

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra systémového inženýrství



Bakalářská práce

Optimalizace tras pro cestovní kanceláře

Marie Kráľová

© 2016 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Marie Králová

Podnikání a administrativa

Název práce

Optimalizace tras pro cestovní kanceláře

Název anglicky

Optimization of Routes for Travel Agencies

Cíle práce

Cílem práce je pomocí optimalizačních metod prověřit zda nenajdeme výhodnější trasu pro vybraný zájezd cestovní kanceláře, než jakou cestovní kancelář používá. V případě potřeby je možné trasu pozměnit a nahradit vybrané navštěvované místo jiným turisticky zajímavým místem s vhodnějším umístěním.

Metodika

Práce bude zahájena studiem odborné literatury, na jehož základě bude zpracována literární rešerše.

Poté bude zpracována praktická část pomocí aproximačních metod uvedených v teoretické části, těmito metodami budou optimalizovány trasy pro CK. Navržené trasy budou konzultovány s CK.

Doporučený rozsah práce

30-40 stran

Klíčová slova

optimalizace, cestovní kancelář, poznávací zájezd, okružní dopravní problém, aproximační metody

Doporučené zdroje informací

další literatura dle potřeby

Šubrt a kol.: Ekonomicko matematické metody II – Aplikace a cvičení, ČZU, Praha, 2002

Šubrt a kol.: Ekonomicko-matematické metody, vydavatel Aleš Čeněk, Plzeň, 2011

ZÍSKAL, J., HAVLÍČEK, J.: Ekonomicko matematické metody II Studijní texty pro distanční studium, ČZU, Praha, 2009

Předběžný termín obhajoby

2015/16 ZS – PEF

Vedoucí práce

RNDr. Petr Kučera, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra systémového inženýrství

Elektronicky schváleno dne 20. 10. 2014

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 11. 2014

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 29. 02. 2016

Čestné prohlášení

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

V Praze dne 14.3.2016

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu bakalářské práce panu RNDr. Petru Kučerovi, Ph.D. za odborné vedení při jejím zpracování a také Ing. Jiřímu Fejfarovi, Ph.D. za cenné rady a konzultace. Dále bych ráda poděkovala jednatele společnosti CK Geops a v neposlední řadě také zaměstnancům společnosti za jejich ochotu a poskytnutí potřebných informací.

Optimalizace tras pro cestovní kanceláře

Optimization of Routes for Travel Agencies

Souhrn

Bakalářská práce se zabývá problematikou okružních dopravních úloh, ke které se řadí trasy zájezdů cestovních kanceláří. Probíhat bude řešení jednookruhového okružního dopravního problému.

Práce je rozdělena do dvou částí. První teoretická část pojednává obecněji o logistice a popisuje metody pro řešení okružních dopravních úloh, okrajově pro víceokruhový okružní dopravní problém, podrobněji metody pro řešení již zmiňovaného jednookruhového okružního dopravního problému.

Druhou částí této práce je část praktická, ve které jsou aplikovány vybrané aproximační metody. Nejprve je představena cestovní kancelář Geops. Následuje analýza vybraného katalogového zájezdu a samotné řešení Vogelovou aproximační metodou, metodou nejbližšího souseda a uvedení výsledků metody výhodnostních čísel získaných z programu TSPKOSA , na které navazuje zhodnocení všech získaných uspořádání tras pomocí těchto tří aproximačních metod a jejich komparace s trasou cestovní kanceláře.

Summary

The Bachelor Thesis deals with the issue of circular traffic problem, to which belong the routes of tours of travel agencies. The solution will be focused on a single-circuit transportation problem.

The Thesis is divided into two parts. The first theoretical part discusses logistics more generally and describes the variety of methods for solving the issue of circular traffic problem, mentions the issue of multi-circuit circular traffic problem, the detailed attention is paid to the methods of solution for the already mentioned single-circuit vehicle routing problems.

The second part of this Thesis is the practical part, in which the selected approximation methods are applied. Firstly, the travel agency Geops is being introduced. It is then followed by the analysis of the selected catalog tour and an actual solution using the

Vogel approximation method, the Nearest neighbor method, and introduces heuristic algorithms for the savings method and reporting the results obtained from the program TSPKOSA, which is followed by evaluation of all obtained arranged routes through the three approximation methods and their comparison to the route of the travel agency.

Klíčová slova: cestovní kancelář, aproximační metody, poznávací zájezd, logistika, optimalizace, metoda nejbližšího souseda, Vogelova aproximační metoda, problém obchodního cestujícího, NP – úplné úlohy, trasovací problém, minimalizace.

Keywords: travel agency, approximation methods, excursion tour, logistics, optimization, Nearest neighbor searches/algorithm, Vogel approximation method, traveling salesman problem, NP – complete problems, vehicle routing problem, minimization.

Obsah

1. Úvod.....	9
2. Cíl práce a metodika	11
2.1 Cíl práce.....	11
2.2 Metodika	11
3. Teoretická východiska	12
3.1 Operační analýza v dopravní logistice.....	12
3.2 Definování několika základních pojmů logistiky	12
3.3 Dopravní logistika.....	15
3.4 Okružní dopravní problém.....	16
3.5 Okružní úlohy a její typy	17
3.5.1 Jednookruhový okružní dopravní problém	17
3.5.2 Víceokruhový okružní dopravní problém.....	18
3.6 Formulace okružního dopravního problému.....	18
3.7 Řešení okružního dopravního problému	20
3.8 Vybrané metody pro řešení okružní úlohy	21
3.8.1 Vogelova aproximační metoda	21
3.8.2 Metoda nejbližšího souseda	22
3.9 Další metody pro řešení okružního dopravního problému	22
4. Praktická část	26
4.1 Charakteristika cestovní kanceláře	26
4.2 Analýza řešeného problému.....	27
5. Zhodnocení výsledů.....	39
6. Závěr	42
7. Seznam použitých zdrojů.....	43
8. Seznam vyobrazení	45
9. Přílohy.....	45

1. Úvod

Cestovní ruch po roce 1989 v důsledku uvolnění hranic nabyl na významu a patří tak v současnosti mezi důležitá odvětví národního hospodářství. Jeho velký význam v národní ekonomice potvrzuje jak podíl tohoto odvětví na hrubém domácím produktu, který patří mezi výstupní agregáty systému národních účtů, tak jeho velký přínos v problematice nezaměstnanosti. Vzhledem k tomu, že již trend trávení dovolené na pláži hotelového komplexu opadl a stále více lidí chce při cestování poznávat místní kulturu, gastronomii a památky, je nutné zaměřit se na čím dál oblíbenější poznávací zájezdy a to konkrétně na jejich ekonomickou stránku. Hlavním cílem firmy je dosažení kladného výsledku hospodaření, který označujeme jako zisk, a aby bylo dosaženo jeho přírůstku, musí dojít ke zvýšení výnosů či snížení nákladů. Nechceme-li tedy zhoršit kvalitu poskytovaných služeb jak v ubytovacích, tak stravovacích zařízeních, zaměříme se na dopravu a její ekonomické zvýhodnění a tedy snížení nákladů v podobě optimalizace trasy, jejímž cílem je úspora pohonných hmot. Snížené náklady na PHM mohou pro firmu představovat vyšší zisk z prodané služby, v našem případě zájezdu. Další z možností, jak naložit s úsporou nákladů na PHM, může být snížení ceny zájezdu a následné docílení spokojenosti zákazníků, kteří se budou vracet k ověřenému poskytovateli služeb a nedojde tak k jejich přechodu ke konkurenci. Výsledkem tak může být stabilita společnosti v podobě zakázek od stálých zákazníků.

Pro orientaci v daném tématu budeme nejprve seznámeni s problémem dopravní logistiky jako celku a následně budou představeny hlavní metody, jak pro řešení víceokruhového okružního dopravního problému, tak metody pro řešení jednookruhového okružního dopravního problému, kterým se budeme zabývat v praktické části.

V bakalářské práci budou aplikovány metody operační analýzy, a to konkrétně Vogelova aproximační metoda, a ačkoli je metodou nejbližšího souseda výpočet prováděn pro každé z míst trasy jako pro výchozí a stává se tak náročnějším pro výpočet v případě rozsáhlejší matice sazeb, bude proveden výpočet také právě touto metodou, která je pro tento typ úloh zabývajících se jednookruhovým okružním dopravním problémem také vhodná. Na katalogový zájezd s názvem „Bretaň, tajemná dcera oceánu“ cestovní kanceláře Geops, budou použity nejen zmíněné metody, ale také softwarový program TSPKOSA, který umožní získání výsledků metodou výhodnostních čísel. Jedním

z vedlejších efektů dosažení výhodnější trasy je prokázání působnosti aproximačních metod na daný problém.

2. Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem práce je na základě použití některé z okružních úloh z literární rešerše najít ekonomicky výhodnější, tedy co nejlepší možné řešení již existujícího zájezdu CK Geops. Ta pořádá především zájezdy po Francii a bude tak řešen právě její zájezd po Francii vybraný na základě dohody s jednatelkou cestovní kanceláře. Na závěr budou získané alternativy zájezdů předloženy cestovní kanceláři.

2.2 Metodika

Práce bude zahájena studiem odborné literatury, která se zaměřuje na dopravní logistiku a hlouběji na okružní dopravní problémy, na jehož základě bude autorkou vypracována literární rešerše. Podrobněji budou rozebrány zejména metody pro řešení jednookruhového okružního dopravního problému, kterému se bude autorka věnovat v praktické části.

Druhá, praktická část bakalářské práce bude zahájena analýzou řešeného problému a věnovat se bude aplikaci metod uvedených v literární rešerši na vybraný zájezd CK Geops, se kterou budou kroky v praktické části konzultovány. Aplikování metod z literární rešerše bude provedeno na katalogový zájezd. Pro použití metod bude nejprve sestavena matice sazeb uvádějící vzdálenosti mezi navštěvovanými místy, následně bude pomocí těchto metod propočtena trasa.

Práce bude zakončena rozbořem a zhodnocením získaných výsledků a komparací s trasou CK. Výsledky získané v praktické části budou předloženy a navrhnuty cestovní kanceláři.

3. Teoretická východiska

3.1 Operační analýza v dopravní logistice

Novým směrem myšlení, který se zabývá v první řadě uspokojením zákaznických potřeb, je logistika. Očekávaného efektu se snaží dosahovat hospodárně a co nejpružněji. V člancích logistického řetězce, ať už hmotného či nehmotného, je možné využívat metody operační analýzy (dále jen OA) na jejichž základě lze sledovat proces od těžby surovin, po organizace zaměřené na výrobu a distribuci, a v neposlední řadě sleduje i místa konečné spotřeby výrobků. Pojem „optimální“ je nutno pro jeho nejasnost a neurčitost pojímat ve vztahu k metodám OA s rezervou. Metody OA, které se v logistice většinou aplikují, mají za cíl snížit ve všech člancích řetězce náklady předcházející zákaznickově konečné spotřebě výrobku. Tržní hospodářství v současné době proměňuje trh prodávajícího na trh kupujícího („náš zákazník – náš pán“). To ovlivňuje kvalitativní požadavky na zboží, distribuci a organizaci zabývající se prodejem.¹

Mezi početné aplikace dotýkající se hospodářské logistiky patří i logistika dopravní a zasilatelská. Pro optimalizaci pohybu zásilek je potřeba koordinace a synchronizace a to již od vstupu až k příjemci v dopravní síti. Cílem dopravní a zasilatelské logistiky je uspokojení zákazníka co nejpružněji a nejhospodárněji. V logistice se dají využít mnohé řady modelů, které byly vyvinuty v oblasti dopravy. Tyto modely se zabývají zkoumáním a zobrazováním v situacích, které mohou nastat v dopravních systémech. To se týká dopravy tranzitem, různými dopravními prostředky i přímé dopravy nebo okružními dopravními modely a podobně.²

3.2 Definování několika základních pojmů logistiky

Pro pochopení toho, co logistika v podstatě představuje, a pro nejsnazší pochopení logistické problematiky je důležité seznámení se základními pojmy. V první řadě pojem samotné logistiky, dále logistický systém a logistický řetězec.

¹ ZÍSKAL, J., HAVLÍČEK, J., *Ekonomicko matematické metody II studijní texty pro distanční studium*, s.58

² Tamtéž, s.58

Logistika

Z mnoha definic logistiky, které existují, můžeme uvést alespoň některé z nich, dle chápání země s rozvinutým tržním hospodářstvím.³

Například Pernica ve své práci věnované logistice cituje Ihdeho a Ballouovu definici logistiky následovně:

„(...) Řízení, plánování a kontrola všech pohybových a skladových činností, uskutečňovaných v ekonomickém systému k zajištění materiálového toku od bodu těžby surovin, až po bod spotřeby finálního produktu, a to ve spojení s tokem informací, s cílem překonat čas a prostor.“⁴

„(...) Systém tvorby, řízení, regulace a vlastního průběhu materiálového toku, energie, informací a přemístování osob.“⁵

Uplatnění našla logistika nejdříve v USA, proto je vhodné také uvést definici společnosti „Council of Logistics Management“, která je americkou logistickou společností z 60. let minulého století. „(...) Proces plánování, realizace a řízení účinného, nákladově úspěšného toku a skladování surovin, inventáře ve výrobě, hotových výrobků a příslušných informací z místa vzniku zboží na místo potřeby. Tyto činnosti mohou zahrnovat službu zákazníkovi, předpověď poptávky, distribuci informací, kontrolu zařízení, manipulaci s materiálem, vyřizování objednávek, alokací pro zásobovací sklad, balení, dopravu, přepravu, skladování a prodej.“⁶

Dosud byla primárně charakterizována logistika se zaměřením na hmotné řetězce, čímž byl upřednostňován především pohyb materiálu a zboží. Uspokojení poptávky zákazníka po konkrétním hmotném zboží bylo konečným efektem. Logistický přístup se však může vztahovat i k poskytnutí služby, nejen k hmotnému zboží. Službou můžeme chápat mimo jiné i osobní přepravu a to včetně doplňujících služeb jako je rezervování míst nebo například ubytování. Přeprava osob nabízí v logistice i zaměření na dopravní obsluhu velkých objektů. Tím se rozumí například přeprava osob do zaměstnání nebo obsluha velkého územního celku (průmyslové závody, centra velkých měst, rekreační oblasti apod.). Rozšířením zaměření logistiky na služby však zdaleka nejsou vyčerpány její možnosti. Finální výsledek, jehož podobou je uspokojený zákazník, lze zaměnit za efekt

³ PERNICA, P., *Logistika – vymezení a teoretické základy*, s.21

⁴ Ballou, cit. dle PERNICA, P., *Logistika – vymezení a teoretické základy*, s.21

⁵ Ihde, G.B.:*Logistik*, München, 1972 cit. dle PERNICA, P., *Logistika – vymezení a teoretické základy*, s.21

⁶ SIXTA, J., MACÁT, V., *Logistika – teorie a praxe*, s.22

v podobě zdravého občana (způsob života, přírodní a společenské předpoklady, zdravotní prevence a léčba apod.) a aplikovat logistický přístup na navázání aktivit vedoucích k tomuto efektu. Další možné finální efekty mohou být vzdělaný občan, občan informovaný nebo i území ekologicky vyvážené. Společenské činnosti lze koordinovat za pomoci logistiky a v souladu s územím je sladit dle zákonitostí přírody. Vhodnost logistického přístupu je zřejmá. A lze jím řešit široké spektrum problémů zahrnující i globální problematiku.⁷

Dle výše zmíněných možností lze chápat logistiku i v obecnější rovině, než kterou nastolily předcházející definice. Pojmy trh, výroba a oběh, finální produkce a zakázka se stanou neústrojnými při rozšíření definice logistiky, aby vyhovovala aplikacím vnější hospodářské sféry. Při jejich vyloučení můžeme navrhnout obecnější definice logistiky:

„Logistika je disciplína, která se zabývá celkovou optimalizací, koordinací a synchronizací všech činností, jejichž řetězce jsou nezbytné k pružnému a hospodárnému dosažení daného konečného (synergického) efektu.“⁸

„Logistika je systémová vědecká disciplína zabývající se řešením, koordinací a synchronizací řetězů hmotných a nehmotných (tj. informačních, peněžních) operací, jež vznikají jako důsledek dělby práce a jež jsou spojeny s výrobou a s oběhem určité finální produkce.“⁹

Logistický systém

„Logistický systém představuje účelně uspořádanou množinu všech technických prostředků, zařízení, budov, cest a pracovníků podílejících se na uskutečňování logistických řetězců. Logistický systém lze považovat za zvláštní druh multisystému, který vymezuje jako technicko-technologický, informační komunikační systém a systém řízení. Cílem logistického systému podniku je upevnění a posílení pozice podniku jako ekonomického subjektu na trhu.“¹⁰

⁷ PERNICA, P., pozn. 3, s.37

⁸ Tamtéž, s.38

⁹ ZÍSKAL, J., HAVLÍČEK, J., pozn. 1, s.58

¹⁰ Tamtéž, s.59

Logistický řetězec

„Logistický řetězec chápeme jako jednotu hmotné a nehmotné stránky, přičemž hmotná stránka spočívá v přemísťování věcí (surovin, základního a pomocného materiálu, nakupovaných dílů, nedokončených a hotových výrobků, obalů a odpadu), popřípadě energie nebo osob a nehmotná stránka spočívá v přemísťování informací potřebných k tomu, aby se přemístění věcí, energie či osob mohlo uskutečnit. Dále spočívá v přemísťování peněz (zpravidla v bezhotovostní formě), řízeném v zájmu udržení likvidity podniku. Logistický řetězec je vázán na konkrétního zákazníka (zákazníky mohou být fyzické osoby ve sféře konečné individuální spotřeby, zákazníkem může být podnik, organizace, tedy právnická osoba ve sféře výrobní spotřeby nebo konečné kolektivní spotřeby, za zákazníka často považujeme i pracoviště uvnitř podniku, odebírající např. nedokončené výrobky k dalšímu zpracování nebo díly k montáži apod.), resp. je vázán na konkrétní zakázku, výrobek, druh či skupinu výrobků, nebo, obecně vzato, na konečný efekt.“¹¹ „Logistický řetězec je složen z dílčích materiálových, informačních, peněžních, aj. toků, které probíhají mezi různými články (podsystemy) ve výrobě, v dopravě a zasilatelství, v obchodě.“¹² „Logistický řetězec je složen z dílčích hmotných, informačních, peněžních, a jiných toků, které probíhají mezi různými subsystemy ve výrobě, dopravě, zasilatelství a v obchodě.“¹³

3.3 Dopravní logistika

Jednou z aplikačních sfér logistiky je logistika dopravní. Na přelomu 70. a 80. let minulého století začala logistika v oblasti dopravy nabývat na významu. V této době došlo k deregulaci dopravního průmyslu a započal nárůst konkurence mezi jednotlivými druhy dopravy. Přepřevoci se stali konkurenceschopnější a pružnější, protože získali více možností dopravy. Hodnotu výrobku zvyšuje právě doprava z místa výroby do místa spotřeby včetně rychlosti a spolehlivosti tohoto přesunu.¹⁴

¹¹ PERNICA, P., pozn. 3, s.103

¹² Tamtéž, s.103

¹³ ZÍSKAL, J., HAVLÍČEK, J, pozn. 1, s.59

¹⁴ SIXTA, J., MACÁT, V., pozn. 6, s.159

Přepřevu, jako produkt dopravy, nelze skladovat, avšak lze ji měřit. Jeden tunový kilometr (tkm) je jednotkou přemístění a nemůže vzniknout bez táry neboli výkonu vozidla.¹⁵

Zákazník je klíčovým článkem celého dopravního řetězce. Pohyb zásilek v dopravní síti úzce souvisí s koordinací, synchronizací a optimalizací dopravní logistiky. Hmotné i nehmotné procesy zahrnuje i problematika manipulace, skladování, balení a servis služeb.^{16; 17}

Rozvoj dopravní logistiky určuje úroveň dopravní infrastruktury regionu nebo státu. Příkladem může být různá hraniční infrastruktura, která ovlivňuje čekací dobu při přechodu hranic. Doprava je odvětví ekonomiky, které prudce roste, stejně jako poptávka po ní. Změny ve struktuře zpracovatelského průmyslu, v metodách výroby, změnách velikostí a frekvence dodávek, to vše způsobuje vzrůst poptávky po dopravě. Dále se jedná i o nárůst podílu odvětví služeb, tedy profesní mobilitu, ale také rozvoj cestování s vyšším podílem osobních automobilů. Kvůli těmto demografickým změnám je potřeba předpokládat další rozvoj silniční dopravy a kombinaci se železniční dopravou.^{18; 19}

„Cílem dopravní logistiky je takové pojetí sledu úkonů a dílčích procesů, které vede k minimalizaci nákladů na logistické řetězce při dosažené požadované výkonnosti. Prosazují se určité logistické technologie jako např. „Just in Time“ (právě včas). Tyto velmi časté malé dodávky v přesně dohodnutých termínech kladou vysoké požadavky na kvalitu dopravy. Logistika nemá vlastní metodický aparát, využívá řadu různých metod matematického a simulačního modelování, např. různé metody operační analýzy, metody hodnotové analýzy atd.“²⁰

3.4 Okružní dopravní problém

„Distribuční úlohy, ve kterých se doprava realizuje okružními jízdami, patří mezi nejčastěji řešené úlohy operačního výzkumu. Navazují na úlohy alokační, ve kterých se rozmisťují sklady, závody apod., na úlohy rajonizační, které optimalizují tvorbu zásobovacích rajonů, přiřazených určitému centru, skladu apod. Úlohy alokační

¹⁵ STEHLÍK, A., KAPOUN, J., *Logistika pro manažery*, s.23

¹⁶ ZÍSKAL, J., HAVLÍČEK, J., pozn. 1, s.60

¹⁷ PERNICA, P., pozn. 3, s.77

¹⁸ ZÍSKAL, J., HAVLÍČEK, J., pozn. 1, s.60

¹⁹ PERNICA, P., pozn. 3, s.77

²⁰ ZÍSKAL, J., HAVLÍČEK, J., pozn. 1, s.60

a rajonizační i okružní jsou spolu těsně svázány. Komplexní řešení všech tří úloh najednou je ale nerealizovatelné, proto se úlohy řeší většinou odděleně.²¹

Výhodná realizace dopravního úkonu okružním spojením namísto přímého spojení mezi dodavatelem a odběratelem se v praxi řeší často. V západní literatuře lze tento problém najít jako „problém listonoše“ nebo „problém obchodního cestujícího“.²²

„Okružní dopravní problém patří z matematického hlediska mezi tzv. NP-úplné problémy, pro které neexistuje žádný efektivní algoritmus, který by našel přesné matematické optimum. Je to způsobeno tím, že počet omezujících podmínek v matematickém modelu této úlohy roste velmi rychle (exponenciálně) s rostoucím počtem míst, a tak doba výpočtu jakoukoli metodou roste při nejlepším stejně rychle a již pro středně velké úlohy by byla nesrovnatelně větší než např. délka lidského života a možná i než doba existence vesmíru. Naštěstí existuje řada aproximačních metod, jejichž řešení lze považovat za ekonomické optimum.“²³

3.5 Okružní úlohy a její typy

„Při volbě vhodné metody je třeba si uvědomit, o jaký typ okružního dopravního problému se jedná. Pro metody řešení je také podstatné, zda se jedná o jednookruhový či víceokruhový problém, zda matice sazeb je či není symetrická nebo zda úloha má úplnou či neúplnou síť cest nebo zda se některá spojení nesmí použít.“²⁴

Nyní si uvedeme pro nás nejpodstatnější klasifikaci okružních úloh a to jednookruhový okružní dopravní problém a víceokruhový okružní dopravní problém.

3.5.1 Jednookruhový okružní dopravní problém

Jednookruhový okružní dopravní systém je nejjednodušším typem okružních úloh. Přeprava je realizována mezi všemi obsluhovanými místy pouze jedním okruhem. Stručně ji lze nazvat okružní dopravní problém nebo problém obchodního cestujícího.²⁵ Následující matematická formulace obecně představuje jednookruhový okružní dopravní problém:

„Je dáno n míst (měst, uzlů) a sazba c_{ij} pro každou dvojici těchto měst (i,j) představující např. vzdálenost, spotřebu času nebo náklady pro přímé (či nejvýhodnější)

²¹ PELIKÁN, J., *Praktikum z operačního výzkumu*, s.32

²² ZÍSKAL, J., HAVLÍČEK, J., pozn. 1, s.66

²³ BROŽOVÁ, H., HOUŠKA, M., *Základní metody operační analýzy*, s.158

²⁴ Tamtéž, s.157

²⁵ ŠUBRT, T., et al., *Ekonomicko-matematické metody*, s.102

spojení z místa i do místa j . Cílem úlohy je propojit všechna místa okružním spojením, tj. najít takovou posloupnost těchto míst, ve které se každé z nich vyskytuje právě jednou s výjimkou počátečního, které se objeví opět na jejím konci, aby součet sazeb pro jednotlivá spojení v této posloupnosti byl minimální. (...) Matematická formulace (jednookruhového) okružního dopravního problému je velmi podobná přiřazovací úloze. Okružní trasu můžeme popsat tak, že každému místu, které projíždíme, přiřadíme místo, které je na okružní trase následuje. Některá řešení přiřazovací úlohy ale mohou charakterizovat situaci, kdy se jednotlivá místa objedou několika samostatnými okruhy.“²⁶

3.5.2 Víceokruhový okružní dopravní problém

Víceokruhové okružní dopravní problémy jsou dalším typem okružních úloh. Jedná se o rozšíření klasického jednookruhového problému, nazýváme je rovněž trasovací problémy.^{27; 28}

Okružní přepravu bývá potřeba rozdělit do více okruhů. Příčinou jsou nejčastěji kapacitní omezení. Požadavky na množství přepravovaného materiálu neovládají kapacity vozidla pokrýt.²⁹

3.6 Formulace okružního dopravního problému

„V matematické formulaci základní okružní úlohy je dána konečná množina míst a vzdálenosti, spotřeba času nebo náklady, sazby pro spojení každé dvojice těchto míst. Hledáme takovou posloupnost míst, ve které se každé místo objeví právě jednou a součet ohodnocení jednotlivých spojení v této posloupnosti je minimální.“³⁰

„Označíme-li vybranou posloupnost m míst indexy i_1, i_2, \dots, i_m , můžeme hodnotu tohoto spojení vypočítat jako součet sazeb (vzdálenost)“³¹

$$\sum_{k=1}^{m-1} C_{i_k, i_{k+1}} + C_{i_m, i_1}$$

²⁶ ŠUBRT, T., et al., pozn. 25, s.103

²⁷ Tamtéž, s.102

²⁸ BROŽOVÁ, H., HOUŠKA, M., pozn. 23, s.161

²⁹ ŠUBRT, T., et al., pozn. 25, s.108

³⁰ ZÍSKAL, J., HAVLÍČEK, J., pozn. 1, s.66

³¹ Tamtéž, s.66

„Požadavek, aby se každé místo objevilo ve vybrané trase jen jednou, nelze chápat tak, že se každým místem projíždí pouze jednou neboť, nemusí vždy existovat unikátní spojení mezi každou dvojicí míst a je třeba do trasy zařadit odbočky a koncová místa.“³²

„Pro úplnost uvedeme ještě Tuckerovu formulaci problému obchodního cestujícího. Obchodní cestující má navštívit n míst. Vzdálenost mezi i -tým a j -tým místem označíme symbolem d_{ij} . Celkovou délku okružní cesty, která se má minimalizovat lze vyjádřit vztahem

$$Z = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n d_{ij} x_{ij}$$

kde x je počet jízd z místa i do místa j .“³³

Každé místo trasy je jedenkrát navštíveno, a proto musí platit následující podmínky, které s nutností platí pro řešení problému obchodního cestujícího

$$\sum_{i=0}^n x_{ij} = 1, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{j=0}^n x_{ij} = 1, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

ale ani výše uvedená omezení nám nepostačí k přesné formulaci problému, neboť splnění je možné projetím jednotlivých míst více nezávislými okruhy. Pro odstranění možnosti zvolit více okruhů, formuloval Tucker také tato omezení:

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

kde u_i je neznámé reálné číslo přiřazené místu i

u_j je neznámé reálné číslo přiřazené místu j .³⁴

³² ZÍSKAL, J., HAVLÍČEK, J., pozn. 1, s.66

³³ Tamtéž, s.66

³⁴ Tamtéž, s.66

3.7 Řešení okružního dopravního problému

Princip metod pro řešení okružního dopravního problému je založen na vytvoření posloupností a jejich zpracování pro sledovaná místa, ve kterých se musí objevovat každé místo právě jednou. Vyloučením všech tras, které by okruh uzavřely předčasně, je nutností právě z důvodu zamezení předčasného uzavření okruhu.³⁵ Podobě, kdy současné zařazení úseku vede oběma směry, je nutné zamezit, a to vyloučením tohoto jevu, tzn. vyloučit v matici sazeb symetrické prvky podle hlavní diagonály. Dále je nutné vyloučit zpětnou vazbu každého uzlu, tedy vyloučit z úvahy diagonální prvky matice.³⁶

Řešení softwarovými produkty

Softwarové produkty využívající geografické databáze znamenají výrazný posun v uplatnění modelů okružních přepravních problémů. Například systém Route View nabízí také možnost vyhledání optimálního okruhu pro prostředek přepravy v dané přepravní síti a to pouhým označením místa výchozího a cílů na vizuální mapě. Je nutné zvolit nabízená kritéria přepravy jako např. minimální počet ujetých kilometrů nebo minimální čas na jeho projetí, kde lze předdefinovat možnosti trasy včetně typu a rychlosti vozovky, případně některé trasy zakázat.³⁷

Dalším užitečným produktem je program TSPKOSA, který je zaměřen na řešení okružního dopravního problému. Jeho autory jsou Ing. Igor Krejčí, RNDr. Petr Kučera, Ph.D. a Ing. Hana Vydrová a vznikl na katedře systémového inženýrství. Program (však nevyužívající geografické databáze) nabízí výpočet až čtyřmi různými metodami, mezi kterými jsou jak metody aproximační, tak optimalizační a to konkrétně metoda větví a mezí. Z aproximačních metod má uživatel na výběr z metody nejbližšího souseda, Vogelovy aproximační metody a metody výhodnostních čísel. Pro výpočet, který probíhá v programu Microsoft Excel, jehož je TSPKOSA doplňkem je nutné sestavení matice sazeb.³⁸

³⁵ ZÍSKAL, J., HAVLÍČEK, J., pozn. 1, s.67

³⁶ Tamtéž, s.67

³⁷ GROS, I., *Kvantitativní metody v manažerském rozhodování*, s. 218 - 219

³⁸ KREJČÍ, I., et al., *International Scientific Days 2010*, s. 2016 - 2023

3.8 Vybrané metody pro řešení okružní úlohy

3.8.1 Vogelova aproximační metoda

Vogelova aproximační metoda (VAM) je první uvedenou metodou pro řešení okružní úlohy. Tato metoda může být využita jak pro řešení klasického jednostupňového dopravního problému, tak pro řešení jednookruhového okružního problému, kdy vznikají určité rozdílnosti v řešení, jehož postup si uvedeme. Jedná se o nejpoužívanější aproximační metodu z důvodu podobnosti optimálního řešení. Pomocí této metody získáme řešení hojně užívané místo řešení optimálního.^{39; 40}

„Vogelova aproximační metoda (VAM) využívá rozdílů mezi dvěma nejvýhodnějšími sazbami v řadách dopravní tabulky. Tím zajišťuje v průběhu celého výpočtu rovnoměrné obsazování výhodných spojů.“⁴¹

A tak pro nás řešení problému obchodního cestujícího pomocí této metody představuje zjišťování takové trasy, která bude výhodná právě díky výšce nákladů na dopravu a bude tak představovat levnější využití uvažované trasy.⁴²

Nyní si uvedeme postup pro řešení jednookruhového okružního problému pomocí metody VAM:

Postup je zahájen sestavením matice sazeb. Do této tabulky jsou zapsány sazby, které představují vzdálenosti mezi jednotlivými místy. Následuje výpočet řádkových i sloupcových diferencí mezi nejnižšími sazbami v daném řádku či sloupci. V průběhu algoritmu jsou poté označovány či zvýrazňovány buňky s nejnižší sazbou, které se nacházejí v řadě s nejvyšší diferencí. Označením buněk jsou do konstruované trasy zařazována spojení náležící těmto buňkám. Jelikož jedeme z i do každého místa pouze jednou po obsazení buňky se vyškrtává jak řádek, tak i sloupec, ve kterých se obsazovaná buňka nachází. Opomenout se nesmí také na závěrečné proškrtnutí buňky, která by zapříčinila předčasné uzavření okruhu, který neprochází všemi místy. Po proškrtání buněk začíná celý proces přepočtu diferencí, označování a vyškrtávání znovu dokud neprojedeme všemi místy plánované trasy.⁴³

³⁹ BROŽOVÁ, H., HOUŠKA, M., pozn. 23, s.134

⁴⁰ ŠUBRT, T., et al., *Ekonomicko matematické metody II aplikace a cvičení*, s.37

⁴¹ ŠUBRT, T., et al., pozn. 25, s.85

⁴² BROŽOVÁ, H., HOUŠKA, M., pozn. 23, s.134

⁴³ ŠUBRT, T., et al., pozn. 25, s.106

3.8.2 Metoda nejbližšího souseda

„Princip této metody spočívá v tom, že si zvolíme výchozí místo, z něj se vydáme do místa, do něhož je nejvýhodnější spojení z výchozího místa, odtud pak do dalšího z těch míst, kde jsme ještě nebyli, které má nejvýhodnější spojení z místa, kde se právě nacházíme, atd. Po projetí všech míst se vracíme zpět do výchozího.“⁴⁴ „Popíšeme si, jak se takový výpočet provádí v tabulce (matici) sazeb. Především vyškrtneme sloupec odpovídající výchozímu místu (do tohoto místa totiž prozatím nepojedeme, vrátíme se tam nakonec). V řádku odpovídajícím výchozímu místu najdeme buňku s minimální (nejvýhodnější) sazbou a označíme (obsadíme) ji, tj. příslušné spojení bude součástí výsledné okružní trasy. Tímto spojením jsme se přesunuli do místa, jemuž odpovídá sloupec, v němž se tato buňka nachází. Tento sloupec vyškrtneme (do tohoto místa se již nebudeme více vracet). V řádku odpovídajícím tomuto místu vybereme z buněk v dosud nevyškrtnutých sloupcích opět tu s nejvýhodnější sazbou a celý postup opakujeme, dokud nejsou všechny sloupce vyškrtnuty (tj. dokud jsme nenavštívili všechna místa). V řádku, v němž jsme se ocitli nakonec, obsadíme buňku ve sloupci odpovídajícím výchozímu místu.“⁴⁵ „Postupně zvolíme všechna místa jako výchozí a pro každé najdeme tímto postupem okružní trasu. Má-li úloha nesymetrickou matici sazeb, provedeme pro každé místo také hledání trasy „pozpátku“, tj. buď vyškrtaváme řádky a hledáme minimální sazby ve sloupcích nebo původní postup aplikujeme na transponovanou matici. Ze všech takto nalezených tras vybereme nejvýhodnější (s nejmenším součtem sazeb).“⁴⁶

3.9 Další metody pro řešení okružního dopravního problému

Nyní si uvedeme Mayerovu metodu, která je vhodná pro řešení víceokruhového okružního problému a také další známé metody pro řešení okružního problému.

Mayerova metoda

„V tabulce sazeb víceokruhové úlohy si seřadíme místa (v řádcích i sloupcích) podle vzdálenosti od místa centrálního svozu, které samotné můžeme v tabulce vynechat, a přidáme sloupec obsahující požadavky jednotlivých míst. Označíme první sloupec této tabulky (tj. první místo vybereme do první okružní trasy) a požadavek v prvním řádku

⁴⁴ ŠUBRT, T., et al., pozn. 40, s.38

⁴⁵ ŠUBRT, T., et al., pozn. 25, s.104 - 105

⁴⁶ Tamtéž, s.105

a vyškrtneme první řádek. Pro každé z ostatních míst sečteme jeho přepravní požadavek s označenými u všech míst, kde tento součet bude větší než kapacita vozidla, vyškrtneme v prvním sloupci buňku v příslušném řádku (zpravidla, pokud nejsou přepravní požadavky vzhledem ke kapacitě vozidla neúměrně velké, takový případ nenastane). Z nevyškrtnutých prvků v prvním sloupci vybereme minimální, není-li výběr jednoznačný, pak zvolíme první takový prvek v pořadí (nejhořejší). Ten označuje místo, které jako další přiřazujeme do právě konstruované okružní trasy. Odpovídající sloupec a požadavek v odpovídajícím řádku označíme (zvýrazníme) a řádek vyškrtneme. Sečteme vyznačené požadavky a pro ta místa, kde přičtením jejich požadavku k uvedenému součtu je překročena kapacita vozidla, opět vyškrtneme v označených sloupcích buňky v odpovídajících řádcích. Z nevyškrtnutých prvků v označených sloupcích stejným způsobem vybereme minimální prvek a tím další místo okružní trasy. Celý postup opakujeme, dokud při porovnávání kapacit nevyškrtneme všechny sazby v označených sloupcích. Tím jsme vybrali místa pro první okružní trasu. Tu si poznamenáme, vyškrtneme příslušné sloupce a požadavky a ve zbylé části tabulky hledáme stejným způsobem místa do dalších okružních tras. Zbývá ještě místa v jednotlivých okruzích seřadit. K tomu můžeme použít např. některou z uvedených metod pro řešení jednookruhové úlohy.⁴⁷

Habrova přibližná metoda

„Habrova přibližná metoda řešení okružního dopravního problému vytváří okruh tak, že ze všech možných spojení mezi jednotlivými místy vybírá a do okruhu zařazuje spoje, které jsou co nejvýhodnější z hlediska celé uvažované dopravní sítě. Habrovy frekvence poskytující všeobecný pohled porovnávají přímou trasu mezi dvěma uzly se všemi ostatními přímými trasami.“⁴⁸

Jak uvádí Kučera ve své práci, hodnotu spojení mezi místy i a j neboli Habrovu frekvenci hrany z i do j pak získáme následovně:⁴⁹

$$\sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^n (c_{ij} + c_{kl} - c_{il} - c_{kj})$$

⁴⁷ ŠUBRT, T., et al., pozn. 40, s. 38

⁴⁸ ZÍSKAL, J., HAVLÍČEK, J., pozn. 1, s.70

⁴⁹ KUČERA, P., *Metodologie řešení okružního dopravního problému*, s.21

Předpokládaným postupem je výpočet frekvence a následný výběr ze všech spojení právě toho spojení mezi dvěma místy, které je nejvýhodnější frekvencí. Zařazení do okruhu je možné po vyhledání nejvýhodnější frekvence pro navazující spojení. K urychlení a tím zjednodušení celého procesu není zapotřebí pracovat s frekvencemi jako s charakteristikami celkové výhodnosti jednotlivých částí sítě, ale s tzv. rozloženými frekvencemi, kdy je zapotřebí uvést význam výhodné frekvence, tedy pochopení, že za výhodnou frekvenci považujeme to spojení, pro které jsou rozložené frekvence záporné nikoliv kladné.⁵⁰

Metoda výhodnostních čísel

Metoda výhodnostních čísel spočívá v sestupném uspořádání výhodnostních čísel s_{ij} vypočtených dle vzorce $s_{ij} = d_{i1} + d_{1j} + d_{ij}$. Podle vytvořeného uspořádání začleňujeme spojení a opět neuvažujeme čísla, která by nám trasu uzavřela před jejím požadovaným uzavřením.⁵¹

Dantzigova, Fulkersonova a Johnsonova metoda

„Dantzigova, Fulkersonova a Johnsonova metoda předvádí řešení okružního problému na úlohu celočíselného programování řešenou simplexovou metodou. Postup je značně komplikovaný. V podstatě využívá přiřazovací problém s maximální degenerací.“⁵²

Croesova metoda

„Croesova metoda řeší problém postupným zlepšováním počátečního řešení určitými změnami v pořadí vrcholů tak dlouho, dokud je to možné. Naležené řešení ovšem obecně není optimální. K nalezení optima se používá dalšího značně složitějšího postupu.“⁵³

⁵⁰ ZÍSKAL, J., HAVLÍČEK, J., pozn. 1, s.71

⁵¹ PELIKÁN, J., pozn. 21, s.40

⁵² ZÍSKAL, J., HAVLÍČEK, J., pozn. 1, s.67

⁵³ Tamtéž s.67

Littlova metoda

„Littlova metoda je založena na metodě větví a mezí (Branch and Broud). Množina všech přípustných řešení (cyklů) se dělí na stále se zmenšující podmnožiny. Pro každou podmnožinu se vypočte hranice minimální dosažitelné délky cyklu. Postup končí, je-li nalezeno řešení s nejmenší hodnotou spojení rovnou nejnižší určené hranici. Metoda je vhodná pro stanovení okružní trasy při neomezené kapacitě vozidel.“⁵⁴

Kombinatorická metoda

„Barták s kolektivem pracovníků vyvinuli pro různé typy okružních úloh kombinatorickou metodu, přičemž pro testování nalezeného řešení používají maďarskou metodu.“⁵⁵

⁵⁴ ZÍSKAL, J., HAVLÍČEK, J., pozn. 1, s.67

⁵⁵ Tamtéž, s.68

4. Praktická část

4.1 Charakteristika cestovní kanceláře

GEOPS - CESTOVNÍ KANCELÁŘ, s.r.o. patří mezi členy Asociace českých cestovních kanceláří a agentur sdružující subjekty cestovního ruchu, jejímž kritériem členství je především kvalita a profesionální úroveň cestovní kanceláře. Její sídlo a provozovna se nachází na Praze 7, kde působí na trhu v oblasti cestovního ruchu již od roku 1991 a patří mezi specialisty na poznávací zájezdy již s 25. letou tradicí.⁵⁶

Specialistou se nepochybně stala díky svým dlouholetým zkušenostem a nabízí tak kvalitní služby zejména v oblasti poznávacích zájezdů do Maďarska, Francie, Itálie a do Alpských zemí, na které se specializuje v několika posledních letech. Stále náročnější a rozmanitější požadavky klientů přispěly ke zdokonalení v oblasti organizování zájezdů na přání pro kolektivy, čímž se v této oblasti řadí také mezi specialisty.⁵⁷

Mimo výše uvedené poznávací zájezdy do Itálie, Francie a Maďarska, si mohou účastníci vybrat z mnoha dalších do Velké Británie, Španělska, Německa, Polska, Slovinska, Rakouska, do zemí Balkánu, do severských zemí, a do dalších 40 zemí.⁵⁸

Nabízí různorodé typy zájezdů a zákazníci CK Geops si tak mohou vybrat například ze zájezdů za kulturou a přírodou Evropy, zájezdů zaměřených na relaxaci v lázních, Evropské slavnosti, za uměním, výstavami a architekturou, do národních parků a zahrad, Eurovíkendy, za památkami UNESCO, zájezdy za gastronomií a mnoho dalších.⁵⁹

Při svých poznávacích zájezdech CK klade důraz zejména na pestrost zájezdu a proto v námi řešeném zájezdu zákazníci poznají jak přírodní krásy, tak gastronomii dané destinace a samozřejmě její historické památky. Nedílnou součástí přispívající ke kvalitě poskytovaných služeb jsou také specializovaní průvodci. Drobnou výhodou pro klienty může být také krátké představení průvodce na stránkách cestovní kanceláře.

⁵⁶ Cestovní kancelář GEOPS Cesty za poznáním, uměním, přírodou (a člověkem) [online]. [cit. 2015-11-25]. Dostupné z: <<http://www.geops.cz/informace/>>

⁵⁷ Tamtéž

⁵⁸ Tamtéž

⁵⁹ Tamtéž

4.2 Analýza řešeného problému

Řešen bude zájezd s názvem „Bretaň, tajemná dcera oceánu“ a jak už z názvu vyplývá, cesta je vedena úchvatnou Bretaní, která je charakteristická kamennými domy, megalitickou kulturou i drsnou přírodou s útesy na pobřeží Atlantiku.⁶⁰

Tento zájezd se koná ve dvou termínech a to v prvním květnovém a druhém srpnovém termínu. Cena zájezdu v roce 2015 činila 10.990,-. V této sumě je zahrnuta doprava autobusem, 5x přenocování v hotelu, služby kvalifikovaného průvodce a samozřejmě také pojištění cestovní kanceláře proti úpadku, proti kterému musí být každá CK ze zákona pojištěna.⁶¹

Jedná se o osmidenní poznávací zájezd, jehož současná podoba je následující: Praha – Chartres – Le Mans – Vitré – La Guerche de Bretagne – La Roche aux Féés – Josselin – Vannes – Carnac – Quiberon – Auray – Pont Aven – Quimper – Pointe du Raz – Locronan – Pleyben – Cap Fréhel – Dinan – Mont Saint Michel – Saint Malo – Paříž – Praha.⁶²

Po součtu vzdáleností mezi navštěvovanými místy získáme délku trasy, s přihlédnutím na zatím neuvažovaná místa ubytování, která nemá cestovní kancelář pevně stanovena a které mění dle nutnosti. Vzdálenosti získané z internetové aplikace Google Maps s přihlédnutím k poznatkům od cestovní kanceláře, která upřednostňuje zejména dálnice a rychlostní silnice může vidět níže:

$1111+128+119+22,6+15,9+101+46+30,6+18,2+29+74+35,1+55,4+45,1+27,3+153+42,2+58,6+85+389,6+1030 = \underline{\underline{3616,6 \text{ km.}}}$

CK nabízí svým klientům také možnost svozu a to v následujících městech: Hradec Králové, Pardubice, Poděbrady a Brno za předpokladu alespoň 4 osob se shodným místem výjezdu. Pro řešenou trasu však budeme uvažovat jako místo nástupu pouze Prahu, která je stálým výjezdním místem.⁶³

Nyní uvedeme stručný popis jednotlivými místy poznávacího zájezdu společně s označením zkratk pro orientaci v tabulkách výpočtu, kde z důvodu rozsahu příkladu nemohly být uvedeny celé názvy:

⁶⁰ Bretaň, tajemná dcera oceánu [online]. [cit. 2015-11-25]. Dostupné z: <<http://www.geops.cz/zajezdy/francie/bretan/bretan-dcera-oceanu-2015/>>

⁶¹ Tamtéž

⁶² Tamtéž

⁶³ Tamtéž

Praha (Pra.) - Nástupní místo zájezdu po Bretani.

Chartres (Char.) - Historické město ležící na řece Eur, navštívena bude gotická katedrála Notre-Dame, která je zapsána na seznamu památek světového dědictví UNESCO.

Lemans (Le M.) - Středověké město, návštěva katedrály.

Vitré (Vit.) - Středověké město s hradem z 11.stol a gotickou katedrálou.

La Guerche de Bretagne (La Gu.) - Středověké městečko s gotickou bazilikou.

La Roche aux Féés (La Ro.) - Nazývaný Kámen víl patří k největším dolmenům Francie.

Josselin (Jos.) - Návštěva města se stejnojmenným hradem vystavěným rodem Rohanů a bazilikou.

Vannes (Van.) - Očarující přístav v Morbihanské zátocě s prádelnou ze 13. století.

Carnac (Car.) - Procházka k tumulu a kapli sv. Michala, dále menhirové carnacké řady.

Quiberon (Quib.) - Poloostrov s divokým pobřežím. Proběhne turistika po žulových útesech, v srpnu také možnost koupání v Atlantiku.

Auray (Aur.) - Město s významným vnitrozemským přístavem ležícím na řece Loche s nádherným renesančním kostelem Saint Gildas.

Pont Aven (Pon.) - Město malíře Paula Gauguina.

Quimper (Quim.) - Návštěva katedrály sv. Correntina a staré městské čtvrti s hrázděnými domy, zapomenout nesmíme také na vyhlášenou tržnici.

Pointe du Raz (Poi.) - Mys s výhledem na „ostrov mrtvých“.

Locronan (Loc.) - Městečko vystavěné ze žuly s kamenným kostelem z 15. století.

Pleyben (Ple.) - Renesanční farní ohrady v oblasti Amerického národního parku.

Cap Fréhel (Cap.) - Je mys patřící k Smaragdovému pobřeží nazývanému Coted'Emeraude, proběhne procházka k majáku a výlet.

Dinan (Din.) - Středověké město s věží Tour d'Horloge's a bazilikou Saint Sauveur.

Mont Saint Michel (Mon.) - Jedná se o klášter a opatství, patřící mezi nejznámější poutní místa Francie. Zároveň patří na seznam UNESCO.

Saint Malo (Sai.) - V opevněném přístavním městě, které bylo známé jako město korzárů, proběhne návštěva katedrály, dále proběhne ochutnávka ústřic.

Paříž (Pař.) - Hlavní město Francie kde účastníci navštíví historické centrum, fakultativně budou mít možnost projížďky po Seině, jejíž nábřeží je zapsané na seznamu UNESCO nebo večeri v Montmarte, latinské čtvrti.⁶⁴

Tvorba matice sazeb:

Aby bylo možné aplikovat vybrané aproximační metody, musí být nejdříve sestavena matice sazeb (Tabulka 1), která představuje vzdálenosti mezi navštěvovanými místy. Tabulka byla sestavena pomocí Google Maps, které pomáhají nalézt trasy s možností například omezit spoj pouze po nezaplatněných silnicích. Bylo zařazeno co největší množství rychlostních silnic, které dle jednatelky cestovní kancelář upřednostňuje i za cenu poplatků s tím spojených.

Tabulka 1: Matice sazeb v Km

	Pra.	Char.	Le M.	Vit.	La Gu.	La Ro.	Jos.	Van.	Car.	Quib.	Aur.	Pon.	Quim.	Poi.	Loc.	Ple.	Cap.	Din.	Mon.	Sai.	Pař.
Pra.	-	1111	1229	1334	1348	1360	1448	1482	1508	1524	1495	1554	1584	1630	1586,3	1559	1443	1417,3	1364	1409	1030
Char.	1111	-	128	233	247	259	347	381	407	423	394	453	483	529	485,3	458	335	311,6	253	298	91,6
Le M.	1229	128	-	119	131	135	233	263	288	304	275	339	369	415	370	344	244,2	202	176	210	209
Vit.	1334	233	119	-	22,6	31,8	114	148	174	190	161	220	250	298	254,3	227	125,5	83,3	71,7	93,2	313
La Gu.	1348	247	131	22,6	-	15,9	112	143	168	180	155,9	218	248	303,4	264	240	142,2	100	93,9	115,8	327
La Ro.	1360	259	135	31,8	15,9	-	101	128	153	169	140	207	237	292,4	251	226	133,4	91,2	94,6	107	339
Jos.	1448	347	233	114	112	101	-	46	71,3	86,8	58	106	136	191,4	152	128	102	78,4	124	108,4	427
Van.	1482	381	263	148	143	128	46	-	30,6	45,4	17,3	90,1	119	174,4	135	138,3	145	121	170	151	461
Car.	1508	407	288	174	168	153	71,3	30,6	-	18,2	13,3	75,1	104	159,4	119	128	163	149	195	179	487
Quib.	1524	423	304	190	180	169	86,8	45,4	18,2	-	29	86,8	117	171	131	136	179	165	210,8	195	503
Aur.	1495	394	275	161	155,9	140	58	17,3	13,3	29	-	74	104	159	119	121	157	136	182	166	474
Pon.	1554	453	339	220	218	207	106	90,1	75,1	86,8	74	-	35,1	88,9	50,3	59,6	168	178	230	208	533
Quim.	1584	483	369	250	248	237	136	119	104	117	104	35,1	-	55,4	17,2	30,5	171	182	236	212	563
Poi.	1630	529	415	298	303,4	292,4	191,4	174,4	159,4	171	159	88,9	55,4	-	45,1	71	224	236	290	250,1	609
Loc.	1586,3	485,3	370	254,3	264	251	152	135	119	131	119	50,3	17,2	45,1	-	27,3	179	191	247	205	565,3
Ple.	1559	458	344	227	240	226	128	138,3	128	136	121	59,6	30,5	71	27,3	-	153	165	221	195	538
Cap.	1443	335	244,2	125,5	142,2	133,4	102	145	163	179	157	168	171	224	179	153	-	42,2	90	44,9	413
Din.	1417,3	311,6	202	83,3	100	91,2	78,4	121	149	165	136	178	182	236	191	165	42,2	-	58,6	30	396,3
Mon.	1364	253	176	71,7	93,9	94,6	124	170	195	210,8	182	230	236	290	247	221	90	58,6	-	85	339
Sai.	1409	298	210	93,2	115,8	107	108,4	151	179	195	166	208	212	250,1	205	195	44,9	30	85	-	389,6
Pař.	1030	91,6	209	313	327	339	427	461	487	503	474	533	563	609	565,3	538	413	396,3	339	389,6	-

**Zdroj: Google Maps
Vlastní zpracování**

⁶⁴ Bretaň, tajemná dcera oceánu [online]. [cit. 2015-11-25]. Dostupné z: <<http://www.geops.cz/zajezdy/francie/bretan/bretan-dcera-oceanu-2015/>>

4.2.1 Řešení okružní trasy pomocí Vogelovy aproximační metody

Dále aplikujeme metodu VAM. Začínáme tím, že pro každý řádek i sloupec tabulky vypočteme diferenci. Tu získáme pomocí rozdílu, kde jako menšence zvolíme druhou nejmenší hodnotu v daném řádku či sloupci a menšitelem je nejnižší hodnota z daného řádku či sloupce. Následuje výběr nejvyšší difference, v jejíž řadě označíme pole s nejnižší sazbou. V případě, kdy volíme mezi dvěma shodnými diferencemi, vybíráme tu, u které v řadě nalezneme nižší sazbu, v případě shodných sazeb záleží pouze na nás, pro kterou diferenci se rozhodneme, volba druhé z možných by znamenala pouze získání cesty vedoucí opačným směrem. Získáváme první spojení v trase a to Pař. – Char., které můžeme vidět v Tabulce 2. Pro opakování postupu je nutné proškrtnout řádek i sloupec, který protíná označenou buňku a zároveň musí být vyškrtnuto pole, které by zapříčinilo předběžné uzavření trasy, kterým je buňka s hodnotou 91,6 vedoucí z Char.do Pař.

Tabulka 2: 1. Spojení trasy

	Pra.	Char.	Le M.	Vit.	La Gu.	La Ro.	Jos.	Van.	Car.	Quib.	Aur.	Pon.	Quim.	Poi.	Loc.	Ple.	Cap.	Din.	Mon.	Sai.	Pař.	Dif.
Pra.	-	1111	1229	1334	1348	1360	1448	1482	1508	1524	1495	1554	1584	1630	1586,3	1559	1443	1417,3	1364	1409	1030	81
Char.	1111	-	128	233	247	259	347	381	407	423	394	453	483	529	485,3	458	335	311,6	253	298	91,6	36,4
Le M.	1229	128	-	119	131	135	233	263	288	304	275	339	369	415	370	344	244,2	202	176	210	209	9
Vit.	1334	233	119	-	22,6	31,8	114	148	174	190	161	220	250	298	254,3	227	125,5	83,3	71,7	93,2	313	9,2
La Gu.	1348	247	131	22,6	-	15,9	112	143	168	180	155,9	218	248	303,4	264	240	142,2	100	93,9	115,8	327	6,7
La Ro.	1360	259	135	31,8	15,9	-	101	128	153	169	140	207	237	292,4	251	226	133,4	91,2	94,6	107	339	15,9
Jos.	1448	347	233	114	112	101	-	46	71,3	86,8	58	106	136	191,4	152	128	102	78,4	124	108,4	427	12
Van.	1482	381	263	148	143	128	46	-	30,6	45,4	17,3	90,1	119	174,4	135	138,3	145	121	170	151	461	13,3
Car.	1508	407	288	174	168	153	71,3	30,6	-	18,2	13,3	75,1	104	159,4	119	128	163	149	195	179	487	4,9
Quib.	1524	423	304	190	180	169	86,8	45,4	18,2	-	29	86,8	117	171	131	136	179	165	210,8	195	503	10,8
Aur.	1495	394	275	161	155,9	140	58	17,3	13,3	29	-	74	104	159	119	121	157	136	182	166	474	4
Pon.	1554	453	339	220	218	207	106	90,1	75,1	86,8	74	-	35,1	88,9	50,3	59,6	168	178	230	208	533	15,2
Quim.	1584	483	369	250	248	237	136	119	104	117	104	35,1	-	55,4	17,2	30,5	171	182	236	212	563	13,3
Poi.	1630	529	415	298	303,4	292,4	191,4	174,4	159,4	171	159	88,9	55,4	-	45,1	71	224	236	290	250,1	609	10,3
Loc.	1586,3	485,3	370	254,3	264	251	152	135	119	131	119	50,3	17,2	45,1	-	27,3	179	191	247	205	565,3	10,1
Ple.	1559	458	344	227	240	226	128	138,3	128	136	121	59,6	30,5	71	27,3	-	153	165	221	195	538	3,2
Cap.	1443	335	244,2	125,5	142,2	133,4	102	145	163	179	157	168	171	224	179	153	-	42,2	90	44,9	413	2,7
Din.	1417,3	311,6	202	83,3	100	91,2	78,4	121	149	165	136	178	182	236	191	165	42,2	-	58,6	30	396,3	12,2
Mon.	1364	253	176	71,7	93,9	94,6	124	170	195	210,8	182	230	236	290	247	221	90	58,6	-	85	339	13,1
Sai.	1409	298	210	93,2	115,8	107	108,4	151	179	195	166	208	212	250,1	205	195	44,9	30	85	-	389,6	14,9
Pař.	1030	91,6	209	313	327	339	427	461	487	503	474	533	563	609	565,3	538	413	396,3	339	389,6	-	117,4
Dif.	81	36,4	9	9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9	117,4	

Zdroj: Vlastní zpracování

Pro získání dalšího spojení konstruované trasy musíme znovu přepočítat diference, nyní však pro výpočet nepoužíváme již vyškrtnuté buňky. Získáváme druhé spojení, které vede z Prahy do Paříže. Společně s předešlou označenou buňkou získáváme spojení Praha – Paříž – Chartres. V matici sazeb tedy vyškrtáváme nejen sloupec a řádek, ale také buňku Chartres – Praha, která by mohla vést k nežádanému uzavření trasy. V postupu pokračujeme, dokud nejsou navštívena všechna požadovaná místa.

Tabulka 3: 2. Spojení trasy

	Pra.	Char.	Le M.	Vit.	La Gu.	La Ro.	Jos.	Van.	Car.	Quib.	Aur.	Pon.	Quim.	Poi.	Loc.	Ple.	Cap.	Din.	Mon.	Sai.	Pař.	Dif.	
Pra.	-	1111	1229	1334	1348	1360	1448	1482	1508	1524	1495	1554	1584	1630	1586,3	1559	1443	1417,3	1364	1409	1030	81	199
Char.	1111	-	128	233	247	259	347	381	407	423	394	453	483	529	485,3	458	335	311,6	253	298	91,6	36,4	105
Le M.	1229	128	-	119	131	135	233	263	288	304	275	339	369	415	370	344	244,2	202	176	210	209	9	12
Vit.	1334	233	119	-	22,6	31,8	114	148	174	190	161	220	250	298	254,3	227	125,5	83,3	71,7	93,2	313	9,2	9,2
La Gu.	1348	247	131	22,6	-	15,9	112	143	168	180	155,9	218	248	303,4	264	240	142,2	100	93,9	115,8	327	6,7	6,7
La Ro.	1360	259	135	31,8	15,9	-	101	128	153	169	140	207	237	292,4	251	226	133,4	91,2	94,6	107	339	15,9	15,9
Jos.	1448	347	233	114	112	101	-	46	71,3	86,8	58	106	136	191,4	152	128	102	78,4	124	108,4	427	12	12
Van.	1482	381	263	148	143	128	46	-	30,6	45,4	17,3	90,1	119	174,4	135	138,3	145	121	170	151	461	13,3	13,3
Car.	1508	407	288	174	168	153	71,3	30,6	-	18,2	13,3	75,1	104	159,4	119	128	163	149	195	179	487	4,9	4,9
Quib.	1524	423	304	190	180	169	86,8	45,4	18,2	-	29	86,8	117	171	131	136	179	165	210,8	195	503	10,8	10,8
Aur.	1495	394	275	161	155,9	140	58	17,3	13,3	29	-	74	104	159	119	121	157	136	182	166	474	4	4
Pon.	1554	453	339	220	218	207	106	90,1	75,1	86,8	74	-	35,1	88,9	50,3	59,6	168	178	230	208	533	15,2	15,2
Quim.	1584	483	369	250	248	237	136	119	104	117	104	35,1	-	55,4	17,2	30,5	171	182	236	212	563	13,3	13,3
Poi.	1630	529	415	298	303,4	292,4	191,4	174,4	159,4	171	159	88,9	55,4	-	45,1	71	224	236	290	250,1	609	10,3	10,3
Loc.	1586,3	485,3	370	254,3	264	251	152	135	119	131	119	50,3	17,2	45,1	-	27,3	179	191	247	205	565,3	10,1	10,1
Ple.	1559	458	344	227	240	226	128	138,3	128	136	121	59,6	30,5	71	27,3	-	153	165	221	195	538	3,2	3,2
Cap.	1443	335	244,2	125,5	142,2	133,4	102	145	163	179	157	168	171	224	179	153	-	42,2	90	44,9	413	2,7	2,7
Din.	1417,3	311,6	202	83,3	100	91,2	78,4	121	149	165	136	178	182	236	191	165	42,2	-	58,6	30	396,3	12,2	12,2
Mon.	1364	253	176	71,7	93,9	94,6	124	170	195	210,8	182	230	236	290	247	221	90	58,6	-	85	339	13,1	13,1
Sai.	1409	298	210	93,2	115,8	107	108,4	151	179	195	166	208	212	250,1	205	195	44,9	30	85	-	389,6	14,9	14,9
Pař.	1030	91,6	209	313	327	339	427	461	487	503	474	533	563	609	565,3	538	413	396,3	339	389,6	-	117,4	-
Dif.	81	36,4	9	9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9	117,4	-	-
	118	-	9	9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9	104	-	-

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 4: Výsledná trasa získaná metodou VAM v délce 3593,6 km

	Pra.	Char.	Le M.	Vit.	La Gu.	La Ro.	Jos.	Van.	Car.	Quib.	Aur.	Pon.	Quim.	Poi.	Loc.	Ple.	Cap.	Din.	Mon.	Sai.	Pař.	Dif.	
Pra.	-	1111	1229	1334	1348	1360	1448	1482	1508	1524	1495	1554	1584	1630	1586,3	1559	1443	1417,3	1364	1409	1030	81	199
Char.	1111	-	128	233	247	259	347	381	407	423	394	453	483	529	485,3	458	335	311,6	253	298	91,6	36,4	105
Le M.	1229	128	-	119	131	135	233	263	288	304	275	339	369	415	370	344	244,2	202	176	210	209	9	12
Vit.	1334	233	119	-	22,6	31,8	114	148	174	190	161	220	250	298	254,3	227	125,5	83,3	71,7	93,2	313	9,2	9,2
La Gu.	1348	247	131	22,6	-	15,9	112	143	168	180	155,9	218	248	303,4	264	240	142,2	100	93,9	115,8	327	6,7	6,7
La Ro.	1360	259	135	31,8	15,9	-	101	128	153	169	140	207	237	292,4	251	226	133,4	91,2	94,6	107	339	15,9	15,9
Jos.	1448	347	233	114	112	101	-	46	71,3	86,8	58	106	136	191,4	152	128	102	78,4	124	108,4	427	12	12
Van.	1482	381	263	148	143	128	46	-	30,6	45,4	17,3	90,1	119	174,4	135	138,3	145	121	170	151	461	13,3	13,3
Car.	1508	407	288	174	168	153	71,3	30,6	-	18,2	13,3	75,1	104	159,4	119	128	163	149	195	179	487	4,9	4,9
Quib.	1524	423	304	190	180	169	86,8	45,4	18,2	-	29	86,8	117	171	131	136	179	165	210,8	195	503	10,8	10,8
Aur.	1495	394	275	161	155,9	140	58	17,3	13,3	29	-	74	104	159	119	121	157	136	182	166	474	4	4
Pon.	1554	453	339	220	218	207	106	90,1	75,1	86,8	74	-	35,1	88,9	50,3	59,6	168	178	230	208	533	15,2	15,2
Quim.	1584	483	369	250	248	237	136	119	104	117	104	117	104	159,4	17,2	30,5	171	182	236	212	563	13,3	13,3
Poi.	1630	529	415	298	303,4	292,4	191,4	174,4	159,4	171	159	88,9	55,4	-	45,1	71	224	236	290	250,1	609	10,3	10,3
Loc.	1586,3	485,3	370	254,3	264	251	152	135	119	131	119	50,3	17,2	45,1	-	27,3	179	191	247	205	565,3	10,1	10,1
Ple.	1559	458	344	227	240	226	128	138,3	128	136	121	59,6	30,5	71	27,3	-	153	165	221	195	538	3,2	3,2
Cap.	1443	335	244,2	125,5	142,2	133,4	102	145	163	179	157	168	171	224	179	153	-	42,2	90	44,9	413	2,7	2,7
Din.	1417,3	311,6	202	83,3	100	91,2	78,4	121	149	165	136	178	182	236	191	165	42,2	-	58,6	30	396,3	12,2	12,2
Mon.	1364	253	176	71,7	93,9	94,6	124	170	195	210,8	182	230	236	290	247	221	90	58,6	-	85	339	13,1	13,1
Sai.	1409	298	210	93,2	115,8	107	108,4	151	179	195	166	208	212	250,1	205	195	44,9	30	85	-	389,6	14,9	14,9
Pař.	1030	91,6	209	313	327	339	427	461	487	503	474	533	563	609	565,3	538	413	396,3	339	389,6	-	117,4	-
Dif.	81	36,4	9	9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9	117,4	-	-
	118		9	9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9	104	-	-
	105		9	9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9	-	-	-
			12	9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9	-	-	-
			12	49,1			59,4	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9	-	-
			57				3,4	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9	-	-
							3,4	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	26,4	14,9	-	-
							9,8	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2		14,9	-	-
							6	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7		14,9	-	-	-
							27	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2				78,4	-	-
							27	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2					-	-
							12		13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2					-	-
							12		13,3	4,9	10,8	4		13,3	25,9	17,8	32,3					-	-
							12		13,3	4,9	10,8	4		24,9	17,9	5,2						-	-
							12		13,3	4,9	10,8	4			70,1	73,9						-	-
							12		13,3	4,9	10,8	4				0,4						-	-
							25		12,4	27,2	15,7					11,6						-	-
							41		40,7		29					3,4						-	-
							79		3,8							17						-	-
							128									191,4						-	-
							128															-	-

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 5: Výsledky získané metodou VAM

Číslo	Délka v km	Trasa
1	3593,6	Pra. - Pař. - Char. - Mon. - Din. - Sai. - Cap. - Jos. - Poi. - Loc. - Ple. - Quim. - Pon. - Car. - Quib. - Aur. - Van. - La Ro. - La Gu. - Vit. - LeM. - Pra.
2	3603,6	Pra. - Pař. - Char. - Le M. - Vit. - La Gu. - La Ro. - Van. - Aur. - Quib. - Car. - Pon. - Quim. - Ple. - Loc. - Poi. - Jos. - Cap. - Sai. - Din. - Mon. - Pra.
3	3618,9	Pra. - Pař. - Char. - Mon. - Din. - Sai. - Cap. - Jos. - Poi. - Loc. - Ple. - Quim. - Pon. - Quib. - Car. - Van. - Aur. - La Ro. - La Gu. - Vit. - Le M. -Pra
4	3628,9	Pra. - Pař. - Char. - Le M. - Vit. - La Gu. - La Ro. - Aur. - Van. - Car. - Quib. - Pon. - Quim. - Ple. - Loc. - Poi. - Jos. - Cap. - Sai. - Din. - Mon. - Pra.
5	3632,5	Pra. - Pař. - Char. - Mon. - Din. - Sai. - Cap. - Jos. - Pon. - Quim. - Ple. - Loc. - Poi. - Van. - Aur. - Quib. - Car. - La Ro. - La Gu. - Vit. - Le M. - Pra.
6	3634,7	Pra. - Pař. - Char. - Mon. - Din. - Sai. - Cap. - Jos. - Pon. - Quim. - Ple. - Loc. - Poi. - Aur. - Van. - Car. - Quib. - La Ro. - La Gu. - Vit. - Le M. -Pra.
7	3642,5	Pra. - Pař. - Char. - Le M. - Vit. - La Gu. - La Ro. - Car. - Quib. - Aur. - Van. - Poi. - Loc. - Ple. - Quim. - Pon. - Jos. - Cap. - Sai. - Din. - Mon. - Pra.
8	3644,7	Pra. - Pař. - Char. - Le M. - Vit. - La Gu. - La Ro. - Quib. - Car. - Van. - Aur. - Poi. - Loc. - Ple. - Quim. - Pon. -Jos. - Cap. - Sai. - Din. - Mon. -Pra.
9	3648,2	Pra. - Pař. - Char. - Mon. - Din. - Cap. - Sai. - Jos. - Poi. - Loc. - Ple. - Quim. - Pon. - Car. - Quib. - Aur. - Van. - Vit. - LaGu. - La Ro. - Le M. -Pra.
10	3652,8	Pra. - Pař. - Char. - Mon. - Din. - Cap. - Sai. - Jos. - Van. - Aur. - Quib. - Car. - Pon. - Quim. - Ple. - Loc. - Poi. - Vit. - La Gu. - La Ro. - Le M. -Pra.
11	3658,2	Pra. - Pař. - Char. - Le M. - La Ro. - La Gu. - Vit. - Van. - Aur. - Quib. - Car. - Pon. - Quim. - Ple. - Loc. - Poi. - Jos. - Sai. - Cap. - Din. - Mon. - Pra.
12	3659,1	Pra. - Pař. - Char. - Mon. - Din. - Cap. - Sai. - Jos. - Van. - Aur. - Quib. - Car. - Poi. - Loc. - Ple. - Quim. - Pon. - Vit. - La Gu. - La Ro. - Le M. - Pra.
13	3662,8	Pra. - Pař. - Char. - Le M. - La Ro. - La Gu. - Vit. - Poi. - Loc. - Ple. - Quim. - Pon. - Car. - Quib. - Aur. - Van. - Jos. - Sai. - Cap. - Din. - Mon. -Pra.
14	3669,1	Pra. - Pař. - Char. - Le M. - La Ro. - La Gu. - Vit. - Pon. - Quim. - Ple. - Loc. - Poi. - Car. - Quib. - Aur. - Van. - Jos. - Sai. - Cap. - Din. - Mon. - Pra.
15	3690,3	Pra. - Pař. - Char. - Mon. - Din. - Cap. - Sai. - Jos. - Pon. - Quim. - Ple. - Loc. - Poi. - Aur. - Van. - Car. - Quib. - Vit. - La Gu. - La Ro. - Le M. - Pra.
16	3700,3	Pra. - Pař. - Char. - Le M. - La Ro. - La Gu. - Vit. - Quib. - Car. - Van. - Aur. - Poi. - Loc. - Ple. - Quim. - Pon. - Jos. - Sai. - Cap. - Din. - Mon. - Pra.

Zdroj: Vlastní zpracování

V předešlé Tabulce 5 můžeme vidět přehled všech získaných tras. Celkem vzniklo 16 různých cyklů, z kterých jsou 2 výhodnější oproti trase CK. Zároveň pro každou z výše uvedených tras existuje její opačná verze, tzn. trasa vedená v opačném směru, kterou je možné získat volbou druhé diference a následným zařazením nejnižší sazby v jí odpovídající řadě v případě, kdy došlo k výskytu dvou stejně vysokých nejvyšších diferencí, viz Tabulka 2.

4.2.2 Řešení okružní trasy pomocí metody Nejbližšího souseda

Začínáme zvolením, výchozího místa, kterým je v tomto případě (Tabulka 6) místo Mont Saint Michel. Pokračujeme vyhledáním nejnižší sazby v odpovídajícím řádku, kterou je sazba 58,6 vedoucí z Mont Saint Michel do Dinan a je tak zařazena do tvořeného okruhu. Pro přehlednost je označeno spojení Mont Saint Michel – Dinan číslem 1, jak můžeme vidět v tabulce, a všechna ostatní spojení do Dinan jsou vyškrtnuta v tabulce v podobě tmavého zbarvení. Označen je také sloupec Mon., který by představoval návrat do výchozího místa, proto bude zpřístupněn až v kroku závěrečném.

Tabulka 6: 1. Krok MNS

	Pra.	Char.	Le M.	Vit.	La Gu.	La Ro.	Jos.	Van.	Car.	Quib.	Aur.	Pon.	Quim.	Poi.	Loc.	Ple.	Cap.	Din.	Mon.	Sai.	Pař.
Pra.	-	1111	1229	1334	1348	1360	1448	1482	1508	1524	1495	1554	1584	1630	1586,3	1559	1443	1417,3	1364	1409	1030
Char.	1111	-	128	233	247	259	347	381	407	423	394	453	483	529	485,3	458	335	311,6	253	298	91,6
Le M.	1229	128	-	119	131	135	233	263	288	304	275	339	369	415	370	344	244,2	202	176	210	209
Vit.	1334	233	119	-	22,6	31,8	114	148	174	190	161	220	250	298	254,3	227	125,5	83,3	71,7	93,2	313
La Gu.	1348	247	131	22,6	-	15,9	112	143	168	180	155,9	218	248	303,4	264	240	142,2	100	93,9	115,8	327
La Ro.	1360	259	135	31,8	15,9	-	101	128	153	169	140	207	237	292,4	251	226	133,4	91,2	94,6	107	339
Jos.	1448	347	233	114	112	101	-	46	71,3	86,8	58	106	136	191,4	152	128	102	78,4	124	108,4	427
Van.	1482	381	263	148	143	128	46	-	30,6	45,4	17,3	90,1	119	174,4	135	138,3	145	121	170	151	461
Car.	1508	407	288	174	168	153	71,3	30,6	-	18,2	13,3	75,1	104	159,4	119	128	163	149	195	179	487
Quib.	1524	423	304	190	180	169	86,8	45,4	18,2	-	29	86,8	117	171	131	136	179	165	210,8	195	503
Aur.	1495	394	275	161	155,9	140	58	17,3	13,3	29	-	74	104	159	119	121	157	136	182	166	474
Pon.	1554	453	339	220	218	207	106	90,1	75,1	86,8	74	-	35,1	88,9	50,3	59,6	168	178	230	208	533
Quim.	1584	483	369	250	248	237	136	119	104	117	104	35,1	-	55,4	17,2	30,5	171	182	236	212	563
Poi.	1630	529	415	298	303,4	292,4	191,4	174,4	159,4	171	159	88,9	55,4	-	45,1	71	224	236	290	250,1	609
Loc.	1586,3	485,3	370	254,3	264	251	152	135	119	131	119	50,3	17,2	45,1	-	27,3	179	191	247	205	565,3
Ple.	1559	458	344	227	240	226	128	138,3	128	136	121	59,6	30,5	71	27,3	-	153	165	221	195	538
Cap.	1443	335	244,2	125,5	142,2	133,4	102	145	163	179	157	168	171	224	179	153	-	42,2	90	44,9	413
Din.	1417,3	311,6	202	83,3	100	91,2	78,4	121	149	165	136	178	182	236	191	165	42,2	-	58,6	30	396,3
1 Mon.	1364	253	176	71,7	93,9	94,6	124	170	195	210,8	182	230	236	290	247	221	90	58,6	-	85	339
Sai.	1409	298	210	93,2	115,8	107	108,4	151	179	195	166	208	212	250,1	205	195	44,9	30	85	-	389,6
Pař.	1030	91,6	209	313	327	339	427	461	487	503	474	533	563	609	565,3	538	413	396,3	339	389,6	-

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 9: Výsledky získané metodou nejbližšího souseda

Č.	Délka	Trasa
1	3631,2	Mon. - Din. - Sai. - Cap. - Jos. - Van. - Aur. - Car. - Quib. - Pon. - Quim. - Loc. - Ple. - Poi. - La Ro. - La Gu. - Vit. - Le M. - Char. - Pař. - Pra. - Mon.
2	3656,2	Jos. - Van. - Aur. - Car. - Quib. - Pon. - Quim. - Loc. - Ple. - Poi. - Cap. - Din. - Sai. - Mon. - Vit. - La Gu. - La Ro. - Le M. - Char. - Pař. - Pra. - Jos.
3	3697,7	Van. - Aur. - Car. - Quib. - Pon. - Quim. - Loc. - Ple. - Poi. - Jos. - Din. - Sai. - Cap. - Mon. - Vit. - La Gu. - La Ro. - Le M. - Char. - Pař. - Pra. - Van.
4	3699,7	La Gu. - La Ro. - Vit. - Mon. - Din. - Sai. - Cap. - Jos. - Van. - Aur. - Car. - Quib. - Pon. - Quim. - Loc. - Ple. - Poi. - Le M. - Char. - Pař. - Pra. - La Gu.
5	3702,5	La Ro. - La Gu. - Vit. - Mon. - Din. - Sai. - Cap. - Jos. - Van. - Aur. - Car. - Quib. - Pon. - Quim. - Loc. - Ple. - Poi. - Le M. - Char. - Pař. - Pra. - La Ro.
6	3717,4	Poi. - Loc. - Quim. - Ple. - Pon. - Aur. - Car. - Quib. - Van. - Jos. - Din. - Sai. - Cap. - Mon. - Vit. - La Gu. - La Ro. - Le M. - Char. - Pař. - Pra. - Poi.
7	3724,6	Pon. - Quim. - Loc. - Ple. - Poi. - Aur. - Car. - Quib. - Van. - Jos. - Din. - Sai. - Cap. - Mon. - Vit. - La Gu. - La Ro. - Le M. - Char. - Pař. - Pra. - Pon.
8	3749,4	Pra. - Pař. - Char. - Le M. - Vit. - La Gu. - La Ro. - Din. - Sai. - Cap. - Mon. - Jos. - Van. - Aur. - Car. - Quib. - Pon. - Quim. - Loc. - Ple. - Poi. - Pra.
9	3749,4	Le M. - Vit. - La Gu. - La Ro. - Din. - Sai. - Cap. - Mon. - Jos. - Van. - Aur. - Car. - Quib. - Pon. - Quim. - Loc. - Ple. - Poi. - Char. - Pař. - Pra. - Le M.
10	3749,4	Vit. - La Gu. - La Ro. - Din. - Sai. - Cap. - Mon. - Jos. - Van. - Aur. - Car. - Quib. - Pon. - Quim. - Loc. - Ple. - Poi. - Le M. - Char. - Pař. - Pra. - Vit.
11	3749,4	Pař. - Char. - Le M. - Vit. - La Gu. - La Ro. - Din. - Sai. - Cap. - Mon. - Jos. - Van. - Aur. - Car. - Quib. - Pon. - Quim. - Loc. - Ple. - Poi. - Pra. - Pař.
12	3750,9	Car. - Aur. - Van. - Quib. - Pon. - Quim. - Loc. - Ple. - Poi. - Jos. - Din. - Sai. - Cap. - Mon. - Vit. - La Gu. - La Ro. - Le M. - Char. - Pař. - Pra. - Car.
13	3779,2	Sai. - Din. - Cap. - Mon. - Vit. - La Gu. - La Ro. - Jos. - Van. - Aur. - Car. - Quib. - Pon. - Quim. - Loc. - Ple. - Poi. - Le M. - Char. - Pař. - Pra. - Sai.
14	3790,2	Din. - Sai. - Cap. - Mon. - Vit. - La Gu. - La Ro. - Jos. - Van. - Aur. - Car. - Quib. - Pon. - Quim. - Loc. - Ple. - Poi. - Le M. - Char. - Pař. - Pra. - Din.
15	3808,2	Cap. - Din. - Sai. - Mon. - Vit. - La Gu. - La Ro. - Jos. - Van. - Aur. - Car. - Quib. - Pon. - Quim. - Loc. - Ple. - Poi. - Le M. - Char. - Pař. - Pra. - Cap.
16	3911,4	Char. - Pař. - Le M. - Vit. - La Gu. - La Ro. - Din. - Sai. - Cap. - Mon. - Jos. - Van. - Aur. - Car. - Quib. - Pon. - Quim. - Loc. - Ple. - Poi. - Pra. - Char.
17	4639,3	Van. - Aur. - Car. - Quib. - Jos. - Din. - Sai. - Cap. - Mon. - Vit. - La Gu. - La Ro. - Le M. - Char. - Pař. - Pon. - Quim. - Loc. - Ple. - Poi. - Pra. - Van.
18	4639,6	Aur. - Car. - Quib. - Van. - Jos. - Din. - Sai. - Cap. - Mon. - Vit. - La Gu. - La Ro. - Le M. - Char. - Pař. - Pon. - Quim. - Loc. - Ple. - Poi. - Pra. - Aur.
19	4640,5	Quib. - Car. - Aur. - Van. - Jos. - Din. - Sai. - Cap. - Mon. - Vit. - La Gu. - La Ro. - Le M. - Char. - Pař. - Pon. - Quim. - Loc. - Ple. - Poi. - Pra. - Quib.
20	4692,5	Car. - Aur. - Van. - Quib. - Jos. - Din. - Sai. - Cap. - Mon. - Vit. - La Gu. - La Ro. - Le M. - Char. - Pař. - Pon. - Quim. - Loc. - Ple. - Poi. - Pra. - Car.
21	4782,6	Ple. - Loc. - Quim. - Pon. - Aur. - Car. - Quib. - Van. - Jos. - Din. - Sai. - Cap. - Mon. - Vit. - La Gu. - La Ro. - Le M. - Char. - Pař. - Poi. - Pra. - Ple.
22	4832,1	Quim. - Loc. - Ple. - Pon. - Aur. - Car. - Quib. - Van. - Jos. - Din. - Sai. - Cap. - Mon. - Vit. - La Gu. - La Ro. - Le M. - Char. - Pař. - Poi. - Pra. - Quim.
23	4837,6	Loc. - Quim. - Ple. - Pon. - Aur. - Car. - Quib. - Van. - Jos. - Din. - Sai. - Cap. - Mon. - Vit. - La Gu. - La Ro. - Le M. - Char. - Pař. - Poi. - Pra. - Loc.

Zdroj: Vlastní zpracování

4.2.3 Řešení okružní trasy pomocí metody výhodnostních čísel v programu TSPKOSA

Už v teoretické části této práce byly zmíněny softwarové produkty nápomocné k řešení okružních problémů. Ukážeme si tedy, jaké výsledky můžeme získat pomocí použití programu TSPKOSA, který slouží právě k řešení ODP a jehož zkratka TSP je s největší pravděpodobností odvozena z anglického „traveling sales manproblem“ výrazu v českém jazyce známém jako „problém obchodního cestujícího“.

Mezi nabízenými aproximačními metodami je Vogelova aproximační metoda, metoda nejbližšího souseda a námi zvolená metoda pro řešení v tomto programu metoda výhodnostních čísel. Za použití programu byla zjištěna trasa, jejíž nejlepší výsledek můžeme vidět v následující tabulce a to v podobě zobrazení sazeb zařazených do trasy.

Tabulka 10: Hodnoty v km mezi jednotlivými navštívenými místy

	Pra.	Char.	Le M.	Vit.	La Gu.	La Ro.	Jos.	Van.	Car.	Quib.	Aur.	Pon.	Quim.	Poi.	Loc.	Ple.	Cap.	Din.	Mon.	Sai.	Pař.
Pra.	-	1111	1229	1334	1348	1360	1448	1482	1508	1524	1495	1554	1584	1630	1586,3	1559	1443	1417,3	1364	1409	1030
Char.	1111	-	128	233	247	259	347	381	407	423	394	453	483	529	485,3	458	335	311,6	253	298	91,6
Le M.	1229	128	-	119	131	135	233	263	288	304	275	339	369	415	370	344	244,2	202	176	210	209
Vit.	1334	233	119	-	22,6	31,8	114	148	174	190	161	220	250	298	254,3	227	125,5	83,3	71,7	93,2	313
La Gu.	1348	247	131	22,6	-	15,9	112	143	168	180	155,9	218	248	303,4	264	240	142,2	100	93,9	115,8	327
La Ro.	1360	259	135	31,8	15,9	-	101	128	153	169	140	207	237	292,4	251	226	133,4	91,2	94,6	107	339
Jos.	1448	347	233	114	112	101	-	46	71,3	86,8	58	106	136	191,4	152	128	102	78,4	124	108,4	427
Van.	1482	381	263	148	143	128	46	-	30,6	45,4	17,3	90,1	119	174,4	135	138,3	145	121	170	151	461
Car.	1508	407	288	174	168	153	71,3	30,6	-	18,2	13,3	75,1	104	159,4	119	128	163	149	195	179	487
Quib.	1524	423	304	190	180	169	86,8	45,4	18,2	-	29	86,8	117	171	131	136	179	165	210,8	195	503
Aur.	1495	394	275	161	155,9	140	58	17,3	13,3	29	-	74	104	159	119	121	157	136	182	166	474
Pon.	1554	453	339	220	218	207	106	90,1	75,1	86,8	74	-	35,1	88,9	50,3	59,6	168	178	230	208	533
Quim.	1584	483	369	250	248	237	136	119	104	117	104	35,1	-	55,4	17,2	30,5	171	182	236	212	563
Poi.	1630	529	415	298	303,4	292,4	191,4	174,4	159,4	171	159	88,9	55,4	-	45,1	71	224	236	290	250,1	609
Loc.	1586,3	485,3	370	254,3	264	251	152	135	119	131	119	50,3	17,2	45,1	-	27,3	179	191	247	205	565,3
Ple.	1559	458	344	227	240	226	128	138,3	128	136	121	59,6	30,5	71	27,3	-	153	165	221	195	538
Cap.	1443	335	244,2	125,5	142,2	133,4	102	145	163	179	157	168	171	224	179	153	-	42,2	90	44,9	413
Din.	1417,3	311,6	202	83,3	100	91,2	78,4	121	149	165	136	178	182	236	191	165	42,2	-	58,6	30	396,3
Mon.	1364	253	176	71,7	93,9	94,6	124	170	195	210,8	182	230	236	290	247	221	90	58,6	-	85	339
Sai.	1409	298	210	93,2	115,8	107	108,4	151	179	195	166	208	212	250,1	205	195	44,9	30	85	-	389,6
Pař.	1030	91,6	209	313	327	339	427	461	487	503	474	533	563	609	565,3	538	413	396,3	339	389,6	-

Zdroj: Vlastní zpracování

Z důvodu velkého množství nalezených tras touto metodou, kterých je něco přes 300 variant, uvedeme pouze výslednou délku nejlepší trasy získané touto metodou, ta měří **3492,5 km** a je tak nejlepším získaným výsledkem.

Trasa je vedena v pořadí:

LeMans - Paříž - Praha - Chartres - Mont Saint Michel - Dinan - Saint Malo - Cap Fréhel - Pleyben - Locronan - Pointe du Raz - Quimper - Pont Aven - Quiberon - Carnac - Auray - Vannes - Josselin - La Roche aux Fées - La Guerche de Bretagne - Vitré - LeMans.

Vzdálenosti spojů jsou: $209 + 1030 + 1111 + 253 + 58,6 + 30 + 44,9 + 153 + 27,3 + 45,1 + 55,4 + 35,1 + 86,8 + 18,2 + 13,3 + 17,3 + 46 + 101 + 15,9 + 22,6 + 119 = 3492,5$ km.

S úpravou na výchozí místo Prahu, z kterého cestovní kancelář Geops vyjíždí, bude trasa vedena v následujícím pořadí:

Praha - Chartres - Mont Saint Michel - Dinan - Saint Malo - Cap Fréhel - Pleyben - Locronan - Pointe du Raz - Quimper - Pont Aven - Quiberon - Carnac - Auray - Vannes - Josselin - La Roche aux Fées - La Guerche de Bretagne - Vitré - LeMans - Paříž - Praha.

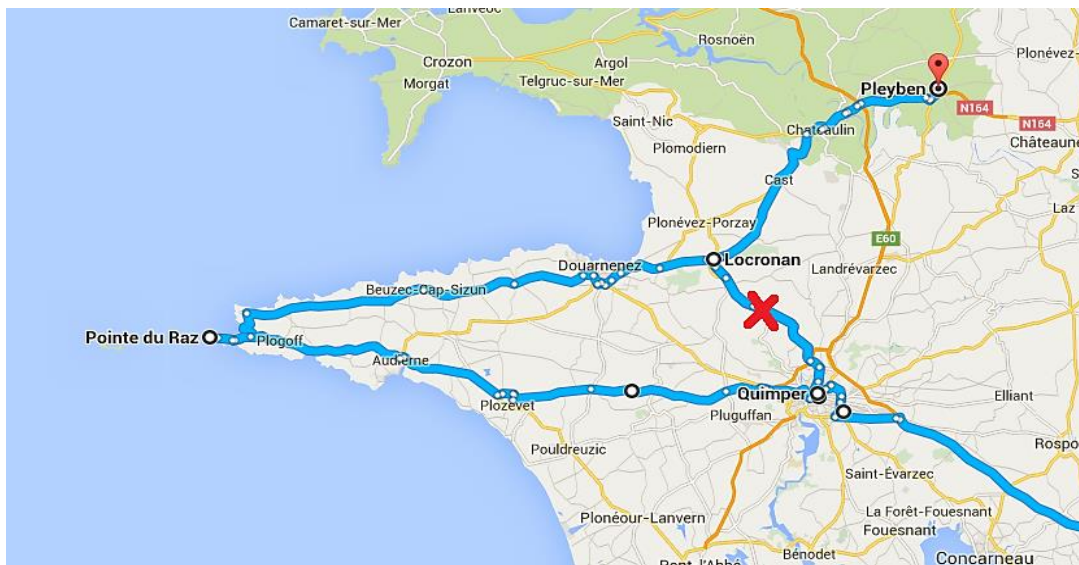
Délka trasy je: $1111 + 253 + 58,6 + 30 + 44,9 + 153 + 27,3 + 45,1 + 55,4 + 35,1 + 86,8 + 18,2 + 13,3 + 17,3 + 46 + 101 + 15,9 + 22,6 + 119 + 209 + 1030 = 3492,5$ km.

5. Zhodnocení výsledů

Okružní dopravní problém byl v této práci řešen pomocí takzvaných NP-úplných úloh, pomocí kterých nelze očekávat absolutně optimální řešení, a tak jsme se těmito metodami k optimálnímu řešení pouze přiblížili. Výsledky získané metodou nejbližšího souseda byly méně výhodné, než jakých dosahuje cestovní kancelář. Což také potvrzuje fakt, že jde pouze o metody, které se optimálnímu řešení přibližují, a tak jsme touto metodou nepředčili trasu CK. Nejvýhodnější trasa získaná MNS byla v celkové délce **3631,2 km** a jejím výchozím místem bylo Mont Saint Michel. Trasu CK překročila o 14,6 km. Zařazována byla následná spojení Mont Saint Michel - Dinan - Saint Malo - Cap Fréhel - Josselin - Vannes - Auray - Carnac - Quiberon - Pont Aven - Quimper - Locronan - Pleyben - Pointe du Raz - La Roche aux Fées - La Guerche de Bretagne - Vitré - Le Mans - Chartres - Paříž - Praha - Mont Saint Michel, která v kilometrech představovala následující hodnoty: $58,6 + 30 + 44,9 + 102 + 46 + 17,3 + 13,3 + 18,2 + 86,8 + 35,1 + 17,2 + 27,3 + 71 + 292,4 + 15,9 + 22,6 + 119 + 128 + 91,6 + 1030 + 1364$.

Dle názoru autorky k tomuto, ne příliš pozitivnímu výsledku došlo z důvodu použití sekvenční metody. Což znamená, že touto metodou, metodou nejbližšího souseda zařazujeme do konstrukce místo, které je nejbližší místu ze kterého vycházíme. Po rozboru tras můžeme dojít k tomu, že tato skutečnost mohla zapříčinit ne příliš dobré výsledky. Na následujícím obrázku č. 1 můžeme vidět zmíněný problém, kdy do trasy doposud vedené Pont Aven – Quimper by bylo vhodné zařadit Pointe du Raz a dále trasu vést Locronan – Pleyben. Jelikož je však Locronan v kratší vzdálenosti od Quimperu, je zařazen do trasy a k místu Pointe du Raz, se musíme vracet až z místa Pleyben.

Obrázek 1: Ukázka vhodné posloupnosti v trase



**Zdroj: Google Maps
Vlastní zpracování**

V případě Vogelovy aproximační metody jsme získali dva výsledky, které předčily stávající trasu CK. Nejlepšího možného výsledku jsme dosáhli na následující trase: Praha - Paříž - Chartres - Mont St Michel - Dinan - Saint Malo - Cap Fréhel - Josselin - Pointe du Raz - Locronan - Pleyben - Quimper - Pont Aven - Carnac - Quiberon - Auray - Vannes - La Roche aux Feés - La Guerche de Bretagne - Vitré - Lemans - Praha. Trasa dosahuje délky **3593,6 km**. Můžeme tedy sledovat zlepšení oproti metodě nejbližšího souseda. Aplikací této metody získáváme trasu, kterou by v případě použití cestovní kancelář uspořila 23 km. Nejedná se však o převratný rozdíl v úspoře a tak by záviselo na rozhodnutí cestovní kanceláře, zda měnit trasu kvůli tomuto rozdílu, kterým by došlo k úspoře 0,6% v najetých km.

Poslední metodou, kterou byly získány výsledky a to z programu TSPKOSA, byla metoda výhodnostních čísel, u které můžeme sledovat podstatné zlepšení a lze tak uvažovat o zařazení nejlepšího ze získaných cyklů. Trasa je vedena následovně:

Praha - Chartres - Mont Saint Michel - Dinan - Saint Malo - Cap Fréhel - Pleyben - Locronan - Pointe du Raz - Quimper - Pont Aven - Quiberon - Carnac - Auray - Vannes - Josselin - La Roche aux Féés - La Guerche de Bretagne - Vitré - LeMans - Paříž - Praha.

Trasa je dlouhá **3492,5 km** a při jejím použití se najede v porovnání s okruhem CK o 124,1 km méně. Z velké části jsou využívány zejména rychlostní dálnice, což je cestovní kanceláří upřednostňováno, a tak trasa nabývá díky tomuto faktu na významu. Díky

zařazení těchto tras jsou šetřeny autobusy a dochází také k menší spotřebě pohonných hmot. Opodstatněnost požadavku CK je všeobecně známa a tak byl tento požadavek v průběhu tvorby matice sazeb z velké části dodržován. Navržené trasy byly předloženy CK, avšak okruhem který by byl dále uvažován je okruh v délce 3492,5 km.

V následné tabulce porovnáme nejlepší výsledek každé z metod s trasou CK.

Tabulka 11: Souhrnné výsledky

Zvolená metoda	Délka trasy v km	Úspora/Navýšení oproti trase CK	Rozdíl v km	Rozdíl v %
MNS	3631,2	Navýšení	14,6	0,4
VAM	3593,6	Úspora	23	0,6
MVČ	3492,5	Úspora	124,1	3,4

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 12: Přehled zařazení míst

Typ trasy	Délka v km	Spojení
CK	3616,6	Pra. - Char. - Le M. - Vit. - La Gu. - La Ro. - Jos. - Van. - Car. - Quib - Aur. - Pon. - Quim. - Poi. - Loc. - Ple. - Cap. - Din. - Mon. - Sai. - Pař. - Pra.
MNS	3631,2	Pra. - Mon. - Din. - Sai. - Cap. - Jos. - Van. - Aur. - Car. - Quib. - Pon. - Quim. - Loc. - Ple. - Poi. - La Ro.- LaGu. - Vit. - Le M. - Char. - Pař. Pra.
VAM	3593,6	Pra. - Pař. - Char. - Mon. - Din. - Sai. - Cap. - Jos. -Poi. - Loc. - Ple. - Quim. - Pon. - Car. - Quib. - Aur. - Van. - La Ro. - LeGu. - Vit. - Le M. - Pra.
MVČ	3492,5	Pra. - Char. - Mon. - Din. - Sai. - Cap. - Ple. - Loc. - Poi. - Quim. - Pon. - Quib. - Car. - Aur. - Van. - Jos. - La Ro. - La Gu. - Vit. - Le M. - Pař. - Pra.

Zdroj: Vlastní zpracování

6. Závěr

Stanoveným cílem práce bylo za pomoci aplikace aproximačních metod získat ekonomicky výhodnější trasu pro vybraný katalogový zájezd cestovní kanceláře Geops, která se již řadu let pohybuje na trhu v oblasti poskytování služeb cestovního ruchu. Vzhledem k vysoké konkurenci v této sféře je nutné zaměřeni na ekonomickou stránku zájezdu. Stanoveny byly následující požadované výsledky, a to „optimalizací“ trasy dosáhnout úspory pohonných hmot.

Nabízejí se dvě možnosti dosažení snížení nákladů na PHM. A to přeměna stávající trasy v podobě zařazení jiného turisticky zajímavého místa s vhodnějším umístěním na pozici místa v současné době zařazovaného do daného zájezdu. Následnou aplikací metod na takto upravený zájezd bychom však výpočty dosáhli trasy, která by nebyla srovnatelná s katalogovým zájezdem a tato komparace by nebyla opodstatněná. Nutné by bylo přihlídnout k preferencím zákazníků, zda by nově zvolené místo bylo zajímavou alternativou.

Druhou nabízející se možností, která byla v této práci řešena, je přeměna posloupnosti spojů dané trasy za pomoci aproximačních metod. Ze získaných výsledků, kdy Vogelovou aproximační metodou a metodou výhodnostních čísel byly získány ekonomicky výhodnější trasy, můžeme vyvodit, že hlavního cíle bylo dosaženo. Nejlepších výsledků bylo docíleno metodou výhodnostních čísel, která přinesla procentní úsporu v najetých kilometrech ve výši 3,4%. Výsledné trasy byly předloženy cestovní kanceláři, dá se však předpokládat, že trasa získaná VAM nebude zařazena z důvodu výsledků, který nepřináší značný rozdíl, tedy úsporu.

Získání výhodnějších uspořádání trasy jak Vogelovou aproximační metodou, tak metodou výhodnostních čísel potvrdilo účinek těchto metod v dané problematice. Jelikož jsme jak VAM, tak druhou zmíněnou metodou došly lepších výsledků, byl splněn dílčí cíl této práce.

Návrhem na další vývoj, by mohlo být již uvedené zařazení jiného místa v trase. Předcházet by však měl prvotní marketingový výzkum, kterým by byly zjištěny preference turistů. Navrženo by tak mohlo být například turisticky zajímavé místo Locmariaquer na místo Quiberonu, které disponuje výhodnějším umístěním.

7. Seznam použitých zdrojů

Literární zdroje:

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

GROS, Ivan. *Kvantitativní metody v manažerském rozhodování*. 1. vyd. Praha: Grada, 2003. 432 s. Expert. ISBN 80-247-0421-8.

KREJČÍ, Igor, KUČERA, Petr, VOŠTRÁ VYDROVÁ, Hana. TSPKOSA - a Module Supporting Teaching the Traveling Salesman Problem. In *International Scientific Days 2010 (26.05.2010), Nitra*. Nitra: Slovak University of Agriculture in Nitra, 2010. s. 2016-2023.

KUČERA, Petr. *Metodologie řešení okružního dopravního problému*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2009. 122 s. Disertační práce. Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, Katedra systémového inženýrství.

PELIKÁN, Jan. *Praktikum z operačního výzkumu: Určeno pro studenty všech fakult [VŠE]*. 1. vyd. Praha: Vysoká škola ekonomická, 1993. 86 s. ISBN 80-7079-135-7.

PERNICA, Petr. *Logistika: vymezení a teoretické základy: určeno pro stud. Podnikohospodářské fak. VŠE Praha*. 1. vyd. Praha: Vysoká škola ekonomická, 1994. 210 s. ISBN 80-7079-820-3.

SIXTA, Josef a MAČÁT, Václav. *Logistika: teorie a praxe*. Vyd. 1. Brno: CP Books, 2005. 315 s. Praxe manažera. ISBN 80-251-0573-3.

STEHLÍK, Antonín a KAPOUN, Josef. *Logistika pro manažery*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2008. 266 s. ISBN 978-80-86929-37-8.

ŠUBRT, Tomáš, BARTOŠKA, Jan, BROŽOVÁ, Helena, DÖMEOVÁ, Ludmila, HOUŠKA, Milan a KUČERA, Petr. *Ekonomicko-matematické metody*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2011. 351 s. ISBN 978-80-7380-345-2.

ŠUBRT, Tomáš, BROŽOVÁ, Helena, DÖMEOVÁ, Ludmila a KUČERA, Petr. *Ekonomicko matematické metody II: aplikace a cvičení*. Vyd. 2. Praha: ČZU PEF Praha ve vydavatelství Credit, 2001. 148 s. ISBN 80-213-0721-8.

ZÍSKAL, Jan a HAVLÍČEK, Jaroslav. *Ekonomicko matematické metody II: studijní texty pro distanční studium*. Vyd. 2. Praha: ČZU PEF Praha ve vyd. Credit, 2000. 191 s. ISBN 80-213-0664-5.

Internetové zdroje:

Bretaň, tajemná dcera oceánu [online]. [cit. 2015-11-25]. Dostupné z: <<http://www.geops.cz/zajezdy/francie/bretan/bretan-dcera-oceanu-2015/>>

Cestovní kancelář GEOPS Cesty za poznáním, uměním, přírodou (a člověkem) [online]. [cit. 2015-11-25]. Dostupné z: <<http://www.geops.cz/informace/>>

Mapy google [online]. [cit. 2015-10-08]. Dostupné z: <<https://www.google.cz/maps/>>

8. Seznam vyobrazení

Seznam tabulek:

Tabulka 1: Matice sazeb v Km	29
Tabulka 2: 1. Spojení trasy	30
Tabulka 3: 2. Spojení trasy	31
Tabulka 4: Výsledná trasa získaná metodou VAM v délce 3593,6 km.....	32
Tabulka 5: Výsledky získané metodou VAM.....	33
Tabulka 6: 1. Krok MNS	34
Tabulka 7: 2. Krok MNS	35
Tabulka 8: Výsledná trasa získaná metodou nejbližšího souseda	35
Tabulka 9: Výsledky získané metodou nejbližšího souseda.....	36
Tabulka 10: Hodnoty v km mezi jednotlivými navštívenými místy	37
Tabulka 11: Souhrnné výsledky	41
Tabulka 12: Přehled zařazení míst.....	41

Seznam obrázků:

Obrázek 1: Ukázka vhodné posloupnosti v trase.....	40
--	----

9. Přílohy

Příloha 1: VAM varianta 1.....	I
Příloha 2: VAM varianta 2.....	II
Příloha 3: VAM varianta 3.....	III
Příloha 4: VAM varianta 4.....	IV
Příloha 5: VAM varianta 5.....	V
Příloha 6: VAM varianta 6.....	VI
Příloha 7: VAM varianta 7.....	VII
Příloha 8: VAM varianta 8.....	VIII
Příloha 9: VAM varianta 9.....	IX
Příloha 10: VAM varianta 10.....	X
Příloha 11: VAM varianta 11.....	XI
Příloha 12: VAM varianta 12.....	XII
Příloha 13: VAM varianta 13.....	XIII

Příloha 14: VAM varianta 14.....	XIV
Příloha 15: VAM varianta 15.....	XV
Příloha 16: MNS Výchozí místo Praha.....	XVI
Příloha 17: MNS Výchozí místo Chartres	XVI
Příloha 18: MNS Výchozí místo LeMans.....	XVI
Příloha 19: MNS Výchozí místo Vitré	XVII
Příloha 20: MNS Výchozí místo La Guerche de Bretagne.....	XVII
Příloha 21: MNS Výchozí místo La RocheauxFées	XVII
Příloha 22: MNS Výchozí místo Josselin	XVIII
Příloha 23: MNS Výchozí místo Vannes varianta č. 1	XVIII
Příloha 24: MNS Výchozí místo Vannes varianta č. 2	XVIII
Příloha 25: MNS Výchozí místo Carnac varianta č. 1	XIX
Příloha 26: MNS Výchozí místo Carnac varianta č. 2.....	XIX
Příloha 27: MNS Výchozí místo Quiberon.....	XIX
Příloha 28: MNS Výchozí místo Auray.....	XX
Příloha 29: MNS Výchozí místo Pont Aven.....	XX
Příloha 30: MNS Výchozí místo Quimper	XX
Příloha 31: MNS Výchozí místo Pointe du Raz	XXI
Příloha 32: MNS Výchozí místo Locronan	XXI
Příloha 33: MNS Výchozí místo Pleyben.....	XXI
Příloha 34: MNS Výchozí místo Cap Fréhel	XXII
Příloha 35: MNS Výchozí místo Dinan.....	XXII
Příloha 36: MNS Výchozí místo Saint Malo	XXII
Příloha 37: MNS Výchozí místo Paříž	XXIII

Příloha 3: VAM varianta 3

	Pra.	Char.	Le M.	Vit.	La Gu.	La Ro.	Jos.	Van.	Car.	Quib.	Aur.	Pon.	Quim.	Poi.	Loc.	Ple.	Cap.	Din.	Mon.	Sai.	Pař.	Dif.	
Pra.	-	1111	1229	1334	1348	1360	1448	1482	1508	1524	1495	1554	1584	1630	1586,3	1559	1443	1417,3	1364	1409	1030	81	199
Char.	1111	-	128	233	247	259	347	381	407	423	394	453	483	529	485,3	458	335	311,6	253	298	91,6	36,4	105
Le M.	1229	128	-	119	131	135	233	263	288	304	275	339	369	415	370	344	244,2	202	176	210	209	9	12
Vit.	1334	233	119	-	22,6	31,8	114	148	174	190	161	220	250	298	254,3	227	125,5	83,3	71,7	93,2	313	9,2	9,2
La Gu.	1348	247	131	22,6	-	15,9	112	143	168	180	155,9	218	248	303,4	264	240	142,2	100	93,9	115,8	327	6,7	6,7
La Ro.	1360	259	135	31,8	15,9	-	101	128	153	169	140	207	237	292,4	251	226	133,4	91,2	94,6	107	339	15,9	15,9
Jos.	1448	347	233	114	112	101	-	46	71,3	86,8	58	106	136	191,4	152	128	102	78,4	124	108,4	427	12	12
Van.	1482	381	263	148	143	128	46	-	30,6	45,4	17,3	90,1	119	174,4	135	138,3	145	121	170	151	461	13,3	13,3
Car.	1508	407	288	174	168	153	71,3	30,6	-	18,2	13,3	75,1	104	159,4	119	128	163	149	195	179	487	4,9	4,9
Quib.	1524	423	304	190	180	169	86,8	45,4	18,2	-	29	86,8	117	171	131	136	179	165	210,8	195	503	10,8	10,8
Aur.	1495	394	275	161	155,9	140	58	17,3	13,3	29	-	74	104	159	119	121	157	136	182	166	474	4	4
Pon.	1554	453	339	220	218	207	106	90,1	75,1	86,8	74	-	35,1	88,9	50,3	59,6	168	178	230	208	533	15,2	15,2
Quim.	1584	483	369	250	248	237	136	119	104	117	104	35,1	-	55,4	17,2	30,5	171	182	236	212	563	13,3	13,3
Poi.	1630	529	415	298	303,4	292,4	191,4	174,4	159,4	171	159	88,9	55,4	-	45,1	71	224	236	290	250,1	609	10,3	10,3
Loc.	1586,3	485,3	370	254,3	264	251	152	135	119	131	119	50,3	17,2	45,1	-	27,3	179	191	247	205	565,3	10,1	10,1
Ple.	1559	458	344	227	240	226	128	138,3	128	136	121	59,6	30,5	71	27,3	-	153	165	221	195	538	3,2	3,2
Cap.	1443	335	244,2	125,5	142,2	133,4	102	145	163	179	157	168	171	224	179	153	-	42,2	90	44,9	413	2,7	2,7
Din.	1417,3	311,6	202	83,3	100	91,2	78,4	121	149	165	136	178	182	236	191	165	42,2	-	58,6	30	396,3	12,2	12,2
Mon.	1364	253	176	71,7	93,9	94,6	124	170	195	210,8	182	230	236	290	247	221	90	58,6	-	85	339	13,1	13,1
Sai.	1409	298	210	93,2	115,8	107	108,4	151	179	195	166	208	212	250,1	205	195	44,9	30	85	-	389,6	14,9	14,9
Pař.	1030	91,6	209	313	327	339	427	461	487	503	474	533	563	609	565,3	538	413	396,3	339	389,6	-	117,4	
Dif.	81	36,4	9	9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9	117,4		
	118		9	9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9	104		
	105		9	9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9			
			12	9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9			
			12	49,1																			
					59,4	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9				
					3,4	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9				
					3,4	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	26,4	14,9				
					9,8	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2		14,9				
					6	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7			14,9				
					27	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2					14,9			
					27	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2						78,4		
					12		13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2								
					12		13,3	4,9	10,8	4		13,3	25,9	17,8	32,3								
					12		13,3	4,9	10,8	4		24,9	17,9	5,2									
					12		13,3	4,9	10,8	4			70,1	73,9									
					12		13,3	4,9	10,8	4													
					13		14,8	4,9	10,8														
					13		15,4		57,8														
					67				0														
					148																		
																						191,4	

Zdroj: Vlastní zpracování

Příloha 4: VAM varianta 4

	Pra.	Char.	Le M.	Vit.	La Gu.	La Ro.	Jos.	Van.	Car.	Quib.	Aur.	Pon.	Quim.	Poi.	Loc.	Ple.	Cap.	Din.	Mon.	Sai.	Pař.	Dif.	
Pra.	-	1111	1229	1334	1348	1360	1448	1482	1508	1524	1495	1554	1584	1630	1586,3	1559	1443	1417,3	1364	1409	1030	81	199
Char.	1111	-	128	233	247	259	347	381	407	423	394	453	483	529	485,3	458	335	311,6	253	298	91,6	36,4	105
Le M.	1229	128	-	119	131	135	233	263	288	304	275	339	369	415	370	344	244,2	202	176	210	209	9	12
Vit.	1334	233	119	-	22,6	31,8	114	148	174	190	161	220	250	298	254,3	227	125,5	83,3	71,7	93,2	313	9,2	9,2
La Gu.	1348	247	131	22,6	-	15,9	112	143	168	180	155,9	218	248	303,4	264	240	142,2	100	93,9	115,8	327	6,7	6,7
La Ro.	1360	259	135	31,8	15,9	-	101	128	153	169	140	207	237	292,4	251	226	133,4	91,2	94,6	107	339	15,9	15,9
Jos.	1448	347	233	114	112	101	-	46	71,3	86,8	58	106	136	191,4	152	128	102	78,4	124	108,4	427	12	12
Van.	1482	381	263	148	143	128	46	-	30,6	45,4	17,3	90,1	119	174,4	135	138,3	145	121	170	151	461	13,3	13,3
Car.	1508	407	288	174	168	153	71,3	30,6	-	18,2	13,3	75,1	104	159,4	119	128	163	149	195	179	487	4,9	4,9
Quib.	1524	423	304	190	180	169	86,8	45,4	18,2	-	29	86,8	117	171	131	136	179	165	210,8	195	503	10,8	10,8
Aur.	1495	394	275	161	155,9	140	58	17,3	13,3	29	-	74	104	159	119	121	157	136	182	166	474	4	4
Pon.	1554	453	339	220	218	207	106	90,1	75,1	86,8	74	-	35,1	88,9	50,3	59,6	168	178	230	208	533	15,2	15,2
Quim.	1584	483	369	250	248	237	136	119	104	117	104	35,1	-	55,4	17,2	30,5	171	182	236	212	563	13,3	13,3
Poi.	1630	529	415	298	303,4	292,4	191,4	174,4	159,4	171	159	88,9	55,4	-	45,1	71	224	236	290	250,1	609	10,3	10,3
Loc.	1586,3	485,3	370	254,3	264	251	152	135	119	131	119	50,3	17,2	45,1	-	27,3	179	191	247	205	565,3	10,1	10,1
Ple.	1559	458	344	227	240	226	128	138,3	128	136	121	59,6	30,5	71	27,3	-	153	165	221	195	538	3,2	3,2
Cap.	1443	335	244,2	125,5	142,2	133,4	102	145	163	179	157	168	171	224	179	153	-	42,2	90	44,9	413	2,7	2,7
Din.	1417,3	311,6	202	83,3	100	91,2	78,4	121	149	165	136	178	182	236	191	165	42,2	-	58,6	30	396,3	12,2	12,2
Mon.	1364	253	176	71,7	93,9	94,6	124	170	195	210,8	182	230	236	290	247	221	90	58,6	-	85	339	13,1	13,1
Sai.	1409	298	210	93,2	115,8	107	108,4	151	179	195	166	208	212	250,1	205	195	44,9	30	85	-	389,6	14,9	14,9
Pař.	1030	91,6	209	313	327	339	427	461	487	503	474	533	563	609	565,3	538	413	396,3	339	389,6	-	117,4	
Dif.	81	36,4	9	9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9	117,4		
	118		9	9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9	104		
	105		9	9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9			
			12	9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9			
			16	39,9	71,3		12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9			
			41	11,6			12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	26,4	14,9			
				11,6			12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	26,4	14,9			
				9,9			12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2		14,9			
				20,8			12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7			14,9			
				20,8			12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	59,8						
				34			12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2							
				13				13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2							
				13				13,3	4,9	10,8	4	9,3		10,3	10,1	3,2							
				13				13,3	4,9	10,8	4	23,7		10,3		40,5							
				13				13,3	4,9	10,8	4	1,1		113,9									
				13				13,3	4,9	10,8	4	1,1											
				26					12,4	27,2	15,7	11,7											
				42					40,7		29	3,3											
				108							101	19,2											
				190								106											

Zdroj: Vlastní zpracování

Příloha 5: VAM varianta 5

	Pra.	Char.	Le M.	Vit.	La Gu.	La Ro.	Jos.	Van.	Car.	Quib.	Aur.	Pon.	Quim.	Poi.	Loc.	Ple.	Cap.	Din.	Mon.	Sai.	Pař.	Dif.	
Pra.	-	1111	1229	1334	1348	1360	1448	1482	1508	1524	1495	1554	1584	1630	1586,3	1559	1443	1417,3	1364	1409	1030	81	199
Char.	1111	-	128	233	247	259	347	381	407	423	394	453	483	529	485,3	458	335	311,6	253	298	91,6	36,4	105
Le M.	1229	128	-	119	131	135	233	263	288	304	275	339	369	415	370	344	244,2	202	176	210	209	9	12
Vit.	1334	233	119	-	22,6	31,8	114	148	174	190	161	220	250	298	254,3	227	125,5	83,3	71,7	93,2	313	9,2	9,2
La Gu.	1348	247	131	22,6	-	15,9	112	143	168	180	155,9	218	248	303,4	264	240	142,2	100	93,9	115,8	327	6,7	6,7
La Ro.	1360	259	135	31,8	15,9	-	101	128	153	169	140	207	237	292,4	251	226	133,4	91,2	94,6	107	339	15,9	15,9
Jos.	1448	347	233	114	112	101	-	46	71,3	86,8	58	106	136	191,4	152	128	102	78,4	124	108,4	427	12	12
Van.	1482	381	263	148	143	128	46	-	30,6	45,4	17,3	90,1	119	174,4	135	138,3	145	121	170	151	461	13,3	13,3
Car.	1508	407	288	174	168	153	71,3	30,6	-	18,2	13,3	75,1	104	159,4	119	128	163	149	195	179	487	4,9	4,9
Quib.	1524	423	304	190	180	169	86,8	45,4	18,2	-	29	86,8	117	171	131	136	179	165	210,8	195	503	10,8	10,8
Aur.	1495	394	275	161	155,9	140	58	17,3	13,3	29	-	74	104	159	119	121	157	136	182	166	474	4	4
Pon.	1554	453	339	220	218	207	106	90,1	75,1	86,8	74	-	35,1	88,9	50,3	59,6	168	178	230	208	533	15,2	15,2
Quim.	1584	483	369	250	248	237	136	119	104	117	104	35,1	-	55,4	17,2	30,5	171	182	236	212	563	13,3	13,3
Poi.	1630	529	415	298	303,4	292,4	191,4	174,4	159,4	171	159	88,9	55,4	-	45,1	71	224	236	290	250,1	609	10,3	10,3
Loc.	1586,3	485,3	370	254,3	264	251	152	135	119	131	119	50,3	17,2	45,1	-	27,3	179	191	247	205	565,3	10,1	10,1
Ple.	1559	458	344	227	240	226	128	138,3	128	136	121	59,6	30,5	71	27,3	-	153	165	221	195	538	3,2	3,2
Cap.	1443	335	244,2	125,5	142,2	133,4	102	145	163	179	157	168	171	224	179	153	-	42,2	90	44,9	413	2,7	2,7
Din.	1417,3	311,6	202	83,3	100	91,2	78,4	121	149	165	136	178	182	236	191	165	42,2	-	58,6	30	396,3	12,2	12,2
Mon.	1364	253	176	71,7	93,9	94,6	124	170	195	210,8	182	230	236	290	247	221	90	58,6	-	85	339	13,1	13,1
Sai.	1409	298	210	93,2	115,8	107	108,4	151	179	195	166	208	212	250,1	205	195	44,9	30	85	-	389,6	14,9	14,9
Pař.	1030	91,6	209	313	327	339	427	461	487	503	474	533	563	609	565,3	538	413	396,3	339	389,6	-	117,4	
Dif.	81	36,4	9	9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9	117,4	105	
	118		9	9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9	104		
	105		9	9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9			
			12	9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9			
			16	39,9	71,3		12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9			
			41	11,6			12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	26,4	14,9			
				11,6			12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	26,4	14,9			
				9,9			12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2		14,9			
				20,8			12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7			14,9			
				20,8			12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	59,8						
				34			12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2							
				13				13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2							
				13				13,3	4,9	10,8	4	9,3		10,3	10,1	3,2							
				13				13,3	4,9	10,8	4	23,7		10,3	10,1	3,2	40,5						
				13				13,3	4,9	10,8	4	1,1		113,9									
				13				13,3	4,9	10,8	4	1,1											
				13				13,3	4,9	10,8		1,1											
				13				13,3	4,9	10,8		1,1											
				124				128,4															
				298																			
																						75,1	

Zdroj: Vlastní zpracování

Příloha 6: VAM varianta 6

	Pra.	Char.	Le M.	Vit.	La Gu.	La Ro.	Jos.	Van.	Car.	Quib.	Aur.	Pon.	Quim.	Poi.	Loc.	Ple.	Cap.	Din.	Mon.	Sai.	Pař.	Dif.	
Pra.	-	1111	1229	1334	1348	1360	1448	1482	1508	1524	1495	1554	1584	1630	1586,3	1559	1443	1417,3	1364	1409	1030	81	199
Char.	1111	-	128	233	247	259	347	381	407	423	394	453	483	529	485,3	458	335	311,6	253	298	91,6	36,4	105
Le M.	1229	128	-	119	131	135	233	263	288	304	275	339	369	415	370	344	244,2	202	176	210	209	9	12
Vit.	1334	233	119	-	22,6	31,8	114	148	174	190	161	220	250	298	254,3	227	125,5	83,3	71,7	93,2	313	9,2	9,2
La Gu.	1348	247	131	22,6	-	15,9	112	143	168	180	155,9	218	248	303,4	264	240	142,2	100	93,9	115,8	327	6,7	6,7
La Ro.	1360	259	135	31,8	15,9	-	101	128	153	169	140	207	237	292,4	251	226	133,4	91,2	94,6	107	339	15,9	15,9
Jos.	1448	347	233	114	112	101	-	46	71,3	86,8	58	106	136	191,4	152	128	102	78,4	124	108,4	427	12	12
Van.	1482	381	263	148	143	128	46	-	30,6	45,4	17,3	90,1	119	174,4	135	138,3	145	121	170	151	461	13,3	13,3
Car.	1508	407	288	174	168	153	71,3	30,6	-	18,2	13,3	75,1	104	159,4	119	128	163	149	195	179	487	4,9	4,9
Quib.	1524	423	304	190	180	169	86,8	45,4	18,2	-	29	86,8	117	171	131	136	179	165	210,8	195	503	10,8	10,8
Aur.	1495	394	275	161	155,9	140	58	17,3	13,3	29	-	74	104	159	119	121	157	136	182	166	474	4	4
Pon.	1554	453	339	220	218	207	106	90,1	75,1	86,8	74	-	35,1	88,9	50,3	59,6	168	178	230	208	533	15,2	15,2
Quim.	1584	483	369	250	248	237	136	119	104	117	104	35,1	-	55,4	17,2	30,5	171	182	236	212	563	13,3	13,3
Poi.	1630	529	415	298	303,4	292,4	191,4	174,4	159,4	171	159	88,9	55,4	-	45,1	71	224	236	290	250,1	609	10,3	10,3
Loc.	1586,3	485,3	370	254,3	264	251	152	135	119	131	119	50,3	17,2	45,1	-	27,3	179	191	247	205	565,3	10,1	10,1
Ple.	1559	458	344	227	240	226	128	138,3	128	136	121	59,6	30,5	71	27,3	-	153	165	221	195	538	3,2	3,2
Cap.	1443	335	244,2	125,5	142,2	133,4	102	145	163	179	157	168	171	224	179	153	-	42,2	90	44,9	413	2,7	2,7
Din.	1417,3	311,6	202	83,3	100	91,2	78,4	121	149	165	136	178	182	236	191	165	42,2	-	58,6	30	396,3	12,2	12,2
Mon.	1364	253	176	71,7	93,9	94,6	124	170	195	210,8	182	230	236	290	247	221	90	58,6	-	85	339	13,1	13,1
Sai.	1409	298	210	93,2	115,8	107	108,4	151	179	195	166	208	212	250,1	205	195	44,9	30	85	-	389,6	14,9	14,9
Pař.	1030	91,6	209	313	327	339	427	461	487	503	474	533	563	609	565,3	538	413	396,3	339	389,6	-	117,4	
Dif.	81	36,4	9	9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9	117,4		
	118		9	9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9	104		
	105		9	9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9			
			12	9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9			
			16	39,9	71,3		12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9			
			41	11,6		12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	26,4	14,9				
				11,6		12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	26,4	14,9				
				9,9		12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2		14,9				
				20,8		12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7			14,9				
				20,8		12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7			59,8				
				34		12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2								
				13			13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2								
				13			13,3	4,9	10,8	4		13,3	13,3	25,9	32,3								
				13			13,3	4,9	10,8	4		24,9	17,9	5,2									
				13			13,3	4,9	10,8	4			70,1	73,9									
				13			13,3	4,9	10,8	4				0,4									
				26				12,4	27,2	15,7				11,6									
				42				40,7		29				3,4									
				72				3,8						17									
				148										191,4									

Zdroj: Vlastní zpracování

Příloha 7: VAM varianta 7

	Pra.	Char.	Le M.	Vit.	La Gu.	La Ro.	Jos.	Van.	Car.	Quib.	Aur.	Pon.	Quim.	Poi.	Loc.	Ple.	Cap.	Din.	Mon.	Sai.	Pař.	Dif.	
Pra.	-	1111	1229	1334	1348	1360	1448	1482	1508	1524	1495	1554	1584	1630	1586,3	1559	1443	1417,3	1364	1409	1030	81	199
Char.	1111	-	128	233	247	259	347	381	407	423	394	453	483	529	485,3	458	335	311,6	253	298	91,6	36,4	105
Le M.	1229	128	-	119	131	135	233	263	288	304	275	339	369	415	370	344	244,2	202	176	210	209	9	12
Vit.	1334	233	119	-	22,6	31,8	114	148	174	190	161	220	250	298	254,3	227	125,5	83,3	71,7	93,2	313	9,2	9,2
La Gu.	1348	247	131	22,6	-	15,9	112	143	168	180	155,9	218	248	303,4	264	240	142,2	100	93,9	115,8	327	6,7	6,7
La Ro.	1360	259	135	31,8	15,9	-	101	128	153	169	140	207	237	292,4	251	226	133,4	91,2	94,6	107	339	15,9	15,9
Jos.	1448	347	233	114	112	101	-	46	71,3	86,8	58	106	136	191,4	152	128	102	78,4	124	108,4	427	12	12
Van.	1482	381	263	148	143	128	46	-	30,6	45,4	17,3	90,1	119	174,4	135	138,3	145	121	170	151	461	13,3	13,3
Car.	1508	407	288	174	168	153	71,3	30,6	-	18,2	13,3	75,1	104	159,4	119	128	163	149	195	179	487	4,9	4,9
Quib.	1524	423	304	190	180	169	86,8	45,4	18,2	-	29	86,8	117	171	131	136	179	165	210,8	195	503	10,8	10,8
Aur.	1495	394	275	161	155,9	140	58	17,3	13,3	29	-	74	104	159	119	121	157	136	182	166	474	4	4
Pon.	1554	453	339	220	218	207	106	90,1	75,1	86,8	74	-	35,1	88,9	50,3	59,6	168	178	230	208	533	15,2	15,2
Quim.	1584	483	369	250	248	237	136	119	104	117	104	35,1	-	55,4	17,2	30,5	171	182	236	212	563	13,3	13,3
Poi.	1630	529	415	298	303,4	292,4	191,4	174,4	159,4	171	159	88,9	55,4	-	45,1	71	224	236	290	250,1	609	10,3	10,3
Loc.	1586,3	485,3	370	254,3	264	251	152	135	119	131	119	50,3	17,2	45,1	-	27,3	179	191	247	205	565,3	10,1	10,1
Ple.	1559	458	344	227	240	226	128	138,3	128	136	121	59,6	30,5	71	27,3	-	153	165	221	195	538	3,2	3,2
Cap.	1443	335	244,2	125,5	142,2	133,4	102	145	163	179	157	168	171	224	179	153	-	42,2	90	44,9	413	2,7	2,7
Din.	1417,3	311,6	202	83,3	100	91,2	78,4	121	149	165	136	178	182	236	191	165	42,2	-	58,6	30	396,3	12,2	12,2
Mon.	1364	253	176	71,7	93,9	94,6	124	170	195	210,8	182	230	236	290	247	221	90	58,6	-	85	339	13,1	13,1
Sai.	1409	298	210	93,2	115,8	107	108,4	151	179	195	166	208	212	250,1	205	195	44,9	30	85	-	389,6	14,9	14,9
Pař.	1030	91,6	209	313	327	339	427	461	487	503	474	533	563	609	565,3	538	413	396,3	339	389,6	-	117,4	
Dif.	81	36,4	9	9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9	117,4		
	118		9	9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9	104		
	105		9	9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9			
			12	9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9			
			16	39,9	71,3		12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9			
			41	11,6			12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	26,4	14,9			
				11,6			12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	26,4	14,9			
				9,9			12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2		14,9			
				20,8			12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7			14,9			
				20,8			12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	59,8						
				34			12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2							
				13				13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2							
				13				13,3	4,9	10,8	4		13,3	13,3	25,9	32,3							
				13				13,3	4,9	10,8	4		24,9	17,9	5,2								
				13				13,3	4,9	10,8	4			70,1	73,9								
				13				13,3	4,9	10,8	4												
				13				14,8	4,9	10,8													
				13				15,4		57,8													
				46				44,1															
				220																			
																						159,4	

Zdroj: Vlastní zpracování

Příloha 12: VAM varianta 12

	Pra.	Char.	Le M.	Vit.	La Gu.	La Ro.	Jos.	Van.	Car.	Quib.	Aur.	Pon.	Quim.	Poi.	Loc.	Ple.	Cap.	Din.	Mon.	Sai.	Pař.	Dif.		
Pra.	-	1111	1229	1334	1348	1360	1448	1482	1508	1524	1495	1554	1584	1630	1586,3	1559	1443	1417,3	1364	1409	1030	81	199	-
Char.	1111	-	128	233	247	259	347	381	407	423	394	453	483	529	485,3	458	335	311,6	253	298	91,6	36,4	105	105
Le M.	1229	128	-	119	131	135	233	263	288	304	275	339	369	415	370	344	244,2	202	176	210	209	9	12	12
Vit.	1334	233	119	-	22,6	31,8	114	148	174	190	161	220	250	298	254,3	227	125,5	83,3	71,7	93,2	313	9,2	9,2	9,2
La Gu.	1348	247	131	22,6	-	15,9	112	143	168	180	155,9	218	248	303,4	264	240	142,2	100	93,9	115,8	327	6,7	6,7	6,7
La Ro.	1360	259	135	31,8	15,9	-	101	128	153	169	140	207	237	292,4	251	226	133,4	91,2	94,6	107	339	15,9	15,9	15,9
Jos.	1448	347	233	114	112	101	-	46	71,3	86,8	58	106	136	191,4	152	128	102	78,4	124	108,4	427	12	12	12
Van.	1482	381	263	148	143	128	46	-	30,6	45,4	17,3	90,1	119	174,4	135	138,3	145	121	170	151	461	13,3	13,3	13,3
Car.	1508	407	288	174	168	153	71,3	30,6	-	18,2	13,3	75,1	104	159,4	119	128	163	149	195	179	487	4,9	4,9	4,9
Quib.	1524	423	304	190	180	169	86,8	45,4	18,2	-	29	86,8	117	171	131	136	179	165	210,8	195	503	10,8	10,8	10,8
Aur.	1495	394	275	161	155,9	140	58	17,3	13,3	29	-	74	104	159	119	121	157	136	182	166	474	4	4	4
Pon.	1554	453	339	220	218	207	106	90,1	75,1	86,8	74	-	35,1	88,9	50,3	59,6	168	178	230	208	533	15,2	15,2	15,2
Quim.	1584	483	369	250	248	237	136	119	104	117	104	35,1	-	55,4	17,2	30,5	171	182	236	212	563	13,3	13,3	13,3
Poi.	1630	529	415	298	303,4	292,4	191,4	174,4	159,4	171	159	88,9	55,4	-	45,1	71	224	236	290	250,1	609	10,3	10,3	10,3
Loc.	1586,3	485,3	370	254,3	264	251	152	135	119	131	119	50,3	17,2	45,1	-	27,3	179	191	247	205	565,3	10,1	10,1	10,1
Ple.	1559	458	344	227	240	226	128	138,3	128	136	121	59,6	30,5	71	27,3	-	153	165	221	195	538	3,2	3,2	3,2
Cap.	1443	335	244,2	125,5	142,2	133,4	102	145	163	179	157	168	171	224	179	153	-	42,2	90	44,9	413	2,7	2,7	2,7
Din.	1417,3	311,6	202	83,3	100	91,2	78,4	121	149	165	136	178	182	236	191	165	42,2	-	58,6	30	396,3	12,2	12,2	12,2
Mon.	1364	253	176	71,7	93,9	94,6	124	170	195	210,8	182	230	236	290	247	221	90	58,6	-	85	339	13,1	13,1	13,1
Sai.	1409	298	210	93,2	115,8	107	108,4	151	179	195	166	208	212	250,1	205	195	44,9	30	85	-	389,6	14,9	14,9	14,9
Pař.	1030	91,6	209	313	327	339	427	461	487	503	474	533	563	609	565,3	538	413	396,3	339	389,6	-	117,4	-	-
Dif.	81	36,4	9	9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9	117,4	-	-	-
	118		9	9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9	104	-	-	-
	105		9	9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9	-	-	-	-
	14			9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9	-	-	-	-
	14			49,1		59,4	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9	-	-	-	-
	30					3,4	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9	-	-	-	-
	45						12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9	-	-	-	-
							12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	26,4	14,9	-	-	-	-
							12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	57,1	12,2	48,3	-	-	-	-	-
							12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2		36,2	15,2	-	-	-	-	-
							12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2			42,6	-	-	-	-	-
							12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2					-	-	-	-
							12	13,3	4,9	10,8	4	9,3		10,3	10,1	3,2					-	-	-	-
							12	13,3	4,9	10,8	4	23,7		10,3		40,5					-	-	-	-
							12	13,3	4,9	10,8	4	1,1		113,9							-	-	-	-
							12	13,3	4,9	10,8	4	1,1									-	-	-	-
							13,3	14,8	4,9	10,8		1,1									-	-	-	-
							13,3	117,4		142		1,1									-	-	-	-
							120,1	26,4				144,9									-	-	-	-
							191,4	148													-	-	-	-

Zdroj: Vlastní zpracování

Příloha 13: VAM varianta 13

	Pra.	Char.	Le M.	Vit.	La Gu.	La Ro.	Jos.	Van.	Car.	Quib.	Aur.	Pon.	Quim.	Poi.	Loc.	Ple.	Cap.	Din.	Mon.	Sai.	Pař.	Dif.	
Pra.	-	1111	1229	1334	1348	1360	1448	1482	1508	1524	1495	1554	1584	1630	1586,3	1559	1443	1417,3	1364	1409	1030	81	199
Char.	1111	-	128	233	247	259	347	381	407	423	394	453	483	529	485,3	458	335	311,6	253	298	91,6	36,4	105
Le M.	1229	128	-	119	131	135	233	263	288	304	275	339	369	415	370	344	244,2	202	176	210	209	9	12
Vit.	1334	233	119	-	22,6	31,8	114	148	174	190	161	220	250	298	254,3	227	125,5	83,3	71,7	93,2	313	9,2	9,2
La Gu.	1348	247	131	22,6	-	15,9	112	143	168	180	155,9	218	248	303,4	264	240	142,2	100	93,9	115,8	327	6,7	6,7
La Ro.	1360	259	135	31,8	15,9	-	101	128	153	169	140	207	237	292,4	251	226	133,4	91,2	94,6	107	339	15,9	15,9
Jos.	1448	347	233	114	112	101	-	46	71,3	86,8	58	106	136	191,4	152	128	102	78,4	124	108,4	427	12	12
Van.	1482	381	263	148	143	128	46	-	30,6	45,4	17,3	90,1	119	174,4	135	138,3	145	121	170	151	461	13,3	13,3
Car.	1508	407	288	174	168	153	71,3	30,6	-	18,2	13,3	75,1	104	159,4	119	128	163	149	195	179	487	4,9	4,9
Quib.	1524	423	304	190	180	169	86,8	45,4	18,2	-	29	86,8	117	171	131	136	179	165	210,8	195	503	10,8	10,8
Aur.	1495	394	275	161	155,9	140	58	17,3	13,3	29	-	74	104	159	119	121	157	136	182	166	474	4	4
Pon.	1554	453	339	220	218	207	106	90,1	75,1	86,8	74	-	35,1	88,9	50,3	59,6	168	178	230	208	533	15,2	15,2
Quim.	1584	483	369	250	248	237	136	119	104	117	104	35,1	-	55,4	17,2	30,5	171	182	236	212	563	13,3	13,3
Poi.	1630	529	415	298	303,4	292,4	191,4	174,4	159,4	171	159	88,9	55,4	-	45,1	71	224	236	290	250,1	609	10,3	10,3
Loc.	1586,3	485,3	370	254,3	264	251	152	135	119	131	119	50,3	17,2	45,1	-	27,3	179	191	247	205	565,3	10,1	10,1
Ple.	1559	458	344	227	240	226	128	138,3	128	136	121	59,6	30,5	71	27,3	-	153	165	221	195	538	3,2	3,2
Cap.	1443	335	244,2	125,5	142,2	133,4	102	145	163	179	157	168	171	224	179	153	-	42,2	90	44,9	413	2,7	2,7
Din.	1417,3	311,6	202	83,3	100	91,2	78,4	121	149	165	136	178	182	236	191	165	42,2	-	58,6	30	396,3	12,2	12,2
Mon.	1364	253	176	71,7	93,9	94,6	124	170	195	210,8	182	230	236	290	247	221	90	58,6	-	85	339	13,1	13,1
Sai.	1409	298	210	93,2	115,8	107	108,4	151	179	195	166	208	212	250,1	205	195	44,9	30	85	-	389,6	14,9	14,9
Pař.	1030	91,6	209	313	327	339	427	461	487	503	474	533	563	609	565,3	538	413	396,3	339	389,6	-	117,4	
Dif.	81	36,4	9	9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9	117,4		
	118		9	9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9	104		
	105		9	9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9			
	14			9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9			
	14			49,1		59,4	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9			
	30					3,4	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9			
	45						12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9			
							12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	26,4		14,9		
							12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	57,1	12,2			48,3		
							12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2		36,2			15,2		
							12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2					42,6		
							12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2							
							12	13,3	4,9	10,8	4	9,3		10,3	10,1	3,2							
							12	13,3	4,9	10,8	4	23,7		10,3		40,5							
							12	13,3	4,9	10,8	4	1,1		113,9									
							12	13,3	4,9	10,8	4	1,1											
							25,3		12,4	27,2	15,7	11,7											
							40,8		128,8		130	3,3											
							145,4		14,6		129,9												
									159,4		220												

Zdroj: Vlastní zpracování

Příloha 14: VAM varianta 14

	Pra.	Char.	Le M.	Vit.	La Gu.	La Ro.	Jos.	Van.	Car.	Quib.	Aur.	Pon.	Quim.	Poi.	Loc.	Ple.	Cap.	Din.	Mon.	Sai.	Pař.	Dif.	
Pra.	-	1111	1229	1334	1348	1360	1448	1482	1508	1524	1495	1554	1584	1630	1586,3	1559	1443	1417,3	1364	1409	1030	81	199
Char.	1111	-	128	233	247	259	347	381	407	423	394	453	483	529	485,3	458	335	311,6	253	298	91,6	36,4	105
Le M.	1229	128	-	119	131	135	233	263	288	304	275	339	369	415	370	344	244,2	202	176	210	209	9	12
Vit.	1334	233	119	-	22,6	31,8	114	148	174	190	161	220	250	298	254,3	227	125,5	83,3	71,7	93,2	313	9,2	9,2
La Gu.	1348	247	131	22,6	-	15,9	112	143	168	180	155,9	218	248	303,4	264	240	142,2	100	93,9	115,8	327	6,7	6,7
La Ro.	1360	259	135	31,8	15,9	-	101	128	153	169	140	207	237	292,4	251	226	133,4	91,2	94,6	107	339	15,9	15,9
Jos.	1448	347	233	114	112	101	-	46	71,3	86,8	58	106	136	191,4	152	128	102	78,4	124	108,4	427	12	12
Van.	1482	381	263	148	143	128	46	-	30,6	45,4	17,3	90,1	119	174,4	135	138,3	145	121	170	151	461	13,3	13,3
Car.	1508	407	288	174	168	153	71,3	30,6	-	18,2	13,3	75,1	104	159,4	119	128	163	149	195	179	487	4,9	4,9
Quib.	1524	423	304	190	180	169	86,8	45,4	18,2	-	29	86,8	117	171	131	136	179	165	210,8	195	503	10,8	10,8
Aur.	1495	394	275	161	155,9	140	58	17,3	13,3	29	-	74	104	159	119	121	157	136	182	166	474	4	4
Pon.	1554	453	339	220	218	207	106	90,1	75,1	86,8	74	-	35,1	88,9	50,3	59,6	168	178	230	208	533	15,2	15,2
Quim.	1584	483	369	250	248	237	136	119	104	117	104	35,1	-	55,4	17,2	30,5	171	182	236	212	563	13,3	13,3
Poi.	1630	529	415	298	303,4	292,4	191,4	174,4	159,4	171	159	88,9	55,4	-	45,1	71	224	236	290	250,1	609	10,3	10,3
Loc.	1586,3	485,3	370	254,3	264	251	152	135	119	131	119	50,3	17,2	45,1	-	27,3	179	191	247	205	565,3	10,1	10,1
Ple.	1559	458	344	227	240	226	128	138,3	128	136	121	59,6	30,5	71	27,3	-	153	165	221	195	538	3,2	3,2
Cap.	1443	335	244,2	125,5	142,2	133,4	102	145	163	179	157	168	171	224	179	153	-	42,2	90	44,9	413	2,7	2,7
Din.	1417,3	311,6	202	83,3	100	91,2	78,4	121	149	165	136	178	182	236	191	165	42,2	-	58,6	30	396,3	12,2	12,2
Mon.	1364	253	176	71,7	93,9	94,6	124	170	195	210,8	182	230	236	290	247	221	90	58,6	-	85	339	13,1	13,1
Sai.	1409	298	210	93,2	115,8	107	108,4	151	179	195	166	208	212	250,1	205	195	44,9	30	85	-	389,6	14,9	14,9
Pař.	1030	91,6	209	313	327	339	427	461	487	503	474	533	563	609	565,3	538	413	396,3	339	389,6	-	117,4	-
Dif.	81	36,4	9	9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9	117,4	-	-
	118		9	9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9	104		
	105		9	9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9			
	14			9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9			
	14			49,1		59,4	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9			
	30					3,4	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9			
	45						12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9			
							12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	26,4				
							12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2			48,3		
							12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2			36,2			15,2	
							12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2						42,6	
							12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2							
							12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2							
							12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2							
							12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2							
							12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2							
							25,3		12,4	27,2	15,7												
							40,8		44,5		45												
							60		98,9														
									75,1														
																							298

Zdroj: Vlastní zpracování

Příloha 15: VAM varianta 15

	Pra.	Char.	Le M.	Vit.	La Gu.	La Ro.	Jos.	Van.	Car.	Quib.	Aur.	Pon.	Quim.	Poi.	Loc.	Ple.	Cap.	Din.	Mon.	Sai.	Pař.	Dif.	
Pra.	-	1111	1229	1334	1348	1360	1448	1482	1508	1524	1495	1554	1584	1630	1586,3	1559	1443	1417,3	1364	1409	1030	81	199
Char.	1111	-	128	233	247	259	347	381	407	423	394	453	483	529	485,3	458	335	311,6	253	298	91,6	36,4	105
Le M.	1229	128	-	119	131	135	233	263	288	304	275	339	369	415	370	344	244,2	202	176	210	209	9	12
Vit.	1334	233	119	-	22,6	31,8	114	148	174	190	161	220	250	298	254,3	227	125,5	83,3	71,7	93,2	313	9,2	9,2
La Gu.	1348	247	131	22,6	-	15,9	112	143	168	180	155,9	218	248	303,4	264	240	142,2	100	93,9	115,8	327	6,7	6,7
La Ro.	1360	259	135	31,8	15,9	-	101	128	153	169	140	207	237	292,4	251	226	133,4	91,2	94,6	107	339	15,9	15,9
Jos.	1448	347	233	114	112	101	-	46	71,3	86,8	58	106	136	191,4	152	128	102	78,4	124	108,4	427	12	12
Van.	1482	381	263	148	143	128	46	-	30,6	45,4	17,3	90,1	119	174,4	135	138,3	145	121	170	151	461	13,3	13,3
Car.	1508	407	288	174	168	153	71,3	30,6	-	18,2	13,3	75,1	104	159,4	119	128	163	149	195	179	487	4,9	4,9
Quib.	1524	423	304	190	180	169	86,8	45,4	18,2	-	29	86,8	117	171	131	136	179	165	210,8	195	503	10,8	10,8
Aur.	1495	394	275	161	155,9	140	58	17,3	13,3	29	-	74	104	159	119	121	157	136	182	166	474	4	4
Pon.	1554	453	339	220	218	207	106	90,1	75,1	86,8	74	-	35,1	88,9	50,3	59,6	168	178	230	208	533	15,2	15,2
Quim.	1584	483	369	250	248	237	136	119	104	117	104	35,1	-	55,4	17,2	30,5	171	182	236	212	563	13,3	13,3
Poi.	1630	529	415	298	303,4	292,4	191,4	174,4	159,4	171	159	88,9	55,4	-	45,1	71	224	236	290	250,1	609	10,3	10,3
Loc.	1586,3	485,3	370	254,3	264	251	152	135	119	131	119	50,3	17,2	45,1	-	27,3	179	191	247	205	565,3	10,1	10,1
Ple.	1559	458	344	227	240	226	128	138,3	128	136	121	59,6	30,5	71	27,3	-	153	165	221	195	538	3,2	3,2
Cap.	1443	335	244,2	125,5	142,2	133,4	102	145	163	179	157	168	171	224	179	153	-	42,2	90	44,9	413	2,7	2,7
Din.	1417,3	311,6	202	83,3	100	91,2	78,4	121	149	165	136	178	182	236	191	165	42,2	-	58,6	30	396,3	12,2	12,2
Mon.	1364	253	176	71,7	93,9	94,6	124	170	195	210,8	182	230	236	290	247	221	90	58,6	-	85	339	13,1	13,1
Sai.	1409	298	210	93,2	115,8	107	108,4	151	179	195	166	208	212	250,1	205	195	44,9	30	85	-	389,6	14,9	14,9
Pař.	1030	91,6	209	313	327	339	427	461	487	503	474	533	563	609	565,3	538	413	396,3	339	389,6	-	117,4	
Dif.	81	36,4	9	9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9	117,4		
118			9	9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9	104		
105			9	9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9			
14				9,2	6,7	15,9	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9			
14					49,1		59,4	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9		
30							3,4	12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9		
45								12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	13,1	14,9		
								12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	2,7	12,2	26,4	14,9		
								12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2	57,1	12,2		48,3		
								12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2		36,2		15,2		
								12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2				42,6		
								12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2						
								12	13,3	4,9	10,8	4	15,2	13,3	10,3	10,1	3,2						
								12	13,3	4,9	10,8	4		13,3	25,9	17,8	32,3						
								12	13,3	4,9	10,8	4		24,9	17,9	5,2							
								12	13,3	4,9	10,8	4			70,1	73,9							
								12	13,3	4,9	10,8	4					0,4						
								13,3	14,8	4,9	10,8						0,4						
								13,3	59,5		57,8						0,4						
								48			103,2												
								106			190												

Zdroj: Vlastní zpracování

Příloha 37: MNS Výchozí místo Paříž

	Pra.	Char.	Le M.	Vit.	La Gu.	La Ro.	Jos.	Van.	Car.	Quib.	Aur.	Pon.	Quim.	Poi.	Loc.	Ple.	Cap.	Din.	Mon.	Sai.	Pař.
Pra.	-	1111	1229	1334	1348	1360	1448	1482	1508	1524	1495	1554	1584	1630	1586,3	1559	1443	1417,3	1364	1409	1030
Char.	1111	-	128	233	247	259	347	381	407	423	394	453	483	529	485,3	458	335	311,6	253	298	91,6
Le M.	1229	128	-	119	131	135	233	263	288	304	275	339	369	415	370	344	244,2	202	176	210	209
Vit.	1334	233	119	-	22,6	31,8	114	148	174	190	161	220	250	298	254,3	227	125,5	83,3	71,7	93,2	313
La Gu.	1348	247	131	22,6	-	15,9	112	143	168	180	155,9	218	248	303,4	264	240	142,2	100	93,9	115,8	327
La Ro.	1360	259	135	31,8	15,9	-	101	128	153	169	140	207	237	292,4	251	226	133,4	91,2	94,6	107	339
Jos.	1448	347	233	114	112	101	-	46	71,3	86,8	58	106	136	191,4	152	128	102	78,4	124	108,4	427
Van.	1482	381	263	148	143	128	46	-	30,6	45,4	17,3	90,1	119	174,4	135	138,3	145	121	170	151	461
Car.	1508	407	288	174	168	153	71,3	30,6	-	18,2	13,3	75,1	104	159,4	119	128	163	149	195	179	487
Quib.	1524	423	304	190	180	169	86,8	45,4	18,2	-	29	86,8	117	171	131	136	179	165	210,8	195	503
Aur.	1495	394	275	161	155,9	140	58	17,3	13,3	29	-	74	104	159	119	121	157	136	182	166	474
Pon.	1554	453	339	220	218	207	106	90,1	75,1	86,8	74	-	35,1	88,9	50,3	59,6	168	178	230	208	533
Quim.	1584	483	369	250	248	237	136	119	104	117	104	35,1	-	55,4	17,2	30,5	171	182	236	212	563
Poi.	1630	529	415	298	303,4	292,4	191,4	174,4	159,4	171	159	88,9	55,4	-	45,1	71	224	236	290	250,1	609
Loc.	1586,3	485,3	370	254,3	264	251	152	135	119	131	119	50,3	17,2	45,1	-	27,3	179	191	247	205	565,3
Ple.	1559	458	344	227	240	226	128	138,3	128	136	121	59,6	30,5	71	27,3	-	153	165	221	195	538
Cap.	1443	335	244,2	125,5	142,2	133,4	102	145	163	179	157	168	171	224	179	153	-	42,2	90	44,9	413
Din.	1417,3	311,6	202	83,3	100	91,2	78,4	121	149	165	136	178	182	236	191	165	42,2	-	58,6	30	396,3
Mon.	1364	253	176	71,7	93,9	94,6	124	170	195	210,8	182	230	236	290	247	221	90	58,6	-	85	339
Sai.	1409	298	210	93,2	115,8	107	108,4	151	179	195	166	208	212	250,1	205	195	44,9	30	85	-	389,6
Pař.	1030	91,6	209	313	327	339	427	461	487	503	474	533	563	609	565,3	538	413	396,3	339	389,6	-

Zdroj: Vlastní zpracování