

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra systémového inženýrství



Bakalářská práce

**Okružní dopravní problém ve společnosti Lorenc Logistic,
s.r.o.**

Michaela Černá

© 2023 ČZU v Praze

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Michaela Černá

Podnikání a administrativa

Název práce

Okružní dopravní problém ve společnosti Lorenc Logistic, s.r.o.

Název anglicky

Traveling salesman problem in company Lorenc Logistic, s.r.o.

Cíle práce

Bakalářská práce se zabývá optimalizací okružního dopravního problému u přepravní společnosti Lorenc Logistic, s.r.o.

Hlavním cílem práce je nalezení výhodného rozvržení jednotlivých okruhů, pomocí ekonomicko-matematických metod, které povede k redukci nákladů na přepravu.

Dílním cílem této práce je následná ekonomická interpretace nalezeného řešení a vyčíslení nových variabilních nákladů, s vypracováním reálného doporučení pro společnost Lorenc Logistic, s.r.o.

Metodika

Práce bude metodicky rozdělena do dvou hlavních částí. První část bude obsahovat teoretickou rešerši, ve které budou definovány důležité pojmy související s problematikou dopravy a dopravních úloh. Dále zde budou představeny vybrané metody zabývající se dopravními problémy a vzájemně porovnány jejich algoritmy, pomocí nichž se provádí výpočty.

Praktická část práce bude rozdělena metodicky do tří hlavních postupových kroků:

1. Fáze Intelligence: V první fázi této práce bude přiblížena přepravní společnost Lorenc Logistic, s.r.o. Budou zde vymezeny aktuální provozní náklady související s jejich přepravní službou a uvedeny jednotlivé dopravní okruhy včetně dosavadního rozvržení projektů uzlů. Dále zde budou představeny vybrané metody, pomocí nichž bude okružní dopravní problém řešen.

2. Fáze Design: Ve druhé fázi se práce zaměří na optimalizaci daného dopravního problému pomocí konkrétního výpočtu. Využita zde bude Mayerova metoda, pomocí níž budou jednotlivá stanoviště rozdělena do okruhů. Následně bude v programu TSPKOSA s využitím Metody nejbližšího souseda určeno přesné pořadí, v němž budou jednotlivé okruhy projížďeny.

3. Fáze Choice: V závěrečné fázi budou shrnuty výsledky předchozích výpočtů a budou zde představena nová, optimalizovaná řešení a jejich konkrétní využití v rámci ekonomické analýzy.



Doporučený rozsah práce

30-40 s.

Klíčová slova

Logistika, doprava, optimalizace, heuristika

Doporučené zdroje informací

JIRSÁK, P. – MERVART, M. – VINŠ, M. – PERNICA, P. *Logistika pro ekonomy – vstupní logistika*. Praha: Wolters Kluwer Česká republika, 2012. ISBN 978-80-7357-958-6.

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

SVOBODA, V. – LATÝN, P. – ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE. DOPRAVNÍ FAKULTA. *Logistika*. Praha: ČVUT, 2003. ISBN 80-01-02735-.

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

ZÍSKAL, J. – HAVLÍČEK, J. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. PROVOZNĚ EKONOMICKÁ FAKULTA. *Ekonomicko matematické metody I : studijní texty pro distanční studium*. Praha: ČZU PEF Praha ve vydavatelství Credit, 2001. ISBN 978-80-213-0761-2.

Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Roman Kvasnička, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra systémového inženýrství

Elektronicky schváleno dne 16. 11. 2022

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 24. 11. 2022

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 08. 03. 2023

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci **Okružní dopravní problém ve společnosti Lorenc Logistic, s.r.o.** 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 použitých zdrojů na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze 8. března 2023

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Romanovi Kvasničkovi, Ph. D, za veškeré cenné rady a zkušenosti, které mi poskytl. Všechny informace, které mi předal, mi velmi pomohly při psaní mé bakalářské práce.

Dále děkuji panu Patrikovi Stříškovi, vedoucímu pobočky Lorenc Logistic, s.r.o. ve Zdibech, za veškeré podklady a informace, které mi ohledně společnosti sdělil a poskytnul a za to, že mi dovolil nahlédnout do chodu společnosti, tak abych si osvojila logistiku i z praktického hlediska.

Okružní dopravní problém ve společnosti Lorenc Logistic, s.r.o.

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá optimalizací dopravního problému ve společnosti Lorenc Logistic, s.r.o., jejíž sídlo se nachází ve Zdibech. Jedná se o přepravní společnost, která své rozvážky realizuje v pravidelných okruzích. Pro účely práce byly využity údaje z okruhů pro Středočeský kraj.

V teoretické části jsou přiblíženy pojmy související s logistikou a jejich problematikou, následně v ní jsou taktéž uvedeny základní údaje o optimalizačních metodách, s nimiž je pracováno v druhé části bakalářské práce.

V praktické části je za pomoci Mayerovy metody a Metody nejbližšího souseda vypočítáno optimální řešení, které představuje minimalizaci celkového počtu najetých kilometrů v rámci jednotlivých okruhů. Údaje z tohoto optimalizovaného řešení jsou využity v ekonomické analýze, kde jsou vyčísleny nové náklady na dopravu pro společnost Lorenc Logistic, s.r.o.

Klíčová slova: Logistika, doprava, optimalizace, více okružní dopravní problém, Mayerova metoda, Metoda nejbližšího souseda, distribuční úlohy.

Traveling salesman problem in company Lorenc Logistic, s.r.o.

Abstract

Thesis deals with the optimalization of the traffic problem in the company Lorenc Logistic, s.r.o., with its headquarters in Zdiby. It is a transport company that makes its deliveries in regular circuits. For the purposes of this thesis will be used data from the Central Bohemian region.

In the theoretical part, will be used concepts related to the logistics terms and the main information about the optimalization methods, that will be also presented in this bachelor's thesis.

In the practical part, with using Mayer's method and the nearest neighbour method, the optimal solution will be calculated. This optimal solution will minimize the total number of kilometres travelled within individual circuits. This data will be entered into the economic analysis, where will be calculated the new transport costs for Lorenc Logistic, s.r.o.

Keywords: Logistic, transportation, optimalization, multicircle traffic problem, Mayer's method, The nearest neighbour method, distribution tasks.

Obsah

1 Úvod.....	11
2 Cíl práce a metodika	12
2.1 Cíl práce	12
2.2 Metodika	12
3 Teoretická část práce	13
3.1 Logistika.....	13
3.1.1 Definice logistiky	13
3.1.2 Cíle logistiky	13
3.1.3 Rozdělení logistiky	14
3.2 Doprava	15
3.2.1 Dopravce a přepravce	15
3.2.2 Druhy dopravy	16
3.3 Logistické technologie	17
3.3.1 Kanban	17
3.3.2 Just in Time.....	18
3.3.3 Hub and Spoke.....	18
3.4 Logistický řetězec	19
3.4.1 Optimalizace logistických řetězců	20
3.5 Lineární programování	20
3.5.1 Formulace modelů lineárního programování.....	20
3.6 Distribuční úlohy.....	21
3.6.1 Jednostupňová dopravní úloha.....	21
3.6.2 Přiřazovací dopravní problém.....	23
3.6.3 Okružní dopravní problém	23
3.6.4 Více okruhový dopravní problém	24
3.7 Vybrané metody k řešení dopravních problémů	24
3.7.1 Mayerova metoda	24
3.7.2 Metoda nejbližšího souseda	25
3.7.3 TSPKOSA.....	26
4 Praktická část práce.....	27
4.1 Definice problému.....	27
4.2 Lorenc Logistic, s.r.o.	27
4.3 Výchozí řešení.....	28
4.3.1 Původní trasy	28
4.3.2 Původní rozdělení tras – graficky	29
4.3.3 Matice vzdáleností	31

4.4	Optimalizované řešení.....	32
4.4.1	Mayerova metoda	33
4.4.2	Metoda nejbližšího souseda	39
4.5	Ekonomická analýza pohonných hmot	47
4.5.1	Vstupní informace.....	47
4.5.2	Optimalizované náklady na PHM.....	48
4.5.3	Shrnutí výpočtů.....	49
5	Zhodnocení výsledků	51
5.1	Řešení vzdáleností.....	51
5.1.1	První okruh	51
5.1.2	Druhý okruh.....	51
5.1.3	Třetí okruh	51
5.1.4	Čtvrtý okruh.....	52
5.2	Řešení nákladů	52
5.2.1	První okruh	53
5.2.2	Druhý okruh.....	53
5.2.3	Třetí okruh	53
5.2.4	Čtvrtý okruh.....	53
5.3	Shrnutí a doporučení	54
6	Závěr.....	55
7	Seznam použitých zdrojů	56
7.1	Použitá literatura	56
7.2	Internetové zdroje.....	58
8	Seznamy a přílohy	59
8.1	Seznam obrázků	59
8.2	Seznam tabulek	60
8.3	Seznam grafů.....	60
8.4	Seznam zkratk	60
8.5	Seznam příloh.....	61
8.6	Přílohy	62

1 Úvod

V bakalářské práci je přiblížena základní terminologie z oblasti logistiky a zároveň vysvětlen patřičný rozdíl mezi pojmem logistika a samotná doprava, které bývají lidmi často zaměňovány a chybně užívány jako synonyma. Logistika je totiž mnohem širší pojem. Zahrnuje řadu procesů, které je v rámci logistických řetězců nezbytné uskutečňovat. Lidé se s ní setkávají denně, např. když jdou do obchodu pro potraviny. Každý produkt, který si koncový zákazník kupuje, musel předem projít logistickým řetězcem. S neustálým rozvojem a posunem doby je důležité, aby se vše zrychlovalo a jinak tomu není ani v rámci logistiky. Je žádoucí, aby se produkty dostávaly ke svým koncovým zákazníkům, co nejrychleji. Rychlost se dá pak ovlivnit řadou způsobů, ovšem je důležité brát v úvahu i výši nákladů. Například při nabrání nových zaměstnanců, by se sice zvýšila celková produktivita práce a produkty by byly rychleji expedovány ke koncovým zákazníkům, což je jistě žádoucí, nicméně pro společnost, která zajišťuje dopravní služby, by to znamenalo zvýšení mzdových nákladů. Logistika tak jako každé jiné odvětví usiluje o minimalizaci nákladů, neboť jí to přináší vyšší zisk. V praxi je možné proto využít například dopravní, respektive distribuční úlohy, které se snaží optimalizovat jeden z procesů logistiky, konkrétně dopravu. Jejich cílem je zkrátit dobu dopravy, aniž by muselo dojít ke zvýšení nákladů. Existuje řada distribučních úloh, které se od sebe liší jak svými výpočty, tak možnostmi užití v praxi. Pro účely této práce byly zvoleny Metoda nejbližšího souseda a Mayerova metoda. V praktické části se vybrané metody užívají k optimalizaci dopravních cest u přepravní společnosti Lorenc Logistic, s.r.o., na nichž byly aplikovány jejich algoritmy. S využitím daných algoritmů se v závěru práce dochází k optimalizovanému řešení, které pro společnost představuje minimalizaci nákladů na dopravu. V důsledku to tak může vést ke zvýšení zisku, což je jedním z hlavních cílů pro veškeré společnosti bez ohledu na jejich zaměření.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Bakalářská práce se zabývá optimalizací více násobného dopravního okruhu u přepravní společnosti Lorenc Logistic, s.r.o.

Jejím hlavním cílem je nalezení vhodnějšího rozvržení jednotlivých okruhů, pomocí ekonomicko-matematických metod, které povede ke snížení počtu najetých kilometrů.

Dílčím cílem práce je následná ekonomická interpretace optimalizovaného řešení a vyčíslení nových nákladů na pohonné hmoty, včetně doporučení pro společnost Lorenc Logistic, s.r.o.

2.2 Metodika

Práce je metodicky rozdělena do dvou hlavních částí. První část obsahuje teoretickou rešerši, ve které jsou definovány důležité pojmy související s problematikou logistiky, dopravy a dopravních úloh. Dále zde jsou představeny vybrané metody zabývající se dopravními problémy a popsány jejich algoritmy, pomocí nichž se provádí výpočty, které jsou zároveň součástí praktické části práce.

Praktická část práce je metodicky rozdělena do tří hlavních postupových kroků:

V první fázi práce je přiblížena přepravní společnost Lorenc Logistic, s.r.o. Jsou v ní vymezeny dopravní okruhy, včetně pořadí projetí uzlů, které společnost realizuje.

Ve druhé fázi se práce zaměřuje na optimalizaci dopravních okruhů pomocí konkrétních výpočtů. Je zde využita Mayerova metoda, s jejímž výpočetním algoritmem jsou jednotlivá stanoviště rozdělena do okruhů. Následně je v programu TSPKOSA s využitím Metody nejbližšího souseda určeno přesné pořadí, v němž jsou jednotlivé okruhy projížděny.

V závěrečné fázi jsou shrnuty výsledky předchozích výpočtů a zároveň představena nová, optimalizovaná řešení, včetně jejich závěrečné interpretace.

3 Teoretická část práce

3.1 Logistika

3.1.1 Definice logistiky

Pojem logistika lze definovat několika možnými způsoby, nicméně v nejužším slova smyslu ho je možno chápat jako souhrn činností, které jsou zaměřeny k získání materiálu z primárních zdrojů včetně veškerých mezi postupů před dodáním produktu konečnému uživateli. Skládá se z dopravy, manipulace, skladování, balení a veškerých informačních a řídicích procesů (Svoboda a Latýn, 2003).

Do řídicích procesů logistiky vstupují veškeré fáze procesu řízení od vstupního plánování, přes řízení a uskutečňování veškerých informačních a zbožových toků podniku až po samotnou kontrolu (Jirsák, Mervart a Vinš, 2012).

3.1.2 Cíle logistiky

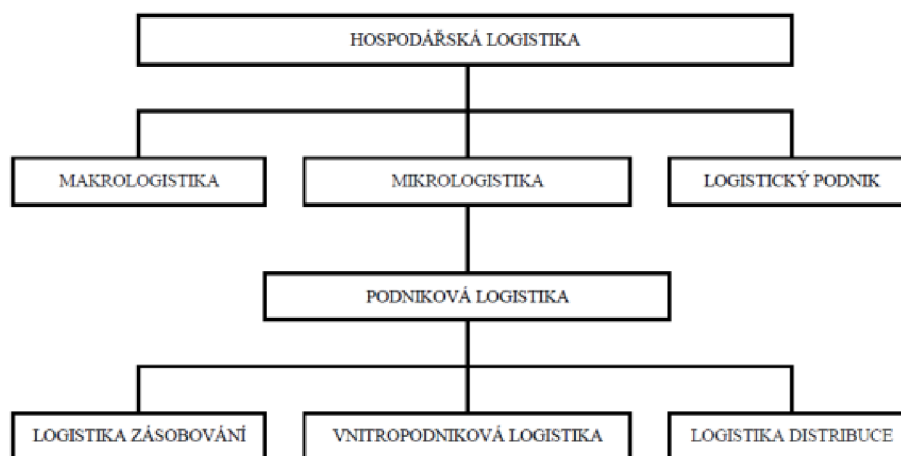
Základní cíle logistiky lze obecně rozdělit do dvou skupin, jimiž jsou *prioritní* a *sekundární* cíle.

Do **prioritních cílů logistiky** se řadí výkonové a vnější cíle, které představují optimální uspokojování potřeb zákazníků. Zákazníci jsou konečným článkem v logistickém řetězci. Jejich požadavky jsou pro dodavatele klíčové a úkolem logistického podniku je plnit tyto požadavky. Vnější logistické cíle jsou tedy zaměřeny na uspokojení zákaznických potřeb, s čímž souvisí například zvyšování objemu prodeje, zkrácení dodací lhůty, zlepšení spolehlivosti a úplnosti dodávek, či flexibilita logistických služeb. Výkonové cíle oproti tomu usilují o zachování požadované úrovně služeb, tzn. aby bylo správné zboží, v požadované kvalitě a množství, ve správný čas na správném místě (Sixta a Mačát, 2010).

Skupinu **sekundárních cílů logistiky** představují vnitřní a ekonomické cíle. Vnitřní cíle jsou orientovány na minimalizaci nákladů např. na zásoby, dopravu, manipulaci a skladování, výrobu aj., za předpokladu dodržení vnějších cílů. Ekonomické cíle jsou určeny k zabezpečení výkonových služeb s využitím přiměřených nákladů. Jejich výše představuje maximální zákazníkem akceptovatelnou cenovou úroveň, kterou je stále ochoten zaplatit za dané logistické služby, při patřičné kvalitě (Sixta a Mačát, 2010).

3.1.3 Rozdělení logistiky

- *Podle šíře zaměření na studium materiálových toků*



Obrázek 1: Rozdělení logistiky

(Zdroj: Sixta a Mačát, 2005)

Z následujícího schématu vyplývá, že se logistika rozděluje, dle sféry působnosti, do tří skupin na: *makrologistiku, mikrologistiku a logistický podnik*.

Makrologistika se zaměřuje na aspekty logistiky z globálního pohledu. Oproti tomu mikrologistika se zabývá problematikou logistických řetězců uvnitř podniku. Dělí se dále na podnikovou logistiku, která se skládá z logistiky zásobování, vnitropodnikové logistiky a logistiky distribuce. Logistický podnik, ve starší literatuře též označován jako metalogistika, se zabývá propojením mezi dodavatelem a odběratelem (Polášková, 2010).

Logistický podnik

Logistickým podnikem se rozumí poskytovatelé logistických služeb, jimiž bývají specializované firmy zapojené do zásobovacích či distribučních částí řetězců. Zajišťují přepravu, třídění, kompletaci ale i například přebírání odpovědnosti za logistické uspokojení potřeb svých zákazníků (Sixta a Mačát, 2010).

Logistické služby bývají realizovány ve dvou fázích, a to buď ze strany zásobování, nebo ze strany odbytu (Sixta a Mačát, 2010).

V případě fáze *zásobování výrobce* se jedná o přepravu základního či pomocného materiálu, surovin, polotovarů a výrobků od jednotlivých dodavatelů. Dále o příjem dodávek a jejich následné uskladnění a konečný výdej (Sixta a Mačát, 2010).

V případě fáze *odbytu* neboli *distribuce*, poskytuje logistický podnik služby v podobě vstupní kontroly, kompletace a balení, uskladnění, expedice a přepravy hotových výrobků (Sixta a Mačát, 2010).

- **Podle hospodářsko-organizačního místa uplatnění**

Logistiku je možné rozdělit i na logistiku *výrobní*, *obchodní* a *dopravní*. Výrobní logistika neboli průmyslová, též podniková, se zabývá nákupem materiálu, polotovarů a výrobků. Následně řídí tok materiálu v rámci podniku a rozděljuje dodávky jednotlivých výrobků koncovým zákazníkům (Polášková, 2010).

Oproti tomu obchodní logistika se zaměřuje přímo na pohyb jednotlivých výrobků až k zákazníkovi. A dopravní logistika se zabývá samotnou dopravou (Polášková, 2010).

3.2 Doprava

Hlavním cílem dopravy je utváření optimálních dopravních cest, které s využitím optimálních dopravních prostředků povedou k její maximální efektivnosti za předpokladu minimálních nákladů (Bakešová a Křest'an, 2008).

Doprava, jakožto součást logistického procesu, slouží k fyzickému přemístění produktu z výrobního místa, po dopravní cestě, do místa jeho určení. Následné přemíst'ování se odehrává v základních fázích procesu dopravy, které *Šulgan (2008)* vymezil na dopravu ve sféře výroby, oběhu a spotřeby (Wilczková a Vlček, 2011).

Doprava ve *sféře výroby* představuje uspokojení potřeb souvisejících s technologií výroby, dělby činností, kooperací a specializací výroby v rámci jednotlivých výrobních fázích až k výsledné tvorbě finálního produktu (Wilczková a Vlček, 2011).

Ve *sféře oběhu* doprava vymezuje realizaci pohybu toku daného produktu v koncových oblastech logistického procesu (Wilczková a Vlček, 2011).

Úloha dopravy ve *sféře spotřeby* se následně zaobírá uspokojením potřeb, které vznikly v důsledku změn souvisejících s dodáním produktu ze strany koncového zákazníka (Wilczková a Vlček, 2011).

3.2.1 Dopravce a přepravce

S pojmem dopravy úzce souvisí i přeprava, která představuje její výsledek. Rozlišují se zde pojmy dopravce a přepravce. Dopravcem se rozumí provozovatel dopravy či dopravních prostředků. Jedná se o právnickou či fyzickou osobu, která má oprávnění k přepravní službě a jejím cílem je uspokojení přepravní potřeby ze strany přepravce. Přepravcem se oproti tomu rozumí zákazník dopravce, který je buď odesílatelem nebo příjemcem zásilky (Novák, 2018).

3.2.2 Druhy dopravy

Dopravní logistika je realizována řadou druhů dopravních prostředků. Rozlišujeme tedy dopravu: *silniční, kolejovou, lodní, leteckou, kombinovanou a potrubní* (Bakešová a Křest'an, 2008).

- *Silniční doprava*

Silniční doprava představuje souhrn veškerých činností zajišťujících přepravu osob, zvířat a věcí po pozemních komunikacích motorovými vozidly či samotné přemísťování motorových vozidel, tj. bez nákladu. Za silniční dopravu je považována pouze doprava, která je uskutečňována v rámci podnikání, nerozumí se jí tedy soukromé přepravování fyzických osob, které není prováděno za úplatu (Dundr, 2018).

Rozlišujeme ji na nákladní a osobní dopravu. V rámci nákladní dopravy je předmětem podnikání přeprava nákladu (věcí, zvířat). U osobní dopravy dochází k přepravování osob (Dundr, 2018).

- *Kolejová doprava*

Kolejová doprava představuje druh drážní dopravy, která zahrnuje železniční, tramvajovou a pozemní lanovou dopravu. Železniční doprava se skládá z železniční sítě, která je souhrnem veškerých železničních dopravních cest. Je založena na systému tzv. koridorů a ostatních lokálních sítí. V České republice existují čtyři tranzitní koridory, pomocí nichž je železniční doprava napříč územím realizována (Škapa, 2007) a (Bakešová a Křest'an, 2008).

- *Lodní doprava*

Lodní dopravou se rozumí doprava, která je zajišťována plavbou po vodních tocích. Rozlišuje se zde vnitrostátní neboli říční doprava, která je realizována v rámci konkrétního státu plavbou po vodních tocích, jimiž jsou řeky, jezera, či kanály. Dále existuje i námořní doprava, která se soustřeďuje na dopravu mezi jednotlivými státy skrze moře, oceány a průplavy (Bakešová a Křest'an, 2008).

- *Letecká doprava*

Nejmladší z výše zmíněných druhů dopravy je letecká doprava. Přesto, že je nejmladší, je v jejím rámci zaznamenán nejprudší rozvoj. Jedná se totiž o nejrychlejší a zároveň o nejbezpečnější druh dopravy. Její cesty nebývají uskutečňovány v dopravních cestách, ale letových koridorech neboli drahách (Křivda, 2007).

- *Kombinovaná doprava*

Jedná se o druh dopravy, kdy je přeprava tzv. intermodální, což znamená, že bývá přemísťovaná ucelená přepravní jednotka dvěma a více dopravními prostředky. V Evropě bývá zpravidla větší část přepravy uskutečněna skrze železniční či lodní dopravu a následně zbylá část bývá realizována pomocí silniční dopravy (Janoš, 2016).

- *Potrubní doprava*

Potrubní doprava představuje druh doplňkové dopravy, která je využívána k přepravě hromadných komodit jako jsou například plyn či kapaliny. Její výhody spočívají ve vysoké spolehlivosti a nízké nákladovosti na samotnou přepravu, zároveň je šetrná k životnímu prostředí. (Tvrdoň a Bazala, 2017).

3.3 Logistické technologie

K uskutečnění logistických služeb koncovým zákazníkům bývá využíváno dílčích ustálených procesů neboli logistických technologií. V dnešní době jich existuje velké množství a mezi ty nejznámější z nich bývají dle Sixty a Mačáta (2010) řazeny například:

3.3.1 Kanban

Neboli bezzásobová technologie, je logistická technologie, která byla vynalezena společností Toyota Motors v 60. letech minulého století a následně se rozvinula do celého světa. Její princip spočívá ve funkci samořídících regulačních okruhů, kdy jsou dodavatelé a odběratelé propojeni na základě tažného principu¹. Nejsou zde vytvářeny žádné zásoby. Dodavatelé jsou povinni dodržet kvalitu přepravovaného produktu a odběratelé ho následně převzít (Sixta a Mačát, 2010).

K zaznamenání jednotlivých požadavků bývají užívány kartičky, jejichž název, Kanban, pochází z japonštiny. V praxi to funguje tak, že odběratelé zašlou svým dodavatelům dopravní prostředek s Kanban kartičkou. V tomto okamžiku, dodavatel začíná s výrobou objednávky pro svého odběratele. Výsledný produkt, je následně naložen do dopravního prostředku, který byl k dodavateli vyslán a je zpět odeslán ke koncovému odběrateli

Aby bylo využití metody Kanban, co nejvíce efektivní, je potřeba aby byla zachována výborná spolupráce poskytovatelů dopravních služeb (Drahotský a Řezníček, 2003).

¹ Hopp a Spearman ve svém článku „To Pull or Not to Pull“ definují tažný princip neboli pull princip jako výrobní systém, kdy bývá omezováno množství výrobku uvnitř podniku.

3.3.2 Just in Time

Patrně nejznámější logistickou technologií, která vznikla v 80. letech ve Spojených státech amerických a taktéž v Japonsku je metoda Just in Time (v překladu „právě včas“), dále jen JIT. Technologie JIT bývá chápána jako jakási filozofie, která směřuje k neustálému zlepšování výrobního procesu, a tak usiluje o minimalizaci ztrát (Sixta a Mačát, 2010) a (Jirsák, Mervart a Vinš, 2012).

JIT bývá využívána například v automobilovém či potravinářském průmyslu. Její hlavní myšlenka spočívá v eliminaci plýtvání zásob a využití času (Drahotský a Řezníček, 2003).

Dodavatelé, využívající technologii JIT, využívají dvou různých strategií k realizaci výroby a dodávek. Jedná se o **strategie synchronizační** a **emancipační**. Při využití *synchronizační strategie* dodavatel vyrábí a následně ihned odesílá přesně požadované množství, v předem stanovené frekvenci. S využitím této strategie se dodavateli sice snižují náklady na skladování, ovšem zvyšují se mu náklady na výrobu menších dávek a na přepravu dodávek. Rozhodne-li se dodavatel pro *emancipační strategii*, začne vyrábět několik dávek současně, s nižšími výrobními náklady. Tyto dávky následně uskladní ve vlastních skladech a odesílá je odběratelům postupně, v požadovaných dávkách. Pro dodavatele to tak znamená, že se jeho výrobní náklady sníží, bude se flexibilně přizpůsobovat výkyvům spotřeby u odběratele, ovšem zvýší se jeho náklady na skladování (Sixta a Mačát, 2010).

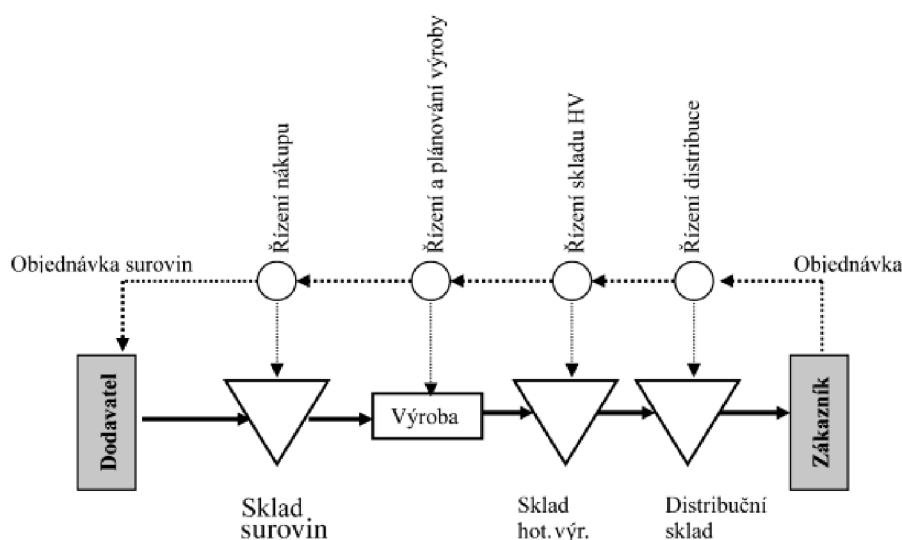
3.3.3 Hub and Spoke

Při využití logistické technologie Hub and Spoke, se konsolidují (sdružují) menší zásilky do větších celků. Tyto zásilky jsou následně přepravovány a poté opět de-konsolidovány. Rozvozy na menší vzdálenosti bývají zpravidla uskutečňovány menšími nákladními automobily. Oproti tomu dálková přeprava bývá realizována železniční, kamionovou či leteckou dopravou. Velmi často jsou při přepravě využívány kontejnery, které slouží i jako dočasná skladovací místa před de-konsolidací zásilek. Dodavatelé využívající technologii Hub and Spoke dosahují nižších nákladů na dopravu, působí ekologičtěji na životní prostředí a odlehčují zatíženosti dopravních komunikací. Nevýhodou technologie Hub and Spoke, oproti Kanban či JIT, je ovšem počáteční investiční náročnost. (Sixta a Mačát, 2010).

3.4 Logistický řetězec

Logistický řetězec představuje zcela nejdůležitější pojem samotné logistiky. Jedná se o dynamické propojení trhu spotřeby s trhy, na které vstupují suroviny, materiál a díly v hmotném či nehmotném stavu. Jsou zde určité pasivní prvky jako jsou již zmíněné suroviny, materiál či například nedokončená výroba. Mimo toho také prvky aktivní, které představují prostředky, pomocí nichž dochází k realizaci a využití pasivních prvků. Jedná se tedy v první řadě o fyzické činnosti, jimž jsou například manipulace, přeprava, skladování či balení a dále také různorodá technická zařízení, pomocí nichž lidé pracují s pasivními prvky (Polák, Pavliska a Slíva, 2001).

Logistický řetězec se skládá z různých článků, jimiž mohou být závody, dílny, pracovní linky, sklady, komunikace, velkoobchodní a maloobchodní prodejny a řada dalšího (Polák, Pavliska a Slíva, 2001).



Obrázek 2: Logistický řetězec

(Zdroj: Tvrdoň a Bazala, 2019)

Na výše vyobrazeném schématu je nastíněno, jak logistický řetězec vypadá. Míjí se zde materiálový a informační tok. Materiálový tok postupuje od dodavatele surovin, přes výrobu, distribuční sklad až po konečného zákazníka. Oproti tomu informační tok začíná u zákazníka, který provádí svoji objednávku. Zákaznická objednávka následně končí realizací materiálového toku z distribučního centra přímo k zákazníkovi. Čas, který je potřebný pro uskutečnění tohoto logistického cyklu, se nazývá reakční doba na požadavek zákazníka. Je žádoucí, aby tato doba byla co nejkratší (Tvrdoň a Bazala, 2019).

3.4.1 Optimalizace logistických řetězců

S rozvojem logistiky, začaly vznikat i speciální metody, které se zaměřovaly na optimalizaci logistických činností z hlediska vynaložených nákladů a spotřebovaného času. Zjistilo se, že pro patřičné výpočty nelze užívat pouze jednoho kritéria, a tak se rozvinula **vícekritériální analýza**, která se současně zaměřovala na kritéria jako jsou náklady, čas, či výkonnost technických prostředků a zařízení (Svoboda, 2004).

3.5 Lineární programování

Význam slovního spojení lineární programování souvisí s americkým armádním dialektem, kdy byl slovem *programování* označován plán či rozvrh dané činnosti. Přívlastek *lineární* pak naznačuje, že se jedná o plány, pro které platí lineární podmínky, tedy že se jejich kvalita poměruje lineární funkcí (Matoušek a Gärtner, 2007).

3.5.1 Formulace modelů lineárního programování

Modely lineárního programování bývají užívány zpravidla v situacích, v nichž lze realizovat větší množství činností v rozličných kombinacích. Je tedy potřeba určení stanoviska, s jehož využitím dojde k optimalizaci daných kombinací. Tyto kombinace bývají navíc limitovány existencí omezujících podmínek (Šubrt, 2011).

V lineárním programování se uvažují následující prvky. *Proměnné*, označovány nejčastěji písmenem \mathbf{x} , které slouží k popsání základních procesů. Dále *omezující podmínky*, označované například jako $\mathbf{Ax} \leq \mathbf{b}$ (ovšem mohou zde být uvedena i matematická znaménka: $>$, \geq , \leq). Písmeno \mathbf{A} označuje koeficienty v matici a \mathbf{b} slouží k určení vektoru pravých stran neboli daného limitu či kritéria. Mimo jiné jsou v lineárním programování užívány i *účelové funkce* označované $\mathbf{c}^T \cdot \mathbf{x}$. Vektorem \mathbf{c} bývají označovány cenové koeficienty. Poslední nedílnou součástí modelu lineárního programování jsou *podmínky nezápornosti* (Šubrt, 2011).

3.6 Distribuční úlohy

Jedná se o speciální skupinu úloh lineárního programování. Zpravidla se mezi ně řadí problémy jednostupňové, vícestupňové, přiřazovací, okružní a řada dalších (Získal a Havlíček, 2009).

3.6.1 Jednostupňová dopravní úloha

Funkce jednostupňové dopravní úlohy spočívá v rozvržení přepravy stejnorodého produktu mezi dodavatelem a spotřebitelem. Během přepravy bývá usilováno o co nejnižší náklady (Získal a Havlíček, 2009).

Formulace dopravní úlohy

V rámci jednostupňové dopravní úlohy bývá předem definováno určité množství dodavatelů označovaných D_1, D_2, \dots, D_m a určité množství spotřebitelů, které je označováno S_1, S_2, \dots, S_n . Veškerí dodavatelé jsou limitováni svými kapacitami a_1, a_2, \dots, a_m , oproti tomu spotřebitelé mají své požadavky b_1, b_2, \dots, b_n , kterým musí jednotliví dodavatelé dostát. Při tom je cena, označována písmenem c , přepravy mezi dodavatelem D_i a spotřebitelem S_j rovna c_{ij} (Šubrt, 2011).

V praktickém využití těchto modelů bývá ovšem cena c nahrazována vzdáleností mezi dodavatelem a spotřebitelem. Jak již bylo zmíněno, úkolem této úlohy je následné stanovení minimální vzdálenosti (Šubrt, 2011).

Matematicky (Šubrt, 2011) lze následující formulaci zapsat takto:

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

Omezující podmínky:

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

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

$$x_{ij} \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n). \quad (4)$$

Řešení dopravní úlohy

Řešení dopravní úlohy lze provést dvěma způsoby.

Dopravní tabulka

Výše zmíněné prvky bývají podle Šubrt (2011) vyobrazeny v tzv. dopravní tabulce. Jsou v ní nejen zaneseny veškeré informace ohledně dopravního systému, ale slouží i k následnému výpočtu dopravní úlohy.

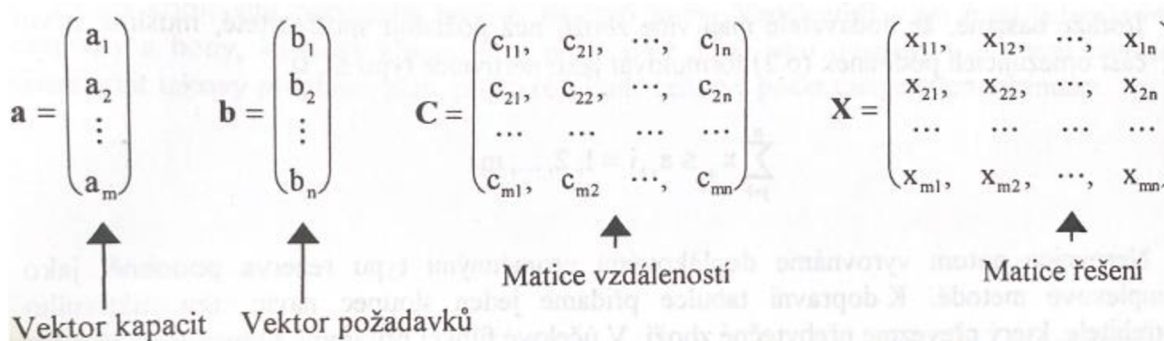
Tabulka 1: Dopravní tabulka

Dodavatelé	Spotřebitelé				Kapacity dodavatelů a_i
	S1	S2	...	Sn	
D1	c_{11} x_{11}	c_{12} x_{12}	...	c_{1n} x_{1n}	a_1
D2	c_{21} x_{21}	c_{22} x_{22}	...	c_{2n} x_{2n}	a_2
...		
Dm	c_{m1} x_{m1}	c_{m2} x_{m2}	...	c_{mn} x_{mn}	a_m
Požadavky spotřebitelů b_j	b_1	b_2	...	b_n	$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$

(Zpracováno v MS Excel, zdroj: Šubrt, 2011)

Vektory a maticemi v dopravní úloze

Poznámky, které byly uvedeny v dopravní tabulce, se dají následně zapsat i do podoby vektorů a matic. Oproti modelům, které se řeší simplexovou metodou, mají dva indexy. Index u x_{ij} slouží k určení dodavatele, druhý index udává číslo spotřebitele (Získal a Havlíček, 2009).



Obrázek 3: Vektory a matice v dopravní úloze

(Zdroj: Získal a Havlíček, 2009)

3.6.2 Přiřazovací dopravní problém

Přiřazovací metoda spočívá v přiřazení daných prvků ke stejnému počtu jiných prvků, takovým způsobem, který povede k optimálnímu řešení. Optimálním řešením se rozumí například minimalizace celkových nákladů či naopak maximalizace výkonu (Šubrt, 2011).

K řešení těchto problémů se využívá nejčastěji **Mad'arská metoda**. Její algoritmus je založen v prvé řadě na redukci matice sazeb, což znamená, že se v každém řádku musí odečíst nejmenší sazba. To samé se provede i ve sloupcích. Po tomto kroku dochází k výběru množiny nezávislých nul a kontrole jejich správnosti. Následuje test optimality, pro nějž platí, že pokud bylo vybráno n nezávislých nul, toto řešení je optimální. Pokud tomu tak není, je zapotřebí pokračovat sekundární redukcí matice sazeb (Šubrt, 2011).

3.6.3 Okružní dopravní problém

Úlohy zabývající se okružními dopravními problémy lze rozdělit do tří základních skupin, a to na problémy z hlediska: *stanovení tras*, *časového rozvrhování* a *kombinované problémy* (Brázdová, 1997).

- *Problémy stanovení tras*

V případě problémů stanovení tras se dá říci, že jejich princip spočívá v minimalizaci vzdálenosti trasy, tak aby v tomto důsledku došlo i k minimalizaci nákladové funkce, tzv. snížil se např. počet najetých kilometrů, či celkový čas projetí trasy. Zároveň musí být dodrženy veškeré omezující podmínky (Brázdová, 1997).

- *Problémy časového rozvrhování*

Tyto problémy se dají následně dle Brázdové (1997) ještě rozlišovat na problémy časového rozvrhování: *vozidel*, *posádek* či na *kombinaci* již zmíněných problémů.

Problémy časového rozvrhování vozidel pracují se vstupní informací, již je seznam obsluhovaných míst, včetně uvedeného času začátku a konci plnění následných požadavků. Úkol této funkce spočívá v sestavení sítě neboli přípustných spojení, též označovaných pojmem hrany. Účelová funkce v tomto případě usiluje o minimalizaci celkového času na projetí dané trasy (Brázdová, 1997).

Oproti tomu **úloha časového rozvrhování posádek** se zabývá časovým rozpisem pracovníků v rámci jednoho pracoviště. Usiluje o zachování veškerých omezujících podmínek, jako jsou délka pracovní doby či přestávky, za současné minimalizace nákladů na odměny pracovníků (Brázdová, 1997).

Úloha časového rozvrhování vozidel a posádek je kombinací předchozích problémů. V tomto případě je cílem nalézt kombinaci směn, při níž budou splněny veškeré požadavky na projetí stanovišť a zároveň zůstanou zachovány veškeré omezující podmínky ze strany zaměstnanců. Tato úloha se vyskytuje například při řešení dopravních problémů městské hromadné dopravy (Brázdová, 1997).

- *Kombinované problémy*

Při řešení kombinovaného problému je nutno počítat s požadavky prostorovými a časovými současně (Brázdová, 1997).

3.6.4 Více okruhový dopravní problém

V praktickém užití se dodavatelé velmi často potýkají s kapacitními omezeními. Z toho důvodu vznikly metody, které se danou problematikou zabývají. Předpokládají, že existuje n míst, které se též označují uzly, z nichž jedno je centrálním místem, respektive uzlem. Existují zde kapacitní požadavky platící pro veškeré uzly s výjimkou centrálního uzlu. Zároveň také platí kapacitní omezení pro tvorbu okruhů. Sazby ve vybraných úlohách představují nejčastěji vzdálenost mezi jednotlivými uzly. Cílem úloh, zabývajících se problematikou více okružní dopravy, je rozdělení veškerých uzlů do jednotlivých okruhů, tak aby nebylo překročeno kapacitní omezení, byly projety veškeré uzly, které se rozdělily do jednotlivých okruhů a vše bylo realizováno s využitím minimálních nákladů (Šubrt, 2011).

3.7 Vybrané metody k řešení dopravních problémů

Metody, jejichž výpočetní algoritmy jsou následně využity v praktické části jsou:

3.7.1 Mayerova metoda

Mayerova metoda spadá do řešení problematiky více okružních dopravních problémů. K jejímu výpočtu je třeba mít vstupní matici, v níž jsou seřazena jednotlivá stanoviště podle vzdálenosti od místa centrálního svozu. Dále zde musí být vymezeny požadavky jednotlivých míst (Šubrt, 2011).

Tato metoda neslouží k určení přesného projetí jednotlivých tras v rámci okruhu. Zobrazuje pouze stanoviště, která budou v daném okruhu zahrnuta. Proto se následně v praxi využívají metody pro jedno okružní dopravní problém, které přesné pořadí určí (Šubrt, 2011).

Postup výpočtu v matici sazeb:

1. Seřazení míst v matici sazeb podle vzdálenosti od centrálního místa.
2. Přidání sloupce s kapacitními požadavky pro jednotlivá místa.
3. Zvolení místa s nejvyšší vzdáleností od centrálního místa.
4. Označení sloupce se zařazeným místem a následné proškrtnutí řádku tohoto místa.
5. Sečtení kapacitního požadavku zbylých míst ke zvolenému místu. Je-li součet vyšší než kapacita vozidla, proškrtnou se sazby z daných řádků.
6. Ze zbylých míst se zvolí to, které dosahuje nejnižší vzdálenosti od předešlého zvoleného místa.
7. Od tohoto místa se bude opět hledat nové místo, které dosahuje nejnižší sazby a následně se zahrne do okruhu.
8. Jakmile dojde k vyčerpání míst, které je možno do okruhu zahrnout, okruh se uzavře a pokračuje se jako od 3. kroku.
9. V závěru jsou získány nové okruhy, které ale nejsou uspořádány v optimálním pořadí.
10. Zvolí se proto některá jedno-okružní metoda, například metoda nejbližšího souseda, aby určila přesné pořadí, v jakém se bude okruh projíždět.
(Šubrt, 2011).

3.7.2 Metoda nejbližšího souseda

Metoda nejbližšího souseda, dále MNS, představuje jednu z nejjednodušších možných metod využívaných v rámci výpočtu okružního dopravního problému. V průběhu výpočtu se prochází veškerými místy daného okruhu. Začíná ve výchozím místě, z něhož se pokračuje do nejbližšího místa. Následně se postupuje obdobně, pouze s tou výjimkou, že se již nevolí místa, která byla do okruhu zahrnuta. Jakmile jsou všechna místa zahrnuta do okruhu, zbývá spojit poslední místo s výchozím místem. Poté se tento postup opakuje tím způsobem, že jsou pokaždé volena jiná výchozí místa. Z veškerých okruhů se následně vybere ten, jehož součet dosahuje nejnižší hodnoty. Tato metoda ovšem bývá často označovaná za velmi krátkozrakou a oproti jiným metodám ne příliš přesnou (Brožová, Houška, 2008).

Tabulka 2: Matice sazeb MNS

	Praha	Č. Bud	Plzeň	Ústí	Hr. Kr.	Brno	Ostr.
Praha	-	140	94	92	112	202	362
Č. Budějovice	140	-	133	232	217	186	346
Plzeň	94	133	-	146	206	296	456
Ústí nad Labem	92	232	146	-	166	294	454
Hradec Králové	112	217	206	166	-	142	240
Brno	202	186	296	294	142	-	165
Ostrava	362	346	456	454	240	165	-

(Zpracováno v MS Excel, Zdroj: Šubrt, 2015)

Postup výpočtu v matici sazeb:

1. Zvolení výchozího místa.
2. V řádku výchozího místa zvolení místa s nejnižší sazbou. Toto místo se přidá do okruhu.
3. Vyškrtnutí sloupce nově zvoleného místa z matice sazeb.
4. V řádku nově zvoleného místa se zvolí nové místo, které má nejnižší sazbu. Nesmí se ovšem volit výchozí místo.
5. Postup se opakuje, dokud nedojde k vyčerpání veškerých míst.
6. K poslednímu místu se přidá hodnota řádku výchozího místa.
7. Hodnoty z okruhu se následně sečtou.
8. Postup se opakuje, dokud nebudou prostřídána všechna místa jako výchozí.
9. Porovnají se všechny vytvořené okružní trasy.
10. Zvolí se trasa, která dosahuje nejnižší vzdálenosti.

(Brožová a Houška, 2008).

3.7.3 TSPKOSA

TSPKOSA je matematický výpočetní program, který je využíván jako doplněk v MS Office Excel. Slouží k řešení okružních dopravních problémů. S jeho pomocí lze řešit zvolené problémy pomocí 3 aproximačních a 1 optimalizační metody. Aproximační metody, které program TSPKOSA využívá jsou Metoda nejbližšího souseda, která je sekvenční. Vogelova aproximační metoda pro okružní dopravní problém a metoda Výhodnostních čísel, která je paralelní. Z optimalizačních metod se využívá Metoda větví a mezí pro okružní dopravní problém. Program je schopen vypočítat trasy až z 250 zadaných uzlů. Jeho autoři jsou doc. Ing. Igor Krejčí, Ph.D., RNDr. Petr Kučera, Ph.D. z katedry systémového inženýrství České zemědělské univerzity v Praze a Ing. Hana Vostrá Vydrová, Ph.D. z katedry statistiky České zemědělské univerzity v Praze (Krejčí, Kučera a Vydrová, 2010).

4 Praktická část práce

4.1 Definice problému

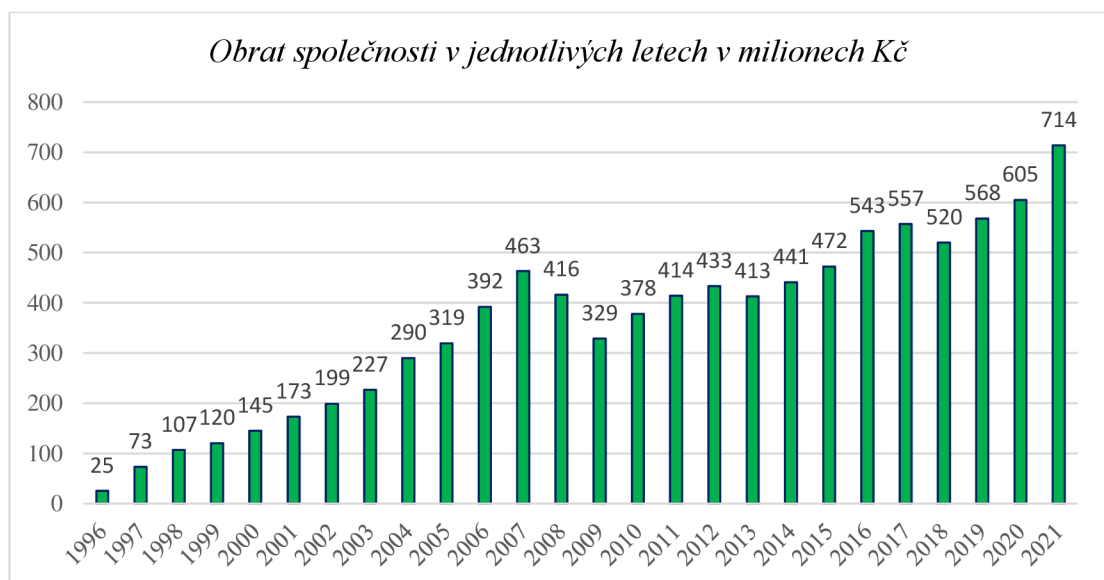
Hlavním cílem bakalářské práce je snížení počtu najetých kilometrů v rámci vybraných tras, v jehož důsledku budou sníženy náklady na pohonné hmoty a dojde tak ke zvýšení celkových výnosů pro společnost Lorenc Logistic, s.r.o.

V práci je pro účely optimalizačního výpočtu využito dat získaných od centrální pobočky ve Zdibech, která spravuje rozvoz v hlavním městě Praha a ve Středočeském kraji. Samotný výpočet se následně vztahuje pouze k vybraným údajům pro Středočeský kraj.

4.2 Lorenc Logistic, s.r.o.

Společnost *Lorenc Logistic, s.r.o.*, spadající pod přepravní systém FOFRcz, je mezinárodní dopravní společnost. Její sídlo je ve Zdibech (*Ke Zdibsku 240, Zdiby*) a dále má své pobočky v Plzni, Klatovech a Ústí nad Labem.

Její základní kapitál k 31.12.2021 tvoří 20 milionů korun a byl již splacen. Z údajů uvedených ve výroční zprávě (zdroj: Veřejný rejstřík a sbírka listin od ministerstva financí ČR) dané společnosti dále vyplývá, že během roku 2021 v ní bylo zaměstnáno celkem 214 zaměstnanců.



Graf 1: Obrat společnosti Lorenc Logistic, s.r.o.

(Zpracováno v MS Excel, Zdroj: výroční zpráva Lorenc Logistic, s.r.o., 2021)

Z výše zobrazeného grafu lze vyčíst, že obrat společnosti byl za loňský rok 714 milionů Kč. Jedná se doposud o nejvyšší obrat, kterého společnost dosáhla. Dále je patrné, že mimo menších výkyvů má společnost již od roku 1996, kdy byla založena, spíše rostoucí trend z hlediska obratu.

4.3 Výchozí řešení

4.3.1 Původní trasy

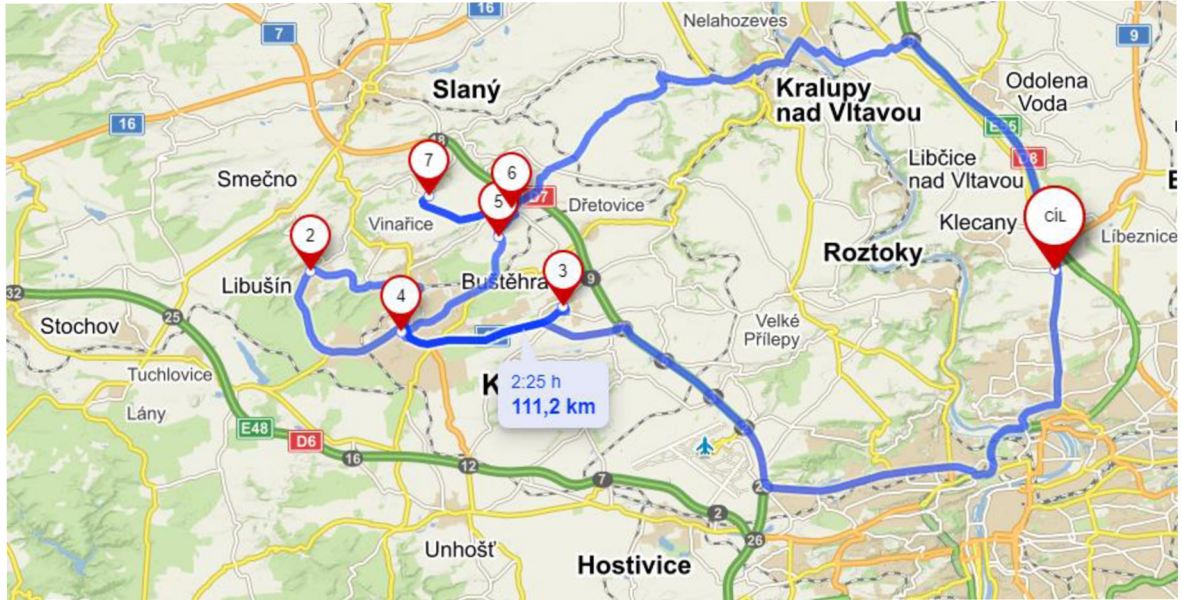
Tabulka 3: Výchozí rozdělení tras

Linka A	Linka B	Linka C	Linka D
<i>Libušín</i>	<i>Průhonice</i>	<i>Nupaky</i>	<i>Zichovec</i>
<i>Buštěhrad</i>	<i>Dobřejovice</i>	<i>Úvaly</i>	<i>Klobuky</i>
<i>Kladno</i>	<i>Herink</i>	<i>Tehovec</i>	<i>Slaný</i>
<i>Cvrčovice</i>	<i>Kamenice</i>	<i>Louňovice</i>	<i>Kralupy n. Vltavou</i>
<i>Brandýsek</i>	<i>Pyšely</i>	<i>Tuklaty</i>	<i>Holubice</i>
<i>Pchery</i>	<i>Velké Popovice</i>	<i>Kostelec nad Č. lesy</i>	<i>Velvary</i>
	<i>Stříbrná Skalice</i>	<i>Český brod</i>	<i>Odolena Voda</i>
	<i>Kunice</i>		
	<i>Mnichovice</i>		
	<i>Struhařov</i>		
	<i>Mukařov</i>		
	<i>Říčany</i>		
	<i>Čestlice</i>		
Vzdálenost: 111 km	159 km	143 km	138 km

(Zdroj: údaje poskytnuty manažerem společnosti Lorenc Logistic, s.r.o., Zdíby)

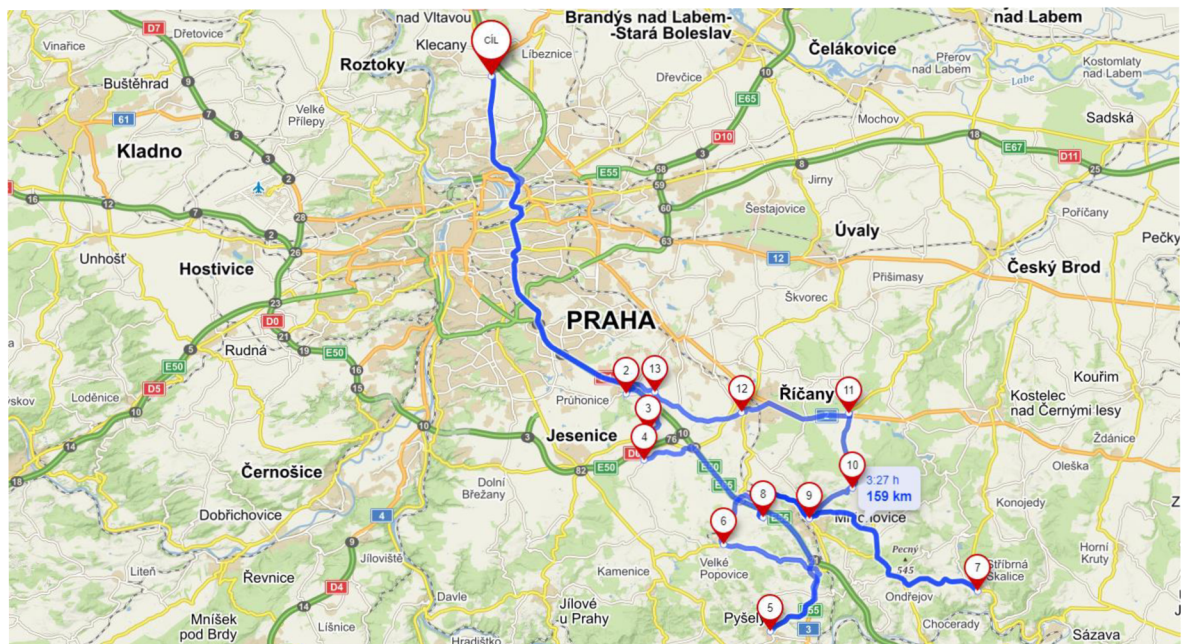
4.3.2 Původní rozdělení tras – graficky

V následujících mapách jsou vyobrazeny původní trasy, které byly sestaveny z údajů poskytnutých vedoucím pobočky Lorenc Logistic, pro pobočku ve Zdíbech.



Obrázek 4: Linka A – původní

(Vlastní zpracování: Mapy.cz, 2022)



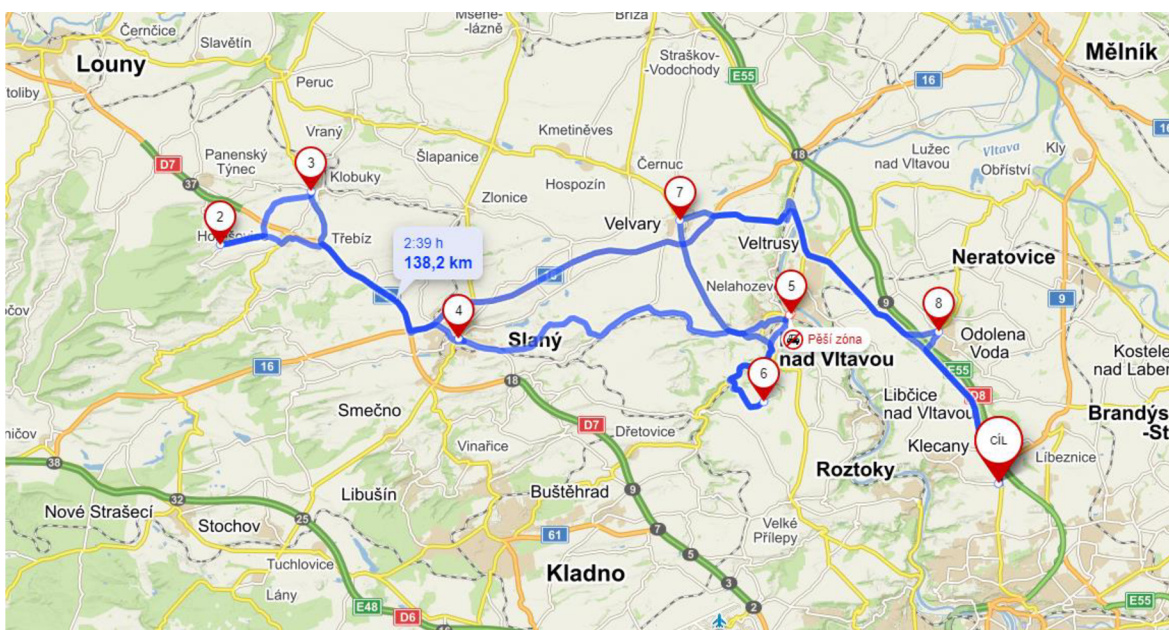
Obrázek 5: Linka B – původní

(Vlastní zpracování: Mapy.cz, 2022)



Obrázek 6: Linka C – původní

(Vlastní zpracování: Mapy.cz, 2022)



Obrázek 7: Linka D – původní

(Vlastní zpracování: Mapy.cz, 2022)

V další části práce se z jednotlivých stanovišť, které zde byly zaznamenány, sestavila matice, v níž jsou uvedeny hodnoty vzdáleností mezi veškerými body navzájem. Tyto hodnoty budou následně využity k výpočtům potřebným pro optimalizaci více okružního dopravního problému ve společnosti Lorenc Logistic, s.r.o.

4.3.3 Matice vzdáleností

Zd.	Br.	Bu.	Kl.	Li.	Cv.	Pr.	Če.	He.	Ři.	Mn.	Mn.	SS.	St.	Py.	Ka.	VP.	Ku.	Pc.	Do.	Úv.	Tu.	ČB.	KČ.	Nu.	Te.	Lo.	KN.	Ho.	Ko.	Zi.	Sl.	Ve.	OV.		
0	30,9	36,3	47,8	40,8	32,5	29,3	33,1	35,6	36	34,3	37,6	53,6	38,8	47,6	44,3	39,1	38,7	33,3	36,5	30,9	32,2	39,8	42,6	32,1	33,3	36,1	17	24,8	46,9	54,1	39,2	25	9,1		
0	5,4	7,7	9,8	1,7	44,8	44,5	30,7	50	64,5	62,2	81,3	66	63,2	56,8	60,4	53,8	4,1	51,1	57,8	62,4	71,4	73,4	45,1	63,3	66,2	14,4	11	22,4	25,7	10	14,1	23			
0	7,1	12,9	5,6	40,2	41,6	45,9	48,9	60,2	54,7	77,4	62,3	59,7	56	53,3	52,2	9,5	43,2	53,6	58,3	67,8	68,5	43,5	60,5	62	18	11,8	23,9	29,3	14,3	23,5	25				
0	7,2	6,3	46,2	47,5	31,9	54,8	62,6	60,7	81,4	64,5	63,6	54,6	58,6	6,2	49,2	58,7	63,3	72,8	72,4	49,4	62,4	65,9	22,1	18,4	22,9	26,3	12,6	22	31,4						
0	11,9	53	54,3	58,4	61,3	69	73,8	87,7	70,8	73,1	60,9	74,5	74,1	7,4	68,4	78,4	74,1	83,1	79,6	59,3	69,2	80,4	32,7	24,5	18,8	22,1	9,6	22,9	35,6						
0	45	46,4	50,4	53,3	64,1	62,5	81,4	66,2	68,5	54,6	60,2	57,1	5,7	48,1	57,6	62,2	71,7	73,1	48,3	61,4	65,9	16	12,5	23,8	27,2	11,7	15,9	24,6							
0	1,9	6,8	7,8	17,4	59,7	34,4	19,3	21,6	18	13,2	13,5	51	4,5	18,2	23,2	27,4	26,4	3,8	17,7	19,2	45,8	40,6	63,7	72	52,2	55,5	36,9								
0	5,5	6	13,2	13,6	32,8	17,3	23,1	15,5	12,9	13,5	51,3	3,3	17,2	20,5	26,5	22	1,9	13,4	14,9	47,4	42	65,9	74,2	54,3	53,9	39,1									
0	7,3	15	13,2	32,6	17	19,8	10	8,9	11,7	56,9	2,2	20,7	24	28,7	23,2	4,9	14,1	16,2	54	45,7	69,6	73	58,1	60,8	48,3										
0	7,2	8,2	26	10,4	19	16,2	9,2	7,9	58,6	7,1	13,8	18,1	20,9	15,5	4,2	7,4	8,9	53,6	45,3	75,1	78,5	59,9	63,8	50,1											
0	8,6	19	5,1	19,1	19,6	14,1	11,5	19,1	15,2	12,7	13	14	9,6	11,5	1,9	2,4	49,3	64,3	79,4	82,8	68,1	39,1	46,6												
0	47,5	28	44,9	52,1	50,7	50,9	108	99,3	65,1	65,1	65,7	56,6	58,6	7,7	54,2	104	54	124	128	111	69,8	55,8													
0	17,1	23,3	31,9	26,4	23,1	88,7	31,6	28,7	29,2	22,6	11,8	31,5	21	17,8	68,6	195	100	103	90,8	86,2	73,7														
0	14,1	17,7	12,2	8,9	72,2	17,4	17,7	17,8	18,8	12,1	18,2	4,1	6,8	63,4	57,8	85	88,4	73,4	73,4	51															
0	10,7	12,7	12,9	7,6	21,2	34,6	37,9	34	28	22	18	21,5	67,2	60,1	83,6	92,2	77,2	75,7	63,2																
0	7	11,1	60,3	12,3	31,6	34,9	34,3	28,9	19	19,9	22,3	64,2	58,7	73,1	76,5	61,5	72,9	60,4																	
0	4,3	66,6	40,9	25,2	28,5	27,9	22,5	12,6	15,2	15,9	37,8	60,9	79,3	82,8	67,8	67,3	53,6																		
0	66,1	11,3	21,2	22,9	25,6	19,6	12,2	11,3	13,1	57,4	59,9	78,9	82,3	67,3	66,9	17,2																			
0	60,9	68	71,3	86,3	77,7	61,2	70,7	71,2	19,2	15,4	18,4	21,8	6,4	15,6	27,4																				
0	21,4	24,8	27,7	23	2,7	14,5	16,4	54,6	50,1	69,1	72,6	57,6	37,1	44,9																					
0	3,6	10,4	20,4	17,6	14,6	13,3	46,7	53,8	78,9	82,3	69,4	55,2	37,8																						
0	7,6	17,7	19,8	14,6	13,8	46,9	53,2	78,9	82,3	67,3	57,7	37,9																							
0	11,2	25,4	16	15,3	54,8	62	87,9	91,3	76,3	64,4	50,5																								
0	21,8	10,8	7,7	57,6	64,4	88,9	90,7	79,9	67,4	54,9																									
0	12,1	14	41	40	71,3	74,7	22,3	51,2	38,7																										
0	3,6	49,6	56,6	79,7	83,1	68,2	59,3	46,9																											
0	51,1	58	81,2	84,6	69,6	65,3	48,4																												
0	7,3	31,5	35,3	21,2	9,6	9																													
0	30	33	17,6	13,5	16,2																														
0	6	13,1	21,8	41																															
0	16,4	27,8	46,4																																
0	13,9	31																																	
0	17,2																																		
0																																			

Obrázek 8: Matice vzdáleností

(Vlastní zpracování v MS Excel, 2022)

² Hodnoty v tabulce jsou z důvodu úspory místa špatně rozeznatelné. Plné zobrazení veškerých vzdáleností je k dispozici v příloze.

V matici vzdáleností jsou zachycena jednotlivá stanoviště, do nichž přepravní společnost Lorenc Logistic, s.r.o. pravidelně rozváží své zásilky. Jednotlivá místa jsou dispečery rozdělována do dopravních okruhů, které řidiči následně projíždí v libovolném pořadí. Ve společnosti je celkem 22 dopravních okruhů, nicméně z důvodu velké náročnosti byly pro účely práce zvoleny pouze 4 nejvytíženější okruhy. Jednotlivé trasy v rámci okruhů jsou zároveň poměrně nerovnoměrně rozděleny, přičemž jejich vzdálenosti se pohybují od 110 km do 160 km. Z výpočtu uvedeného pod čarou vyplývá, že by se vzdálenost jednotlivých okruhů měla pohybovat okolo **138 km/řidiče**³, pakliže by zde mělo být zachováno rovnoměrné rozdělení.

Vzhledem k tomu, že je v matici vzdáleností zachyceno celkem 34 stanovišť, jsou jejich názvy nahrazeny pouze zkratkami, pod kterými se v přesném pořadí skrývají jednotlivá stanoviště: **Zdiby**, kde je zároveň i centrální depo pobočky pro Středočeský kraj a odkud řidiči rozváží veškeré zásilky. Následně jsou to **Brandýsek, Buštěhrad, Kladno, Libušín, Cvrčovice, Průhonice, Čestlice, Herink, Říčany, Mukařov, Mnichovice, Stříbrná Skalice, Struhařov, Pyšely, Kamenice, Velké Popovice, Kunice, Pchery, Dobřejovice, Úvaly, Tuklaty, Český Brod, Kostelec nad Černými lesy, Nupaky, Tehovec, Louňovice, Kralupy nad Vltavou, Holubice, Klobuky, Zichovec, Slaný, Velvary a Odolena Voda**.

4.4 Optimalizované řešení

Pro optimalizaci řešení tohoto konkrétního příkladu bude v první řadě využito **Mayerovy metody**. Její princip nejčastěji spočívá v rozdělení jednotlivých okruhů v závislosti na kapacitě vozidla, nicméně dané kritérium bude v práci zaměněno. Jelikož jsou zde zobrazeny pouze trasy, na nichž jsou rozváženy zásilky menších rozměrů, není nutno brát příliš vysoký zřetel na kapacitní omezení. Objemnější zásilky bývají zpravidla rozváženy většími nákladními vozidly, která projíždí veškerá svá stanoviště bez ohledu na předem stanovené okruhy. A tak pro účely bakalářské práce bude kapacitní omezení nahrazeno vzdálenostním omezením.

³ Vzdálenosti v rámci jednotlivých okruhů byly zjištěny z internetové služby mapy.cz

První okruh měřil 111 km, druhý okruh 159 km, třetí okruh 143 km a čtvrtý okruh měřil 138 km.

$[(111+159+143+138) / 4] = 137,75$ km

Cílem následujícího výpočtu je získat čtyři nové trasy, které budou dosahovat při jejich součtu celkově nižší vzdálenosti. Následně bude za pomoci programu TSPKOSA proveden další výpočet, který upřesní, v jakém pořadí bude optimální projíždět jednotlivá stanoviště v rámci daného okruhu.

Těchto údajů bude poté využito pro sestavení a vyčíslení nových nákladů na pohonné hmoty.

4.4.1 Mayerova metoda

Pro aplikaci Mayerovy metody je potřeba si pro začátek vytvořit matici vzdáleností, s níž bude vzápětí pracováno. Matice vzdáleností byla vytvořena ručně za pomoci internetové služby [google.com/maps](https://www.google.com/maps), z níž pochází údaje o jednotlivých vzdálenostech mezi zvolenými městy a obcemi.

Postup výpočtu Mayerovy metody – první okruh

Pro úvod výpočtu je důležité zmínit, že vzhledem k tomu, že v práci byla pro výpočet použita Mayerova metoda, je třeba si předem určit daný limit, který bude závazný pro rozdělení jednotlivých okruhů. Dle předchozího výpočtu bylo určeno, že by se jednotlivé vzdálenosti v rámci okruhu měly pohybovat okolo 138 km/řidiče, pakliže by zde mělo být rovnoměrné rozdělení. Nicméně v následujících výpočtech bude volena tolerance + 10 km. Je to z toho důvod, že některá místa jsou si velmi blízká, a tak není vhodné je rozdělovat, pokud by již byla vyčerpána kapacita a zařazovat je do jiného okruhu. Ačkoliv by to ve výsledku mohlo přinést nižší vzdálenost v rámci veškerých vzdáleností okruhů, z praktického hlediska by to bylo pro řidiče a celkově pro podnik nevýhodné.

- Výchozí stanoviště, **Zdiby**, bylo již předem zvolené pro všechny okruhy.
- Následně bylo vybráno místo, které dosahuje největší vzdálenosti od výchozího bodu. V tomto případě se jednalo o obec **Zichovec**, která je od Zdib vzdálena 54 km.
- Poté bylo vybráno místo, které leží naopak nejbliže Zichovci a Zdibům, tedy **Klobuky**, které jsou od nich vzdálené 6 km.
- Nyní bylo již pokračováno stejným způsobem jako v předešlém kroku, což znamená, že bylo voleno nejbliže vzdálené místo od předešlých stanovišť. Postupně se tak k okruhu přidaly obce **Slaný**, **Libušín**, **Kladno**, **Pchery**, **Brandýsek**, **Cvrčovice** a **Buštěhrad**.
- Okruh byl zakončen opět ve **Zdibech**.

Celková vzdálenost prvního okruhu se pohybuje okolo **144 km**⁴ (143,9) a bylo v ní projeto 10 stanovišť včetně konečné zastávky v depu ve Zdibech.

	Zd.	Br.	Bu.	Kl.	Li.	Cv.	Pr.	Če.	Hě.	Ři.	Mu.	Mn.	ŠS.	Št.	Py.	Ka.	VP.	Ku.	Pe.	Do.	Úv.	Tu.	ČB.	KČ.	Nu.	Te.	Lo.	KN.	Ho.	Ko.	Zi.	Sl.	Ve.	OV.
Zd.	0	31	36	45	41	35	29	33	36	36	34	38	54	39	48	44	39	39	35	37	31	32	40	43	32	33	36	17	25	47	54	39	25	9,1
Br.	31	0	54	77	58	1,7	45	45	51	50	65	62	81	66	63	57	60	54	41	51	58	62	71	73	45	63	66	14	11	22	25	10	14	23
Bu.	36	54	0	71	33	5,6	40	42	46	49	60	55	77	62	60	56	53	52	35	43	54	58	68	69	44	61	62	18	12	26	29	14	24	25
Kl.	48	77	71	0	72	6,3	46	48	52	55	63	61	81	65	64	55	58	59	6,2	49	59	63	73	72	49	62	66	22	18	23	26	13	22	31
Li.	41	58	33	71	0	7,2	53	54	58	61	69	74	88	71	73	61	75	74	7,4	68	78	74	83	80	59	69	80	33	25	19	22	9,6	23	36
Cv.	33	17	5,6	63	12	0	45	46	50	53	64	63	81	66	69	55	60	57	5,7	48	58	62	72	73	48	61	66	16	13	24	27	12	16	25
Pr.	29	45	40	46	35	45	0	1,9	6,8	7,8	17	60	34	19	22	18	13	14	5,1	4,5	18	23	27	26	3,8	18	19	46	41	64	72	52	56	37
Če.	33	45	42	48	34	46	1,9	0	5,5	6	13	14	33	17	23	16	13	14	5,1	3,3	17	21	27	22	1,9	13	15	47	42	66	74	54	39	
Hě.	36	51	46	52	38	50	6,8	5,5	0	7,3	15	13	33	17	20	10	8,9	12	5,7	2,2	21	24	29	23	4,9	14	16	54	46	70	78	38	61	48
Ři.	36	50	49	55	61	53	7,8	6	7,3	0	7,2	8,2	26	10	19	16	9,2	7,9	5,9	7,1	14	18	21	16	4,2	7,4	8,9	54	45	75	79	60	64	50
Mu.	34	65	60	63	69	64	17	13	15	7,2	0	8,6	19	5,1	19	20	14	12	1,9	15	13	13	14	9,6	12	1,9	2,4	49	64	79	88	68	59	47
Mn.	38	62	55	61	74	63	60	14	13	8,2	8,6	0	48	28	45	52	51	51	10,8	9,9	65	65	66	57	5,9	7,7	54	104	54	124	128	111	70	56
ŠS.	54	81	77	81	88	81	34	33	33	26	19	48	0	17	23	32	26	23	8,9	3,2	29	29	23	12	3,2	21	18	69	195	140	103	91	86	74
Št.	39	66	62	65	71	66	19	17	17	10	5,1	28	17	0	14	18	12	8,9	7,2	17	18	18	19	12	18	4,1	6,8	63	58	85	88	73	73	51
Py.	48	63	60	64	73	69	22	23	20	19	19	45	23	14	0	11	13	13	7,5	21	35	38	34	28	22	18	22	67	60	84	92	77	76	63
Ka.	44	57	56	55	61	55	18	16	10	16	20	52	32	18	11	0	7	11	6,0	12	32	35	34	29	19	20	22	64	59	73	77	62	73	60
VP.	39	60	55	58	75	60	13	13	8,9	9,2	14	51	26	12	13	7	0	4,3	6,7	41	25	29	28	23	13	15	16	58	61	79	88	68	67	54
Ku.	39	54	52	59	74	57	14	14	12	7,9	12	51	23	8,9	13	11	4,3	0	6,5	11	21	23	26	20	12	11	13	57	60	79	82	67	67	17
Pe.	35	4,1	5,5	6,2	7,4	5,7	51	51	57	59	19	108	89	72	76	60	67	66	0	61	68	71	86	78	61	71	71	19	15	18	22	64	16	27
Do.	37	51	43	49	68	48	4,5	3,3	2,2	7,1	15	99	32	17	21	12	41	11	6,0	0	21	25	28	23	2,7	15	16	55	50	69	78	38	57	45
Úv.	31	58	54	59	78	58	18	17	21	14	13	65	29	18	35	32	25	21	6,8	21	0	3,6	10	20	18	15	13	47	54	79	82	69	55	38
Tu.	32	62	58	63	74	62	23	21	24	18	13	65	29	18	38	35	29	23	7,1	25	3,6	0	7,6	18	20	15	14	47	53	79	82	67	58	38
ČB.	40	71	68	73	83	72	27	27	29	21	14	66	23	19	34	34	28	26	8,5	28	10	7,6	0	11	25	16	15	55	62	88	91	76	64	51
KČ.	43	78	69	72	80	73	26	22	23	16	9,6	57	12	12	28	29	23	20	7,8	23	20	18	11	0	22	11	7,7	58	64	89	91	80	67	55
Nu.	32	45	44	49	59	48	3,8	1,9	4,9	4,2	12	59	32	18	22	19	13	12	6,1	2,7	18	20	25	22	0	12	14	41	40	71	75	22	51	39
Te.	33	68	61	62	69	61	18	13	14	7,4	1,9	7,7	21	4,1	18	20	15	11	7,1	15	15	15	16	11	12	0	3,6	50	57	80	88	68	59	47
Lo.	36	65	62	66	80	66	19	15	16	8,9	2,4	54	18	6,8	22	22	16	13	7,1	16	13	14	15	7,7	14	3,6	0	51	58	81	85	70	65	48
KN.	17	14	18	22	33	16	46	47	54	54	49	104	69	63	67	64	58	57	1,9	5,5	47	47	55	58	41	50	51	0	7,5	32	35	21	9,6	9
Ho.	25	11	12	18	25	13	41	42	46	45	64	54	195	58	60	59	61	60	1,5	50	54	53	62	64	40	57	58	7,5	0	30	38	18	14	16
Ko.	47	22	26	23	19	24	64	66	70	75	79	124	100	85	84	73	79	79	1,8	69	79	79	88	89	71	80	81	32	30	0	6	13	22	41
Zi.	54	26	29	26	22	27	72	74	73	79	83	128	103	88	92	77	83	82	2,2	73	82	82	91	91	75	83	85	35	33	6	0	16	28	46
Sl.	39	10	14	13	9,6	12	52	54	58	60	68	111	91	73	77	62	68	67	6,4	58	69	67	76	80	22	68	70	21	18	15	15	0	14	31
Ve.	25	14	24	22	23	16	56	54	61	64	59	70	86	73	76	73	67	67	1,6	57	55	58	64	67	51	59	65	9,6	14	20	28	14	0	17
OV.	9,1	23	25	31	36	35	37	39	48	50	47	56	74	51	63	60	54	17	27	45	38	38	51	55	39	47	48	9	16	41	46	31	17	0

Obrázek 9: 1. okruh Mayerova metoda

(Vlastní zpracování v MS Excel (2022))

Tabulka 4: Optimalizovaná stanoviště v 1. okruhu

Optimalizovaná stanoviště v 1. okruhu:
Brandýsek
Buštěhrad
Kladno
Libušín
Cvrčovice
Pchery
Klobuky
Zichovec
Slaný

(Vlastní zpracování v MS Word, 2022)

⁴ Při sečtení jednotlivých vzdáleností se zdá, že je vzdálenost prvního okruhu 143,4 km, nicméně údaje na obrázku č. 2 (zároveň i vzdálenosti na obrázcích č. 3, 4 a 5) jsou nepatrně odlišné. Údaje na obrázcích jsou totiž z důvodu zmenšení zaokrouhlené.

Nicméně v původním excelovém souboru se jejich hodnoty, po roztažení sloupců, rovnají hodnotám, které jsou uváděny v práci, úplné zobrazení hodnot viz příloha.

V porovnání s původním prvním okruhem zůstává struktura projetych uzlů poměrně podobná. Akorát se zde do okruhu přidávají zastávky v Klobučích, Zichovci a Slaném.

Postup výpočtu Mayerovy metody – druhý okruh

V rámci výpočtu druhého okruhu bylo postupováno obdobně jako při výpočtu prvního okruhu.

- Výchozím místem byly zvoleny **Zdiby** a nejbližším bodem byla **Stříbrná Skalice**, která je od nich vzdálena 54 km.
- Nejbližší Stříbrné Skalici a Zdibům je **Struhařov**, který je od Stříbrné Skalice vzdálen 17 km.
- Následně byly do okruhu zahrnuty města **Tehovec**, **Mukařov**, **Český Brod**, **Kostelec nad Černými lesy**, **Tuklaty** a **Úvaly**.
- Celý okruh opět zakončovalo centrální depo ve **Zdibech**.

Celková najetá trasa okruhu dosahuje vzdálenosti okolo **140 km (140,1)** s 10 stanovišti.

	Zd.	Br.	Bu.	Kl.	Li.	Cv.	Pr.	Ča.	He.	Ři.	Mu.	Mn.	SS.	St.	Py.	Ka.	VP.	Ku.	Pe.	Do.	Úv.	Tu.	CB.	KČ.	Nu.	Te.	Lo.	KN.	Ho.	Ko.	Zi.	Sl.	Va.	OV.	
Zd.	0	31	36	48	41	33	29	33	36	36	34	38	54	35	48	44	39	39	35	37	31	31	40	43	32	38	36	17	25	47	54	39	25	9,1	
Br.	31	0	5,4	7,7	9,8	1,7	45	45	51	50	65	62	81	66	63	57	60	54	4,1	51	55	68	71	73	45	65	66	14	11	22	26	10	14	23	
Bu.	36	5,4	0	7,1	13	5,6	40	42	46	49	60	55	77	62	60	56	53	52	9,5	43	54	58	68	69	44	61	62	18	12	26	29	14	24	25	
Kl.	48	7,7	7,1	0	7,2	6,3	46	48	52	55	68	61	81	65	64	55	58	59	6,2	49	59	68	73	72	49	62	66	22	18	23	26	13	22	31	
Li.	41	9,8	13	7,2	0	12	53	54	58	61	69	74	88	71	73	61	75	74	7,4	68	78	74	83	80	59	69	80	33	25	19	22	9,6	23	36	
Cv.	33	1,7	5,6	6,3	12	0	45	46	50	53	64	63	81	66	69	55	60	57	5,7	48	58	62	72	73	48	61	66	16	13	24	27	12	16	25	
Pr.	29	45	40	46	53	45	0	1,9	6,8	7,8	17	60	34	19	22	18	13	14	5,1	4,5	18	28	27	26	3,8	18	19	46	41	64	72	52	56	37	
Ča.	33	45	42	48	54	46	1,9	0	5,5	6	18	14	38	17	23	16	13	14	5,1	3,3	17	21	27	22	1,9	18	18	47	42	66	74	54	54	39	
He.	36	51	46	52	58	50	6,8	5,5	0	7,3	15	13	38	17	20	10	8,9	12	5,7	2,2	21	24	29	28	4,9	14	16	54	46	70	73	58	61	48	
Ři.	36	50	49	55	61	53	7,8	6	7,3	0	7,2	8,2	26	10	19	16	9,2	7,9	5,9	7,1	14	18	21	16	4,2	7,4	8,9	54	45	75	79	60	64	50	
Mu.	34	65	60	63	69	64	17	13	15	7,2	0	8,6	19	5,1	19	20	14	12	19	15	18	18	14	9,6	12	19	2,4	4,9	64	79	83	68	59	47	
Mn.	38	62	55	61	74	63	60	14	13	8,2	8,6	0	48	28	45	52	51	51	108	99	66	66	66	57	59	7,7	3,4	104	54	124	128	111	70	56	
SS.	54	81	77	81	88	81	34	33	33	26	19	48	0	17	23	32	26	23	89	32	29	29	29	33	12	32	21	18	69	195	100	103	91	86	74
St.	39	66	62	65	71	66	19	17	17	10	5,1	28	17	0	14	18	12	8,9	7,2	17	18	18	19	12	18	4,1	6,8	63	58	85	88	73	73	51	
Py.	48	63	60	64	73	69	22	23	20	19	19	45	28	14	0	11	13	13	7,6	21	35	38	34	28	22	18	22	67	60	84	92	77	76	63	
Ka.	44	57	56	55	61	55	18	16	10	16	20	52	32	18	11	0	7	11	60	12	30	35	34	29	19	20	20	64	59	73	77	62	73	60	
VP.	39	60	53	58	75	60	13	13	8,9	9,2	14	51	26	12	13	7	0	4,3	67	41	25	29	28	28	13	15	16	58	61	79	83	68	67	54	
Ku.	39	54	52	59	74	57	14	14	12	7,9	12	51	28	8,9	13	11	4,3	0	66	11	21	23	26	20	12	11	18	57	60	79	82	67	67	17	
Pe.	35	4,1	9,5	6,2	7,4	5,7	51	51	57	59	19	108	89	72	76	60	67	66	0	61	68	71	86	78	61	71	71	19	15	18	22	6,4	16	27	
Do.	37	51	43	49	68	48	4,5	3,3	2,2	7,1	15	99	30	17	21	12	41	11	61	0	21	25	28	28	2,7	15	15	55	50	69	73	58	57	45	
Úv.	31	58	54	59	78	58	18	17	21	14	13	65	29	18	35	32	25	21	68	21	0	3,6	10	20	18	15	18	47	54	79	82	69	55	38	
Tu.	32	62	58	63	74	62	23	21	24	18	13	65	29	18	38	35	29	23	71	25	3,6	0	7,6	18	20	15	14	47	53	79	82	67	58	38	
CB.	40	71	68	73	83	72	27	27	29	21	14	66	28	19	34	34	28	26	86	28	10	7,6	0	11	25	15	15	55	62	88	91	76	64	51	
KČ.	43	73	69	72	80	73	26	22	23	16	9,6	57	10	12	28	29	23	20	78	23	20	18	11	0	22	11	7,7	58	64	89	91	80	67	55	
Nu.	32	45	44	49	59	48	3,8	1,9	4,9	4,2	12	59	30	18	22	19	13	12	61	2,7	18	20	25	20	0	12	14	41	40	71	75	22	51	39	
Te.	33	63	61	62	69	61	18	13	14	7,4	1,9	7,7	21	4,1	18	20	15	11	71	15	15	15	15	11	12	0	3,6	50	57	80	83	68	59	47	
Lo.	36	66	62	66	80	66	19	15	16	8,9	2,4	54	18	6,8	22	22	16	13	71	16	13	14	15	7,7	14	3,6	0	51	58	81	85	70	65	48	
KN.	17	14	18	22	33	16	46	47	54	54	49	104	69	63	67	64	58	57	19	55	47	47	55	58	41	30	51	0	7,5	32	35	21	9,6	9	
Ho.	25	11	12	18	25	13	41	42	46	45	64	54	195	58	60	59	61	60	15	50	54	53	62	64	40	57	58	7,5	0	30	33	18	14	16	
Ko.	47	22	26	23	19	24	64	66	70	75	79	124	100	85	84	73	79	18	69	79	79	88	89	71	80	81	32	30	0	6	13	22	41		
Zi.	54	26	29	26	22	27	72	74	73	79	88	128	103	88	92	77	83	82	22	73	82	82	91	91	75	85	85	35	33	6	0	16	28	46	
Sl.	39	10	14	13	9,6	12	52	54	58	60	68	111	91	73	77	62	68	67	6,4	58	69	67	76	80	22	68	70	21	18	13	16	0	14	31	
Va.	25	14	24	22	23	16	56	54	61	64	59	70	86	73	76	73	67	67	16	57	55	58	64	67	51	59	65	9,6	14	22	28	14	0	17	
OV.	9,1	23	25	31	36	25	37	39	48	50	47	56	74	51	63	60	54	17	27	45	38	38	31	55	39	47	45	9	16	41	46	31	17	0	

Obrázek 10: 2. okruh Mayerova metoda

(Vlastní zpracování v MS Excel, 2022)

Tabulka 5: Optimalizovaná stanoviště v 2. okruhu

Optimalizovaná stanoviště v 2. okruhu:
<i>Mukařov</i>
<i>Stříbrná Skalice</i>
<i>Struhařov</i>
<i>Úvaly</i>
<i>Tuklaty</i>
<i>Český Brod</i>
<i>Kostelec nad Černými lesy</i>
<i>Tehovec</i>
<i>Louňovice</i>

(Vlastní zpracování v MS Word, 2022)

Struktura linky B se v porovnání s původní trasou již velmi liší. Projety zde budou obdobně, jako v původním řešení Mukařov, Stříbrná Skalice a Struhařov, nicméně řada míst byla v tomto okruhu vynechána a nahrazena jinými. Namísto Průhonic, Dobřejovic, Herinku, Kamenici, Pyšelům, Velkým Popovicím, Kunicím, Mnichovicím, Řičanům a Čestlicím se do tohoto okruhu zařadily Úvaly, Tuklaty, Český Brod, Kostelec nad Černými lesy, Tehovec a Louňovice.

Postup výpočtu Mayerovy metody – třetí okruh:

V rámci třetího okruhu bylo zvoleno více stanovišť než v předešlých dvou okruzích, neboť jednotlivé vzdálenosti mezi obcemi byly poměrně krátké.

- Nejevzdálenějším bodem ze zbylých měst a obcí byly **Pyšely**, a tak byly zahrnuty jako první do tohoto okruhu. Jejich vzdálenost od **Zdib** je 48 km.
- Oproti tomu Pyšelům a Zdibům byla nejbližší vzdálená **Kamenice**, konkrétně 11 km. Byla tak do okruhu zařazena jako druhá.
- Následně do třetího okruhu byly taktéž zařazeny **Velké Popovice**, **Kunice**, **Říčany**, **Nupaky**, **Čestlice**, **Průhonice**, **Dobřejovice**, **Herink** a **Mnichovice**.

Ve třetím okruhu je nepatrně větší počet stanovišť, konkrétně 12. Ovšem i přes to je vzdálenost tohoto okruhu **143 km**.

Jak již bylo zmíněno, společnost využívá dvou typů rozvážkových vozidel. Přičemž v rámci výpočtů v práci jsou uvažovány pouze menší nákladní vozidla, která rozváží menší zásilky. Z toho důvodu není třeba brát přílišný zřetel na kapacitní omezení vozidla a je tak možné projet v rámci třetího okruhu patrně více stanovišť než v předešlých okruzích.

	Zd.	Br.	Bu.	Kl.	Li.	Cv.	Pr.	Ce.	He.	Ri.	Mu.	Mn.	SS.	St.	Pr.	Ka.	VP.	Ku.	Pc.	Do.	Uv.	Tu.	CB.	KC.	Nu.	Te.	Lo.	KN.	Ho.	Ko.	Zi.	Sl.	Ve.	OV.
Zd.	0	31	36	48	41	33	29	38	36	36	34	38	54	39	48	44	39	39	35	37	31	32	40	43	30	33	36	17	25	47	54	39	25	9,1
Br.	31	0	5,4	7,7	9,8	1,7	45	45	31	50	65	62	81	66	61	57	60	54	4,1	51	58	62	71	73	45	63	66	14	11	22	26	10	14	23
Bu.	36	5,4	0	7,1	13	5,6	40	40	46	49	60	55	77	62	60	55	58	50	9,5	48	54	58	68	69	44	61	62	18	12	26	29	14	24	25
Kl.	48	7,7	7,1	0	7,2	6,3	46	48	30	58	63	61	81	65	64	58	58	59	6,2	49	59	63	73	72	49	62	66	22	18	23	26	13	22	31
Li.	41	9,8	13	7,2	0	12	53	54	38	61	69	74	88	71	78	61	75	74	7,4	68	78	74	83	80	59	69	80	33	25	19	22	9,6	23	36
Cv.	33	1,7	5,6	6,3	12	0	45	46	50	58	64	63	81	66	69	58	60	57	5,7	48	58	62	72	73	48	61	66	16	13	24	27	12	16	25
Pr.	29	45	40	46	53	45	0	1,9	6,8	7,8	17	60	34	19	22	18	18	14	5,1	4,5	18	23	27	26	3,8	18	19	46	41	64	72	52	56	37
Ce.	33	45	42	48	54	46	1,9	0	5,5	6	13	14	33	17	28	15	18	14	5,1	3,5	17	21	27	22	1,9	13	15	47	42	66	74	54	54	39
He.	36	51	46	52	58	50	6,8	5,5	0	7,3	15	13	33	17	20	19	8,9	10	5,7	2,2	21	24	29	23	4,9	14	16	54	46	70	73	58	61	48
Ri.	36	50	49	55	61	53	7,8	6	7,3	0	7,2	8,2	26	10	19	15	9,2	7,9	5,9	7,1	14	18	21	16	4,2	7,4	8,9	54	45	75	79	60	64	50
Mu.	34	65	60	63	69	64	17	13	15	7,2	0	8,6	19	5,1	19	20	14	10	19	15	13	13	14	9,6	12	1,9	2,4	49	64	79	83	68	59	47
Mn.	38	62	55	61	74	63	60	14	13	8,2	8,6	0	48	28	45	52	51	51	108	99	65	65	66	57	59	7,7	5,4	104	54	124	128	111	70	56
SS.	54	81	77	81	88	81	34	38	38	25	19	48	0	17	28	32	25	25	89	30	29	29	23	12	32	21	18	69	195	100	103	91	86	74
St.	39	66	62	65	71	66	19	17	17	10	5,1	28	17	0	14	15	11	8,9	7,2	17	18	18	19	12	18	4,1	6,8	63	58	85	88	73	73	51
Pr.	48	63	60	64	73	69	20	23	20	19	19	45	23	14	0	11	11	18	7,6	21	35	38	34	28	22	18	22	67	60	84	92	77	76	63
Ka.	44	57	56	55	61	55	18	15	10	15	20	52	32	18	11	0	7	11	60	12	32	35	34	29	19	20	22	64	59	73	77	62	73	60
VP.	39	60	53	58	75	60	13	13	8,9	9,2	14	51	26	12	18	1	0	4,3	67	41	25	29	28	23	13	15	16	58	61	79	83	68	67	54
Ku.	39	54	52	59	74	57	14	14	10	7,9	12	51	23	8,9	18	11	4,3	0	66	11	21	23	26	20	12	11	13	57	60	79	82	67	67	17
Pc.	35	4,1	9,5	6,2	7,4	5,7	51	51	57	59	19	108	89	72	76	60	67	66	0	61	68	71	86	78	61	71	71	19	15	18	22	6,4	16	27
Do.	37	51	43	49	68	48	45	3,3	2,2	7,1	15	9,9	32	17	21	12	4	11	61	0	21	25	28	23	2,7	15	16	55	50	69	73	58	57	45
Uv.	31	58	54	59	78	58	18	17	21	14	13	65	29	18	35	32	25	21	68	21	0	3,6	10	20	18	15	13	47	54	79	82	69	55	38
Tu.	32	62	58	63	74	62	23	21	24	13	13	65	29	18	38	35	29	23	71	25	3,6	0	7,6	18	20	15	14	47	53	79	82	67	58	38
CB.	40	71	68	73	83	72	27	27	29	21	14	66	23	19	34	34	28	26	86	28	10	7,6	0	11	25	16	15	55	62	88	91	76	64	51
KC.	43	73	69	72	80	73	26	22	23	15	9,6	57	12	12	28	29	28	20	78	28	20	18	11	0	22	11	7,7	58	64	89	91	80	67	55
Nu.	32	45	44	49	59	48	3,8	1,9	4,9	4,2	12	5,9	32	18	22	19	13	12	61	2,7	18	20	25	22	0	12	14	41	40	71	75	22	51	39
Te.	33	63	61	62	69	61	13	15	14	7,4	1,9	7,7	21	4,1	13	20	15	11	71	15	15	15	16	11	12	0	3,6	50	57	80	83	68	59	47
Lo.	36	66	62	66	80	66	19	15	16	8,9	2,4	54	18	6,8	22	22	16	13	71	16	13	14	15	7,7	14	3,6	0	51	58	81	85	70	65	48
KN.	17	14	18	22	33	16	46	47	34	34	49	104	69	63	67	64	58	57	19	55	47	47	55	58	41	50	51	0	7,5	32	35	21	9,6	9
Ho.	25	11	12	18	25	13	41	42	46	45	64	54	195	58	60	59	61	60	15	50	54	53	62	64	40	57	58	7,5	0	30	33	18	14	16
Ko.	47	22	26	23	19	24	64	66	70	75	79	124	100	85	84	73	79	79	18	69	79	79	88	89	71	80	81	32	30	0	6	13	22	41
Zi.	54	26	29	26	22	27	70	74	73	79	83	128	103	88	92	77	88	82	22	73	82	82	91	91	75	83	85	35	33	6	0	16	28	46
Sl.	39	10	14	13	9,6	12	52	54	58	60	68	111	91	73	77	62	68	67	6,4	58	69	67	76	80	22	68	70	21	18	13	16	0	14	31
Ve.	25	14	24	22	23	16	55	54	61	64	59	70	86	73	75	73	67	67	16	57	55	58	64	67	51	59	65	9,6	14	22	28	14	0	17
OV.	9,1	23	25	31	36	25	37	39	48	50	47	56	74	51	68	80	54	17	27	45	38	38	51	55	39	47	48	9	16	41	46	31	17	0

Obrázek 11: 3. okruh Mayerova metoda

(Vlastní zpracování v MS Excel, 2022)

Tabulka 6: Optimalizovaná stanoviště ve 3. okruhu

Optimalizovaná stanoviště ve 3. okruhu:
Průhonice
Čestlice
Herink
Říčany
Mnichovice
Pyšely
Kamenice
Velké Popovice
Kunice
Dobřejšovice
Nupaky

(Vlastní zpracování v MS Word, 2022)

Struktura projetí tras v rámci třetího okruhu se také velmi změnila. V původním i optimalizovaném řešení zůstává stejné pouze stanoviště Nupaky, jinak byly Úvaly, Tehovec, Louňovice, Tuklaty, Kostelec nad Černými lesy a Český Brod nahrazeny Průhonicemi, Čestlicemi, Herinkem, Říčany, Mnichovicemi, Pyšely, Kamenicí, Velkými Popovicemi, Kunicemi a Dobřejovicemi. Z toho vyplývá, že se třetí okruh prostřídal v téměř většině svých projetých uzlech s druhým okruhem. Tyto dva okruhy jsou situovány do míst v okrese Praha-východ a Středočeském kraji na východní až jižní straně směrem od Prahy, proto se mohou tyto okruhy značně překrývat.

Postup výpočtu Mayerovy metody – čtvrtý okruh:

Ve čtvrtém a zároveň posledním okruhu byly zahrnuty zbylé linky, které jsou všechny poměrně blízko vzdáleny od centrální pobočky ve Zdibech. Vzhledem k tomu, že následující stanoviště musí být všechna zahrnuta v tomto okruhu, není třeba je počítat. Nicméně pro zachování postupu v práci zde bude výpočet popsán.

- První do okruhu byly zařazeny nejvzdálenější **Velvary**, které jsou od **Zdib** vzdáleny 25 km.
- Následně **Kralupy nad Vltavou**, **Holubice** a **Odolena Voda**.

Uvedený okruh nemá tolik stanovišť, jako předešlé okruhy, projíždí pouze 5 stanovišti, v důsledku většího počtu stanovišť zahrnutých v rámci předešlých okruhů. Nabývá tak vzdálenosti pouhých **67 km**, čímž značně snižuje celkovou vzdálenost okruhů a v závěru to tak bude mít za důsledek snížení nákladů na pohonné hmoty.

	Zd.	Br.	Bu.	Kl.	Li.	Cv.	Pr.	Ce.	He.	Ri.	Mu.	Mn.	SS.	St.	Py.	Ka.	VP.	Ka.	Pc.	Do.	Uv.	Tu.	ČB.	KČ.	Nu.	Te.	Lo.	KN.	Ho.	Ko.	Zi.	Sl.	Ve.	OV.
Zd.	0	31	36	48	41	33	29	33	36	36	34	38	54	39	48	44	39	39	35	37	31	32	40	43	32	33	36	17	26	47	54	39	25	91
Br.	31	0	5,4	7,7	9,8	1,7	45	45	51	50	65	62	81	66	63	57	60	54	4,1	51	58	62	71	73	45	63	66	14	11	22	26	10	14	23
Bu.	36	5,4	0	7,1	13	5,6	40	42	46	49	60	55	77	62	60	56	53	52	9,5	43	54	58	68	69	44	61	62	18	12	26	29	14	24	25
Kl.	48	7,7	7,1	0	7,2	6,3	46	48	52	55	63	61	81	65	64	55	58	59	6,2	49	59	63	73	72	49	62	66	20	18	23	26	13	20	31
Li.	41	9,8	13	7,2	0	12	53	54	58	61	69	74	88	71	73	61	75	74	7,4	68	78	74	83	80	59	69	80	38	28	19	22	9,6	28	36
Cv.	33	1,7	5,6	6,3	12	0	45	46	50	53	64	63	81	66	69	55	60	57	5,7	48	58	62	72	73	48	61	66	15	18	24	27	12	15	25
Pr.	29	45	40	46	53	45	0	1,9	6,8	7,8	17	60	34	19	22	18	13	14	5,1	4,5	18	23	27	26	3,8	18	19	4,5	4	64	72	52	5,6	37
Ce.	33	45	42	48	54	46	1,9	0	5,5	6	13	14	33	17	23	16	13	14	5,1	3,3	17	21	27	22	1,9	13	15	4,7	4	66	74	54	5,4	39
He.	36	51	46	52	58	50	6,8	5,5	0	7,3	15	13	33	17	20	10	8,9	12	5,7	2,2	21	24	29	23	4,9	14	16	5,4	4,6	70	73	58	6,1	48
Ri.	36	50	49	55	61	53	7,8	6	7,3	0	7,2	8,2	26	10	19	16	9,2	7,9	5,9	7,1	14	18	21	16	4,2	7,4	8,9	5,4	4,6	75	79	60	6,4	50
Mu.	34	65	60	63	69	64	17	13	15	7,2	0	8,6	19	5,1	19	20	14	12	19	15	13	13	14	9,6	12	1,9	2,4	4,9	6,4	79	83	68	5,9	47
Mn.	38	62	55	61	74	63	60	14	13	8,2	8,6	0	48	28	45	52	51	51	108	99	65	65	66	57	59	7,7	5,4	10,4	5,4	124	128	111	70	5,6
SS.	54	81	77	81	88	81	34	33	33	26	19	48	0	17	23	32	26	23	89	32	29	29	23	12	32	21	18	6,9	19,5	100	103	91	8,5	7,4
St.	39	66	62	65	71	66	19	17	17	10	5,1	28	17	0	14	18	12	8,9	7,2	17	18	18	19	12	18	4,1	6,8	6,6	5,8	85	88	73	7,6	5,1
Py.	48	63	60	64	73	69	22	23	20	19	19	45	23	14	0	11	13	13	7,6	21	35	38	34	28	22	18	22	6,7	6,0	84	92	77	7,6	6,3
Ka.	44	57	56	55	61	55	18	16	10	16	20	52	32	18	11	0	7	11	6,0	12	32	35	34	29	19	20	22	6,4	5,9	73	77	62	7,6	6,0
VP.	39	60	53	58	65	60	13	13	8,9	9,2	14	5,1	26	12	13	7	0	4,3	6,7	4,1	25	29	28	23	13	15	16	5,8	6,1	79	83	68	6,7	5,4
Ka.	39	54	52	59	74	57	14	14	12	7,9	12	5,1	23	8,9	13	11	4,3	0	6,6	11	21	23	26	20	12	11	13	5,7	6,0	79	82	67	6,7	17
Pc.	35	4,1	9,5	6,2	7,4	5,7	5,1	5,1	5,7	5,9	19	108	89	72	7,6	6,0	6,7	6,6	0	6,1	68	71	86	78	61	71	71	1,9	1,8	18	22	6,4	1,6	27
Do.	37	51	43	49	68	48	4,5	3,3	2,2	7,1	15	99	32	17	21	12	4,1	11	6,1	0	21	25	28	23	2,7	15	16	5,5	5,0	69	73	58	5,7	4,5
Uv.	31	58	54	59	78	58	18	17	21	14	13	65	29	18	35	32	25	21	6,8	21	0	3,6	10	20	18	15	13	4,7	5,4	79	82	69	5,5	3,8
Tu.	32	62	58	63	74	62	23	21	24	18	13	65	29	18	38	35	29	23	7,1	25	3,6	0	7,6	18	20	15	14	4,7	5,8	79	82	67	5,5	3,8
ČB.	40	71	68	73	83	72	27	27	29	21	14	66	23	19	34	34	28	26	8,6	28	10	7,6	0	11	25	16	15	5,5	6,0	88	91	76	6,4	5,1
KČ.	43	73	69	72	80	73	26	22	23	16	9,6	57	12	12	28	29	23	20	7,8	23	20	18	11	0	22	11	7,7	5,8	6,4	89	91	80	6,7	5,5
Nu.	32	45	44	49	59	48	3,8	1,9	4,9	4,2	12	59	32	18	22	19	13	12	6,1	2,7	18	20	25	22	0	12	14	4,4	4,0	71	75	22	5,1	3,9
Te.	33	63	61	62	69	61	18	13	14	7,4	1,9	7,7	21	4,1	18	20	15	11	7,1	15	15	15	16	11	12	0	3,6	5,0	5,7	80	83	68	5,9	4,7
Lo.	36	66	62	66	80	66	19	15	16	8,9	2,4	5,4	18	6,8	22	22	16	13	7,1	16	13	14	15	7,7	14	3,6	0	5,1	5,8	81	85	70	6,5	4,8
KN.	17	14	18	22	33	16	46	47	54	54	49	104	69	63	67	64	58	57	19	55	47	47	55	58	41	50	51	0	7,5	32	35	21	9,6	4
Ho.	25	11	12	18	25	13	41	42	46	45	64	54	195	58	60	59	61	60	15	50	54	53	62	64	40	57	58	7,5	0	30	33	18	1,4	16
Ko.	47	22	26	23	19	24	64	66	70	75	79	124	100	85	84	73	79	79	18	69	79	79	88	89	71	80	81	3,0	3,0	0	6	13	2,2	4,1
Zi.	54	26	29	26	22	27	72	74	73	79	83	128	103	88	92	77	83	82	22	73	82	82	91	91	75	83	85	3,5	3,5	6	0	16	2,8	4,6
Sl.	39	10	14	13	9,6	12	52	54	58	60	68	111	91	73	77	62	68	67	6,4	5,8	69	67	76	80	22	68	70	2,1	1,8	13	16	0	1,4	3,1
Ve.	25	14	24	22	23	16	56	54	61	64	59	70	86	73	76	73	67	67	16	57	55	58	64	67	51	59	65	9,6	1,4	22	28	14	0	1,7
OV.	9,1	23	25	31	36	25	37	39	48	50	47	56	74	51	63	60	54	17	27	45	38	38	51	55	39	47	48	4	1,6	41	46	31	17	0

Obrázek 12: 4. okruh Mayerova metoda

(Vlastní zpracování v MS Excel, 2022)

Tabulka 7: Optimalizovaná stanoviště ve 4. okruhu

Optimalizovaná stanoviště ve 4. okruhu:
Kralupy nad Vltavou
Holubice
Velvary
Odolena voda

(Vlastní zpracování v MS Word, 2022)

V porovnání 4. okruhu s linkou D je vidět, že se počet stanovišť v novém řešení výrazně snížil. Byly vyřazeny zastávky v Zichovci, Klobukách a Slaném a zůstaly zde pouze zastávky v Kralupech nad Vltavou, Holubicích, Velvarech a Odolene Vodě.

4.4.2 Metoda nejbližšího souseda

Nyní bude za pomoci metody nejbližšího souseda určeno přesné pořadí, v jakém budou jednotlivé okruhy projížďeny. Výpočet bude prováděn již zmiňovaným doplňkem v excelu, jímž je program TSPKOSA.

Výpočet MNS – první okruh

V prvé řadě bylo potřeba získat matici vzdáleností mezi jednotlivými stanovišti. K tomu byly využity údaje pocházející ze vstupní matice. Následně byly jednotlivé hodnoty z matice zadány do programu TSPKOSA.

	Zd.	Br.	Bu.	Kl.	Li.	Cv.	Pc.	Ko.	Zi.	Sl.
Zd.	0	30,9	36,3	47,8	40,8	32,5	35,3	46,9	54,1	39,2
Br.	30,9	0	5,4	7,7	9,8	1,7	4,1	22,4	25,7	10
Bu.	36,3	5,4	0	7,1	12,9	5,6	9,5	25,9	29,3	14,3
Kl.	47,8	7,7	7,1	0	7,2	6,3	6,2	22,9	26,3	12,6
Li.	40,8	9,8	12,9	7,2	0	11,9	7,4	18,8	22,1	9,6
Cv.	32,5	1,7	5,6	6,3	11,9	0	5,7	23,8	27,2	11,7
Pc.	35,3	4,1	9,5	6,2	7,4	5,7	0	18,4	21,8	6,4
Ko.	46,9	22,4	25,9	22,9	18,8	23,8	18,4	0	6	13,1
Zi.	54,1	25,7	29,3	26,3	22,1	27,2	21,8	6	0	16,4
Sl.	39,2	10	14,3	12,6	9,6	11,7	6,4	13,1	16,4	0

Obrázek 13: Matice vzdáleností 1. okruh

(Vlastní zpracování v MS Excel, 2022)

Na obrázku níže je zobrazen výstup z doplňku TSPKOSA, kam byly zaneseny hodnoty z tabulky vyobrazené výše.

Název modelu byl vyplněn ručně. Do matice sazeb byly dosazeny veškeré hodnoty z tabulky 10x10. Názvy uzlů byly zvoleny pouze políčka (Zd., Br., Bu., Kl., Li., Cv., Pc., Ko., Zi., Sl.). Následně byla zvolena k výpočtu Metoda nejbližšího souseda – sekvenčně.

TSPKOSA/KSI

Název modelu: 1. okruh

Matice sazeb: 3. Okruh!\$A0:\$5:\$AZ\$16

Názvy uzlů: 3. Okruh!\$AN\$5:\$AN\$16

Metoda nejbližšího souseda - sekvenčně

Testovat trojúhelníkové pravidlo

Zpět OK Náhodné sazby Cancel

Vstupní testy:

Obrázek 14: Výpočet TSPKOSA MNS

(Zpracováno v MS Excel s využitím doplňku TSPKOSA, 2022)

1. okruh

Metoda nejbližšího souseda - sekvenčně

Maximální chyba srovnání veličin s plovoucí desetinnou čárkou: 0,01

Počet minimálních cyklů (z testovaných zvolenou metodou): 1

$Z_{\min} = 142,2$

(Ko.) - (Zi.) - (Sl.) - (Pc.) - (Br.) - (Cv.) - (Bu.) - (Kl.) - (Li.) - (Zd.) - (Ko.)

Počet nalezených shodných okruhů: 1

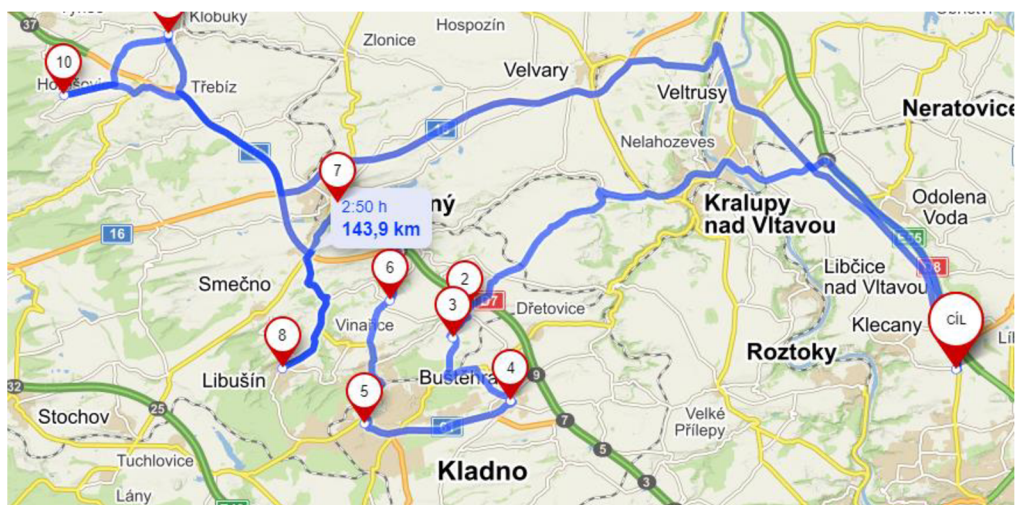
Další testované cykly:

Z =	146,4	(Zd.) - (Br.) - (Cv.) - (Bu.) - (Kl.) - (Pc.) - (Sl.) - (Li.) - (Ko.) - (Zi.) - (Zd.)
Z =	146,4	(Br.) - (Cv.) - (Bu.) - (Kl.) - (Pc.) - (Sl.) - (Li.) - (Ko.) - (Zi.) - (Zd.) - (Br.)
Z =	145,3	(Bu.) - (Br.) - (Cv.) - (Pc.) - (Kl.) - (Li.) - (Sl.) - (Ko.) - (Zi.) - (Zd.) - (Bu.)
Z =	161,1	(Kl.) - (Pc.) - (Br.) - (Cv.) - (Bu.) - (Li.) - (Sl.) - (Ko.) - (Zi.) - (Zd.) - (Kl.)
Z =	153,1	(Li.) - (Kl.) - (Pc.) - (Br.) - (Cv.) - (Bu.) - (Sl.) - (Ko.) - (Zi.) - (Zd.) - (Li.)
Z =	147,3	(Cv.) - (Br.) - (Pc.) - (Kl.) - (Bu.) - (Li.) - (Sl.) - (Ko.) - (Zi.) - (Zd.) - (Cv.)
Z =	143,8	(Pc.) - (Br.) - (Cv.) - (Bu.) - (Kl.) - (Li.) - (Sl.) - (Ko.) - (Zi.) - (Zd.) - (Pc.)
Z =	146,1	(Zi.) - (Ko.) - (Sl.) - (Pc.) - (Br.) - (Cv.) - (Bu.) - (Kl.) - (Li.) - (Zd.) - (Zi.)
Z =	150,2	(Sl.) - (Pc.) - (Br.) - (Cv.) - (Bu.) - (Kl.) - (Li.) - (Ko.) - (Zi.) - (Zd.) - (Sl.)

Obrázek 15: Výstup z programu TSPKOSA 1. okruh

(Zpracováno v MS Excel s využitím doplňku TSPKOSA, 2022)

Z výstupu programu TSPKOSA bylo vyhodnoceno za nejlepší možné pořadí: *Klobuky – Zichovec – Slaný – Pchery – Brandýsek – Cvrčovice – Buštěhrad – Kladno – Libušín – Zdiby – Klobuky*, hodnota Z_{\min} zde nabývá 142,2 km. Nicméně následující pořadí není možné použít, neboť počátečním stanovištěm v tomto okruhu musí být centrální pobočka ve Zdibech. Zároveň to musí být i posledním místem v rámci daného okruhu, a tak byla za vybranou trasu zvolena celkově 4. nejlepší varianta, která má následující pořadí: *Zdiby – Brandýsek – Cvrčovice – Buštěhrad – Kladno – Pchery – Slaný – Libušín – Klobuky – Zichovec – Zdiby*. 1. okruh měří **146,4 km**.



Obrázek 16: Mapa 1. okruh

(Zdroj: Mapy.cz, 2022)

Na mapě je znázorněno, jak vypadá nový první okruh. Podle propočtů aplikace mapy.cz se jeho vzdálenost pohybuje od **143,9** km do **155,8** km. Vzhledem k tomu, že cílem práce je ale minimalizace nákladů, bude pro další výpočty počítáno s variantou měřící **143,9** km. Samozřejmě, že doba jízdy i vzdálenost trasy se může ve skutečnosti jistým způsobem lišit, neboť zde nejsou brány v potaz žádné nečekané dopravní situace a hustota silničního provozu.

Výpočet MNS – druhý okruh

	Zd.	Mu.	SS.	St.	Úv.	Tu.	ČB.	KČ.	Te.	Lo.
Zd.	0	34,3	53,6	38,8	30,9	32,2	39,8	42,6	33,3	36,1
Mu.	34,3	0	19	5,1	12,7	13	14	9,6	1,9	2,4
SS.	53,6	19	0	17,1	28,7	29,2	22,6	11,8	21	17,8
St.	38,8	5,1	17,1	0	17,7	17,8	18,8	12,1	4,1	6,8
Úv.	30,9	12,7	28,7	17,7	0	3,6	10,4	20,4	14,6	13,3
Tu.	32,2	13	29,2	17,8	3,6	0	7,6	17,7	14,6	13,8
ČB.	39,8	14	22,6	18,8	10,4	7,6	0	11,2	16	15,3
KČ.	42,6	9,6	11,8	12,1	20,4	17,7	11,2	0	10,8	7,7
Te.	33,3	1,9	21	4,1	14,6	14,6	16	10,8	0	3,6
Lo.	36,1	2,4	17,8	6,8	13,3	13,8	15,3	7,7	3,6	0

Obrázek 17: Matice vzdáleností 2. okruh

(Vlastní zpracování v MS Excel, 2022)

2. okruh

Metoda nejbližšího souseda - sekvenčně

Maximální chyba srovnání veličin s plovoucí desetinnou čárkou: 0,01

Počet minimálních cyklů (z testovaných zvolenou metodou): 1

$Z_{\min} = 140,1$

(Zd.) - (Úv.) - (Tu.) - (ČB.) - (KČ.) - (Lo.) - (Mu.) - (Te.) - (St.) - (SS.) - (Zd.)

Počet nalezených shodných okruhů: 2

Další testované cykly:

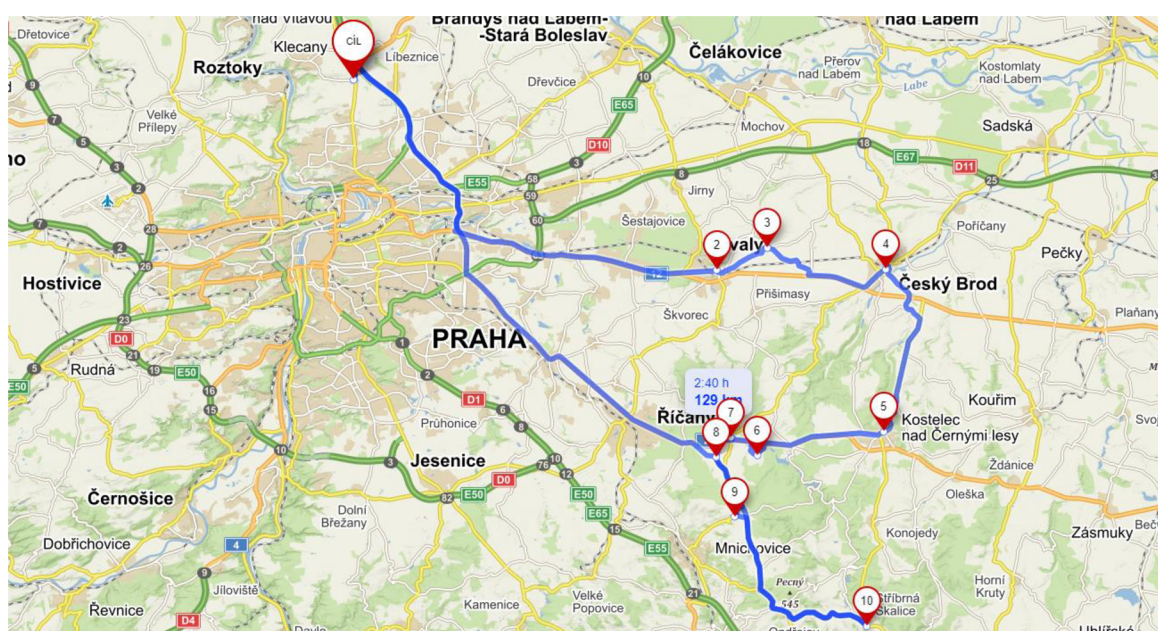
Z =	163,4	(Mu.) - (Te.) - (Lo.) - (St.) - (KČ.) - (ČB.) - (Tu.) - (Úv.) - (SS.) - (Zd.) - (Mu.)
Z =	150,2	(SS.) - (KČ.) - (Lo.) - (Mu.) - (Te.) - (St.) - (Úv.) - (Tu.) - (ČB.) - (Zd.) - (SS.)
Z =	159,6	(St.) - (Te.) - (Mu.) - (Lo.) - (KČ.) - (ČB.) - (Tu.) - (Úv.) - (SS.) - (Zd.) - (St.)
Z =	144,2	(Tu.) - (Úv.) - (ČB.) - (KČ.) - (Lo.) - (Mu.) - (Te.) - (St.) - (SS.) - (Zd.) - (Tu.)
Z =	153,5	(ČB.) - (Tu.) - (Úv.) - (Mu.) - (Te.) - (Lo.) - (St.) - (KČ.) - (SS.) - (Zd.) - (ČB.)
Z =	140,5	(KČ.) - (Lo.) - (Mu.) - (Te.) - (St.) - (SS.) - (ČB.) - (Tu.) - (Úv.) - (Zd.) - (KČ.)
Z =	161,2	(Te.) - (Mu.) - (Lo.) - (St.) - (KČ.) - (ČB.) - (Tu.) - (Úv.) - (SS.) - (Zd.) - (Te.)
Z =	161,3	(Lo.) - (Mu.) - (Te.) - (St.) - (KČ.) - (ČB.) - (Tu.) - (Úv.) - (SS.) - (Zd.) - (Lo.)

Obrázek 18: Výstup z programu TSPKOSA 2. okruh

(Zpracováno v MS Excel s využitím doplňku TSPKOSA, 2022)

Po zadání vstupních hodnot vygeneroval program TSPKOSA následující pořadí:
Zdiby – Úvaly – Tuklaty – Český Brod – Kostelec nad Černými lesy – Louňovice – Mukařov – Tehovec – Strančice – Stříbrná Skalice – Zdiby

Hodnota okruhu nabývá hodnoty $Z_{\min} = 140,1 \text{ km}$. Po jeho následném zanesení do aplikace mapy.cz, bylo zjištěno, že je možno daný okruh projet již při vzdálenosti 129 km za celkový čas 2h40min. V případě, že by podnik upřednostňoval čas před počtem najetých kilometrů, nabízí se varianta s celkovými 151,2 km za 2hod30min. Zde bude vybrána hodnota **129 km**.



Obrázek 19: Mapa 2. okruh

(zdroj: Mapy.cz, 2022)

Výpočet MNS – třetí okruh

	Zd.	Pr.	Če.	He.	Ři.	Pv.	Ka.	VP.	Ku.	Do.	Nu.	Mn.
Zd.	0	29,3	33,1	35,6	36	47,6	44,3	39,1	38,7	36,5	32,1	38
Pr.	29,3	0	1,9	6,8	7,8	21,6	18	13,2	13,5	4,5	3,8	59,7
Če.	33,1	1,9	0	5,5	6	23,1	15,5	12,9	13,5	3,3	1,9	13,6
He.	35,6	6,8	5,5	0	7,3	19,8	10	8,9	11,7	2,2	4,9	13,2
Ři.	36	7,8	6	7,3	0	19	16,2	9,2	7,9	7,1	4,2	8,2
Pv.	47,6	21,6	23,1	19,8	19	0	10,7	12,7	12,9	21,2	22	44,9
Ka.	44,3	18	15,5	10	16,2	10,7	0	7	11,1	12,3	19	52,1
VP.	39,1	13,2	12,9	8,9	9,2	12,7	7	0	4,3	40,9	12,6	50,7
Ku.	38,7	13,5	13,5	11,7	7,9	12,9	11,1	4,3	0	11,3	12,2	50,9
Do.	36,5	4,5	3,3	2,2	7,1	21,2	12,3	40,9	11,3	0	2,7	99,3
Nu.	32,1	3,8	1,9	4,9	4,2	22	19	12,6	12,2	2,7	0	58,6
Mn.	37,6	59,7	13,6	13,2	8,2	44,9	52,1	50,7	50,9	99,3	58,6	0

Obrázek 20: Matice vzdáleností 3. okruh

(Vlastní zpracování v MS Excel, 2022)

3. okruh

Metoda nejbližšího souseda - sekvenčně

Maximální chyba srovnání veličin s plovoucí desetinnou čárkou: 0,01

Počet minimálních cyklů (z testovaných zvolenou metodou): 1

Z_min = 143

(Py.) - (Ka.) - (VP.) - (Ku.) - (Ři.) - (Nu.) - (Če.) - (Pr.) - (Do.) - (He.) - (Mn.) - (Zd.) - (Py.)

Počet nalezených shodných okruhů: 2

Další testované cykly:

Z =	157,7	(Zd.) - (Pr.) - (Če.) - (Nu.) - (Do.) - (He.) - (Ři.) - (Ku.) - (VP.) - (Ka.) - (Py.) - (Mn.) - (Zd.)
Z =	157,7	(Pr.) - (Če.) - (Nu.) - (Do.) - (He.) - (Ři.) - (Ku.) - (VP.) - (Ka.) - (Py.) - (Mn.) - (Zd.) - (Pr.)
Z =	166,9	(Če.) - (Nu.) - (Do.) - (He.) - (Pr.) - (Ři.) - (Ku.) - (VP.) - (Ka.) - (Py.) - (Mn.) - (Zd.) - (Če.)
Z =	164,5	(He.) - (Do.) - (Nu.) - (Če.) - (Pr.) - (Ři.) - (Ku.) - (VP.) - (Ka.) - (Py.) - (Mn.) - (Zd.) - (He.)
Z =	168,2	(Ři.) - (Nu.) - (Če.) - (Pr.) - (Do.) - (He.) - (VP.) - (Ku.) - (Ka.) - (Py.) - (Mn.) - (Zd.) - (Ři.)
Z =	169,2	(VP.) - (Ku.) - (Ři.) - (Nu.) - (Če.) - (Pr.) - (Do.) - (He.) - (Ka.) - (Py.) - (Mn.) - (Zd.) - (VP.)
Z =	144,1	(Ku.) - (VP.) - (Ka.) - (He.) - (Do.) - (Nu.) - (Če.) - (Pr.) - (Ři.) - (Mn.) - (Zd.) - (Py.) - (Ku.)
Z =	167,6	(Do.) - (He.) - (Nu.) - (Če.) - (Pr.) - (Ři.) - (Ku.) - (VP.) - (Ka.) - (Py.) - (Mn.) - (Zd.) - (Do.)
Z =	162,3	(Nu.) - (Če.) - (Pr.) - (Do.) - (He.) - (Ři.) - (Ku.) - (VP.) - (Ka.) - (Py.) - (Mn.) - (Zd.) - (Nu.)
Z =	143,5	(Mn.) - (Ři.) - (Nu.) - (Če.) - (Pr.) - (Do.) - (He.) - (VP.) - (Ku.) - (Ka.) - (Py.) - (Zd.) - (Mn.)
Z =	163,4	(Če.) - (Pr.) - (Nu.) - (Do.) - (He.) - (Ři.) - (Ku.) - (VP.) - (Ka.) - (Py.) - (Mn.) - (Zd.) - (Če.)

Obrázek 21: Výstup z programu TSPKOSA 3. okruh

(Zpracováno v MS Excel s využitím doplňku TSPKOSA, 2022)

Třetí okruh byl sestaven v následujícím pořadí: *Zdiby – Průhonice – Čerčany – Nupaky – Dobřejšovice – Herink – Říčany – Kunice – Velké Popovice – Kamenice – Pyšely – Mnichovice – Zdiby*

TSPKOSA vyhodnotil minimální vzdálenost na **157,7 km**. Mapy.cz tuto vzdálenost určily na **157,4 km** za 3h5min (178,5 za 2:58min), což je v obou případech téměř stejná vzdálenost. U předcházejících okruhů se stalo, že se jednotlivé vzdálenosti v rámci výstupu z programu a výstupu z mapy lišily. To bylo zjevně zapříčiněno tím, že původní matice vzdáleností byla sestavena v aplikaci Google.maps, v níž jsou nepatrně odlišné trasy. V závěru však těchto pár rozdílných metrů může lehce pozměnit celkové vzdálenosti. V aplikaci Google.maps ovšem není možné zahrnout do trasy více než 10 stanovišť, a tak byla původní aplikace nahrazena aplikací mapy.cz. Pokud by firma chtěla zahrnout do naplánované trasy provoz, je lepší využívat například aplikace Waze, která je ovšem určena pro mobilní zařízení.



Obrázek 22: Mapa 3. okruh

(Zdroj: Mapy.cz, 2022)

Výpočet MNS – čtvrtý okruh

	Zd.	Mn.	KN.	Ho.	Ve.	OV.
Zd.	0	37,6	17	24,8	25	9,1
Mn.	37,6	0	103,8	54	69,8	55,8
KN.	17	103,8	0	7,5	9,6	9
Ho.	24,8	54	7,5	0	13,5	16,2
Ve.	25	69,8	9,6	13,5	0	17,2
OV.	9,1	55,8	9	16,2	17	0

Obrázek 23: Matice vzdáleností 4. okruh

(Vlastní zpracování v MS Excel, 2022)

4. okruh

Metoda nejbližšího souseda - sekvenčně

Maximální chyba srovnání veličin s plovoucí desetinnou čárkou: 0,01

Počet minimálních cyklů (z testovaných zvolenou metodou): 1

$Z_{min} = 64,1$

(Zd.) - (OV.) - (KN.) - (Ho.) - (Ve.) - (Zd.)

Počet nalezených shodných okruhů: 3

Další testované cykly:

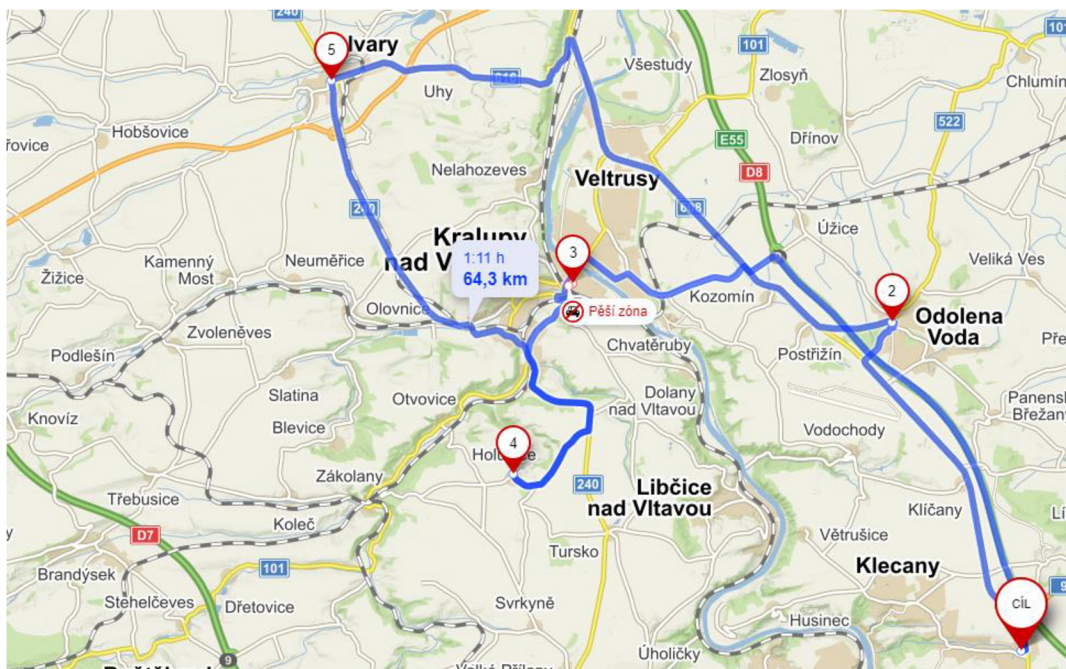
$Z = 64,3$ | (KN.) - (Ho.) - (Ve.) - (OV.) - (Zd.) - (KN.)

$Z = 67,4$ | (Ve.) - (KN.) - (Ho.) - (OV.) - (Zd.) - (Ve.)

Obrázek 24: Výstup z programu TSPKOSA 4. okruh

(Zpracováno v MS Excel s využitím doplňku TSPKOSA, 2022)

Poslední okruh byl programem sestaven v následujícím pořadí: *Zdiby – Odolena Voda – Kralupy nad Vltavou – Holubice – Velvary – Zdiby* s celkovou vzdáleností okruhu $z_{\min} = 64,1 \text{ km}$.



Obrázek 25: Mapa 4. okruh

(Zdroj: Mapy.cz, 2022)

Dle výstupu z mapy.cz je celková vzdálenost stanovena na **64,3km** za 1h 11min, respektive na 68,8km za 1 h 6 min. V této práci bude pro další výpočty zvolena varianta 64,3km.

4.5 Ekonomická analýza pohonných hmot

4.5.1 Vstupní informace

Společnost Lorenc Logistic, s.r.o. nemá ve svém vlastnictví žádné dodávky. Využívá pronajatých dodávek od externích dodavatelů, které zároveň zprostředkovávají řidiče vybraných dodávek. Pro ilustraci bude uveden příklad vozidla **Peugeot Partner Tepee**, který je řidiči ve společnosti často využíván. Uváděná spotřeba vozu je průměrně 4,9 l/100 km. Nicméně je důležité brát v úvahu, že se jedná pouze o teoretickou spotřebu. Jsou-li k uváděné spotřebě připočítány další faktory, jako je zatížení vozidla či nerovnoměrná rychlost, zvedá se její spotřeba průměrně na **8 l/100 km**.

Průměrná cena nafty

Vedle spotřeby a vzdálenosti je pro následující výpočet potřeba určit i cenu pohonných hmot. Většina dodávek má vznětový motor, a tak jezdí na naftu. Cena nafty je v tuto chvíli (k 1.10.2022) vyšší, než cena benzínu či plynu, a proto je každý ušetřený kilometr pro uživatele naftových vozů velmi pozitivní. Vývoj ceny nafty během posledního roku byl oproti předešlým rokům obrovský, její cena se zvýšila o více než 30 %.



Obrázek 26: Vývoj ceny nafty

(Zdroj: kurzy.cz, 2022)

Na výše zobrazeném grafu je znázorněno, jak se pohybovaly ceny nafty v průběhu od října roku 2021 do října roku 2022. Aktuálně, k 1.10.2022, se cena nafty dle údajů z webové stránky kurzy.cz pohybuje okolo **42,90 Kč/l**. V práci bude proto nadále počítáno s hodnotou 42,90 Kč/l.

Původní náklady na PHM

Délky původních okruhů byly následující: *111 km, 159 km, 143 km a 137 km*. Při jejich sečtení vychází jejich celková vzdálenost na **550 km**.

Pro získání, co nejpřesnějších výsledků bude dále využito webové stránky vypocitejto.cz/energie/spotreba-paliva/, kam budou zaneseny vstupní informace.

Po zadání celkové vzdálenosti (550 km), průměrné spotřeby (8 l/100 km) a ceny nafty (42,9 Kč) byly zjištěny následující výsledky:

Tabulka 8: Spotřeba nafty na ujeté km, původní

vzdálenost	cena
550 km	1.887,60 Kč
1 km	3,40 Kč

(Zpracováno v MS Word, zdroj: vypocitejto.cz/energie/spotreba-paliva, 2022)

Z tabulky vyplývá, že se původní náklady na PHM rovnaly přibližně **1.888 Kč**.

4.5.2 Optimalizované náklady na PHM

Vzdálenosti optimalizovaných okruhů nabývají hodnot: *129 km, 143,9 km, 157,4 km a 64,3 km*. Po sečtení je hodnota celkové vzdálenosti rovna **494,6 km**.

Výsledný údaj byl opět zadán do kalkulačky spotřeby, která vyhodnotila následující výsledky:

Tabulka 9: Spotřeba nafty na ujeté km, optimalizované

vzdálenost	cena
495 km	1.697,50 Kč
1 km	3,40 Kč

(Zpracováno v MS Word, zdroj: vypocitejto.cz/energie/spotreba-paliva, 2022)

Podle nového optimalizovaného řešení by tak mohlo být denně ušetřeno přibližně **191 Kč** ($1.888 - 1.697,5 = 190,5$), pokud by byly zavedeny nové okruhy včetně jejich přesného projetí. Přičemž ročně by to znamenalo pro společnost Lorenc Logistic nižší náklady téměř o **69.532,50 Kč**.

4.5.3 Shrnutí výpočtů

Porovnání cen a vzdáleností

V následující tabulce jsou patrné konkrétní vzdálenosti a ceny původních a optimalizovaných okruhů.

Tabulka 10: Porovnání cen a vzdáleností

	Původní vzdálenost (km)	Optimalizovaná vzdálenost (km)	Původní náklady na PHM (Kč)	Optimalizované náklady na PHM (Kč)
1. Okruh	111	129	381,00	442,70
2. Okruh	159	143,9	545,70	493,90
3. Okruh	143	157,4	490,80	540,20
4. Okruh	137	64,3	470,20	220,70
Celkem (km)	550	494,6	-	-
Celkem (Kč)	-	-	1.887,70	1.697,5
Úspora (km)	-	55,4	-	-
Úspora (Kč)	-	-	-	190,5

(Vytvořeno v MS Word, 2023)

Z tabulky vyplývá, že při zachování optimalizovaného pořadí projetí jednotlivých okruhů se celková vzdálenost sníží o 55,4 Km. Toto snížení zároveň bude znamenat snížení nákladů na pohonné hmoty ve výši 190,5 Kč.

Veškeré hodnoty, které jsou zobrazeny v tabulce č. 10 jsou znovu důkladně shrnuty v rámci kapitoly č. 5 Zhodnocení výsledků, viz níže.

Porovnání časového hlediska

Tabulka 11: Porovnání časového hlediska

	Původní doba (min)	Optimalizovaná doba (min)
1. Okruh	145	170
2. Okruh	207	160
3. Okruh	176	185
4. Okruh	159	71
Celkem min	687	586
Úspora min	101 minut, tj. 1h 41min	

(Vytvořeno v MS Word, 2023)

Vzhledem k tomu, že se doba rozvozu může v praxi velmi lišit, neboť existuje řada externalit, které jsou schopny ji mnohonásobně prodloužit, jsou tyto hodnoty čistě teoretické. Oproti vzdálenosti, která většinou bývá stejná, případně relativně podobná. Samozřejmě se může stát, že bude uzavřena některá z dopravních tras a řidič bude muset volit náhradní trasu. Ovšem v porovnání s časovým hlediskem ji je možno mnohem lépe predikovat.

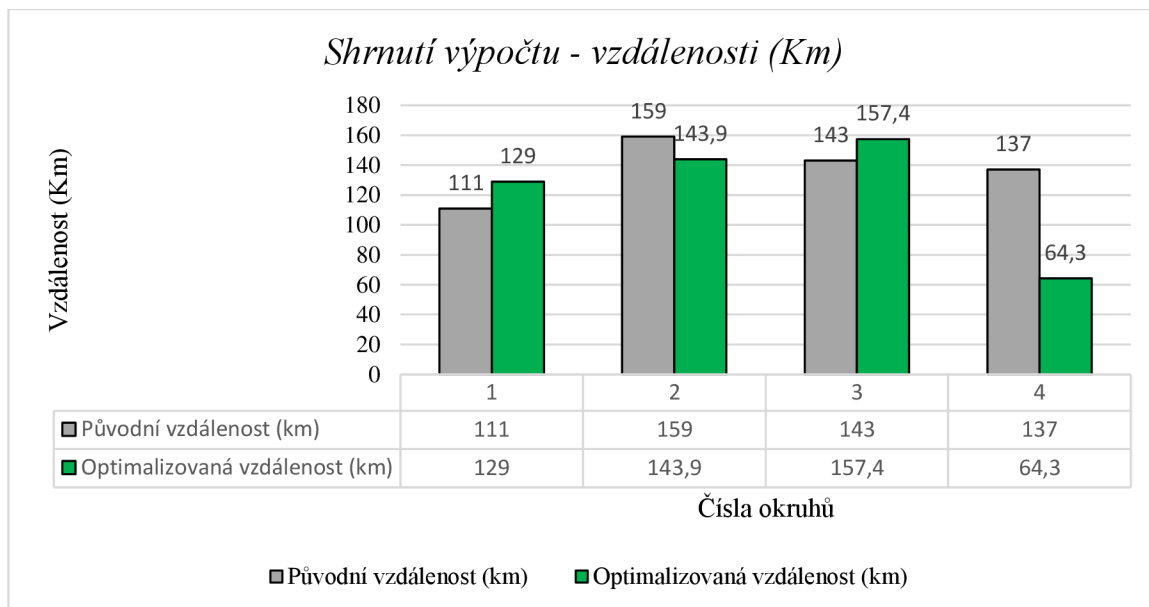
Z tabulky vyplývají následující údaje:

Doba projetí 1. okruhu se při využití optimalizovaného řešení prodlouží o 35 min. Oproti tomu čas potřebný pro projetí druhého okruhu se zkrátí o téměř 50 min (47 min). Řidiči třetího okruhu se doba prodlouží o pouhých 9 min. Nejvíce patrný rozdíl nastává v rámci 4. okruhu, kdy se celková doba sníží o 88 min, tj. skoro 1,5h.

Jelikož společnost funguje jako celek, tak pro ni zvýšení doby projetí trasy u 1. a 3. okruhu nebude chápáno jako zásadní problém. Veškeré náklady, které se zde promítnou budou kompenzovány celkovou sníženou dobou projetí tras v rámci 2. a 4. okruhu. Společnost by na základě těchto propočtů ušetřila 101 min, které by následně mohla využít dle vlastního uvážení.

5 Zhodnocení výsledků

5.1 Řešení vzdáleností



Graf 2: Shrnutí výpočtu – vzdálenosti

(Vlastní zpracování v MS Excel, 2023)

Z výše uvedeného grafu vyplývá, jak se v optimalizovaném řešení změnily vzdálenosti konkrétních okruhů oproti původním vzdálenostem.

5.1.1 První okruh

Vzdálenost prvního okruhu se mírně zvýšila ze 111 km na 129 km. Rozdíl je tedy prodloužení trasy o 18 km.

5.1.2 Druhý okruh

Oproti tomu vzdálenost druhého okruhu se při optimalizovaném řešení snížila ze 159 km na 143,9 km. Což znamená snížení vzdálenosti druhého okruhu o 15,1 km.

5.1.3 Třetí okruh

V rámci třetího okruhu se vzdálenost opět nepatrně zvýšila, jako v případě prvního okruhu, tentokrát ze 143 km na 157,4 km. Délka okruhu se tak zvýšila o 14,4 km.

5.1.4 Čtvrtý okruh

K největší změně došlo v případě rozvržení čtvrtého okruhu. Vzdálenost se snížila ze 137 km na pouhých 64,3 km, což snížilo celkovou ujetou vzdálenost o 72,7 km. Toto snížení tak zcela pokrývá prodloužení trasy v rámci prvního a třetího okruhu.

Celková optimalizovaná vzdálenost se navíc sníží přibližně o 55,4 km.

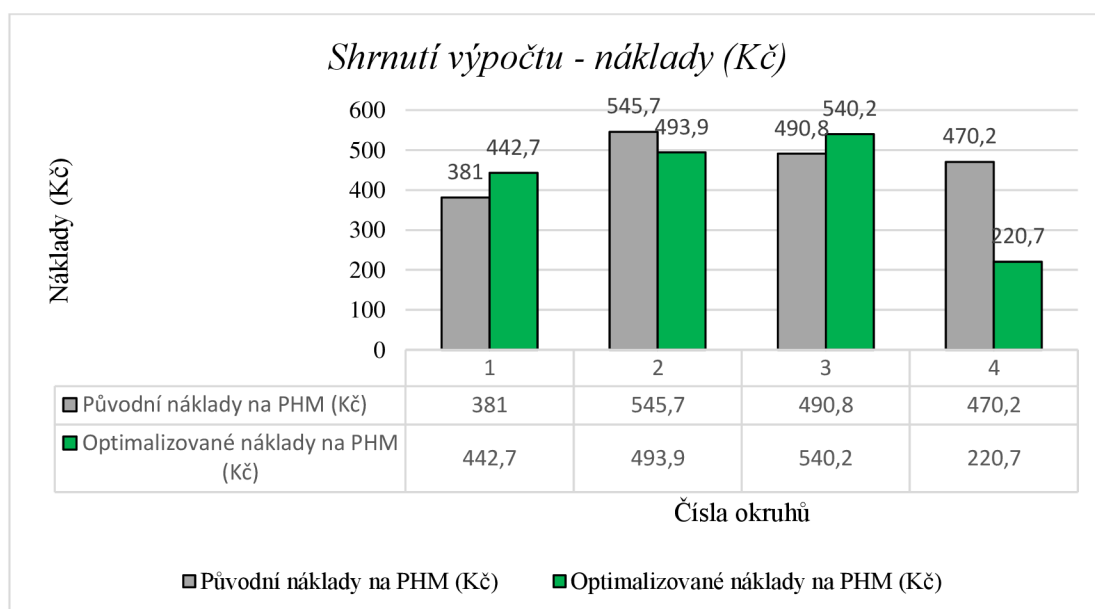
Tabulka 12: Rozdíl vzdáleností okruhů

Okruh	Původní vzdálenost (km)	Optimalizovaná vzdálenost (km)	Rozdíl (km)
1. okruh	111	129	+18
2. okruh	159	143,9	-15,1
3. okruh	143	157,4	+14,4
4. okruh	137	64,3	-72,7

(Vlastní zpracování v MS Word, 2023)

Ve výše vyobrazené tabulce jsou zaznamenány hodnoty, které byly již popsány v rámci 5. kapitoly Zhodnocení výsledků, podkapitoly: Řešení vzdáleností.

5.2 Řešení nákladů



Graf 3: Shrnutí výpočtu – náklady (Kč)

(Vlastní zpracování v MS Excel, 2023)

Z výše zobrazeného grafu lze vyčíst, jak se změnilы náklady na pohonné hmoty v rámci jednotlivých okruhů.

5.2.1 První okruh

Jelikož se v rámci prvního okruhu zvýšila jeho celková vzdálenost, znamená to zcela přirozeně i zvýšení nákladů na pohonné hmoty. Původní cena byla vyčíslena na 381,00 Kč. V optimalizovaném řešení by se tato cena zvýšila na 442,70 Kč. Znamenalo by to tak zvýšení nákladů o 61,70 Kč.

5.2.2 Druhý okruh

V druhém okruhu se vzdálenost snížila. Okruh tak přináší úsporu financí z původních 545,70 Kč na 493,90 Kč. Podnik při jednom projetí daného okruhu ušetří 51,80 Kč.

5.2.3 Třetí okruh

Třetí okruh opět zaznamenal prodloužení trasy. Původní náklady na projetí tohoto okruhu se pohybovaly okolo 490,80 Kč, oproti tomu nové náklady dosahují výše 540,20 Kč. Celková výše nákladů na pohonné hmoty v rámci třetího okruhu se zvýšila o 49,40 Kč.

5.2.4 Čtvrtý okruh

Poslední okruh přináší nejvyšší finanční úsporu pro podnik. Původní náklady tohoto okruhu dosahovaly výše 470,20 Kč, nicméně nové náklady se snížily o více než ½ na 220,70 Kč. Bylo by tak uspořeno 249,5 Kč.

Tabulka 13: Rozdíl nákladů okruhů

Okruh	Původní náklady (Kč)	Optimalizované náklady (Kč)	Rozdíl (Kč)
1. okruh	381,00	442,70	+61,70
2. okruh	545,70	493,90	-51,80
3. okruh	490,80	540,20	+49,40
4. okruh	470,20	220,70	-249,50

(Vlastní zpracování v MS Word, 2023)

Ve výše vyobrazené tabulce jsou zaznamenány hodnoty, které byly již popsány v rámci 5. kapitoly Zhodnocení výsledků, podkapitoly: Řešení nákladů.

5.3 Shrnutí a doporučení

Z uvedených výsledků vyplývá, že chce-li společnost dosáhnout nižší celkové vzdálenosti v rámci jednotlivých okruhů a zároveň tak snížení nákladů na pohonné hmoty, je nutné, aby dodržovala projetí optimalizovaných okruhů v pořadí uvedeném v této práci.

Jak již bylo zmíněno v předešlé kapitole, nové rozvržení okruhů by dohromady ušetřilo 55,4 km denně, které řidiči najezdí. Samozřejmě není možné tuto vzdálenost predikovat zcela přesně, neboť na dopravu působí řada externalit, tedy situací, jež člověk není schopen ovlivnit. Z toho důvodu je nutné brát v úvahu patřičnou rezervu a snažit se dodržovat veškerých předem stanovených postupů a zároveň pravidelně vyhodnocovat dopravní situaci. Mnohem více externality ovšem působí na čas než vzdálenost. Různé silniční uzavírky, špatné počasí, nedorozumění ze strany zaměstnanců a jiné mohou dobu výrazně prodloužit. Výpočet časové úspory sloužil pouze jako hrubý odhad, který vedl k závěru, že se celková doba projetí tras sníží o cca 1,5 hodiny. Jak již bylo navíc v úvodu zmíněno, je potřeba aby se logistické řetězce co nejvíce otáčely, to znamená, aby se zkracovala doba, za niž se dostanou jednotlivé produkty ke koncovým zákazníkům. Vzhledem k tomu, že se snížila celková doba a náklady, je možné využít tento čas k realizaci nových cest, které mohou firmě přinést nový zisk. Zároveň je také možné již nerealizovat žádné nové cesty a snížit náklady společnosti. V obou případech to ovšem povede ke zvýšení zisku, což je pro společnost žádoucí.

6 Závěr

Bakalářská práce se zabývala logistikou, jak z teoretického, tak praktického hlediska. V rámci teoretické rešerše přiblížila důležité pojmy, které byly stěžejní pro praktickou část bakalářské práce. Cílem práce bylo optimalizovat počet najetých kilometrů v rámci jednotlivých okruhů, které denně najezdí řidiči společnosti Lorenc Logistic, s.r.o.

Ačkoliv dva okruhy (2. a 4.) dosáhnou v závěru menší vzdálenosti, v případě 1. a 3. okruhu se musí vzdálenost zvýšit. Je to z toho důvodu, že se v blízkosti 1. a 3. okruhu nacházela stanoviště, která se k nim připojila. Ve výsledku to tak snížilo celkovou vzdálenost v rámci 2. a 4. okruhu. U čtvrtého okruhu to navíc snížilo vzdálenost tak významně, že to přineslo celkovou úsporu veškerých najetých kilometrů.

Z výsledků v praktické části vyplývá, že se celková vzdálenost potřebná k projetí okruhů dohromady snížila o 55,4 km, což znamená úsporu 190,5 Kč denně, tzn. snížení ročních nákladů o 69.532,50 Kč. Mimo toho se snížil i celkový čas. Samozřejmě je nutné brát s rezervou snížení celkové doby projetí jednotlivých okruhů, neboť čas se v praxi může velmi často měnit. Denně se na silnicích stává řada skutečností, které nejsou řidiči schopni predikovat, a tak se v závěru mohou trasy prodlužovat.

Je důležité na závěr také zmínit, že logistika se neustále vyvíjí a doba jde dopředu. Stále vznikají nové technologie, trasy, silnice a další možnosti, které vedou k zdokonalení procesu logistiky, tak aby byl co nejefektivnější pro firmu a co nejpříjemnější pro zákazníka. Je tedy velmi pravděpodobné, že hodnoty, které byly vypočítány nyní, po uplynutí nějaké doby, budou moci opět dosahovat ještě zdaleka lepších výsledků. Je proto důležité neustále sledovat vývoj a aktuality z oblasti logistiky a dopravy a hodnoty čas od času aktualizovat.

7 Seznam použitých zdrojů

7.1 Použitá literatura

BAKEŠOVÁ, Miroslava a Vladimír KŘEŠŤAN. *Základy logistiky*. Jihlava: Vysoká škola polytechnická, 2008. ISBN 9788087035085.

BROŽOVÁ, Helena; HOUŠKA, Milan. *Základní metody operační analýzy*. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, 2008. 250 s. ISBN 978-80-213-0951-7

DRAHOTSKÝ, Ivo a Bohumil ŘEZNÍČEK. *Logistika – procesy a jejich řízení*. Brno: Computer Press, 2003. Praxe manažera (Computer Press). ISBN 80-722-6521-0.

HAVLÍČEK, Jaroslav a Jan ZÍSKAL. *Ekonomicko matematické metody I: Studijní texty pro distanční studium*. Praha: Vydavatelství Credit ČZU PEF Praha, 2009. ISBN 8021307617.

JIRSÁK, Petr, Michal MERVART a Marek VINŠ. *Logistika pro ekonomy – vstupní logistika*. Praha: Wolters Kluwer Česká republika, 2012. ISBN 978-80-7357-958-6.

KOLÁŘ, Petr, Bedřich RATHOUSKÝ, Petr JIRSÁK a Marek VINŠ. Vybrané kapitoly z přepravy a logistiky. In: *Novák_Vybrané kapitoly z přepravy a logistiky* [online]. Praha, 2021, 2021, s. 111 [cit. 2023-02-18]. ISBN 978-80-245-2431-3 (e-kniha). Dostupné z: doi: 10.18267/tb.2021.nov.2431.3

KŘIVDA, Vladislav. *Základy dopravy: 4. Letecká doprava* [online]. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita, [2007] [cit. 2023-03-05]. ISBN ISBN978-80-248-1521-3. Dostupné z: http://www.elearn.vsb.cz/archivcd/FS/Zdopr/04_LD.pdf

MATOUŠEK, Jiří a Bernd GÄRTNER. *Understanding and using linear programming* [online]. Berlin: Springer, 2007 [cit. 2023-03-05]. ISBN 35-403-0697-8. Dostupné z: <https://blogs.epfl.ch/extrema/documents/Maison%2020.05.10.pdf>

NOVÁK, Radek. *Mezinárodní silniční nákladní přeprava a zasilatelství*. V Praze: C.H. Beck, 2018. ISBN 978-80-7400-041-6.

POLÁK, Jaromír, Jiří PAVLISKA a Aleš SLÍVA. *Dopravní a manipulační zařízení I*. [online]. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita, 2001 [cit. 2023-03-05]. ISBN 80-248-0043-8. Dostupné z: http://www.342.vsb.cz/pol25/Polak_DaMZ_1_NP.pdf

SEDLÁČEK, Pavel a Michal FLORIÁN. *Vybrané otázky z přepravy a zasilatelství*. Praha: Wolters Kluwer, 2017. ISBN 978-80-7552-573-4.

SIXTA, Josef a Václav MAČÁT. *Logistika: teorie a praxe*. Brno: CP Books, 2005. Business books (CP Books). ISBN 80-251-0573-3.

SVOBODA, Vladimír a Patrik LATÝN. *Logistika*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003. ISBN 80-01-02735.

SVOBODA, Vladimír. *Dopravní logistika*. V Praze: Vydavatelství ČVUT, 2004. ISBN 80-010-2914-X

ŠKAPA, Petr. *Základy dopravy* [online]. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita, [2008] [cit. 2023-03-05]. ISBN 978-80-248-1521-3. Dostupné z: <https://www.yumpu.com/xx/document/read/16301206/1-zeleznicni-doprava-elearn-vysoka-skola-banska-technicka->

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

7.2 Internetové zdroje

BŘÁZDOVÁ, Markéta. Matematický model úlohy stanovení trasy vozidel pro více dep, více vozidel a více typů požadavků. *Scientific Papers of the University of Pardubice* [online]. Univerzita Pardubice, 1997, 200-202 [cit. 2023-03-05]. ISSN 1211-6610. Dostupné z:

https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/35604/BrazdovaM_MatematickyModel_SP_DF_JP_1997.pdf?sequence=1&isAllowed=y

JANOŠ, Vít. Technologie dopravy: Kombinovaná doprava. *DocPlayer* [online]. Ústav řízení dopravních procesů a logistiky ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, 2016 [cit. 2023-03-05]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/2266174-Technologie-dopravy-kombinovana-doprava-ing-vit-janos-ph-d-ustav-rizeni-dopravnich-procesu-a-logistiky-cvut-v-praze-fakulta-dopravni.html>

KUČERA, Petr, Igor KREJČÍ a Hana VYDROVÁ. *TSPKOSA pro řešení DDU a DU: TSPKOSA Manuál CZ*. MS Word, 2010.

POLÁŠKOVÁ, Zuzana. *Analýza logistických činností podniku* [online]. Ostrava, 2010 [cit. 2023-03-04]. Dostupné z: <https://core.ac.uk/download/pdf/8983349.pdf>. Bakalářská práce. VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA. Vedoucí práce Ing. Elen Válková.

TVRDOŇ, Leo a Jaroslav BAZALA. Potrubní doprava. *Techportal* [online]. Praha: Verlag Dashöfer, 2017, 18.5.2017 [cit. 2023-03-04]. Dostupné z: https://www.techportal.cz/33/potrubni-doprava-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4EkKpRnC_SJUKapkhTE_yiU/

TVRDOŇ, Leo a Jaroslav BAZALA. Řízení zásob a logistické řetězce. *Techportal* [online]. Praha: Verlag Dashöfer, 2019, 31.10.2019 [cit. 2023-03-04]. Dostupné z: <https://www.techportal.cz/33/priprava-vyjednavani-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4EoSf6RcLfOnl999WdpzAgdA/>

WILCZKOVÁ, Marta a Petr VLČEK. VÝZNAM DOPRAVY V LOGISTICE PODNIKU. *Acta academica karviniensia* [online]. 2011, **11**(3), 178-185 [cit. 2023-03-05]. ISSN 1212415X. Dostupné z: doi:10.25142/aak.2011.057

8 Seznamy a přílohy

8.1 Seznam obrázků

Obrázek 1: Rozdělení logistiky.....	14
Obrázek 2: Logistický řetězec	19
Obrázek 3: Vektory a matice v dopravní úloze	22
Obrázek 4: Linka A – původní	29
Obrázek 5: Linka B – původní.....	29
Obrázek 6: Linka C – původní.....	30
Obrázek 7: Linka D – původní	30
Obrázek 8: Matice vzdáleností	31
Obrázek 9: 1. okruh Mayerova metoda	34
Obrázek 10: 2. okruh Mayerova metoda	35
Obrázek 11: 3. okruh Mayerova metoda	37
Obrázek 12: 4. okruh Mayerova metoda	39
Obrázek 13: Matice vzdáleností 1. okruh	40
Obrázek 14: Výpočet TSPKOSA MNS.....	40
Obrázek 15: Výstup z programu TSPKOSA 1. okruh.....	41
Obrázek 16: Mapa 1. okruh	41
Obrázek 17: Matice vzdáleností 2. okruh	42
Obrázek 18: Výstup z programu TSPKOSA 2. okruh.....	42
Obrázek 19: Mapa 2. okruh	43
Obrázek 20: Matice vzdáleností 3. okruh	43
Obrázek 21: Výstup z programu TSPKOSA 3. okruh.....	44
Obrázek 22: Mapa 3. okruh	45
Obrázek 23: Matice vzdáleností 4. okruh	45
Obrázek 24: Výstup z programu TSPKOSA 4. okruh.....	45
Obrázek 25: Mapa 4. okruh	46
Obrázek 26: Vývoj ceny nafty	47

8.2 Seznam tabulek

Tabulka 1: Dopravní tabulka	22
Tabulka 2: Matice sazeb MNS.....	26
Tabulka 3: Výchozí rozdělení tras	28
Tabulka 4: Optimalizovaná stanoviště v 1. okruhu	34
Tabulka 5: Optimalizovaná stanoviště v 2. okruhu	36
Tabulka 6: Optimalizovaná stanoviště ve 3. okruhu.....	37
Tabulka 7: Optimalizovaná stanoviště ve 4. okruhu.....	39
Tabulka 8: Spotřeba nafty na ujeté km, původní	48
Tabulka 9: Spotřeba nafty na ujeté km, optimalizované	48
Tabulka 10: Porovnání cen a vzdáleností	49
Tabulka 11: Porovnání časového hlediska.....	50
Tabulka 12: Rozdíl vzdáleností okruhů	52
Tabulka 13: Rozdíl nákladů okruhů.....	53

8.3 Seznam grafů

Graf 1: Obrat společnosti Lorenc Logistic, s.r.o.....	27
Graf 2: Shrnutí výpočtu – vzdálenosti	51
Graf 3: Shrnutí výpočtu – náklady (Kč)	52

8.4 Seznam zkratk

MNS	Metoda nejbližšího souseda
JIT	Just in Time

8.5 Seznam příloh

Příloha 1: Matice vzdáleností – nezaokrouhlená, 1. část.....	62
Příloha 2: Matice vzdáleností – nezaokrouhlená, 2. část.....	63
Příloha 3: Matice 1. okruh – nezaokrouhlená, 1. část.....	64
Příloha 4: Matice 1. okruh – nezaokrouhlená, 2. část.....	64
Příloha 5: Matice 2. okruh – nezaokrouhlená, 1. část.....	65
Příloha 6: Matice 2. okruh – nezaokrouhlená, 2. část.....	65
Příloha 7: Matice 3. okruh – nezaokrouhlená, 1. část.....	66
Příloha 8: Matice 3. okruh – nezaokrouhlená, 2. část.....	66
Příloha 10: Matice 4. okruh – nezaokrouhlená, 1. část.....	67
Příloha 11: Matice 4. okruh – nezaokrouhlená, 2. část.....	67

8.6 Přílohy

	Zd.	Br.	Bu.	Kl.	Li.	Cv.	Pr.	Če.	He.	Ří.	Mu.	Mn.	SS.	St.	Py.	Ka.	VP.
Zd.	0	30,9	36,3	47,8	40,8	32,5	29,3	33,1	35,6	36	34,3	37,6	53,6	38,8	47,6	44,3	39,1
Br.		0	5,4	7,7	9,8	1,7	44,8	44,5	50,7	50	64,5	62,2	81,3	66	63,2	56,8	60,4
Bu.			0	7,1	12,9	5,6	40,2	41,6	45,9	48,9	60,2	54,7	77,4	62,3	59,7	56	53,3
Kl.				0	7,2	6,3	46,2	47,5	51,9	54,8	62,6	60,7	81,4	64,5	63,6	54,6	58,4
Li.					0	11,9	53	54,3	58,4	61,3	69	73,8	87,7	70,8	73,1	60,9	74,5
Cv.						0	45	46,4	50,4	53,3	64,1	62,5	81,4	66,2	68,5	54,6	60,2
Pr.							0	1,9	6,8	7,8	17,4	59,7	34,4	19,3	21,6	18	13,2
Če.								0	5,5	6	13,2	13,6	32,8	17,3	23,1	15,5	12,9
He.									0	7,3	15	13,2	32,6	17	19,8	10	8,9
Ří.										0	7,2	8,2	26	10,4	19	16,2	9,2
Mu.											0	8,6	19	5,1	19,1	19,6	14,1
Mn.												0	47,5	28	44,9	52,1	50,7
SS.													0	17,1	23,3	31,9	26,4
St.														0	14,1	17,7	12,2
Py.															0	10,7	12,7
Ka.																0	7
VP.																	0
Ku.																	
Pc.																	
Do.																	
Úv.																	
Tu.																	
ČB.																	
KČ.																	
Nu.																	
Te.																	
Lo.																	
KN.																	
Ho.																	
Ko.																	
Zi.																	
St.																	
Ve.																	
OV.																	

Příloha 1: Matice vzdáleností – nezaokrouhlená, 1.část

(Vlastní zpracování MS Excel, 2022)

Ku.	Pc.	Do.	Uv.	Tu.	ČB.	KČ.	Nu.	Te.	Lo.	KN.	Ho.	Ko.	Zi.	Sl.	Ve.	OV.
38,7	35,3	36,5	30,9	32,2	39,8	42,6	32,1	33,3	36,1	17	24,8	46,9	54,1	39,2	25	9,1
53,8	4,1	51,1	57,8	62,4	71,4	73,4	45,1	63,3	66,2	14,4	11	22,4	25,7	10	14,1	23
52,2	9,5	43,2	53,6	58,3	67,8	68,5	43,5	60,5	62	18	11,8	25,9	29,3	14,3	23,5	25
58,6	6,2	49,2	58,7	63,3	72,8	72,4	49,4	62,4	65,9	22,1	18,4	22,9	26,3	12,6	22	31,4
74,1	7,4	68,4	78,4	74,1	83,1	79,6	59,3	69,2	80,4	32,7	24,5	18,8	22,1	9,6	22,9	35,6
57,1	5,7	48,1	57,6	62,2	71,7	73,1	48,3	61,4	65,9	16	12,5	23,8	27,2	11,7	15,9	24,6
13,5	51	4,5	18,2	23,2	27,4	26,4	3,8	17,7	19,2	45,8	40,6	63,7	72	52,2	55,5	36,9
13,5	51,3	3,3	17,2	20,5	26,5	22	1,9	13,4	14,9	47,4	42	65,9	74,2	54,3	53,9	39,1
11,7	56,9	2,2	20,7	24	28,7	23,2	4,9	14,1	16,2	54	45,7	69,6	73	58,1	60,8	48,3
7,9	58,6	7,1	13,8	18,1	20,9	15,5	4,2	7,4	8,9	53,6	45,3	75,1	78,5	59,9	63,8	50,1
11,5	19,1	15,2	12,7	13	14	9,6	11,5	1,9	2,4	49,3	64,3	79,4	82,8	68,1	59,1	46,6
50,9	108	99,3	65,1	65,1	65,7	56,6	58,6	7,7	54,2	104	54	124	128	111	69,8	55,8
23,1	88,7	31,6	28,7	29,2	22,6	11,8	31,5	21	17,8	68,6	195	100	103	90,8	86,2	73,7
8,9	72,2	17,4	17,7	17,8	18,8	12,1	18,2	4,1	6,8	63,4	57,8	85	88,4	73,4	73,4	51
12,9	76	21,2	34,6	37,9	34	28	22	18	21,5	67,2	60,1	83,6	92,2	77,2	75,7	63,2
11,1	60,3	12,3	31,6	34,9	34,3	28,9	19	19,9	22,3	64,2	58,7	73,1	76,5	61,5	72,9	60,4
4,3	66,6	40,9	25,2	28,5	27,9	22,5	12,6	15,2	15,9	57,8	60,9	79,3	82,8	67,8	67,3	53,6
0	66,1	11,3	21,2	22,9	25,6	19,6	12,2	11,3	13,1	57,4	59,9	78,9	82,3	67,3	66,9	17,2
	0	60,9	68	71,3	86,3	77,7	61,2	70,7	71,2	19,2	15,4	18,4	21,8	6,4	15,6	27,4
		0	21,4	24,8	27,7	23	2,7	14,5	16,4	54,6	50,1	69,1	72,6	57,6	57,1	44,9
			0	3,6	10,4	20,4	17,6	14,6	13,3	46,7	53,8	78,9	82,3	69,4	55,2	37,8
				0	7,6	17,7	19,8	14,6	13,8	46,9	53,2	78,9	82,3	67,3	57,7	37,9
					0	11,2	25,4	16	15,3	54,8	62	87,9	91,3	76,3	64,4	50,5
						0	21,8	10,8	7,7	57,6	64,4	88,9	90,7	79,9	67,4	54,9
							0	12,1	14	41	40	71,3	74,7	22,3	51,2	38,7
								0	3,6	49,6	56,6	79,7	83,1	68,2	59,3	46,9
									0	51,1	58	81,2	84,6	69,6	65,3	48,4
										0	7,5	31,5	35,3	21,2	9,6	9
											0	30	33	17,6	13,5	16,2
												0	6	13,1	21,8	41
													0	16,4	27,8	46,4
														0	13,9	31
															0	17,2
																0

Příloha 2: Matice vzdáleností – nezaokrouhlená, 2. část

(Vlastní zpracování MS Excel, 2022)

	Zd.	Br.	Bu.	Kl.	Li.	Cv.	Pr.	Ce.	Ha.	Ri.	Mu.	Mn.	Ss.	St.	Py.	Ka.	VP.
Zd.	0	30,9	36,3	47,8	40,8	32,5	29,3	33,1	35,6	36	34,3	37,6	53,6	38,8	47,6	44,3	39,1
Br.	30,9	0	5,4	7,7	9,8	1,7	44,8	44,5	50,7	50	64,5	62,2	81,3	66	63,2	56,8	60,4
Bu.	36,3	5,4	0	7,1	2,9	1,6	40,2	41,6	45,9	48,9	60,2	54,7	77,4	62,3	59,7	56	53,3
Kl.	47,8	7,7	7,1	0	7,2	6,3	46,2	47,5	51,9	54,8	62,6	60,7	81,4	64,5	63,6	54,6	58,4
Li.	40,8	9,8	12,9	7,2	0	11,9	53	54,3	58,4	61,3	69	73,8	87,7	70,8	73,1	60,9	74,5
Cv.	32,5	1,7	5,6	6,3	1,9	0	45	46,4	50,4	53,3	64,1	62,5	81,4	66,2	68,5	54,6	60,2
Pr.	29,3	44,8	40,2	46,2	53	45	0	1,9	6,8	7,8	17,4	59,7	34,4	19,3	21,6	18	13,2
Ce.	33,1	44,5	41,6	47,5	34,3	46,4	1,9	0	5,5	6	13,2	13,6	32,8	17,3	23,1	15,5	12,9
Ha.	35,6	50,7	45,9	51,9	38,4	50,4	6,8	5,5	0	7,3	15	13,2	32,6	17	19,8	10	8,9
Ri.	36	50	48,9	54,8	61,3	53,3	7,8	6	7,3	0	7,2	8,2	26	10,4	19	16,2	9,2
Mu.	34,3	64,5	60,2	62,6	69	64,1	17,4	13,2	15	7,2	0	8,6	19	5,1	19,1	19,6	14,1
Mn.	37,6	62,2	54,7	60,7	73,8	62,5	59,7	13,6	13,2	8,2	8,6	0	47,5	28	44,9	52,1	50,7
Ss.	53,6	81,3	77,4	81,4	87,7	81,4	34,4	32,8	32,6	26	19	47,5	0	17,1	23,3	31,9	26,4
St.	38,8	66	62,3	64,5	70,8	66,2	19,3	17,3	17	10,4	5,1	28	17,1	0	14,1	17,7	12,2
Py.	47,6	63,2	59,7	63,6	73,1	68,5	21,6	23,1	19,8	19	19,1	44,9	23,3	14,1	0	10,7	12,7
Ka.	44,3	56,8	56	54,6	60,9	54,6	18	15,5	10	16,2	19,6	52,1	31,9	17,7	10,7	0	7
VP.	39,1	60,4	53,3	53,4	74,5	60,2	13,2	12,9	8,9	9,2	14,1	50,7	26,4	12,2	12,7	7	0
Ku.	38,7	53,8	52,2	58,6	74,1	57,1	13,5	13,5	11,7	7,9	11,5	50,9	23,1	8,9	12,9	11,1	4,3
Pe.	35,3	4,1	9,5	6,2	7,4	5,7	51	51,3	56,9	58,6	19,1	108,4	88,7	72,2	76	60,3	66,6
Do.	36,5	51,1	43,2	49,2	68,4	48,1	4,5	3,3	2,2	7,1	15,2	99,3	31,6	17,4	21,2	12,3	40,9
Uv.	30,9	57,8	53,6	58,7	78,4	57,6	18,2	17,2	20,7	13,8	12,7	65,1	28,7	17,7	34,6	31,6	25,2
Tu.	32,2	62,4	58,3	63,3	74,1	62,2	23,2	20,5	24	18,1	13	65,1	29,2	17,8	37,9	34,9	28,5
ČB.	39,8	71,4	67,8	72,8	83,1	71,7	27,4	26,5	28,7	20,9	14	65,7	22,6	18,8	34	34,3	27,9
KČ.	42,6	78,4	68,5	72,4	79,6	73,1	26,2	22	23,2	15,5	9,6	56,6	11,8	12,1	28	28,9	22,5
Nu.	32,1	46,1	43,5	49,4	39,3	48,3	3,8	1,9	4,9	4,2	11,5	58,6	31,5	18,2	22	19	12,6
Te.	33,3	63,3	60,5	62,4	69,2	61,4	17,7	13,4	14,1	7,4	1,9	7,7	21	4,1	18	19,9	15,2
Lo.	36,1	66,2	62	65,9	80,4	65,9	19,2	14,9	16,2	8,9	2,4	54,2	17,8	6,8	21,5	22,3	15,9
KN.	17	14,4	18	22,1	32,7	16	45,8	47,4	54	53,6	49,3	103,8	68,6	63,4	67,2	64,2	57,8
Ho.	24,8	11	11,8	18,4	24,5	22,5	40,6	42	45,7	45,3	64,3	54	194,8	57,8	60,1	58,7	60,9
Ko.	46,9	22,4	25,9	22,9	18,8	23,8	63,7	65,9	69,6	75,1	79,4	124,4	100,3	85	83,6	73,1	79,3
Zi.	54,1	25,7	29,3	26,3	22,1	27,2	72	74,2	73	78,5	82,8	127,8	103,3	88,4	92,2	76,5	82,8
Sl.	39,2	10	14,3	12,6	9,6	11,7	52,2	54,3	58,1	59,9	68,1	111,4	90,8	73,4	77,2	61,5	67,8
Ve.	25	14,1	23,5	22	22,9	25,9	55,5	53,9	60,8	63,8	59,1	69,8	86,2	73,4	75,7	72,9	67,3
OV.	9,1	13	15	11,4	15,6	14,6	36,9	39,1	48,3	50,1	46,6	55,8	73,7	51	63,2	60,4	53,6

Příloha 3: Matice 1. okruh – nezaokrouhlená, 1. část

(Vlastní zpracování MS Excel, 2022)

	Ku.	Pe.	Do.	Uv.	Tu.	ČB.	KČ.	Nu.	Te.	Lo.	KN.	Ho.	Ko.	Zi.	Sl.	Ve.	OV.
38,7	5,3	36,5	30,9	32,2	39,8	42,6	32,1	33,3	36,1	17	24,8	4,9	54,1	19,2	25	9,1	
53,8	4,1	51,1	57,8	62,4	71,4	73,4	45,1	63,3	66,2	14,4	11	22,4	15,7	10	14,1	23	
52,2	9,5	43,2	53,6	58,3	67,8	68,5	43,5	60,5	62	18	11,8	25,9	19,3	4,3	23,5	25	
58,6	6,2	49,2	58,7	63,3	72,8	72,4	49,4	62,4	65,9	22,1	18,4	22,9	16,3	2,6	22	31,4	
74,1	7,4	68,4	78,4	74,1	83,1	79,6	59,3	69,2	80,4	32,7	24,5	8,8	22,1	9,6	22,9	35,6	
57,1	5,7	48,1	57,6	62,2	71,7	73,1	48,3	61,4	65,9	16	12,5	23,8	17,2	1,7	15,9	24,6	
13,5	5,1	4,5	18,2	23,2	27,4	26,4	3,8	17,7	19,2	45,8	40,6	3,7	7,2	2,2	55,5	36,9	
13,5	1,3	3,3	17,2	20,5	26,5	22	1,9	13,4	14,9	47,4	42	3,9	7,2	3,3	53,9	39,1	
11,7	3,9	2,2	20,7	24	28,7	23,2	4,9	14,1	16,2	54	45,7	4,6	7,3	8,1	60,8	48,3	
7,9	8,6	7,1	13,8	18,1	20,9	15,5	4,2	7,4	8,9	53,6	45,3	5,1	8,5	9,9	63,8	50,1	
11,5	19,1	15,2	12,7	13	14	9,6	11,5	1,9	2,4	49,3	64,3	9,4	32,8	8,1	59,1	46,6	
50,9	108,4	99,3	65,1	65,1	65,7	56,6	58,6	7,7	54,2	103,8	54	124,4	127,8	111,4	69,8	55,8	
23,1	88,7	31,6	28,7	29,2	22,6	11,8	31,5	21	17,8	68,6	194,8	100,3	103,3	90,8	86,2	73,7	
8,9	22,2	17,4	17,7	17,8	18,8	12,1	18,2	4,1	6,8	63,4	57,8	85	88,4	73,4	73,4	51	
12,9	76	21,2	34,6	37,9	34	28	22	18	21,5	67,2	60,1	3,6	42,2	7,2	75,7	63,2	
11,1	60,3	12,3	31,6	34,9	34,3	28,9	19	19,9	22,3	64,2	58,7	3,1	16,5	61,5	72,9	60,4	
4,3	46,6	40,9	25,2	28,5	27,9	22,5	12,6	15,2	15,9	57,8	60,9	9,3	32,8	67,8	67,3	53,6	
0	66,1	0	21,2	22,9	25,6	19,6	12,2	11,3	13,1	57,4	59,9	8,9	32,3	67,3	66,9	17,2	
66,1	0	60,9	68	71,3	86,3	77,7	61,2	70,7	71,2	19,2	15,4	8,4	11,8	6,4	15,6	27,4	
11,3	60,9	0	21,4	24,8	27,7	23	2,7	14,5	16,4	54,6	50,1	49,1	22,6	37,6	57,1	44,9	
21,2	68	21,4	0	3,6	10,4	20,4	17,6	14,6	13,3	46,7	53,8	8,9	32,3	69,4	55,2	37,8	
22,9	1,3	24,8	3,6	0	7,6	17,7	19,8	14,6	13,8	46,9	53,2	8,9	32,3	67,3	57,7	37,9	
25,6	36,3	27,7	10,4	7,6	0	11,2	25,4	16	15,3	54,8	62	7,9	31,3	16,3	64,4	50,5	
19,6	7,7	23	20,4	17,7	11,2	0	21,8	10,8	7,7	57,6	64,4	8,9	30,7	79,9	67,4	54,9	
12,2	61,2	2,7	17,6	19,8	25,4	21,8	0	12,1	14	41	40	1,3	14,7	22,3	51,2	38,7	
11,3	70,7	14,5	14,6	14,6	16	10,8	12,1	0	3,6	49,6	56,6	9,7	83,1	88,2	59,3	46,9	
13,1	1,2	16,4	13,3	13,8	15,3	7,7	14	3,6	0	51,1	58	1,2	84,6	89,6	65,3	48,4	
57,4	9,2	54,6	46,7	46,9	54,8	57,6	41	49,6	51,1	0	7,5	1,5	55,3	11,2	9,6	9	
59,9	5,4	50,1	53,8	53,2	62	64,4	40	56,6	58	7,5	0	30	33	17,6	13,5	16,2	
78,9	8,4	69,1	78,9	78,9	87,9	88,9	71,3	79,7	81,2	31,5	30	0	6	13,1	21,8	41	
82,3	11,8	72,6	82,3	82,3	91,3	90,7	74,7	83,1	84,6	35,3	33	6	0	16,4	27,8	46,4	
67,3	5,4	57,6	69,4	67,3	76,3	79,9	22,3	68,2	69,6	21,2	17,6	3,1	16,4	0	13,9	31	
66,9	5,6	57,1	55,2	57,7	64,4	67,4	51,2	59,3	65,3	9,6	13,5	11,8	27,8	14	0	17,2	
17,2	7,4	44,9	37,8	37,9	50,5	54,9	38,7	46,9	48,4	9	16,2	41	46,4	31	17	0	

Příloha 4: Matice 1. okruh – nezaokrouhlená, 2. část

(Vlastní zpracování MS Excel, 2022)

	Zd.	Br.	Bu.	Kl.	Li.	Cv.	Pr.	Ce.	He.	Ri.	Mu.	Mn.	SS.	St.	Py.	Ka.	VP.
Zd.	0	30,9	36,3	47,8	40,8	32,5	29,3	33,1	35,6	36	34,3	37,6	53,6	38,8	47,6	44,3	39,1
Br.	30,9	0	5,4	7,7	9,8	1,7	44,8	44,5	50,7	50	64,5	62,2	11,3	56	63,2	56,8	60,4
Bu.	36,3	5,4	0	7,1	12,9	5,6	40,2	41,6	45,9	48,9	60,2	54,7	17,4	62,3	59,7	56	53,3
Kl.	47,8	7,7	7,1	0	7,2	6,3	46,2	47,5	51,9	54,8	62,6	60,7	11,4	64,5	63,6	54,6	58,4
Li.	40,8	9,8	12,9	7,2	0	11,9	53	54,3	58,4	61,3	69	73,8	17,7	70,8	73,1	60,9	74,5
Cv.	32,5	1,7	5,6	6,3	11,9	0	45	46,4	50,4	53,3	64,1	62,5	11,4	66,2	68,5	54,6	60,2
Pr.	29,3	44,8	40,2	46,2	53	45	0	1,9	6,8	7,8	17,4	59,7	14,4	19,3	21,6	18	13,2
Ce.	33,1	44,5	41,6	47,5	54,3	46,4	1,9	0	5,5	6	13,2	13,6	12,8	17,3	23,1	15,5	12,9
He.	35,6	50,7	45,9	51,9	58,4	50,4	6,8	5,5	0	7,3	15	13,2	12,6	17	19,8	10	8,9
Ri.	36	50	48,9	54,8	61,3	53,3	7,8	6	7,3	0	7,2	8,2	26	10,4	19	16,2	9,2
Mu.	34,3	64,5	60,2	62,6	69	64,1	17,4	13,2	15	7,2	0	8,6	19	1,1	19,1	19,6	14,1
Mn.	37,6	62,2	54,7	60,7	73,8	62,5	59,7	13,6	13,2	8,2	8,6	0	47,5	18	44,9	52,1	50,7
SS.	53,6	81,3	77,4	81,4	87,7	81,4	34,4	32,8	32,6	26	19	47,5	0	17,1	23,3	31,9	26,4
St.	38,8	66	62,3	64,5	70,8	66,2	19,3	17,3	17	10,4	5,1	28	17,1	0	14,1	17,7	12,2
Py.	47,6	63,2	59,7	63,6	73,1	68,5	21,6	23,1	19,8	19	19,1	44,9	13,3	14,1	0	10,7	12,7
Ka.	44,3	56,8	56	54,6	60,9	54,6	18	15,5	10	16,2	19,6	52,1	11,9	17,7	10,7	0	7
VP.	39,1	60,4	53,3	58,4	74,5	60,2	13,2	12,9	8,9	9,2	14,1	50,7	16,4	12,2	12,7	7	0
Ku.	38,7	53,8	52,2	58,6	74,1	57,1	13,5	13,5	11,7	7,9	11,5	50,9	13,1	8,9	12,9	11,1	4,3
Pe.	35,3	4,1	9,5	6,2	7,4	5,7	51	51,3	56,9	58,6	19,1	108,4	18,7	12,2	76	60,3	66,6
Do.	36,5	51,1	43,2	49,2	68,4	48,1	4,5	3,3	2,2	7,1	15,2	99,3	11,6	17,4	21,2	12,3	40,9
Uv.	30,9	57,8	53,6	58,7	78,4	57,6	18,2	17,2	20,7	13,8	12,7	65,1	18,7	17,7	34,6	31,6	25,2
Tu.	32,2	62,4	58,3	63,3	74,1	62,2	23,2	20,5	24	18,1	13	65,1	19,2	17,8	37,9	34,9	28,5
CB.	39,8	71,4	67,8	72,8	83,1	71,7	27,4	26,5	28,7	20,9	14	65,7	12,6	18,8	34	34,3	27,9
KČ.	42,6	73,4	68,5	72,4	79,6	73,1	26,4	22	23,2	15,5	16	56,6	11,8	12,1	28	28,9	22,5
Nu.	32,1	45,1	43,5	49,4	59,3	48,3	3,8	1,9	4,9	4,2	11,5	58,6	11,5	18,2	22	19	12,6
Te.	33,3	63,3	60,5	62,4	69,2	61,4	17,7	13,4	14,1	7,4	1,9	7,7	21	1,1	18	19,9	15,2
Lo.	36,1	66,2	62	65,9	80,4	65,9	19,2	14,9	16,2	8,9	1,4	54,2	17,8	1,8	21,5	22,3	15,9
KN.	17	14,4	18	22,1	32,7	16	45,8	47,4	54	53,6	49,3	103,8	68,6	63,4	67,2	64,2	57,8
Ho.	24,8	11	11,8	18,4	24,5	12,5	40,6	42	45,7	45,3	64,3	54	194,8	57,8	60,1	58,7	60,9
Ko.	46,9	22,4	25,9	22,9	18,8	23,8	63,7	65,9	69,6	75,1	79,4	124,4	100,3	85	83,6	73,1	79,3
Zi.	54,1	25,7	29,3	26,3	22,1	27,2	72	74,2	73	78,5	82,8	127,8	103,3	88,4	92,2	76,5	82,8
Sl.	39,2	10	14,3	12,6	9,6	11,7	52,2	54,3	58,1	59,9	68,1	111,4	90,8	73,4	77,2	61,5	67,8
Ve.	25	14,1	23,5	22	22,9	15,9	55,5	53,9	60,8	63,8	59,1	69,8	86,2	73,4	75,7	72,9	67,3
OV.	9,1	23	25	31,4	35,6	24,6	36,9	39,1	48,3	50,1	46,6	55,8	73,7	61	63,2	60,4	53,6

Příloha 5: Matice 2. okruh – nezaokrouhlená, 1. část

(Vlastní zpracování MS Excel, 2022)

	Ku.	Pe.	Do.	Uv.	Tu.	CB.	KČ.	Nu.	Te.	Lo.	KN.	Ho.	Ko.	Zi.	Sl.	Ve.	OV.
38,7	35,3	36,5	30,9	31,2	39,8	42,6	32,1	33,3	36,1	17	24,8	46,9	54,1	39,2	25	9,1	
53,8	4,1	51,1	57,8	62,4	71,4	73,4	45,1	63,3	66,2	14,4	11	22,4	25,7	10	14,1	23	
52,2	9,5	43,2	58,6	58,3	67,8	68,5	43,5	60,5	62	18	11,8	25,9	29,3	14,3	23,5	25	
58,6	6,2	49,2	58,7	68,3	72,8	72,4	49,4	62,4	65,9	22,1	18,4	22,9	26,3	12,6	22	31,4	
74,1	7,4	68,4	78,4	74,1	83,1	79,6	59,3	69,2	80,4	32,7	24,5	18,8	22,1	9,6	22,9	35,6	
57,1	5,7	48,1	57,6	62,2	71,7	73,1	48,3	61,4	65,9	16	12,5	23,8	27,2	11,7	15,9	24,6	
13,5	51	4,5	18,2	28,2	27,4	26,4	3,8	17,7	19,2	45,8	40,6	63,7	72	52,2	55,5	36,9	
13,5	51,3	3,3	17,2	20,5	26,5	22	1,9	13,4	14,9	47,4	42	65,9	74,2	54,3	53,9	39,1	
11,7	56,9	2,2	20,7	24	28,7	23,2	4,9	14,1	16,2	54	45,7	69,6	73	58,1	60,8	48,3	
7,9	58,6	7,1	18,8	18,1	20,9	16,5	4,2	4	8,9	53,6	45,3	75,1	78,5	59,9	63,8	50,1	
11,5	19,1	15,2	12,7	3	14	9,6	11,5	1,9	2,4	49,3	64,3	79,4	82,8	68,1	59,1	46,6	
50,9	108,4	99,3	65,1	65,1	65,7	56,6	58,6	17	34,2	103,8	54	124,4	127,8	111,4	69,8	55,8	
23,1	88,7	31,6	28,7	29,2	22,6	11,8	31,5	21	17,8	68,6	194,8	100,3	103,3	90,8	86,2	73,7	
8,9	72,2	17,4	17,7	17,8	18,8	12,1	18,2	4,1	4,8	63,4	57,8	85	88,4	73,4	73,4	51	
12,9	76	21,2	34,6	37,9	34	28	22	18	21,5	67,2	60,1	83,6	92,2	77,2	75,7	63,2	
11,1	60,3	12,3	31,6	34,9	34,3	28,9	19	19,9	20,3	64,2	58,7	73,1	76,5	61,5	72,9	60,4	
4,3	66,6	40,9	25,2	28,5	27,9	20,5	12,6	15,2	15,9	57,8	60,9	79,3	82,8	67,8	67,3	53,6	
0	66,1	11,3	21,2	22,9	25,6	19,6	12,2	11,3	13,1	57,4	59,9	78,9	82,3	67,3	66,9	17,2	
66,1	0	60,9	8	71,3	86,3	77,7	61,2	70,7	71,2	19,2	15,4	18,4	21,8	6,4	15,6	27,4	
11,3	60,9	0	21,4	24,8	27,7	23	2,7	14,5	16,4	54,6	50,1	69,1	72,6	57,6	57,1	44,9	
21,2	68	21,4	0	1,6	10,4	20,4	17,6	14,6	13,3	46,7	53,8	78,9	82,3	69,4	55,2	37,8	
22,9	71,3	24,8	3,6	0	1,6	17,7	19,8	14,6	13,8	46,9	53,2	78,9	82,3	67,3	57,7	37,9	
25,6	86,3	27,7	10,4	7,6	0	11,2	25,4	16	15,3	54,8	62	87,9	91,3	76,3	64,4	50,5	
19,6	77,7	23	20,4	17,7	11,2	0	21,8	10,8	7	57,6	64,4	88,9	90,7	79,9	67,4	54,9	
12,2	61,2	2,7	17,6	19,8	25,4	21,8	0	12,1	4	41	40	71,3	74,7	22,3	51,2	38,7	
11,3	70,7	14,5	14,6	14,6	16	10,8	12,1	0	1,6	49,6	56,6	79,7	83,1	68,2	59,3	46,9	
13,1	71,2	16,4	13,3	13,8	15,3	7,7	14	1,6	0	51,1	58	81,2	84,6	69,6	65,3	48,4	
57,4	19,2	54,6	46,7	46,9	54,8	57,6	41	49,6	51,1	0	7,5	31,5	35,3	21,2	9,6	9	
59,9	15,4	50,1	53,8	53,2	62	64,4	40	56,6	58	7,5	0	30	33	17,6	13,5	16,2	
78,9	18,4	69,1	73,9	73,9	87,9	88,9	71,3	79,7	81,2	31,5	30	0	6	13,1	21,8	41	
82,3	21,8	72,6	82,3	82,3	91,3	90,7	74,7	83,1	84,6	35,3	33	6	0	16,4	27,8	46,4	
67,3	6,4	57,6	69,4	67,3	76,3	79,9	22,3	68,2	69,6	21,2	17,6	13,1	16,4	0	13,9	31	
66,9	15,6	57,1	55,2	57,7	64,4	67,4	51,2	59,3	65,3	9,6	13,5	21,8	27,8	14	0	17,2	
17,2	27,4	44,9	37,8	37,9	50,5	54,9	38,7	46,9	48,4	9	16,2	41	46,4	31	17	0	

Příloha 6: Matice 2. okruh – nezaokrouhlená, 2. část

	Zd.	Br.	Bu.	Kl.	Li.	Cv.	Pr.	Ce.	He.	Ri.	Mu.	Mn.	Ss.	St.	Py.	Ka.	VP.
Zd.	0	30,9	36,3	47,8	40,8	32,5	29,3	35,1	35,6	16	34,3	37,6	53,6	38,8	47,6	44,3	39,1
Br.	30,9	0	5,4	7,7	9,8	1,7	44,8	44,5	50,7	0	64,5	62,2	81,3	66	68,2	56,8	60,4
Bu.	36,3	5,4	0	7,1	12,9	5,6	40,2	41,6	45,9	48,9	60,2	54,7	77,4	62,3	59,7	16	58,3
Kl.	47,8	7,7	7,1	0	7,2	6,3	46,2	47,5	51,9	54,8	62,6	60,7	81,4	64,5	68,6	54,6	58,4
Li.	40,8	9,8	12,9	7,2	0	11,9	53	54,3	58,4	61,3	69	73,8	87,7	70,8	78,1	60,9	74,5
Cv.	32,5	1,7	5,6	6,3	11,9	0	45	46,4	50,4	58,3	64,1	62,5	81,4	66,2	68,5	54,6	60,2
Pr.	29,3	44,8	40,2	46,2	53	45	0	1,9	6,8	7,8	17,4	59,7	34,4	19,3	21,6	8	18,2
Ce.	33,1	44,5	41,6	47,5	54,3	46,4	1,9	0	1,5	6	13,2	13,6	32,8	17,3	28,1	15,5	12,9
He.	35,6	50,7	45,9	51,9	58,4	50,4	6,8	1,5	0	7,3	15	13,2	32,6	17	19,8	0	8,9
Ri.	36	50	48,9	54,8	61,3	53,3	7,8	6	7,3	0	7,2	8,2	26	10,4	19	16,2	9,2
Mu.	34,3	64,5	60,2	62,6	69	64,1	17,4	13,2	15	7,2	0	8,6	19	5,1	19,1	19,6	14,1
Mn.	37,6	62,2	54,7	60,7	73,8	62,5	39,7	13,6	13,2	8,2	8,6	0	47,5	28	44,9	50,1	50,7
Ss.	53,6	81,3	77,4	81,4	87,1	81,4	34,4	32,8	32,6	16	19	47,5	0	17,1	28,3	31,9	26,4
St.	38,8	66	62,3	64,5	70,8	66,2	19,3	17,3	17	10,4	5,1	28	17,1	0	14,1	17,7	12,2
Py.	47,6	63,2	59,7	63,6	73,1	68,5	21,6	28,1	19,8	19	19,1	44,9	23,3	14,1	0	10,7	12,7
Ka.	44,3	56,8	56	54,6	60,9	54,6	18	15,5	10	15,2	19,6	52,1	31,9	17,7	10,7	0	7
VP.	39,1	60,4	53,3	58,4	74,5	60,2	13,2	12,9	8,9	9,2	14,1	50,7	26,4	12,2	12,7	7	0
Ku.	38,7	53,8	52,2	58,6	74,1	57,1	13,5	15,5	11,7	7,9	11,5	50,9	23,1	8,9	12,9	11,1	4,3
Pe.	35,3	4,1	9,5	6,2	7,4	5,7	51	51,3	55,9	55,6	19,1	108,4	88,7	72,2	16	60,3	66,6
Do.	36,5	51,1	43,2	49,2	68,4	48,1	4,5	3,3	2,2	1,1	15,2	99,3	31,6	17,4	21,2	12,3	40,9
Uv.	30,9	57,8	53,6	58,7	78,4	57,6	18,2	17,2	20,7	18,8	12,7	65,1	28,7	17,7	34,6	31,6	26,2
Tu.	32,2	62,4	58,3	63,3	74,1	62,2	28,2	20,5	14	13,1	13	65,1	29,2	17,8	37,9	34,9	28,5
ČB.	39,8	71,4	67,8	72,8	83,1	71,7	27,4	25,5	23,7	20,9	14	65,7	22,6	18,8	54	34,3	27,9
KČ.	42,6	73,4	68,5	72,4	79,6	73,1	26,4	22	23,2	15,5	9,6	56,6	11,8	12,1	18	28,9	22,5
Nu.	32,1	45,1	43,5	49,4	59,3	48,3	3,8	1,9	4,2	11,5	58,6	31,5	18,2	12	9	10,7	12,6
Te.	33,3	63,3	60,5	62,4	69,2	61,4	17,7	13,4	14,1	1,4	1,9	7,7	21	4,1	18	19,9	15,2
Lo.	36,1	66,2	62	65,9	80,4	65,9	19,2	14,9	16,2	8,9	2,4	54,2	17,8	6,8	21,5	22,3	15,9
KN.	17	14,4	18	22,1	32,7	16	45,8	47,4	54	58,6	49,3	103,8	68,6	63,4	67,2	64,2	57,8
Ho.	24,8	11	11,8	18,4	24,5	12,5	40,6	42	45,7	45,3	64,3	54	194,8	57,8	60,1	58,7	60,9
Ko.	46,9	22,4	25,9	22,9	18,8	23,8	68,7	65,9	69,6	75,1	79,4	124,4	100,3	85	88,6	73,1	79,3
Zi.	54,1	25,7	29,3	26,3	22,1	27,2	12	74,2	13	78,5	82,8	127,8	103,3	88,4	92,2	76,5	82,8
Sl.	39,2	10	14,3	12,6	9,6	11,7	50,2	54,3	58,1	59,9	68,1	111,4	90,8	73,4	77,2	61,5	67,8
Ve.	25	14,1	23,5	22	22,9	15,9	55,5	59,9	60,8	68,8	59,1	69,8	86,2	73,4	75,7	72,9	67,3
OV.	9,1	23	25	31,4	35,6	24,6	35,9	39,1	43,3	50,1	46,6	55,8	73,7	51	68,2	60,4	58,6

Priloha 7: Matice 3. okruh – nezaokrouhlená, 1. část

(Vlastní zpracování MS Excel, 2022)

Ku.	Pe.	Do.	Uv.	Tu.	ČB.	KČ.	Nu.	Te.	Lo.	KN.	Ho.	Ko.	Zi.	Sl.	Ve.	OV.
38,7	35,3	36,5	30,9	32,2	39,8	42,6	32,1	33,3	36,1	17	24,8	46,9	54,1	39,2	25	9,1
58,8	4,1	51,1	57,8	62,4	71,4	73,4	45,1	63,3	66,2	14,4	11	22,4	25,7	10	14,1	23
52,2	9,5	43,2	53,6	58,3	67,8	68,5	43,5	60,5	62	18	11,8	25,9	29,3	14,3	23,5	25
58,6	6,2	49,2	58,7	63,3	72,8	72,4	49,4	62,4	65,9	22,1	18,4	22,9	26,3	12,6	22	31,4
74,1	7,4	68,4	78,4	74,1	83,1	79,6	59,3	69,2	80,4	32,7	24,5	18,8	22,1	9,6	22,9	35,6
57,1	5,7	48,1	57,6	62,2	71,7	73,1	48,3	61,4	65,9	16	12,5	23,8	27,2	11,7	15,9	24,6
18,5	51	4,5	18,2	23,2	27,4	26,4	3,8	17,7	19,2	45,8	40,6	63,7	72	52,2	55,5	36,9
18,5	51,3	3,3	17,2	20,5	26,5	22	1,9	13,4	14,9	47,4	42	65,9	74,2	54,3	53,9	39,1
11,7	56,9	1,2	20,7	24	28,7	23,2	4,9	14,1	16,2	54	45,7	69,6	73	58,1	60,8	48,3
1,9	58,6	1,1	13,8	18,1	20,9	15,5	4,2	7,4	8,9	53,6	45,3	75,1	78,5	59,9	63,8	50,1
11,5	19,1	15,2	12,7	13	14	9,6	11,5	1,9	2,4	49,3	64,3	79,4	82,8	68,1	59,1	46,6
50,9	108,4	99,3	65,1	65,1	65,7	56,6	38,6	7,7	54,2	103,8	54	124,4	127,8	111,4	69,8	55,8
28,1	88,7	31,6	28,7	29,2	22,6	11,8	31,5	21	17,8	68,6	194,8	100,3	103,3	90,8	86,2	73,7
8,9	72,2	17,4	17,7	17,8	18,8	12,1	18,2	4,1	6,8	63,4	57,8	85	88,4	73,4	73,4	51
12,9	76	21,2	34,6	37,9	34	28	02	18	21,5	67,2	60,1	83,6	92,2	77,2	75,7	63,2
11,1	60,3	12,3	31,6	34,9	34,3	28,9	19	19,9	22,3	64,2	58,7	73,1	76,5	61,5	72,9	60,4
4,3	66,6	40,9	25,2	28,5	27,9	22,5	12,6	15,2	15,9	57,8	60,9	79,3	82,8	67,8	67,3	53,6
0	66,1	11,3	21,2	22,9	25,6	19,6	12,2	11,3	13,1	57,4	59,9	78,9	82,3	67,3	66,9	17,2
66,1	0	60,9	68	71,3	86,3	77,7	61,2	70,7	71,2	19,2	15,4	18,4	21,8	6,4	15,6	27,4
11,3	60,9	0	21,4	24,8	27,7	23	2,7	14,5	16,4	54,6	50,1	69,1	72,6	57,6	57,1	44,9
21,2	68	21,4	0	3,6	10,4	20,4	17,6	14,6	13,3	46,7	53,8	78,9	82,3	69,4	55,2	37,8
22,9	71,3	24,8	3,6	0	7,6	17,7	19,8	14,6	13,8	46,9	53,2	78,9	82,3	67,3	57,7	37,9
25,6	86,3	27,7	10,4	7,6	0	11,2	25,4	16	15,3	54,8	62	87,9	91,3	76,3	64,4	50,5
19,6	77,7	13	20,4	17,7	11,2	0	21,8	10,8	7,7	57,6	64,4	88,9	90,7	79,9	67,4	54,9
12,2	61,2	1,7	17,6	19,8	25,4	21,8	0	12,1	14	41	40	71,3	74,7	22,3	51,2	38,7
11,3	70,7	14,5	14,6	14,6	16	10,8	12,1	0	3,6	49,6	56,6	79,7	83,1	68,2	59,3	46,9
13,1	71,2	16,4	13,3	13,8	15,3	7,7	14	3,6	0	51,1	58	81,2	84,6	69,6	65,3	48,4
57,4	19,2	54,6	46,7	46,9	54,8	57,6	41	49,6	51,1	0	7,5	31,5	35,3	21,2	9,6	9
59,9	15,4	50,1	53,8	53,2	62	64,4	40	56,6	58	7,5	0	30	33	17,6	13,5	16,2
78,9	18,4	69,1	78,9	78,9	87,9	88,9	71,3	79,7	81,2	31,5	30	0	6	13,1	21,8	41
82,3	21,8	72,6	82,3	82,3	91,3	90,7	74,7	83,1	84,6	35,3	33	6	0	16,4	27,8	46,4
67,3	6,4	57,6	69,4	67,3	76,3	79,9	22,3	68,2	69,6	21,2	17,6	13,1	16,4	0	13,9	31
66,9	15,6	57,1	55,2	57,7	64,4	67,4	31,2	59,3	65,3	9,6	13,5	21,8	27,8	14	0	17,2
17,2	27,4	44,9	37,8	37,9	50,5	54,9	38,7	46,9	48,4	9	16,2	41	46,4	31	17	0

Priloha 8: Matice 3. okruh – nezaokrouhlená, 2. část

(Vlastní zpracování MS Excel, 2022)

	Zd.	Br.	Bu.	Kl.	Li.	Cv.	Pr.	Ča.	Ha.	Ri.	Mu.	Mn.	ŠS.	St.	Py.	Ka.	VP.
Zd.	0	30,9	36,3	47,8	40,8	32,5	29,3	33,1	35,6	36	34,3	37,6	53,6	38,8	47,6	44,3	39,1
Br.	30,9	0	5,4	7,7	9,8	1,7	44,8	44,5	50,7	50	64,5	62,2	81,3	66	63,2	56,8	60,4
Bu.	36,3	5,4	0	7,1	12,9	5,6	40,2	41,6	45,9	48,9	60,2	54,7	77,4	62,3	59,7	56	53,3
Kl.	47,8	7,7	7,1	0	7,2	6,3	46,2	47,5	51,9	54,8	62,6	60,7	81,4	64,5	63,6	54,6	58,4
Li.	40,8	9,8	12,9	7,2	0	11,9	53	54,3	58,4	61,3	69	73,8	87,7	70,8	73,1	60,9	74,5
Cv.	32,5	1,7	5,6	6,3	11,9	0	45	46,4	50,4	53,3	64,1	62,5	81,4	66,2	68,5	54,6	60,2
Pr.	29,3	44,8	40,2	46,2	53	45	0	1,9	6,8	7,8	17,4	59,7	34,4	19,3	21,6	18	13,2
Ča.	33,1	44,5	41,6	47,5	54,3	46,4	1,9	0	5,5	6	13,2	13,6	32,8	17,3	23,1	15,5	12,9
Ha.	35,6	50,7	45,9	51,9	58,4	50,4	6,8	5,5	0	7,3	15	13,2	32,6	17	19,8	10	8,9
Ri.	36	50	48,9	54,8	61,3	53,3	7,8	6	7,3	0	7,2	8,2	26	10,4	19	16,2	9,2
Mu.	34,3	64,5	60,2	62,6	69	64,1	17,4	13,2	15	7,2	0	8,6	19	5,1	19,1	19,6	14,1
Mn.	37,6	62,2	54,7	60,7	73,8	62,5	59,7	13,6	13,2	8,2	8,6	0	47,5	28	44,9	52,1	50,7
ŠS.	53,6	81,3	77,4	81,4	87,7	81,4	34,4	32,8	32,6	26	19	47,5	0	17,1	23,3	31,9	26,4
St.	38,8	66	62,3	64,5	70,8	66,2	19,3	17,3	17	10,4	5,1	28	17,1	0	14,1	17,7	12,2
Py.	47,6	63,2	59,7	63,6	73,1	68,5	21,6	23,1	19,8	19	19,1	44,9	23,3	14,1	0	10,7	12,7
Ka.	44,3	56,8	56	54,6	60,9	54,6	18	15,5	10	16,2	19,6	52,1	31,9	17,7	10,7	0	7
VP.	39,1	60,4	53,3	58,4	74,5	60,2	13,2	12,9	8,9	9,2	14,1	50,7	26,4	12,2	12,7	7	0
Ku.	38,7	53,8	52,2	58,6	74,1	57,1	13,5	13,5	11,7	7,9	11,5	50,9	23,1	8,9	12,9	11,1	4,3
Pe.	35,3	4,1	9,5	6,2	7,4	5,7	51	51,3	56,9	58,6	19,1	108,4	88,7	72,2	76	60,3	66,6
Do.	36,5	51,1	43,2	49,2	68,4	48,1	4,5	3,3	2,2	7,1	15,2	99,3	31,6	17,4	21,2	12,3	40,9
Uv.	30,9	57,8	53,6	58,7	78,4	57,6	18,2	17,2	20,7	13,8	12,7	65,1	28,7	17,7	34,6	31,6	25,2
Tu.	32,2	62,4	58,3	63,3	74,1	62,2	23,2	20,5	24	18,1	13	65,1	29,2	17,8	37,9	34,9	28,5
ČB.	39,8	71,4	67,8	72,8	83,1	71,7	27,4	26,5	28,7	20,9	14	65,7	22,6	18,8	34	34,3	27,9
KČ.	42,6	73,4	68,5	72,4	79,6	73,1	26,4	22	23,2	15,5	9,6	56,6	11,8	12,1	28	28,9	22,5
Nu.	32,1	45,1	43,5	49,4	59,3	48,3	3,8	1,9	4,9	4,2	11,5	58,6	31,5	18,2	22	19	12,6
Te.	33,3	63,3	60,5	62,4	69,2	61,4	17,7	13,4	14,1	7,4	1,9	7,7	21	4,1	18	19,9	15,2
Lo.	36,1	66,2	62	65,9	80,4	65,9	19,2	14,9	16,2	8,9	2,4	54,2	17,8	6,8	21,5	22,3	15,9
KN.	17	14,4	18	22,1	32,7	16	45,8	47,4	54	53,6	49,3	103,8	68,6	63,4	67,2	64,2	57,8
Ho.	24,8	11	11,8	18,4	24,5	12,5	40,6	42	45,7	45,3	64,3	54	194,8	57,8	60,1	58,7	60,9
Ko.	46,9	22,4	25,9	22,9	18,8	23,8	63,7	65,9	69,6	75,1	79,4	124,4	100,3	85	83,6	73,1	79,3
Zi.	54,1	25,7	29,3	26,3	22,1	27,2	72	74,2	73	78,5	82,8	127,8	103,3	88,4	92,2	76,5	82,8
Šl.	39,2	10	14,3	12,6	9,6	11,7	52,2	54,3	58,1	59,9	68,1	111,4	90,8	73,4	77,2	61,5	67,8
Ve.	25	14,1	23,5	22	22,9	15,9	55,5	53,9	60,8	63,8	59,1	69,8	86,2	73,4	75,7	72,9	67,3
OV.	9,1	23	25	31,4	35,6	24,6	36,9	39,1	48,3	50,1	46,6	55,8	73,7	51	63,2	60,4	53,6

Příloha 9: Matice 4. okruh – nezaokrouhlená, 1. část

(Vlastní zpracování MS Excel, 2022)

Ku.	Pe.	Do.	Uv.	Tu.	ČB.	KČ.	Nu.	Te.	Lo.	KN.	Ho.	Ko.	Zi.	Šl.	Ve.	OV.
38,7	35,3	36,5	30,9	32,2	39,8	42,6	32,1	33,3	36,1	17	24,8	46,9	54,1	39,2	25	9,1
53,8	4,1	51,1	57,8	62,4	71,4	73,4	45,1	63,3	66,2	14,4	11	22,4	25,7	10	14,1	23
52,2	9,5	43,2	53,6	58,3	67,8	68,5	43,5	60,5	62	18	11,8	25,9	29,3	14,3	28,5	25
58,6	6,2	49,2	58,7	63,3	72,8	72,4	49,4	62,4	65,9	22,1	18,4	22,9	26,3	12,6	12	31,4
74,1	7,4	68,4	78,4	74,1	83,1	79,6	59,3	69,2	80,4	32,7	24,5	18,8	22,1	9,6	22,9	35,6
57,1	5,7	48,1	57,6	62,2	71,7	73,1	48,3	61,4	65,9	16	12,5	23,8	27,2	11,7	15,9	24,6
13,5	5,1	4,5	18,2	23,2	27,4	26,4	3,8	17,7	19,2	45,8	40,6	63,7	72	52,2	55,5	34,9
13,5	51,3	3,3	17,2	20,5	26,5	22	1,9	13,4	14,9	47,4	42	65,9	74,2	54,3	58,9	39,1
11,7	56,9	2,2	20,7	24	28,7	23,2	4,9	14,1	16,2	54	45,7	69,6	73	58,1	60,8	48,3
7,9	58,6	7,1	13,8	18,1	20,9	15,5	4,2	7,4	8,9	33,6	45,3	75,1	78,5	59,9	68,8	30,1
11,5	19,1	15,2	12,7	13	14	9,6	11,5	1,9	2,4	49,3	64,3	79,4	82,8	68,1	59,1	46,6
50,9	108,4	99,3	65,1	65,1	65,7	56,6	58,6	7,7	54,2	103,8	54	124,4	127,8	111,4	69,8	55,8
23,1	88,7	31,6	28,7	29,2	22,6	11,8	31,5	21	17,8	48,6	194,8	100,3	103,3	90,8	86,2	73,7
8,9	72,2	17,4	17,7	17,8	18,8	12,1	18,2	4,1	6,8	43,4	57,8	85	88,4	73,4	73,4	51
12,9	76	21,2	34,6	37,9	34	28	22	18	21,5	67,2	60,1	83,6	92,2	77,2	76,7	63,2
11,1	60,3	12,3	31,6	34,9	34,3	28,9	19	19,9	22,3	44,2	38,7	73,1	76,5	61,5	72,9	60,4
4,3	66,6	40,9	25,2	28,5	27,9	22,5	12,6	15,2	15,9	37,8	60,9	79,3	82,8	67,8	67,3	53,6
0	66,1	11,3	21,2	22,9	25,6	19,6	12,2	11,3	13,1	37,4	39,9	78,9	82,3	67,3	65,9	17,2
66,1	0	60,9	68	71,3	86,3	77,7	61,2	70,7	71,2	19,2	15,4	18,4	21,8	6,4	15,6	27,4
11,3	60,9	0	21,4	24,8	27,7	23	2,7	14,5	16,4	34,6	30,1	69,1	72,6	57,6	57,1	44,9
21,2	68	21,4	0	3,6	10,4	20,4	17,6	14,6	13,3	46,7	33,8	78,9	82,3	69,4	55,2	37,8
22,9	71,3	24,8	3,6	0	7,6	17,7	19,8	14,6	13,8	46,9	33,2	78,9	82,3	67,3	57,7	37,9
25,6	86,3	27,7	10,4	7,6	0	11,2	25,4	16	15,3	34,8	52	87,9	91,3	76,3	64,4	30,5
19,6	77,7	23	20,4	17,7	11,2	0	21,8	10,8	7,7	37,6	64,4	88,9	90,7	79,9	67,4	54,9
12,2	61,2	2,7	17,6	19,8	25,4	21,8	0	12,1	14	41	40	71,3	74,7	22,3	51,2	38,7
11,3	70,7	14,5	14,6	14,6	16	10,8	12,1	0	3,6	49,6	56,6	79,7	83,1	68,2	59,3	46,9
13,1	71,2	16,4	13,3	13,8	15,3	7,7	14	3,6	0	31,1	58	81,2	84,6	69,6	65,3	48,4
57,4	19,2	54,6	46,7	46,9	54,8	57,6	41	49,6	51,1	0	7,5	31,5	35,3	21,2	9,6	9
59,9	15,4	50,1	53,8	53,2	62	64,4	40	56,6	58	7,5	0	30	33	17,6	18,5	16,2
78,9	18,4	69,1	78,9	78,9	87,9	88,9	71,3	79,7	81,2	31,5	30	0	6	13,1	21,8	41
82,3	21,8	72,6	82,3	82,3	91,3	90,7	74,7	83,1	84,6	35,3	33	6	0	16,4	27,8	46,4
67,3	6,4	57,6	69,4	67,3	76,3	79,9	22,3	68,2	69,6	11,2	7,6	13,1	16,4	0	13,9	31
66,9	15,6	57,1	55,2	57,7	64,4	67,4	51,2	59,3	65,3	9,6	3,5	21,8	27,8	14	0	17,2
17,2	27,4	44,9	37,8	37,9	50,5	54,9	38,7	46,9	48,4	19	16,2	41	46,4	31	17	0

Příloha 10: Matice 4. okruh – nezaokrouhlená, 2. část

(Vlastní zpracování MS Excel, 2022)