň	08:00 - 16:00
Svoz	DAFIKO S.R.O.	Beethovenova 5884	Chomutov	08:00 - 16:00
Svoz	REMEI CZ	Spořická 4751	Chomutov	08:00 - 16:00
Svoz	ZÁKOVÝROBA	Vrskmaň 77	Vrskmaň	08:00 - 16:00

Zdroj: Dachser, vlastní zpracování

U 2. trasy 2. dne mají zkrácený příjem zákazníci E.B.J Production stanoven na 14:30, Sotila s.r.o., Kebek s.r.o. a Blika s.r.o. na 15:00. Zákazník Gate Chomutov otevírá prodejnu až v 9:00, proto se nesmí nacházet na začátku trasy.

Tabulka 14 Výsledek využití metod pro ODP 2. trasa 2. dne

Postup	Trasa	Vzdálenost (km)	Časová náročnost
Dachser	(0) - (1) - (2) - (3) - (4) - (5) - (6) - (7) - (8) - (9) - (10) - (11) - (12) - (0)	206,4	6 h 11 min
Metoda nejbližšího souseda	(0) - (6) - (5) - (7) - (4) - (3) - (8) - (9) - (12) - (11) - (10) - (1) - (2) - (0)	204,9	6 h 12 min
Metoda ztrát	(0) - (8) - (3) - (7) - (5) - (6) - (4) - (1) - (2) - (9) - (10) - (11) - (12) - (0)	198,7	6 h 7 min
Metoda výhodnostních čísel	(0) - (8) - (9) - (12) - (11) - (10) - (2) - (1) - (4) - (3) - (7) - (6) - (5) - (0)	197,6	6 h 7 min

Zdroj: vlastní zpracování

Z výsledků u 2. trasy 2. dne vyplývá, že nejlepší hodnotu stanovila metoda výhodnostních čísel s celkovou vzdáleností 197,6 km a časovou náročností 6 hodin a 7 minut. Podobného výsledku dosáhla metoda ztrát s trasou delší pouze o 1,1 km. Metoda nejbližšího souseda určila trasou dlouhou 204,9 km se zpožděním 5 minut oproti metodě výhodnostních čísel. Postup společnosti Dachser je s celkovou vzdáleností 206,4 km o 8,2 km delší než nejlepší varianta.

Zákazník Gate se u žádného postupu nenachází na prvních místech, tím je dosaženo podmínky, že nebudeme u zákazníka čekat. Časové náročnosti na uspokojení všech požadavků nejsou tak vysoké, aby se stalo, že by nebyl z některých zákazníků se zkráceným příjmem obslužen.

Tabulka 15 Vstupní data pro 3. trasu 2. dne

Pořadové číslo	Zákazník	Adresa		Čas obsluhy
		Ulice	Město	
1	GATE S.R.O.	Náměstí Svobody 3316	Teplice	08:00 - 09:00
2	GALDENT CZ	K Vápence 448	Teplice	08:00 - 16:00
3	TESASING S.R.O.	Řetenická 133	Teplice	06:00 - 14:00
4	VICTORY CZECH	Újezdeček 253	Újezdeček	08:00 - 16:00
5	AUßENLAGER S.R.O.	Školní 229	Dubí	08:00 - 16:00
6	FRESHLABELS	Stanová 1182/2	Teplice	10:00 - 18:00
7	TRON, S.R.O.	Nábřeží 388/10	Teplice	08:00 - 16:30
8	ARDAGH METAL	Zemská 612	Teplice	0:00 - 24:00
9	OBI TEPLICE	Seifertova 1965	Teplice	08:00 - 20:00
10	CHROMTECH	Modlanská 1201/1A	Teplice	08:00 - 14:00
11	EUROPRINT	Jana Koziny 1632/37	Teplice	0:00 - 24:00
12	ELFETEX, S.R.O.	Gagarinova 484	Teplice	07:00 - 15:30
13	TOYODA GOSEI	Srbice 100	Teplice	08:00 - 16:00
14	TREVES CZ	Přestanov 116	Chabařovice	08:00 - 18:00
Svoz	HIT OFFICE	Přestanov 5	Chabařovice	07:00 - 15:00
Svoz	JOTUN CZECH	Přestanov 13	Chabařovice	08:00 - 16:00

Zdroj: Dachser, vlastní zpracování

U 3. trasy 2. dne je nutné při plánování okruhu předpokládat se zkrácením příjmu u zákazníků Teasing s.r.o. a Chromtech na 14:00 a Elfetex, s.r.o. na 15:30. Dále bude potřebné obsloužit zákazníka Gate s.r.o. jako prvního, protože máme stanoveno časové okno mezi 8:00 – 9:00. Zákazník Freshlabels přijímá zboží až od 10:00, proto by se neměl nacházet na začátku trasy.

Tabulka 16 Výsledek využití metod pro ODP 3. trasa 2. dne

Postup	Trasa	Vzdálenost (km)	Časová náročnost
Dachser	(0) - (1) - (2) - (3) - (4) - (5) - (6) - (7) - (8) - (9) - (10) - (11) - (12) - (13) - (14) - (0)	219,6	6h 50 min
Metoda nejbližšího souseda	(0) - (1) - (6) - (7) - (11) - (9) - (12) - (10) - (8) - (13) - (14) - (2) - (3) - (4) - (5) - (0)	227,8	7h 3 min
Metoda ztrát	(0) - (1) - (6) - (7) - (8) - (11) - (13) - (14) - (9) - (12) - (10) - (5) - (2) - (3) - (4) - (0)	209,9	7h 4 min
Metoda výhodnostních čísel	(0) - (1) - (6) - (7) - (10) - (12) - (14) - (13) - (9) - (11) - (8) - (5) - (2) - (3) - (4) - (0)	208,3	7h 3 min

Zdroj: vlastní zpracování

Z výsledků můžeme vypožorovat, že nejlepší hodnotu stanovila metoda výhodnostních čísel s celkovou vzdáleností 208,3 km a časovou náročností 7 hodin a 3 minuty. O 1,6 km delší trasu určila metoda ztrát s o 1 minutu delší časovou náročností. Metoda nejbližšího souseda dosáhla nejhoršího výsledku s délkou trasy 227,8 km a shodnou časovou náročností jako metoda výhodnostních čísel. Postup společnosti Dachser je o 11,3 km delší než nejlepší výsledek, ale má dokonce nejlepší hodnotu časové náročnosti.

Nejdůležitější podmínkou při plánování trasy bylo přiřadit zákazníka Gate na prvního místo okruhu. Toho bylo dosaženo snížením vzdálenosti mezi zákazníkem a depem na hodnotu 10. Ke konečnému výsledku byl rozdíl vzdáleností připočten. Další podmínkou bylo, aby se zákazníci Teasing s.r.o. a Chromtech nenacházeli ke konci trasy jejich příjem je zkrácen na 14:00. Tento předpoklad byl splněn. Bohužel poslední podmínka zařazení zákazníka Freshlabels do pozdější fáze rozvozu z důvodu příjmu až od 10:00 nebyla splněna. Proto budeme muset trasu mezi zákazníky Gate a Freshlabels vyřadit z okruhu a zákazníka Freshlabels umístit do trasy později, tím se nám zvýší ujetá vzdálenost okruhu.

Abychom dokázali doručit zásilku zákazníkovi Freshlabels a nezhoršili výrazně účelovou funkci, využijeme vkládací algoritmus. Zkusíme mezi všechny dvojice zákazníků, které budeme obsluhovat po 10:00, vmístit zákazníka Freshlabels.

V tabulce č. 13 jsou zaznamenány hodnoty zhoršení účelové funkce po zařazení zákazníka Freshlabels pomocí vkládacího algoritmu.

Tabulka 17 Aplikace vkládacího algoritmu u 3. trasy 2. dne

Metoda Nejbližšího souseda		Metoda ztrát		Metoda výhodnostních čísel	
Trasa	Zhoršení účelové funkce	Trasa	Zhoršení účelové funkce	Trasa	Zhoršení účelové funkce
(10) - (8)	1,2	(14) - (9)	2,8	(13) - (9)	2,7
(8) - (13)	1,2	(9) - (12)	2,7	(9) - (11)	3,1
(13) - (14)	6,1	(12) - (10)	3,2	(11) - (8)	2,3
(14) - (2)	0,6	(10) - (5)	0,5	(8) - (5)	1,2
(2) - (3)	7,1	(5) - (2)	3,7	(5) - (2)	3,7
(3) - (4)	8,9	(2) - (3)	7,1	(2) - (3)	7,1
(4) - (5)	6,9	(3) - (4)	8,9	(3) - (4)	8,9
(5) - (0)	4,3	(4) - (0)	23,8	(4) - (0)	23,8

Zdroj: vlastní zpracování

V tabulce č. 13 jsme vypočítali vkládacím algoritmem zhoršení účelové funkce po zařazení zákazníka Freshlabels do okruhu mezi jednotlivé trasy. Musíme si ale uvědomit, že účelová funkce se nám změnila už když jsme předtím zákazníka Freshlabels odebírali z okruhu. Vzniklo nám spojení (1) – (7) a zaniklo (1) - (6) – (7). V tomto případě se ujetá vzdálenost nezmění, protože hodnoty v matici vzdáleností viz Tabulka 86 Matice vzdáleností pro 3. trasu 2. dne jsou totožné. Proto se nám zhorší účelová funkce u jednotlivých metod pouze o nejnižší hodnotu v předchozí tabulce.

Tabulka 18 Úprava výsledku využití metod pro ODP 3. trasa 2. dne

Postup	Trasa	Vzdálenost (km)	Časová náročnost
Dachser	(0) - (1) - (2) - (3) - (4) - (5) - (6) - (7) - (8) - (9) - (10) - (11) - (12) - (13) - (14) - (0)	219,6	6h 50 min
Metoda nejbližšího souseda	(0) - (1) - (7) - (11) - (9) - (12) - (10) - (8) - (13) - (14) - (6) - (2) - (3) - (4) - (5) - (0)	228,4	7h 4 min
Metoda ztrát	(0) - (1) - (7) - (8) - (11) - (13) - (14) - (9) - (12) - (10) - (6) - (5) - (2) - (3) - (4) - (0)	210,4	7h 5 min
Metoda výhodnostních čísel	(0) - (1) - (7) - (10) - (12) - (14) - (13) - (9) - (11) - (8) - (6) - (5) - (2) - (3) - (4) - (0)	209,5	7h 2 min

Zdroj: vlastní zpracování

Po úpravách vkládacím algoritmem z výsledků vyplývá, že nejlepší hodnoty dosáhla metoda výhodnostních čísel s celkovou vzdáleností 209,5 km a časovou náročností 7 hodin a 2 minuty. O 900 metrů delší trasu stanovila metoda ztrát a čas potřebný na její ujetí se zvýšil o 3 minuty. Metoda nejbližšího souseda určila celkovou vzdálenost 228,4 km a představuje nejhorší výsledek u této trasy. Řidič společnosti Dachser zvládl tento okruh za 6 hodin a 50 minut s ujetou vzdáleností 219,6 km.

Tabulka 19 Svozy pro 2. rozvozní den

Pořadové číslo	Zákazník	Adresa		Čas obsluhy
		Ulice	Město	
Svoz 1	DAFIKO S.R.O.	Beethovenova 5884	Chomutov	08:00 - 16:00
Svoz 2	REMEI CZ	Spořická 4751	Chomutov	08:00 - 16:00
Svoz 3	ZAK-KOVOVÝROBA	Vrskmaň 77	Vrskmaň	08:00 - 16:00
Svoz 4	HIT OFFICE	Přestanov 5	Chabařovice	07:00 - 15:00
Svoz 5	JOTUN CZECH	Přestanov 13	Chabařovice	08:00 - 16:00

Zdroj: vlastní zpracování

Svozy z tabulky č. 19 přiřadíme k jednotlivým trasám druhého rozvozního dne pomocí vkládacího algoritmu. Abychom neřešili úlohu pro všechny tři trasy, využijeme informace o pohybu řidičů na trase, a pokud se shoduje město rozvozu se svozem, nebudeme uvažovat lepšího řešení u jiných tras. Úloha bude řešena pouze pro metodu výhodnostních čísel z důvodu nejlepších výsledků ujeté vzdálenosti.

Na svozy u zákazníků Dafiko s.r.o., Remei CZ a Zak-kovovýroba bude aplikován vkládací algoritmus u 1. trasy a 2. trasy 2. rozvozního dne, protože jednotliví zákazníci se nacházejí v Chomutově a jeho okolí a tyto trasy tedy procházejí.

Vkládací algoritmus u zákazníků Hit Office a Jotun Czech bude aplikován jen u 3. trasy 2. rozvozního dne ze stejného důvodu jako u předchozích svozů.

Tabulka 20 Přiřazení svozů do 1. a 2. trasy 2. dne vkládacím algoritmem

DAFIKO S.R.O.		REMEI CZ		ZAK-KOVOVÝROBA		DAFIKO S.R.O.		REMEI CZ		ZAK-KOVOVÝROBA	
1. trasa	Zhoršení účelové funkce	1. trasa	Zhoršení účelové funkce	1. trasa	Zhoršení účelové funkce	2. trasa	Zhoršení účelové funkce	2. trasa	Zhoršení účelové funkce	2. trasa	Zhoršení účelové funkce
(4) - (6)	3,6	(4) - (6)	5,5	(4) - (6)	23	(1) - (4)	3,6	(1) - (4)	4	(1) - (4)	10,8
(6) - (5)	4,4	(6) - (5)	5,4	(6) - (5)	7,8	(4) - (3)	2,4	(4) - (3)	3,4	(4) - (3)	25,5
(5) - (3)	47,8	(5) - (3)	52,1	(5) - (3)	34,9	(3) - (7)	1,7	(3) - (7)	3,3	(3) - (7)	25,5
(3) - (2)	47,5	(3) - (2)	51,8	(3) - (2)	34,6	(7) - (6)	2,1	(7) - (6)	4,8	(7) - (6)	26,9
(2) - (12)	44,7	(2) - (12)	44,6	(2) - (12)	30,2	(6) - (5)	3,6	(6) - (5)	6,4	(6) - (5)	28,4
(12) - (0)	49,6	(12) - (0)	48,5	(12) - (0)	43,3	(5) - (0)	3,8	(5) - (0)	4	(5) - (0)	18,6

Zdroj: vlastní zpracování

Svoz Dafiko s.r.o. se zhoršením hodnoty účelové funkce 1,7 km byl přidán do 2. trasy mezi zákazníky Gate Chomutov a Dover Europe. Svoz Remei CZ byl zařazen také do 2. trasy, a protože nejnižší hodnota zhoršení účelové funkce určuje přidat zákazníka Remei CZ také mezi zákazníky Gate Chomutov a Dover Europe, rozhodujeme se, jestli přidáme tyto dva svozy k sobě nebo nikoliv. Může totiž dojít k situaci, kdy se hodnota účelové funkce zvýší více, než kdybychom zařadili svoz Remei CZ například mezi zákazníky Gate Chomutov a Generali pojišťovnu.

Svoz Zak-kovovýroba byl se zhoršením hodnoty účelové funkce 7,8 km podle vkládacího algoritmu zařazen do 1. trasy mezi zákazníky Vladimír Švantner a Kovospol a.s.

Tabulka 21 Konečné řešení 1. trasy 2. dne po přidání svozů

Postup	Trasa	Vzdálenost (km)	Časová náročnost
Dachser	(0) - (1) - (2) - (3) - (4) - (5) - (6) - (7) - (8) - (9) - (10) - (11) - (12) - (0)	227,2	6h 51 min
Metoda výhodnostních čísel	(0) - (1) - (10) - (9) - (8) - (7) - (11) - (4) - (6) - (Svoz 3) - (5) - (3) - (2) - (12) - (0)	176,8	6h 19 min

Zdroj: vlastní zpracování

Společnost Dachser neuvažovala u 1. trasy 2. dne s přidáním žádného svozu, i tak je rozdíl mezi hodnotou vzdáleností s porovnáním výsledku metody výhodnostních čísel výrazný. U situace přidání svozu do řešení metody výhodnostních čísel došlo ke zhoršení hodnoty účelové funkce o 7,8 km.

Tabulka 22 Konečné řešení 2. trasy 2. dne po přidání svozů

Postup	Trasa	Vzdálenost (km)	Časová náročnost
Dachser	(0) - (1) - (2) - (3) - (4) - (5) - (6) - (7) - (8) - (9) - (10) - (11) - (12) - (Svoz 1) - (Svoz 2) - (Svoz 3) - (0)	227,8	7h 33 min
Metoda výhodnostních čísel	(0) - (8) - (9) - (12) - (11) - (10) - (2) - (1) - (4) - (3) - (Svoz 1) - (Svoz 2) - (7) - (6) - (5) - (0)	201,9	6h 43 min

Zdroj: vlastní zpracování

Společnost Dachser přidala do 2. trasy 2. dne všechny předchozí svozy zákazníků Dafiko s.r.o., Remei CZ a Zak-kovovýroba. Došlo tím ke zvýšení ujeté vzdálenosti o 21,4 km. U metody výhodnostních čísel byly zařazeny svozy zákazníků Dafiko s.r.o. a Remei CZ hned po sobě mezi zákazníky Gate Chomutov a Dover Europe. Hodnota ujeté vzdálenosti se zvýšila o 4,3 km.

Tabulka 23 Přiřazení svozů do 3. trasy 2. dne vkladacím algoritmem

HIT OFFICE		JOTUN CZECH	
Trasa	Zhoršení účelové funkce	Trasa	Zhoršení účelové funkce
(9) - (11)	13,2	(9) - (11)	13,2
(11) - (8)	16,9	(11) - (8)	16,9
(8) - (5)	8,8	(8) - (5)	8,8
(5) - (2)	13,2	(5) - (2)	13,2
(2) - (3)	21,9	(2) - (3)	21,9
(3) - (4)	23,7	(3) - (4)	23,7
(4) - (0)	29,9	(4) - (0)	29,9

Zdroj: vlastní zpracování

Hodnoty zhoršení účelové funkce u svozů zákazníků Hit Office a Jotun Czech se nacházejí na stejné úrovni z důvodu téměř stejné adresy. Bude vhodné je zařadit do řešení u 3. trasy 3. dne k obsluze ihned po sobě, protože vzdálenost mezi těmito zákazníky je pouze 200 metrů. Nejvýhodnější zařazení je se zvýšením hodnoty ujeté vzdálenosti o 8,8 km mezi zákazníky Ardagh metal a Außenlager s.r.o.

Tabulka 24 Konečné řešení 3. trasy 2. dne po přidání svozů

Postup	Trasa	Vzdálenost (km)	Časová náročnost
Dachser	(0) - (1) - (2) - (3) - (4) - (5) - (6) - (7) - (8) - (9) - (10) - (11) - (12) - (13) - (14) - (Svoz 4) - (Svoz 5) - (0)	219,8	7h 22 min
Metoda výhodnostních čísel	(0) - (1) - (7) - (10) - (12) - (14) - (13) - (9) - (11) - (8) - (Svoz 4) - (Svoz 5) - (5) - (2) - (3) - (4) - (0)	217,3	7h 43 min

Zdroj: vlastní zpracování

Společnost Dachser zařadila svozy zákazníků Hit Office a Jotun Czech na konec trasy před návratem do skladu společnosti. Tím došlo ke zvýšení ujeté vzdálenosti pouze o 200 metrů. Vkladací algoritmus do řešení metody výhodnostních čísel zařadil tyto svozy se zhoršením hodnoty účelové funkce o 8,8 km.

Po zařazení svozů do 3. trasy 2. dne není rozdíl mezi skutečně užívanou a modelovanou trasou nijak výrazný, pouze 2,5 km.

4.4.3 Třetí rozvozní den současných tras

Tabulka 25 Vstupní data pro 1. trasu 3. dne

Pořadové číslo	Zákazník	Adresa		Čas obsluhy
		Ulice	Město	
1	TOPENÍ-THERM	Svinčice 22	Most	08:00 - 16:00
2	GATE MOST	Radniční 3400	Most	09:00 - 20:00
3	PROFIFENSTER	Tiskařská 12	Most	08:00 - 16:00
4	MARTIN TRPKA	F. Šrámka 440	Most	08:00 - 16:00
5	FRROD S.R.O.	Čsl. armády 1878/88	Most	07:30 - 15:30
6	PAVEL SAJDL	Hraniční 2	Most	08:00 - 16:00
7	ČOV LITVÍNOV	Záluží 1	Litvínov	08:00 - 16:00
8	BOWLING LITVÍNOV	Vinohradská 875	Litvínov	12:00 - 23:00
9	WORLD INVEST	U sauny 837	Jirkov	08:00 - 16:00
10	BM ČESKO S.R.O.	Obchodní zóna 261	Chomutov	08:00 - 16:00
11	FEINTOOL SYSTÉM	Havraň 164	Havraň u Mostu	08:00 - 16:00
Svoz	BALLPOOL.CZ	Radonice nad Ohří 8	Radonice nad Ohří	08:00 - 17:00
Svoz	ELEKTROPORCELÁN	Postoloprtská 2951	Louny	0:00 - 24:00
Svoz	ROTOR CLIP	Pražská 403	Budyně nad Ohří	07:00 - 17:00

Zdroj: Dachser, vlastní zpracování

U 1. trasy 3. dne má zkrácenou dobu příjmu pouze zákazník Frrod s.r.o. do 15:30. Zákazník Bowling Litvínov přijímá až po 12:00 a zákazník Gate Most přijímá zboží až od 9:00.

Tabulka 26 Výsledek využití metod pro ODP 1. trasa 3. dne

Postup	Trasa	Vzdálenost (km)	Časová náročnost
Dachser	(0) - (1) - (2) - (3) - (4) - (5) - (6) - (7) - (8) - (9) - (10) - (11) - (0)	194,9	6h 8 min
Metoda nejbližšího souseda	(0) - (1) - (5) - (4) - (2) - (3) - (6) - (7) - (8) - (9) - (10) - (11) - (0)	199,8	6h 8 min
Metoda ztrát	(0) - (11) - (10) - (9) - (4) - (5) - (6) - (7) - (8) - (2) - (3) - (1) - (0)	200,2	6h 7 min
Metoda výhodnostních čísel	(0) - (11) - (10) - (9) - (7) - (8) - (6) - (5) - (4) - (2) - (3) - (1) - (0)	192,5	6h 2 min

Zdroj: vlastní zpracování

Z výsledků vyplývá, že nejlepší celkové vzdálenosti dosáhla metoda výhodnostních čísel s hodnotou 192,5 km a časovou náročností 6 hodin a 2 minuty. O jen 2,4 km více měl postup společnosti Dachser, kde řidič ujel vzdálenost za 6 hodin a 8 minut. Metoda nejbližšího souseda stanovila řešení s celkovou vzdáleností 199,8 km a časovou náročností 6 hodin a 8 minut. Překvapivě nejhorší výsledek určila metoda ztrát, a to s hodnotou účelové funkce 200,2 km.

Bohužel k zákazníkovi Bowling Litvínov by podle posloupnosti tras měl řidič dorazit dříve než ve 12 hodin, tudíž by musel u zákazníka čekat. V tomto případě bychom doporučili, aby řidič vyjel z distribučního centra později zhruba v 9:15, dodržoval doporučenou trasu a měl by zvládnout doručit všechno na čas a bez čekání.

Tabulka 27 Vstupní data pro 2. trasu 3. dne

Pořadové číslo	Zákazník	Adresa		Čas obsluhy
		Ulice	Město	
1	DOMA PRO S.R.O	Třebízského 4420	Chomutov	07:00 - 16:00
2	ME-METAL S.R.O	Rudé Armády 339	Droužkovice	08:00 - 16:00
3	HUNTER DOUGLAS	Tušimice 15	Kadaň	08:00 - 16:30
4	SEVEROČESKÉ DOLY	Tušimice 16	Kadaň	06:00 - 14:00
5	PFISTERER CZ	Královský Vrch 1977	Kadaň	08:00 - 16:00
6	DONALDSON INDUSTRIAL	Královský Vrch 1986	Kadaň	08:00 - 16:00
7	DEFT DESIGN	Sadová 432	Kláštorec nad Ohří	08:00 - 16:00
8	BOS AUTOMOTIVE	U Porcelánky 786	Kláštorec nad Ohří	09:00 - 17:00
9	INTEPLAST CZ	Průmyslová 8	Kláštorec nad Ohří	07:00 - 22:00
10	PARKER HANNIFIN	Na Moráni 5480	Chomutov	06:00 - 14:00
11	PULS INVESTIČNÍ	Pražská 5639	Chomutov	06:00 - 14:00
12	SVÁŘECÍ TECHNIKA	Dukelská 1296	Chomutov	06:00 - 22:00
13	GATE CHOMUTOV	Farského 4732	Chomutov	09:00 - 20:00
14	MŠ KAMARÁD	Růžová 5255	Chomutov	08:00 - 16:00
Svoz	JJS ELECTRONIC	Pražská 585	Chomutov	07:00 - 15:00
Svoz	BLIKA S.R.O.	Královský Vrch 1977	Kadaň	08:00 - 16:00

Zdroj: Dachser, vlastní zpracování

U 2. trasy 3. dne je při plánování okruhu důležité dbát na omezení v čase obsluhy. Zkrácený příjem mají dokonce 3 zákazníci do 14:00, a to Severočeské doly, Parker Hannifin a Puls investiční. Bylo by vhodné obsloužit je spíše ze začátku okruhu. Naopak pozděj-

ší příjem posunutý na 9:00 mají Gate Chomutov a Bos Automotive. Tito zákazníci by se neměli nacházet na začátku trasy.

Tabulka 28 Výsledek využití metod pro ODP 2. trasa 3. dne

Postup	Trasa	Vzdálenost (km)	Časová náročnost
Dachser	(0) - (1) - (2) - (3) - (4) - (5) - (6) - (7) - (8) - (9) - (10) - (11) - (12) - (13) - (14) - (0)	257,7	7h 24 min
Metoda nejbližšího souseda	(0) - (2) - (10) - (11) - (12) - (13) - (1) - (14) - (9) - (6) - (5) - (7) - (8) - (4) - (3) - (0)	234,6	7h 9 min
Metoda ztrát	(0) - (10) - (11) - (12) - (14) - (13) - (1) - (8) - (7) - (9) - (5) - (6) - (4) - (3) - (2) - (0)	232,3	7h 7 min
Metoda výhodnostních čísel	(0) - (10) - (11) - (12) - (13) - (14) - (1) - (8) - (7) - (9) - (6) - (5) - (4) - (3) - (2) - (0)	230,1	7h 5 min

Zdroj: vlastní zpracování

Z výsledků z tabulky č. 18 zjistíme, že nejlepší hodnotu stanovila metoda výhodnostních čísel s celkovou vzdáleností 230,1 km a časovou náročností 7 hodin a 5 minut. Metoda ztrát určila celkovou vzdálenost tohoto okruhu na 232,3 km. O 4,5 km delší trasu nabízí metoda nejbližšího souseda. Postup společnosti Dachser využívá trasy dlouhé 257,7 km a časově náročný 7 hodin a 24 minut.

Jelikož řidič přijede na první zastávku na 8:00, tak by neměl být problém uspokojit všechny zákazníky. K Severočeským dolům, které se nacházejí ke konci okruhu a mají zkrácený příjem do 14 hodin, by měl řidič dorazit v čase mezi 12:30 – 13:00.

Tabulka 29 Vstupní data pro 1. trasu 3. dne

Pořadové číslo	Zákazník	Adresa		Čas obsluhy
		Ulice	Město	
1	GATE S.R.O.	Náměstí Svobody 3316	Teplice	08 :00 - 09:00
2	VLADIMÍR NE-DBAL	U Radnice 956/8	Teplice	08:00 - 16:00
3	AGC AUTOMOTIVE	Osada 33	Bílina	0:00 - 24:00
4	MARTIN POKORNÝ	5. května 1344/10	Duchcov	08:00 - 16:00
5	PS-SERVICES	Kamenný pahorek 602	Košťany	08:00 - 16:00
6	DANCZEK	Oldřichov 220	Jeníkov	07:00 - 16:00
7	AGC FLAT	Mírová 249	Dubí	08:00 - 16:00
8	K&V A.S.	Riegrova 1917	Teplice	07:00 - 15:00
9	SPEA	Jana Koziny 1628/31	Teplice	07:00 - 16:00
10	ELFETEX, S.R.O.	Gagarinova 484	Teplice	07:00 - 15:00
11	AUTO-KABEL	Pod Dolní drahou 87	Krupka	07:00 - 15:30
Svoz	HIT OFFICE	Novosedlická 999	Teplice	08:00 - 16:30
Svoz	JANSEN DISPLAY	Přestanov 5	Chabařovice	07:00 - 15:30
Svoz	JOTUN CZECH	Přestanov 13	Chabařovice	08:00 - 16:00

Zdroj: Dachser, vlastní zpracování

U 3. trasy 3. dne je nutné, aby zákazník Gate s časovým oknem 8:00 – 9:00 byl zařazen na začátek trasy u všech metod. Dále zkrácený příjem mají zákazníci K&V a.s. a Elfetex s.r.o. do 15:00 a Auto-kabel do 15:30.

Tabulka 30 Výsledek využití metod pro ODP 3. trasa 3. dne

Postup	Trasa	Vzdálenost (km)	Časová náročnost
Dachser	(0) - (1) - (2) - (3) - (4) - (5) - (6) - (7) - (8) - (9) - (10) - (11) - (0)	232,9	6h 6 min
Metoda nejbližšího souseda	(0) - (1) - (2) - (8) - (9) - (10) - (11) - (7) - (5) - (6) - (4) - (3) - (0)	198,4	5h 55 min
Metoda ztrát	(0) - (1) - (2) - (11) - (9) - (10) - (7) - (8) - (4) - (6) - (5) - (3) - (0)	206,4	6h 4 min
Metoda výhodnostních čísel	(0) - (1) - (2) - (9) - (10) - (11) - (8) - (7) - (5) - (6) - (4) - (3) - (0)	197,7	5h 54min

Zdroj: vlastní zpracování

Z výsledků je zřejmé, že metoda výhodnostních čísel nalezla nejlepší řešení s celkovou vzdáleností 197,7 km a časovou náročností 5 hodin a 54 minut. O 700 metrů delší trasu stanovila metoda nejbližšího souseda. Metoda ztrát určila řešení této trasy

na 206,4 km s časovou náročností 6 hodin a 4 min. Postup společnosti Dachser byl u této trasy o 35,2 km delší a 12 minut časově náročnější než u nejlepšího výsledku.

Zákazník Gate byl zařazen na první místo trasy snížením hodnoty účelové funkce z 92,4 na 10. Poté byl rozdíl ke konečné hodnotě opět přičten. Díky nižší časové náročnosti pro tento okruh není pochyb, že budou obslouženi všichni zákazníci bez ohledu na časová omezení.

Tabulka 31 Svozy pro 3. rozvozní den

Pořadové číslo	Zákazník	Adresa		Čas obsluhy
		Ulice	Město	
Svoz 1	BALLPOOL.CZ	Radonice nad Ohří 8	Radonice nad Ohří	08:00 - 17:00
Svoz 2	ELEKTROPORCELÁN	Postoloprtská 2951	Louny	0:00 - 24:00
Svoz 3	ROTOR CLIP	Pražská 403	Budyně nad Ohří	07:00 - 17:00
Svoz 4	JJS ELECTRONIC	Pražská 585	Chomutov	09:00 - 20:00
Svoz 5	BLIKA S.R.O.	Královský Vrch 1977	Kadaň	08:00 - 16:00
Svoz 6	HIT OFFICE	Novosedlická 999	Teplice	08:00 - 16:30
Svoz 7	JANSEN DISPLAY	Přestanov 5	Chabařovice	07:00 - 15:30
Svoz 8	JOTUN CZECH	Přestanov 13	Chabařovice	08:00 - 16:00

Zdroj: vlastní zpracování

Svozy Ballpool.cz, Elektroporcelán a Rotor Clip budeme uvažovat k přidání do 1. a 3. trasy 3. rozvozního dne, a tyto svozy se pravděpodobně budou nacházet na konci trasy. O přidání do těchto svozů do 2. trasy neuvažujeme, protože tato trasa je celkově časově náročná (7 hodin a 5 minut) a ještě předpokládáme vhodné zařazení svozů u zákazníků JJS Electronic a Blika s.r.o. Svozy zákazníků Hit Office, Jansen Display a Jotun Czech budou přiřazeny do 3. trasy, protože touto oblastí řidič projíždí.

Tabulka 32 Přřazení svozů do 1. a 3. trasy 3. dne vkládacím algoritmem

BALLPOOL.CZ		ELEKTROPOR-CELÁN		ROTOR CLIP		BALLPOOL.CZ		ELEKTROPOR-CELÁN		ROTOR CLIP	
1. trasa	Zhoršení účelové funkce	1. trasa	Zhoršení účelové funkce	1. trasa	Zhoršení účelové funkce	3. trasa	Zhoršení účelové funkce	3. trasa	Zhoršení účelové funkce	3. trasa	Zhoršení účelové funkce
(5) - (4)	74,4	(5) - (4)	50	(5) - (4)	104,5	(7) - (5)	89,5	(7) - (5)	70	(7) - (5)	91,8
(4) - (2)	73,3	(4) - (2)	48,9	(4) - (2)	103,4	(5) - (6)	92,7	(5) - (6)	73,2	(5) - (6)	100,1
(2) - (3)	72,7	(2) - (3)	48,3	(2) - (3)	102,9	(6) - (4)	85,1	(6) - (4)	65,6	(6) - (4)	101
(3) - (1)	59,7	(3) - (1)	35,3	(3) - (1)	89,9	(4) - (3)	72,6	(4) - (3)	53,1	(4) - (3)	100,5
(1) - (0)	11,5	(1) - (0)	1,5	(1) - (0)	24,5	(3) - (0)	9,6	(3) - (0)	1,7	(3) - (0)	23,7

Zdroje: vlastní zpracování

Svozy Ballpool.cz s nejnižším zhoršením hodnoty účelové funkce o 9,6 km a Rotor Clip se zvýšením ujeté vzdálenosti o 23,7 km byly přiřazeny na konec 3. trasy 3. rozvozního dne. Svoz Elektroporcelán s navýšením hodnoty účelové funkce o 1,5 km byl přidán do 1. trasy 3. rozvozního dne.

Tabulka 33 Konečné řešení 1. trasy 3. dne po přidání svozů

Postup	Trasa	Vzdálenost (km)	Časová náročnost
Dachser	(0) - (1) - (2) - (3) - (4) - (5) - (6) - (7) - (8) - (9) - (10) - (11) - (Svoz 2) - (Svoz 1) - (Svoz 3) - (0)	228,9	7h 28 min
Metoda výhodnostních čísel	(0) - (11) - (10) - (9) - (7) - (8) - (6) - (5) - (4) - (2) - (3) - (1) - (Svoz 2) - (0)	194	6h 19 min

Zdroj: vlastní zpracování

Společnost Dachser zařadila do 1. trasy 3. dne svozy zákazníků Ballpool.cz, Elektroporcelán a Rotor Clip, tím se zvýšila hodnota účelové funkce o 34 km a časová náročnost o 1 hodinu a 20 minut. Do modelované trasy bylo po využití vkládacího algoritmu výhodné zařadit pouze svoz zákazníka Elektroporcelán. Tím došlo k navýšení ujeté vzdálenosti o 1,5 km.

Tabulka 34 Přiřazení svozů do 2. trasy 3. dne vkladacím algoritmem

JJS ELECTRONIC		BLIKA S.R.O.	
Trasa	Zhoršení účelové funkce	Trasa	Zhoršení účelové funkce
(8) - (7)	21	(8) - (7)	12,6
(7) - (9)	33,6	(7) - (9)	6,2
(9) - (6)	33,7	(9) - (6)	7,3
(6) - (5)	38,5	(6) - (5)	0
(5) - (4)	30,3	(5) - (4)	0
(4) - (3)	36,5	(4) - (3)	16,3
(3) - (2)	11,5	(3) - (2)	19
(2) - (0)	9,2	(2) - (0)	42,9

Zdroj: vlastní zpracování

Svozy zákazníků JJS Electronic a Blika s.r.o. jsme uvažovali zařadit do 2. trasy 3. rozvozního dne. Nejnižší zhoršení hodnoty účelové funkce u svozu zákazníka JJS Electronic bylo stanoveno vkladacím algoritmem na hodnotu 9,2 km mezi zákazníkem Me-metal s.r.o. a skladem společnosti Dachser. Svoz zákazníka Blika s.r.o. byl přidán mezi zákazníky Severočeské doly a Pfisterer CZ a ujetá vzdálenost na trase se nezmění.

Tabulka 35 Konečné řešení 2. trasy 3. dne po přidání svozů

Postup	Trasa	Vzdálenost (km)	Časová náročnost
Dachser	(0) - (1) - (2) - (3) - (4) - (5) - (6) - (7) - (8) - (9) - (10) - (11) - (12) - (13) - (14) - (Svoz 4) - Svoz 5 - (0)	291	8h 24 min
Metoda výhodnostních čísel	(0) - (10) - (11) - (12) - (13) - (14) - (1) - (8) - (7) - (9) - (6) - (5) - (Svoz 5) - (4) - (3) - (2) - (Svoz 4) - (0)	239,3	7h 45 min

Zdroj: vlastní zpracování

Do 2. trasy 3. dne byly přiřazení svozy zákazníků JJS Electronic a Blika s.r.o. u skutečně užívané i modelované trasy. Společnost Dachser zařadila svozy na konec trasy a řidič ujel o 33,3 km více než u trasy bez svozů. Po využití vkladacího algoritmu u modelované trasy se zvýšila hodnota účelové funkce po zařazení svozů do trasy o 9,2 km.

Tabulka 36 Přřazení svozů do 3. trasy 3. dne vkládacím algoritmem

HIT OFFICE		JANSEN DISPLAY		JOTUN CZECH	
trasa	Zhoršení účelové funkce	trasa	Zhoršení účelové funkce	trasa	Zhoršení účelové funkce
(7) - (5)	1,8	(7) - (5)	18,6	(7) - (5)	18,6
(5) - (6)	11,2	(5) - (6)	27,9	(5) - (6)	27,9
(6) - (4)	8,6	(6) - (4)	25,4	(6) - (4)	25,4
(4) - (3)	12,2	(4) - (3)	28,9	(4) - (3)	28,9
(3) - (0)	39,3	(3) - (0)	47,4	(3) - (0)	47,4

Zdroj: vlastní zpracování

Přřazení svozů zákazníků Hit Office, Jansen Display a Jotun Czech jsme uvažovali do 3. trasy 3. rozvozního dne. Svoz zákazníka Hit Office byl zařazen do trasy mezi zákazníky Martin Pokorný a Danczek s prodloužením ujeté vzdálenosti o 8,6 km. Zákazníci Jansen Display a Jotun Czech dosahují stejných hodnot zhoršení účelové funkce, protože se nacházejí téměř na stejné adrese. Nejvhodnější je zařadit tyto svozy mezi zákazníky PS-Services a AGC Flat. Ujetá vzdálenost se tím zvýší o 18,6 km.

Tabulka 37 Konečné řešení 3. trasy 3. dne po přidání svozů

Postup	Trasa	Vzdálenost (km)	Časová náročnost
Dachser	(0) - (1) - (2) - (3) - (4) - (5) - (6) - (7) - (8) - (9) - (10) - (11) - (Svoz 6) - (Svoz 7) - (Svoz 8) - (0)	245,6	7h 5 min
Metoda výhodnostních čísel	(0) - (1) - (2) - (9) - (10) - (11) - (8) - (7) - (Svoz 6) - (Svoz 7) - (Svoz 8) - (5) - (6) - (4) - (3) - (Svoz 1) - (Svoz 3) - (0)	243,3	7h 59 min

Zdroj: vlastní zpracování

Společnost Dachser zařadila do 3. trasy 3. dne svozy Hit Office, Jansen Display a Jotun Czech na konec trasy a celková ujetá vzdálenost se tím zvýšila o 12,7 km na 245,6 km. Aplikace vkládacího algoritmu u modelované trasy určila zařadit do 3. trasy svoz zákazníků Ballpool.cz, Rotor Clip, Hit Office, Jansen Display a Jotun Czech. Hodnota účelové funkce se tím zvýšila o 45,6 km na 243,3 km a trasu by měl řidič zvládnout obsloužit za 7 hodin a 59 minut.

4.5 Optimalizace tras vytvořených Mayerovou metodou

Po optimalizaci současných tras, které společnost Dachser využívá, můžeme uvažovat vytvoření nových tras. Tyto nové trasy mohou, ale nemusí, vytvářet lepší výsledek než u současných tras. Nové trasy budou vytvořeny pomocí Mayerovy metod, která pouze určí, kteří zákazníci se budou nacházet v které trase. Pořadí, v jakém by měl řidič obsloužit jednotlivé zákazníky, určí až některá z metod pro jednookruhový okružní dopravní problém. Metody, které využijeme, budou stejné jako při optimalizaci současných tras, a to metoda nejbližšího souseda, metoda ztrát a metoda výhodnostních čísel. Pro jejich aplikaci využijeme také opět softwarový modul v MS Excel TSPKOSA.

Pro užití Mayerovy metody jsme si určili dva typy omezení. Kapacitní omezení vychází z užitečné nosnosti vozidla dané výrobcem, která u toho typu vozidla činí 6 tun. Protože neznáme ale objemová kritéria, rozhodli jsme se pro tuto práci snížit užitečnou nosnost vozidla o $\frac{1}{4}$ na 4,5 tuny. Časové omezení bylo určeno navíc, Mayerova metoda s ním nepočítá, neboť je určena pro řešení kapacitních okružních dopravních problémů. Abychom rozložili rovnoměrně všechny trasy, určili jsme si časové omezení na vytvoření okruhu na 6 hodin. A to tak, že po přidání dalšího zákazníka do trasy jsme si zaznamenali jeho čas, který potřeboval k tomuto přejezdu a čas obsluhy. Tento časový úsek byl počítán pouze od výjezdu ze skladu po navštívení posledního zákazníka na trase, protože s Mayerovou metodou nemůžeme určit, kterého zákazníka obsloužíme na trase jako posledního a jeho vzdálenost k návratu na sklad. Tato dvě omezení by měly platit zároveň.

Rozřazení nových tras Mayerovou metodou a matice vzdáleností pro optimalizaci nových tras jsou k dispozici v příloze č. II.

V tabulce č. 38 jsou zaznamenány kapacitní a časová omezení, kterých bylo dosaženo při rozřazování nových tras Mayerovou metodou.

Tabulka 38 Dodržení kapacitních a časových omezení u všech tras

omezení rozvozu	1. den		2. den		3. den	
	časové omezení (min)	kapacitní omezení (kg)	časové omezení (min)	kapacitní omezení (kg)	časové omezení (min)	kapacitní omezení (kg)
1. trasa	352	4054	275	1484	316	2321
2. trasa	356	4307	350	4023	342	2220
3. trasa	358	2651	351	3556	340	3476

Zdroj: vlastní zpracování

4.5.1 První rozvozní den nových tras

V tabulce č. 39 jsou uvedeny základní údaje o zákazníkovi, jeho adresa a čas obsluhy.

Tabulka 39 Vstupní data pro novou 1. trasu 1. dne

Pořadové číslo	Zákazník	Adresa		Čas obsluhy
		Ulice	Město	
1	JÍŘÍ FOLTA	Táboritká 157	Louny	8:00 - 16:00
2	ERZET STEEL	Počerady 61	Výškov	07:00 - 15:00
3	TRIANGLE INDUSTRIAL	Průmyslová 1062	Bitoveves	08:00 - 16:00
4	GESTAMP LOUNY	Průmyslová zóna Triangle 61	Velemyšleves	07:00 - 16:00
5	YANKEE CANDLE	Saběnice 161	Havraň u Mostu	08:00 - 16:00
6	MARTIN RAJTER	Moravěves 13	Havraň u Mostu	08:00 - 16:00
7	SEVEROČESKÉ VODOVODY A KANALIZACE	Dělnická 14	Most – Velebudice	08:00 - 17:00
8	SUJAN S.R.O.	Česká ul. 843	Most	08:00 - 18:00
9	CORROTECH TRADE	Topolová 1456	Most	07:00 - 18:00
10	OBI MOST	Chomutovská 1316	Most	08:00 - 20:00
11	LOGIT S.R.O.	Hlubany 119	Podbořany	08:00 - 16:00
12	KEMPCHEN S.R.O	Očihov 148	Očihov	08:00 - 16:00

Zdroj: vlastní zpracování

U nové 1. trasy 1. dne je důležité při plánování okruhu dbát na časová omezení u jednotlivých zákazníků. U této trasy je potřeba uvažovat zkrácenou dobu příjmu u zákazníka Erzet Steel, který přijímá zboží do 15:00.

Tabulka 40 Výsledek využití metod pro ODP nová 1. trasa 1. dne

Postup	Trasa	Vzdálenost (km)	Časová náročnost
Metoda nejbližšího souseda	(0) - (1) - (2) - (10) - (9) - (8) - (7) - (6) - (5) - (4) - (3) - (11) - (12) - (0)	197,4	6h 23 min
Metoda ztrát	(0) - (2) - (9) - (8) - (10) - (7) - (6) - (5) - (11) - (12) - (4) - (3) - (1) - (0)	215,7	6h 50 min
Metoda výhodnostních čísel	(0) - (1) - (2) - (7) - (8) - (9) - (10) - (5) - (6) - (3) - (4) - (11) - (12) - (0)	197	6h 30 min

Zdroj: vlastní zpracování

Z výsledků je zřejmé, že nejlepší hodnoty celkově ujeté vzdálenosti 197 km dosáhla metoda výhodnostních čísel s časovou náročností 6 hodin 30 minut. Jen o 400 metrů delší trasu určila metoda nejbližšího souseda s časovou náročností 6 hodin a 23 minut. Nejhorší hodnotu u této trasy stanovila metoda ztrát s celkově ujetou vzdáleností 215,7 km a časovou náročností na uskutečnění okruhu 6 hodin a 50 minut.

Zákazníka Erzet Steel podle všech metod bychom měli obsloužit na začátku trasy, takže odpadá problém s uspokojením jeho požadavku.

Tabulka 41 Vstupní data pro novou 2. trasu 1. dne

Pořadové číslo	Zákazník	Adresa		Čas obsluhy
		Ulice	Město	
1	DOMA PRO S.R.O	Třebízského 4420	Chomutov	07:00 - 16:00
2	DONALDSON INDUSTRIAL	Královský vrch 1986	Kadaň	08:00 - 16:00
3	TOYODA GOSEI	Průmyslová 2	Klášterec nad Ohří	08:00 - 16:00
4	PITTSBURG CORNING	Průmyslová 3	Klášterec nad Ohří	08:00 - 16:30
5	BELET A.S.	Dělnická 1253/37	Vejprty	06:30 - 16:00
6	ELEKTROPŘÍSTROJ	Nádražní 219	Kovářská	07:00 - 15:30
7	EVA NOVÁKOVÁ	Březenecská 4799	Chomutov	08:00 - 16:00
8	BLIKA S.R.O.	Královský vrch 1977	Kadaň	08:00 - 16:00
9	ICOPAL VEDAG	Záluží 1	Litvínov	09:00 - 14:00
10	BOUKAL S.R.O	Partyzánská 108	Litvínov	07:00 - 16:30
11	JAROSLAV RADOŠ	Osecká 179	Lom u Mostu	07:00 - 18:00

Zdroj: vlastní zpracování

U zákazníka Icopal Vedag musíme předpokládat jeho obsluhu spíše vprostřed rozvozní trasy, protože tento zákazník má začátek příjmu posunut na 9:00 a přijímá pouze do 14:00. V této trase máme ještě jednoho zákazníka, který má zkrácený příjem, a to Elektropřístroj s příjmem do 15:30.

Tabulka 42 Výsledek využití metod pro ODP nová 2. trasa 1. dne

Postup	Trasa	Vzdálenost (km)	Časová náročnost
Metoda nejbližšího souseda	(0) - (11) - (10) - (9) - (7) - (1) - (8) - (2) - (3) - (4) - (6) - (5) - (0)	270,4	7h 5 min
Metoda ztrát	(0) - (9) - (11) - (10) - (7) - (1) - (6) - (5) - (2) - (8) - (4) - (3) - (0)	267,9	7h 5 min
Metoda výhodnostních čísel	(0) - (11) - (10) - (9) - (7) - (1) - (6) - (5) - (3) - (4) - (8) - (2) - (0)	266,3	7h 3 min

Zdroj: vlastní zpracování

Z výsledků vyplývá, že nejkratší celkové ujeté vzdálenosti 266,3 km dosáhla metoda výhodnostních čísel s časovou náročností 7 hodin a 3 minuty. Druhou nejlepší hodnotu účelové funkce stanovila metoda ztrát s trasou delší 1,6 km a o 2 minuty časově náročnější.

Metoda nejbližšího souseda dopadla u této trasy nejhůře s celkovou ujetou vzdáleností 270,4 km a časovou náročností 7 hodin a 5 minut.

Z důvodu časového omezení bychom nedoporučili využít okruh metody ztrát, protože umístila zákazníka Icopal Vedag na začátek trasy. Řidič by musel na doručení zásilky u zákazníka čekat na začátek příjmu. Zákazník Elektropřístroj bude podle postupu všech metod obslužen bez omezení.

Tabulka 43 Vstupní data pro novou 3. trasu 1. dne

Pořadové číslo	Zákazník	Adresa		Čas obsluhy
		Ulice	Město	
1	AGC AUTOMOTIVE	Osada 33	Bílina	0:00 - 24:00
2	FILIP BOZETICKÝ	Malá okružní 890/2	Duchcov	08:00 - 16:00
3	VLADIMÍR NEDBAL	U radnice 956/8	Teplice	08:00 - 16:00
4	CEZ, A.S.	Bílina 141	Bílina	08:00 - 16:00
5	INSTALACE ZT	Nelsonská 112	Osek	07:00 - 17:00
6	GATE S.R.O.	Náměstí Svobody 3316	Teplice	08:00 - 09:00
7	TEPTEX S.R.O	Thámová 25	Teplice	08:00 - 16:00
8	UPC ČR	Doubravská 1615	Teplíc	08:00 - 16:00
9	K&V A.S.	Riegrova 1917	Teplice	07:00 - 16:00
10	HIT OFFICE	Novosedlická 999	Teplice	07:00 - 15:00
11	JANSEN DISPLAY	Přestanov 5	Chabařovice	07:00 - 15:30
12	IVANA KOHOUTOVÁ	Tř. Budovatelů 991/9	Most	08:00 - 16:00
13	HERKUL A.S.	Obrnice 228	Obrnice	07:00 - 15:30

Zdroj: vlastní zpracování

Zákazník Gate s.r.o. má pro příjem zboží domluveno časové okno v rozmezí 8:00 – 9:00. Zákazník Hit Office má zkrácen příjem do 15:00 a zákazníci Jansen Display a Herkul a.s. mají příjem zkrácen do 15:30.

Tabulka 44 Výsledek využití metod pro ODP nová 3. trasa 1. dne

Postup	Trasa	Vzdálenost (km)	Časová náročnost
Metoda nejbližšího souseda	(0) - (6) - (3) - (10) - (9) - (8) - (7) - (11) - (2) - (5) - (4) - (1) - (13) - (12) - (0)	222,4	6h 47 min
Metoda ztrát	(0) - (6) - (3) - (10) - (9) - (8) - (7) - (11) - (2) - (5) - (4) - (1) - (12) - (13) - (0)	220,6	6h 45 min
Metoda výhodnostních čísel	(0) - (6) - (3) - (11) - (7) - (8) - (9) - (10) - (2) - (5) - (4) - (1) - (12) - (13) - (0)	219,4	6h 44 min

Zdroj: vlastní zpracování

V tabulce č. 44 můžeme vidět výsledky posloupnosti míst vytvořených metodami pro okružní dopravní problém. Metoda výhodnostních čísel stanovila nejkratší ujetou vzdálenost pro zkoumanou trasu, a to 219,4 km s časovou náročností 6 hodin a 44 minut. Výsledky metody ztrát a metody nejbližšího souseda nejsou o mnoho horší. Metoda ztrát určila délku trasy na 220,6 km a metoda nejbližšího souseda o 1,8 km více než metoda ztrát.

Z důvodu dodržení časového okna u zákazníka Gate s.r.o. jsme pozměnili hodnotu v matici vzdáleností z 92,4 na 10. Všechny metody přijaly výhodnost tohoto spojení a zařadily zákazníka Gate s.r.o. na první místo po výjezdu z distribučního centra.

Ostatní zákazníci budou obsluženi bez omezení, protože časová náročnost trasy podle všech metod není vysoká. Poslední zákazník by měl být obslužen kolem 13. hodiny.

Dále v tomto dni byly předány společnosti Dachser požadavky na svoz od zákazníků, kteří jsou shodní jako u prvního rozvozního dne současných tras. Data k těmto svozům můžeme nalézt v Tabulka 7 Svozy pro 1. rozvozní den.

Při zařazování svozů od zákazníků využijeme znalostí získaných při aplikaci vkládacího algoritmu u současných tras. Proto do nové 1. trasy 1. dne přibudou svozy zákazníků Elektroporcelán a Novák-papír a do 3. trasy 1. dne budou přidáni svozy od zákazníků Boneka spol. s r.o. a Jotun Czech.

Tabulka 45 Konečné řešení pro novou 1. trasu 1. dne

Postup	Trasa	Vzdálenost (km)	Časová náročnost
Metoda výhodnostních čísel	(0) - (12) - (11) - (4) - (3) - (6) - (5) - (10) - (9) - (8) - (7) - (2) - (Svoz 1) - (1) - (Svoz 2) - (0)	208	7 h 13 min

Zdroj: vlastní zpracování

Do nové 1. trasy 1. dne byly přidány svozy Elektroporcelán a Novák – papír totožně na konec trasy jako v případě současných tras. Abych to mohli udělat, museli jsme otočit směr obsluhy zákazníků trasy. Nedojde tím žádných problémů při doručení zboží. Celková trasa se prodloužila o 11 km na 208 km s časovou náročností 7 hodin a 13 minut.

Tabulka 46 Přiřazení svozů do nové 3. trasy 1. dne vkládacím algoritmem

BONEKA, SPOL S R.O.		JOTUN CZECH	
Trasa	Zhoršení účelové funkce	Trasa	Zhoršení účelové funkce
(9) - (10)	2	(9) - (10)	17
(10) - (2)	1,1	(10) - (2)	18
(2) - (5)	17,7	(2) - (5)	32,6
(5) - (4)	14,2	(5) - (4)	29
(4) - (1)	22,2	(4) - (1)	39
(1) - (12)	22,5	(1) - (12)	39,2
(12) - (13)	46,4	(12) - (13)	63,2
(13) - (0)	58,2	(13) - (0)	66,3

Zdroj: vlastní zpracování

Svozy zákazníků Boneka, spol. s r.o. a Jotun Czech budou přidány do nové 3. trasy 1. dne vkládacím algoritmem podle nejnižšího zhoršení hodnoty účelové funkce. Svoz zákazníka Boneka spol., s r.o. byl zařazen mezi rozvoz zákazníků Filip Bozetický a Hit Office a Jotun Czech byl přidán mezi zákazníky Hit Office a K&V.

Tabulka 47 Konečné řešení pro novou 3. trasu 1. dne

Postup	Trasa	Vzdálenost (km)	Časová náročnost
Metoda výhodnostních čísel	(0) - (6) - (3) - (11) - (7) - (8) - (9) - (Svoz 4) - (10) - (Svoz 3) - (2) - (5) - (4) - (1) - (12) - (13) - (0)	237,5	7h 33 min

Zdroj: vlastní zpracování

Celková ujetá vzdálenost se u nové 3. trasy 1. dne po přidání svozů zákazníků Boneka spol., s r.o. a Jotun Czech zvýšila o 18,1 km a řidič by ji měl obsloužit za 7 hodin a 33 minut.

4.5.2 Druhý rozvozní den nových tras

Tabulka 48 Vstupní data pro novou 1. trasu 2. dne

Pořadové číslo	Zákazník	Adresa		Čas obsluhy
		Ulice	Město	
1	Jiří FOLTA	Táboritská 157	Louny	8:00 - 16:00
2	HERKUL A.S.	Obrnice 228	OBRNICE	07:00 - 15:30
3	GATE MOST	Radniční 3400	MOST	09:00 - 20:00
4	VLADIMÍR ŠVANTNER	J. Seiferta 2159	MOST	08:00 - 16:00
5	ERZET STEEL	Počerady 61	Výškov	07:00 - 15:00
6	ENCZ A.S.	Zaječická 1857	Jirkov	0:00 - 24:00
7	E.B.J. PRODUCTION	K. Marxe 1689	Jirkov	06:00 - 14:30
8	VZ-SYSTEM S.R.O.	Spořická 599	Spořice	08:00 - 16:00

Zdroj: vlastní zpracování

Nové 1. trase 2. dne bylo přiřazeno pouze 8 zákazníků. Doručení zásilky zákazníkovi E.B.J. Production je omezeno zkráceným příjmem do 14:30. Dále kratší dobu příjmu mají zákazníci Erzet Steel do 15:00 a Herkul a.s. do 15:30. Pravděpodobně tato časová omezení nebudou mít vliv na výsledek plánování tras tohoto okruhu.

Tabulka 49 Výsledek využití metod pro ODP nová 1. trasa 2. dne

Postup	Trasa	Vzdálenost (km)	Časová náročnost
Metoda nejbližšího souseda	(0) - (5) - (2) - (3) - (4) - (6) - (7) - (8) - (1) - (0)	176,4	5h 00 min
Metoda ztrát	(0) - (5) - (8) - (6) - (7) - (3) - (4) - (2) - (1) - (0)	185,5	5h 3 min
Metoda výhodnostních čísel	(0) - (1) - (8) - (7) - (6) - (4) - (3) - (2) - (5) - (0)	176,4	5h 00 min

Zdroj: vlastní zpracování

Shodného výsledku u nové 1. trasy 2. dne dosáhly metoda nejbližšího souseda a metoda výhodnostních čísel s celkovou ujetou vzdáleností 176,4 km a časovou náročností přesně 5 hodin. Jediný rozdíl je v tom, že tyto trasy jsou naplánovány v opačném pořadí. Metoda ztrát určila hodnotu účelové funkce 185,5 km s časovou náročností 5 hodin a 3 minuty.

Tabulka 50 Vstupní data pro novou 2. trasu 2. dne

Pořadové číslo	Zákazník	Adresa		Čas obsluhy
		Ulice	Město	
1	GATE CHOMUTOV	Farského 4732	Chomutov	09:00 - 20:00
2	GENERALI POJIŠŤOVNA	Ruská 79	Chomutov	08:00 - 17:00
3	KEBEK S.R.O.	Pražská 5382	Chomutov	07:00 - 15:00
4	SOTILA S.R.O.	Pražská 5382	Chomutov	07:00 - 15:00
5	DOVER EUROPE	Pražská 585	Chomutov	08:00 - 16:00
6	LIBRA SPOL. S R.O.	Málkov 70	Chomutov	08:00 - 16:00
7	PFISTERER CZ	Královský Vrch 1977	Kadaň	08:00 - 16:00
8	BLIKA S.R.O.	Královský Vrch 1977	Kadaň	07:00 - 15:00
9	JAKOB MÜLLER	Královský Vrch 1999	Kadaň	08:00 - 16:00
10	KOVOSPOL A.S	Grégrova 4832	Chomutov	0:00 - 24:00
11	JJS ELECTRONIC	Pražská 585	Chomutov	08:00 - 16:00
12	NOEL-PLUS CV	Dukelská 5637	Chomutov	07:00 - 15:00
13	FING'RS	Pražská 5615	Chomutov	08:00 - 16:00
14	OREN S.R.O.	Droužkovická 324	Udlice	07:30 - 15:30
15	SVĚTLO KADAŇ	Nerudova 63/16	Chomutov	08:00 - 16:00

Zdroj: vlastní zpracování

Druhá trasa 2. dne se oproti současné trase rozšířila na 15 zákazníků, a to především z důvodu velkého počtu zákazníků v okolí města Chomutov. Mezi těmito zákazníky se jich pár nachází, kteří mají rozlišný čas příjmu, než je doručovací čas Společnosti Dachser. Zákazníci Kebek s.r.o., Sotila s.r.o., Blika s.r.o., Noel-plus CV mají zkrácený příjem zboží do 15:00 a Oren do 15:30. Zákazník Gate Chomutov otevírá prodejnu až od 9:00, proto budeme doručovat později.

Tabulka 51 Výsledek využití metod pro ODP nová 2. trasa 2. dne

Postup	Trasa	Vzdálenost (km)	Časová náročnost
Metoda nejbližšího souseda	(0) - (7) - (8) - (9) - (6) - (1) - (15) - (2) - (10) - (11) - (5) - (4) - (3) - (12) - (13) - (14) - (0)	180	6h 34 min
Metoda ztrát	(0) - (4) - (3) - (11) - (5) - (1) - (8) - (7) - (9) - (6) - (2) - (15) - (10) - (12) - (13) - (14) - (0)	181,2	6h 36 min
Metoda výhodnostních čísel	(0) - (14) - (13) - (12) - (3) - (4) - (5) - (11) - (10) - (2) - (15) - (1) - (7) - (8) - (9) - (6) - (0)	179,9	6h 34 min

Zdroj: vlastní zpracování

Z výsledků vyplývá, že metoda výhodnostních čísel stanovila nejkratší celkovou ujetou vzdálenost, a to 179,9 km s časovou náročností 6 hodin a 34 minut. Metoda nejbližšího souseda našla trasu jen o 100 metrů delší se stejnou časovou náročností. Nejhoršího výsledku sice dosáhla metoda ztrát, ale neliší se výrazně. Je pouze o 1,3 km delší než metoda výhodnostních čísel.

Nejlepší posloupnost obsluhy zákazníků určila také metoda výhodnostních čísel. Všechny zákazníky, kteří mají zkrácený příjem zařadila na začátek trasy, a naopak zákazník Gate Chomutov, který otevírá až v 9:00, byl zařazen do druhé poloviny okruhu.

Tabulka 52 Vstupní data pro novou 3. trasu 2. dne

Pořadové číslo	Zákazník	Adresa		Čas obsluhy
		Ulice	Město	
1	GATE S.R.O.	Náměstí Svobody 3316	Teplice	08:00 - 09:00
2	GALDENT CZ	K Vápence 448	Teplice	08:00 - 16:00
3	TESASING S.R.O.	Řetenická 133	Teplice	06:00 - 14:00
4	VICTORY CZECH	Újezdeček 253	Újezdeček	08:00 - 16:00
5	AUßENLAGER S.R.O.	Školní 229	Dubí	08:00 - 16:00
6	FRESHLABELS	Stanová 1182/2	Teplice	10:00 - 18:00
7	TRON, S.R.O.	Nábřežní 388/10	Teplice	08:00 - 16:30
8	ARDAGH METAL	Zemská 612	Teplice	0:00 - 24:00
9	OBI TEPLICE	Seifertova 1965	Teplice	08:00 - 20:00
10	CHROMTECH	Modlanská 1201/1A	Teplice	08:00 - 14:00
11	EUROPRINT	Jana Koziny 1632/37	Teplice	0:00 - 24:00
12	ELFETEX, S.R.O.	Gagarinova 484	Teplice	07:00 - 15:30
13	TOYODA GOSEI	Srbice 100	Teplice	08:00 - 16:00
14	TREVES CZ	Přestanov 116	Chabařovice	08:00 - 18:00

Zdroj: vlastní zpracování

U 3. nové trasy 2. dne není potřeba nic počítat, neboť trasa se shoduje s používanou současnou trasou. Výsledky tohoto okruhu si můžeme prohlédnout v Tabulka 18 Úprava výsledku využití metod pro ODP 3. trasa 2. dne.

Svozy pro nové trasy 2. rozvozního dne nalezneme v Tabulka 19 Svozy pro 2. rozvozní den, jelikož požadavky na svozy u nových tras jsou totožné se současnými trasami.

Opět využijeme poznatky, které jsme získali při přidávání svozů vkládacím algoritmem do současných tras. Do 1. trasy přidáme svoz od zákazníka Zak-kovovýroba, protože obec Vrskmaň se nachází v blízkosti Jirkova, kde řidič už bude doručovat. Vzhledem k tomu, že 1. trasa má obsloužit jen 8 zákazníků, nebudeme při aplikaci vkládacího algoritmu uvažovat omezení v podobě příchodu požadavku na dispečink společnosti Dachser. Řidič by měl zvládnout obsloužit všechny zákazníky, ať už pojedou trasu v opačném pořadí nebo vyjede z distribučního centra později.

Do 2. trasy zařadíme svozy zákazníků Dafiko s.r.o. a Remei CZ a do 3. trasy přiřadíme svozy od zákazníků Hit Office a Jotun Czech.

Tabulka 53 Přiřazení svozů do nové 1. trasy 2. dne vkládacím algoritmem

Zak-kovovýroba	
1. trasa	Zhoršení účelové funkce
(0) - (1)	72,3
(1) - (8)	18,1
(8) - (7)	10,8
(7) - (6)	8,1
(6) - (4)	4,1
(4) - (3)	35,5
(3) - (2)	35,3
(2) - (5)	29,7
(5) - (0)	43,9

Zdroj: vlastní zpracování

Z tabulky č. 53 vyplývá, že nejvýhodnější je zařadit svoz zákazníka Zak-kovovýroba mezi rozvoz zákazníků Vladimír Švantner a Encz a.s. se zhoršením hodnoty účelové funkce o 4,1 km.

Tabulka 54 Konečné řešení pro novou 1. trasu 2. dne

Postup	Trasa	Vzdálenost (km)	Časová náročnost
Metoda výhodnostních čísel	(0) - (1) - (8) - (7) - (6) - (Svoz 3) - (4) - (3) - (2) - (5) - (0)	180,5	5h 21 min

Zdroj: vlastní zpracování

Do nové 1. trasy 2. dne byl přidán svoz 3 zákazníka Zak-kovovýroba. Trasa byla prodloužena o 4,1 km a okruh je časově náročný 5 hodin a 21 minut.

Tabulka 55 Přiřazení svozů do nové 2. trasy 2. dne vkládacím algoritmem

Dafiko s.r.o.		Remei CZ	
2. trasa	Zhoršení účelové funkce	2. trasa	Zhoršení účelové funkce
(11) - (10)	2,1	(11) - (10)	5
(10) - (2)	3,6	(10) - (2)	5,5
(2) - (15)	1,8	(2) - (15)	2,9
(15) - (1)	3,1	(15) - (1)	3,9
(1) - (7)	2,9	(1) - (7)	3,7
(7) - (8)	39,6	(7) - (8)	40,4
(8) - (9)	39	(8) - (9)	39,9
(9) - (6)	15,9	(9) - (6)	16,8
(6) - (0)	3,7	(6) - (0)	4

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka č. 55 představuje zhoršení hodnoty účelové funkce po vložení svozu od zákazníků Dafiko s.r.o. a Remei CZ do jednotlivých úseků trasy. Nejnižší zhoršení určil vkládací algoritmus u obou svozů mezi zákazníky Generali pojišťovna a Světlo Kadaň. Při zařazení obou svozů naráz mezi tyto zákazníky se prodlouží ujetá vzdálenost o 5,4 km, což je více než, kdyby mohly být tyto svozy provedeny jednotlivě (delší jen o 4,7 km). Proto byl svoz Dafiko s.r.o. zařazen mezi zákazníky Kovospol a.s. a JJS Electronic se zhoršením hodnoty účelové funkce 2,1 km a svoz Remei CZ byl vložen mezi zákazníky Generali pojišťovna a Světlo Kadaň s prodloužením trasy o 2,9 km.

Tabulka 56 Konečné řešení pro novou 2. trasu 2. dne

Postup	Trasa	Vzdálenost (km)	Časová náročnost
Metoda výhodnostních čísel	(0) - (14) - (13) - (12) - (3) - (4) - (5) - (11) - (Svoz 1) - (10) - (2) - (Svoz 2) - (15) - (1) - (7) - (8) - (9) - (6) - (0)	184,9	7h 11 min

Zdroj: vlastní zpracování

Po přiřazení svozu zákazníka Dafiko s.r.o. (Svoz 1) a Remei CZ (Svoz 2) se prodloužila nová 2. trasa 2. dne o 5 km a okruh je časově náročný 7 hodin a 11 minut.

Tabulka 57 Konečné řešení pro novou 3. trasu 2. dne

Postup	Trasa	Vzdálenost (km)	Časová náročnost
Dachser	(0) - (1) - (2) - (3) - (4) - (5) - (6) - (7) - (8) - (9) - (10) - (11) - (12) - (13) - (14) - (Svoz 4) - (Svoz 5) - (0)	219,8	7h 22 min
Metoda výhodnostních čísel	(0) - (1) - (7) - (10) - (12) - (14) - (13) - (9) - (11) - (8) - (Svoz 4) - (Svoz 5) - (5) - (2) - (3) - (4) - (0)	217,3	7h 43 min

Zdroj: vlastní zpracování

Nová 3. trasa 2. dne je shodná se současnou trasou, proto výsledné hodnoty jsou totožné.

4.5.3 Třetí rozvozní den nových tras

Tabulka 58 Vstupní data pro novou 1. trasu 3. dne

Pořadové číslo	Zákazník	Adresa		Čas obsluhy
		Ulice	Město	
1	GATE MOST	Radniční 3400	Most	09:00 - 20:00
2	PROFIFENSTER	Tiskařská 12	Most	08:00 - 16:00
3	MARTIN TRPKA	F. Šrámka 440	Most	08:00 - 16:00
4	FRROD S.R.O.	Čsl. armády 1878/88	Most	07:30 - 15:30
5	PAVEL SAJDL	Hraniční 2	Most	08:00 - 16:00
6	ČOV LITVÍNOV	Záluží 1	Litvínov	08:00 - 16:00
7	BOWLING LITVÍNOV	Vinohradská 875	Litvínov	12:00 - 23:00
8	WORLD INVEST	U Sauny 837	Jirkov	08:00 - 16:00
9	BM ČESKO S.R.O.	Obchodní zóna 261	Chomutov	08:00 - 16:00
10	FEINTOOL SYSTÉM	Havraň 164	Havraň u Mostu	08:00 - 16:00
11	MŠ KAMARÁD	Růžová 5255	Chomutov	08:00 - 16:00

Zdroj: vlastní zpracování

Zákazník Gate Most má u nové 1. trasy 3. dne začátek příjmu až od 9:00, Bowling Litvínov přijímá zboží dokonce až po 12:00. Naopak zákazník Frrod má zkrácený příjem do 15:30.

Tabulka 59 Výsledek využití metod pro ODP nová 1. trasa 3. dne

Postup	Trasa	Vzdálenost (km)	Časová náročnost
Metoda nejbližšího souseda	(0) - (10) - (11) - (9) - (8) - (7) - (6) - (5) - (3) - (4) - (1) - (2) - (0)	190,2	6h 5 min
Metoda ztrát	(0) - (9) - (11) - (8) - (6) - (7) - (5) - (4) - (3) - (1) - (2) - (10) - (0)	196,2	6h 10min
Metoda výhodnostních čísel	(0) - (10) - (11) - (9) - (8) - (6) - (7) - (5) - (4) - (3) - (1) - (2) - (0)	189,7	6h 4 min

Zdroj: vlastní zpracování

Z výsledků vyplývá, že nejkratší ujetou vzdálenost 189,7 km s časovou náročností 6 hodin a 4 minuty stanovila metoda výhodnostních čísel. Jen o 500 metrů delší trasu určila metoda nejbližšího souseda s časovou náročností 6 hodin a 5 minut. Metoda ztrát nevrhla nejhorší výsledek oproti ostatním metodám s celkovou vzdáleností 196,2 km a časovou náročností 6 hodin a 10 minut.

Kdyby měl řidič vyjet z distribučního centra v takový čas, aby dorazil na první vykládku v 8:00, podle daných tras by přijel k zákazníkovi Bowling Litvínov už zhruba v 10 hodin. Proto můžeme uvažovat posunutí výjezdu o 2 hodiny nebo zařadit zákazníka Bowling Litvínov na konec trasy, čímž se ale výrazně zvýší celková ujetá vzdálenost okruhu. V tomto případě bude vhodnější možností posunutí začátku výjezdu ze skladu.

Tabulka 60 Vstupní data pro novou 2. trasu 3. dne

Pořadové číslo	Zákazník	Adresa		Čas obsluhy
		Ulice	Město	
1	DOMA PRO S.R.O	Třebízského 4420	Chomutov	07:00 - 16:00
2	ME-METAL S.R.O	Rudé Armády 339	Droužkovice	08:00 - 16:00
3	HUNTER DOUGLAS	Tušimice 15	Kadaň	08:00 - 16:30
4	SEVEROČESKÉ DOLY	Tušimice 16	Kadaň	06:00 - 14:00
5	PFISTERER CZ	Královský Vrch 1977	Kadaň	08:00 - 16:00
6	DONALDSON INDUSTRIAL	Královský Vrch 1986	Kadaň	08:00 - 16:00
7	DEFT DESIGN	Sadová 432	Klášterec nad Ohří	08:00 - 16:00
8	BOS AUTOMOTIVE	U Porcelánky 786	Klášterec nad Ohří	09:00 - 17:00
9	INTEPLAST CZ	Průmyslová 8	Klášterec nad Ohří	07:00 - 22:00
10	PARKER HANNIFIN	Na Moráni 5480	Chomutov	06:00 - 14:00
11	PULS INVESTIČNÍ	Pražská 5639	Chomutov	06:00 - 14:00
12	SVÁŘECÍ TECHNIKA	Dukelská 1296	Chomutov	06:00 - 22:00
13	GATE CHOMUTOV	Farského 4732	Chomutov	09:00 - 20:00

Zdroj: vlastní zpracování

U nové 2. trasy 3. dne máme dokonce 3 zákazníky se zkráceným příjmem do 14 hodin. Zákazníky Severočeské doly, Puls investiční a Parker Hannifin musíme obsloužit dříve na trase. Příjem u zákazníků Gate Chomutov a Bos Automotive je posunut na 9:00. Tyto zákazníky navštíví řidič nejdříve jako třetí v pořadí.

Tabulka 61 Výsledek využití metod pro ODP nová 2. trasa 3. dne

Postup	Trasa	Vzdálenost (km)	Časová náročnost
Metoda nejbližšího souseda	(0) - (2) - (10) - (11) - (12) - (13) - (1) - (8) - (7) - (9) - (5) - (6) - (4) - (3) - (0)	223,5	6h 38 min
Metoda ztrát	(0) - (10) - (11) - (12) - (13) - (1) - (8) - (7) - (9) - (5) - (6) - (4) - (3) - (2) - (0)	221,3	6h 36 min
Metoda výhodnostních čísel	(0) - (10) - (11) - (12) - (13) - (1) - (8) - (7) - (9) - (6) - (5) - (4) - (3) - (2) - (0)	221,2	6h 36 min

Zdroj: vlastní zpracování

Z výsledků vyplývá, že nejkratší trasu s celkovou vzdáleností 221,2 km s časovou náročností 6 hodin a 36 minut stanovila metoda výhodnostních čísel. Jen o 100 metrů delší

trasu, prohozením dvou zákazníků, určila metoda ztrát. Metoda nejbližšího souseda dosáhla hodnoty účelové funkce 223,5 km na této trase s časovou náročností 6 hodin a 38 minut.

Posloupnost tras u všech metod vyhovuje všem výjimkám na příjmu u zmiňovaných zákazníků.

Tabulka 62 Vstupní data pro novou 3. trasu 3. dne

Pořadové číslo	Zákazník	Adresa		Čas obsluhy
		Ulice	Město	
1	GATE S.R.O.	Náměstí Svobody 3316	Teplice	09 :00 - 20:00
2	VLADIMÍR NEDBAL	U Radnice 956/8	Teplice	08:00 - 16:00
3	AGC AUTOMOTIVE	Osada 33	Bílina	0:00 - 24:00
4	MARTIN POKORNÝ	5. května 1344/10	Duchcov	08:00 - 16:00
5	PS-SERVICES	Kamenný pahorek 602	Košťany	08:00 - 16:00
6	DANCZEK	Oldřichov 220	Jeníkov	07:00 - 16:00
7	AGC FLAT	Mírová 249	Dubí	08:00 - 16:00
8	K&V A.S.	Riegrova 1917	Teplice	07:00 - 15:00
9	SPEA	Jana Koziny 1628/31	Teplice	07:00 - 16:00
10	ELFETEX, S.R.O.	Gagarinova 484	Teplice	07:00 - 15:00
11	AUTO-KABEL	Pod Dolní drahou 87	Krupka	07:00 - 15:30
12	TOPENÍ-THERM	Svinčice 22	Most	08:00 - 16:00

Zdroj: vlastní zpracování

U nové 3. trasy 3. dne máme několik výjimek na příjmu zásilek u zákazníků, které musíme při plánování trasy zohlednit. Zákazník Gate s.r.o. otevírá prodejnu v Teplicích až v 9:00, neměl by se ve výsledném okruhu objevit na předních místech. Zákazníci Elfetex s.r.o. a K&V přijímají zboží pouze do 15:00 a zákazník Auto-kabel je nutné doručit zásilku do 15:30.

Tabulka 63 Výsledek využití metod pro ODP nová 3. trasa 3. dne

Postup	Trasa	Vzdálenost (km)	Časová náročnost
Metoda nejbližšího souseda	(0) - (3) - (4) - (5) - (6) - (1) - (2) - (8) - (9) - (10) - (11) - (7) - (12) - (0)	186,9	6h 15 min
Metoda ztrát	(0) - (12) - (3) - (2) - (1) - (11) - (9) - (10) - (7) - (8) - (5) - (6) - (4) - (0)	189,2	6h 18 min
Metoda výhodnostních čísel	(0) - (3) - (4) - (6) - (5) - (7) - (8) - (9) - (10) - (11) - (2) - (1) - (12) - (0)	185,4	6h 13 min

Zdroj: vlastní zpracování

Z tabulky č. 55 je zřejmé, že nejkratší trasu s celkovou ujetou vzdáleností 185,4 km a časovou náročností 6 hodin a 13 minut určila metoda výhodnostních čísel. O 1,5 km delší okruh stanovila s časovou náročností 15 minut metoda nejbližšího souseda. Metoda ztrát navrhla trasu dlouhou 189,2 km s časovou náročností 6 hodin a 18 minut.

Posloupnost míst na rozvoze je všemi metodami určena tak, že není nutné žádné další úpravy. Neměl by být problém s doručením svěřených zásilek.

Svozy pro nové trasy 3. rozvozního dne nalezneme v Tabulka 31 Svozy pro 3. rozvozní den, jelikož požadavky na svozy u nových tras jsou totožné se současnými trasami.

Nové trasy pro 3. rozvozní den se příliš neliší od současných tras 3. rozvozního dne, proto zařadíme svozy od zákazníků shodně jako to bylo v případě současných tras. U jednotlivých tras nově propočítáme zhoršení hodnoty účelové funkce.

Při zařazení svozů do tras budeme mít problém s určením pouze u zákazníků Ballpool.cz, Elektroporcelán a Rotor Clip. Vkládací algoritmus využijeme u všech tras, ale budeme ho aplikovat pouze na vložení do trasy mezi posledním rozvozním místem a distribučním centrem, protože žádný z řidičů neobsluhuje v místech těchto zákazníků. Je tedy zřejmé, že zařazení těchto svozů do trasy v dřívějších místech by určitě nevedlo ke zlepšení řešení.

Svozy od zákazníků JJS Electronic a Blika s.r.o. přiřadíme do 2. trasy a do 3. trasy přiřadíme svozy zákazníků Hit Office, Jansen Display a Jotun Czech, protože se řidiči z určených tras pohybují v těchto oblastech.

Tabulka 64 Přiřazení svozů do nových tras 3. rozvozního dne vkládacím algoritmem

Zhoršení účelové funkce	Ballpool.cz	Elektroporcelán	Rotor Clip	
1. trasa	(2) - (0)	11,6	1,4	23,9
2. trasa	(2) - (0)	16,5	3,7	46,3
3. trasa	(12) - (0)	11,5	1,4	23,8

Zdroj: vlastní zpracování

Přestože nejnižších zhoršení hodnoty účelové funkce dosáhla 3. trasa, přiřadíme tyto svozy do 1. trasy. To především z důvodu, že na 3. trase už budeme přiřazovat tři svozy, a navíc není potřeba do této oblasti posílat více řidičů.

Tabulka 65 Konečné řešení pro novou 1. trasu 3. dne

Postup	Trasa	Vzdálenost (km)	Časová náročnost
Metoda výhodnostních čísel	(0) - (10) - (11) - (9) - (8) - (6) - (7) - (5) - (4) - (3) - (1) - (2) - (Svoz 2) - (Svoz 1) - (Svoz 3) - (0)	222,1	7h 28 min

Zdroj: vlastní zpracování

Po zařazení svozů od zákazníků Ballpool.cz, Elektroporcelán a Rotor Clip na konec nové 1. trasy 3. dne se zvýšila celková ujetá vzdálenost o 32,4 km na 222,1 km a okruh by měl být obslužen za 7 hodin a 28 minut.

Tabulka 66 Přiřazení svozů do nové 2. trasy 3. dne vkládacím algoritmem

JJS ELECTRONIC		BLIKA S.R.O.	
Trasa	Zhoršení účelové funkce	Trasa	Zhoršení účelové funkce
(9) - (6)	33,3	(9) - (6)	0,4
(6) - (5)	38,1	(6) - (5)	0
(5) - (4)	30,4	(5) - (4)	8,5
(4) - (3)	36,5	(4) - (3)	16,3
(3) - (2)	11,5	(3) - (2)	20,2
(2) - (0)	8,5	(2) - (0)	33,8

Zdroj: vlastní zpracování

Svoz zákazníka JJS Electronic byl zařazen na konec 2. trasy 3. dne se zhoršením účelové funkce 8,5 km a svoz zákazníka Blika s.r.o. byl přiřazen k zákazníkovi Pfisterer CZ, protože leží na stejné adrese. Nemělo by tím dojít k prodloužení ujeté trasy.

Tabulka 67 Konečné řešení pro novou 2. trasu 3. dne

Postup	Trasa	Vzdálenost (km)	Časová náročnost
Metoda výhodnostních čísel	(0) - (10) - (11) - (12) - (13) - (1) - (8) - (7) - (9) - (6) - (Svoz 5) - (5) - (4) - (3) - (2) - (Svoz 4) - (0)	229,7	7h 16 min

Zdroj: vlastní zpracování

Po přidání svozů od zákazníků JJS Electronic a Blika s.r.o. se prodloužila celková ujetá vzdálenost na 229,7 km a časová náročnost okruhu byla stanovena na 7 hodin a 16 minut.

Tabulka 68 Přiřazení svozů do nové 3. trasy 3. dne vkládacím algoritmem

HIT OFFICE		JANSEN DISPLAY		JOTUN CZECH	
3. trasa	Zhoršení účelové funkce	3. trasa	Zhoršení účelové funkce	3. trasa	Zhoršení účelové funkce
(9) - (10)	5,6	(9) - (10)	12,4	(9) - (10)	12,5
(10) - (11)	6,7	(10) - (11)	7,1	(10) - (11)	7,2
(11) - (2)	2,4	(11) - (2)	7,1	(11) - (2)	7,2
(2) - (1)	3,1	(2) - (1)	17,3	(2) - (1)	17,4
(1) - (12)	3,6	(1) - (12)	19	(1) - (12)	19,1
(12) - (0)	38	(12) - (0)	64,7	(12) - (0)	64,8

Zdroj: vlastní zpracování

V tabulce č. 68 jsou uvedeny hodnoty zhoršení účelové funkce pro zařazení svozů zákazníků Hit Office, Jansen Display a Jotun Czech do 3. trasy 3. dne. Obsluha zákazníka Hit Office byla zařazena mezi rozvoz zákazníků Vladimír Nedbal a Auto-kabel s prodloužením trasy o 2,4 km. Svozy zákazníků Jansen Display a Jotun Czech byly oba zařazeny mezi rozvoz zákazníků Elfetex s.r.o. a Auto-kabel, protože se místa svozu od sebe nacházejí jen 200 metrů. Trasa bude v tomto případě prodloužena o 7,3 km.

Tabulka 69 Konečné řešení pro novou 3. trasu 3. dne

Postup	Trasa	Vzdálenost (km)	Časová náročnost
Metoda výhodnostních čísel	(0) - (3) - (4) - (6) - (5) - (7) - (8) - (9) - (10) - (Svoz 7) - (Svoz 8) - (11) - (Svoz 6) - (2) - (1) - (12) - (0)	195,1	7h 9 min

Zdroj: vlastní zpracování

Po přidání svozů zákazníků Hit Office, Jansen Display a Jotun Czech do 3. trasy 3. dne se navýšila celková ujetá vzdálenost o 9,7 km na hodnotu 195,1 km. Okruh by měl řidič zvládnout obsloužit za 7 hodin a 9 minut.

5. Výsledky a diskuse

5.1 Zhodnocení výsledků současných tras

Nejdříve byla provedena optimalizace tras, které společnost Dachser využívá, třemi metodami pro řešení problému obchodního cestujícího. Těmito metodami jsou metoda nejbližšího souseda, metoda ztrát a metoda výhodnostních čísel. K aplikaci metod byl využit softwarový modul TSPKOSA pro MS Excel.

V této kapitole zhodnotíme ekonomickou výhodnost přechodu z využití postupů společnosti Dachser na aplikaci metod pro okružní dopravní problémy. V tabulce č. 70 máme zaznamenány všechny výsledky aplikace metod pro ODP v porovnání s reálně získanými hodnotami společnosti Dachser pro rozvozové trasy.

Tabulka 70 Shrnutí výsledků současných rozvozových tras

Postup	Dachser		Metoda nejbližšího souseda		Metoda ztrát		Metoda výhodnostních čísel	
	vzdálenost (km)	časová náročnost	vzdálenost (km)	časová náročnost	vzdálenost (km)	časová náročnost	vzdálenost (km)	časová náročnost
1. trasa 1. dne	194,7	7 h 5 min	197,5	7 h 9 min	189,4	7 h 8 min	188,5	7 h 5 min
2. trasa 1. dne	271	7 h 51 min	253	6h 59 min	246,4	6h 38 min	241,2	6h 33 min
3. trasa 1. dne	229,8	6h 22 min	207,2	6h 4 min	207,2	6h 4 min	206	6h 2 min
1. trasa 2. dne	227,2	6h 51 min	169	5h 55 min	174,8	6h 1 min	169	5h 55 min
2. trasa 2. dne	206,4	6 h 11 min	204,9	6 h 12 min	198,7	6 h 7 min	197,6	6 h 7 min
3. trasa 2. dne	219,6	6h 50 min	228,4	7h 4 min	210,4	7h 5 min	209,5	7h 2 min
1. trasa 3. dne	194,9	6h 8 min	199,8	6h 8 min	200,2	6h 7 min	192,5	6h 2 min
2. trasa 3. dne	257,7	7h 24 min	234,6	7h 9 min	232,3	7h 7 min	230,1	7h 5 min
3. trasa 3. dne	232,9	6h 6 min	198,4	5h 55 min	206,4	6h 4 min	197,7	5h 54min

Zdroj: vlastní zpracování

Z předchozí tabulky si můžeme povšimnout, že vždy některá z metod pro ODP získala výhodnější řešení, než který byl použit v reálné situaci. Po optimalizaci rozvozových tras můžeme vidět, že některé nejvíce zlepšená trasa je 1.trasa 2. dne, kde po využití meto-

dy výhodnostních čísel se snížila ujetá vzdálenost téměř o 60 km, což představuje zkrácení trasy o 25,6 %. Další výraznější zlepšení můžeme pozorovat u 2. trasy 1. dne, 3. trasy 1. dne, 2. trasy 3. dne a 3. trasy 3. dne, kde jsou tras zkráceny zhruba o 30 km. Nejlepší výsledky dokázala stanovit vždy metoda výhodnostních čísel, proto jen u ní byly do trasy přidány svozy pro dokončení řešeného problému.

V tabulce č. 71 jsou shrnuty konečné výsledky současných tras v porovnání postupu společnosti Dachser a aplikaci vkládacího algoritmu do řešení rozvozových tras u metody výhodnostních čísel.

Tabulka 71 Shrnutí výsledků současných celkových tras

Postup	Dachser		Metoda výhodnostních čísel	
	vzdálenost (km)	časová náročnost	vzdálenost (km)	časová náročnost
1. trasa 1. dne	207,4	8 h 1 min	199,5	7 h 56 min
2. trasa 1. dne	271	7 h 51 min	241,2	6h 33 min
3. trasa 1. dne	231	6h 56 min	224,1	6h 50 min
1. trasa 2. dne	227,2	6h 51 min	176,8	6h 19 min
2. trasa 2. dne	227,8	7h 33 min	201,9	6h 43 min
3. trasa 2. dne	219,8	7h 22 min	217,3	7h 43 min
1. trasa 2. dne	228,9	7h 28 min	194	6h 19 min
2. trasa 2. dne	291	8h 24 min	239,3	7h 45 min
3. trasa 2. dne	245,6	7h 5 min	243,3	7h 59 min

Zdroj: vlastní zpracování

Z konečných výsledků nám vyplývají zlepšující hodnoty po přidání svozů vkládacím algoritmem do řešení rozvozových tras metodou výhodnostních čísel. U některých tras, kde byl před přidání svozů větší rozdíl mezi skutečnými a modelovanými hodnotami, došlo ke snížení tohoto rozdílu, který připisujeme k neznalosti přesného času příchodu požadavku na svoz na dispečink společnosti. Tato informace by nám dovolila přidat svoz dříve do trasy, tím by výsledky dosáhly nižších hodnot ujeté vzdálenosti a časové náročnosti.

Proto je toto konečné řešení označeno za pesimističtější a existuje zde prostor pro další zlepšení.

V příloze č. III nalezneme tabulky s návodem, jak kalkulovat ceny dopravy. Příloha nabízí dvě tabulky rozlišné pro kalkulaci do 2 500 kg a nad 2 500 kg. Tyto tabulky využijeme k ekonomické interpretaci výhodnosti užití metod pro okružní dopravní problém. Cena dopravy se počítá jako součet variabilních nákladů na km, variabilních nákladů za minutu na trase a fixních nákladů podle váhové skupiny. Ceny jsou uvedeny v eurech, proto uvedeme kurz eura vůči české koruně, který je u ČNB 25,76 ke dni 25.3.2019.

Tabulka 72 Konečná kalkulace jednotlivých současných tras

Postup	1. trasa 1. dne	2. trasa 1. dne	3. trasa 1. dne	1. trasa 2. dne	2. trasa 2. dne	3. trasa 2. dne	1. trasa 3. dne	2. trasa 3. dne	3. trasa 3. dne
Dachser	4542,88	4877,04	4254,80	4197,21	4483,37	4358,93	4456,70	5225,13	4407,46
Metoda vý- hodnostních čísel	4056,00	4164,54	4170,92	3663,97	3983,75	4484,34	3772,53	4636,63	4756,00
úspora (Kč)	1 283,26			907,45			924,13		

Zdroj: vlastní zpracování

Z konečné kalkulace vyplývá, že pro 1. rozvozní den by užitím řešení metod pro ODP a vkládacího algoritmu v tomto případě ušetřila společnost Dachser 1 283, 26 Kč. Pro 2. rozvozní den by došlo k úspoře 907,45 Kč a u 3. rozvozní den by společnost ušetřila 924,13 Kč. Celková úspora za tyto 3 rozvozní dny je 3 114,83 Kč.

Už bylo zmíněno, že společnost využívá na rozvoz kolem 50 řidičů, pokud by u všech tras došlo u optimalizace k podobným výsledkům, představovalo by to úsporu za platbu dopravného zhruba 17 500 Kč za den.

5.2 Zhodnocení výsledků navržených tras

V této kapitole budeme porovnávat nově navržené trasy se současnými trasami. Zhodnotíme ekonomickou výhodnost těchto tras a navrhneme, jestli je výhodnější využít některou z tras pro skutečný rozvoz.

Tabulka 73 Shrnutí výsledků navržených rozvozových tras

Postup	Dachser		Metoda nejbližšího souseda		Metoda ztrát		Metoda výhodnostních čísel	
	vzdálenost (km)	časová náročnost	vzdálenost (km)	časová náročnost	vzdálenost (km)	časová náročnost	vzdálenost (km)	časová náročnost
1. trasa 1. dne	194,7	7 h 5 min	197,4	6h 23 min	215,7	6h 50 min	197	6h 30 min
2. trasa 1. dne	271	7 h 51 min	270,4	7h 5 min	267,9	7h 5 min	266,3	7h 3 min
3. trasa 1. dne	229,8	6h 22 min	222,4	6h 47 min	220,6	6h 45 min	219,4	6h 44 min
1. trasa 2. dne	227,2	6h 51 min	176,4	5h 00 min	185,5	5h 3 min	176,4	5h 00 min
2. trasa 2. dne	206,4	6 h 11 min	180	6h 34 min	181,2	6h 36 min	179,9	6h 34 min
3. trasa 2. dne	219,6	6h 50 min	228,4	7h 4 min	210,4	7h 5 min	209,5	7h 2 min
1. trasa 3. dne	194,9	6h 8 min	190,2	6h 5 min	196,2	6h 10min	189,7	6h 4 min
2. trasa 3. dne	257,7	7h 24 min	223,5	6h 38 min	221,3	6h 36 min	221,2	6h 36 min
3. trasa 3. dne	232,9	6h 6 min	186,9	6h 15 min	189,2	6h 18 min	185,4	6h 13 min

Zdroj: vlastní zpracování

V tabulce č. 73 můžeme vidět výsledky všech navržených rozvozových tras. Může se zdát, že u některých tras vypadá, že došlo k horším výsledkům, ale u tohoto problému musíme uvažovat zlepšení řešení pouze za celý rozvozní den. Ačkoliv i tak výsledky použití metod pro ODP vykazují lepší hodnoty. Jedině v 1. trase 1. dne je hodnota ujeté vzdáleností u společnosti Dachser nižší.

V tabulce č. 74 jsou zaznamenány výsledky po přidání svozů do rozvozových tras pro postup společnosti Dachser a aplikaci vkládacího algoritmu na rozvozové trasy určené metodou výhodnostních čísel.

Tabulka 74 Shrnutí výsledků navržených celkových tras

Postup	Dachser		Metoda výhodnostních čísel	
	vzdálenost (km)	časová náročnost	vzdálenost (km)	časová náročnost
1. trasa 1. dne	207,4	8 h 1 min	208	7 h 13 min
2. trasa 1. dne	271	7 h 51 min	266,3	7h 3 min
3. trasa 1. dne	231	6h 56 min	237,5	7h 33 min
1. trasa 2. dne	227,2	6h 51 min	180,5	5h 21 min
2. trasa 2. dne	227,8	7h 33 min	184,9	7h 11 min
3. trasa 2. dne	219,8	7h 22 min	217,3	7h 43 min
1. trasa 3. dne	228,9	7h 28 min	222,1	7h 28 min
2. trasa 3. dne	291	8h 24 min	229,7	7h 16 min
3. trasa 3. dne	245,6	7h 5 min	195,1	7h 9 min

Zdroj: vlastní zpracování

Můžeme si z předchozí tabulky všimnout, že u prvního rozvozního dne nejsou velké rozdíly u ujetých vzdáleností. Dokonce ve dvou případech vychází postup společnosti lepší, než užití metod pro ODP. U druhého a třetího rozvozního dne vypadají výsledky opačně. Velké rozdíly ujeté vzdálenosti představují 1. trasa 2. dne, 2. trasa 2. dne, 2. trasa 3. dne a 3. trasa 3. dne, zde budeme pravděpodobně v kalkulaci ceny dopravy docházet i k vysokým úsporám.

Tabulka 75 Konečná kalkulace jednotlivých nově navržených tras

Postup	1. trasa 1. dne	2. trasa 1. dne	3. trasa 1. dne	1. trasa 2. dne	2. trasa 2. dne	3. trasa 2. dne	1. trasa 3. dne	2. trasa 3. dne	3. trasa 3. dne
Dachser	4542,88	4877,04	4254,81	4197,21	4483,37	4358,93	4456,70	5225,13	4407,46
Metoda výhodnostních čísel	4223,94	4524,65	4544,59	3297,37	4064,71	4484,34	4413,78	4381,07	4115,64
úspora (Kč)	381,53			1 193,09			1 178,80		

Zdroj: vlastní zpracování

V tabulce č. 75 je podstatné si všimnout nákladů na dopravu u jednotlivých tras buďto užitých společností Dachser nebo modelovanou metodou výhodnostních čísel a aplikací vkládacího algoritmu pro přidání svozů do řešení. Nejdůležitější údaj ale představuje hodnota úspory mezi užitím těchto postupů. U 1. rozvozního dne je kalkulována úspora 381,53 Kč, 2. a 3. rozvozní den vykazuje každý úsporu téměř 1 200 Kč. Celkově by při využití nových navržených tras ušetřila společnost Dachser 2 753,42 Kč.

Abychom dosáhli nejvyšší možné úspory měli by se užívat trasy 1. rozvozního dne současných tras s hodnotou úspory 1 283,26 Kč, trasy 2. rozvozního dne navržených tras s úsporou 1 193,09 Kč a trasy 3. rozvozního dne navržených tras s úsporou 1 178,80 Kč. Celkově by tak společnost Dachser ušetřila 3 655,15 Kč za 3 rozvozní dny v oblasti severozápad. Toto doporučení je zcela nepravděpodobné, protože je pouze malá šance, že by se u sběrné služby tyto trasy opakovaly všechny ve stejný den

6. Závěr

Cílem diplomové práce bylo na základě optimalizace vybraných tras, které využívá logistická firma Dachser k rozvozu a svozu zboží, pomocí metod řešících problém obchodního cestujícího určit, jestli jsou plánovány trasy společnosti při minimálních nákladech na dopravu a zároveň, jestli se společnosti vyplatí pořídit si podpůrný systém na plánování tras.

Nejdříve v praktické části byla řešena optimalizace současných tras, kde byly aplikovány metody pro problém obchodního cestujícího, metoda nejbližšího souseda, metoda ztrát a metoda výhodnostních čísel. Tyto metody určily posloupnosti u tří užívaných rozvozních tras ve třech dnech, kterými by se měli řidiči držet, aby splnili minimální možnou ujetou vzdálenost danou algoritmem výpočtu daných metod. Poté byly k rozvozním trasám přidány svozy vkládacím algoritmem.

Druhá část praktické části řešila návržení nových tras Mayerovou metodou, která určila podobu tras přidáváním zákazníků do okruhu, dokud nebylo porušeno kapacitní nebo časové omezení. Posloupnost, v jakém pořadí trasu projet, určily opět metody pro řešení problému obchodního cestujícího a svozy byly vloženy do nových rozvozních tras také vkládacím algoritmem.

U optimalizace současných tras došlo ve všech případech ke zkrácení ujeté vzdálenosti a snížení časové náročnosti tras. Pokud bychom měli uvést souhrnné ukazatele, tak celkově u všech současných tras byla celková vzdálenost snížena o 212,3 km a časová náročnost zkrácena o 4 hodiny a 24 minut. Nejdůležitějším ukazatelem je ekonomická efektivnost výsledků naší práce. Celková úspora u současných tras činí 3 114,83 Kč.

U nově navržených tras některé výsledky představovaly větší hodnoty ujetých vzdáleností a časových náročností, než tomu bylo u používaných tras. To bylo způsobeno tím, že porovnávané trasy nejsou homogenní, tudíž pro nás vypovídající hodnotu mají celkové výsledky. I tak nově navržené trasy snížily ujetou vzdálenost o 208,3 km a časovou náročnost o 3 hodiny 34 minut oproti užívaným trasám. Celková úspora u nově navržených tras je 2 753,42 Kč.

Kdyby se jednalo o pravidelné trasy, doporučili bychom společnosti Dachser, aby pro doručování u těchto tras využívala trasy z 1. rozvozního dne současných tras a trasy 2. a 3. rozvozního dne nově navržených tras. Tato kombinace představuje nejlepší řešení pro-

blému se zkrácením celkové vzdálenosti o 255,3 km, snížením časové náročnosti o 5 hodin a 4 minuty a úsporu 3 655,15 Kč.

Na základě výsledků celkové úspory ze současných a nově navržených tras bychom mohli tvrdit, že v této oblasti jsme ušetřili aplikací metod pro okružní dopravní problém 1 000 Kč za den. Pokud bychom uvažovali o všech rozvozních trasách stejného dne, které společnost Dachser využívá, že by docházelo při optimalizace ke stejným výsledkům, činila by úspora zhruba 17 500 Kč. Při 250 pracovních dne za rok bychom mohli předpokládat úsporu v hodnotě 4 375 000 Kč.

Podle této úvahy bychom došli k závěru, že by pro společnost Dachser bylo určitě výhodné si pořídit podpůrný systém na plánování tras, přihlédneme-li k tomu, že by tento software mohly využívat i ostatní pobočky společnosti. Tím by se úspora nákladů na dopravu ještě znásobila.

Po konzultaci výsledků práce s vedoucím oddělení místní dopravy jsme se dozvěděli, že společnost uvažovala o implementaci podpůrného systému na plánování tras již předtím, než byl zadán požadavek na vypracování této diplomové práce. Výsledky pouze vedení společnosti utvrdili v tom, že je to nezbytný krok pro zvýšení konkurenceschopnosti společnosti. Tento projekt by se měl podle získaných informací uskutečnit v příštím roce.

7. Seznam použitých zdrojů

Anon., 2018. *Přeprava nebezpečných látek a věcí v režimu ADR*. [Online] Available at: <https://www.dokumentacebozp.cz/aktuality/adr-preprava-nebezpecnych-latek-a-veci/> [Přístup získán 22 Únor 2019].

Anon., 2019. *Praktická příručka pro řidiče: Základní informace o pracovním režimu řidičů*. [Online] Available at: https://www.cspds.cz/storage/files/Pracovni_rezim_ridicu.pdf [Přístup získán 24 Únor 2019].

Anon., 2019. *Dachser*. [Online] Available at: <https://www.dachser.com/cz/cs/> [Přístup získán 8 Březen 2019].

Clarke, G. & Wright, J. W., 1964. Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points. *Operations Research*, pp. 568-581.

Cook, W., 2012. *Po stopách obchodního cestujícího: matematika na hranicích možností*. 1. vydání Praha: Argo.

Dantzig, G., Fulkerson, R. & Johnson, S., 1954. *Solution of a large scale traveling salesman problem*. Santa Monica: The Rand corporation.

Drahotský, I. & Řezníček, B., 2003. *Logistika - procesy a jejich řízení*. Brno: Computer Press.

Fábry, J., 2011. *Matematické modelování*. 1. vydání Praha: Professional Publishing.

Fiala, P. & kolektiv, 2010. *Operační výzkum - nové trendy*. 1. vydání Praha: Professional Publishing.

Gros, I., Barančík, I. & Čujan, Z., 2016. *Velká kniha logistiky*. Praha: VŠCHT Praha.

Gros, I. & Dyntar, J., 2015. *Matematické modely pro manažerské rozhodování*. 2. vydání Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze.

Hrábek, M., 2018. *Problém královeckých mostů*. [Online] Available at:
http://www.genzeze.info/pojmy/subdir/kralovecke_mosty.htm

Imdat, K. & Tusan, D., 2015. Formulations for Minimizing Tour Duration of the Traveling Salesman Problem with Time Windows. *4th World Conference on Business*, pp. 1026 - 1034.

Jablonský, J., 2007. *Operační výzkum - kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování*. 3. vydání Praha: Professional Publishing.

Jirsák, P., Mervart, M. & Vinš, M., 2012. *Logistika pro ekonomy - vstupní logistika*. Praha: Wolters Kluwer.

Krejčí, I., Kučera, P. & Vydrová, H., 2010. *TSPKOSA*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze.

Kučera, P., 2009. *Metodologie řešení dopravního okružního systému*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze.

Lambert, D. M., Stock, J. R. & Ellram, L. M., 2000. *Logistika*. Praha: Computer Press.

Lomňančík, M. & Čiháková, V., nedatováno *Doprava v praxi*. [Online] Available at:<http://www.doprava.vpraxi.cz/aetr.html> [Přístup získán 22 Únor 2019].

Lukoszová, X. & kolektiv, 2012. *Logistické technologie v dodavatelském řetězci*. Praha: Ekopress.

Luňáček, J. & Heralecký, T., 2009. *Optimalizace podnikových aktivit*. 1. vydání Ostrava: KEY Publishing.

Novák, R., Zelený, L., Pernica, P. & Kolář, P., 2011. *Přepravní, zásilatelské a logistické služby*. Praha: Wolters Kluwer ČR.

Oudová, A., 2013. *Logistika: Základy logistiky*. Kralice na Hané: Computer Media.

- Pelikán, J., 2001. *Diskrétní modely v operačním výzkumu*. 1. vydání Praha: Professional Publishing.
- Pelikán, J. & Kořenář, V., 2007. *Časově omezený rozvozní problém*. Brno, Firma a konkurenční prostředí, MZLU, pp. 114-118.
- Pernica, P., 2005. *Logistika (supply chain management) pro 21. století*. 1. vydání Praha: Radix.
- Pernica, P. & kolektiv, 2008. *Arts logistics*. Praha: Oeconomica.
- Schulte, C., 1994. *Logistika*. 1. vydání Praha: Victoria Publishing.
- Sixta, J. & Mačát, V., 2005. *Logistika - teorie a praxe*. Brno: CP Books.
- Stehlík, A. & Kapoun, J., 2008. *Logistika pro manažery*. Praha: Ekopress.
- Svoboda, V., 2006. *Doprava jako součást logistických systémů*. Praha: Radix.
- Šubrt, T. k., 2011. *Ekonomicko-matematické metody*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk.
- van der Cruyssen, P. & Rijckaert, M. J., 1978. Heuristic for the Asymmetric Travelling Salesman Problem. *Operational Reserarch Society*, 29, pp. 697-701.
- Webb, J., 1971. An Effective Heuristic Algorithm for the Traveling Salesman Problem. *Operatinons Research*, pp. 498-516.

8. Přílohy

Příloha č. I Matice vzdáleností a matice časových náročností pro optimalizaci současných tras

Tabulka 76 Matice vzdáleností pro 1. trasu 1. dne

KM	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Svoz	Svoz
0	-	39	52	53,5	57,6	64,4	56,6	64,2	64	64,3	64	64,8	70,2	75,1	78,6	59,8	41,2	34,4
1	39	-	15,5	16,9	21,1	27,9	20,1	25,6	25,4	25,6	25,4	26,1	31,6	36,4	39,9	21,2	2,6	15,6
2	52	15,5	-	12,6	17,1	11,9	13,1	14,1	15,7	15,9	16,6	17,7	23,2	28	31,5	12,8	12,5	31,8
3	53,5	16,9	12,6	-	1,1	10,8	13,3	16,4	18,1	18,2	18,9	19,6	25,3	30,1	33,6	21,4	14,2	33,5
4	57,6	21,1	17,1	1,1	-	9,7	12,2	15,3	16,9	17,1	17,8	18,5	24,1	29	32,5	20,2	18,3	37,6
5	64,4	27,9	11,9	10,8	9,7	-	3,8	6,9	8,5	8,7	9,4	10,1	15,7	20,6	24,1	11,8	24,2	43,5
6	56,6	20,1	13,1	13,3	12,2	3,8	-	9,4	11	11,2	11,9	12,6	18,2	23,1	26,6	14,3	16,7	36
7	64,2	25,6	14,1	16,4	15,3	6,9	9,4	-	1,7	2,6	4	4,7	14,3	19,1	22,6	5	25	33,7
8	64	25,4	15,7	18,1	16,9	8,5	11	1,7	-	1,4	2,7	4,1	11,6	16,5	20	5,4	25,4	34,2
9	64,3	25,6	15,9	18,2	17,1	8,7	11,2	2,6	1,4	-	1,5	3	10,4	15,3	18,8	4,8	24,8	33,6
10	64	25,4	16,6	18,9	17,8	9,4	11,9	4	2,7	1,5	-	1,6	8,1	13	16,5	4,6	24,6	33,3
11	64,8	26,1	17,7	19,6	18,5	10,1	12,6	4,7	4,1	3	1,6	-	6,4	11,2	14,8	4,9	24,9	33,6
12	70,2	31,6	23,2	25,3	24,1	15,7	18,2	14,3	11,6	10,4	8,1	6,4	-	5,1	8,6	10,6	30,6	39,3
13	75,1	36,4	28	30,1	29	20,6	23,1	19,1	16,5	15,3	13	11,2	5,1	-	7,2	15,5	35,5	44,2
14	78,6	39,9	31,5	33,6	32,5	24,1	26,6	22,6	20	18,8	16,5	14,8	8,6	7,2	-	18,9	38,9	47,7
15	59,8	21,2	12,8	21,4	20,2	11,8	14,3	5	5,4	4,8	4,6	4,9	10,6	15,5	18,9	-	20,1	28,9
Svoz	41,2	2,6	12,5	14,2	18,3	24,2	16,7	25	25,4	24,8	24,6	24,9	30,6	35,5	38,9	20,1	-	18
Svoz	34,4	15,6	31,8	33,5	37,6	43,5	36	33,7	34,2	33,6	33,3	33,6	39,3	44,2	47,7	28,9	18	-

Zdroj: mapy.cz, vlastní zpracování

Tabulka 77 Matice časových náročností pro 1. trasu 1. dne

MIN	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Svoz	Svoz
0	-	54	65	64	65	69	70	74	73	74	74	73	77	82	85	68	55	55
1	54	-	31	31	31	36	36	39	38	39	38	38	41	47	49	33	19	35
2	65	31	-	30	31	29	30	32	34	35	36	36	39	45	47	31	28	51
3	64	31	30	-	17	25	28	31	33	34	36	37	41	47	49	36	28	50
4	65	31	31	17	-	23	26	30	32	33	34	36	40	45	48	35	28	51
5	69	36	29	25	23	-	19	23	25	26	27	29	33	39	41	28	32	55
6	70	36	30	28	26	19	-	26	28	29	31	32	36	42	44	31	33	55
7	74	39	32	31	30	23	26	-	19	21	24	25	31	36	39	23	39	51
8	73	38	34	33	32	25	28	19	-	19	21	23	29	35	37	23	39	51
9	74	39	35	34	33	26	29	21	19	-	19	21	26	32	34	22	38	50
10	74	38	36	36	34	27	31	24	21	19	-	18	25	30	33	22	37	50
11	73	38	36	37	36	29	32	25	23	21	18	-	21	27	29	20	35	48
12	77	41	39	41	40	33	36	31	29	26	25	21	-	21	23	24	40	52
13	82	47	45	47	45	39	42	36	35	32	30	27	21	-	23	29	45	58
14	85	49	47	49	48	41	44	39	37	34	33	29	23	23	-	32	48	60
15	68	33	31	36	35	28	31	23	23	22	22	20	24	29	32	-	31	43
Svoz	55	19	28	28	28	32	33	39	39	38	37	35	40	45	48	31	-	38
Svoz	55	35	51	50	51	55	55	51	51	50	50	48	52	58	60	43	38	-

Zdroj: mapy.cz, vlastní zpracování

Tabulka 78 Matice vzdáleností pro 2. trasu 1. dne

KM	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	-	75,9	67,6	60,5	86,7	85,5	85,4	107,8	102	77,2	86,9
1	75,9	-	44,9	46,1	18,4	17,2	17	35,5	29,7	3,5	18,6
2	67,6	44,9	-	7,5	26,1	28,7	28,5	53,6	47,8	46,1	26,3
3	60,5	46,1	7,5	-	29,3	31,9	31,7	56,8	51,1	47,2	29,5
4	86,7	18,4	26,1	29,3	-	3,7	3,5	28,6	22,9	19,7	0,3
5	85,5	17,2	28,7	31,9	3,7	-	0,2	26	20,3	18,5	3,9
6	85,4	17	28,5	31,7	3,5	0,2	-	25,9	20,1	18,3	3,7
7	107,8	35,5	53,6	56,8	28,6	26	25,9	-	6,5	40,5	28,8
8	102	29,7	47,8	51,1	22,9	20,3	20,1	6,5	-	34,7	23
9	77,2	3,5	46,1	47,2	19,7	18,5	18,3	40,5	34,7	-	19,9
10	86,9	18,6	26,3	29,5	0,3	3,9	3,7	28,8	23	19,9	-

Zdroj: mapy.cz, vlastní zpracování

Tabulka 79 Matice časových náročností pro 2. trasu 1. dne

MIN	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	-	78	74	66	85	84	83	106	101	79	86
1	78	-	56	55	34	33	33	54	49	22	35
2	74	56	-	24	46	49	48	75	70	56	47
3	66	55	24	-	49	51	51	78	73	56	49
4	85	34	46	49	-	21	20	48	42	35	16
5	84	33	49	51	21	-	16	45	40	34	21
6	83	33	48	51	20	16	-	44	39	34	21
7	106	54	75	78	48	45	44	-	24	57	48
8	101	49	70	73	42	40	39	24	-	52	43
9	79	22	56	56	35	34	34	57	52	-	36
10	86	35	47	49	16	21	21	48	43	36	-

Zdroj: mapy.cz, vlastní zpracování

Tabulka 80 Matice vzdáleností pro 3. trasu 1. dne

KM	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Svoz	Svoz
0	-	67	73,9	93,4	67,5	83	92,4	94,6	94,5	94,7	94	93,7	94	93,7
1	67	-	8,3	11,7	1,6	13	10,8	12,9	12,8	13	12,3	20,7	12,3	20,7
2	73,9	8,3	-	8,1	7,9	5,1	7,6	9,9	9,7	8,8	8,1	16,5	8,1	16,5
3	93,4	11,7	8,1	-	10,5	16,1	0,7	2	2	2	1,8	9	1,8	9
4	67,5	1,6	7,9	10,5	-	12,1	9,9	12	12	12,2	11,5	19,9	11,5	19,9
5	83	13	5,1	16,1	12,1	-	15,9	17,4	17,2	16,3	15,6	21,2	14,7	21,2
6	92,4	10,8	7,6	0,7	9,9	15,9	-	2,2	2,1	2,3	2,1	9,1	2	9,1
7	94,6	12,9	9,9	2	12	17,4	2,2	-	0,2	1,3	2,7	7,6	2,7	7,6
8	94,5	12,8	9,7	2	12	17,2	2,1	0,2	-	1,3	2,7	7,6	2,6	7,6
9	94,7	13	8,8	2	12,2	16,3	2,3	1,3	1,3	-	0,9	8,3	1,9	8,3
10	94	12,3	8,1	1,8	11,5	15,6	2,1	2,7	2,7	0,9	-	9,6	1	9,6
11	93,7	20,7	16,5	9	19,9	21,2	9,1	7,6	7,6	8,3	9,6	-	9,6	0,2
Svoz	94	12,3	8,1	1,8	11,5	14,7	2	2,7	2,6	1,9	1	9,6	-	9,6
Svoz	93,7	20,7	16,5	9	19,9	21,2	9,1	7,6	7,6	8,3	9,6	0,2	9,6	-

Zdroj: mapy.cz, vlastní zpracování

Tabulka 81 Matice časových náročností pro 3. trasu 1. dne

MIN	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Svoz	Svoz
0	-	78	85	86	78	89	86	89	89	88	89	84	87	84
1	78	-	25	26	17	31	26	29	29	28	27	36	27	36
2	85	25	-	26	24	23	26	29	29	27	26	35	26	35
3	86	26	26	-	24	33	17	20	19	19	19	26	19	26
4	78	17	24	24	-	30	25	28	28	27	26	35	26	35
5	89	31	23	33	30	-	33	35	35	33	32	40	32	40
6	86	26	26	17	25	33	-	20	20	20	20	27	20	27
7	89	29	29	20	28	35	20	-	16	18	19	23	20	23
8	89	29	29	19	28	35	20	16	-	17	19	23	20	23
9	88	28	27	19	27	33	20	18	17	-	18	25	19	25
10	89	27	26	19	26	32	20	19	19	18	-	26	17	26
11	84	36	35	26	35	40	27	23	23	25	26	-	27	16
Svoz	87	27	26	19	26	32	20	20	20	19	17	27	-	27
Svoz	84	36	35	26	35	40	27	23	23	25	26	16	27	-

Zdroj: mapy.cz, vlastní zpracování

Tabulka 82 Matice vzdáleností pro 1. trasu 2. dne

KM	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	-	39	59,8	64,6	71	65,1	71,1	70,3	70,4	70	66	71,1	52
1	39	-	21,2	25,9	34,4	26,5	34,5	33,8	33,8	33,4	29,4	34,6	15,5
2	59,8	21,2	-	4,9	25,4	5,4	25,3	26,6	27,6	28	27,3	25,5	12,8
3	64,6	25,9	4,9	-	23,6	2,2	23,4	24,7	25,7	29,5	20,8	23,7	15,4
4	71	34,4	25,4	23,6	-	23,8	0,6	1	1,2	1,8	5,2	0,2	29,4
5	65,1	26,5	5,4	2,2	23,8	-	22,1	23,4	24,4	24,8	24,1	22,3	16,9
6	71,1	34,5	25,3	23,4	0,6	22,1	-	1,1	1,2	1,9	5,2	0,7	29,5
7	70,3	33,8	26,6	24,7	1	23,4	1,1	-	1	1,4	4,5	1,1	28,7
8	70,4	33,8	27,6	25,7	1,2	24,4	1,2	1	-	0,8	3,3	1,3	28,7
9	70	33,4	28	29,5	1,8	24,8	1,9	1,4	0,8	-	2,9	1,9	28,3
10	66	29,4	27,3	20,8	5,2	24,1	5,2	4,5	3,3	2,9	-	5,2	25
11	71,1	34,6	25,5	23,7	0,2	22,3	0,7	1,1	1,3	1,9	5,2	-	29,6
12	52	15,5	12,8	15,4	29,4	16,9	29,5	28,7	28,7	28,3	25	29,6	-

Zdroj: mapy.cz, vlastní zpracování

Tabulka 83 Matice časových náročností pro 1. trasu 2. dne

MIN	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	-	54	68	74	74	74	75	73	74	74	72	75	65
1	54	-	33	39	41	39	42	40	41	40	38	42	31
2	68	33	-	22	39	21	39	38	39	41	40	39	31
3	74	39	22	-	41	20	41	40	41	41	39	41	34
4	74	41	39	41	-	38	17	17	17	19	23	16	41
5	74	39	21	20	38	-	38	37	39	40	39	39	37
6	75	42	39	41	17	38	-	17	18	19	23	17	41
7	73	40	38	40	17	37	17	-	17	18	21	17	39
8	74	41	39	41	17	39	18	17	-	17	21	18	40
9	74	40	41	41	19	40	19	18	17	-	20	19	39
10	72	38	40	39	23	39	23	21	21	20	-	23	38
11	75	42	39	41	16	39	17	17	18	19	23	-	41
12	65	31	31	34	41	37	41	39	40	39	38	41	-

Zdroj: mapy.cz, vlastní zpracování

Tabulka 84 Matice vzdáleností pro 2. trasu 2. dne

KM	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Svoz	Svoz	Svoz
0	-	81,1	82,1	71,3	71,1	69,8	69,8	70,3	69,9	75,1	86,9	86,9	86,5	71,8	70,6	74,2
1	81,1	-	3,5	7,6	6,8	8,8	8,8	8,1	9,2	12,4	24,2	24,2	23,7	8,8	8,5	4,3
2	82,1	3,5	-	8,4	8,1	9,6	9,6	8,9	10	13,2	24,9	24,9	24,5	9,6	9,3	6,9
3	71,3	7,6	8,4	-	0,8	1,6	1,6	1	2,6	6,8	18,5	18,5	18,1	1,6	1,9	13
4	71,1	6,8	8,1	0,8	-	1,6	1,6	1	2,9	7,1	18,9	18,9	18,4	1,6	2,3	13,3
5	69,8	8,8	9,6	1,6	1,6	-	0	0,8	3,6	8	19,8	19,8	19,4	1,8	3,2	14,2
6	69,8	8,8	9,6	1,6	1,6	0	-	0,8	3,6	8	19,8	19,8	19,4	1,8	3,2	14,2
7	70,3	8,1	8,9	1	1	0,8	0,8	-	3,1	7,3	19,1	19,1	18,6	1,1	2,4	13,5
8	69,9	9,2	10	2,6	2,9	3,6	3,6	3,1	-	7,8	19,6	19,6	19,1	1,9	0,7	14,5
9	75,1	12,4	13,2	6,8	7,1	8	8	7,3	7,8	-	12,2	12,2	11,7	8	8,7	17,4
10	86,9	24,2	24,9	18,5	18,9	19,8	19,8	19,1	19,6	12,2	-	0	0,6	19,8	20,2	29,2
11	86,9	24,2	24,9	18,5	18,9	19,8	19,8	19,1	19,6	12,2	0	-	0,6	19,8	20,2	29,2
12	86,5	23,7	24,5	18,1	18,4	19,4	19,4	18,6	19,1	11,7	0,6	0,6	-	19,3	19,8	28,5
Svoz	71,8	8,8	9,6	1,6	1,6	1,8	1,8	1,1	1,9	8	19,8	19,8	19,3	-	1,2	14,2
Svoz	70,6	8,5	9,3	1,9	2,3	3,2	3,2	2,4	0,7	8,7	20,2	20,2	19,8	1,2	-	13,8
Svoz	74,2	4,3	6,9	13	13,3	14,2	14,2	13,5	14,5	17,4	29,2	29,2	28,5	14,2	13,8	-

Zdroj: mapy.cz, vlastní zpracování

Tabulka 85 Matice časových náročností pro 2. trasu 2. dne

MIN	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Svoz	Svoz	Svoz
0	-	84	86	75	75	73	73	73	71	74	86	86	84	76	72	82
1	84	-	22	26	27	27	27	26	28	30	41	41	40	29	27	22
2	86	22	-	29	30	30	30	29	31	33	44	44	42	32	30	27
3	75	26	29	-	17	18	18	17	20	23	34	34	33	19	19	29
4	75	27	30	17	-	18	18	17	20	24	35	35	34	19	19	30
5	73	27	30	18	18	-	15	16	21	25	36	36	35	19	20	31
6	73	27	30	18	18	15	-	16	21	25	36	36	35	19	20	31
7	73	26	29	17	17	16	16	-	20	24	35	35	33	18	19	30
8	71	28	31	20	20	21	21	20	-	22	33	33	32	20	16	32
9	74	30	33	23	24	25	25	24	22	-	27	27	26	26	23	33
10	86	41	44	34	35	36	36	35	33	27	-	15	17	37	34	43
11	86	41	44	34	35	36	36	35	33	27	15	-	17	37	34	43
12	84	40	42	33	34	35	35	33	32	26	17	17	-	36	33	42
Svoz	76	29	32	19	19	19	19	18	20	26	37	37	36	-	18	32
Svoz	72	27	30	19	19	20	20	19	16	23	34	34	33	18	-	30
Svoz	82	22	27	29	30	31	31	30	32	33	43	43	42	32	30	-

Zdroj: mapy.cz, vlastní zpracování

Tabulka 86 Matice vzdáleností pro 3. trasu 2. dne

KM	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Svoz	Svoz
0	-	92,4	94,9	94,9	77,6	96,6	95	95,4	96,9	96	97,1	96,3	96,3	98,1	93,9	93,7	93,7
1	92,4	-	3,1	3	5	5,6	2,3	2,7	3,6	2,7	3,9	3,1	3,1	4,2	9,3	9,1	9,1
2	94,9	3,1	-	1,9	4,3	6,7	4,5	4,9	6,4	5,5	6,6	5,9	5,8	6,9	12,1	11,9	11,9
3	94,9	3	1,9	-	2	6,7	4,5	4,9	6,4	5,5	6,6	5,9	5,8	6,9	12,1	11,9	11,9
4	77,6	5	4,3	2	-	5,4	6,4	6,8	8,3	7,4	8,6	7,8	7,7	8,9	14	13,8	13,8
5	96,6	5,6	6,7	6,7	5,4	-	5,9	6,4	6	6,9	8,1	7,3	7,3	8,4	13,5	13,3	13,3
6	95	2,3	4,5	4,5	6,4	5,9	-	0,4	1,3	1,6	2,7	2	1,9	3	8,2	8	8
7	95,4	2,7	4,9	4,9	6,8	6,4	0,4	-	1,2	1,6	2,5	1	1,9	3,1	8,2	8	8
8	96,9	3,6	6,4	6,4	8,3	6	1,3	1,2	-	1,4	2,8	1	2	3,1	8,2	8	8
9	96	2,7	5,5	5,5	7,4	6,9	1,6	1,6	1,4	-	1,7	0,5	0,8	1,9	7	6,8	6,8
10	97,1	3,9	6,6	6,6	8,6	8,1	2,7	2,5	2,8	1,7	-	2,3	1,4	3,3	8,5	8,3	8,3
11	96,3	3,1	5,9	5,9	7,8	7,3	2	1	1	0,5	2,3	-	1,4	2	7,1	6,9	6,9
12	96,3	3,1	5,8	5,8	7,7	7,3	1,9	1,9	2	0,8	1,4	1,4	-	1,5	6,6	6,4	6,4
13	98,1	4,2	6,9	6,9	8,9	8,4	3	3,1	3,1	1,9	3,3	2	1,5	-	5,1	4,9	4,9
14	93,9	9,3	12,1	12,1	14	13,5	8,2	8,2	8,2	7	8,5	7,1	6,6	5,1	-	0,2	0,4
Svoz	93,7	9,1	11,9	11,9	13,8	13,3	8	8	8	6,8	8,3	6,9	6,4	4,9	0,2	-	0,2
Svoz	93,7	9,1	11,9	11,9	13,8	13,3	8	8	8	6,8	8,3	6,9	6,4	4,9	0,2	0,2	-

Zdroj: mapy.cz, vlastní zpracování

Tabulka 87 Matice časových náročností pro 3. trasu 2. dne

MIN	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Svoz	Svoz
0	-	86	89	88	91	90	88	89	92	89	92	90	90	88	84	84	84
1	86	-	21	21	25	24	20	21	23	21	23	21	21	22	27	27	38
2	89	21	-	19	22	26	23	24	27	24	27	25	25	26	31	30	30
3	88	21	19	-	19	25	22	24	26	24	27	24	24	25	30	30	30
4	91	25	22	19	-	24	26	27	30	27	30	28	28	29	34	33	33
5	90	24	26	25	24	-	24	25	26	25	28	26	26	27	32	32	32
6	88	20	23	22	26	24	-	16	19	18	21	19	18	19	24	24	24
7	89	21	24	24	27	25	16	-	19	19	22	18	19	20	25	25	25
8	92	23	27	26	30	26	19	19	-	19	22	18	20	21	26	26	26
9	89	21	24	24	27	25	18	19	19	-	19	16	17	18	23	22	22
10	92	23	27	27	30	28	21	22	22	19	-	20	19	21	26	26	26
11	90	21	25	24	28	26	19	18	18	16	20	-	18	18	23	23	23
12	90	21	25	24	28	26	18	19	20	17	19	18	-	17	22	22	22
13	88	22	26	25	29	27	19	20	21	18	21	18	17	-	20	20	20
14	84	27	31	30	34	32	24	25	26	23	26	23	22	20	-	16	16
Svoz	84	27	30	30	33	32	24	25	26	22	26	23	22	20	16	-	16
Svoz	84	38	30	30	33	32	24	25	26	22	26	23	22	20	16	16	-

Zdroj: mapy.cz, vlastní zpracování

Tabulka 88 Matice vzdáleností pro 1. trasu 3. dne

KM	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Svoz	Svoz	Svoz
0	-	60,1	64,6	65,2	65,3	64,5	65,4	70,2	75,7	81,1	79,1	62,3	39	41,2	36,9
1	60,1	-	10,3	10,2	10,4	9,5	10,4	15,3	20,7	25	26,2	19,1	32,6	20,4	47,7
2	64,6	10,3	-	2,4	2,5	2,1	3,9	8,6	14,1	18,4	19,6	11,2	37,8	25,6	52,9
3	65,2	10,2	2,4	-	4,7	4,3	9,6	14,3	19,8	24,1	20,9	10,3	37,3	25,1	52,4
4	65,3	10,4	2,5	4,7	-	0,8	2,5	7,3	12,7	17	18,2	12,4	38	25,8	53
5	64,5	9,5	2,1	4,3	0,8	-	1,7	6,5	12	16,3	17,5	12,2	37,2	25	52,3
6	65,4	10,4	3,9	9,6	2,5	1,7	-	5	10,5	14,8	16	20,6	39,2	26,9	54,2
7	70,2	15,3	8,6	14,3	7,3	6,5	5	-	5,7	15,4	16,6	24,3	42,8	30,6	57,9
8	75,7	20,7	14,1	19,8	12,7	12	10,5	5,7	-	21	22,1	29,9	48,4	36,1	63,4
9	81,1	25	18,4	24,1	17	16,3	14,8	15,4	21	-	3	18,8	58,4	41,5	67,4
10	79,1	26,2	19,6	20,9	18,2	17,5	16	16,6	22,1	3	-	17,9	55,7	38,8	68,9
11	62,3	19,1	11,2	10,3	12,4	12,2	20,6	24,3	29,9	18,8	17,9	-	39	22,1	62,1
Svoz	39	32,6	37,8	37,3	38	37,2	39,2	42,8	48,4	58,4	55,7	39	-	15,6	19,7
Svoz	41,2	20,4	25,6	25,1	25,8	25	26,9	30,6	36,1	41,5	38,8	22,1	15,6	-	49,2
Svoz	36,9	47,7	52,9	52,4	53	52,3	54,2	57,9	63,4	67,4	68,9	62,1	19,7	49,2	-

Zdroj: mapy.cz, vlastní zpracování

Tabulka 89 Matice časových náročností pro 1. trasu 3. dne

MIN	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Svoz	Svoz	Svoz
0	-	70	74	75	74	72	73	77	82	84	79	69	60	55	58
1	70	-	29	28	27	25	25	29	35	40	38	35	51	33	52
2	74	29	-	20	21	19	22	26	31	36	34	28	57	39	58
3	75	28	20	-	26	25	27	31	36	42	37	26	57	39	57
4	74	27	21	26	-	17	20	23	29	34	32	32	56	38	56
5	72	25	19	25	17	-	18	21	27	32	30	31	53	36	54
6	73	25	22	27	20	18	-	20	25	30	28	35	55	37	55
7	77	29	26	31	23	21	20	-	21	34	32	38	57	40	58
8	82	35	31	36	29	27	25	21	-	39	37	43	63	45	64
9	84	40	36	42	34	32	30	34	39	-	21	36	67	47	69
10	79	38	34	37	32	30	28	32	37	21	-	33	62	42	68
11	69	35	28	26	32	31	35	38	43	36	33	-	52	31	65
Svoz	60	51	57	57	56	53	55	57	63	67	62	52	-	37	41
Svoz	55	33	39	39	38	36	37	40	45	47	42	31	37	-	52
Svoz	58	52	58	57	56	54	55	58	64	69	68	65	41	52	-

Zdroj: mapy.cz, vlastní zpracování

Tabulka 90 Matice vzdáleností pro 2. trasu 3. dne

KM	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Svoz	Svoz
0	-	86,7	77,9	90,2	91,3	97,7	97,5	99,6	100,1	96,9	80,8	81,1	81,1	82,1	90,1	81,1	97,7
1	86,7	-	12,2	24,5	25,7	18,6	18,4	20,4	20,9	17,8	4,5	4,7	4,4	2,4	5,6	3	18,6
2	77,9	12,2	-	12,8	14	23,1	22,9	24,9	25,4	22,3	5,6	6	5,9	6,9	15,5	6	23,1
3	90,2	24,5	12,8	-	1,2	8,9	8,8	14,6	12,5	11,9	17,9	18,3	18,2	19,2	27,8	18,3	8,9
4	91,3	25,7	14	1,2	-	8,6	8,5	14,2	12,2	11,6	19,1	19,4	19,4	20,4	28,9	19,4	8,6
5	97,7	18,6	23,1	8,9	8,6	-	0,3	7,1	7,6	4,5	21,4	22,8	20,9	18,9	21,9	19,5	0
6	97,5	18,4	22,9	8,8	8,5	0,3	-	6,9	7,4	4,3	21,2	22,7	20,7	18,8	21,8	19,3	0,3
7	99,6	20,4	24,9	14,6	14,2	7,1	6,9	-	2,1	5,4	23,2	24,6	22,7	20,7	23,7	21,3	7,1
8	100,1	20,9	25,4	12,5	12,2	7,6	7,4	2,1	-	6	23,7	25,2	23,2	21,3	24,3	21,8	7,6
9	96,9	17,8	22,3	11,9	11,6	4,5	4,3	5,4	6	-	20,6	22,1	20,1	18,2	21,2	18,7	4,5
10	80,8	4,5	5,6	17,9	19,1	21,4	21,2	23,2	23,7	20,6	-	1,4	1,4	2,4	7,6	1,5	21,4
11	81,1	4,7	6	18,3	19,4	22,8	22,7	24,6	25,2	22,1	1,4	-	0,8	2,7	8	1,8	22,8
12	81,1	4,4	5,9	18,2	19,4	20,9	20,7	22,7	23,2	20,1	1,4	0,8	-	2,3	7,6	1,4	20,9
13	82,1	2,4	6,9	19,2	20,4	18,9	18,8	20,7	21,3	18,2	2,4	2,7	2,3	-	5,7	1	18,9
14	90,1	5,6	15,5	27,8	28,9	21,9	21,8	23,7	24,3	21,2	7,6	8	7,6	5,7	-	6,2	21,9
Svoz	81,1	3	6	18,3	19,4	19,5	19,3	21,3	21,8	18,7	1,5	1,8	1,4	1	6,2	-	19,5
Svoz	97,7	18,6	23,1	8,9	8,6	0	0,3	7,1	7,6	4,5	21,4	22,8	20,9	18,9	21,9	19,5	-

Zdroj: mapy.cz, vlastní zpracování

Tabulka 91 Matice časových náročností pro 2. trasu 3. dne

MIN	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Svoz	Svoz
0	-	77	69	83	87	85	84	85	86	85	72	74	74	74	80	73	85
1	77	-	27	41	44	35	34	35	36	35	23	24	22	20	24	20	35
2	69	27	-	30	34	35	34	35	36	35	21	23	23	24	30	22	35
3	83	41	30	-	19	29	28	33	32	33	36	37	37	38	45	36	29
4	87	44	34	19	-	31	30	35	34	34	39	41	41	41	48	40	31
5	85	35	35	29	31	-	16	24	25	23	34	38	37	34	38	35	15
6	84	34	34	28	30	16	-	23	24	23	34	37	37	34	37	34	16
7	85	35	35	33	35	24	23	-	19	23	35	38	37	35	38	35	24
8	86	36	36	32	34	25	24	19	-	24	36	39	38	36	39	36	25
9	85	35	35	33	34	23	23	23	24	-	35	38	37	34	38	35	23
10	72	23	21	36	39	34	34	35	36	35	-	18	18	19	26	17	34
11	74	24	23	37	41	38	37	38	39	38	18	-	17	21	28	19	38
12	74	22	23	37	41	37	37	37	38	37	18	17	-	19	26	17	37
13	74	20	24	38	41	34	34	35	36	34	19	21	19	-	24	17	35
14	80	24	30	45	48	38	37	38	39	38	26	28	26	24	-	24	38
Svoz	73	20	22	36	40	35	34	35	36	35	17	19	17	17	24	-	35
Svoz	85	35	35	29	31	15	16	24	25	23	34	38	37	34	38	35	-

Zdroj: mapy.cz, vlastní zpracování

Tabulka 92 Matice vzdáleností pro 3. trasu 3. dne

KM	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Svoz	Svoz	Svoz
0	-	92,4	93,4	67	74,2	76,3	76,7	94,7	94,7	96,3	96,3	97,1	94	93,7	93,7
1	92,4	-	0,5	11	8	5,1	5,5	3,7	2,3	3,1	3,1	5,9	2,1	9,1	9,1
2	93,4	0,5	-	10,8	8,4	5,5	5,8	3,4	2	2,9	2,9	5,8	1,8	9	9
3	67	11	10,8	-	8,6	10,7	11,1	13,1	13	14,7	14,6	17,5	12,3	20,7	20,7
4	74,2	8	8,4	8,6	-	5,6	5,9	9,6	9,2	10,8	10,8	13,7	8,5	16,8	16,8
5	76,3	5,1	5,5	10,7	5,6	-	0,4	6,7	6,3	7,9	7,9	10,8	5,6	14	14
6	76,7	5,5	5,8	11,1	5,9	0,4	-	7,1	6,7	8,3	8,3	11,2	6	14,3	14,3
7	94,7	3,7	3,4	13,1	9,6	6,7	7,1	-	3,6	5,3	5,2	8,1	2,9	11,3	11,3
8	94,7	2,3	2	13	9,2	6,3	6,7	3,6	-	2,2	2,2	5,1	0,9	8,3	8,3
9	96,3	3,1	2,9	14,7	10,8	7,9	8,3	5,3	2,2	-	1,4	4,3	3,6	7,5	7,5
10	96,3	3,1	2,9	14,6	10,8	7,9	8,3	5,2	2,2	1,4	-	3,2	3,5	6,4	6,4
11	97,1	5,9	5,8	17,5	13,7	10,8	11,2	8,1	5,1	4,3	3,2	-	6,4	3,9	3,9
Svoz	94	2,1	1,8	12,3	8,5	5,6	6	2,9	0,9	3,6	3,5	6,4	-	9,6	9,6
Svoz	93,7	9,1	9	20,7	16,8	14	14,3	11,3	8,3	7,5	6,4	3,9	9,6	-	0,2
Svoz	93,7	9,1	9	20,7	16,8	14	14,3	11,3	8,3	7,5	6,4	3,9	9,6	0,2	-

Zdroj: mapy.cz, vlastní zpracování

Tabulka 93 Matice časových náročností pro 3. trasu 3. dne

MIN	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Svoz	Svoz	Svoz
0	-	86	86	78	86	89	89	87	88	91	90	87	87	84	84
1	86	-	16	26	27	23	24	20	20	22	21	24	20	27	27
2	86	16	-	25	27	23	23	20	19	21	20	23	19	26	26
3	78	26	25	-	26	28	29	27	28	31	30	33	27	36	36
4	86	27	27	26	-	23	23	28	28	31	30	33	27	36	36
5	89	23	23	28	23	-	16	24	24	27	26	29	23	32	32
6	89	24	23	29	23	16	-	25	25	28	27	30	24	33	33
7	87	20	20	27	28	24	25	-	20	23	22	25	19	28	28
8	88	20	19	28	28	24	25	20	-	20	19	22	18	25	25
9	91	22	21	31	31	27	28	23	20	-	18	21	21	24	24
10	90	21	20	30	30	26	27	22	19	18	-	19	20	22	22
11	87	24	23	33	33	29	30	25	22	21	19	-	23	19	19
Svoz	87	20	19	27	27	23	24	19	18	21	20	23	-	26	26
Svoz	84	27	26	36	36	32	33	28	25	24	22	19	26	-	16
Svoz	84	27	26	36	36	32	33	28	25	24	22	19	26	16	-

Zdroj: mapy.cz, vlastní zpracování

Příloha č. II Rozřazení nových tras Mayerovou metodou a matice vzdáleností pro optimalizaci

nových tras

Tabulka 94 Matice vzdáleností pro 1. rozvozní den

km	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	km			
0																																									
1	39																																								39
2	82	16																																						82	
3	83,5	17	13																																					83,5	
4	87,6	21	17	11																																				87,6	
5	84,4	26	12	11	9,7																																		84,4		
6	86,6	20	13	13	12	3,8																																	86,6		
7	84,2	26	14	16	15	6,9	9,4																																84,2		
8	84	25	16	18	17	8,5	11	1,7																															84		
9	84,3	26	16	18	17	8,7	11	2,6	1,4																														84,3		
10	84	25	17	19	18	9,4	12	4	2,7	1,5																													84		
11	84,8	26	16	20	19	10	13	4,7	4,1	3	1,6																												84,8		
12	79,2	32	23	25	24	16	18	14	12	10	8,1	6,4																										79,2			
13	75,1	36	26	30	29	21	23	19	17	15	13	11	9,1																									75,1			
14	73,6	40	32	34	33	24	27	23	20	18	17	15	13,6	7,2																								73,6			
15	89,8	21	13	21	20	12	14	5	5,6	4,8	4,6	4,9	11	16	19																							89,8			
16	74,9	39	35	23	22	20	31	34	29	27	25	23	23	28	31	28																						74,9			
17	87,6	40	36	27	26	33	35	39	40	40	41	41	53	58	61	43	45																					87,6			
18	80,5	41	37	28	27	34	37	40	41	41	42	43	64	69	62	44	46	7,5																				80,5			
19	86,7	50	46	34	32	39	42	46	47	47	47	40	38	38	42	46	43	18	26	29																		86,7			
20	85,6	49	45	32	31	38	41	44	45	46	46	39	37	36	41	45	41	17	29	32	3,7																	85,6			
21	85,4	49	45	32	31	38	40	44	45	46	46	39	37	36	41	44	41	17	29	32	3,5	9,2																85,4			
22	108	71	67	55	53	60	63	66	69	68	62	60	59	64	67	64	38	54	57	29	26	26																108			
23	102	65	61	49	48	55	57	60	62	62	56	54	53	58	62	58	30	46	51	23	20	20																102			
24	77,2	41	37	24	23	20	25	25	24	22	20	19	24	27	24	27	24	3,5	46	47	20	19	16															77,2			
25	88,9	50	46	34	33	39	42	45	47	47	47	40	39	38	43	46	43	19	36	40	0,3	3,9	3,7															88,9			
26	87	28	27	34	33	25	27	18	18	16	16	16	22	23	15	16	16	38	56	58	54	53	74,8															87			
27	73,9	35	34	41	40	32	34	25	24	23	23	23	16	15	7,6	21	37	63	64	53	62	52	74,2																73,9		
28	93,4	39	37	45	44	35	36	28	28	27	26	27	25	23	16	25	48	67	68	64	63	63	85,1																93,4		
29	87,6	29	27	35	34	25	28	19	18	17	17	17	23	22	15	15	38	57	58	56	53	53	75,3																87,6		
30	83	46	36	44	43	34	37	27	27	26	20	20	13	12	4,4	24	34	66	67	66	67	66	49															83			
31	92,4	38	36	44	43	34	37	27	27	26	25	26	32	23	16	24	47	66	67	63	62	62	84,2																92,4		
32	94,6	40	38	46	45	36	39	29	29	28	28	28	27	25	18	26	49	68	69	66	64	64	86,3																94,6		
33	94,6	40	38	46	45	36	39	29	29	28	28	28	26	24	16	26	49	68	69	66	64	64	86,3																94,6		
34	94,7	40	39	46	45	36	39	29	29	28	28	28	25	24	17	26	50	68	69	66	64	64	86,4																94,7		
35	94	39	38	45	44	35	38	29	29	28	27	27	25	23	16	25	48	67	69	65	64	64	85,7																94		
36	93,7	41	40	46	45	36	39	29	29	28	28	28	25	23	16	24	34	57	78	77	73	72	84,1																93,7		

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 96 Matice vzdáleností pro 3. rozevzní den

Aspen	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36				
0	-	663	-	10	16	10	9,5	10	15	21	25	26	19	32	34	47	48	47	47	49	49	47	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49			
1	663	-	10	16	10	9,5	10	15	21	25	26	19	32	34	47	48	47	47	49	49	47	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49		
2	646	19	-	24	2,5	2,1	2,9	8,6	14	18	20	11	26	27	39	40	46	46	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	
3	652	19	2,4	-	4,7	4,3	9,6	14	20	24	11	16	35	36	38	39	46	45	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	
4	653	19	3,5	4,7	-	0,8	2,5	7,3	13	17	18	12	34	38	40	41	39	39	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41
5	645	19	2,1	4,3	0,8	-	1,7	6,5	12	16	18	12	23	28	40	41	39	38	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
6	654	19	3,9	9,6	2,5	1,7	-	5	11	15	16	21	22	31	43	44	37	37	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	
7	762	15	8,6	14	7,3	6,5	5	-	5,7	15	17	24	23	31	44	45	38	38	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
8	757	21	14	20	13	12	11	5,7	-	21	22	30	28	37	49	50	43	43	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
9	811	25	18	24	17	16	15	15	21	-	3	19	9	18	30	31	24	24	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	
10	791	26	20	21	18	18	16	17	22	3	-	18	6,3	15	27	29	21	21	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	
11	643	19	11	16	12	12	12	21	24	18	18	-	26	17	29	30	37	37	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	
12	867	22	26	26	24	23	22	23	28	9	6,3	26	-	12	25	26	19	18	20	20	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	
13	779	24	27	26	28	28	31	31	37	18	15	17	12	-	13	14	23	23	25	25	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	
14	782	47	39	38	40	40	40	44	49	30	27	29	25	13	-	12	8,9	8,8	15	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12		
15	913	48	40	39	41	41	41	45	50	31	29	30	26	14	13	-	8,6	8,5	14	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12		
16	977	47	46	46	49	49	49	57	64	43	41	42	37	19	23	8,9	8,6	-	13	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12		
17	975	47	46	45	49	48	47	57	64	43	41	42	37	19	23	8,8	8,5	6,3	-	13	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12		
18	996	49	48	47	41	40	39	40	45	26	23	39	20	25	15	14	7,1	6,9	-	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14		
19	100	50	49	48	42	41	40	40	46	27	24	39	21	25	13	12	7,6	7,4	2,1	-	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6		
20	969	47	46	45	49	48	47	43	43	23	21	36	18	22	12	12	4,5	4,2	5,4	6	-	21	22	20	18	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21		
21	898	33	30	29	25	24	23	23	29	9,6	7	20	4,5	5,6	18	19	21	21	21	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	
22	811	33	30	29	25	24	23	23	29	9,8	7,1	20	4,7	6	18	19	21	21	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	
23	811	33	32	31	25	24	23	23	29	9,5	6,8	20	4,4	5,9	18	19	21	21	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23		
24	821	31	34	30	23	22	21	21	27	7,5	4,9	21	24	6,9	19	20	19	19	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21		
25	981	37	39	31	19	18	17	17	33	3,1	1,8	18	5,6	16	38	39	32	32	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34		
26	924	30	26	27	27	26	28	32	19	41	42	37	47	53	64	66	64	63	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65		
27	934	21	27	28	28	27	29	25	20	42	43	37	48	53	65	67	65	64	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66		
28	67	11	17	18	17	16	18	22	19	32	33	27	38	43	55	56	54	54	56	56	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55		
29	742	18	24	25	24	24	26	16	11	31	32	34	37	50	62	63	64	64	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66		
30	763	20	26	27	27	26	28	20	15	35	36	36	41	52	64	66	67	67	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69		
31	767	20	27	28	27	26	28	20	15	35	36	37	41	52	65	66	67	67	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69		
32	947	22	29	30	29	28	30	26	21	43	45	39	50	54	67	68	66	66	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68		
33	947	22	29	30	29	28	30	25	20	43	45	39	50	54	67	68	66	66	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68		
34	963	24	30	31	31	30	32	27	22	46	46	40	51	56	68	70	68	67	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69		
35	963	24	30	31	31	30	32	27	22	46	46	40	51	56	68	70	68	67	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69		
36	971	27	33	34	33	33	35	30	25	48	49	43	54	59	71	72	70	70	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72		

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 97 Rozřazení zákazníků do jednotlivých tras Mayerovou metodou pro 1. rozvozní den

pořadové číslo	zákazník	pořadové číslo	zákazník	pořadové číslo	zákazník
1	Jiří FOLTA LOUNY	13	BOUKAL S.R.O LITVÍNOV	25	BLIKA S.R.O. KADAŇ
2	ERZET STEEL VÝŠKOV	14	JAROSLAV RAD LOM U MOSTU	26	AGC AUTOMOTIVE BÍLINA
3	TRIANGLE INDUSTRIAL BITOZEVES	15	HERKUL A.S. OBRNICE	27	FILIP BOZETICKÝ DUCHCOV
4	GESTAMP LOUNY VELEMYŠLEVES	16	DOMA PRO S.R CHOMUTOV	28	VLADIMÍR NEDBAL TEPLICE
5	YANKEE CANDLE HAVRAŇ U MOSTU	17	LOGIT S.R.O. PODBOŘAY	29	CEZ, A.S. BÍLINA
6	MARTIN RAJTER HAVRAŇ - MORAVĚVES	18	KEMPCHEN S.R OČIHOV	30	INSTALACE ZT OSEK
7	SEVEROČESKÉ VODOVODY MOST	19	DONALDSON IN KADAŇ	31	GATE S.R.O. TEPLICE
8	SUJAN S.R.O. MOST	20	TOYODA GOSEI KLÁŠTEREC/OHŘÍ	32	TEPTX S.R.O. TEPLICE
9	CORROTECH TRADE MOST	21	PITTSBURG CO KLÁŠTEREC/OHŘÍ	33	UPC ČR TEPLICE
10	IVANA KOHOUTOVÁ MOST	22	BELET A.S. VEJPRTY	34	K&V A.S. TEPLICE
11	OBI 007 MOST	23	ELEKTROPŘÍSTROJ KOVÁŘSKÁ	35	HIT OFFICE TEPLICE
12	ICOPAL VEDAG LITVÍNOV	24	EVA NOVÁKOVÁ CHOMUTOV	36	JANSEN DISPL PŘESTANOV

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 98 Rozřazení zákazníků do jednotlivých tras Mayerovou metodou pro 2. rozvozní den

pořadové číslo	zákazník	pořadové číslo	zákazník	pořadové číslo	zákazník
1	Jiří FOLTA LOUNY	14	GATE CHOMUTOV	26	TESASING S.R.O TEPLICE
2	HERKUL A.S. OBRNICE	15	GENERALI POJIŠŤOVNA CHOMUTOV	27	VICTORY CZECH TEPLICE
3	GATE MOST	16	KEBEK S.R.O. CHOMUTOV	28	AUBENLAGER S.R.O. DUBÍ
4	SVETLO KADAN CHOMUTOV	17	SOTILA S.R.O CHOMUTOV	29	FRESHLABELS TEPLICE
5	VLADIMIR SVANTNER MOST	18	DOVER EUROPE CHOMUTOV	30	TRON, S.R.O. TEPLICE
6	KOVOSPOL A.S CHOMUTOV	19	VZ-SYSTEM S. SPOŘICE	31	ARDAGH METAL TEPLICE
7	JJS ELECTRON CHOMUTOV	20	LIBRA SPOL. MÁLKOV	32	OBI TEPLICE
8	NOEL-PLUS CV CHOMUTOV	21	PFISTERER CZ KADAŇ	33	CHROMTECH TEPLICE
9	FING'RS (EUR	22	BLIKA S.R.O. KADAŇ	34	EUROPRINT TEPLICE
10	OREN S.R.O. UDLICE	23	JAKOB MÜLLER KADAŇ	35	ELFETEX, S.R.O. TEPLICE
11	ERZET STEEL VÝŠKOV	24	GATE S.R.O. TEPLICE	36	TOYODA GOSEI SRBICE
12	ENCZ A.S. JIRKOV	25	GALDENT CZ TEPLICE	37	TREVES CZ PŘESTANOV
13	E.B.J. PRODUCTION JIRKOV				

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 99 Rozřazení zákazníků do jednotlivých tras Mayerovou metodou pro 3. rozvozní den

Pořadové číslo	Zákazník	Pořadové číslo	Zákazník	Pořadové číslo	Zákazník
1	TOPENÍ-THERM MOST	13	ME-METAL S.R.O DROUŽKOVICE	25	MS KAMARAD CHOMUTOV
2	GATE MOST	14	HUNTER DOUGLAS KADAŇ	26	GATE S.R.O. TEPLICE
3	PROFIFENSTER MOST	15	SEVEROČESKÉ DOLY KADAŇ	27	VLADIMÍR NE-DBAL TEPLICE
4	MARTIN TRPKA MOST	16	PFISTERER CZ KADAŇ	28	AGC AUTOMO-TIVE BÍLINA
5	FRROD S.R.O. MOST	17	DONALDSON KADAŇ	29	MARTIN POKOR-NÝ DUCHCOV
6	PAVEL SAJDL MOST	18	DEFT DESIGN KLÁŠTE-REC/OHŘÍ	30	PS-SERVICES KOŠTANY
7	COV LITVINOV	19	BOS AUTOMOTIVE KLÁŠTEREC/OHŘÍ	31	DANCZEK JENÍ-KOV
8	BOWLING LITVÍNŮV	20	INTEPLAST CZ KLÁŠ-TEREC/OHŘÍ	32	AGC FLAT DUBÍ
9	WORLD INVEST JIRKOV	21	PARKER HANNIFIN CHOMUTOV	33	K&V A.S. TEPLI-CE
10	BM CESKO S.R CHOMUTOV	22	PULS INVESTIČNÍ CHOMUTOV	34	SPEA TEPLICE
11	FEINTOOL SYSTÉM HAVRAŇ U MOSTU	23	SVÁŘECÍ TECHNIKA CHOMUTOV	35	ELFETEX, S.R.O. TEPLICE
12	DOMA PRO S.R.O CHOMUTOV	24	GATE CHOMUTOV	36	AUTO-KABEL KRUPKA

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 100 Upravená matice vzdáleností pro 1. trasu 1. dne

KM	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	-	39	52	53,5	57,6	64,4	56,6	64,2	64	64,3	64,8	67,6	60,5
1	39	-	15,5	16,9	21,1	27,9	20,1	25,6	25,4	25,6	26,1	39,8	40,9
2	52	15,5	-	12,6	17,1	11,9	13,1	14,1	15,7	15,9	17,7	35,5	36,6
3	53,5	16,9	12,6	-	1,1	10,8	13,3	16,4	18,1	18,2	19,6	27,1	28,2
4	57,6	21,1	17,1	1,1	-	9,7	12,2	15,3	16,9	17,1	18,5	26	27,1
5	64,4	27,9	11,9	10,8	9,7	-	3,8	6,9	8,5	8,7	10,1	32,8	34
6	56,6	20,1	13,1	13,3	12,2	3,8	-	9,4	11	11,2	12,6	35,3	36,5
7	64,2	25,6	14,1	16,4	15,3	6,9	9,4	-	1,7	2,6	4,7	38,5	39,6
8	64	25,4	15,7	18,1	16,9	8,5	11	1,7	-	1,4	4,1	40,2	41,3
9	64,3	25,6	15,9	18,2	17,1	8,7	11,2	2,6	1,4	-	3	40,3	41,4
10	64,8	26,1	17,7	19,6	18,5	10,1	12,6	4,7	4,1	3	-	41,4	42,6
11	67,6	39,8	35,5	27,1	26	32,8	35,3	38,5	40,2	40,3	41,4	-	7,5
12	60,5	40,9	36,6	28,2	27,1	34	36,5	39,6	41,3	41,4	42,6	7,5	-

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 101 Upravená matice vzdáleností pro 2. trasu 1. dne

KM	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	-	75,9	86,7	85,5	85,4	107,8	102	77,2	86,9	70,2	75,1	78,6
1	75,9	-	18,4	17,2	17	35,5	29,7	3,5	18,6	21,3	27,5	30,9
2	86,7	18,4	-	3,7	3,5	28,6	22,9	19,7	0,3	37,5	42,4	45,9
3	85,5	17,2	3,7	-	0,2	26	20,3	18,5	3,9	36,2	41,2	44,7
4	85,4	17	3,5	0,2	-	25,9	20,1	18,3	3,7	36	41	44,4
5	107,8	35,5	28,6	26	25,9	-	6,5	40,5	28,8	58,2	63,9	67,3
6	102	29,7	22,9	20,3	20,1	6,5	-	34,7	23	52,5	58,1	61,6
7	77,2	3,5	19,7	18,5	18,3	40,5	34,7	-	19,9	18,8	23,9	27,3
8	86,9	18,6	0,3	3,9	3,7	28,8	23	19,9	-	37,6	42,6	46
9	70,2	21,3	37,5	36,2	36	58,2	52,5	18,8	37,6	-	5,1	8,6
10	75,1	27,5	42,4	41,2	41	63,9	58,1	23,9	42,6	5,1	-	7,2
11	78,6	30,9	45,9	44,7	44,4	67,3	61,6	27,3	46	8,6	7,2	-

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 102 Upravená matice vzdáleností pro 3. trasu 1. dne

KM	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0	-	67	73,9	93,4	67,5	83	92,4	94,6	94,5	94,7	94	93,7	64	59,8
1	67	-	8,3	11,7	1,6	13	10,8	12,9	12,8	13	12,3	20,7	16	13,6
2	73,9	8,3	-	8,1	7,9	5,1	7,6	9,9	9,7	8,8	8,1	16,5	22,9	20,7
3	93,4	11,7	8,1	-	10,5	16,1	0,7	2	2	2	1,8	9	26,4	23,4
4	67,5	1,6	7,9	10,5	-	12,1	9,9	12	12	12,2	11,5	19,9	16,6	14,4
5	83	13	5,1	16,1	12,1	-	15,9	17,4	17,2	16,3	15,6	21,2	20	23,3
6	92,4	10,8	7,6	0,7	9,9	15,9	-	2,2	2,1	2,3	2,1	9,1	25,4	23,6
7	94,6	12,9	9,9	2	12	17,4	2,2	-	0,2	1,3	2,7	7,6	27,6	25,6
8	94,5	12,8	9,7	2	12	17,2	2,1	0,2	-	1,3	2,7	7,6	27,5	25,5
9	94,7	13	8,8	2	12,2	16,3	2,3	1,3	1,3	-	0,9	8,3	27,7	24,8
10	94	12,3	8,1	1,8	11,5	15,6	2,1	2,7	2,7	0,9	-	9,6	27	24,2
11	93,7	20,7	16,5	9	19,9	21,2	9,1	7,6	7,6	8,3	9,6	-	35,4	32,4
12	64	16	22,9	26,4	16,6	20	25,4	27,6	27,5	27,7	27	35,4	-	4,6
13	59,8	13,6	20,7	23,4	14,4	23,3	23,6	25,6	25,5	24,8	24,2	32,4	4,6	-

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 103 Upravená matice vzdáleností pro 1. trasu 2. dne

KM	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	-	39	59,8	64,6	65,1	52	81,1	82,1	69,9
1	39	-	21,2	25,9	26,5	15,5	45,6	34,7	33,2
2	59,8	21,2	-	4,9	5,4	12,8	22	26	32,7
3	64,6	25,9	4,9	-	2,2	15,4	20,2	24,2	29,7
4	65,1	26,5	5,4	2,2	-	16,9	18,8	22,8	24,9
5	52	15,5	12,8	15,4	16,9	-	28,6	30,7	28,8
6	81,1	45,6	22	20,2	18,8	28,6	-	3,5	9,2
7	82,1	34,7	26	24,2	22,8	30,7	3,5	-	10
8	69,9	33,2	32,7	29,7	24,9	28,8	9,2	10	-

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 104 Upravená matice vzdáleností pro 2. trasu 2. dne

KM	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	-	71,3	71,1	69,8	69,8	70,3	75,1	86,9	86,9	86,5	71,1	70,3	70,4	70	66	71
1	71,3	-	0,8	1,6	1,6	1	6,8	18,5	18,5	18,1	1,2	1	2	2,6	5,4	0,7
2	71,1	0,8	-	1,6	1,6	1	7,1	18,9	18,9	18,4	0,7	1,1	1,3	1,9	5,2	0,2
3	69,8	1,6	1,6	-	0	0,8	8	19,8	19,8	19,4	1,5	0,8	0,8	1	3,9	1,4
4	69,8	1,6	1,6	0	-	0,8	8	19,8	19,8	19,4	1,5	0,8	0,8	1	3,9	1,4
5	70,3	1	1	0,8	0,8	-	7,3	19,1	19,1	18,6	1,1	0	1	1,7	4,4	1
6	75,1	6,8	7,1	8	8	7,3	-	12,2	12,2	11,7	8,4	7,3	8,3	10,3	13	7,2
7	86,9	18,5	18,9	19,8	19,8	19,1	12,2	-	0	0,6	20,1	19,1	20,1	22,1	24,8	19
8	86,9	18,5	18,9	19,8	19,8	19,1	12,2	0	-	0,6	20,1	19,1	20,1	22,1	24,8	19
9	86,5	18,1	18,4	19,4	19,4	18,6	11,7	0,6	0,6	-	19,7	18,6	19,7	21,7	24,4	18,5
10	71,1	1,2	0,7	1,5	1,5	1,1	8,4	20,1	20,1	19,7	-	1,1	1,2	1,9	5,2	0,6
11	70,3	1	1,1	0,8	0,8	0	7,3	19,1	19,1	18,6	1,1	-	1	1,4	4,5	1
12	70,4	2	1,3	0,8	0,8	1	8,3	20,1	20,1	19,7	1,2	1	-	0,8	3,3	1,2
13	70	2,6	1,9	1	1	1,7	10,3	22,1	22,1	21,7	1,9	1,4	0,8	-	2,9	1,8
14	66	5,4	5,2	3,9	3,9	4,4	13	24,8	24,8	24,4	5,2	4,5	3,3	2,9	-	5,2
15	71	0,7	0,2	1,4	1,4	1	7,2	19	19	18,5	0,6	1	1,2	1,8	5,2	-

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 105 Upravená matice vzdáleností pro 3. trasu 2. dne

KM	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0	-	92,4	94,9	94,9	77,6	96,6	95	95,4	96,9	96	97,1	96,3	96,3	98,1	93,9
1	92,4	-	3,1	3	5	5,6	2,3	2,7	3,6	2,7	3,9	3,1	3,1	4,2	9,3
2	94,9	3,1	-	1,9	4,3	6,7	4,5	4,9	6,4	5,5	6,6	5,9	5,8	6,9	12,1
3	94,9	3	1,9	-	2	6,7	4,5	4,9	6,4	5,5	6,6	5,9	5,8	6,9	12,1
4	77,6	5	4,3	2	-	5,4	6,4	6,8	8,3	7,4	8,6	7,8	7,7	8,9	14
5	96,6	5,6	6,7	6,7	5,4	-	5,9	6,4	6	6,9	8,1	7,3	7,3	8,4	13,5
6	95	2,3	4,5	4,5	6,4	5,9	-	0,4	1,3	1,6	2,7	2	1,9	3	8,2
7	95,4	2,7	4,9	4,9	6,8	6,4	0,4	-	1,2	1,6	2,5	1	1,9	3,1	8,2
8	96,9	3,6	6,4	6,4	8,3	6	1,3	1,2	-	1,4	2,8	1	2	3,1	8,2
9	96	2,7	5,5	5,5	7,4	6,9	1,6	1,6	1,4	-	1,7	0,5	0,8	1,9	7
10	97,1	3,9	6,6	6,6	8,6	8,1	2,7	2,5	2,8	1,7	-	2,3	1,4	3,3	8,5
11	96,3	3,1	5,9	5,9	7,8	7,3	2	1	1	0,5	2,3	-	1,4	2	7,1
12	96,3	3,1	5,8	5,8	7,7	7,3	1,9	1,9	2	0,8	1,4	1,4	-	1,5	6,6
13	98,1	4,2	6,9	6,9	8,9	8,4	3	3,1	3,1	1,9	3,3	2	1,5	-	5,1
14	93,9	9,3	12,1	12,1	14	13,5	8,2	8,2	8,2	7	8,5	7,1	6,6	5,1	-

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 106 Upravená matice vzdáleností pro 1. trasu 3. dne

KM	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	-	64,6	65,2	65,3	64,5	65,4	70,2	75,7	81,1	79,1	62,3	90,1
1	64,6	-	2,4	2,5	2,1	3,9	8,6	14,1	18,4	19,6	11,2	20,1
2	65,2	2,4	-	4,7	4,3	9,6	14,3	19,8	24,1	20,9	10,3	21,5
3	65,3	2,5	4,7	-	0,8	2,5	7,3	12,7	17	18,2	12,4	19,1
4	64,5	2,1	4,3	0,8	-	1,7	6,5	12	16,3	17,5	12,2	18,3
5	65,4	3,9	9,6	2,5	1,7	-	5	10,5	14,8	16	20,6	19,3
6	70,2	8,6	14,3	7,3	6,5	5	-	5,7	15,4	16,6	24,3	16,9
7	75,7	14,1	19,8	12,7	12	10,5	5,7	-	21	22,1	29,9	22,4
8	81,1	18,4	24,1	17	16,3	14,8	15,4	21	-	3	18,8	3
9	79,1	19,6	20,9	18,2	17,5	16	16,6	22,1	3	-	17,9	2,5
10	62,3	11,2	10,3	12,4	12,2	20,6	24,3	29,9	18,8	17,9	-	17,7
11	90,1	20,1	21,5	19,1	18,3	19,3	16,9	22,4	3	2,5	17,7	-

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 107 Upravená matice vzdáleností pro 2. trasu 3. dne

KM	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0	-	86,7	77,9	90,2	91,3	97,7	97,5	99,6	100,1	96,9	80,8	81,1	81,1	82,1
1	86,7	-	12,2	24,5	25,7	18,6	18,4	20,4	20,9	17,8	4,5	4,7	4,4	2,4
2	77,9	12,2	-	12,8	14	23,1	22,9	24,9	25,4	22,3	5,6	6	5,9	6,9
3	90,2	24,5	12,8	-	1,2	8,9	8,8	14,6	12,5	11,9	17,9	18,3	18,2	19,2
4	91,3	25,7	14	1,2	-	8,6	8,5	14,2	12,2	11,6	19,1	19,4	19,4	20,4
5	97,7	18,6	23,1	8,9	8,6	-	0,3	7,1	7,6	4,5	21,4	22,8	20,9	18,9
6	97,5	18,4	22,9	8,8	8,5	0,3	-	6,9	7,4	4,3	21,2	22,7	20,7	18,8
7	99,6	20,4	24,9	14,6	14,2	7,1	6,9	-	2,1	5,4	23,2	24,6	22,7	20,7
8	100,1	20,9	25,4	12,5	12,2	7,6	7,4	2,1	-	6	23,7	25,2	23,2	21,3
9	96,9	17,8	22,3	11,9	11,6	4,5	4,3	5,4	6	-	20,6	22,1	20,1	18,2
10	80,8	4,5	5,6	17,9	19,1	21,4	21,2	23,2	23,7	20,6	-	1,4	1,4	2,4
11	81,1	4,7	6	18,3	19,4	22,8	22,7	24,6	25,2	22,1	1,4	-	0,8	2,7
12	81,1	4,4	5,9	18,2	19,4	20,9	20,7	22,7	23,2	20,1	1,4	0,8	-	2,3
13	82,1	2,4	6,9	19,2	20,4	18,9	18,8	20,7	21,3	18,2	2,4	2,7	2,3	-

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 108 Upravená matice vzdáleností pro 3. trasu 3. dne

KM	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	-	92,4	93,4	67	74,2	76,3	76,7	94,7	94,7	96,3	96,3	97,1	60,1
1	92,4	-	0,5	11	8	5,1	5,5	3,7	2,3	3,1	3,1	5,9	20
2	93,4	0,5	-	10,8	8,4	5,5	5,8	3,4	2	2,9	2,9	5,8	20,9
3	67	11	10,8	-	8,6	10,7	11,1	13,1	13	14,7	14,6	17,5	10,6
4	74,2	8	8,4	8,6	-	5,6	5,9	9,6	9,2	10,8	10,8	13,7	17,8
5	76,3	5,1	5,5	10,7	5,6	-	0,4	6,7	6,3	7,9	7,9	10,8	20
6	76,7	5,5	5,8	11,1	5,9	0,4	-	7,1	6,7	8,3	8,3	11,2	20,3
7	94,7	3,7	3,4	13,1	9,6	6,7	7,1	-	3,6	5,3	5,2	8,1	22,3
8	94,7	2,3	2	13	9,2	6,3	6,7	3,6	-	2,2	2,2	5,1	22,3
9	96,3	3,1	2,9	14,7	10,8	7,9	8,3	5,3	2,2	-	1,4	4,3	23,9
10	96,3	3,1	2,9	14,6	10,8	7,9	8,3	5,2	2,2	1,4	-	3,2	23,9
11	97,1	5,9	5,8	17,5	13,7	10,8	11,2	8,1	5,1	4,3	3,2	-	26,8
12	60,1	20	20,9	10,6	17,8	20	20,3	22,3	22,3	23,9	23,9	26,8	-

Zdroj: vlastní zpracování

Príloha III: Kalkulace ceny dopravy

Tabulka 109 Kalkulace cen dopravy do 2500 kg

variable co- sts/km: 0,245 EUR	variable co- sts/min: 0,261 EUR		weight under 2500 kgs										
distance	tariff- zone	range of value	30*	50	100	200	300	500	700	1 000	1 500	2 000	2 500
	1	- 8,00 €	1,10 €	3,67 €	2,98 €	2,64 €	2,17 €	1,96 €	1,89 €	1,83 €	1,80 €	1,78 €	1,75 €
	2	- 14,00 €	1,20 €	3,93 €	3,20 €	2,86 €	2,31 €	2,10 €	2,02 €	1,97 €	1,95 €	1,92 €	1,90 €
0 - 15 km	3	- 20,00 €	1,30 €	4,19 €	3,42 €	3,08 €	2,45 €	2,24 €	2,15 €	2,11 €	2,10 €	2,09 €	2,05 €
	4	- 26,00 €	1,40 €	4,50 €	3,67 €	3,31 €	2,62 €	2,41 €	2,31 €	2,27 €	2,26 €	2,24 €	2,19 €
	5	- 32,00 €	1,50 €	4,80 €	3,93 €	3,55 €	2,80 €	2,57 €	2,46 €	2,43 €	2,43 €	2,38 €	2,34 €
16 - 30 km	6	- 38,00 €	1,60 €	5,11 €	4,18 €	3,78 €	2,97 €	2,74 €	2,62 €	2,59 €	2,59 €	2,53 €	2,48 €
	7	- 44,00 €	1,70 €	5,46 €	4,46 €	4,03 €	3,18 €	2,93 €	2,80 €	2,77 €	2,76 €	2,71 €	2,66 €
	8	- 50,00 €	1,80 €	5,82 €	4,75 €	4,27 €	3,38 €	3,11 €	2,98 €	2,94 €	2,94 €	2,89 €	2,84 €
31 - 60 km	9	- 56,00 €	1,90 €	6,17 €	5,03 €	4,52 €	3,59 €	3,30 €	3,16 €	3,12 €	3,11 €	3,07 €	3,02 €
	10	- 62,00 €	1,97 €	6,35 €	5,18 €	4,65 €	3,70 €	3,40 €	3,26 €	3,17 €	3,16 €	3,12 €	3,08 €
	11	- 68,00 €	2,03 €	6,54 €	5,34 €	4,79 €	3,80 €	3,49 €	3,35 €	3,23 €	3,22 €	3,17 €	3,15 €
61 - 90 km	12	- 74,00 €	2,10 €	6,72 €	5,49 €	4,92 €	3,91 €	3,59 €	3,45 €	3,28 €	3,27 €	3,22 €	3,21 €
	13	- 80,00 €	2,13 €	6,93 €	5,66 €	5,07 €	4,04 €	3,70 €	3,55 €	3,38 €	3,37 €	3,32 €	3,31 €
	14	- 86,00 €	2,17 €	7,13 €	5,82 €	5,21 €	4,18 €	3,82 €	3,66 €	3,49 €	3,47 €	3,42 €	3,42 €
91 - 120 km	15	- 92,00 €	2,20 €	7,34 €	5,99 €	5,36 €	4,31 €	3,93 €	3,76 €	3,59 €	3,57 €	3,52 €	3,52 €
	16	- 98,00 €	2,47 €	8,07 €	6,64 €	5,81 €	4,67 €	4,27 €	4,06 €	3,85 €	3,83 €	3,78 €	3,77 €
	17	- 104,00 €	2,73 €	8,81 €	7,28 €	6,25 €	5,03 €	4,60 €	4,35 €	4,10 €	4,09 €	4,04 €	4,03 €
121 - 150 km	18	- 110,00 €	3,00 €	9,54 €	7,93 €	6,70 €	5,39 €	4,94 €	4,65 €	4,36 €	4,35 €	4,30 €	4,28 €
	19	- 116,00 €	3,30 €	10,21 €	8,66 €	7,37 €	6,02 €	5,60 €	5,11 €	4,80 €	4,78 €	4,73 €	4,70 €
	20	- 122,00 €	3,60 €	10,88 €	9,39 €	8,04 €	6,64 €	6,26 €	5,58 €	5,23 €	5,22 €	5,17 €	5,11 €
151 - 200 km	21	- 128,00 €	3,90 €	11,55 €	10,12 €	8,71 €	7,27 €	6,92 €	6,04 €	5,67 €	5,65 €	5,60 €	5,53 €
	22	- 134,00 €	4,23 €	12,66 €	11,13 €	9,58 €	7,92 €	7,43 €	6,64 €	6,26 €	6,24 €	6,19 €	6,11 €
	23	- 140,00 €	4,57 €	13,76 €	12,15 €	10,45 €	8,58 €	7,93 €	7,25 €	6,86 €	6,83 €	6,79 €	6,68 €
201 - 250 km	24	- 146,00 €	4,90 €	14,87 €	13,16 €	11,32 €	9,23 €	8,44 €	7,85 €	7,45 €	7,42 €	7,38 €	7,26 €
	25	- 152,00 €	5,40 €	16,66 €	14,74 €	12,56 €	10,47 €	9,53 €	8,93 €	8,35 €	8,32 €	8,28 €	8,15 €
	26	- 158,00 €	5,90 €	18,46 €	16,32 €	13,81 €	11,72 €	10,61 €	10,02 €	9,25 €	9,22 €	9,18 €	9,03 €
251 - 400 km	27	> 158,00 €	6,40 €	20,25 €	17,90 €	15,05 €	12,96 €	11,70 €	11,10 €	10,15 €	10,12 €	10,08 €	9,92 €

Zdroj: Dachser, vlastní zpracování

Tabulka 110 Kalkulace cen dopravy nad 2500 kg

variable costs/km: 0,245 EUR	variable costs/min: 0,261 EUR		weight over 2500 kgs									
distance	tariff-zone	range of value	- 3 000	- 3 500	- 4 000	- 4 500	- 5 000	- 6 000	- 7 000	- 8 000	- 9 000	- 10 000
	1	- 8,00 €	65,00 €	74,00 €	77,20 €	80,40 €	82,50 €	85,60 €	88,00 €	93,20 €	98,20 €	103,40 €
	2	- 14,00 €	70,00 €	76,50 €	79,60 €	82,70 €	84,70 €	87,80 €	90,00 €	95,10 €	100,10 €	105,20 €
0 - 15 km	3	- 20,00 €	75,00 €	79,00 €	82,00 €	85,00 €	87,00 €	90,00 €	92,00 €	97,00 €	102,00 €	107,00 €
	4	- 26,00 €	78,33 €	81,67 €	84,67 €	87,33 €	89,67 €	92,33 €	94,67 €	98,67 €	103,67 €	108,67 €
	5	- 32,00 €	81,67 €	84,33 €	87,33 €	89,67 €	92,33 €	94,67 €	97,33 €	100,33 €	105,33 €	110,33 €
16 - 30 km	6	- 38,00 €	85,00 €	87,00 €	90,00 €	92,00 €	95,00 €	97,00 €	100,00 €	102,00 €	107,00 €	112,00 €
	7	- 44,00 €	88,33 €	90,33 €	93,33 €	95,33 €	99,00 €	102,33 €	106,00 €	109,00 €	114,00 €	119,00 €
	8	- 50,00 €	91,67 €	93,67 €	96,67 €	98,67 €	103,00 €	107,67 €	112,00 €	116,00 €	121,00 €	126,00 €
31 - 60 km	9	- 56,00 €	95,00 €	97,00 €	100,00 €	102,00 €	107,00 €	113,00 €	118,00 €	123,00 €	128,00 €	133,00 €
	10	- 62,00 €	97,33 €	100,33 €	104,00 €	106,33 €	110,67 €	118,00 €	123,00 €	129,67 €	135,67 €	142,00 €
	11	- 68,00 €	99,67 €	103,67 €	108,00 €	110,67 €	114,33 €	123,00 €	128,00 €	136,33 €	143,33 €	151,00 €
61 - 90 km	12	- 74,00 €	102,00 €	107,00 €	112,00 €	115,00 €	118,00 €	128,00 €	133,00 €	143,00 €	151,00 €	160,00 €
	13	- 80,00 €	109,67 €	116,33 €	122,33 €	126,00 €	129,67 €	138,67 €	146,67 €	156,67 €	167,33 €	177,33 €
	14	- 86,00 €	117,33 €	125,67 €	132,67 €	137,00 €	141,33 €	149,33 €	160,33 €	170,33 €	183,67 €	194,67 €
91 - 120 km	15	- 92,00 €	125,00 €	135,00 €	143,00 €	148,00 €	153,00 €	160,00 €	174,00 €	184,00 €	200,00 €	212,00 €
	16	- 98,00 €	132,00 €	141,00 €	148,33 €	154,00 €	160,67 €	169,00 €	182,67 €	194,33 €	208,33 €	219,67 €
	17	- 104,00 €	139,00 €	147,00 €	153,67 €	160,00 €	168,33 €	178,00 €	191,33 €	204,67 €	216,67 €	227,33 €
121 - 150 km	18	- 110,00 €	146,00 €	153,00 €	159,00 €	166,00 €	176,00 €	187,00 €	200,00 €	215,00 €	225,00 €	235,00 €
	19	- 116,00 €	152,00 €	158,33 €	165,67 €	175,67 €	187,33 €	198,00 €	210,00 €	225,00 €	237,00 €	246,00 €
	20	- 122,00 €	158,00 €	163,67 €	172,33 €	185,33 €	198,67 €	209,00 €	220,00 €	235,00 €	249,00 €	257,00 €
151 - 200 km	21	- 128,00 €	164,00 €	169,00 €	179,00 €	195,00 €	210,00 €	220,00 €	230,00 €	245,00 €	261,00 €	268,00 €
	22	- 134,00 €	176,67 €	181,00 €	189,33 €	201,67 €	214,00 €	223,33 €	233,33 €	247,00 €	262,67 €	270,67 €
	23	- 140,00 €	189,33 €	193,00 €	199,67 €	208,33 €	218,00 €	226,67 €	236,67 €	249,00 €	264,33 €	273,33 €
201 - 250 km	24	- 146,00 €	202,00 €	205,00 €	210,00 €	215,00 €	222,00 €	230,00 €	240,00 €	251,00 €	266,00 €	276,00 €
	25	- 152,00 €	223,33 €	227,00 €	232,00 €	237,00 €	243,33 €	253,33 €	264,00 €	274,67 €	289,67 €	301,67 €
	26	- 158,00 €	244,67 €	249,00 €	254,00 €	259,00 €	264,67 €	276,67 €	288,00 €	298,33 €	313,33 €	327,33 €
251 - 400 km	27	> 158,00 €	266,00 €	271,00 €	276,00 €	281,00 €	286,00 €	300,00 €	312,00 €	322,00 €	337,00 €	353,00 €

Zdroj: Dachser, vlastní zpracování