

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta  
Katedra systémového inženýrství**



**Bakalářská práce**

**Optimalizace dopravních tras mezi firmou a jejími  
dodavateli a zákazníky**

**Kateřina Votrubová**

© 2015 ČZU v Praze

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra systémového inženýrství

Provozně ekonomická fakulta

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Kateřina Votrubová

Provoz a ekonomika

Název práce

**Optimalizace dopravních tras mezi firmou a jejími dodavateli a zákazníky**

Název anglicky

**Optimization of Transportation Routes between a Chosen Company and Its Clients**

---

### Cíle práce

Cílem bakalářské práce je pomocí metod používaných pro okružní problémy nalézt různé kombinace dopravních tras pro obchodní společnost BIDVEST – NOWACO a vybrat tu nejvýhodnější. Trasy slouží pro každodenní rozvoz převážně mražených a chlazených výrobků.

### Metodika

Bakalářská práce bude rozdělena na teoretickou a praktickou část. Teoretická část se bude zabývat problematikou okružních dopravních úloh a tématy, která souvisejí s touto problematikou. Vybrané metody pak budou teoreticky popsány.

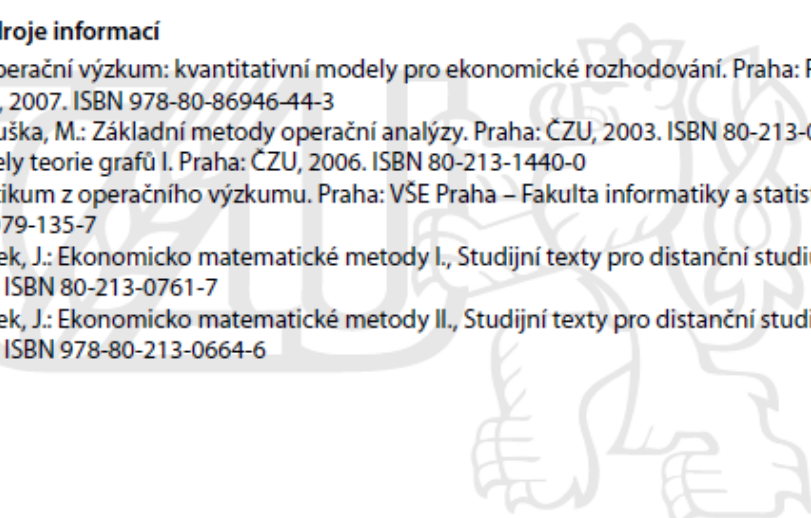
Praktická část bude zaměřena na zpracování dat pomocí vybraných metod a na interpretaci výsledných údajů. Na závěr budou firmě navržena možná efektivnější řešení dopravních tras.

## Doporučený rozsah práce

35-45

---

### Doporučené zdroje informací

- Jablonský, J.: Operační výzkum: kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování. Praha: Professional Publishing, 2007. ISBN 978-80-86946-44-3
- Brožová, H., Houška, M.: Základní metody operační analýzy. Praha: ČZU, 2003. ISBN 80-213-0951-2
- Kučera, P.: Modely teorie grafů I. Praha: ČZU, 2006. ISBN 80-213-1440-0
- Pelikán, J.: Praktikum z operačního výzkumu. Praha: VŠE Praha – Fakulta informatiky a statistiky, 1993. ISBN 80-7079-135-7
- Získal, J., Havlíček, J.: Ekonomicko matematické metody I., Studijní texty pro distanční studium. Praha: ČZU, 2006. ISBN 80-213-0761-7
- Získal, J., Havlíček, J.: Ekonomicko matematické metody II., Studijní texty pro distanční studium. Praha: ČZU, 2007. ISBN 978-80-213-0664-6
- 

---

### Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

### Vedoucí práce

RNDr. Petr Kučera, Ph.D.

---

Elektronicky schváleno dne 20. 2. 2015

**doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 11. 3. 2015

**Ing. Martin Pelikán, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 11. 03. 2015

### Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Optimalizace dopravních tras mezi firmou a jejími dodavateli a zákazníky" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 16.3.2015

---

## Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala panu RNDr. Petru Kučerovi Ph.D. za odborné rady při zpracování práce. Dále děkuji společnosti Bidvest Nowaco za ochotu při poskytování potřebných informací, zejména panu Martinu Vastlovi a pracovníkům dispečerského centra. Mé poděkování patří i panu Ing. Ladislavu Němečkovi za potřebné informace o chladírenské technice a o fungování distribuce chlazených výrobků.

# Optimalizace dopravních tras mezi firmou a jejími dodavateli a zákazníky

---

## Optimization of Transportation Routes between a Chosen Company and Its Clients

### Souhrn

Tato bakalářská práce se zabývá optimalizací jedné z dopravních tras, které jsou využívány firmou Bidvest – Nowaco, jenž patří k největším zpracovatelům a prodejcům mražených, chlazených a suchých výrobků v České republice. Pro výpočet trasy jsou použity tři metody řešící okružní dopravní problém, konkrétně Vogelova aproximační metoda, metoda nejbližšího souseda a metoda výhodnostních čísel. Všechny metody využívají výchozí dopravní tabulky, která je zkonstruována na základě získaných údajů o zákaznících na dané trase. Ze všech výsledných řešení je vybráno to nejlepší (nejkratší) a to je porovnáno s délkou trasy, kterou vozidla firmy běžně ujedou. Nakonec jsou také srovnávány z hlediska celkových nákladů na trasu.

### Summary

This bachelor's thesis deals with optimization of one of the distribution routes, which is used by company Bidvest Nowaco that belongs to the largest processors and sellers of frozen, chilled and dry products in the Czech Republic. There are three methods applied for solving transport calculation, which are dealing with the Travelling Salesman Problem: the Vogel Approximation Method, the Nearest Neighbour Method and the Savings Method. All of the methods start with the default transportation table, which is based on data collected about customers on the route. The best (the shortest) solution from all of the results is compared with the length of the usually used route. At last they are also compared in terms of total cost of the route.

**Klíčová slova:** distribuce, doprava, okružní dopravní úloha, Vogelova aproximační metoda, metoda nejbližšího souseda, metoda výhodnostních čísel

**Keywords:** Distribution, transportation, the Travelling Salesman problem, the Vogel Approximation Method, the Nearest Neighbour Method, the Savings Method

## Obsah

1	Úvod.....	5
2	Cíl a metodika.....	7
2.1	Cíl práce.....	7
2.2	Metodika.....	7
3	Literární rešerše.....	8
3.1	Distribuce.....	8
3.2	Doprava, dopravní logistika.....	8
3.2.1	Regulační principy dopravních systémů.....	9
3.2.2	Členění dopravy.....	9
3.2.2.1	Silniční doprava.....	10
3.2.2.1.1	<i>Silniční vozidlo</i> .....	11
3.2.2.1.2	<i>Pozemní komunikace a její členění</i> .....	11
3.2.2.1.3	<i>Členění silniční dopravy</i> .....	12
3.2.2.1.4	<i>Technologie silniční dopravy</i> .....	12
3.3	Dopravní úloha.....	13
3.3.1	Jednookruhový okružní dopravní problém.....	13
3.3.1.1	Obecná formulace jednookruhového okružního dopravního problému ..	14
3.3.1.2	Metody používané při řešení okružního dopravního problému.....	15
3.3.1.2.1	<i>Metoda nejbližšího souseda</i> .....	15
3.3.1.2.2	<i>Vogelova aproximační metoda</i> .....	16
3.3.1.2.3	<i>Metoda výhodnostních čísel</i> .....	17
3.3.1.2.3.1	<i>Program TSPKOSA</i> .....	17
4	Vlastní zpracování.....	18
4.1	O firmě.....	18
4.2	Plánování dopravy ve firmě a konkrétní okružní problém.....	18
4.3	Řešení daného dopravního problému pomocí aplikace vybraných optimalizačních metod.....	21
4.3.1	Aplikace "Vogelovy aproximační metody".....	21
4.3.1.1	Výsledné řešení – VAM.....	34
4.3.2	Aplikace "Metody nejbližšího souseda".....	35
4.3.2.1	Demonstrace metody.....	35

4.3.2.2	Výsledná řešení – Metoda nejbližšího souseda .....	45
4.3.2.2.1	<i>Výsledné nejvýhodnější řešení – Metoda nejbližšího souseda .....</i>	<i>47</i>
4.3.4	Aplikace „Metody výhodnostních čísel“ a její řešení.....	48
5	Zhodnocení výsledků .....	50
6	Závěr .....	51
7	Seznam použité literatury .....	52

### **Seznam tabulek**

Tabulka 1:	Výchozí tabulka .....	20
Tabulka 2:	1. krok - VAM .....	22
Tabulka 3:	2. krok - VAM .....	23
Tabulka 4:	3. krok - VAM .....	24
Tabulka 5:	4. krok - VAM .....	25
Tabulka 6:	5. krok - VAM .....	26
Tabulka 7:	6. krok - VAM .....	26
Tabulka 8:	7. krok - VAM .....	27
Tabulka 9:	8. krok - VAM .....	28
Tabulka 10:	9. krok - VAM .....	29
Tabulka 11:	10. krok - VAM .....	29
Tabulka 12:	11. krok - VAM .....	30
Tabulka 13:	12. krok - VAM .....	32
Tabulka 14:	13. krok - VAM .....	33
Tabulka 15 - 14. krok -VAM;	výsledná tabulka .....	34
Tabulka 16:	1. krok - MNS .....	35
Tabulka 17:	2. krok - MNS .....	36
Tabulka 18:	3. krok - MNS .....	36
Tabulka 19:	4. krok - MNS .....	37
Tabulka 20:	5. krok - MNS .....	38
Tabulka 21:	6. krok - MNS .....	38
Tabulka 22:	7. krok - MNS .....	39
Tabulka 23:	8. krok - MNS .....	40
Tabulka 24:	9. krok - MNS .....	40
Tabulka 25:	10. krok - MNS .....	41



Tabulka 26: 11. krok - MNS .....	42
Tabulka 27: 12. krok - MNS .....	43
Tabulka 28: 13. krok - MNS .....	43
Tabulka 29: 14. krok - MNS .....	44
Tabulka 30: 15. krok, výsledná tabulka - MNS .....	45
Tabulka 31: Porovnání výsledků .....	50

### **Seznam obrázků**

Obrázek 1: Úplnost sítě.....	14
------------------------------	----

# 1 Úvod

Do 90. let minulého století byla kultura distribuce potravin k místu konečného prodeje nebo spotřeby na nesrovnatelně nižší úrovni, než je tomu dnes. Nemluvě pak o potravinách, které podléhají rychlejší zkáze a vyžadují proto teplotní kontrolu v průběhu celého procesu od jejich výroby až k místu spotřeby. V současném pojetí způsobu zacházení s potravinami a v kontextu s platnými evropskými normami, aplikovanými samozřejmě i České republice jako součásti Evropské Unie, je kladen mimořádně velký důraz na dva kritické body v teplotním řetězci, kterým potraviny s teplotní kontrolou procházejí. Jedná se skladování takového zboží v chladírenských a mrazírenských skladech a dále pak o přepravu zboží od výrobce do skladů a jeho následnou jednotkovou nebo skupinovou distribuci ke konečnému zákazníkovi.

Pozornost této práce bude soustředěna na problematiku distribuce chlazeného a mraženého zboží z centrálních skladů ke konečnému zákazníkovi. S tím jsou spojené poměrně velké investiční náklady nejen na stacionární chlazené sklady, ale i na speciální rozvozovou techniku. Jedná se tedy o disciplínu, která vzhledem k povaze zboží a nároků na udržení jeho kvality vyžaduje na provozovateli takové techniky poměrně náročnou úvahu o co nejefektivnějším způsobu, jak dostat zboží v požadované kvalitě na určené místo.

Dopravní technika pro distribuci chlazeného a mraženého zboží se v posledních 10 letech v ČR dostala na vysokou evropskou úroveň. Skončila doba, kdy do prodejny, restaurace a ostatních míst konečného prodeje a spotřeby byl tento typ zboží zavážen auty s plachtou nebo nechlazenými furgony. Dodávané zboží je dnes na místě dodávky a přejímky teplotně kontrolováno a potvrzeno dodacím listem se záznamem o průběhu teploty během přepravy.

Ekonomicky optimální plánování dopravy a uchování chlazeného zboží v průběhu celého procesu od výroby až po posledního odběratele je celým souhrnem plánovacích akcí, které jsou sice samostatné, ale vždy spolu nějakým způsobem souvisejí. Když nebudu mít dobře stanovenou kapacitu stacionárních chladíren s optimálně výkonným chladírenským zařízením, zcela určitě se takový nedostatek promítne v dalším článku řetězce – v následné distribuci zboží vozidly k zákazníkovi. Je nelogické a rozhodně neekonomické investovat do drahé rozvozové techniky, pokud nejsou k dispozici kvalitní sklady. Samozřejmě platí i opačná úvaha.

Přepravní technika pro denní distribuci zboží, dnes již běžně používaná, je dvouteplotní. Rozhodující distribuční firmy používají větší vozidla s celkovým nákladním prostorem okolo 40-50m<sup>3</sup>, rozděleným na část mrazicí a chladicí. To umožňuje při jedné trase plánovaně a výhodně obsloužit různorodou skupinu odběratelů/ zákazníků. Dříve se na stejnou trasu posílala třeba dvě auta, jedno s chlazeným a druhé s mraženým zbožím. Je tedy v celku jasné, že přestože je pořízení této techniky finančně náročné, tak se do ní vyplatí investovat vzhledem k tomu, že přepravní náklady tím klesnou zhruba na polovinu a v dlouhodobém měřítku by se nám investice měla poměrně rychle vrátit.

Na začátku úvah o optimálním vyřízení tras pro rozvoz potravin chladírenskými auty je, s odkazem na výše uvedené skutečnosti o návaznosti plánovacích akcí, třeba ještě uvést následující informace. Zboží v chladicích skladech je v rámci možností umístěováno tak, aby nejběžnější denní kombinace pro rozvoz byly snadno dosažitelné k určené nakládací rampě. Skladovací plán je flexibilní a pracuje se s ním minimálně obvykle na týdenní bázi. Další dnes již nutností je přistavení rozvozového vozidla k nakládací rampě s již připravenou teplotou v komorách skříně. Vozidla se podle plánu v předstihu před naložením přistaví na elektrický pohon chladicího zařízení vozidla a jak mrazicí tak chladicí komora se vychladí na předepsanou teplotu pro přepravu zboží. Teplota zboží se tak během přepravy nijak neupravuje, pouze udržuje.

Tímto úvodem je ve stručnosti nastíněna celková modelová struktura zázemí firem, které se distribucí chlazeného a mraženého zboží zabývají. Jak již bylo řečeno, každý úsek cesty zboží k zákazníkovi má v mnoha pohledech svoji specifiku, ekonomickou optimalizaci nevyjímaje. Část, kterou se zabývá tato práce, optimalizace rozvozových tras, patří mezi ty složitější a provozovatelé ji považují za velmi důležitou z hlediska plánování a dodržení limitních provozních nákladů. Při rozvahách o optimalizaci je třeba respektovat často i některá doprovodná kritéria. Jedním z nejdůležitějších je podmínka kvality dodaného zboží, což je v případě chlazeného a mraženého zboží, tj. zboží s kontinuálně kontrolovanou teplotou, požadavkem určujícím, kterému se podřizuje vše ostatní.

## **2 Cíl a metodika**

### **2.1 Cíl práce**

Tato práce se věnuje optimalizaci dopravních tras mezi firmou Bidvest – Nowaco a jejími odběrateli.

Cílem je pomocí metod používaných pro okružní dopravní problém nalézt různé kombinace dopravních tras pro vybranou firmu a vybrat tu nejvýhodnější a zhodnotit přínos vypočítaných výsledků. Trasy slouží pro každodenní rozvoz převážně mražených a chlazených výrobků ze závodu této značky do partnerských prodejen v České republice.

### **2.2 Metodika**

Bakalářská práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Teoretická část je zaměřena na problematiku dopravy a distribuce, okružních dopravních úloh a další související látku. Řešením výše uvedeného typu úloh se zabývá mnoho metod, teoreticky jsou popsány ty z nich, které slouží v praktické části ke zpracování získaných údajů a dat. Tato literární rešerše je zpracována především na základě skript PEF ČZU a další odborné literatury, která se zabývá problematikou spojenou s probíranými tématy.

V praktické části této práce je popsána společnost Bidvest – Nowaco a její dispečerské centrum. Získaná data jsou zpracována pomocí vybraných metod, které jsou představeny v první části. Závěr práce je zaměřen na porovnání výsledků jednotlivých metod a nejlepší z nich je srovnán s běžnou firemní trasou.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Distribuce

Distribuce je proces, během něhož se výrobek/produkt umisťuje na trh. Do tohoto procesu se současně řadí i skladovací a dopravní operace, které souvisejí s pohybem výrobku/produktu ve směru k zákazníkovi. Distribuce je tedy jakási spojnice mezi výrobcem a zákazníkem. (4, s. 32)

Distribuci lze rozdělit na přímou a nepřímou. Přímá distribuce znamená, že se výrobek/produkt přemisťuje od výrobce přímo k zákazníkovi bez využití distribučních mezičlánků. Nepřímá distribuce je cestou výrobku/produktu od výrobce k zákazníkovi přes distribuční mezičlánek – velkoobchod a maloobchod. (4, s. 32)

Velkoobchod realizuje obchod mezi podnikatelskými subjekty a není určen pro přímého spotřebitele. Kdežto u maloobchodu dochází k nákupu zboží se záměrem dalšího prodeje koncovému zákazníkovi. Dělí se na maloobchod bez prodejen či s prodejnou, standartní či specializované prodejny, prodejny s úzkou specializací, diskonty, supermarkety, hypermarkety, obchodní domy a obchodní centra. (4, s. 32-33)

### 3.2 Doprava, dopravní logistika

Doprava je souhrnem jednotlivých účelných lidských činností, pomocí nichž se uskutečňuje pohyb dopravních prostředků po dopravních cestách, přičemž jako dopravní prostředky je možno označit veškerá technická zařízení, prostřednictvím nichž dochází k cílevědomému a ekonomicky výhodnému přemísťování osob, materiálu, výrobku, zboží a zpráv v prostoru a čase za účelem uspokojení potřeb přemístění<sup>1</sup>. (4, s. 53), (5, s. 7)

Neopomenutelnou částí dopravy je přeprava, kterou se uskutečňuje přemístění osob či materiálů s využitím určených přepravních a dopravních prostředků (např. palety, přepravky, roltejny). (4, s. 53)

V logistice doprava zaujímá pozici nositele hmotného toku. Přestože se některé logistické technologie snaží hmotné toky do určité míry eliminovat, zůstává zde nejednota

---

<sup>1</sup> „Potřeba přemístění vzniká v důsledku existence rozporu mezi místem dosavadního pohybu/umístění osob či statků a místem, kde je žádoucí, aby osoby či statky byly.

S technickým rozvojem přišlo rozšíření lidských potřeb a aktivit, což pochopitelně ovlivnilo také potřeby přemísťování a celkový rozvoj společnosti. Také v důsledku toho došlo ke vzniku různých druhů dopravy.“ (4, s. 54)

týkající se místa vzniku hmotného statku a místa jeho spotřeby. Tuto otázku řeší právě doprava. (5, s. 7)

Pokud se jedná o dopravu na přepravním řetězci logistického systému, hovoříme o logistické dopravě, kterou doprovází určité charakteristické znaky. Jedná se o to, že:

*„... předně plní potřeby přemístění v logistickém systému tak, aby byl v nákladové oblasti vytvářen synergický efekt; znamená to, že se doprava nechová jako ryze komerční činnost, ale jako činnost organicky včleněná do integrovaného systému... sama sebe optimalizuje především vytvářením funkčních modelů obsluhy na základě využitelných exaktních i heuristických optimalizačních metod.“* (5, s. 7)

V logistickém systému rozeznáváme různé fáze dopravy:

- Mezioperační fáze je prováděna na velmi krátkou vzdálenost v rámci jednoho závodu či dílny a je začleněná do procesu výroby.
- Technologická fáze probíhá mezi jednotlivými částmi výroby a může dosahovat značných přepravních vzdáleností
- Oběhová fáze je zaměřená na přepravu finálního výrobku v distribučních procesech, v obchodní či reverzní logistice (5, s. 7)

### **3.2.1 Regulační principy dopravních systémů**

Aby byl vytvořen synergický efekt, je třeba optimalizovat náklady dopravy. K tomu slouží řada optimalizačních metod, jejichž cílem je na základě zvoleného kritéria minimalizovat náklady s tím, že dosavadní funkce dopravního systému budou nadále fungovat. Z exaktních vědních oborů lze využít především metody teorie grafů, metody lineárního programování, teorii front a multikriteriální analýzu. (5, s. 9)

### **3.2.2 Členění dopravy**

Na dopravu se můžeme dívat z několika hledisek:

#### *Podle přepravovaného objektu*

Toto hledisko dělíme na dopravu osobní, kterou můžeme dále rozdělit na individuální či hromadnou dopravu, a nákladní, jenž je dělitelná na veřejnou nákladní dopravu a dopravu na vlastní účet.

### *Podle pohonu*

Doprava se dělí na motorovou a ostatní, kam může spadat jízda na kole či koni, užití bezmotorových plavidel či povozů.

### *Podle místa realizace*

Zde hledíme na dopravu podle toho, zda je realizována uvnitř podniku či mimo něj. Zaprvé je to doprava vnitropodniková, kde dochází k užití nákladních automobilů, vysokozdvížných vozíků, dopravních pásů, paletových vozíků. Zadruhé máme dopravu intravilánu, což je doprava mimo podnik v rámci daného města a velkých obcí. Poslední je doprava extravilánu, která se vyznačuje dopravou mezi městy a obcemi.

### *Jiné územní hledisko*

U dopravy také hledíme na to, jestli je místní, regionální či mezinárodní.

### *Podle charakteru dopravní cesty*

Z této stránky členíme dopravu na pozemní, vodní a leteckou. Pozemní dopravu reprezentuje doprava silniční, železniční a nemotorová. Vodní dopravu zastupuje doprava říční a námořní. V letecké dopravě jsou zástupci osobní a nákladní letadla. (4, s. 54)

#### **3.2.2.1 Silniční doprava**

*„Silniční doprava představuje záměrné přemísťování osob nebo zboží po dopravních cestách.“* (4, s. 58)

Tento individuální druh dopravy, který je nepřehlédnutelnou součástí infrastruktury národního hospodářství, se značně podílí na efektivním fungování ekonomiky státu. (4, s. 58)

Silniční doprava patří k nejmladšímu odvětví dopravy, zároveň se nejdynamičtěji rozvíjí a má velký podíl na objemu světové nákladní i osobní přepravy. Výhody se dají spatřit v relativní volnosti pohybu, rychlosti a ekonomické výhodnosti na kratší vzdálenost. Nevýhodou je problematická bezpečnost kvůli vysoké nehodovosti a negativní dopad na životní prostředí – vysoké znečištění, zábor půdy při výstavbě nových komunikací, hlučnost. (4, s. 58)

### 3.2.2.1.1 Silniční vozidlo

Silniční vozidlo je motorové či nemotorové vozidlo, které má sloužit k provozu po pozemních komunikacích, eventuálně v bezcestném terénu.<sup>2</sup> Hlavním záměrem je přeprava osob či zboží. Silniční vozidla se dále člení:

- Motorové vozidlo je poháněno vlastním motorem. Patří sem motocykl a automobil, který se dále člení na osobní automobil, autobus, nákladní automobil, speciální automobil a tahač.
- Přípojné vozidlo se řadí mezi nemotorová vozidla a často bývá taženo vozidly s vlastním zdrojem pohonu. Příkladem takového vozidla je přívěs (nepodstatná část celkové hmotnosti je přenesena na tažné vozidlo), návěs (nepodstatná část celkové hmotnosti je přenesena na tažné vozidlo) či postranní vozík.
- Pokud dojde ke spojení motorového a jednoho či více přípojných vozidel, dochází ke vzniku jízdní soupravy, která může být přívěsová nebo návěsová<sup>3</sup>. (4, s. 59-60)

### 3.2.2.1.2 Pozemní komunikace a její členění

*„Pozemní komunikace lze definovat jako liniové stavby, které jsou svým charakterem určené pro přemísťování osob a zboží s využitím silničních nebo jiných nekolejových dopravních prostředků“* (4, s. 58)

Na území České republiky se pozemní komunikace dělí do čtyř primárních skupin:

#### *Dálnice*

Na dálnicích dochází k rychlé dálkové či mezistátní dopravě. Co se týče vlastnictví, tak taková pozemní komunikace spadá do rukou státu.

#### *Silnice*

Silnice se dělí do tří tříd. Jsou to silnice I. Třídy, které vlastní stát, a silnice II. a III. Třídy, které jsou ve vlastnictví kraje.

- a. Silnice I. třídy slouží pro dálkovou a mezistátní dopravu a mohou být vybudovány jako rychlostní silnice.

---

<sup>2</sup> Bezcestný terén se týká staveništní dopravy (4, s. 58)

<sup>3</sup> Přívěsová j. s. = motorové vozidlo + jeden či více přívěsů; návěsová j. s. = tahač návěsu + návěs samotný (4, s. 60)



- b. Silnice II. třídy jsou využívány k dopravě mezi většími.
- c. Silnice III. třídy spojují jednotlivé obce a zabezpečují spojení těchto obcí s ostatními komunikacemi.

#### *Místní komunikace*

Místní komunikace nachází využití v místní dopravě a jejich vlastníky jsou obce.

#### *Účelová komunikace*

Tyto komunikace jsou využívány ke spojení mezi několika nemovitostmi, či napojení nemovitostí na ostatní pozemní komunikace. Jsou ve vlastnictví právnické či fyzické osoby. (4, s. 58)

#### **3.2.2.1.3 Členění silniční dopravy**

Silniční dopravu lze dělit z několika hledisek, nicméně toto členění je velmi podobné jako u „3.2.2“, tudíž bude vyjmenováno pouze jediné hledisko, ve kterém se liší. (4, s. 54 + 59)

#### *Podle potřeby využití*

První z pohledů je silniční doprava pro vlastní potřeby, která zajišťuje podnikatelskou činnost s tím, že předmět podnikání není spojen s oblastí dopravy. Naproti tomu je silniční doprava pro cizí potřeby, kdy dochází ke vzniku závazkového vztahu, tzn. vztahu mezi provozovatelem dopravy a jeho objednatelem. (4, s. 59)

#### **3.2.2.1.4 Technologie silniční dopravy**

Jedná se o systém navzájem souvisejících a organizovaných činností, které jsou realizovány za účelem zajištění přepravy osob a věcí mezi určitými místy v daném čase. Tvoří ji neproduktivní činnosti, které jsou uskutečňovány před a po přepravě, a produktivních činností. Příkladem těchto činností v technologii nákladní silniční dopravy mohou být:

- provádění ložných operací<sup>4</sup>
- předání přepravních dokumentů
- přistavení/ odstavení vozidla

---

<sup>4</sup> Ložné operace - operace nakládky, vykládky a překládky materiálu vůči dopravním prostředkům; operace plnění a vyprazdňování přepravních prostředků materiálem (12)

- realizace zvláštních přeprav<sup>5</sup> (4, s. 60)

### 3.3 Dopravní úloha

Dopravní neboli distribuční úlohy jsou jednou ze skupin úloh lineárního programování. Patří sem problémy jednostupňové, dvoustupňové, přiřazovací, zobecněné, okružní, trasovací a mnoho dalších typů. V zásadě lze každou z těchto úloh řešit pomocí simplexové metody. Některé z těchto úloh díky specifickým vlastnostem je možné použít speciální metody, jejichž postup je mnohem jednodušší, než právě simplexový algoritmus. (6, s. 79)

Dopravní úlohy hledají vhodné řešení v takových rozhodovacích situacích, kdy je potřeba zjistit, jak co nejefektivněji (nejlevněji, nejrychleji, s co nejmenším počtem najetých kilometrů) rozvést určitý výrobek od dodavatele/ů k spotřebiteli/ům. (2, s. 154)

#### 3.3.1 Jednookruhový okružní dopravní problém

V praxi je často potřeba vyřešit situaci, kdy je potřeba distribuovat určitý produkt od jednoho či více dodavatelů k velkému množství odběratelů či naopak. V takových případech by bylo finančně velmi náročné realizovat každý výjezd zvlášť. Namísto toho lze využít právě dopravní okruh. Pomocí těchto okruhů lze v praxi najít vhodné způsoby zásobování, například u zásilkových služeb, rozvozu produktů od výrobce k obchodníkovi/zákazníkovi, rozvoz pracovníků na pracoviště. (6, s. 102)

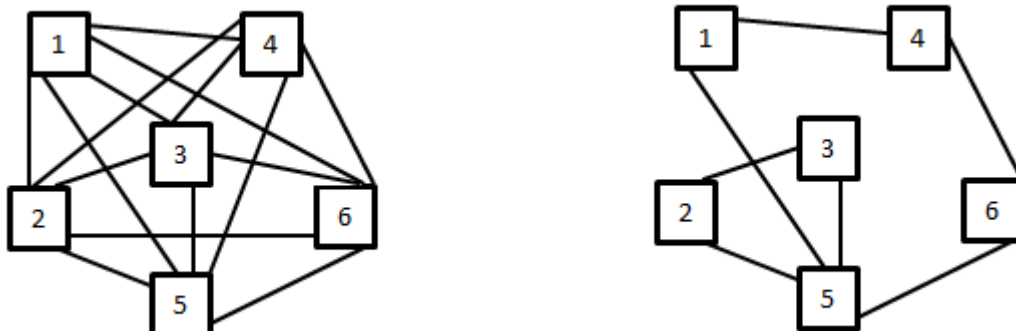
Jedním z mnoha typů okružních úloh je jednookruhový okružní dopravní problém. Tento typ je nejjednodušší a řeší situace, kdy je možné uskutečnit přepravu mezi všemi obsluhovanými místy právě jedním okruhem. Může být také označován jako okružní dopravní problém či problém obchodního cestujícího. (6, s. 102)

Podmínkou pro uskutečnění takové přepravy je existence tras mezi jednotlivými místy. Podle tohoto kritéria lze okružní úlohy rozdělit na problém s úplnou nebo neúplnou cestní sítí. U okružního dopravního problému s úplnou sítí cest existuje přímé spojení mezi libovolnými místy. Problém s neúplnou sítí cest znamená, že přímé spojení mezi dvojicí míst není nebo ho nelze využít. (1, s. 156)

---

<sup>5</sup> „Silniční nákladní přeprava může být realizována jako vozová zásilka (přepřevována jednomu odesílateli jednou jízdou vozidla), příkládka (zásilky přepřevované společně s jinými zásilkami), nebo kusová zásilka (přepřevována zpravidla za zvláštních přepřevných podmínek).“ (4, s. 60)

Obrázek 1: Úplnost sítě



(1, s. 156)

Pokud není možné z kapacitních, časových či jiných důvodů propojit obsluhovaná místa jedním okruhem, tak se k nalezení řešení používají víceokruhové okružní dopravní problémy (trasovací problémy). (6, s. 102)

*„Okružní dopravní problémy patří z matematického hlediska mezi tzv. NP-úplné problémy, pro které neexistuje žádný efektivní algoritmus, který by našel přesné matematické optimum. Je to způsobeno tím, že počet omezujících podmínek v matematickém modelu této úlohy roste velmi rychle (exponenciálně) s rostoucím počtem míst, a tak doba výpočtu jakoukoli metodou roste stejně rychle a pro větší úlohy by byla nesrovnatelně větší než např. délka lidského života i než doba existence vesmíru.“ (6, s. 103)*

*„Existuje řada aproximačních metod, jejichž řešení lze považovat za ekonomické optimum.“ (6, s. 103)*

### 3.3.1.1 Obecná formulace jednookruhového okružního dopravního problému

*„Je dáno  $n$  míst (měst, uzlů) a sazba  $c_{ij}$  pro každou dvojici těchto měst ( $i, j$ ) představující např. vzdálenost, spotřebu času nebo náklady pro přímé (nejvýhodnější) spojení u místa  $i$  do místa  $j$ . Cílem úlohy je propojit všechna místa okružním spojením, tj. najít takovou posloupnost těchto míst, ve které se každé z nich vyskytuje právě jednou v výjimkou počátečního, které se objeví opět na jejím konci, aby součet pro jednotlivá spojení v této posloupnosti byl minimální.“ (5, s. 103)*

Z definice vyplívá, že je potřeba zpracovat takovou posloupnost cest daných míst, aby se každé místo vyskytovalo pouze jednou. K tomu je nutné vyloučit všechny cesty, které by mohly výslednou trasu předčasně ukončit.

### 3.3.1.2 Metody používané při řešení okružního dopravního problému

Pro řešení dané problematiky budou využity tři metody, a to jednodušší metoda nejbližšího souseda, Vogelova aproximační metoda, kterou lze obdobně využít i pro jiné typy dopravních úloh, a metoda výhodnostních čísel.

#### 3.3.1.2.1 Metoda nejbližšího souseda

Tato metoda je považována za jednu z nejjednodušších aproximčních metod, které se používají při řešení okružního dopravního problému. Principem této metody spočívá ve vložbě výchozího místa, z něhož vyhledáme spojení do místa s nevýhodnější sazbou. Odtud pokračujeme totožným způsobem s tou podmínkou, že se zvolená místa nesmí opakovat. Výjimkou je výchozí místo, kam se po projetí všech míst vracíme. (6, s. 104)

*„Nevýhoda tohoto postupu spočívá v krátkozraké strategii (podobně jako metoda indexová v dopravní úloze), protože se zařazují nejlevnější trasy a riskuje se, že v pozdějších krocích zůstanou k dispozici jen trasy velice nevýhodné, které mohou převážit počáteční výhodu.“ (1, s. 158)*

Řešení problému probíhá v tabulce sazeb a postup je následující:

- 1) Volíme výchozí místo, škrtneme sloupec, který přísluší výchozímu místu.
- 2) Nalezneme místo v řádku, které spojuje s výchozím místem nejvýhodnější sazbu.
- 3) Sloupec nalezeného místa vyškrtneme, aby nedošlo k návratu.
- 4) V řádku tohoto místa opět hledáme minimální sazbu z nevyškrtnutých buněk.
- 5) Obdobným způsobem pokračujeme, dokud nebudou všechny buňky vyškrtnuty
- 6) Z posledního místa se vracíme do výchozího místa.
- 7) Analogicky postupujeme tolikrát, dokud nebudou zvolena jako výchozí místa všechna zkoumaná místa.
- 8) Vybereme tu trasu, jejíž součet sazeb je nejmenší a to ji činí nejvýhodnější. (6, s. 104 - 105)

Výše uvedený postup platí pro symetrické úlohy. Pokud by byla úloha nesymetrického charakteru, tak mimo uvedeného postupu hledáme trasu opačným způsobem, tzn. vyškrtávní řádků a hledání nejvýhodnější sazby ve sloupcích či aplikace výše uvedeného postupu na transponovanou matici. Poté následuje výběr nejvýhodnější trasy ze všech nalezených. (6, s. 104 - 105)

### **3.3.1.2.2 Vogelova aproximační metoda**

Tuto metodu lze aplikovat na různé modely dopravních problémů, u každého typu je ji nutné modifikovat. Využívá se diferencí dvou nejvýhodnějších sazeb<sup>6</sup> v řádku a sloupci a tím se dosáhne rovnoměrného zabírání výhodných tras. Řešení této metody je velmi blízké optimu. (3, s. 10)

V případě okružní úlohy jsou v dopravní tabulce zaznamenány pouze délky jednotlivých tras mezi cílovými místy (neuvažujeme množství přepravovaného zboží). (1, s. 158)

Řešení probíhá následovně.

- 1) Na pravém a dolním okraji tabulky vytvoříme prostor pro zapsání diferencí.
- 2) V každém řádku a sloupci vyhledáme dvě buňky s nejnižší sazbou.
- 3) Provedeme výpočet diferencí a zapíšeme je do příslušných buněk.
- 4) Ze vzniklých diferencí vybíráme tu s nejvyšší hodnotou (tím ošetříme riziko neobsazení nejvýhodnější sazby).
- 5) V daném řádku/sloupci (kde je nejvyšší hodnota difference) zvolíme nejkratší trasu. V případě, že je u dvou odlišných řad přítomna největší difference, doporučuje se do řešení přidat buňka s nejlepší hodnotou v těchto řadách
- 6) Po obsazení buňky nejkratší trasy musíme vyškrtnout řádek a sloupec, který náleží zvolené buňce.
- 7) V tabulce sazeb zakážeme tu trasu, která by nám předčasně uzavřela okruh tzn. vyškrtáme buňku, která s právě obsazenou nebo již obsazenými uzavírá okruh.
- 8) Pokračujeme krokem 2) do té doby, než nám vznikne okruh. (6, s. 106)

---

<sup>6</sup> Nejvýhodnější sazba znamená nejmenší sazba u minimalizace, největší sazba u maximalizace (3, s. 10)

Tento postup můžeme aplikovat na okružní dopravní problémy, pro jiné typy dopravních úloh je postup modifikovaný podle zadaných kritérií.

### **3.3.1.2.3 Metoda výhodnostních čísel**

Jiné řešení optimalizace dopravních tras přináší metoda výhodnostních čísel, kterou definovali autoři Clark a Wright. Pro použití této metody musí být splněné dvě podmínky. První z nich říká, že každý zákazník musí být v rámci trasy obslužen právě jednou. Druhou podmínkou je, že nesmí být překročena kapacita vozidla. (11, s. 3)

Algoritmus metody je následující:

V prvé řadě si dle naší vůle vybereme jeden z uzlů, který bude označen indexem 0 a bude považován za výchozí. Ke každému páru z následujících uzlů  $i, j$  spočítáme výhodnostní číslo  $s_{ij} = c_{i0} + c_{0j} - c_{ij}$  (se sazbou  $c_{ij}$ ), které bude představovat přímou trasu mezi nimi. Vzniklé trasy se uspořádají podle hodnot výhodnostních čísel od největší po nejmenší. V takto vzniklém pořadí se trasy postupně přidávají do okruhu řešení za podmínky, že s již zařazenými mohou tvořit okruh. Tímto způsobem vznikne cesta, jež obsahuje všechny uzly mimo uzlu 0, jehož připojením se trasa stává konečnou. (9, s. 20)

Variant okruhů by mělo být tolik, aby výchozím uzlem byla zvolena všechna potencionální místa. Z výsledných řešení je vybráno to nejlepší. (9, s. 21)

#### **3.3.1.2.3.1 Program TSPKOSA**

Tento program obsahuje čtyři vybrané metody, které jsou určeny pro řešení okružního dopravního problému. Programovacím jazykem tohoto SW je Microsoft Visual Basic 6.5. Ovládání programu je popsáno v manuálu. (8, s. 1 – 7)

Zahrnuté metody dělíme na optimalizační a aproximační. Mezi ty optimalizační se řadí „Metoda větví a mezí pro ODP“, zbylé tři jsou metody aproximační. Jsou to metoda nejbližšího souseda, Vogelova aproximační metoda pro ODP a metoda výhodnostních čísel. (8, s. 1)

## 4 Vlastní zpracování

Pro demonstraci řešení okružního dopravního problému byla vybrána společnost Bidvest – Nowaco a její trasy.

### 4.1 O firmě

V České republice je několik význačných firem, které se zabývají celoplošnou distribucí chlazeného zboží z vlastních skladů. Tyto firmy vlastní obvykle flotilu chladírenských rozvozových aut různé tonáže a různého uspořádání, daných typem rozváženého zboží a typem zákazníků.

Jednou z výrazně orientovaných firem na zmíněnou činnost, s dobrou organizací celého provozu, je v ČR dlouhodobě působící výrobce Nowaco a jeho distribuční společnost známá pod novým současným názvem Bidvest se sídlem v Kralupech u Prahy. S laskavým svolením vedení společnosti Bidvest s.r.o. bylo možné se seznámit s dispečerským pracovištěm, způsobem práce dispečerů se zaměřením na plánování dopravních tras distribučních chladírenských vozidel.

*„NOWACO je maloobchodní značka mražených výrobků distribuovaných společností BIDVEST ČR. Patříme k největším a nejstabilnějším dovozcům, zpracovatelům a prodejčům mražených ryb a mražené zeleniny v České republice.“ (10)*

*„Značka NOWACO je nejznámější značkou mražených potravin v ČR. Je nejpoužívanější značkou při vaření z mražených potravin v ČR. Nejdůležitějším faktorem při nákupu mražených potravin je předchozí dobrá zkušenost, složení výrobků a cena, která je odpovídající požadavkům na kvalitu suroviny.“ (10)*

*„Produkty, které nesou naši značku NOWACO jsou připravovány a kontrolovány v té nejvyšší kvalitě. V našich vlastních provozech zpracováváme suroviny té nejvyšší kvality.“ (10)*

### 4.2 Plánování dopravy ve firmě a konkrétní okružní problém

Plánování distribuce svých výrobků se společnost věnovala již od svého vzniku v ČR, který se datuje do 90. let. V době moderních technologií je tedy celkem jasné, že firma (konkrétně její dispečerská základna) dnes pro výpočet jednotlivých tras využívá nejrůznější systémy a programy. Pro plánování tras využívá mimo jiné program

„Plantour“. Pro firmu tohoto měřítka se to systémů pro podporu této oblasti vyplatilo investovat. Kritéria pro zařazení místa do daného okruhu se netýkají pouze délky celkové trasy. Program zohledňuje další parametry, například požadavky zákazníků na objednávku či časové hledisko a lokalita. Na prvním místě jsou obchodní zájmy společnosti, ale samozřejmě je velká snaha zkombinovat cílová místa tak, aby výsledná trasa byla co nejkratší. Vytíženost vozidel se blíží možnému maximu, v průměru 5-6 dní v týdnu a maximálně 9 hodin denně na jedno vozidlo.

Příjem objednávek od zákazníků probíhá ve třech rovinách:

- a) Příjem do 19h, rozvoz následující den
- b) Příjem do 6h (VIP zákazníci), rozvoz tentýž den dopoledne
- c) Příjem do 9-10h, rozvoz tentýž den v odpoledních hodinách

Z toho důvodu jsou rozvozové trasy kolem 98% každý den odlišné a minimálně se opakují. Přesto se podařilo najít několik tras, které jsou velmi podobné.

Pro zpracování optimalizace dopravní trasy bylo z celé flotily a mnoha typů provozovaných vozidel ve firmě bylo vybráno vozidlo Iveco 35C15A s výkonnou dvouteplotní chladicí jednotkou Thermo King. Bidvest v současné době provozuje několik vozidel tohoto typu na různých rozvozových trasách především po Praze či v centrech větších měst a okolí. Na této trase bude distribuováno několik druhů rozličného zboží mraženého, chlazeného i suchého charakteru v relativně malých množstvích k různým odběratelům. Počet konečných zákazníků na dané trase je 15. Cílová místa se nacházejí ve směrové oblasti distribuce Karlových Varů a okolí. Složení zákazníků na této trase je prakticky celý týden totožné, proto byl vybrán právě tento okruh.

Centrální sklad a cíloví zákazníci:

Adresa počátečního místa a jeho označení:

- ❖ *Nowaco*, V Růžovém údolí 553, Kralupy nad Vltavou, 278 01 – M0

Adresy cílových zákazníků a jejich označení

- ❖ *LS Richmond*, Slovenská 3, Karlovy Vary, 360 01 – M1
- ❖ *Lázeňský hotel Dvořák*, Nová louka 11, Karlovy Vary, 360 01 – M2
- ❖ *Hotel Salvator*, Vřídelní 39, Karlovy Vary, 360 01 – M3



- ❖ *Hotel Aqua Marina*, Vřídelní 3, Karlovy Vary, 360 01 – M4
- ❖ *Hotel Villa Ritter*, Krále Jiřího 991/1, Karlovy Vary, 360 01 – M5
- ❖ *Potravin*, Svobodova 201, Nová Role, 362 25 – M6
- ❖ *Konzum Maxim*, Chodovská 116/26, Nová Role, 362 25 – M7
- ❖ *Minimarket u Pošty*, Karlovarská 1121, Chodov, 357 35 – M8
- ❖ *ZŠ NOVÉ SEDLO*, Masarykova 425, Nové Sedlo, 357 34 – M9
- ❖ *MŠ NOVÉ SEDLO*, Sklářská 510, Nové Sedlo, 357 34 – M10
- ❖ *SPŠ – školi jídelna*, T. G. Masaryka 18, Locket 357 33 – M11
- ❖ *Penzion U Zámku*, náměstí 5. května 17, Bečov nad Teplou, 364 64 – M12
- ❖ *Výrobná těstovin*, Kolová 187, Kolová, 360 01 – M13
- ❖ *Prodejna 080*, Pila 121, Pila, 360 01 – M14
- ❖ *Samoobsluha*, Čichalov 55, Čichalov, 364 52 – M15

Následující dopravní tabulka obsahuje všech 16 míst pod názvy M0-M15 a jsou seřazena podle toho, v jakém pořadí jsou projížďena vozidly Nowaca. Tato trasa má délku 303,2 km. Vzdálenosti mezi jednotlivými místy jsou uvedeny v kilometrech a byly nalezeny pomocí <https://www.google.cz/maps>.

**Tabulka 1: Výchozí tabulka**

Místa	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
M0		114	115	113	113	116	128	126	126	128	128	130	117	114	112	89,5
M1	114		1,1	2,1	2,3	2,3	15	14,4	14,1	16,1	16	18	19,6	7,9	9,7	27,5
M2	115	1,1		2,9	3,1	1,2	13,7	13,1	12,3	14,7	14,6	16,6	20,5	8,8	10,6	28,3
M3	113	2,1	2,9		0,65	5	12,9	12,3	12	14	13,9	15,9	22,4	8,3	10,1	26,8
M4	113	2,3	3,1	0,65		4,8	12,7	12,1	11,9	13,8	13,7	15,7	22,2	8,1	9,9	26,9
M5	116	2,3	1,2	5	4,8		12,5	11,9	11,1	13,3	13,2	15,2	21,7	10	11,8	29,5
M6	128	15	13,7	12,9	12,7	12,5		0,55	4,9	8,9	8,4	12,5	28,4	18,4	20,2	41,5
M7	126	14,4	13,1	12,3	12,1	11,9	0,55		5,4	9,5	8,9	13	28,9	18,9	20,7	39,8
M8	126	14,1	12,3	12	11,9	11,1	4,9	5,4		4,1	3,5	7,6	26,4	18,9	18,2	39,5
M9	128	16,1	14,7	14	13,8	13,3	8,9	9,5	4,1		0,8	4,3	27,7	17,7	19,6	41,5
M10	128	16	14,6	13,9	13,7	13,2	8,4	8,9	3,5	0,8		4,3	27,7	17,7	19,5	41,4
M11	130	18	16,6	15,9	15,7	15,2	12,5	13	7,6	4,3	4,3		19,6	18,9	20,8	43,4
M12	117	19,6	20,5	22,4	22,2	21,7	28,4	28,9	26,4	27,7	27,7	19,6		15,2	17	30,4
M13	114	7,9	8,8	8,3	8,1	10	18,4	18,9	16,4	17,7	17,7	18,9	15,2		2,5	27,8
M14	112	9,7	10,6	10,1	9,9	11,8	20,2	20,7	18,2	19,6	19,5	20,8	17	2,5		25,3
M15	89,5	27,5	28,3	26,8	26,9	29,5	41,5	39,8	39,5	41,5	41,4	43,4	30,4	27,8	25,3	

### 4.3 Řešení daného dopravního problému pomocí aplikace vybraných optimalizačních metod

Tato část práce se bude zabývat optimalizací jednotlivých dopravních tras pomocí následujících metod: Vogelova aproximační metoda, metoda nejbližšího souseda a metoda výhodnostních čísel.

Po provedení výpočtů a zvolení nejlepší varianty musí být výsledné řešení upraveno tak, aby počáteční a koncové místo byl sklad společnosti Nowaco v Kralupech nad Vltavou (M0). Bere se v úvahu, že kapacita vybraného vozidla je pro vybranou trasu dostačující.

#### 4.3.1 Aplikace “Vogelovy aproximační metody”

Tato metoda, která byla blíže popsána v kapitole 3.3.1.2.2, bude aplikována na výchozí dopravní tabulku (Tabulka 1).

## 1. krok

Nejprve vytvoříme u pravého a dolního okraje tabulky prostor pro zapsání diferencí. V každém řádku i sloupci vyhledáme takové dvě buňky, které mají nejnižší sazbu, a provedeme výpočet diferencí. Výsledná čísla zapíšeme do příslušných buněk určených pro zápis diferencí. Z těchto diferencí je nevyšší hodnota 22,5 pro místo M0 jak v řádku, tak ve sloupci. Abychom neprojeli trasu pozpátku, vybereme řádkovou hodnotu. V tomto řádku má nejnižší sazbu buňka M0/M15 (89,5). Zbylé buňky řádku M0 a sloupce M15 zakážeme současně s buňkou M15/M0, abychom se vyhnuli předčasnému uzavření okruhu.

Část trasy: **M0 – M15**

Délka trasy: 89,5 km

**Tabulka 2: 1. krok - VAM**

Místa	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	D <sup>1</sup>
M0		114	115	113	113	116	128	126	126	128	128	130	117	114	112	<b>89,5</b>	22,5
M1	114		1,1	2,1	2,3	2,3	15	14,4	14,1	16,1	16	18	19,6	7,9	9,7	27,5	1
M2	115	1,1		2,9	3,1	1,2	13,7	13,1	12,3	14,7	14,6	16,6	20,5	8,8	10,6	28,3	0,1
M3	113	2,1	2,9		0,65	5	12,9	12,3	12	14	13,9	15,9	22,4	8,3	10,1	26,8	1,45
M4	113	2,3	3,1	0,65		4,8	12,7	12,1	11,9	13,8	13,7	15,7	22,2	8,1	9,9	26,9	1,65
M5	116	2,3	1,2	5	4,8		12,5	11,9	11,1	13,3	13,2	15,2	21,7	10	11,8	29,5	1,1
M6	128	15	13,7	12,9	12,7	12,5		0,55	4,9	8,9	8,4	12,5	28,4	18,4	20,2	41,5	4,35
M7	126	14,4	13,1	12,3	12,1	11,9	0,55		5,4	9,5	8,9	13	28,9	18,9	20,7	39,8	4,85
M8	126	14,1	12,3	12	11,9	11,1	4,9	5,4		4,1	3,5	7,6	26,4	18,9	18,2	39,5	0,6
M9	128	16,1	14,7	14	13,8	13,3	8,9	9,5	4,1		0,8	4,3	27,7	17,7	19,6	41,5	3,3
M10	128	16	14,6	13,9	13,7	13,2	8,4	8,9	3,5	0,8		4,3	27,7	17,7	19,5	41,4	2,7
M11	130	18	16,6	15,9	15,7	15,2	12,5	13	7,6	4,3	4,3		19,6	18,9	20,8	43,4	0
M12	117	19,6	20,5	22,4	22,2	21,7	28,4	28,9	26,4	27,7	27,7	19,6		15,2	17	30,4	1,8
M13	114	7,9	8,8	8,3	8,1	10	18,4	18,9	16,4	17,7	17,7	18,9	15,2		2,5	27,8	5,4
M14	112	9,7	10,6	10,1	9,9	11,8	20,2	20,7	18,2	19,6	19,5	20,8	17	2,5		25,3	7,2
M15	<b>89,5</b>	27,5	28,3	26,8	26,9	29,5	41,5	39,8	39,5	41,5	41,4	43,4	30,4	27,8	25,3		1,5
D <sup>1</sup>	22,5	1	0,1	1,45	1,65	1,1	4,35	4,85	0,6	3,3	2,7	0	1,8	5,4	7,2	1,5	

## 2. krok

Po přepočtení diferencí se tou největší stává hodnota pro řádek M13 (5,4). Nejmenší sazbou příslušného řádku je 2,5. Tato hodnota náleží buňce M13/M14. Opět vyloučíme řádek M13, sloupec M14 a buňku M14/M13 z důvodu brzkého zacyklení.

Část trasy: **M0 – M15; M13 – M14**

<sup>7</sup> D = difference

Délka trasy:  $89,5 + 2,5 = 92$  km

**Tabulka 3: 2. krok - VAM**

Místa	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	D2
M0		114	115	113	113	116	128	126	126	128	128	130	117	114	112	<b>89,5</b>	-
M1	114		1,1	2,1	2,3	2,3	15	14,4	14,1	16,1	16	18	19,6	7,9	9,7	27,5	1
M2	115	1,1		2,9	3,1	1,2	13,7	13,1	12,3	14,7	14,6	16,6	20,5	8,8	10,6	28,3	0,1
M3	113	2,1	2,9		0,65	5	12,9	12,3	12	14	13,9	15,9	22,4	8,3	10,1	26,8	1,45
M4	113	2,3	3,1	0,65		4,8	12,7	12,1	11,9	13,8	13,7	15,7	22,2	8,1	9,9	26,9	1,65
M5	116	2,3	1,2	5	4,8		12,5	11,9	11,1	13,3	13,2	15,2	21,7	10	11,8	29,5	1,1
M6	128	15	13,7	12,9	12,7	12,5		0,55	4,9	8,9	8,4	12,5	28,4	18,4	20,2	41,5	4,35
M7	126	14,4	13,1	12,3	12,1	11,9	0,55		5,4	9,5	8,9	13	28,9	18,9	20,7	39,8	4,85
M8	126	14,1	12,3	12	11,9	11,1	4,9	5,4		4,1	3,5	7,6	26,4	18,9	18,2	39,5	0,6
M9	128	16,1	14,7	14	13,8	13,3	8,9	9,5	4,1		0,8	4,3	27,7	17,7	19,6	41,5	3,3
M10	128	16	14,6	13,9	13,7	13,2	8,4	8,9	3,5	0,8		4,3	27,7	17,7	19,5	41,4	2,7
M11	130	18	16,6	15,9	15,7	15,2	12,5	13	7,6	4,3	4,3		19,6	18,9	20,8	43,4	0
M12	117	19,6	20,5	22,4	22,2	21,7	28,4	28,9	26,4	27,7	27,7	19,6		15,2	17	30,4	1,8
M13	114	7,9	8,8	8,3	8,1	10	18,4	18,9	16,4	17,7	17,7	18,9	15,2		2,5	27,8	5,4
M14	112	9,7	10,6	10,1	9,9	11,8	20,2	20,7	18,2	19,6	19,5	20,8	17	2,5		25,3	7,2
M15	89,5	27,5	28,3	26,8	26,9	29,5	41,5	39,8	39,5	41,5	41,4	43,4	30,4	27,8	25,3		1,5
D2	1	1	0,1	1,45	1,65	1,1	4,35	4,85	0,6	3,3	2,7	0	1,8	5,4	7,2	-	

### 3. krok

Přepočítáme difference, vybereme tu nejvyšší (4,85 – řádek M7). Nejmenší sazba je v buňce M7/M6 (0,55). Zakážeme řádek M7, sloupec M6, a buňku M6/M7.

Část trasy: M0 – M15; M13 – M14; **M6 – M7**

Délka trasy:  $92 + 0,55 = 92,55$  km

Tabulka 4: 3. krok - VAM

Místa	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	D3
M0		114	115	113	113	116	128	126	126	128	128	130	117	114	112	89,5	-
M1	114		1,1	2,1	2,3	2,3	15	14,4	14,1	16,1	16	18	19,6	7,9	9,7	27,5	1
M2	115	1,1		2,9	3,1	1,2	13,7	13,1	12,3	14,7	14,6	16,6	20,5	8,8	10,6	28,3	0,1
M3	113	2,1	2,9		0,65	5	12,9	12,3	12	14	13,9	15,9	22,4	8,3	10,1	26,8	1,45
M4	113	2,3	3,1	0,65		4,8	12,7	12,1	11,9	13,8	13,7	15,7	22,2	8,1	9,9	26,9	1,65
M5	116	2,3	1,2	5	4,8		12,5	11,9	11,1	13,3	13,2	15,2	21,7	10	11,8	29,5	1,1
M6	128	15	13,7	12,9	12,7	12,5		0,55	4,9	8,9	8,4	12,5	28,4	18,4	20,2	41,5	4,35
M7	126	14,4	13,1	12,3	12,1	11,9	0,55		5,4	9,5	8,9	13	28,9	18,9	20,7	39,8	4,85
M8	126	14,1	12,3	12	11,9	11,1	4,9	5,4		4,1	3,5	7,6	26,4	18,9	18,2	39,5	0,6
M9	128	16,1	14,7	14	13,8	13,3	8,9	9,5	4,1		0,8	4,3	27,7	17,7	19,6	41,5	3,3
M10	128	16	14,6	13,9	13,7	13,2	8,4	8,9	3,5	0,8		4,3	27,7	17,7	19,5	41,4	2,7
M11	130	18	16,6	15,9	15,7	15,2	12,5	13	7,6	4,3	4,3		19,6	18,9	20,8	43,4	0
M12	117	19,6	20,5	22,4	22,2	21,7	28,4	28,9	26,4	27,7	27,7	19,6		15,2	17	30,4	4,4
M13	114	7,9	8,8	8,3	8,1	10	18,4	18,9	16,4	17,7	17,7	18,9	15,2		2,5	27,8	-
M14	112	9,7	10,6	10,1	9,9	11,8	20,2	20,7	18,2	19,6	19,5	20,8	17	2,5		25,3	0,2
M15	89,5	27,5	28,3	26,8	26,9	29,5	41,5	39,8	39,5	41,5	41,4	43,4	30,4	27,8	25,3		0,1
D3	1	1	0,1	1,45	1,65	1,1	4,35	4,85	0,6	3,3	2,7	0	2,6	-	-		

#### 4. krok

Znovu přepočítáme difference. V řádku s nejvyšší diferencí (4,4) M12 má nejnižší sazbu buňka M12/M13 (15,2). Vyškrtneme řádek M12, sloupec M13. Buňka M13/M12 už je zakázána z kroku č. 2, ale je nutné zakázat buňku M14/M12, protože by mohla zacyklit malý okruh.

Část trasy: M0 – M15; **M12** – M13 – M14; M6 – M7

Délka trasy:  $92,55 + 15,2 = 107,75$  km

**Tabulka 5: 4. krok - VAM**

Místa	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	D4
M0		114	115	113	113	116	128	126	126	128	128	130	117	114	112	<b>89,5</b>	-
M1	114		1,1	2,1	2,3	2,3	15	14,4	14,1	16,1	16	18	19,6	7,9	9,7	27,5	1
M2	115	1,1		2,9	3,1	1,2	13,7	13,1	12,3	14,7	14,6	16,6	20,5	8,8	10,6	28,3	0,1
M3	113	2,1	2,9		0,65	5	12,9	12,3	12	14	13,9	15,9	22,4	8,3	10,1	26,8	1,45
M4	113	2,3	3,1	0,65		4,8	12,7	12,1	11,9	13,8	13,7	15,7	22,2	8,1	9,9	26,9	1,65
M5	116	2,3	1,2	5	4,8		12,5	11,9	11,1	13,3	13,2	15,2	21,7	10	11,8	29,5	1,1
M6	128	15	13,7	12,9	12,7	12,5		0,55	4,9	8,9	8,4	12,5	28,4	18,4	20,2	41,5	3,5
M7	126	14,4	13,1	12,3	12,1	11,9	<b>0,55</b>		5,4	9,5	8,9	13	28,9	18,9	20,7	39,8	-
M8	126	14,1	12,3	12	11,9	11,1	4,9	5,4		4,1	3,5	7,6	26,4	18,9	18,2	39,5	0,6
M9	128	16,1	14,7	14	13,8	13,3	8,9	9,5	4,1		0,8	4,3	27,7	17,7	19,6	41,5	3,3
M10	128	16	14,6	13,9	13,7	13,2	8,4	8,9	3,5	0,8		4,3	27,7	17,7	19,5	41,4	2,7
M11	130	18	16,6	15,9	15,7	15,2	12,5	13	7,6	4,3	4,3		19,6	18,9	20,8	43,4	0
M12	117	19,6	20,5	22,4	22,2	21,7	28,4	28,9	26,4	27,7	27,7	19,6		<b>15,2</b>	17	30,4	<b>4,4</b>
M13	114	7,9	8,8	8,3	8,1	10	18,4	18,9	16,4	17,7	17,7	18,9	15,2		<b>2,5</b>	27,8	-
M14	112	9,7	10,6	10,1	9,9	11,8	20,2	20,7	18,2	19,6	19,5	20,8	<b>17</b>	<b>2,5</b>		25,3	0,2
M15	<b>89,5</b>	27,5	28,3	26,8	26,9	29,5	41,5	39,8	39,5	41,5	41,4	43,4	30,4	27,8	25,3		0,1
D4	1	1	0,1	1,45	1,65	1,1	-	3,5	0,6	3,3	2,7	0	2,6	0,2	-	-	

5. krok

Po přepočtení diferencí se tou největší stává hodnota pro řádek M6 a sloupec M7 (obojí 3,5). Nejmenší sazbou je hodnota 4,9 (M6/M8) v řádku M6 a 5,4 (M8/M7) ve sloupci M7, proto vybíráme buňku M6/M8 v řádku M6. Opět vyloučíme řádek M6, sloupec M8. Buňka M8/M6 byla vyloučena v kroku č. 2, z důvodu brzkého zacyklení zakážeme buňku M8/M7.

Část trasy: M0 – M15; M12 – M13 – M14; **M8 – M6 – M7**

Délka trasy:  $107,75 + 4,9 = 112,65$  km

Tabulka 6: 5. krok - VAM

Místa	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	D5
M0		114	115	113	113	116	128	126	126	128	128	130	117	114	112	89,5	-
M1	114		1,1	2,1	2,3	2,3	15	14,4	14,1	16,1	16	18	19,6	7,9	9,7	27,5	1
M2	115	1,1		2,9	3,1	1,2	13,7	13,1	12,3	14,7	14,6	16,6	20,5	8,8	10,6	28,3	0,1
M3	113	2,1	2,9		0,65	5	12,9	12,3	12	14	13,9	15,9	22,4	8,3	10,1	26,8	1,45
M4	113	2,3	3,1	0,65		4,8	12,7	12,1	11,9	13,8	13,7	15,7	22,2	8,1	9,9	26,9	1,65
M5	116	2,3	1,2	5	4,8		12,5	11,9	11,1	13,3	13,2	15,2	21,7	10	11,8	29,5	1,1
M6	128	15	13,7	12,9	12,7	12,5		0,55	4,9	8,9	8,4	12,5	28,4	18,4	20,2	41,5	3,5
M7	126	14,4	13,1	12,3	12,1	11,9	0,55		5,4	9,5	8,9	13	28,9	18,9	20,7	39,8	-
M8	126	14,1	12,3	12	11,9	11,1	4,9	5,4		4,1	3,5	7,6	26,4	18,9	18,2	39,5	0,6
M9	128	16,1	14,7	14	13,8	13,3	8,9	9,5	4,1		0,8	4,3	27,7	17,7	19,6	41,5	3,3
M10	128	16	14,6	13,9	13,7	13,2	8,4	8,9	3,5	0,8		4,3	27,7	17,7	19,5	41,4	2,7
M11	130	18	16,6	15,9	15,7	15,2	12,5	13	7,6	4,3	4,3		19,6	18,9	20,8	43,4	0
M12	117	19,6	20,5	22,4	22,2	21,7	28,4	28,9	26,4	27,7	27,7	19,6		15,2	17	30,4	-
M13	114	7,9	8,8	8,3	8,1	10	18,4	18,9	16,4	17,7	17,7	18,9	15,2		2,5	27,8	-
M14	112	9,7	10,6	10,1	9,9	11,8	20,2	20,7	18,2	19,6	19,5	20,8	17	2,5		25,3	0,2
M15	89,5	27,5	28,3	26,8	26,9	29,5	41,5	39,8	39,5	41,5	41,4	43,4	30,4	27,8	25,3		0,1
D5	1	1	0,1	1,45	1,65	1,1	-	3,5	0,6	3,3	2,7	0	0	-	-	-	

6. krok

Zase přepracujeme diference. Opět máme shodu v nejvyšší diferenci, dvě nejvyšší se nacházejí v řádcích M9 a M10. U obou míst je nejnižší sazba 0,8 (buňky M10/M9 a M9/M10), proto byla vybrána buňka, která má vyšší sloupcovou diferenci, což je sloupec M9. Zvolíme tedy buňku M10/M9 a vyškrtneme řádek M10, sloupec M9 a buňku M9/M10, abychom předčasně neuzavřeli okruh.

Část trasy: M0 – M15; M12 – M13 – M14; M8 – M6 – M7; **M9 – M10**

Délka trasy:  $112,65 + 0,8 = 113,45$  km

**Tabulka 7: 6. krok - VAM**

Mista	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	D6
M0		114	115	113	113	116	128	126	126	128	128	130	117	114	112	<b>89,5</b>	-
M1	114		1,1	2,1	2,3	2,3	15	14,4	14,1	16,1	16	18	19,6	7,9	9,7	27,5	1
M2	115	1,1		2,9	3,1	1,2	13,7	13,1	12,3	14,7	14,6	16,6	20,5	8,8	10,6	28,3	0,1
M3	113	2,1	2,9		0,65	5	12,9	12,3	12	14	13,9	15,9	22,4	8,3	10,1	26,8	1,45
M4	113	2,3	3,1	0,65		4,8	12,7	12,1	11,9	13,8	13,7	15,7	22,2	8,1	9,9	26,9	1,65
M5	116	2,3	1,2	5	4,8		12,5	11,9	11,1	13,3	13,2	15,2	21,7	10	11,8	29,5	1,1
M6	128	15	13,7	12,9	12,7	12,5		0,55	<b>4,9</b>	8,9	8,4	12,5	28,4	18,4	20,2	41,5	-
M7	126	14,4	13,1	12,3	12,1	11,9	<b>0,55</b>		5,4	9,5	8,9	13	28,9	18,9	20,7	39,8	-
M8	126	14,1	12,3	12	11,9	11,1	4,9	<b>5,4</b>		4,1	3,5	7,6	26,4	18,9	18,2	39,5	-
M9	128	16,1	14,7	14	13,8	13,3	8,9	9,5	4,1		<b>0,8</b>	4,3	27,7	17,7	19,6	41,5	3,5
M10	128	16	14,6	13,9	13,7	13,2	8,4	8,9	3,5	<b>0,8</b>		4,3	27,7	17,7	19,5	41,4	<b>3,5</b>
M11	130	18	16,6	15,9	15,7	15,2	12,5	13	7,6	4,3	4,3		19,6	18,9	20,8	43,4	0
M12	117	19,6	20,5	22,4	22,2	21,7	28,4	28,9	26,4	27,7	27,7	19,6		<b>15,2</b>	17	30,4	-
M13	114	7,9	8,8	8,3	8,1	10	18,4	18,9	16,4	17,7	17,7	18,9	15,2		<b>2,5</b>	27,8	-
M14	112	9,7	10,6	10,1	9,9	11,8	20,2	20,7	18,2	19,6	19,5	20,8	<b>17</b>	<b>2,5</b>		25,3	0,2
M15	<b>89,5</b>	27,5	28,3	26,8	26,9	29,5	41,5	39,8	39,5	41,5	41,4	43,4	30,4	27,8	25,3		0,1
D6	1	1	0,1	1,45	1,65	1,1	-	0,6	-	3,3	2,7	0	0	-	-	-	

7. krok

Po přepočítání diferencí má nejvyšší hodnotu řádek M11 (8,7), nejnižší sazbu má buňka M11/M10 (4,3). Zakážeme řádek M11 a sloupec M10, buňka M10/M11 již byla vyloučena v předchozím kroku. Proti zacyklení vyloučíme buňku M9/M11.

Část trasy: M0 – M15; M12 – M13 – M14; M8 – M6 – M7; M9 – **M10** – **M11**

Délka trasy:  $113,45 + 4,3 = 117,75$  km

**Tabulka 8: 7. krok - VAM**

Mista	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	D7
M0		114	115	113	113	116	128	126	126	128	128	130	117	114	112	<b>89,5</b>	-
M1	114		1,1	2,1	2,3	2,3	15	14,4	14,1	16,1	16	18	19,6	7,9	9,7	27,5	1
M2	115	1,1		2,9	3,1	1,2	13,7	13,1	12,3	14,7	14,6	16,6	20,5	8,8	10,6	28,3	0,1
M3	113	2,1	2,9		0,65	5	12,9	12,3	12	14	13,9	15,9	22,4	8,3	10,1	26,8	1,45
M4	113	2,3	3,1	0,65		4,8	12,7	12,1	11,9	13,8	13,7	15,7	22,2	8,1	9,9	26,9	1,65
M5	116	2,3	1,2	5	4,8		12,5	11,9	11,1	13,3	13,2	15,2	21,7	10	11,8	29,5	1,1
M6	128	15	13,7	12,9	12,7	12,5		0,55	<b>4,9</b>	8,9	8,4	12,5	28,4	18,4	20,2	41,5	-
M7	126	14,4	13,1	12,3	12,1	11,9	<b>0,55</b>		5,4	9,5	8,9	13	28,9	18,9	20,7	39,8	-
M8	126	14,1	12,3	12	11,9	11,1	4,9	<b>5,4</b>		4,1	3,5	7,6	26,4	18,9	18,2	39,5	-
M9	128	16,1	14,7	14	13,8	13,3	8,9	9,5	4,1		<b>0,8</b>	<b>4,3</b>	27,7	17,7	19,6	41,5	5,2
M10	128	16	14,6	13,9	13,7	13,2	8,4	8,9	3,5	<b>0,8</b>		4,3	27,7	17,7	19,5	41,4	-
M11	130	18	16,6	15,9	15,7	15,2	12,5	13	7,6	4,3	<b>4,3</b>		19,6	18,9	20,8	43,4	<b>8,7</b>
M12	117	19,6	20,5	22,4	22,2	21,7	28,4	28,9	26,4	27,7	27,7	19,6		<b>15,2</b>	17	30,4	-
M13	114	7,9	8,8	8,3	8,1	10	18,4	18,9	16,4	17,7	17,7	18,9	15,2		<b>2,5</b>	27,8	-
M14	112	9,7	10,6	10,1	9,9	11,8	20,2	20,7	18,2	19,6	19,5	20,8	<b>17</b>	<b>2,5</b>		25,3	0,2
M15	<b>89,5</b>	27,5	28,3	26,8	26,9	29,5	41,5	39,8	39,5	41,5	41,4	43,4	30,4	27,8	25,3		0,1
D7	1	1	0,1	1,45	1,65	1,1	-	2,4	-	-	0,8	3,3	0	-	-	-	



8. krok

Opět přepočteme diference. Největší hodnota tentokrát přísluší sloupci M11 (7,6), ve kterém se nejnižší sazba vyskytuje v buňce M8/M11 (7,6). Vyloučíme řádek M8 a sloupec M11. Buňka M11/M8 již byla vyloučena v kroku č. 5, ale musíme zakázat buňku M9/M7, která by předčasně uzavřela menší okruh.

Část trasy: M0 – M15; M12 – M13 – M14; M9 – M10 – **M11** – **M8** – M6 – M7

Délka trasy:  $117,75 + 7,6 = 125,35$  km

Tabulka 9: 8. krok - VAM

Místa	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	D8
M0		114	115	113	113	116	128	126	126	128	128	130	117	114	112	<b>89,5</b>	-
M1	114		1,1	2,1	2,3	2,3	15	14,4	14,1	16,1	16	18	19,6	7,9	9,7	27,5	1
M2	115	1,1		2,9	3,1	1,2	13,7	13,1	12,3	14,7	14,6	16,6	20,5	8,8	10,6	28,3	0,1
M3	113	2,1	2,9		0,65	5	12,9	12,3	12	14	13,9	15,9	22,4	8,3	10,1	26,8	1,45
M4	113	2,3	3,1	0,65		4,8	12,7	12,1	11,9	13,8	13,7	15,7	22,2	8,1	9,9	26,9	1,65
M5	116	2,3	1,2	5	4,8		12,5	11,9	11,1	13,3	13,2	15,2	21,7	10	11,8	29,5	1,1
M6	128	15	13,7	12,9	12,7	12,5		0,55	<b>4,9</b>	8,9	8,4	12,5	28,4	18,4	20,2	41,5	-
M7	126	14,4	13,1	12,3	12,1	11,9	<b>0,55</b>		5,4	9,5	8,9	13	28,9	18,9	20,7	39,8	-
M8	126	14,1	12,3	12	11,9	11,1	4,9	<b>5,4</b>		4,1	3,5	<b>7,6</b>	26,4	18,9	18,2	39,5	-
M9	128	16,1	14,7	14	13,8	13,3	8,9	<b>9,5</b>	4,1		<b>0,8</b>	<b>4,3</b>	27,7	17,7	19,6	41,5	3,8
M10	128	16	14,6	13,9	13,7	13,2	8,4	8,9	3,5	<b>0,8</b>		4,3	27,7	17,7	19,5	41,4	-
M11	130	18	16,6	15,9	15,7	15,2	12,5	13	7,6	4,3	<b>4,3</b>		19,6	18,9	20,8	43,4	-
M12	117	19,6	20,5	22,4	22,2	21,7	28,4	28,9	26,4	27,7	27,7	19,6		<b>15,2</b>	17	30,4	-
M13	114	7,9	8,8	8,3	8,1	10	18,4	18,9	16,4	17,7	17,7	18,9	15,2		<b>2,5</b>	27,8	-
M14	112	9,7	10,6	10,1	9,9	11,8	20,2	20,7	18,2	19,6	19,5	20,8	<b>17</b>	<b>2,5</b>		25,3	0,2
M15	<b>89,5</b>	27,5	28,3	26,8	26,9	29,5	41,5	39,8	39,5	41,5	41,4	43,4	30,4	27,8	25,3		0,1
D8	1	1	0,1	1,45	1,65	1,1	-	2,4	-	-	-	<b>7,6</b>	0,9	-	-	-	

9. krok

Po zopakování přepočtu diferencí má nejvyšší hodnotu řádek M4 (1,65), ve kterém je nejnižší sazba buňka M4/M3 (0,65). Musíme zakázat řádek M4, sloupec M3 a buňku M3/M4.

Část trasy: M0 – M15; M12 – M13 – M14; M9 – M10 – M11 – M8 – M6 – M7;  
**M3 – M4**

Délka trasy:  $125,35 + 0,65 = 126$  km

**Tabulka 10: 9. krok - VAM**

Místa	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	D9
M0		114	115	113	113	116	128	126	126	128	128	130	117	114	112	<b>89,5</b>	-
M1	114		1,1	2,1	2,3	2,3	15	14,4	14,1	16,1	16	18	19,6	7,9	9,7	27,5	1
M2	115	1,1		2,9	3,1	1,2	13,7	13,1	12,3	14,7	14,6	16,6	20,5	8,8	10,6	28,3	0,1
M3	113	2,1	2,9		<b>0,65</b>	5	12,9	12,3	12	14	13,9	15,9	22,4	8,3	10,1	26,8	1,45
M4	113	2,3	3,1	<b>0,65</b>		4,8	12,7	12,1	11,9	13,8	13,7	15,7	22,2	8,1	9,9	26,9	<b>1,65</b>
M5	116	2,3	1,2	5	4,8		12,5	11,9	11,1	13,3	13,2	15,2	21,7	10	11,8	29,5	1,1
M6	128	15	13,7	12,9	12,7	12,5		0,55	<b>4,9</b>	8,9	8,4	12,5	28,4	18,4	20,2	41,5	-
M7	126	14,4	13,1	12,3	12,1	11,9	<b>0,55</b>		5,4	9,5	8,9	13	28,9	18,9	20,7	39,8	-
M8	126	14,1	12,3	12	11,9	11,1	4,9	<b>5,4</b>		4,1	3,5	<b>7,6</b>	26,4	18,9	18,2	39,5	-
M9	128	16,1	14,7	14	13,8	13,3	8,9	<b>9,5</b>	4,1		<b>0,8</b>	<b>4,3</b>	27,7	17,7	19,6	41,5	0,5
M10	128	16	14,6	13,9	13,7	13,2	8,4	8,9	3,5	<b>0,8</b>		4,3	27,7	17,7	19,5	41,4	-
M11	130	18	16,6	15,9	15,7	15,2	12,5	13	7,6	4,3	<b>4,3</b>		19,6	18,9	20,8	43,4	-
M12	117	19,6	20,5	22,4	22,2	21,7	28,4	28,9	26,4	27,7	27,7	19,6		<b>15,2</b>	17	30,4	-
M13	114	7,9	8,8	8,3	8,1	10	18,4	18,9	16,4	17,7	17,7	18,9	15,2		<b>2,5</b>	27,8	-
M14	112	9,7	10,6	10,1	9,9	11,8	20,2	20,7	18,2	19,6	19,5	20,8	<b>17</b>	<b>2,5</b>		25,3	0,2
M15	<b>89,5</b>	27,5	28,3	26,8	26,9	29,5	41,5	39,8	39,5	41,5	41,4	43,4	30,4	27,8	25,3		0,1
D9	1	1	0,1	1,45	1,65	1,1	-	0,2	-	-	-	-	0,9	-	-	-	

10. krok

Při dalším přepočítání diferencí je největší hodnota v řádku M5 (1,1), jehož nejmenší sazba se vyskytuje v buňce M5/M2 (1,2). Vyloučením řádku M5, sloupci M2 a buňky M2/M5 zamezíme zacyklení.

Část trasy: M0 – M15; M12 – M13 – M14; M9 – M10 – M11 – M8 – M6 – M7;  
M3 – M4; **M2 – M5**

Délka trasy:  $126 + 1,2 = 127,2$  km

Tabulka 11: 10. krok - VAM

Místa	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	D10
M0		114	115	113	113	116	128	126	126	128	128	130	117	114	112	<b>89,5</b>	-
M1	114		1,1	2,1	2,3	2,3	15	14,4	14,1	16,1	16	18	19,6	7,9	9,7	27,5	1,2
M2	115	1,1		2,9	3,1	<b>1,2</b>	13,7	13,1	12,3	14,7	14,6	16,6	20,5	8,8	10,6	28,3	0,1
M3	113	2,1	2,9		<b>0,65</b>	5	12,9	12,3	12	14	13,9	15,9	22,4	8,3	10,1	26,8	0,8
M4	113	2,3	3,1	<b>0,65</b>		4,8	12,7	12,1	11,9	13,8	13,7	15,7	22,2	8,1	9,9	26,9	-
M5	116	2,3	<b>1,2</b>	5	4,8		12,5	11,9	11,1	13,3	13,2	15,2	21,7	10	11,8	29,5	<b>1,1</b>
M6	128	15	13,7	12,9	12,7	12,5		0,55	<b>4,9</b>	8,9	8,4	12,5	28,4	18,4	20,2	41,5	-
M7	126	14,4	13,1	12,3	12,1	11,9	<b>0,55</b>		5,4	9,5	8,9	13	28,9	18,9	20,7	39,8	-
M8	126	14,1	12,3	12	11,9	11,1	4,9	<b>5,4</b>		4,1	3,5	<b>7,6</b>	26,4	18,9	18,2	39,5	-
M9	128	16,1	14,7	14	13,8	13,3	8,9	<b>9,5</b>	4,1		<b>0,8</b>	<b>4,3</b>	27,7	17,7	19,6	41,5	0,5
M10	128	16	14,6	13,9	13,7	13,2	8,4	8,9	3,5	<b>0,8</b>		4,3	27,7	17,7	19,5	41,4	-
M11	130	18	16,6	15,9	15,7	15,2	12,5	13	7,6	4,3	<b>4,3</b>		19,6	18,9	20,8	43,4	-
M12	117	19,6	20,5	22,4	22,2	21,7	28,4	28,9	26,4	27,7	27,7	19,6		<b>15,2</b>	17	30,4	-
M13	114	7,9	8,8	8,3	8,1	10	18,4	18,9	16,4	17,7	17,7	18,9	15,2		<b>2,5</b>	27,8	-
M14	112	9,7	10,6	10,1	9,9	11,8	20,2	20,7	18,2	19,6	19,5	20,8	<b>17</b>	<b>2,5</b>		25,3	0,2
M15	<b>89,5</b>	27,5	28,3	26,8	26,9	29,5	41,5	39,8	39,5	41,5	41,4	43,4	30,4	27,8	25,3		0,6
D10	1	1	0,1	-	0,8	1,1	-	0,4	-	-	-	-	0,9	-	-	-	

### 11. krok

Při přepočtení diferencí vznikne nejvyšší hodnota (2,9) v řádku M3. Nejnižší sazba náleží buňce M3/M1 (2,1). Logicky musí dojít k zákazu řádku M3 a sloupce M1, buňka M1/M3 již byla zakázána v jednom z předchozích kroků. Pro úplnost kroku vyloučíme buňku M1/M4.

Část trasy: M0 – M15; M12 – M13 – M14; M9 – M10 – M11 – M8 – M6 – M7;  
**M1 – M3 – M4; M2 – M5**

Délka trasy:  $127,2 + 2,1 = 129,3$  km

Tabulka 12: 11. krok - VAM

Místa	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	D11
M0		114	115	113	113	116	128	126	126	128	128	130	117	114	112	<b>89,5</b>	-
M1	114		1,1	2,1	<b>2,3</b>	2,3	15	14,4	14,1	16,1	16	18	19,6	7,9	9,7	27,5	0
M2	115	1,1		2,9	3,1	<b>1,2</b>	13,7	13,1	12,3	14,7	14,6	16,6	20,5	8,8	10,6	28,3	2
M3	113	<b>2,1</b>	2,9		<b>0,65</b>	5	12,9	12,3	12	14	13,9	15,9	22,4	8,3	10,1	26,8	<b>2,9</b>
M4	113	2,3	3,1	<b>0,65</b>		4,8	12,7	12,1	11,9	13,8	13,7	15,7	22,2	8,1	9,9	26,9	-
M5	116	2,3	<b>1,2</b>	5	4,8		12,5	11,9	11,1	13,3	13,2	15,2	21,7	10	11,8	29,5	-
M6	128	15	13,7	12,9	12,7	12,5		0,55	<b>4,9</b>	8,9	8,4	12,5	28,4	18,4	20,2	41,5	-
M7	126	14,4	13,1	12,3	12,1	11,9	<b>0,55</b>		5,4	9,5	8,9	13	28,9	18,9	20,7	39,8	-
M8	126	14,1	12,3	12	11,9	11,1	4,9	<b>5,4</b>		4,1	3,5	<b>7,6</b>	26,4	18,9	18,2	39,5	-
M9	128	16,1	14,7	14	13,8	13,3	8,9	<b>9,5</b>	4,1		<b>0,8</b>	<b>4,3</b>	27,7	17,7	19,6	41,5	0,5
M10	128	16	14,6	13,9	13,7	13,2	8,4	8,9	3,5	<b>0,8</b>		4,3	27,7	17,7	19,5	41,4	-
M11	130	18	16,6	15,9	15,7	15,2	12,5	13	7,6	4,3	<b>4,3</b>		19,6	18,9	20,8	43,4	-
M12	117	19,6	20,5	22,4	22,2	21,7	28,4	28,9	26,4	27,7	27,7	19,6		<b>15,2</b>	17	30,4	-
M13	114	7,9	8,8	8,3	8,1	10	18,4	18,9	16,4	17,7	17,7	18,9	15,2		<b>2,5</b>	27,8	-
M14	112	9,7	10,6	10,1	9,9	11,8	20,2	20,7	18,2	19,6	19,5	20,8	<b>17</b>	<b>2,5</b>		25,3	0,2
M15	<b>89,5</b>	27,5	28,3	26,8	26,9	29,5	41,5	39,8	39,5	41,5	41,4	43,4	30,4	27,8	25,3		0,6
D11	1	1	-	-	0,8	2,7	-	0,8	-	-	-	-	0,9	-	-	-	

12. krok

Znovu přepočítáme diference. V řádku M1, který má nejvyšší diferenci (12,1), je buňkou s nejnižší sazbou políčko M1/M5 (2,3). Zakážeme řádek M1 a sloupec M5, buňka M5/M1 už byla zakázána v předešlých krocích.

Část trasy: M0 – M15; M12 – M13 – M14; M9 – M10 – M11 – M8 – M6 – M7;  
M2 – **M5** – **M1** – M3 – M4

Délka trasy:  $129,3 + 2,3 = 131,6$  km

Tabulka 13: 12. krok - VAM

Místa	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	D12
M0		114	115	113	113	116	128	126	126	128	128	130	117	114	112	<b>89,5</b>	-
M1	114		1,1	2,1	2,3	2,3	15	14,4	14,1	16,1	16	18	19,6	7,9	9,7	27,5	12,1
M2	115	1,1		2,9	3,1	1,2	13,7	13,1	12,3	14,7	14,6	16,6	20,5	8,8	10,6	28,3	10
M3	113	2,1	2,9		0,65	5	12,9	12,3	12	14	13,9	15,9	22,4	8,3	10,1	26,8	-
M4	113	2,3	3,1	0,65		4,8	12,7	12,1	11,9	13,8	13,7	15,7	22,2	8,1	9,9	26,9	-
M5	116	2,3	1,2	5	4,8		12,5	11,9	11,1	13,3	13,2	15,2	21,7	10	11,8	29,5	-
M6	128	15	13,7	12,9	12,7	12,5		0,55	4,9	8,9	8,4	12,5	28,4	18,4	20,2	41,5	-
M7	126	14,4	13,1	12,3	12,1	11,9	0,55		5,4	9,5	8,9	13	28,9	18,9	20,7	39,8	-
M8	126	14,1	12,3	12	11,9	11,1	4,9	5,4		4,1	3,5	7,6	26,4	18,9	18,2	39,5	-
M9	128	16,1	14,7	14	13,8	13,3	8,9	9,5	4,1		0,8	4,3	27,7	17,7	19,6	41,5	0,5
M10	128	16	14,6	13,9	13,7	13,2	8,4	8,9	3,5	0,8		4,3	27,7	17,7	19,5	41,4	-
M11	130	18	16,6	15,9	15,7	15,2	12,5	13	7,6	4,3	4,3		19,6	18,9	20,8	43,4	-
M12	117	19,6	20,5	22,4	22,2	21,7	28,4	28,9	26,4	27,7	27,7	19,6		15,2	17	30,4	-
M13	114	7,9	8,8	8,3	8,1	10	18,4	18,9	16,4	17,7	17,7	18,9	15,2		2,5	27,8	-
M14	112	9,7	10,6	10,1	9,9	11,8	20,2	20,7	18,2	19,6	19,5	20,8	17	2,5		25,3	1,9
M15	89,5	27,5	28,3	26,8	26,9	29,5	41,5	39,8	39,5	41,5	41,4	43,4	30,4	27,8	25,3		2,6
D12	2	-	-	-	6,8	9,5	-	1,3	-	-	-	-	0,9	-	-	-	

13. krok

Opět přepočítáme diference, nejvyšší z nich se nachází v řádku M9 (13,9). Buňkou s nejmenší sazbou je M9/M4 (13,8). Zakážeme zbývající buňky v řádku M9 a sloupci M4. M4/M9 již byla vyřazena. Výpočet by mohla dříve ukončit buňka M2/M7, proto ji také vyškrtáme.

Část trasy: M0 – M15; M12 – M13 – M14; M2 – M5 – M1 – M3 – **M4** – **M9** – M10 – M11 – M8 – M6 – M7

Délka trasy:  $131,6 + 13,8 = 145,4$  km

Tabulka 14: 13. krok - VAM

Místa	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	D13
M0		114	115	113	113	116	128	126	126	128	128	130	117	114	112	<b>89,5</b>	-
M1	114		1,1	2,1	2,3	2,3	15	14,4	14,1	16,1	16	18	19,6	7,9	9,7	27,5	-
M2	115	1,1		2,9	3,1	1,2	13,7	13,1	12,3	14,7	14,6	16,6	20,5	8,8	10,6	28,3	7,4
M3	113	2,1	2,9		0,65	5	12,9	12,3	12	14	13,9	15,9	22,4	8,3	10,1	26,8	-
M4	113	2,3	3,1	0,65		4,8	12,7	12,1	11,9	13,8	13,7	15,7	22,2	8,1	9,9	26,9	-
M5	116	2,3	1,2	5	4,8		12,5	11,9	11,1	13,3	13,2	15,2	21,7	10	11,8	29,5	-
M6	128	15	13,7	12,9	12,7	12,5		0,55	4,9	8,9	8,4	12,5	28,4	18,4	20,2	41,5	-
M7	126	14,4	13,1	12,3	12,1	11,9	0,55		5,4	9,5	8,9	13	28,9	18,9	20,7	39,8	-
M8	126	14,1	12,3	12	11,9	11,1	4,9	5,4		4,1	3,5	7,6	26,4	18,9	18,2	39,5	-
M9	128	16,1	14,7	14	13,8	13,3	8,9	9,5	4,1		0,8	4,3	27,7	17,7	19,6	41,5	13,9
M10	128	16	14,6	13,9	13,7	13,2	8,4	8,9	3,5	0,8		4,3	27,7	17,7	19,5	41,4	-
M11	130	18	16,6	15,9	15,7	15,2	12,5	13	7,6	4,3	4,3		19,6	18,9	20,8	43,4	-
M12	117	19,6	20,5	22,4	22,2	21,7	28,4	28,9	26,4	27,7	27,7	19,6		15,2	17	30,4	-
M13	114	7,9	8,8	8,3	8,1	10	18,4	18,9	16,4	17,7	17,7	18,9	15,2		2,5	27,8	-
M14	112	9,7	10,6	10,1	9,9	11,8	20,2	20,7	18,2	19,6	19,5	20,8	17	2,5		25,3	10,8
M15	89,5	27,5	28,3	26,8	26,9	29,5	41,5	39,8	39,5	41,5	41,4	43,4	30,4	27,8	25,3		3,5
D13	3	-	-	-	3,9	-	-	7,6	-	-	-	-	7,2	-	-	-	-

#### 14. krok

Posledním přepočítáním diferencí je ta nejvyšší v řádku M9 (94,5), nejnižší sazbu má buňka M2/M12 (20,5). Po vyloučení řádku M2 a sloupce M12 zůstalo jen několik buněk, které nebyly doposud vyloučeny. Jsou to buňky M14/M0 (112), M14/M7 (20,7) a M15/M7 (39,8). Logicky vyloučíme buňku M14/M7 a zbylé dvě buňky zařadíme do výsledné trasy.

Výsledná trasa: M0 – **M15** – **M7** – M6 – M8 – M11 – M10 – M9 – M4 – M3 – M1 – M5 – **M2** – **M12** – M13 – **M14** – M0

Délka trasy:  $145,4 + 20,5 + 112 + 39,8 = 317,7$  km

Tabulka 15 - 14. krok -VAM; výsledná tabulka

Místa	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	D14
M0		114	115	113	113	116	128	126	126	128	128	130	117	114	112	<b>89,5</b>	-
M1	114		1,1	2,1	<b>2,3</b>	<b>2,3</b>	15	14,4	14,1	16,1	16	18	19,6	7,9	9,7	27,5	-
M2	115	1,1		2,9	<b>3,1</b>	<b>1,2</b>	13,7	<b>13,1</b>	12,3	14,7	14,6	16,6	<b>20,5</b>	8,8	10,6	28,3	94,5
M3	113	<b>2,1</b>	2,9		<b>0,65</b>	5	12,9	12,3	12	14	13,9	15,9	22,4	8,3	10,1	26,8	-
M4	113	2,3	3,1	<b>0,65</b>		4,8	12,7	12,1	11,9	13,8	13,7	15,7	22,2	8,1	9,9	26,9	-
M5	116	2,3	<b>1,2</b>	5	4,8		12,5	11,9	11,1	13,3	13,2	15,2	21,7	10	11,8	29,5	-
M6	128	15	13,7	12,9	12,7	12,5		0,55	<b>4,9</b>	8,9	8,4	12,5	28,4	18,4	20,2	41,5	-
M7	126	14,4	13,1	12,3	12,1	11,9	<b>0,55</b>		5,4	9,5	8,9	13	28,9	18,9	20,7	39,8	-
M8	126	14,1	12,3	12	11,9	11,1	4,9	<b>5,4</b>		4,1	3,5	<b>7,6</b>	26,4	18,9	18,2	39,5	-
M9	128	16,1	14,7	14	<b>13,8</b>	13,3	8,9	<b>9,5</b>	4,1		<b>0,8</b>	<b>4,3</b>	27,7	17,7	19,6	41,5	-
M10	128	16	14,6	13,9	13,7	13,2	8,4	8,9	3,5	<b>0,8</b>		4,3	27,7	17,7	19,5	41,4	-
M11	130	18	16,6	15,9	15,7	15,2	12,5	13	7,6	4,3	<b>4,3</b>		19,6	18,9	20,8	43,4	-
M12	117	19,6	20,5	22,4	22,2	21,7	28,4	28,9	26,4	27,7	27,7	19,6		<b>15,2</b>	17	30,4	-
M13	114	7,9	8,8	8,3	8,1	10	18,4	18,9	16,4	17,7	17,7	18,9	15,2		<b>2,5</b>	27,8	-
M14	<b>112</b>	9,7	10,6	10,1	9,9	11,8	20,2	<b>20,7</b>	18,2	19,6	19,5	20,8	<b>17</b>	<b>2,5</b>		25,3	91,3
M15	<b>89,5</b>	27,5	28,3	26,8	26,9	29,5	41,5	<b>39,8</b>	39,5	41,5	41,4	43,4	30,4	27,8	25,3		9,4
D14	3	-	-	-	-	-	-	19,1	-	-	-	-	9,9	-	-	-	-

#### 4.3.1.1 Výsledné řešení – VAM

Podle předchozích výpočtů je výsledná trasa dlouhá 317, 7 km a má následující podobu:

M0 – M15 – M7 – M6 – M8 – M11 – M10 – M9 – M4 – M3 – M1 – M5 – M2 – M12 – M13 – M14 – M0

Vzhledem k tomu, že trasa vyšla s počátečním i koncovým místem v bodě M0, není nutné trasu nijak měnit, pouze jí dáme jmenovitou podobu, abychom viděli, v jakém pořadí se vozidlo dostane k jednotlivým zákazníkům.

Nowaco (Kralupy nad Vltavou) - Samoobsluha (Čichalov) – Konzum Maxim (Nová Role) – Potraviny (N. Role) – Minimarket u Pošty (Chodov) – SPŠ školní jídelna (Loket) – MŠ NOVÉ SEDLO (Nové Sedlo) – ZŠ NOVÉ SEDLO (N. Sedlo) – Hotel Aqua Marina (Karlovy Vary) – Hotel Salvator (K.V.) – LS Richmond (K.V.) – Hotel Villa Ritter (K.V.) – Lázeňský hotel Dvořák (Karlovy Vary) – Penzion U Zámku (Bečov nad Teplou) – Výrobna těstovin (Kolová) – Prodejna 080 (Pila) – Nowaco (Kralupy n. Vltavou)

## 4.3.2 Aplikace "Metody nejbližšího souseda"

S touto metodou jsme se seznámili v kapitole 3.3.1.2.1. Pro aplikaci vybrané metody opět využijeme výchozí tabulku (Tabulka 1). Výsledkem metody musí být tolik řešení, kolik je potencionálních výchozích míst, tudíž jich bude 16. Vybírá se nejkratší řešení ze všech možných.

### 4.3.2.1 Demonstrace metody

Výpočet řešení prostřednictvím této metody si ukážeme na variantě, kdy výchozím místem bude M0.

#### 1. krok

Výchozí místo (M0) máme zvolené. Vyškneme sloupec M0. Buňkou s nejmenší sazbou v řádku M0 je M0/M15 (89,5). Zakážeme sloupec M15.

Částečná trasa: M0 – M15

Délka trasy: 89,5 km

Tabulka 16: 1. krok - MNS

Místa	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
<b>M0</b>		114	115	113	113	116	128	126	126	128	128	130	117	114	112	<b>89,5</b>
M1	114		1,1	2,1	2,3	2,3	15	14,4	14,1	16,1	16	18	19,6	7,9	9,7	27,5
M2	115	1,1		2,9	3,1	1,2	13,7	13,1	12,3	14,7	14,6	16,6	20,5	8,8	10,6	28,3
M3	113	2,1	2,9		0,65	5	12,9	12,3	12	14	13,9	15,9	22,4	8,3	10,1	26,8
M4	113	2,3	3,1	0,65		4,8	12,7	12,1	11,9	13,8	13,7	15,7	22,2	8,1	9,9	26,9
M5	116	2,3	1,2	5	4,8		12,5	11,9	11,1	13,3	13,2	15,2	21,7	10	11,8	29,5
M6	128	15	13,7	12,9	12,7	12,5		0,55	4,9	8,9	8,4	12,5	28,4	18,4	20,2	41,5
M7	126	14,4	13,1	12,3	12,1	11,9	0,55		5,4	9,5	8,9	13	28,9	18,9	20,7	39,8
M8	126	14,1	12,3	12	11,9	11,1	4,9	5,4		4,1	3,5	7,6	26,4	18,9	18,2	39,5
M9	128	16,1	14,7	14	13,8	13,3	8,9	9,5	4,1		0,8	4,3	27,7	17,7	19,6	41,5
M10	128	16	14,6	13,9	13,7	13,2	8,4	8,9	3,5	0,8		4,3	27,7	17,7	19,5	41,4
M11	130	18	16,6	15,9	15,7	15,2	12,5	13	7,6	4,3	4,3		19,6	18,9	20,8	43,4
M12	117	19,6	20,5	22,4	22,2	21,7	28,4	28,9	26,4	27,7	27,7	19,6		15,2	17	30,4
M13	114	7,9	8,8	8,3	8,1	10	18,4	18,9	16,4	17,7	17,7	18,9	15,2		2,5	27,8
M14	112	9,7	10,6	10,1	9,9	11,8	20,2	20,7	18,2	19,6	19,5	20,8	17	2,5		25,3
M15	89,5	27,5	28,3	26,8	26,9	29,5	41,5	39,8	39,5	41,5	41,4	43,4	30,4	27,8	25,3	

#### 2. krok

V řádku M15 vyhledáme buňku s nejnižší sazbou (M15/M14 – 25,3). Vyškneme sloupec M14.

Částečná trasa: M0 – M15 – M14



Délka trasy:  $89,5 + 25,3 = 114,8$  km

**Tabulka 17: 2. krok - MNS**

Místa	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
<b>M0</b>		114	115	113	113	116	128	126	126	128	128	130	117	114	112	<b>89,5</b>
M1	114		1,1	2,1	2,3	2,3	15	14,4	14,1	16,1	16	18	19,6	7,9	9,7	27,5
M2	115	1,1		2,9	3,1	1,2	13,7	13,1	12,3	14,7	14,6	16,6	20,5	8,8	10,6	28,3
M3	113	2,1	2,9		0,65	5	12,9	12,3	12	14	13,9	15,9	22,4	8,3	10,1	26,8
M4	113	2,3	3,1	0,65		4,8	12,7	12,1	11,9	13,8	13,7	15,7	22,2	8,1	9,9	26,9
M5	116	2,3	1,2	5	4,8		12,5	11,9	11,1	13,3	13,2	15,2	21,7	10	11,8	29,5
M6	128	15	13,7	12,9	12,7	12,5		0,55	4,9	8,9	8,4	12,5	28,4	18,4	20,2	41,5
M7	126	14,4	13,1	12,3	12,1	11,9	0,55		5,4	9,5	8,9	13	28,9	18,9	20,7	39,8
M8	126	14,1	12,3	12	11,9	11,1	4,9	5,4		4,1	3,5	7,6	26,4	18,9	18,2	39,5
M9	128	16,1	14,7	14	13,8	13,3	8,9	9,5	4,1		0,8	4,3	27,7	17,7	19,6	41,5
M10	128	16	14,6	13,9	13,7	13,2	8,4	8,9	3,5	0,8		4,3	27,7	17,7	19,5	41,4
M11	130	18	16,6	15,9	15,7	15,2	12,5	13	7,6	4,3	4,3		19,6	18,9	20,8	43,4
M12	117	19,6	20,5	22,4	22,2	21,7	28,4	28,9	26,4	27,7	27,7	19,6		15,2	17	30,4
M13	114	7,9	8,8	8,3	8,1	10	18,4	18,9	16,4	17,7	17,7	18,9	15,2		2,5	27,8
M14	112	9,7	10,6	10,1	9,9	11,8	20,2	20,7	18,2	19,6	19,5	20,8	17	2,5		25,3
<b>M15</b>	<b>89,5</b>	<b>27,5</b>	<b>28,3</b>	<b>26,8</b>	<b>26,9</b>	<b>29,5</b>	<b>41,5</b>	<b>39,8</b>	<b>39,5</b>	<b>41,5</b>	<b>41,4</b>	<b>43,4</b>	<b>30,4</b>	<b>27,8</b>	<b>25,3</b>	

3. krok

V řádku M15 má nejmenší hodnotu políčko M14/M13 (2,5). Abychom zbránili předčasnému zacyklení, vyloučíme zbylé buňky sloupce M13.

Částečná trasa: M0 – M15 – M14 – M13

Délka trasy:  $89,5 + 25,3 + 2,5 = 117,3$  km

**Tabulka 18: 3. krok - MNS**

Místa	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
<b>M0</b>		114	115	113	113	116	128	126	126	128	128	130	117	114	112	<b>89,5</b>
M1	114		1,1	2,1	2,3	2,3	15	14,4	14,1	16,1	16	18	19,6	7,9	9,7	27,5
M2	115	1,1		2,9	3,1	1,2	13,7	13,1	12,3	14,7	14,6	16,6	20,5	8,8	10,6	28,3
M3	113	2,1	2,9		0,65	5	12,9	12,3	12	14	13,9	15,9	22,4	8,3	10,1	26,8
M4	113	2,3	3,1	0,65		4,8	12,7	12,1	11,9	13,8	13,7	15,7	22,2	8,1	9,9	26,9
M5	116	2,3	1,2	5	4,8		12,5	11,9	11,1	13,3	13,2	15,2	21,7	10	11,8	29,5
M6	128	15	13,7	12,9	12,7	12,5		0,55	4,9	8,9	8,4	12,5	28,4	18,4	20,2	41,5
M7	126	14,4	13,1	12,3	12,1	11,9	0,55		5,4	9,5	8,9	13	28,9	18,9	20,7	39,8
M8	126	14,1	12,3	12	11,9	11,1	4,9	5,4		4,1	3,5	7,6	26,4	18,9	18,2	39,5
M9	128	16,1	14,7	14	13,8	13,3	8,9	9,5	4,1		0,8	4,3	27,7	17,7	19,6	41,5
M10	128	16	14,6	13,9	13,7	13,2	8,4	8,9	3,5	0,8		4,3	27,7	17,7	19,5	41,4
M11	130	18	16,6	15,9	15,7	15,2	12,5	13	7,6	4,3	4,3		19,6	18,9	20,8	43,4
M12	117	19,6	20,5	22,4	22,2	21,7	28,4	28,9	26,4	27,7	27,7	19,6		15,2	17	30,4
M13	114	7,9	8,8	8,3	8,1	10	18,4	18,9	16,4	17,7	17,7	18,9	15,2		2,5	27,8
<b>M14</b>	<b>112</b>	<b>9,7</b>	<b>10,6</b>	<b>10,1</b>	<b>9,9</b>	<b>11,8</b>	<b>20,2</b>	<b>20,7</b>	<b>18,2</b>	<b>19,6</b>	<b>19,5</b>	<b>20,8</b>	<b>17</b>	<b>2,5</b>		<b>25,3</b>
<b>M15</b>	<b>89,5</b>	<b>27,5</b>	<b>28,3</b>	<b>26,8</b>	<b>26,9</b>	<b>29,5</b>	<b>41,5</b>	<b>39,8</b>	<b>39,5</b>	<b>41,5</b>	<b>41,4</b>	<b>43,4</b>	<b>30,4</b>	<b>27,8</b>	<b>25,3</b>	

4. krok

V řádku M13 označíme buňku M13/M1, protože má nejnižší sazbu (7,9). Příslušný sloupec vyškrtáme.

Částečná trasa: M0 – M15 – M14 – M13 – M1

Délka trasy:  $89,5 + 25,3 + 2,5 + 7,9 = 125,2$  km

**Tabulka 19: 4. krok - MNS**

Místa	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
<b>M0</b>		114	115	113	113	116	128	126	126	128	128	130	117	114	112	<b>89,5</b>
M1	114		1,1	2,1	2,3	2,3	15	14,4	14,1	16,1	16	18	19,6	7,9	9,7	27,5
M2	115	1,1		2,9	3,1	1,2	13,7	13,1	12,3	14,7	14,6	16,6	20,5	8,8	10,6	28,3
M3	113	2,1	2,9		0,65	5	12,9	12,3	12	14	13,9	15,9	22,4	8,3	10,1	26,8
M4	113	2,3	3,1	0,65		4,8	12,7	12,1	11,9	13,8	13,7	15,7	22,2	8,1	9,9	26,9
M5	116	2,3	1,2	5	4,8		12,5	11,9	11,1	13,3	13,2	15,2	21,7	10	11,8	29,5
M6	128	15	13,7	12,9	12,7	12,5		0,55	4,9	8,9	8,4	12,5	28,4	18,4	20,2	41,5
M7	126	14,4	13,1	12,3	12,1	11,9	0,55		5,4	9,5	8,9	13	28,9	18,9	20,7	39,8
M8	126	14,1	12,3	12	11,9	11,1	4,9	5,4		4,1	3,5	7,6	26,4	18,9	18,2	39,5
M9	128	16,1	14,7	14	13,8	13,3	8,9	9,5	4,1		0,8	4,3	27,7	17,7	19,6	41,5
M10	128	16	14,6	13,9	13,7	13,2	8,4	8,9	3,5	0,8		4,3	27,7	17,7	19,5	41,4
M11	130	18	16,6	15,9	15,7	15,2	12,5	13	7,6	4,3	4,3		19,6	18,9	20,8	43,4
M12	117	19,6	20,5	22,4	22,2	21,7	28,4	28,9	26,4	27,7	27,7	19,6		15,2	17	30,4
<b>M13</b>	114	<b>7,9</b>	8,8	8,3	8,1	10	18,4	18,9	16,4	17,7	17,7	18,9	15,2		2,5	27,8
<b>M14</b>	112	9,7	10,6	10,1	9,9	11,8	20,2	20,7	18,2	19,6	19,5	20,8	17	<b>2,5</b>		25,3
<b>M15</b>	89,5	27,5	28,3	26,8	26,9	29,5	41,5	39,8	39,5	41,5	41,4	43,4	30,4	27,8	<b>25,3</b>	

5. krok

Ze všech buněk v řádku M1 vybereme opět tu s nejmenší sazbou – M1/M2 (1,1). Sloupec M2, ve kterém se tato buňka nachází, vyškrtáme.

Částečná trasa: M0 – M15 – M14 – M13 – M1 – M2

Délka trasy:  $89,5 + 25,3 + 2,5 + 7,9 + 1,1 = 126,3$  km

**Tabulka 20: 5. krok - MNS**

Místa	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
<b>M0</b>		114	115	113	113	116	128	126	126	128	128	130	117	114	112	<b>89,5</b>
<b>M1</b>	114		<b>1,1</b>	2,1	2,3	2,3	15	14,4	14,1	16,1	16	18	19,6	7,9	9,7	27,5
M2	115	1,1		2,9	3,1	1,2	13,7	13,1	12,3	14,7	14,6	16,6	20,5	8,8	10,6	28,3
M3	113	2,1	2,9		0,65	5	12,9	12,3	12	14	13,9	15,9	22,4	8,3	10,1	26,8
M4	113	2,3	3,1	0,65		4,8	12,7	12,1	11,9	13,8	13,7	15,7	22,2	8,1	9,9	26,9
M5	116	2,3	1,2	5	4,8		12,5	11,9	11,1	13,3	13,2	15,2	21,7	10	11,8	29,5
M6	128	15	13,7	12,9	12,7	12,5		0,55	4,9	8,9	8,4	12,5	28,4	18,4	20,2	41,5
M7	126	14,4	13,1	12,3	12,1	11,9	0,55		5,4	9,5	8,9	13	28,9	18,9	20,7	39,8
M8	126	14,1	12,3	12	11,9	11,1	4,9	5,4		4,1	3,5	7,6	26,4	18,9	18,2	39,5
M9	128	16,1	14,7	14	13,8	13,3	8,9	9,5	4,1		0,8	4,3	27,7	17,7	19,6	41,5
M10	128	16	14,6	13,9	13,7	13,2	8,4	8,9	3,5	0,8		4,3	27,7	17,7	19,5	41,4
M11	130	18	16,6	15,9	15,7	15,2	12,5	13	7,6	4,3	4,3		19,6	18,9	20,8	43,4
M12	117	19,6	20,5	22,4	22,2	21,7	28,4	28,9	26,4	27,7	27,7	19,6		15,2	17	30,4
<b>M13</b>	114	<b>7,9</b>	8,8	8,3	8,1	10	18,4	18,9	16,4	17,7	17,7	18,9	15,2		2,5	27,8
<b>M14</b>	112	9,7	10,6	10,1	9,9	11,8	20,2	20,7	18,2	19,6	19,5	20,8	17	<b>2,5</b>		25,3
<b>M15</b>	89,5	27,5	28,3	26,8	26,9	29,5	41,5	39,8	39,5	41,5	41,4	43,4	30,4	27,8	<b>25,3</b>	

6. krok

Tentokrát vyhledáme buňku s nejnižší sazbou v řádku M2 – M2/M5 (1,2), sloupec M5 zakážeme.

Částečná trasa: M0 – M15 – M14 – M13 – M1 – M2 – M5

Délka trasy:  $89,5 + 25,3 + 2,5 + 7,9 + 1,1 + 1,2 = 127,5$  km

**Tabulka 21: 6. krok - MNS**

Místa	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
<b>M0</b>		114	115	113	113	116	128	126	126	128	128	130	117	114	112	<b>89,5</b>
<b>M1</b>	114		<b>1,1</b>	2,1	2,3	2,3	15	14,4	14,1	16,1	16	18	19,6	7,9	9,7	27,5
<b>M2</b>	115	1,1		2,9	3,1	<b>1,2</b>	13,7	13,1	12,3	14,7	14,6	16,6	20,5	8,8	10,6	28,3
M3	113	2,1	2,9		0,65	5	12,9	12,3	12	14	13,9	15,9	22,4	8,3	10,1	26,8
M4	113	2,3	3,1	0,65		4,8	12,7	12,1	11,9	13,8	13,7	15,7	22,2	8,1	9,9	26,9
M5	116	2,3	1,2	5	4,8		12,5	11,9	11,1	13,3	13,2	15,2	21,7	10	11,8	29,5
M6	128	15	13,7	12,9	12,7	12,5		0,55	4,9	8,9	8,4	12,5	28,4	18,4	20,2	41,5
M7	126	14,4	13,1	12,3	12,1	11,9	0,55		5,4	9,5	8,9	13	28,9	18,9	20,7	39,8
M8	126	14,1	12,3	12	11,9	11,1	4,9	5,4		4,1	3,5	7,6	26,4	18,9	18,2	39,5
M9	128	16,1	14,7	14	13,8	13,3	8,9	9,5	4,1		0,8	4,3	27,7	17,7	19,6	41,5
M10	128	16	14,6	13,9	13,7	13,2	8,4	8,9	3,5	0,8		4,3	27,7	17,7	19,5	41,4
M11	130	18	16,6	15,9	15,7	15,2	12,5	13	7,6	4,3	4,3		19,6	18,9	20,8	43,4
M12	117	19,6	20,5	22,4	22,2	21,7	28,4	28,9	26,4	27,7	27,7	19,6		15,2	17	30,4
<b>M13</b>	114	<b>7,9</b>	8,8	8,3	8,1	10	18,4	18,9	16,4	17,7	17,7	18,9	15,2		2,5	27,8
<b>M14</b>	112	9,7	10,6	10,1	9,9	11,8	20,2	20,7	18,2	19,6	19,5	20,8	17	<b>2,5</b>		25,3
<b>M15</b>	89,5	27,5	28,3	26,8	26,9	29,5	41,5	39,8	39,5	41,5	41,4	43,4	30,4	27,8	<b>25,3</b>	

7. krok

V řádku M5 je nejnižší sazbou číslo 4,8 v buňce M5/M4. Zakážeme sloupec M4.

Částečná trasa: M0 – M15 – M14 – M13 – M1 – M2 – M5 – M4

Délka trasy:  $89,5 + 25,3 + 2,5 + 7,9 + 1,1 + 1,2 + 4,8 = 132,3$  km

Tabulka 22: 7. krok - MNS

Místa	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
<b>M0</b>		114	115	113	113	116	128	126	126	128	128	130	117	114	112	<b>89,5</b>
<b>M1</b>	114		<b>1,1</b>	2,1	2,3	2,3	15	14,4	14,1	16,1	16	18	19,6	7,9	9,7	27,5
<b>M2</b>	115	1,1		2,9	3,1	<b>1,2</b>	13,7	13,1	12,3	14,7	14,6	16,6	20,5	8,8	10,6	28,3
M3	113	2,1	2,9		0,65	5	12,9	12,3	12	14	13,9	15,9	22,4	8,3	10,1	26,8
M4	113	2,3	3,1	0,65		4,8	12,7	12,1	11,9	13,8	13,7	15,7	22,2	8,1	9,9	26,9
<b>M5</b>	116	2,3	1,2	5	<b>4,8</b>		12,5	11,9	11,1	13,3	13,2	15,2	21,7	10	11,8	29,5
M6	128	15	13,7	12,9	12,7	12,5		0,55	4,9	8,9	8,4	12,5	28,4	18,4	20,2	41,5
M7	126	14,4	13,1	12,3	12,1	11,9	0,55		5,4	9,5	8,9	13	28,9	18,9	20,7	39,8
M8	126	14,1	12,3	12	11,9	11,1	4,9	5,4		4,1	3,5	7,6	26,4	18,9	18,2	39,5
M9	128	16,1	14,7	14	13,8	13,3	8,9	9,5	4,1		0,8	4,3	27,7	17,7	19,6	41,5
M10	128	16	14,6	13,9	13,7	13,2	8,4	8,9	3,5	0,8		4,3	27,7	17,7	19,5	41,4
M11	130	18	16,6	15,9	15,7	15,2	12,5	13	7,6	4,3	4,3		19,6	18,9	20,8	43,4
M12	117	19,6	20,5	22,4	22,2	21,7	28,4	28,9	26,4	27,7	27,7	19,6		15,2	17	30,4
<b>M13</b>	114	<b>7,9</b>	8,8	8,3	8,1	10	18,4	18,9	16,4	17,7	17,7	18,9	15,2		2,5	27,8
<b>M14</b>	112	9,7	10,6	10,1	9,9	11,8	20,2	20,7	18,2	19,6	19,5	20,8	17	<b>2,5</b>		25,3
<b>M15</b>	89,5	27,5	28,3	26,8	26,9	29,5	41,5	39,8	39,5	41,5	41,4	43,4	30,4	27,8	<b>25,3</b>	

8. krok

Nejmenší sazbou v řádku M4 se vyznačuje buňka M4/M3 (0,65), příslušný sloupec vyloučíme.

Částečná trasa: M0 – M15 – M14 – M13 – M1 – M2 – M5 – M4 – M3

Délka trasy:  $89,5 + 25,3 + 2,5 + 7,9 + 1,1 + 1,2 + 4,8 + 0,65 = 132,95$  km

**Tabulka 23: 8. krok - MNS**

Místa	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
<b>M0</b>		114	115	113	113	116	128	126	126	128	128	130	117	114	112	<b>89,5</b>
<b>M1</b>	114		<b>1,1</b>	2,1	2,3	2,3	15	14,4	14,1	16,1	16	18	19,6	7,9	9,7	27,5
<b>M2</b>	115	1,1		2,9	3,1	<b>1,2</b>	13,7	13,1	12,3	14,7	14,6	16,6	20,5	8,8	10,6	28,3
<b>M3</b>	113	2,1	2,9		0,65	5	12,9	12,3	12	14	13,9	15,9	22,4	8,3	10,1	26,8
<b>M4</b>	113	2,3	3,1	<b>0,65</b>		4,8	12,7	12,1	11,9	13,8	13,7	15,7	22,2	8,1	9,9	26,9
<b>M5</b>	116	2,3	1,2	5	<b>4,8</b>		12,5	11,9	11,1	13,3	13,2	15,2	21,7	10	11,8	29,5
<b>M6</b>	128	15	13,7	12,9	12,7	12,5		0,55	4,9	8,9	8,4	12,5	28,4	18,4	20,2	41,5
<b>M7</b>	126	14,4	13,1	12,3	12,1	11,9	0,55		5,4	9,5	8,9	13	28,9	18,9	20,7	39,8
<b>M8</b>	126	14,1	12,3	12	11,9	11,1	4,9	5,4		4,1	3,5	7,6	26,4	18,9	18,2	39,5
<b>M9</b>	128	16,1	14,7	14	13,8	13,3	8,9	9,5	4,1		0,8	4,3	27,7	17,7	19,6	41,5
<b>M10</b>	128	16	14,6	13,9	13,7	13,2	8,4	8,9	3,5	0,8		4,3	27,7	17,7	19,5	41,4
<b>M11</b>	130	18	16,6	15,9	15,7	15,2	12,5	13	7,6	4,3	4,3		19,6	18,9	20,8	43,4
<b>M12</b>	117	19,6	20,5	22,4	22,2	21,7	28,4	28,9	26,4	27,7	27,7	19,6		15,2	17	30,4
<b>M13</b>	114	<b>7,9</b>	8,8	8,3	8,1	10	18,4	18,9	16,4	17,7	17,7	18,9	15,2		2,5	27,8
<b>M14</b>	112	9,7	10,6	10,1	9,9	11,8	20,2	20,7	18,2	19,6	19,5	20,8	17	<b>2,5</b>		25,3
<b>M15</b>	89,5	27,5	28,3	26,8	26,9	29,5	41,5	39,8	39,5	41,5	41,4	43,4	30,4	27,8	<b>25,3</b>	

9. krok

V tomto kroku se buňkou s nejmenší sazbou v řádku M3 stává M3/M8 (12), sloupec M8 vyřadíme.

Částečná trasa: M0 – M15 – M14 – M13 – M1 – M2 – M5 – M4 – M3 – M8

Délka trasy:  $89,5 + 25,3 + 2,5 + 7,9 + 1,1 + 1,2 + 4,8 + 0,65 + 12 = 144,95$  km

**Tabulka 24: 9. krok - MNS**

Místa	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
<b>M0</b>		114	115	113	113	116	128	126	126	128	128	130	117	114	112	<b>89,5</b>
<b>M1</b>	114		<b>1,1</b>	2,1	2,3	2,3	15	14,4	14,1	16,1	16	18	19,6	7,9	9,7	27,5
<b>M2</b>	115	1,1		2,9	3,1	<b>1,2</b>	13,7	13,1	12,3	14,7	14,6	16,6	20,5	8,8	10,6	28,3
<b>M3</b>	113	2,1	2,9		0,65	5	12,9	12,3	<b>12</b>	14	13,9	15,9	22,4	8,3	10,1	26,8
<b>M4</b>	113	2,3	3,1	<b>0,65</b>		4,8	12,7	12,1	11,9	13,8	13,7	15,7	22,2	8,1	9,9	26,9
<b>M5</b>	116	2,3	1,2	5	<b>4,8</b>		12,5	11,9	11,1	13,3	13,2	15,2	21,7	10	11,8	29,5
<b>M6</b>	128	15	13,7	12,9	12,7	12,5		0,55	4,9	8,9	8,4	12,5	28,4	18,4	20,2	41,5
<b>M7</b>	126	14,4	13,1	12,3	12,1	11,9	0,55		5,4	9,5	8,9	13	28,9	18,9	20,7	39,8
<b>M8</b>	126	14,1	12,3	12	11,9	11,1	4,9	5,4		4,1	3,5	7,6	26,4	18,9	18,2	39,5
<b>M9</b>	128	16,1	14,7	14	13,8	13,3	8,9	9,5	4,1		0,8	4,3	27,7	17,7	19,6	41,5
<b>M10</b>	128	16	14,6	13,9	13,7	13,2	8,4	8,9	3,5	0,8		4,3	27,7	17,7	19,5	41,4
<b>M11</b>	130	18	16,6	15,9	15,7	15,2	12,5	13	7,6	4,3	4,3		19,6	18,9	20,8	43,4
<b>M12</b>	117	19,6	20,5	22,4	22,2	21,7	28,4	28,9	26,4	27,7	27,7	19,6		15,2	17	30,4
<b>M13</b>	114	<b>7,9</b>	8,8	8,3	8,1	10	18,4	18,9	16,4	17,7	17,7	18,9	15,2		2,5	27,8
<b>M14</b>	112	9,7	10,6	10,1	9,9	11,8	20,2	20,7	18,2	19,6	19,5	20,8	17	<b>2,5</b>		25,3
<b>M15</b>	89,5	27,5	28,3	26,8	26,9	29,5	41,5	39,8	39,5	41,5	41,4	43,4	30,4	27,8	<b>25,3</b>	

10. krok

V řádku M8 označíme buňku M8/M10, jelikož má nejmenší sazbu (3,5). Příslušný sloupec zakážeme.

Částečná trasa: M0 – M15 – M14 – M13 – M1 – M2 – M5 – M4 – M3 – M8 – M10

Délka trasy:  $89,5 + 25,3 + 2,5 + 7,9 + 1,1 + 1,2 + 4,8 + 0,65 + 12 + 3,5 =$   
 $= 148,45 \text{ km}$

Tabulka 25: 10. krok - MNS

Místa	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
<b>M0</b>		114	115	113	113	116	128	126	126	128	128	130	117	114	112	<b>89,5</b>
<b>M1</b>	114		<b>1,1</b>	2,1	2,3	2,3	15	14,4	14,1	16,1	16	18	19,6	7,9	9,7	27,5
<b>M2</b>	115	1,1		2,9	3,1	<b>1,2</b>	13,7	13,1	12,3	14,7	14,6	16,6	20,5	8,8	10,6	28,3
<b>M3</b>	113	2,1	2,9		0,65	5	12,9	12,3	<b>12</b>	14	13,9	15,9	22,4	8,3	10,1	26,8
<b>M4</b>	113	2,3	3,1	<b>0,65</b>		4,8	12,7	12,1	11,9	13,8	13,7	15,7	22,2	8,1	9,9	26,9
<b>M5</b>	116	2,3	1,2	5	<b>4,8</b>		12,5	11,9	11,1	13,3	13,2	15,2	21,7	10	11,8	29,5
M6	128	15	13,7	12,9	12,7	12,5		0,55	4,9	8,9	8,4	12,5	28,4	18,4	20,2	41,5
M7	126	14,4	13,1	12,3	12,1	11,9	0,55		5,4	9,5	8,9	13	28,9	18,9	20,7	39,8
<b>M8</b>	126	14,1	12,3	12	11,9	11,1	4,9	5,4		4,1	<b>3,5</b>	7,6	26,4	18,9	18,2	39,5
M9	128	16,1	14,7	14	13,8	13,3	8,9	9,5	4,1		0,8	4,3	27,7	17,7	19,6	41,5
M10	128	16	14,6	13,9	13,7	13,2	8,4	8,9	3,5	0,8		4,3	27,7	17,7	19,5	41,4
M11	130	18	16,6	15,9	15,7	15,2	12,5	13	7,6	4,3	4,3		19,6	18,9	20,8	43,4
M12	117	19,6	20,5	22,4	22,2	21,7	28,4	28,9	26,4	27,7	27,7	19,6		15,2	17	30,4
<b>M13</b>	114	<b>7,9</b>	8,8	8,3	8,1	10	18,4	18,9	16,4	17,7	17,7	18,9	15,2		2,5	27,8
<b>M14</b>	112	9,7	10,6	10,1	9,9	11,8	20,2	20,7	18,2	19,6	19,5	20,8	17	<b>2,5</b>		25,3
<b>M15</b>	89,5	27,5	28,3	26,8	26,9	29,5	41,5	39,8	39,5	41,5	41,4	43,4	30,4	27,8	<b>25,3</b>	

11. krok

Opět vybereme buňku s nejnižší sazbou, tentokrát se nachází v řádku M10 – M10/M9 (0,8), vyškrtáme sloupec M9.

Částečná trasa: M0 – M15 – M14 – M13 – M1 – M2 – M5 – M4 – M3 – M8 – M10 – M9

Délka trasy:  $89,5 + 25,3 + 2,5 + 7,9 + 1,1 + 1,2 + 4,8 + 0,65 + 12 + 3,5 + 0,8 =$   
 $= 149,25 \text{ km}$

Tabulka 26: 11. krok - MNS

Místa	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
<b>M0</b>		114	115	113	113	116	128	126	126	128	128	130	117	114	112	<b>89,5</b>
<b>M1</b>	114		<b>1,1</b>	2,1	2,3	2,3	15	14,4	14,1	16,1	16	18	19,6	7,9	9,7	27,5
<b>M2</b>	115	1,1		2,9	3,1	<b>1,2</b>	13,7	13,1	12,3	14,7	14,6	16,6	20,5	8,8	10,6	28,3
<b>M3</b>	113	2,1	2,9		0,65	5	12,9	12,3	<b>12</b>	14	13,9	15,9	22,4	8,3	10,1	26,8
<b>M4</b>	113	2,3	3,1	<b>0,65</b>		4,8	12,7	12,1	11,9	13,8	13,7	15,7	22,2	8,1	9,9	26,9
<b>M5</b>	116	2,3	1,2	5	<b>4,8</b>		12,5	11,9	11,1	13,3	13,2	15,2	21,7	10	11,8	29,5
M6	128	15	13,7	12,9	12,7	12,5		0,55	4,9	8,9	8,4	12,5	28,4	18,4	20,2	41,5
M7	126	14,4	13,1	12,3	12,1	11,9	0,55		5,4	9,5	8,9	13	28,9	18,9	20,7	39,8
<b>M8</b>	126	14,1	12,3	12	11,9	11,1	4,9	5,4		4,1	<b>3,5</b>	7,6	26,4	18,9	18,2	39,5
M9	128	16,1	14,7	14	13,8	13,3	8,9	9,5	4,1		0,8	4,3	27,7	17,7	19,6	41,5
<b>M10</b>	128	16	14,6	13,9	13,7	13,2	8,4	8,9	3,5	<b>0,8</b>		4,3	27,7	17,7	19,5	41,4
M11	130	18	16,6	15,9	15,7	15,2	12,5	13	7,6	4,3	4,3		19,6	18,9	20,8	43,4
M12	117	19,6	20,5	22,4	22,2	21,7	28,4	28,9	26,4	27,7	27,7	19,6		15,2	17	30,4
<b>M13</b>	114	<b>7,9</b>	8,8	8,3	8,1	10	18,4	18,9	16,4	17,7	17,7	18,9	15,2		2,5	27,8
<b>M14</b>	112	9,7	10,6	10,1	9,9	11,8	20,2	20,7	18,2	19,6	19,5	20,8	17	<b>2,5</b>		25,3
<b>M15</b>	89,5	27,5	28,3	26,8	26,9	29,5	41,5	39,8	39,5	41,5	41,4	43,4	30,4	27,8	<b>25,3</b>	

12. krok

Ze zbývajících buněk řádku M9 má nejmenší hodnotu políčko M9/M11 (4,3), sloupec M11 zakážeme.

Částečná trasa: M0 – M15 – M14 – M13 – M1 – M2 – M5 – M4 – M3 – M8 – M10 – M9 – M11

Délka trasy:  $89,5 + 25,3 + 2,5 + 7,9 + 1,1 + 1,2 + 4,8 + 0,65 + 12 + 3,5 + 0,8 + 4,3 = 153,55$  km

Tabulka 27: 12. krok - MNS

Místa	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
<b>M0</b>		114	115	113	113	116	128	126	126	128	128	130	117	114	112	<b>89,5</b>
<b>M1</b>	114		<b>1,1</b>	2,1	2,3	2,3	15	14,4	14,1	16,1	16	18	19,6	7,9	9,7	27,5
<b>M2</b>	115	1,1		2,9	3,1	<b>1,2</b>	13,7	13,1	12,3	14,7	14,6	16,6	20,5	8,8	10,6	28,3
<b>M3</b>	113	2,1	2,9		0,65	5	12,9	12,3	<b>12</b>	14	13,9	15,9	22,4	8,3	10,1	26,8
<b>M4</b>	113	2,3	3,1	<b>0,65</b>		4,8	12,7	12,1	11,9	13,8	13,7	15,7	22,2	8,1	9,9	26,9
<b>M5</b>	116	2,3	1,2	5	<b>4,8</b>		12,5	11,9	11,1	13,3	13,2	15,2	21,7	10	11,8	29,5
M6	128	15	13,7	12,9	12,7	12,5		0,55	4,9	8,9	8,4	12,5	28,4	18,4	20,2	41,5
M7	126	14,4	13,1	12,3	12,1	11,9	0,55		5,4	9,5	8,9	13	28,9	18,9	20,7	39,8
<b>M8</b>	126	14,1	12,3	12	11,9	11,1	4,9	5,4		4,1	<b>3,5</b>	7,6	26,4	18,9	18,2	39,5
<b>M9</b>	128	16,1	14,7	14	13,8	13,3	8,9	9,5	4,1		0,8	<b>4,3</b>	27,7	17,7	19,6	41,5
<b>M10</b>	128	16	14,6	13,9	13,7	13,2	8,4	8,9	3,5	<b>0,8</b>		4,3	27,7	17,7	19,5	41,4
M11	130	18	16,6	15,9	15,7	15,2	12,5	13	7,6	4,3	4,3		19,6	18,9	20,8	43,4
M12	117	19,6	20,5	22,4	22,2	21,7	28,4	28,9	26,4	27,7	27,7	19,6		15,2	17	30,4
<b>M13</b>	114	<b>7,9</b>	8,8	8,3	8,1	10	18,4	18,9	16,4	17,7	17,7	18,9	15,2		2,5	27,8
<b>M14</b>	112	9,7	10,6	10,1	9,9	11,8	20,2	20,7	18,2	19,6	19,5	20,8	17	<b>2,5</b>		25,3
<b>M15</b>	89,5	27,5	28,3	26,8	26,9	29,5	41,5	39,8	39,5	41,5	41,4	43,4	30,4	27,8	<b>25,3</b>	

13. krok

V řádku M11 se nejmenší sazba nachází v buňce M11/M6 (12,5), vyřadíme sloupec M6.

Částečná trasa: M0 – M15 – M14 – M13 – M1 – M2 – M5 – M4 – M3 – M8 – M10 – M9 – M11 – M6

Délka trasy:  $89,5 + 25,3 + 2,5 + 7,9 + 1,1 + 1,2 + 4,8 + 0,65 + 12 + 3,5 + 0,8 + 4,3 + 12,5 = 166,05$  km

Tabulka 28: 13. krok - MNS

Místa	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
<b>M0</b>		114	115	113	113	116	128	126	126	128	128	130	117	114	112	<b>89,5</b>
<b>M1</b>	114		<b>1,1</b>	2,1	2,3	2,3	15	14,4	14,1	16,1	16	18	19,6	7,9	9,7	27,5
<b>M2</b>	115	1,1		2,9	3,1	<b>1,2</b>	13,7	13,1	12,3	14,7	14,6	16,6	20,5	8,8	10,6	28,3
<b>M3</b>	113	2,1	2,9		0,65	5	12,9	12,3	<b>12</b>	14	13,9	15,9	22,4	8,3	10,1	26,8
<b>M4</b>	113	2,3	3,1	<b>0,65</b>		4,8	12,7	12,1	11,9	13,8	13,7	15,7	22,2	8,1	9,9	26,9
<b>M5</b>	116	2,3	1,2	5	<b>4,8</b>		12,5	11,9	11,1	13,3	13,2	15,2	21,7	10	11,8	29,5
M6	128	15	13,7	12,9	12,7	12,5		0,55	4,9	8,9	8,4	12,5	28,4	18,4	20,2	41,5
M7	126	14,4	13,1	12,3	12,1	11,9	0,55		5,4	9,5	8,9	13	28,9	18,9	20,7	39,8
<b>M8</b>	126	14,1	12,3	12	11,9	11,1	4,9	5,4		4,1	<b>3,5</b>	7,6	26,4	18,9	18,2	39,5
<b>M9</b>	128	16,1	14,7	14	13,8	13,3	8,9	9,5	4,1		0,8	<b>4,3</b>	27,7	17,7	19,6	41,5
<b>M10</b>	128	16	14,6	13,9	13,7	13,2	8,4	8,9	3,5	<b>0,8</b>		4,3	27,7	17,7	19,5	41,4
<b>M11</b>	130	18	16,6	15,9	15,7	15,2	<b>12,5</b>	13	7,6	4,3	4,3		19,6	18,9	20,8	43,4
M12	117	19,6	20,5	22,4	22,2	21,7	28,4	28,9	26,4	27,7	27,7	19,6		15,2	17	30,4
<b>M13</b>	114	<b>7,9</b>	8,8	8,3	8,1	10	18,4	18,9	16,4	17,7	17,7	18,9	15,2		2,5	27,8
<b>M14</b>	112	9,7	10,6	10,1	9,9	11,8	20,2	20,7	18,2	19,6	19,5	20,8	17	<b>2,5</b>		25,3
<b>M15</b>	89,5	27,5	28,3	26,8	26,9	29,5	41,5	39,8	39,5	41,5	41,4	43,4	30,4	27,8	<b>25,3</b>	



14. krok

Nejmenší sazbu v řádku M6 má buňka M6/M7 (0,55), sloupec M7 zakážeme.

Částečná trasa: M0 – M15 – M14 – M13 – M1 – M2 – M5 – M4 – M3 – M8 – M10  
– M9 – M11 – M6 – M7

Délka trasy:  $89,5 + 25,3 + 2,5 + 7,9 + 1,1 + 1,2 + 4,8 + 0,65 + 12 + 3,5 + 0,8 +$   
 $+ 4,3 + 12,5 + 0,55 = 166,6 \text{ km}$

Tabulka 29: 14. krok - MNS

Místa	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
<b>M0</b>		114	115	113	113	116	128	126	126	128	128	130	117	114	112	<b>89,5</b>
<b>M1</b>	114		<b>1,1</b>	2,1	2,3	2,3	15	14,4	14,1	16,1	16	18	19,6	7,9	9,7	27,5
<b>M2</b>	115	1,1		2,9	3,1	<b>1,2</b>	13,7	13,1	12,3	14,7	14,6	16,6	20,5	8,8	10,6	28,3
<b>M3</b>	113	2,1	2,9		0,65	5	12,9	12,3	<b>12</b>	14	13,9	15,9	22,4	8,3	10,1	26,8
<b>M4</b>	113	2,3	3,1	<b>0,65</b>		4,8	12,7	12,1	11,9	13,8	13,7	15,7	22,2	8,1	9,9	26,9
<b>M5</b>	116	2,3	1,2	5	<b>4,8</b>		12,5	11,9	11,1	13,3	13,2	15,2	21,7	10	11,8	29,5
<b>M6</b>	128	15	13,7	12,9	12,7	12,5		<b>0,55</b>	4,9	8,9	8,4	12,5	28,4	18,4	20,2	41,5
<b>M7</b>	126	14,4	13,1	12,3	12,1	11,9	0,55		5,4	9,5	8,9	13	28,9	18,9	20,7	39,8
<b>M8</b>	126	14,1	12,3	12	11,9	11,1	4,9	5,4		4,1	<b>3,5</b>	7,6	26,4	18,9	18,2	39,5
<b>M9</b>	128	16,1	14,7	14	13,8	13,3	8,9	9,5	4,1		0,8	<b>4,3</b>	27,7	17,7	19,6	41,5
<b>M10</b>	128	16	14,6	13,9	13,7	13,2	8,4	8,9	3,5	<b>0,8</b>		4,3	27,7	17,7	19,5	41,4
<b>M11</b>	130	18	16,6	15,9	15,7	15,2	<b>12,5</b>	13	7,6	4,3	4,3		19,6	18,9	20,8	43,4
<b>M12</b>	117	19,6	20,5	22,4	22,2	21,7	28,4	28,9	26,4	27,7	27,7	19,6		15,2	17	30,4
<b>M13</b>	114	<b>7,9</b>	8,8	8,3	8,1	10	18,4	18,9	16,4	17,7	17,7	18,9	15,2		2,5	27,8
<b>M14</b>	112	9,7	10,6	10,1	9,9	11,8	20,2	20,7	18,2	19,6	19,5	20,8	17	<b>2,5</b>		25,3
<b>M15</b>	89,5	27,5	28,3	26,8	26,9	29,5	41,5	39,8	39,5	41,5	41,4	43,4	30,4	27,8	<b>25,3</b>	

15. krok

V řádku M7 zbývá jediná buňka M7/M12 se sazbou 28,9. Vyškrtneme poslední sloupec. Tímto krokem jsme navštívili všechna dostupná místa a zbývá okruh uzavřít okruh spojením M0 – M12. Proto zvolíme buňku M12/M0 se sazbou 117. Okruh je kompletní.

Výsledná trasa: M0 – M15 – M14 – M13 – M1 – M2 – M5 – M4 – M3 – M8 –  
M10 – M9 – M11 – M6 – M7 – M12 – M0

Délka trasy:  $89,5 + 25,3 + 2,5 + 7,9 + 1,1 + 1,2 + 4,8 + 0,65 + 12 + 3,5 + 0,8 +$   
 $+ 4,3 + 12,5 + 0,55 + 28,9 + 117 = 312,5 \text{ km}$

**Tabulka 30: 15. krok, výsledná tabulka - MNS**

Místa	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
<b>M0</b>		114	115	113	113	116	128	126	126	128	128	130	117	114	112	<b>89,5</b>
<b>M1</b>	114		<b>1,1</b>	2,1	2,3	2,3	15	14,4	14,1	16,1	16	18	19,6	7,9	9,7	27,5
<b>M2</b>	115	1,1		2,9	3,1	<b>1,2</b>	13,7	13,1	12,3	14,7	14,6	16,6	20,5	8,8	10,6	28,3
<b>M3</b>	113	2,1	2,9		0,65	5	12,9	12,3	<b>12</b>	14	13,9	15,9	22,4	8,3	10,1	26,8
<b>M4</b>	113	2,3	3,1	<b>0,65</b>		4,8	12,7	12,1	11,9	13,8	13,7	15,7	22,2	8,1	9,9	26,9
<b>M5</b>	116	2,3	1,2	5	<b>4,8</b>		12,5	11,9	11,1	13,3	13,2	15,2	21,7	10	11,8	29,5
<b>M6</b>	128	15	13,7	12,9	12,7	12,5		<b>0,55</b>	4,9	8,9	8,4	12,5	28,4	18,4	20,2	41,5
<b>M7</b>	126	14,4	13,1	12,3	12,1	11,9	0,55		5,4	9,5	8,9	13	<b>28,9</b>	18,9	20,7	39,8
<b>M8</b>	126	14,1	12,3	12	11,9	11,1	4,9	5,4		4,1	<b>3,5</b>	7,6	26,4	18,9	18,2	39,5
<b>M9</b>	128	16,1	14,7	14	13,8	13,3	8,9	9,5	4,1		0,8	<b>4,3</b>	27,7	17,7	19,6	41,5
<b>M10</b>	128	16	14,6	13,9	13,7	13,2	8,4	8,9	3,5	<b>0,8</b>		4,3	27,7	17,7	19,5	41,4
<b>M11</b>	130	18	16,6	15,9	15,7	15,2	<b>12,5</b>	13	7,6	4,3	4,3		19,6	18,9	20,8	43,4
<b>M12</b>	<b>117</b>	19,6	20,5	22,4	22,2	21,7	28,4	28,9	26,4	27,7	27,7	19,6		15,2	17	30,4
<b>M13</b>	114	<b>7,9</b>	8,8	8,3	8,1	10	18,4	18,9	16,4	17,7	17,7	18,9	15,2		2,5	27,8
<b>M14</b>	112	9,7	10,6	10,1	9,9	11,8	20,2	20,7	18,2	19,6	19,5	20,8	17	<b>2,5</b>		25,3
<b>M15</b>	89,5	27,5	28,3	26,8	26,9	29,5	41,5	39,8	39,5	41,5	41,4	43,4	30,4	27,8	<b>25,3</b>	

### 4.3.2.2 Výsledná řešení – Metoda nejbližšího souseda

1. trasa

M0 – M15 – M14 – M13 – M1 – M2 – M5 – M4 – M3 – M8 – M10 – M9 – M11 – M6 – M7 – M12 – M0

Celková délka trasy: 312,5 km

2. trasa

M1 – M2 – M5 – M4 – M3 – M13 – M14 – M12 – M11 – M9 – M10 – M8 – M6 – M7 – M15 – M0 – M1

Celková délka trasy: 312,5 km

3. trasa

M2 – M1 – M4 – M3 – M5 – M13 – M14 – M12 – M11 – M9 – M10 – M8 – M6 – M7 – M15 – M0 – M2

Celková délka trasy: 316,1 km

4. trasa

M3 – M4 – M1 – M2 – M5 – M13 – M14 – M12 – M11 – M9 – M10 – M8 – M6 – M7 –  
M15 – M0 – M3

Celková délka trasy: 310,7 km

5. trasa

M4 – M3 – M1 – M2 – M5 – M13 – M14 – M12 – M11 – M9 – M10 – M8 – M6 – M7 –  
M15 – M0 – M4

Celková délka trasy: 310,5 km

6. trasa

M5 – M2 – M1 – M3 – M4 – M13 – M14 – M12 – M11 – M9 – M10 – M8 – M6 – M7 –  
M15 – M0 – M5

Celková délka trasy: 311,6 km

7. trasa

M6 – M7 – M8 – M10 – M9 – M11 – M5 – M2 – M1 – M3 – M4 – M13 – M14 – M12  
M15 – M0 – M6

Celková délka trasy: 310,3 km

**8. trasa**

**M7 – M6 – M8 – M10 – M9 – M11 – M5 – M2 – M1 – M3 – M4 – M13 – M14 – M12  
M15 – M0 – M7**

**Celková délka trasy: 307,8 km**

9. trasa

M8 – M10 – M9 – M11 – M6 – M7 – M5 – M2 – M1 – M3 – M4 – M13 – M14 – M12  
M15 – M0 – M8

Celková délka trasy: 312,1 km

10. trasa

M9 – M10 – M8 – M6 – M7 – M5 – M2 – M1 – M3 – M4 – M13 – M14 – M12 – M11 –  
M15 – M0 – M9

Celková délka trasy: 334,8 km

11.trasa

M10 – M11 – M9 – M8 – M6 – M7 – M5 – M2 – M1 – M3 – M4 – M13 – M14 – M12 –  
M15 – M0 – M10

Celková délka trasy: 309,95 km

12.trasa

M11 – M9 – M10 – M8 – M6 – M7 – M5 – M2 – M1 – M3 – M4 – M13 – M14 – M12 –  
M15 – M0 – M9

Celková délka trasy: 308,9 km

13.trasa

M12 – M13 – M14 – M1 – M2 – M5 – M4 – M3 – M8 – M10 – M9 – M11 – M6 – M7 –  
M15 – M0 – M12

Celková délka trasy: 315,1 km

14.trasa

M13 – M14 – M1 – M2 – M5 – M4 – M3 – M8 – M10 – M9 – M11 – M6 – M7 – M12 –  
M15 – M0 – M13

Celková délka trasy: 316,4 km

15.trasa

M14 – M13 – M1 – M2 – M5 – M4 – M3 – M8 – M10 – M9 – M11 – M6 – M7 – M12 –  
M15 – M0 – M14

Celková délka trasy: 312,6 km

16.trasa

M15 – M14 – M13 – M1 – M2 – M5 – M4 – M3 – M8 – M10 – M9 – M11 – M6 – M7 –  
M12 – M0 – M15

Celková délka trasy: 312,5 km

#### ***4.3.2.2.1 Výsledné nejvýhodnější řešení – Metoda nejbližšího souseda***

Nejvýhodnějším řešením ze všech tras je 8. trasa s délkou 307,8 km a má následující podobu:

M7 – M6 – M8 – M10 – M9 – M11 – M5 – M2 – M1 – M3 – M4 – M13 – M14 – M12 – M15 – M0 – M7

Trasu je nutné přepracovat zaprvé tak, aby trasa měla počátek i konec v místě M0. Okruh také povedeme v opačném směru (M0 – M15 – M12...). Je to z toho důvodu, abychom dříve vyložili část nákladu a snížili tím spotřebu pohonných hmot vozidla. Zadruhé dáme opět trase jmenovitou podobu, jako tomu bylo v kapitole 4.3.1.1.

M0 – M15 – M12 – M14 – M13 – M4 – M3 – M1 – M2 – M5 – M11 – M9 – M10 – M8 – M6 – M7 – M0

Nowaco (Kralupy nad Vltavou) – Samoobsluha (Čichalov) – Penzion U Zámku (Bečov nad Teplou) – Prodejna 080 (Pila) – Výrobní těstovin (Kolová) – Hotel Aqua Marina (Karlovy Vary) – Hotel Salvator (K.V.) – LS Richmond (K.V.) – Lázeňský hotel Dvořák (K.V.) – Hotel Villa Ritter (Karlovy Vary) – SPŠ školní jídelna (Loket) – ZŠ NOVÉ SEDLO (Nové Sedlo) – MŠ NOVÉ SEDLO (N. Sedlo) – Minimarket u Pošty (Chodov) – Potraviny (Nová Role) – Konzum Maxim (N. Role) – Nowaco (Kralupy nad Vltavou)

#### **4.3.4 Aplikace „Metody výhodnostních čísel“ a její řešení**

Tuto metodu opět aplikujeme na Tabulka 1: Výchozí tabulka. Vzhledem k velikému objemu dat by byl ruční výpočet časově náročný, proto byl zvolen výpočet pomocí programu TPSKOSA, který lze spustit v MS Excel.

Program po zadání parametrů (tabulky) vypočítal mnoho řešení, nejlepší z nich mělo délku 293,1 km. Dalších devět řešení mělo shodnou délku, po přezkoumání jsme vyloučili osm z nich, protože byly totožné s prvním či druhým řešením, co se týče posloupnosti navštívení jednotlivých uzlů. Níže jsou uvedena dvě řešení, která se v této posloupnosti liší.

1. M1 – M2 – M5 – M7 – M6 – M8 – M10 – M9 – M11 – M12 – M0 – M15 – M14 – M13 – M4 – M3 – M1
2. M1 – M2 – M5 – M7 – M6 – M8 – M10 – M9 – M11 – M12 – M15 – M0 – M14 – M13 – M4 – M3 – M1

Řešení seřadíme tak, aby výchozím místem bylo místo M0 a první navštívené místo bylo M15 (toto místo má nejkratší vzdálenost od M0, což bude mít vliv na snížení spotřeby pohonných hmot díky brzkému snížení nákladu vozidla) a dáme jim jmenovitou podobu.

1. M0 – M15 – M14 – M13 – M4 – M3 – M1 – M2 – M5 – M7 – M6 – M8 – M10 – M9  
– M11 – M12 – M0

Nowaco (Kralupy nad Vltavou) – Samoobsluha (Čichalov) – Prodejna 080 (Pila) –  
Výrobní těstovin (Kolová) – Hotel Aqua Marina (Karlovy Vary) – Hotel Salvator (K.V.) –  
LS Richmond (K.V.) – Lázeňský hotel Dvořák (K.V.) – Hotel Villa Ritter (Karlovy Vary) –  
Konzum Maxim (Nová Role) – Potravinářství (N. Role) – Minimarket u Pošty (Chodov) – MŠ  
NOVÉ SEDLO (Nové Sedlo) – ZŠ NOVÉ SEDLO (N. Sedlo) – SPŠ školní jídelna (Loket)  
– Penzion U Zámku (Bečov nad Tep

lou) – Nowaco (Kralupy nad Vltavou)

2. M0 – M15 – M12 – M11 – M9 – M10 – M8 – M6 – M7 – M5 – M2 – M1 – M3 – M4  
– M13 – M14 – M0

Nowaco (Kralupy nad Vltavou) – Samoobsluha (Čichalov) – Penzion U Zámku (Bečov  
nad Teplou) – SPŠ školní jídelna (Loket) – ZŠ NOVÉ SEDLO (Nové Sedlo) – MŠ NOVÉ  
SEDLO (N. Sedlo) – Minimarket u Pošty (Chodov) – Potravinářství (Nová Role) – Konzum  
Maxim (N. Role) – Hotel Villa Ritter (Karlovy Vary) – Lázeňský hotel Dvořák (K.V.) –  
LS Richmond (K.V.) – Hotel Salvator (K.V.) – Hotel Aqua Marina (Karlovy Vary) –  
Výrobní těstovin (Kolová) – Prodejna 080 (Pila) – Nowaco (Kralupy nad Vltavou)

## 5 Zhodnocení výsledků

V praktické části jsme pomocí aproximačních metod získali čtyři různé trasy, dvě z nich mají stejnou vzdálenost. Tyto trasy nezohledňují případná dopravní uzavírky a omezení. Nejlepší výsledky těchto metod zaznamenáme do tabulky a porovnáme je mezi sebou.

**Tabulka 31: Porovnání výsledků**

Metoda	vzdálenost (km)
Vogelova aproximační metoda	317,7
Metoda nejbližšího souseda	307,8
Metoda výhodnostních čísel	293,1

Nejvýhodnější dvě trasy vznikly pomocí metody výhodnostních čísel s délkou 293,1 km. Konkrétní podoby trasy jsou zobrazeny v kapitole 4.3.4. Společnost Bidvest – Nowaco se svými vozidly by tuto trasu měla běžně projíždět za 303,2 km. Ovšem tuto vzdálenost řidiči nedodržují a jezdí dle svého uvážení. Běžně najedou v řádu desítek kilometrů navíc.

Rozdíl mezi těmito trasami není zas tak výrazný, nicméně pokud vezmeme v úvahu nedodržování tras, tak se v reálném měřítku může najet i o 20 – 30 km navíc, než je potřeba. Vzhledem k tomu, že v okolí této trasy má společnost další odběratele, může být navrženo toto řešení: z ostatních tras vybrat zákazníky, kteří jsou v blízké vzdálenosti, a přeřadit je do stávající trasy z důvodů snížení přepravních nákladů. Druhou možností je samozřejmě zvolit jedno z našich dvou nejlepších řešení.

V příloze jsou na mapách vyznačeny dvě trasy, které byly nalezeny pomocí metody výhodnostních čísel a byly vyhodnoceny jako nejvýhodnější trasy, a trasa stávající.

Pro porovnání celkových nákladů na přepravu zboží po jednom okruhu je nutné znát náklad  $y$  na ujetý kilometr. Firmou byl poskytnut údaj, že tento náklad vychází v průměru na 14,3 Kč/km. Za běžný okruh v délce 303,2 km firma dá 4 335,76 Kč. Vozidlo Bidvestu je v provozu 6 dní v týdnu, proto za rok projede 312 dní. Roční náklad na provoz vozidla je tedy 1 352 757,12 Kč. Pokud by firma používala námi navrženou trasu, tak by za jeden okruh vydala 4 191,33 Kč, roční náklad by pak vycházel na 1 307 694,96 Kč. Úspora na jednu jízdu by činila 144,43 Kč, ročně pak 45 062,16 Kč. Tato ušetřená částka by mohla být využita například na údržbu a opravy vozidla.

## 6 Závěr

Cílem práce bylo pomocí optimalizace vybrané dopravní trasy společnosti Bidvest Nowaco, jenž se zabývá výrobou a distribucí mražených, chlazených a suchých potravin, nalézt takovou trasu, která bude výhodnější než trasa stávající.

K pochopení dané problematiky bylo nutné nastudovat z nejrůznějších zdrojů látku týkající se distribuce, dopravy, okružních dopravních úloh a některých metod zabývajících se jednookruhovými dopravními problémy. Byly to následující metody: metoda nejbližšího souseda, Vogelova aproximační metoda a metoda výhodnostních čísel.

Po získání teoretických poznatků bylo možné aplikovat tyto tři metody na data, která byla firmou Bidvest Nowaco poskytnuta. Byla vybrána trasa, kterou vozidla rozvázejí produkty téměř každodenně. Výsledky všech metod byly uspořádány tak, aby se výchozím místem stal závod společnosti v Kralupech nad Vltavou.

Po těchto výpočtech a úpravách následovalo porovnání a zhodnocení výsledků. Nejlepšího výsledku bylo dosaženo metodou výhodnostních čísel. Délka této trasy je 293,1 km. Tento okruh je oproti běžné délce trasy kratší zhruba o 10 km. Je nutné podotknout, že vozidla tuto délku nedodrží a zpětně jim specialisté dispečerského centra naměří o několik desítek kilometrů více. Byly také porovnány celkové denní a roční náklady na přepravu u běžného okruhu a námi vypočítané trasy. Liší se o 144,43 Kč na den a 45 062,16 Kč za rok ve prospěch naší trasy. Tato částka není zanedbatelná.

Při konzultacích s dispečery bylo také zjištěno, že okruhy jsou sice tvořeny i podle časových požadavků zákazníků, ale nikdy nelze vyhovět všem. Proto by se měla vzít v úvahu ekonomická stránka věci. Buď dojde k úpravě trasy právě na základě co nejnižší ujeté vzdálenosti, nebo budou do stávající trasy zařazeni stávající zákazníci z blízkých oblastí. Samozřejmě nesmí být vyloučena ta možnost, že obchodní zástupci získají v blízkém okolí této trasy nové odběratele. Poslední dvě možnosti musí brát v úvahu kapacitní možnosti vozidla.

Logistika měla své místo v této firmě už od jejích počátků v naší republice. I přesto je na základě této práce dokázáno, že je vždy co zlepšovat. Optimalizace dopravních tras je velmi důležitá a měla by mít své místo v každé firmě provozující jakýkoliv typ dopravy neohledně na její velikost či délku působení v daném odvětví.



## 7 Seznam použité literatury

- [1] BROŽOVÁ, Helena a Milan Houška. *Základní metody operační analýzy*. Praha: ČZU, 2008, 250 s. ISBN 978-80-213-0951-7.
- [2] EICHLER, Bohuslav a Karel Bukovský. *Lineární programování pro 3. ročník SEŠ. Hosp. výpočty pro 3. ročník stř.ekon. škol*. Praha : Státní pedagogické nakladatelství, 1973, 200 s.
- [3] KOSKOVÁ, Ivanka. *Distribuční úlohy I*. Praha: ČZU, 2010; 52 s. ISBN 978-80-213-1156-5
- [4] OUDOVÁ, Alena. *Logistika: základy logistiky*. Vyd. 1. Kralice na Hané: Computer Media, 2013, 104 s. ISBN 978-80-7402-149-7.
- [5] SVOBODA, Vladimír. *Dopravní logistika*. 1 vyd. Praha: ČVUT, 2004, 115 s. ISBN 80-01-02914-x.
- [6] ŠUBRT, Tomáš. *Ekonomicko-matematické metody*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2011, 351 s. ISBN 9788073803452.
- Elektronické zdroje:
- [7] GOOGLE. *Mapy Google*. [online]. [cit. 2015-02-10]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps/>
- [8] KREJČÍ, Igor, Petr Kučera a Hana Vydrová. *TSPKOSA – manuál CZ*. Praha, 2011
- [9] KUČERA, Petr. *Metodologie řešení okružního dopravního problému* [online]. Praha, 2009 [cit. 2015-01-25]. Disertační práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Dostupné z: [www.pef.czu.cz/cs/?dl=1&f=13035](http://www.pef.czu.cz/cs/?dl=1&f=13035)
- [10] PRAGUEBEST. O Nowaco. *Nowaco*. [online]. [cit. 2015-02-03]. Dostupné z: <http://www.nowaco.cz/o-nowaco.html>
- [11] ŠALAGA, Vladimír. Použitie Clark-wrightovej metódy v praxi. *Podniková ekonomika a manažment*, 2012.[online] roč. 2012, č. 2, 3-8 s. [cit. 2015-01-28]. ISSN: 1336 – 5878. Dostupné z: <http://ke.uniza.sk/assets/casopis/Cislo22012.pdf>

[12] VŠE CO STUDENT POTŘEBUJE VĚDĚT. *LOGISTIKA NEJEN PRO STUDENTY*.  
[online]. [cit. 2014-12-20]. Dostupné z: <http://logistika.studentske.cz/2009/06/lozne-operace.html>

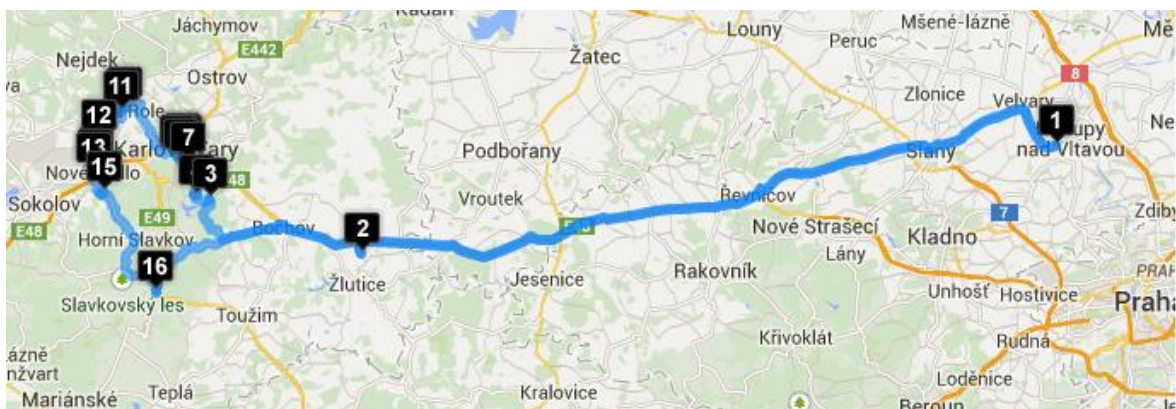
## 8 Přílohy

### Seznam příloh

Příloha 1: Část vozového parku firmy Bidvest .....	54
Příloha 2: Znázornění trasy č.1 na mapě - celá trasa ( <a href="https://www.google.cz/maps">https://www.google.cz/maps</a> ) .....	55
Příloha 3: Znázornění trasy č.1 na mapě – detail ( <a href="https://www.google.cz/maps">https://www.google.cz/maps</a> ).....	55
Příloha 4: Znázornění trasy č.2 na mapě - celá trasa ( <a href="https://www.google.cz/maps">https://www.google.cz/maps</a> ) .....	56
Příloha 5: Znázornění trasy č.2 na mapě – detail ( <a href="https://www.google.cz/maps">https://www.google.cz/maps</a> ).....	56
Příloha 6: Znázornění běžné trasy na mapě - celá trasa ( <a href="https://www.google.cz/maps">https://www.google.cz/maps</a> )..	57
Příloha 7: Znázornění běžné trasy na mapě – detail ( <a href="https://www.google.cz/maps">https://www.google.cz/maps</a> ) .....	57

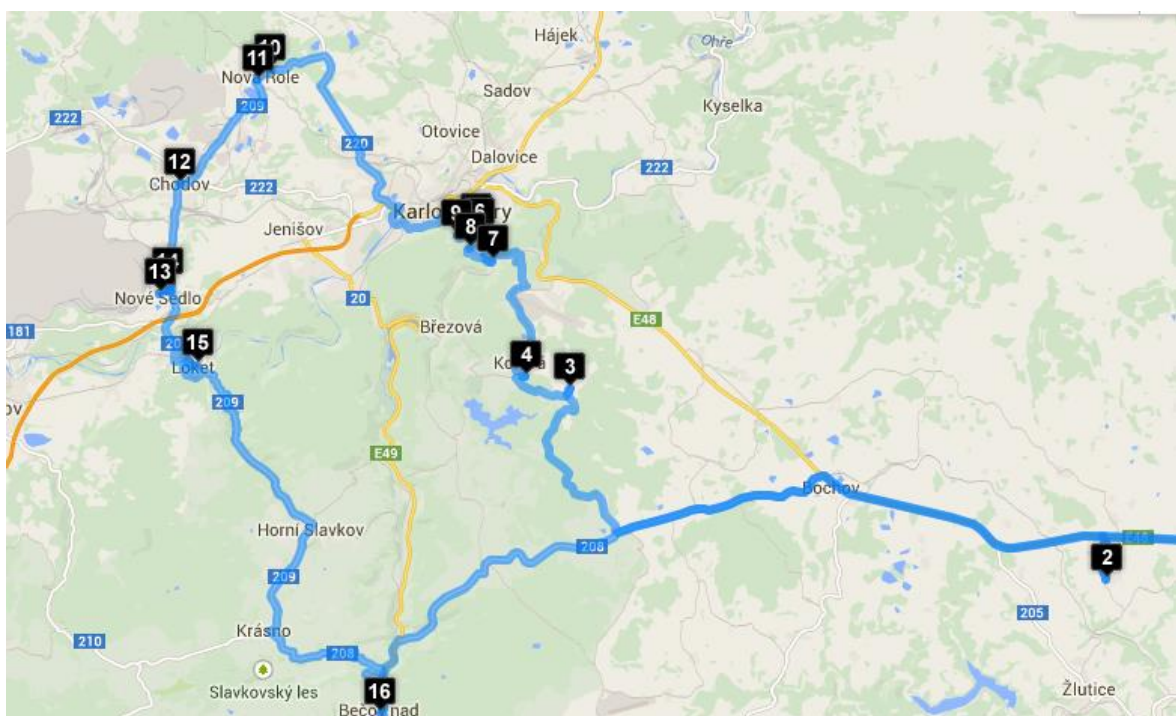


**Příloha 1: Část vozového parku firmy Bidvest**



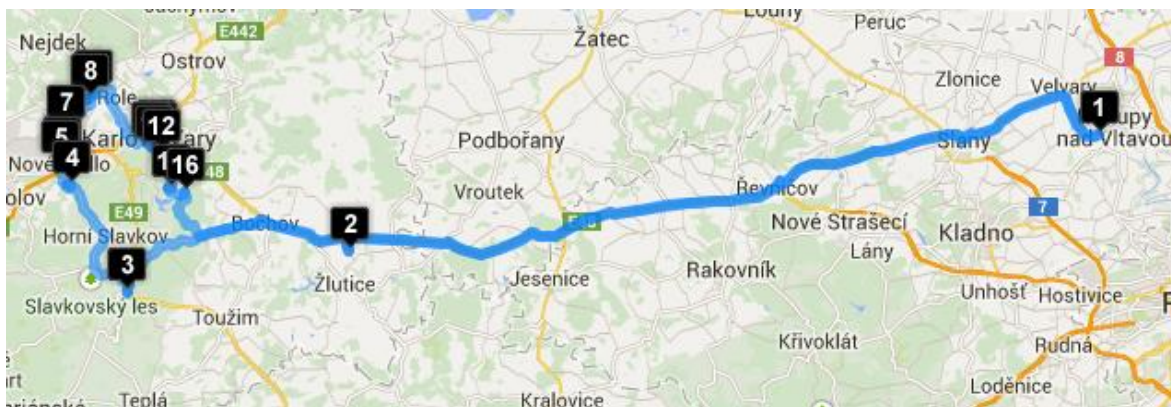
Příloha 2: Znázornění trasy č.1 na mapě - celá trasa

<https://www.google.cz/maps>



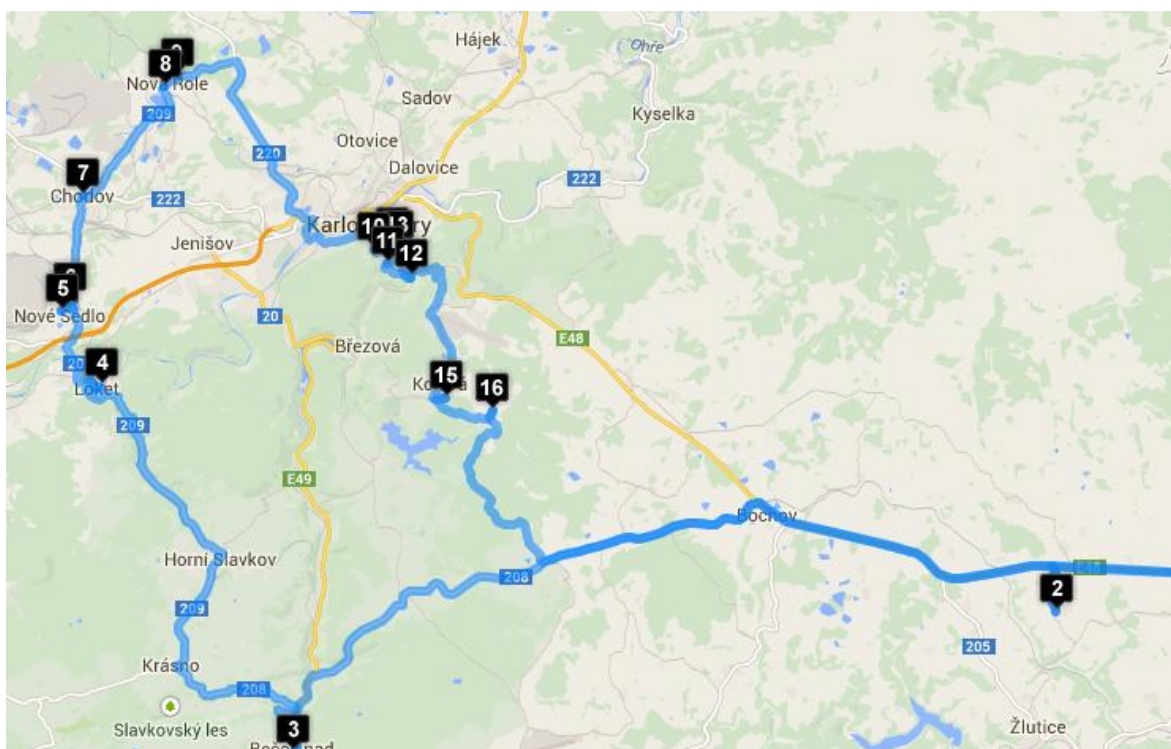
Příloha 3: Znázornění trasy č.1 na mapě – detail

<https://www.google.cz/maps>



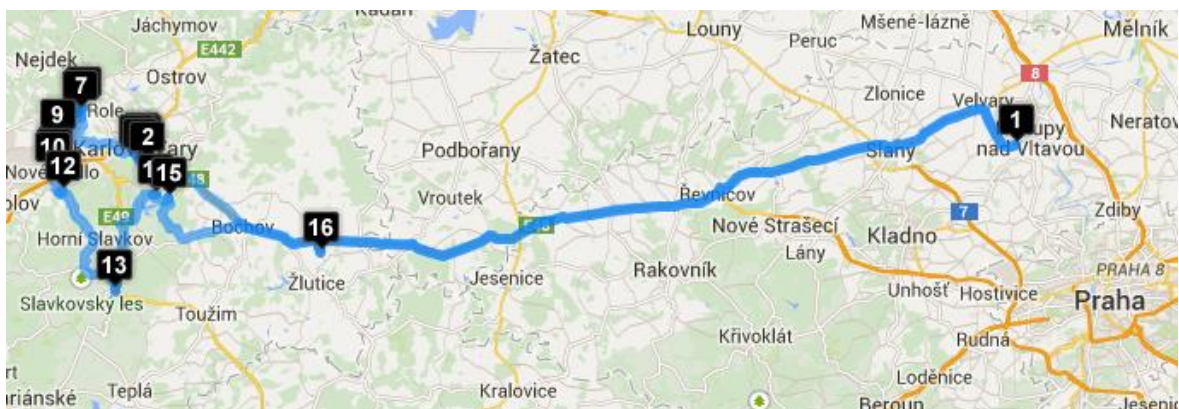
Příloha 4: Znárodnění trasy č.2 na mapě - celá trasa

<https://www.google.cz/maps>



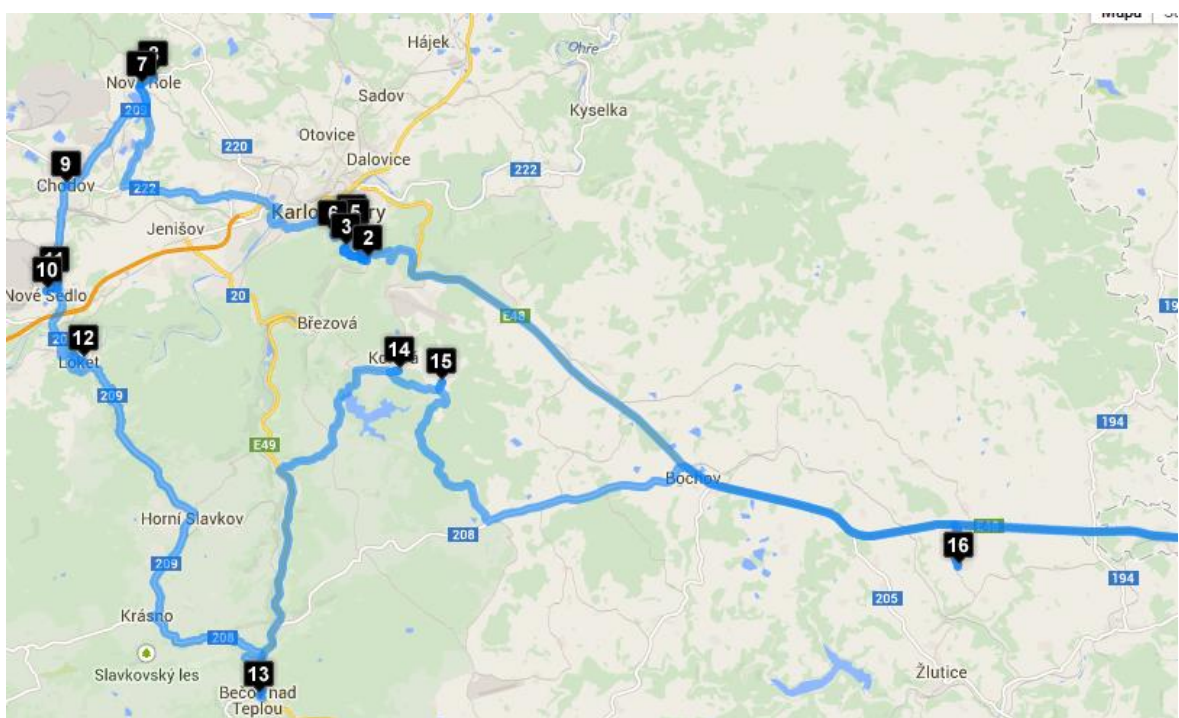
Příloha 5: Znárodnění trasy č.2 na mapě – detail

<https://www.google.cz/maps>



Příloha 6: Znázornění běžné trasy na mapě - celá trasa

<https://www.google.cz/maps>



Příloha 7: Znázornění běžné trasy na mapě – detail

<https://www.google.cz/maps>