Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra systémového inženýrství

Diplomová práce

Plánování tras pro obchodní zástupce vybrané společnosti

Jitka Kvasničková

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra systémového inženýrství

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jitka Kvasničková

Veřejná správa a regionální rozvoj

Název práce

Plánování tras pro obchodní zástupce vybrané společnosti

Název anglicky

Routes planning for sales representatives of selected company

---

Cíle práce

Cílem diplomové práce je pomocí metod dopravní logistiky prověřit racionalitu současného plánu jízd a vyčíslit možné úspory nákladů a času.

Metodika

- nastudování odborné literatury
- výběr metod
- tvorba pro lu reálné trasy
- zpracování dat
- interpretace výsledků
- ekonomická analýza řešení

Doporučený rozsah práce

60 - 80 stran

Klíčová slova

Logistika, doprava a přeprava, problém obchodního cestujícího, víceokruhový dopravní problém

---

Doporučené zdroje informací

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

FOTR, J., DĚDINA, J. 1994. Manažerské rozhodování. VŠE v Praze, Fakulta podnikohospodářská. 170 s. ISBN-80-7079-939-0

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

PLAMÍNEK, J. 2008. Řešení problémů a rozhodování. První vydání. Praha : Grada,. 144 s. ISBN 978-80-247-2437-9.

Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

doc. Ing. Milan Houška, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 21. 10. 2014

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 11. 2014

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Plánování tras pro obchodní zástupce vybrané společnosti" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce, s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 30.3.2015 ______________________________

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu diplomové práce panu doc. Ing. Milanu Houškovi, Ph.D. za jeho ochotu, konstruktivní připomínky a odborné rady, který mi přispěl k vypracování této diplomové práce.

Plánování tras obchodního zástupce vybrané společnosti

--

Routes planning for sales representatives of selected company

Souhrn

Cílem diplomové práce bylo provést optimalizaci tras obchodního zástupce ve vybrané Společnosti a následně zhodnotit časový a finanční přínos takto provedené optimalizace. Celková práce je rozčleněna do dvou základních oddílů. Prvním z nich je teoretické uvedení do problematiky, které zahrnuje všeobecné informace v oblasti logistiky, teorie grafů a jednotlivé specifické termíny včetně metod výpočtů, které jsou pro proces optimalizace zapotřebí. Druhý oddíl práce tvoří část praktická, v rámci které jsou teoretická východiska aplikována na skutečných cestách obchodního zástupce vybrané společnosti. Podkladem pro výpočet je konkrétní týdenní harmonogram pracovníka, z něhož jsou vybrány dva dny, na kterých je provedena optimalizace pomocí ručního výpočtu Vogelovy metody, Litllovy metody a metody nejbližšího souseda. Výsledky optimalizace jsou následně vyhodnoceny z hlediska finančního i časového přínosu pro společnost. V závěru práce je pro zajištění komplexnosti vypočtených hodnot nabídnut pohled na snížení finančních výdajů při zavedení optimalizačních procesů tras obchodních zástupců v rámci celé firmy, tedy nadnárodního koncernu.

Klíčová slova:

Teorie grafů, orientovaný graf, logistika, dopravní problém, problém obchodního cestujícího, Vogellova metoda, Litlova medoda, metoda nejbližšího souseda, finanční přínos, optimalizace

Summary

The aim of this thesis was to optimize the route sales representative in the selected company and subsequently evaluate the time and financial payoff follows optimizations. The total work is divided into two main sections. The first is a theoretical introduction to the topic, which includes general information on logistics, graph theory and individual-specific terms, including the methods of calculations that are needed for process optimization. The second section of the thesis is the practical part, within which are theoretical solutions applied to the actual traveling sales representative selected companies. The calculation of the specific weekly schedule of the worker, which are selected from two days on which optimization is done using manual calculation Vogel, Litllovy method and nearest neighbor method. The results of optimization are then evaluated in terms of financial and time benefits for society. The conclusion is to ensure the comprehensiveness of the calculated values offered a view of the reduction in financial expenses in the implementation of optimization processes route sales representatives across the company.

Keywords:
Graph Theory, directed graph, logistics, transportation problem, the traveling salesman problem, Vogell´s method, nearest neighbor method, Litll´s method, financial benefits, optimization

Obsah

1 Úvod

Díky neustálému tlaku konkurence je každý podnik nucen zaobírat se problémem snižování nákladů a optimalizace svých činností tak, aby byl schopen doručit svým obchodním partnerům poptávané zboží včas, a v požadovaném množství i kvalitě. Právě snižování nákladovosti dopravních služeb lze řešit pomocí lineárního programování. Obchodní zástupce, který představuje základní kontaktní článek mezi společností a jejich zákazníky, je díky nákladům, které je společnost nucena vynaložit jak na jeho mzdu, včetně odvodů, tak nákladů, které jsou vynaloženy na pohonné hmoty, z ekonomického hlediska poměrně významnou nákladovou složkou. A tak pro podnik není důležité jen to, za jakým zákazníkem jede, ale i kdy, jakou cestou a zda na sebe navštívení zákazníci chronologicky navazují tak, aby byla zajištěna minimalizace nákladů na pohonné hmoty i čas pracovníka. Optimalizace tras, a nejen těch obchodních, je tématem, kterému se je třeba věnovat, protože žádný z podniků se neobejde bez pohybu hmotných statků.

Firmy si často určují konkrétní podobu trasy pouze na základě vlastního uvážení, čímž mohou zbytečně navyšovat náklady vynaložené na dopravní služby. Tato práce se snaží takto navýšené náklady minimalizovat a dojít tak k co nejvýhodnějšímu složení konkrétní podoby cesty obchodního zástupce.

Práce je složena ze čtyř základních částí. V té první jsou obsažena převážně teoretická východiska zkoumané problematiky. Obsahuje základní vysvětlení pojmu logistika, distribučního řetězce, včetně jeho členění a následně i vykreslení distribučního řetězce konkrétní společnosti. Dále jsou vysvětlené pojmy zahrnuty do teorie grafů, lineárního programování a matematické modelování dopravních cest se zaměřením na problém obchodního cestujícího, který je využit v praktické části diplomové práce. Druhou část práce tvoří představení Společnosti, které zahrnuje její hodnoty, vize, cíle, oblastní působnost i předmět podnikání. Spolu se Společností bude detailně popsána i činnost obchodních zástupců na českém trhu se zaměřením na jednoho konkrétního, na němž bude optimalizace obchodních cest aplikována. Následuje konkrétní specifikace několika cest obchodního zástupce spolu se zakreslením do mapy a jejich následná optimalizace pomocí Litllovy metody. Výsledky optimalizace a jejich úspora při jejich zavedení z hlediska času i nákladovosti bude zpracována pomocí tabulek pro jejich lepší přehlednost. Takovéto shrnutí bude obsahem čtvrté části mé diplomové práce, včetně možných doporučení a nakonec i závěru.

Cílem mé diplomové práce je provést optimalizaci vybraných tras obchodního zástupce mezinárodní Společnosti, včetně vyjádření časového
i finančního přínosu této optimalizace.

K tomu, aby mohlo být dosaženo cíle práce, jsem využila rešerži odborné literatury, která se problémem optimalizace cest obchodního zástupce zabývá a která je obsahem převážně teoretické části. Informace, které jsou uvedeny v části praktické, jsou pak získány převážně na základě konzultací s pracovníky Společnosti. Ke zpracování praktické části byla využita metoda aplikační, v rámci které byly využity získané znalosti z dané problematiky. Následná optimalizace cesty obchodního zástupce byla provedena na základě vlastního výpočtu a její výsledky byly publikovány prostřednictvím tabulek a grafů. V práci je využita metoda modelování, komparace, analogie, analýzy a syntézy.

2 Teoretická východiska

2.1 Logistika

Pojem logistika byl převzat z francouzského slova *logistice* a v původním slova organizování toků zásob se nejprve objevila v armádě, přičemž první náznaky se objevily již ve starověkém Římě, Řecku a Byzancii. V armádě existovali důstojníci, kteří byli starostí o organizaci zásobování a ubytováni pověřeni a podchycení tohoto problému se z historického hlediska mnohdy jevilo jako klíčové. Do obchodu se tato věda aplikovala v 50. letech v USA ve snaze snížit náklady.[1]

Vědní disciplíny, které se blíže zabývají integrovaným systémem řízení oběhových procesů, jej definují jako všechny činnosti, které se uskuteční od pořízení materiálu a surovin pro přechod do podoby finálních výrobků až do spotřeby daného statku mimo vlastní výrobní proces.

Makroekonomie rozlišuje oběhové procesy na dvě základní kategorie struktur:

- Oběhové procesy, které umožňují ekonomický oběh zboží a výrobků, tedy procesy nevýrobní povahy
- Procesy výrobní, které zahrnují oběh výrobků, včetně jejich skladování, řízení zásob, manipulace se zbožím při výrobě, oběhu a přemisťování, přičemž tyto procesy lze označovat jako dodatečné výrobní procesy.

Za ekonomickou funkci logistiky lze označit skutečnost, že souhrnem svých činností umožňuje výrobu hmotných statků, směnu i následnou spotřebu, včetně likvidace vzniklých odpadů, a to tak, že dokáže řešit nesoulad mezi místem výroby daného zboží a místem po jeho poptávce. Díky těmto skutečnostem se jeho optimalizace logistických procesů za pomocí využití řady vědních oborů stává předmětem snažení mnoha společností.

Definicí, které by charakterizovaly pojem logistika lze v literárních pramenech najít řadu, pro kompletnost uvádím tři z nich, které byly uznány mezinárodními institucemi pro logistiku:

[1] LEIBNIZ, Gottfied, Wilhelm. *Monadologie a jiné práce.* Praha : Svoboda, 1982. str. 175. ISBN 0-82-293670-4.

„Logistika je organizace, plánování, řízení a uskutečňování toku zboží, počínaje vývojem a nákupem a konče výrobou a distribucí podle objednávky finálního zákazníka tak, aby byly splněny všechny požadavky trhu při minimálních nákladech a minimálních kapitálových výdajích.“

„Logistika uvádí do vztahů zboží, lidi, výrobní kapacity a informace, aby byly na správném místě ve správném čase, ve správném množství, ve správné kvalitě, za správnou cenu.“

„Logistika je soubor všech činností sloužících k poskytování potřebného množství prostředků s nejmenšími náklady tam a tehdy, kde a kdy je po nich poptávka. Zabývá se všemi operacemi, určujícími pohyb zboží (alokace výroby a skladů, zásob, řízení pohybu zboží ve výrobě, balení, skladování, dodávání odběratelům).“ [2]

2.2 Druhy logistiky

Logistiku lze členit dle jednotlivých úrovní logistického řetězce, čímž se dostaneme na konkrétnější problematické okruhy.

Podniková logistika

Podniková logistika zahrnuje tok hmotného statku od pořízení materiálu, přes výrobu až po konečnou spotřebu. Úlohou podnikové logistiky není pouze zajištění manipulace, skladování či distribuce, ale i sjednocení všech činností do integrovaného systému a ten průběžně optimalizovat.

Průmyslová logistika

Průmyslovou logistiku lze označit jako poddruh podnikové a následně je možno ji rozčlenit na zásobovací, výrobní a odbytovou. Jejím cílem je snížit náklady na vázaný kapitál pomocí nižších zásob, zrychlení vyřízení objednávky, zajištění pružnosti a pohotovosti v dodávkách na trh, čímž je možno posílit konkurenceschopnost na trhu.

---

[2] SVOBODA, V. *Doprava jako součást logistických systémů.* Praha 1 : Vydavatelství ČVUT, 2004. str. 152 s. Sv. 1. Vyd.

Obchodní logistika

Zahrnuje tok zboží od poptávky po konečnou spotřebu, přičemž je potřeba zajistit, aby zákazníci měli požadované zboží včas, ve správném množství i kvalitě.

Marketingová logistika

Bývá součástí obchodní logistiky a jejím hlavním cílem je nalézt odpovídající poměr mezi cenou a úrovní poskytnutých služeb, nikoliv minimalizaci nákladů.

2.3 Distribuce

Distribuční logistika zahrnuje veškeré skladové a dopravní pohyby hmotného statku k zákazníkovi a s nimi související informační a kontrolní činnosti. Představuje tak spojovací článek mezi výrobou a zákazníkem, přičemž cílem celého procesu je nalezení optimálního poměru mezi úrovní dodacích služeb
a odpovídající výši nákladů.

Z hlediska hierarchického lze distribuci rozčlenit do tří různých úrovní:

- *Strategická*, která se zabývá návrhem distribučního systému (návrh jednotlivých sítí skladů, volba manipulačních a dopravních prostředků)
- *Taktická*, která má za úkol zabezpečit optimální využití navrženého systému pomocí krátkodobého a střednědobého plánování
- *Operativní*, za pomocí níž jsou řešeny odchylky od vytyčeného plánu

Distribuční logistika bývá využívána společnostmi, jejichž předmětem podnikatelské činnosti je výroba produktů určených pro prodej a dalšími dopravními i obchodními společnostmi, které s ní přicházejí do styku. [3]

2.3.1 Distribuční řetězec

Distribuční řetězec lze specifikovat jako „*část logistického řetězce, která začíná okamžikem, kdy výrobek opustí výrobní podnik a končí u konečného zákazníka*“. [4]

---

[3] VANEČEK, D. *Logistika.* 1. vydání. České Budějovice : JU ZF, 1996. str. 131. ISBN 80-7040-157-5.

[4] PERNICA, P. *Logistika. Aktivní prvky.* 1. vydání. Praha : VŠE, 1994. str. 231. ISBN 80-7079-808-4

Vzhledem k tomu, že málokterý výrobce je schopen své výrobky prodávat rovnou konečnému spotřebiteli, je zapotřebí mnoho mezičlánků, které neshodu místa výroby a místa poptávky řeší, a ty tvoří distribuční řetězec.

Jak z výše uvedeného vyplývá, cílem distribučního řetězce je překonat prostorový a vlastnický nesoulad při pohybu zboží a při zajišťování tohoto cíle plní i řadu dalších funkcí, jako jsou:

- Výzkum trhu (sběr informací, které jsou potřeba pro zajištění distribuce)
- Podpora odbytu (zabezpečení dostatečného množství informací o daném výrobku)
- Transformace (např. balení)
- Získávání kontaktů (vyhledávání potencionálních zákazníků)
- Vyjednávání (dosažení shody na konkrétní podobě dopravních podmínek)
- Přebírání rizika spojených s odbytovou činností
- Financování (úhrada nákladů spojených s odbytovou činností)
- Marketingová logistika (fyzická distribuce)[5]

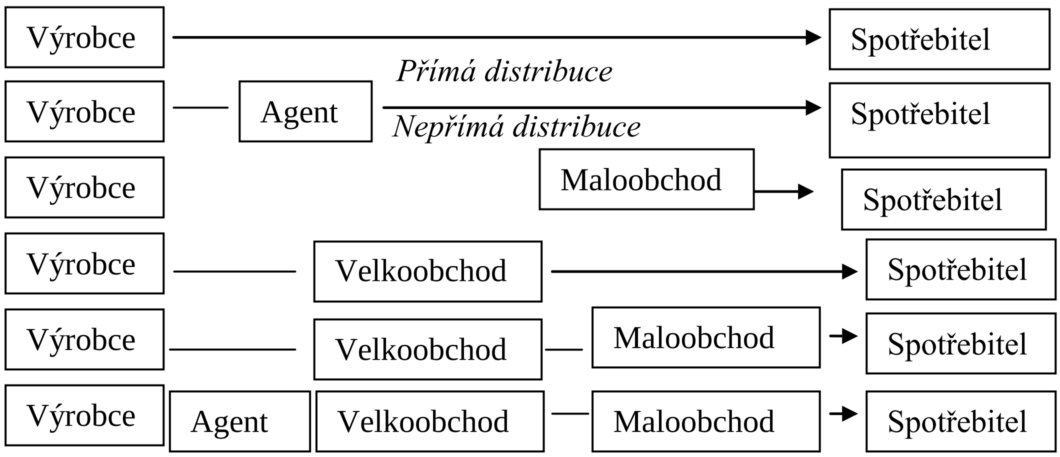
2.3.2 Členění distribučního řetězce podle počtu stupňů

Většina distribučních řetězců je tvořena vertikálně seřazenými firmami bez pevně stanovené struktury. Konkrétní podoba struktury závisí do značné míry na povaze distribuovaného produktu a na charakteru cílového zákazníka. Řetězce se liší jak svou délkou v podobě počtu distribučních úrovní mezi výrobcem a zákazníkem, tak šířkou, která je dána počtem účastníků, kteří se na distribuci jedné úrovně podílejí. [6]

[5] SCHULTE, CH**.** *Logistika.* 1. vydání. Praha : Victoria Publishing, 1994. str. 310. ISBN 80-85605-87-2

[6] DOUGLAS, M. LAMERT, JAMES R. STOCK, LISA M. ELLRAM. *Logistika.* [překl.] E. Nevrlá. 1. vydání. Praha : Computer Press, 2000. str. 590. ISBN 80-7226-221-1.

Obrázek 1: Nejrozšířenější typy distribučního řetězce



Zdroj: [7]

Přímá distribuce bývá využívána při poskytování velkých investičních celků, kdy zapojení dalších článků by představovalo navýšení stávajících nákladů či u lokálně působících malovýrobců. U nepřímé distribuce se zboží dostává ke konečnému spotřebiteli přes několik mezičlánků. Díky využití několika distribučních stupňů lze zvýšit výkonnost tohoto procesu formou přidané hodnoty času, místa a vlastnictví. Přínos času se projeví tím, že prostředník zboží uskladňuje a v době spotřebitelovy potřeby je schopen jej okamžitě poskytnou. Přínos místa vzniká díky tomu, že jej mezičlánek spotřebiteli fyzicky doručí. Rovněž pro spotřebitele tento distribuční kanál představuje usnadnění orientace na trhu a vyhledávání požadovaného zboží. Využití prostředníka je tím efektivnější, čím vyšší je počet specializovaných produktů.

Maloobchod

Pokud je zboží v rámci distribučního systému dodáváno přímo do maloobchodu, může probíhat ve čtyřech následujících formách:

- *Klasickou*, kdy výrobce rozváží zboží dle objednávek na základě svého rozvozního plánu přímo prodejnám

[7] Líbal, V. Kubát, J. ABC logistiky v podnikání. Praha: NADATUR 1994

- *Cross-docking*, formu distribučního systému využívanou převážně u zboží s velkým objemem toků, kdy je zboží od více dodavatelů svezeno, povětšinou večer, do jednoho centra, kde se během noci třídí, kompletuje
a na druhý den se rozváží. Činnost je optimalizována tak, aby byl průtok daným centrem co nejrychlejší
- *Speciální zásilky zboží*, které je ohraničeno časem (módní trendy), nebo jeho manipulace podléhá zvláštním předpisům (zbraně, střelivo), či zboží, které je těžko manipulovatelné pro svou velikost
- *Dodávka zboží na základě dohody mezi dodavatelem a prodejnou*, kdy dodavatel instaluje přímo v prodejně svůj regál a sám sleduje prodej zboží, které si sám doplňuje. Tato forma prozatím není příliš rozšířená

Velkoobchod

V evropských zemích se však téměř 90% zboží dostává ke konečnému spotřebiteli prostřednictvím velkoobchodů, přičemž v České republice bývá obvykle zapojen pouze jeden velkoobchodní článek, v západoevropských zemích bývají obvykle dva a více článků.[8]

Cash and Carry

„V překladu „zaplať a odnes" představuje formu samoobslužného velkoobchodu, který se začal rozšiřovat začátkem 60. let."[9] U nás dosáhl největšího rozmachu po privatizaci maloobchodu v 90. letech. Tato forma distribučního systému je využívána převážně drobnými maloobchodníky, provozovateli různých pohostinských zařízení a menšími výrobci.

Zásilkový obchod

Tato forma distribučního řetězce je dlouhodobě považována pouze za okrajovou. Díky vysoké nákladovosti tisku katalogů si jej mohou dovolit pouze firmy mající vysoký kapitál či omezený sortiment. Přestože byly klasické tištěné katalogy z velké části nahrazeny

---

[8] SCHULTE, CH. *Logistika.* 1. vydání. Praha : Victoria Publishing, 1994. str. 310. ISBN 80-85605-87-2

[9] SCHULTE, CH. *Logistika.* 1. vydání. Praha : Victoria Publishing, 1994. str. 310. ISBN 80-85605-87-2

elektronickými, zásilkový obchod dosáhl svého vrcholu v 70. Letech, a od té doby spíše stagnuje.

Kombinované distribuční systémy

V praxi bývají velmi často využívány kombinace jednotlivých forem, kdy je předem rozhodnuto, které zboží bude k zákazníkovi dopraveno prostřednictvím jakéhosi distribučního kanálu. Rovněž může být využito v případě, že má zákazník k dispozici více distribučních center a možností odběru, a proto v zájmu uspokojení jeho potřeby může dojít k různým kombinacím dodávky zboží. „*Na popularitě rovněž nabývají metody, kdy se s alternativními způsoby dodávek zboží již počítá a jsou tedy do distribučního systému konkrétní firmy předem zakomponovány.*“ [10]

Distribuční řetězec Společnosti

Základním kamenem distribučního řetězce Společnosti jsou obchodní zástupci, kteří mají v náplni práce navštěvovat stávající i potencionální zákazníky, včetně marketů. Po absolvování schůzky se zákazníkem, či po návštěvě určitého marketu, navedou objednávku potřebného sortimentu do systému. Společnost má k dispozici kromě svého hlavního velkoskladu i několik partnerů, kteří jim pomocí svých velkoskladů zabezpečují rychlé krytí poptávky na trhu. Jednou z povinností obchodního zástupce je rovněž zajistit množstevní připravenost těchto velkoskladů a marketů, které ve své oblasti mají před připravovanými slevovými či marketingovými akcemi.

2.4 Doprava jako součást logistického systému

Doprava plní potřeby přemístění v logistickém systému. Ačkoliv se různé logistické technologie snaží do určité míry odstraňovat hmotné toky zboží, v konečném důsledku vždy vznikne rozpor mezi místem výroby a spotřeby, který lze odstranit právě pomocí dopravy. Dopravu tedy lze chápat jako „s*pecifickou lidskou činnost, jíž se provádí*

[10] SVOBODA, V. *Doprava jako součást logistických systémů.* Praha 1 : Vydavatelství ČVUT, 2004. str. 152 s. Sv. 1. Vyd

cílevědomé přemístění osob a hmotných statků, které se svými (nehmotnými) efekty projevuje ve sledovaném systému."[11]

Dopravu lze členit dle jejich jednotlivých fází, v rámci kterých působí v logistickém systému na:

- *Mezioperační*, která je doprava, prováděna na velmi krátkou vzdálenost, mnohdy pouze v rámci jednoho závodu
- *Technologickou*, která zajišťuje přesuny polotovaru v rámci procesu výroby
- *Oběhovou*, jež je realizována po dokončení výroby[12]

2.5 Dopravní síť

Lze ji charakterizovat jako „*konečnou množinou dopravních uzlů a cest, které tyto uzly spojují. Ty posléze tvoří pevnou, nepřemístitelnou část dopravní soustavy, označovanou pojmem dopravní infrastruktura*."[13]

Vzhledem k rozdílné technické konstrukci dopravních sítí a tomu odpovídající technické konstrukci dopravních prostředků, lze dopravní síť rozčlenit na:

- Železniční dopravu
- Silniční dopravu
- Vnitrozemskou vodní dopravu
- Leteckou dopravu
- Potrubní dopravu
- Námořní dopravu

Z hlediska formálního pak lze dopravní síť vyobrazit jako „rovinný síťový graf, definovaný množinou uzlů (U), množinou hran (H), které jsou ohodnoceny směrovou

---

[11] SVOBODA, V. *Doprava jako součást logistických systémů.* Praha 1 : Vydavatelství ČVUT, 2004. str. 152 s. Sv. 1. Vyd

[12] SVOBODA, V. *Dopravní logistika.* Praha 1 : Vydavatelství ČVUT, 2004. str. 167 s. Sv. 1. Vyd

[13] SVOBODA, V. *Doprava jako součást logistických systémů.* Praha 1 : Vydavatelství ČVUT, 2004. str. 152 s. Sv. 1. Vyd

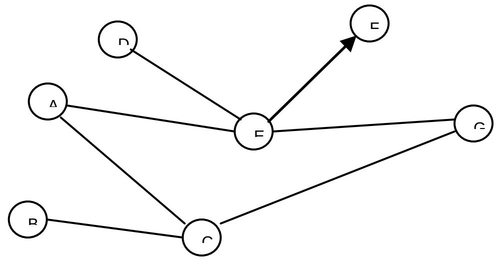
orientací, délkou hrany (d) propustností buď sítě jako celku, jednotlivých cest v síti, nebo prvků (p).“[14]

2.6 Teorie grafů

Za zakladatele teorie grafů lze označit Leonharda Eulera (1707 – 1783), který v roce 1736 publikoval řešení příkladů Sedmi mostů města Königsbergu. Ve 20. století došlo i na území České republiky k významným poznatkům, kdy v roce 1926 publikoval svůj algoritmus pro nalezení minimální kostry Otakar Borůvka (1899 – 1995) za účelem nalezení co nejvýhodnější výstavby elektrických sítí. [15]

Graf je základním objektem Teorie grafů a slouží jako abstrakce mnoha různých problémů. Většinou se jedná o zjednodušený model nějaké situace, například dopravní, který znázorňuje vlastnosti objektů, přičemž povětšinou zanedbává přesnou polohu jednotlivých částí. „*Z hlediska Teorie grafů je graf matematická struktura sloužící především k vyjádření (modelování) té skutečnosti, že mezi prvky nějaké množiny V existují určité vazby z množiny H. Prvkům množiny V říkáme uzly nebo vrcholy grafů a vazbám (symetrickým nebo nesymetrickým) mezi některými (nebo všemi) z těchto uzlů říkáme hrany grafu. Označíme-li množinu všech uzlů grafu písmenem V a množinu všech existujících hran H, můžeme graf definovat jako uspořádanou dvojici (V,H).*“[16]

Obrázek 2 Základní pojmy teorie grafů



Zdroj: [17]

[14] SVOBODA, V. *Doprava jako součást logistických systémů.* Praha 1 : Vydavatelství ČVUT, 2004. str. 152 s. Sv. 1. Vyd

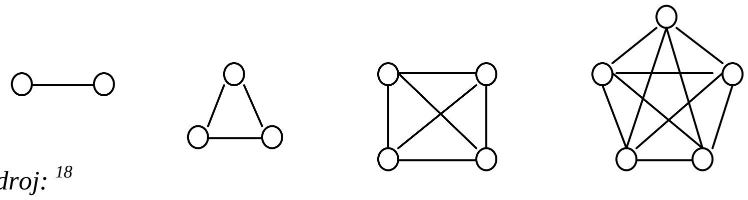
[15] Lukáš, Jirovský. Teorie grafů. [Online] MFF UK. [Citace: 2. Leden 2015.] http://teorie-grafu.cz/uvod/vyuziti-grafu.php

[16] ŠEDA, M. *Teorie grafů*. Brno: Radix, spol. s r.o., 2003, ISBN 80-963035-64-3

Úplný graf

Úplný graf je graf, kdy jsou dva vrcholy spojené hranou. Matematicky jej lze zapsat takto: $|H| = \binom{|V|}{2}$

Obrázek 3 Příklady úplných grafů

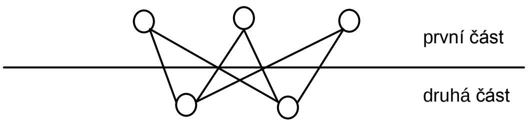


Zdroj: [18]

Bipartitní graf

Bipartitní graf je graf, jehož množinu vrcholu lze rozdělit na dvě části, kdy z každého vrcholu jedné části jde hrana pouze do vrcholu části druhé a naopak. V případě, kdy z každého vrcholu jedné části jde hrana do každého vrcholu části druhé, se jedná o bipartijní graf úplný.

Obrázek 4 Bipartinální graf



Zdroj: [19]

Podgraf

---

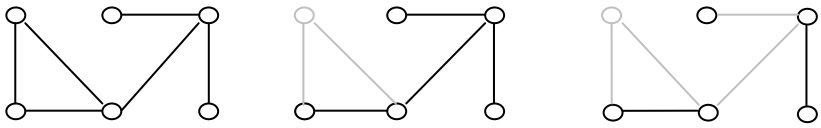
[17] Teorie grafů. In:Wikipedia: the free encyclopedia [online].San Francisco (CA):Wikipedia Foundation, 2001, [cit. 2014-12-30]. http://cs.wikipedia.org/wiki/Graf_%28teorie_graf%C5%AF%29

[18] Lukáš, Jirovský. Teorie grafů. [Online] MFF UK. [Citace: 2. Leden 2015.]http://teorie-grafu.cz/zakladni-pojmy/uplny-graf.php

[19] Lukáš, Jirovský. Teorie grafů. [Online] MFF UK. [Citace: 2. Leden 2015.] http://teorie-grafu.cz/zakladni-pojmy/bipartitni-graf.php

Lze říci, že podgraf grafu G je graf H, který vznikl odebráním některých vrcholů a hran z původního grafu G. Pokud byly odebrány jen hrany, které vedly z odebraného vrcholu, jedná se o indukovaný podgraf. Jestliže byly odebrány i jiné hrany, jedná se obecně o podgraf (viz obrázek 4).

Obrázek 5 Podgrafy

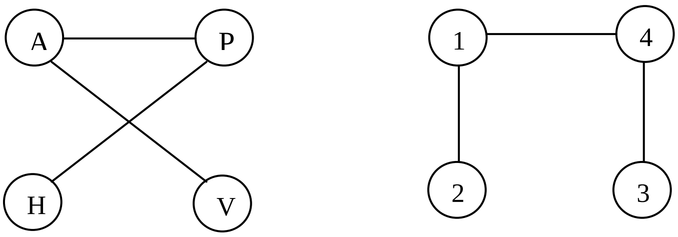


Zdroj:[20]

Isomorfismus

Při popisování určité situace pomocí grafů se může stát, že dva grafy, které popisují tutéž situaci, se jeví jako odlišné, například díky tomu, že vrcholy v grafu jsou jinak označeny (viz obrázek 5). Takovéto grafy pak nazýváme isomorfní.

Obrázek 6 Isomorfní grafy



Zdroj:[21]

Ověření, zda jsou grafy isomorfní lze provést přejmenováním druhého grafu obdobně jako u grafu prvního při zachování spojení hran. Takovéto přejmenování pak nazýváme „bijektivní zobrazení“, což v překladu znamená vzájemně jednoznačné.

[20] Lukáš, Jirovský. Teorie grafů. [Online] MFF UK. [Citace: 2. Leden 2015.] http://teorie-grafu.cz/zakladni-pojmy/podgraf.php

[21] Lukáš, Jirovský. Teorie grafů. [Online] MFF UK. [Citace: 2. Leden 2015.] http://teorie-grafu.cz/zakladni-pojmy/isomorfismus.php

Orientovaná hrana

Hrana vedoucí z vrcholu A do vrcholu B, která však vede pouze jedním směrem. Jedná se o tzv. typologické spojení mezi dvěma hranami.

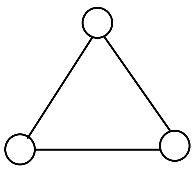
Neorientovaná hrana

Hrana, která spojuje dva vrcholy a umožňuje oboustranný pohyb.

Cyklus

Kružnice neboli cyklus, vyjadřuje posloupnost vrcholů a hran, které graf tvoří. Nejkratší kružnici představuje trojúhelník, tedy úplný graf se třemi vrcholy.

Obrázek 7 Nejkratší kružnice



Zdroj:[22]

Acyklický graf

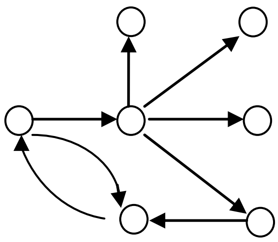
Za acyklický graf považujeme graf, který neobsahuje cyklus.

[22] Lukáš, Jirovský. Teorie grafů. [Online] MFF UK. [Citace: 2. Leden 2015.] http://teorie-grafu.cz/zakladni-pojmy/kruznice-cyklus.php

Orientovaný graf

„[23]Orientovaný graf je G je dvojice (V,H), kde H je podmnožina kartézského součinu V x V, přičemž prvky E nazýváme orientovanými hranami. Takto orientovaná hrana e má tvar (x,y), kdy hrana vychází z bodu x a končí v bodě y.“ Orientovaný graf se používá u silniční dopravy při vyjádření jednosměrného provozu, kdy hrana vede pouze jedním směrem.

Obrázek 8 Příklad orientovaného grafu



Zdroj: [24]

Neorientovaný graf

Neorientovaný graf lze z pohledu teorie grafů definovat jako dvojici G=(V,H), přičemž:

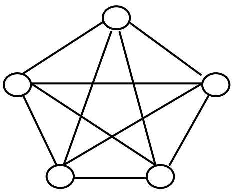
- V je konečná množina vrcholů $\{u_1, u_2, \ldots\ldots u_n\}$
- H je množinou dvojic vrcholů, které nazýváme hranami $\{u_i, u_j, i, j = 1,2 \ldots\ldots n\}$.

  Pokud vede hrana z bodu A do bodu B, vede i z bodu B do bodu A, tedy směr není rozlišován

[23] Lukáš, Jirovský. Teorie grafů. [Online] MFF UK. [Citace: 2. Leden 2015.] http://teorie-grafu.cz/zakladni-pojmy/kruznice-cyklus.php

[24] Lukáš, Jirovský. Teorie grafů. [Online] MFF UK. [Citace: 2. Leden 2015.] http://teorie-grafu.cz/zakladni-pojmy/orientovane-grafy.php

Obrázek 9 Příklad neorientovaného grafu – matice sousednosti

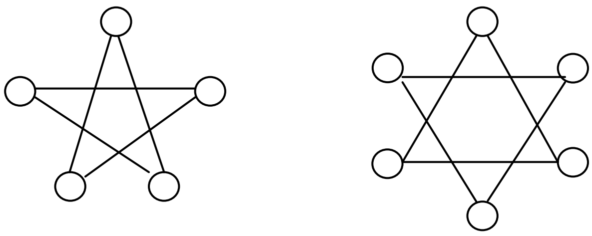


Zdroj: [25]

Souvislost grafu

„Souvislost grafu použijeme, pokud chceme zjistit, zda je graf tzv. „jedním celkem“, tedy že se lze dostat z bodu x do bodu y. Pokud však graf není souvislý, může se skládat z komponentů souvislostí, které samy o sobě souvislé jsou“[26]. Na obrázku 9 lze vidět, že u druhého grafu jsou těmito komponenty souvislosti dva trojúhelníky.

Obrázek 10 Příklady souvislého a nesouvislého grafu



Souvislý graf Nesouvislý graf

Zdroj: [27]

2.7 Lineární programování

První zmínky o lineárním programování lze spatřit v publikovaných pracích Fouriera z roku 1888. Jako první vytvořil soustavu lineárních nerovnosti maďarský matematik

[25] Lukáš, Jirovský. Teorie grafů. [Online] MFF UK. [Citace: 2. Leden 2015.] http://teorie-grafu.cz/zakladni-pojmy/uplny-graf.php

[26] Lukáš, Jirovský. Teorie grafů. [Online] MFF UK. [Citace: 2. Leden 2015.] http://teorie-grafu.cz/zakladni-pojmy/cesta-a-souvislost-grafu.php

[27] Lukáš, Jirovský. Teorie grafů. [Online] MFF UK. [Citace: 2. Leden 2015.] http://teorie-grafu.cz/zakladni-pojmy/cesta-a-souvislost-grafu.php

Farkas počátkem 20. století, což je dodnes považováno za základ teorie lineárního programování. V roce 1941 vypracoval postup pro řešení dopravních problému americký matematik Hitchcok. Ovšem k největším přínosům v oboru lineárního programování došlo po ukončení druhé světové války z důvodu ekonomických problému poválečných států. Simplexovu metodu vypracoval Dantzing v roce 1947, který i po mnoha diskusích podal obecnou formulaci lineárního programování. Díky nástupu výpočetní techniky mohla vzniknout nová řešení, například elipsoidová metoda či Karmarkarova metoda.

Lineární programování pomáhá řešit složité úlohy z praxe, kde by systematické prohledávání bylo velmi náročné z hlediska času.

„*Lineární programování je soubor metod umožňující výběr optimální varianty při daném kritériu optimality a daných omezujících podmínkách*."[28]

Distribuční úlohy

Mezi důležité aplikace lineárního programování patří právě distribuční úlohy, které řeší minimalizace celkových nákladů na distribuci za pomoci odlišných metod než těch, které se používají při řešení typických úloh lineárního programování. Mezi základní distribuční úlohy patří dopravní problém, okružní dopravní problém, přiřazovací problém, obecný dopravní problém a problém obchodního cestujícího.

[28] ŠEDA,M.Teorie grafů. Brno: Radix, spol. s r.o., 2003, ISBN 80-963035-64-3

2.8 Matematické modelování dopravních cest

V následující kapitole budou podrobněji rozebrány výše uvedené základní distribuční úlohy lineárního programování.

2.8.1 Dopravní problém

Při řešení dopravní úlohy bylo poprvé úspěšně využito metod lineárního programování. Hlavním cílem řešení dopravního problému je přepravit určité zboží od dodavatele k odběrateli za co nejnižší cenu a v rámci co nejkratší cesty. V rámci dopravní úlohy bývá specifikováno m-zdrojů (dodavatelů) s omezenými kapacitami a n-cílových míst (odběratelů) s určitými stanovenými požadavky. Každý vztah dvojice odběratele a dodavatele je určitým způsobem oceněn, například pomocí vzdálenosti vyjádřené v kilometrech či pomocí nákladů, které s sebou tento způsob přepravy přinesou.[29]
Řešení dopravního problému si klade za cíl přepravu mezi zdroji tak, aby nebyly překročeny kapacity zdrojů a zároveň, aby došlo k uspokojení požadavků cílových míst. Z hlediska ekonomického modelování je zapotřebí si stanovit hodnoty proměnných $x_{ij,}\ i = 1,2, \dots m,\ \ j = 1, 2 \dots . n$, které znázorňují objem přepravy mezi i-tým zdrojem a j-tým cílovým místem. Takto formulovaný dopravní problém z hlediska ekonomického modelu lze vyjádřit následující tabulkou.

[29] Formulace ekonomického a matematického modelu. [Online] 2. Leden 2015. [Citace: 2. Leden 2015.] http://www1.osu.cz/studium/mopv2/doprav/.

Tabulka 1Formulace ekonomického modelu dopravního problému[30]

Cílová místa					
$\mathbf{O_1}$	$\mathbf{O_2}$	…	$\mathbf{O_n}$		
$\mathbf{D_1}$	c_{11} x_{11}	c_{12} x_{12}	…	c_{1a} x_{1a}	a_1
$\mathbf{D_2}$	c_{21} x_{21}	c_{22} x_{22}	…	c_{2n} x_{2n}	a_2
…	…	…	. . .	…	…
$\mathbf{D_m}$	c_{m1} x_{m1}	c_{m2} x_{m2}	…	c_{mn} x_{mn}	a_m
Požadavky cíl. míst	b_1	b_2	…	b_n	$\sum^i a_i$ $\sum^j b_j$

Situaci, ve které jsou všechny požadavky uspokojeny a zdroje zcela vyčerpány, nazýváme *vyrovnaným dopravním problémem*. Pokud však ze strany nabídky vznikne převis a kapacita zdrojů nebude plně využita či naopak díky převisu poptávky nedojde k uspokojení všech požadavků, je daná situace označována za *nevyrovnaný dopravní problém*.

Pro účely matematického modelování se pracuje s vyrovnaným dopravním problémem, který lze snadno vytvořit i z nevyrovnaného, a to za pomocí doplnění fiktivního cílového místa při převisu nabídky či fiktivního zdroje u převisu poptávky.

[30] Formulace ekonomického a matematického modelu. [Online] 2. Leden 2015. [Citace: 5 . Leden 2015.] http://www1.osu.cz/studium/mopv2/doprav/.

2.8.2 Přiřazovací problém

Přiřazovací problém je podtřída logistických úloh, které mají za úkol řešit optimální přiřazení při stejném počtu spotřebitelů i dodavatelů. Úloha je celočíselná, tedy kapacity dodavatelů i požadavky spotřebitelů jsou přiřazovány v poměru 1:1 a zápis je prováděn pomocí čtvercové matice. Dalšími předpoklady modelu jsou vzájemně homogenní kapacity dodavatelů i požadavky spotřebitelů. Dodavatelsko-odběratelské vztahy mohou být tedy vyjádřeny nekonečnou mírou mezní substituce. Hodnoty modelu mohou být vyjádřeny pomocí času, efektu, ztráty či vzdálenosti, přičemž snahou řešitele je vzdálenost, čas a ztráty minimalizovat a efekt maximalizovat. „*Jednou z možných metod řešení přiřazovacího problému je maďarská metoda, která je založena na snaze najít řešení, kdy kladným složkám odpovídají nulové sazby. Existence takového situace je považováno za optimální řešení úlohy*.“ [31]

2.8.3 Kontejnerový problém

Kontejnerový problém lze chápat jako určitou modifikaci dopravního problému, avšak s tím rozdílem, že u kontejnerového problému se přeprava mezi dodavateli a spotřebiteli realizuje pouze za pomocí kontejnerů, které mají kapacitu K. Přepravní náklady pak nejsou lineárně závislé na množství produktů, ale na počtu kontejnerů, které jsou pro jeho přepravu používány nehledě na skutečnosti, zda jsou naplněny zcela či jsou poloprázdné. Snahou řešitele je u kontejnerového problému dosáhnout pokud možno co největšího využití přepravních kontejnerů. [32]

[31] PERKNER, R. Teorie grafů. Praha, 1999, Skripta. ČVUT Praha, fakulta dopravní

[32] JABLONSKÝ, J. *Operační výzkum - Kvantitativní metody pro ekonomické rozhodování.* Praha : Profesional Publishing, 2007. str. 323. ISBN 978-80-86946-44-3.

2.8.4 Obecný dopravní problém

Obecný dopravní problém se od dopravního problému liší v zásadě tím, že kapacity zdrojů a požadavky spotřebitelů nejsou uváděny ve stejných jednotkách. Pro následnou modelaci je tedy zapotřebí veličiny doplnit o určité převodní koeficienty. [33]

2.8.5 Okružní dopravní problém

Okružní dopravní problém, někdy též nazýván jako problém obchodního cestujícího, je svou charakteristikou velmi blízký přiřazovacímu problému. Obchodní cestující má za úkol v rámci okružní cesty navštívit všechny spotřebitele pouze jednou s tím, že se domů vrátí až po absolvování všech návštěv. „*Úlohou řešitele okružního dopravního problému je stanovit takové pořadí navštěvovaných míst, aby délka okruhu byla minimální. Následující kapitola řeší problematiku podrobněji*.“[34]

2.9 Obchodní cestující (Traveling salesman problem)

U problému obchodního cestujícího nemají spotřebitelé možnost být zásobováni z více míst. Zboží je rozvezeno pouze v rámci jedné jízdy. Základním předpokladem úlohy je skutečnost, že okružní jízda začíná i končí na stejném místě a každý spotřebitel může být navštíven pouze jednou. Cílem optimalizace okružní jízdy je minimalizovat její časovou náročnost, délku či spotřebu pohonných hmot. Problematiku obchodního cestujícího lze rozčlenit na dva základní druhy, a to na symetrický problém, pokud je vzdálenost z místa A do místa B stejně dlouhá jako z místa B do místa A a asymetrický problém, pokud tomu tak není.

---

[33] JABLONSKÝ, J. *Operační výzkum - Kvantitativní metody pro ekonomické rozhodování.* Praha : Profesional Publishing, 2007. str. 323. ISBN 978-80-86946-44-3.

[34] HOLOUBEK, J. *Ekonomicko-matematické metody.* Brno : Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2006. str. 153. ISBN 80-7157-970-X.

2.9.1 Formulace matematického modelu

Okružní problém lze popsat následujícím způsobem.[35] Předpokládejme existenci:

n navštívených míst, přičemž vyjíždíme z i-tého místa a jedeme do j-tého místa

n kroků trasy (k=1,2,..,n)

cij představuje vzdálenost mezi i-tým a j-tým navštíveným místem

xij je uskutečněná (1) nebo neuskutečněná (0) cesta mezi i-tým a j-tým místem

Pomocí výše uvedeného označení lze problém popsat takto:

$$Z_{min} = \sum_{i=1}^{n}\sum_{i=1}^{n}\sum_{i=1}^{n} c_{ij}x_{ijk}$$

Při omezeních

$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} x_{ijk} = 1$ (k = 1,2,…,n)

$\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{n} x_{ijk} = 1$ (i = 1,2,…,n)

$\sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{n} x_{ijk} = 1$ (j = 1,2,…,n)

$\sum_{i=1}^{n} x_{ijk} = \sum_{j=1}^{n} x_{ijk+1}$ (i,j,k = 1,2,…,n)

při $k = n$ je $k + 1 = 1$

$x_{ij} = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases}$ (i, j, k = 1,2,…,n)

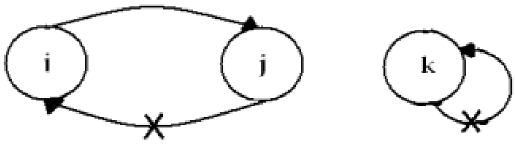
Nalezení optimálního řešení je matematicky velmi náročné, což je právě dáno velkým množstvím omezujících podmínek. Pro stanovení optimálního řešení bývá tedy používáno několik speciálních algoritmů, které však poskytuje pouze přibližné řešení.

[35] RAŠKOVSKÝ M., ŠIŠLÁKOVÁ H. *Ekonomicko-matematické metody.* Brno : Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003. str. 195 s. ISBN 80-7157-412-0.

Metody řešení okružního dopravního problému

Okružní dopravní problém lze řešit několika metodami, přičemž každá z nich je založena na principu nalezení takové okružní cesty, ve které bude každé místo navštíveno právě jednou. „*Aby bylo možné toto řešení nalézt, je zapotřebí vyloučit všechny trasy, které by kruh předčasně uzavřely. V modelech je tedy zakázáno současné zařazení jednoho úseku oběma směry a zpětná vazba každého uzlu.*“[36]

Obrázek 11 Příklady zakázaných cest



V rámci následujících kapitol bude uveden přehled nejznámějších metod využívaných při hledání optimálního řešení. [37]

2.9.1.1 Vogelova aproximační metoda (VAM)

Díky své jednoduchosti, přesnosti a rychlosti nalezení řešení je Vogelova aproximační metoda nejvyužívanější v běžné praxi. Pro úspěšnou aplikaci metody nejprve vypočteme diferenci mezi dvěma nejmenšími hodnotami s tím, že pokud jsou dvě nejmenší hodnoty stejné, je výsledek nula. Následně vybereme řadu s největší diferencí a v tomto řádku označíme buňku s nejnižší sazbou. Po označení se vyškrtne jak řádek, tak sloupec, ve kterém se buňka nachází a buňku s ní uzavírá kruh, který dosud neprochází všemi místy. Poté přepočteme diference a celý proces opakujeme, dokud nejsou zařazena všechna místa. [38]

[36] ZÍSKAL J., BROŽOVÁ J.,. *Ekonomické matematické metody II.* Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 1996. str. 122. ISBN 80-213-0721-X

[37] ZÍSKAL J., BROŽOVÁ J.,. *Ekonomické matematické metody II.* Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 1996. str. 122. ISBN 80-213-0721-X

[38] ŠUBERT T., BROŽOVÁ H., DOMEOVÁ L., KUČERA P. *Ekonomicko matematické metody II. - Aplikace a cvičení.* Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 1999. str. 152. ISBN 80-213-0721-8.

2.9.1.2 Metoda nejbližšího souseda

Nejprve zvolíme výchozí místo a následně se vydáme do místa s nejvýhodnějším spojením. Následně se z nového místa vydáme opět na místo s nejvýhodnějším spojením, ve kterém jsme ještě nebyli. Celý proces se opakuje, dokud se nedostaneme zpět do výchozího bodu.

Výpočet pomocí matice sazeb lze provést tak, že nejprve vyškrtneme sloupec, ve kterém se nachází výchozí bod, jelikož se do něj vrátíme až nakonec. V řádku, kde se nachází výchozí bod, nalezneme buňku s minimální sazbou a označíme ji, rovněž vyškrtneme sloupec, ve kterém se tato buňka nachází, a do tohoto sloupce se již nevracíme. Následně navštívíme další buňku s minimální sazbou a opět vyškrtneme sloupec, v němž se nachází. Tento postup opakujeme, dokud nejsou všechny sloupce vyškrtány. V řádku, ve kterém jsme se ocitli, nakonec obsadíme buňku, jež se nachází ve sloupci, ze kterého pochází výchozí bod. Postupně zvolíme všechna místa jako výchozí bod a pro každé najdeme okružní trasu dle výše uvedeného postupu. „*V případě, že má úloha nesymetrickou matici, budeme pro každé místo hledat trasu tzv. „pozpátku“. Vyškrtáme tedy všechny body s minimální sazbou, nebo můžeme původní postup aplikovat na transponovanou matici. Z takto získaných tras vybereme tu s nejnižší sazbou.*“ [39]

2.9.1.3 Litllova metoda

Metoda založena na metodě větví a mezí, ve které se systematicky dělí množina přípustných řešení na další podmnožiny, až dojde k nalezení optimálního řešení. Úlohu lze zapsat do matice, která pak obsahuje například délky tras mezi jednotlivými odběrateli, přičemž jsou vyloučeny dva druhy tras a to takové, které by předčasně uzavřely okruh či z místa *i* vedly opět do místa *i*. Základem této metody je redukce matice, kdy od každého řádku i sloupce matice odečteme tzv. transformační konstantu, tedy nejnižší sazbu. Pomocí tohoto úkonu dostaneme v každém řádku i sloupci alespoň jednu nulovou sazbu.

Následně vypočteme hodnotu Z_0 o kterou pak snížíme hodnotu účelové funkce přípustného řešení po odečtení transformačních konstant.

---

[39] ŠUBERT T., BROŽOVÁ H., DOMEOVÁ L., KUČERA P. *Ekonomicko matematické metody II. - Aplikace a cvičení.* Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 1999. str. 152. ISBN 80-213-0721-8

$$Z_0 = \sum_{i=1}^{n} a_i + \sum_{j=1}^{n} b_j$$

a_i……transformační konstanta odpovídající *i*-tému řádku (i=1,2,…., n)

b_j……transformační konstanta odpovídající *j*-tému řádku (i=1,2,….,n)

Pro redukované vzdálenosti rovné ($c_{ij} = 0$) stanovíme hodnoty

$\Phi_{ij} = c \times_{i,min} + c \times_{j,min}$

$c \times_{i,min}$…..nejmenší redukovaná vzdálenost v *i*-tém řádku

$c \times_{j,min}$… nejmenší redukovaná vzdálenost v *j*-tém řádku

Ze všech vypočtených Φ_{ij} vypočteme takovou hodnotu, která je maximální. Poté vypočteme hodnotu Z_{ij} při nezařazení cesty z i-tého místa do j-tého místa okruhu.

$Z_{ij} = Z_0 + \Phi_{max}$

Z rekudované matice vzdáleností vynecháme i-tý řádek a j-tý sloupec a rovněž zakážeme cestu v protisměru jízdy. Pokud ani po tomto kroku není v každém řádku a každém sloupci ani jedno $c_{ij} = 0$, pak opět redukujeme matici pomocí transformačních konstant. Správnost zařazení i-tého a j-tého místa do okruhu se ověří tím, že platí vztah:

$z_{ij} \leq z_{ij}$,

kdy z_{ij} je hodnota předcházející účelové funkce, zvýšená o

$$\sum_{i=1}^{n} a_i + \sum_{j=1}^{n} b_j$$

Kdy a_i a b_j jsou transformační konstanty.

Dostaneme matici vzdáleností typu 2 x 2, kdy dvě ze čtyř možností jsou zakázané, kruh uzavřeme po zbývajících cestách a výpočet je u konce. [40]

[40] ZÍSKAL J., BROŽOVÁ J.,. *Ekonomické matematické metody II.* Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 1996. str. 122. ISBN 80-213-0721-X

2.10 Možnosti využití informačních technologií

Některé úlohy mohou obsahovat stovky až tisíce omezení a proměnných. U takových úloh nelze brát v úvahu ruční výpočty z důvodu časové náročnosti, vysoké možnosti numerických chyb a velké pracnosti. „*Právě pro tyto účely byly navrženy počítačové programy, které se těmito složitými výpočty zabývají. Jejich paleta je velmi široká a na trhu lze nalézt od levnějšího programu STORM, který byl sestaven převážně pro pedagogické účely, až po finančně náročnější LINGO či LINDO*.“ [41]

Okružní dopravní problém je v programu STORM řešen pomocí modulu Distance Network – Parts, Tours, Treets. Pro získání řešení okružního dopravního problému pak stačí pouze zadat kilometrové vzdálenosti mezi jednotlivými místy. Následně po zadání vstupních dat se objeví nabídka základních typů úloh, které lze pomocí programu řešit, pro řešení problému obchodního cestujícího zvolíme typ Traveling salespersons tour. Výstupem je pak optimální trasa obchodního cestujícího spolu s pořadím navštívených míst a jejich jednotlivých vzdáleností. [42]

Program LINGO je určen pro řešení úloh lineárního, celočíselného i smíšeného celočíselného programování. Výhodou programu je jeho speciální jazyk v jakém komunikuje, který je velmi blízký klasickému matematickému modelu. Matematický model lze pak propojit s připraveným datovým souborem, který může být i v textovém formátu. Pro nalezení řešení okružního dopravního problému stačí vybrat typ TSP a zadat požadovaná data či je přímo importovat, a modul je schopen okamžitě provést výpočet. [43]

---

[41] HOLOUBEK, J. *Ekonomicko-matematické metody.* Brno : Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2006. str. 153. ISBN 80-7157-970-X.

[42] JABLONSKÝ, J. *Operační výzkum - Kvantitativní metody pro ekonomické rozhodování.* Praha : Profesional Publishing, 2007. str. 323. ISBN 978-80-86946-44-3.

[43] PELIKÁN, J. *Praktikum z operačního výzkumu.* Praha : Vysoká škola ekonomická v Praze, 1993. str. 86. ISBN 80-7079-135-7

3 Praktická část

Pro účely praktické části byla vybrána Společnost, která se zabývá výrobou a následně i distribucí velkého sortimentu kvalitních alkoholických nápojů. Všeobecné informace byly získány z webových stránek firmy a detailní popis činnosti jednotlivých obchodních zástupců pak z rozhovoru s vedoucím pracovníkem, který je odpovědný za jejich činnost. Pro aplikaci metody optimalizace trasy obchodního zástupce byl zvolen týdenní plán jednoho z pracovníků, z něhož budou následně pomocí metody větví a mezí optimalizovány všechny okružní jízdy z celého týdne.

3.1 Společnost

Společnost představuje jednoho z hlavních světových výrobců a distributorů vysoce kvalitních destilátů a vín. Založena byla v roce 1870 ve státě Kentucky. I přes svůj rozměr je i dnes Společnost řízena rodinou zakladatele a tvoří tak její pátou generaci, která se podílí na chodu společnosti a zastává pozici předsedy představenstva. Dodnes platné, časem prověřené hodnoty, jako je čestnost, respekt, důvěra, týmová práce a výjimečnost, představují i dnes jakýsi nepsaný zákon při budování dlouhodobě velmi úspěšné Společnosti a jejího portfolia. Portfolio Společnosti tvoří více než 25 vlastních značek vín a destilátů. Celkově zaměstnává něco přes 4.100 lidí po celém světě, přičemž asi 1.000 lidí je zaměstnáno v Louisville. Díky své působnosti ve 135 zemích světa patří mezi deset tisíc největších firem v oblasti prodeje destilátů.

Na českém trhu je pobočka Společnosti tvořena 32 pracovníky, z čehož 15 z nich jsou obchodní zástupci. Náplní práce obchodního zástupce je zajišťovat prezentaci a odbyt v rámci tzv. „ontrade“ a „offtrade“. Místa zvaná ontrade tvoří bary, restaurace, hotely a místa, která představují offtrade pak supermarkety. V rámci supermarketů je v pracovní náplni obchodního zástupce kontrolovat činnost lidí, kteří mají na starosti doplňování sortimentu společnosti, jeho umístění v regálu a popřípadě viditelnost poutače při speciální akci či zajištění elektrické energie ke světelnému poutači. Offtrade, které představují restaurace, bary a hotely jsou pak obchodním zástupcem navštěvovány za účelem navázání nové spolupráce, nabízení zvýhodněných akcí, balíčků či pouze servisem a doplnění chybějícího sortimentu. Jedním z mnoha cílů Společnosti, které mají obchodní zástupci v rámci kvartálních období je i tzv. „zalistování“, tedy zavedení nového produktu na stávající nápojový lístek. Pro doplnění sortimentu zákazníků využívají obchodní zástupci velkosklady, se kterými má Společnost zajištěnou spolupráci. Náplní práce obchodních zástupců je rovněž i zajištění předzásobení těchto velkoskladů před zahájením zvýhodněné akce na určitý druh sortimentu společnosti.

Vykazování práce obchodních zástupců (dále jen OZ) probíhá v rámci interního portálu, který je funkční napříč celou Společností. V tomto portálu mají OZ k dispozici plánovací diář, pomocí kterého svou práci vykazují. Plán schůzek na nový týden musejí OZ dokončit každé pondělí do davąté hodiny ranní. Ke každé kolonce, která představuje návštěvu jednoho místa, pak OZ vyplní důležité informace, které ze schůzky vyplynuly a které slouží rovněž jako podklady pro další návštěvu zákazníka. Důležitými informacemi může být specifikace pravidelných zákazníků daného baru, jeho vyhraněný směr, image a cesta, kterou se chce v budoucnu ubírat. Z takovýchto informací pak může obchodní zástupce blíže identifikovat sortiment, který se bude zákazníkovi dobře prodávat. Minimální počet návštěv na jeden týden je padesát s tím, že je na svobodné vůli obchodního zástupce, jak si dané schůzky rozvrhne. Supermarkety však musí navštívit minimálně jednou či dvakrát měsíčně. Časový harmonogram týdne je, až na první schůzku, dosti variabilní a odvíjí se od časové náročnosti předchozí schůzky. Podstatná je vždy první schůzka v daném dni, jejíž časové splnění je kontrolováno pomocí GPS, která je umístěna v každém voze společnosti. Pracovní doba OZ je 8,5 hodiny denně s tím, že jednou za měsíc, zpravidla první den v měsíci, je polovina pracovní doby vyčleněna na tzv. „administrativu“, kdy OZ zpracuje a odešle příslušné dokumenty do účtárny Společnosti.

Tabulka 2 Týdenní harmonogram obchodního zástupce:

Pondělí	Směr: Krnov, Václavov u Bruntálu, Bělá pod Pradědem, Vrbno pod Pradědem, Karlovice, Jeseník, Šumperk
Úterý	Směr: Budišov nad Budišovkou, Vítkov, Fulnek, Nový Jičín, Kopřivnice, Studénka, Bílovec, Klimkovice
Středa	Směr: Krnov, Ludvíkov, Kouty nad Desnou, Šumperk, Rudná pod Pradědem, Bruntál, Široká Niva
Čtvrtek	Směr: Zábřeh na Moravě, Jeseník, Malá Morávka, Loučná nad Desnou Krnov, Horní Benešov, Jakartovice, Slavkov
Pátek	Směr: Moravský Beroun, Štenberk, Mohelnice, Uničov, Litovel, Lipník nad Bečvou, Hranice

Zdroj: vlastní zpracování

Týdenní harmonogram obchodního zástupce obsahuje pro zjednodušení pouze navštívená města, nikoliv přesné konkrétní adresy.

Pro proces optimalizace denní okružní jízdy byly zvoleny dva dny, a to plán návštěv pro pondělí a pátek s tím, že výchozím bodem je město Opava.

Údaje o vozidle:

Název vozidla	Spotřeba	Rok výroby	Palivo
Škoda Octavia	5,7 l/100 km	2012	Nafta

Zdroj: vlastní zpracování

3.2 Plánování trasy pro obchodního zástupce

3.3 Trasa: Pondělí

Tabulka 3 Pořadí měst

Pořadí	**Název města**
1	Opava
2	Krnov
3	Václavov u Bruntálu
4	Bělá pod Pradědem
5	Vrbno pod Pradědem
6	Jeseník
7	Šumperk

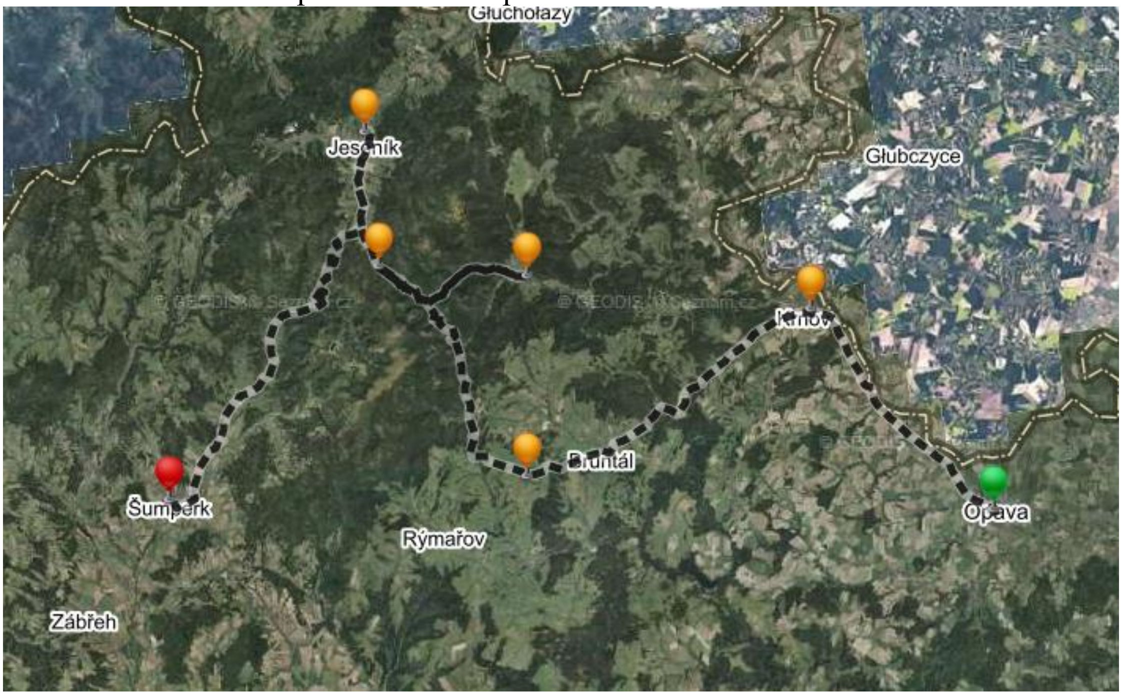
Trasa je o celkové délce: 385 km

Tabulka 4 Matice vzdálenosti (v km)

	Opava	Krnov	Václavov u Bruntálu	Bělá pod Pradědem	Vrbno pod Pradědem	Jeseník	Šumperk
Opava	-	24	46	68	60	93	94
Krnov	24	-	32	52	35	70	79
Václavov u Bruntálu	46	32	-	29	29	41	49
Bělá pod Pradědem	68	52	29	-	17	13	44
Vrbno pod Pradědem	60	35	29	17	-	29	61
Jeseník	93	70	41	13	29	-	49
Šumperk	94	79	49	44	61	49	-

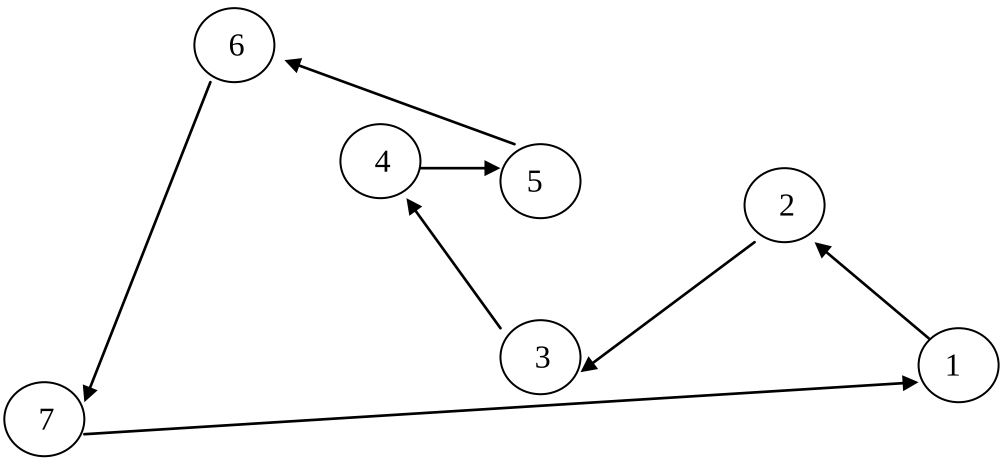
Zdroj: informace získané z webové stránky mapy.cz

Obrázek 12 Zobrazení pondělní na mapě



Zdroj: webový portál mapy.cz

Obrázek 13 Grafické znázornění pondělní trasy



Littlova metoda

Prvním krokem Littlovy metody je provedení tzv. redukce, v rámci které odečteme nejnižší hodnotu řádku, sloupce. Výsledkem této redukce je matice, ve které musí být alespoň jedna hodnota nulová. Pokud se tak nestane, postup redukce opakujeme s nově získanými hodnotami. V dalším kroku provedeme totéž ve sloupcích, a pokud je v některém poli hodnota nulová, pak již neodečítám, nýbrž napíšu pomlčku. Poté najdu v každém řádku a sloupci, kde se nachází nulový bod nejnižší hodnotu a sloupec i řádek, ve kterém je tato hodnota umístěna sečtu. Výsledná konstanta je zapsána tučně v příslušném dolním rohu. U všech nulových hodnot následně vyberu nejvyšší konstantu, která pak představuje označení cesty. Pomocí symbolu nekonečna zvýrazním zakázání zpětné cesty a následně zruším příslušný sloupec i řádek cesty, která již vyšla.

Tabulka 5 Označení měst

A	Opava
B	Krnov
C	Václavov u Bruntálu
D	Bělá pod Pradědem
E	Vrbno pod Pradědem
F	Jeseník
G	Šumperk

	A	B	C	D	E	F	G	
A	-	24 0 $\boxed{25}$	46 22	68 44	60 36	93 69	94 70	24
B	24 ∞ 0 $\boxed{25}$	-	32 8	52 28	35 11	70 46	79 55	24
C	46 17	32 3	-	29 0 $\boxed{0}$	29 0 $\boxed{4}$	41 12	49 20	29
D	68 55	52 39	29 16	-	17 4	13 0 $\boxed{9}$	44 31	13
E	60 43	35 18	29 12	17 0 $\boxed{12}$	-	29 12	61 44	17
F	93 80	70 57	41 28	13 0 $\boxed{16}$	29 16	-	49 36	13
G	94 50	79 35	49 5	44 0 $\boxed{5}$	61 17	49 5	-	44
	-	-	5	-	-	-	20	**164**
								25

Nejvyšší vypočtenou konstantu v této matici představuje číslo 25, což znamená, že vyřadíme sloupec B, který představuje město Krnov a řádek A, kterým je označena Opava. Cesta tedy povede z Opavy do Krnova.

	A	C	D	E	F	G
B	∞	8 0	28 20	11 3	46 38	55 47
C	17 0 **26**	-	0 **0**	0 **3**	12	20 0 **11**
D	55 38	16	-	4	0 **9**	31 11
E	43 26	12	0 **12**	-	12	44 24
F	80 63	28	0 **16**	16	-	36 16
G	50 33	5	0 **5**	17	5	-
	-	5	-	-	-	20

Poté, co jsme vyřadili řádek i sloupec v předchozí matici, již dále pokračujeme s výpočety bez nich a s nově vypočtenými konstantami. Postup výpočtu uvedený výše opakujeme v každém kroku, až opět docílíme zvýrazněných hodnot v příslušném dolním rohu. V rámci této matice je nejvyšší vypočtená konstanta 26, která se nachází ve sloupci A a řádku C. Příslušný řádek a sloupec tedy z matice vyřadíme. Cesta tedy povede z Václavova do Opavy.

	C	D	E	F	G
B	0 **5**	20	3 0 **1**	38	27 16
D	16	-	4 1 ∞	0 **5**	11 0 **5**
E	12	0 **12**	-	0 **12**	24 13
F	28	0 **5**	16 13	-	16 5
G	5	0 **5**	17 14	5	-
	-	-	3	-	11

Nejvyšší konstantu této matice představuje číslo 12, které se nachází ve sloupci F a řádku E. Cesta tedy povede z Vrbna do Jeseníku.

	C	E	F	G	
B	0 **0**	0 **8**	38	16	
D	16	∞	0 **0**	0 **0**	-
F	28 23	13 8	-	5 0 **8**	-
G	5 0 **0**	14 9	5 0 **0**	-	-
	-	-	-	-	

I v této matici vyhledáme nejvyšší vypočtenou konstantu, tedy číslo 8, které se nachází ve sloupci E a řádku B. Kombinace řádku a sloupce představuje další cestu, a ta povede z Krnova do Vrbna.

	C	F	G	
D	24	0 **0**	0 **24**	-
F	23	-	0 **23**	-
G	0 **16**	0 **0**	-	-
	-	-	-	

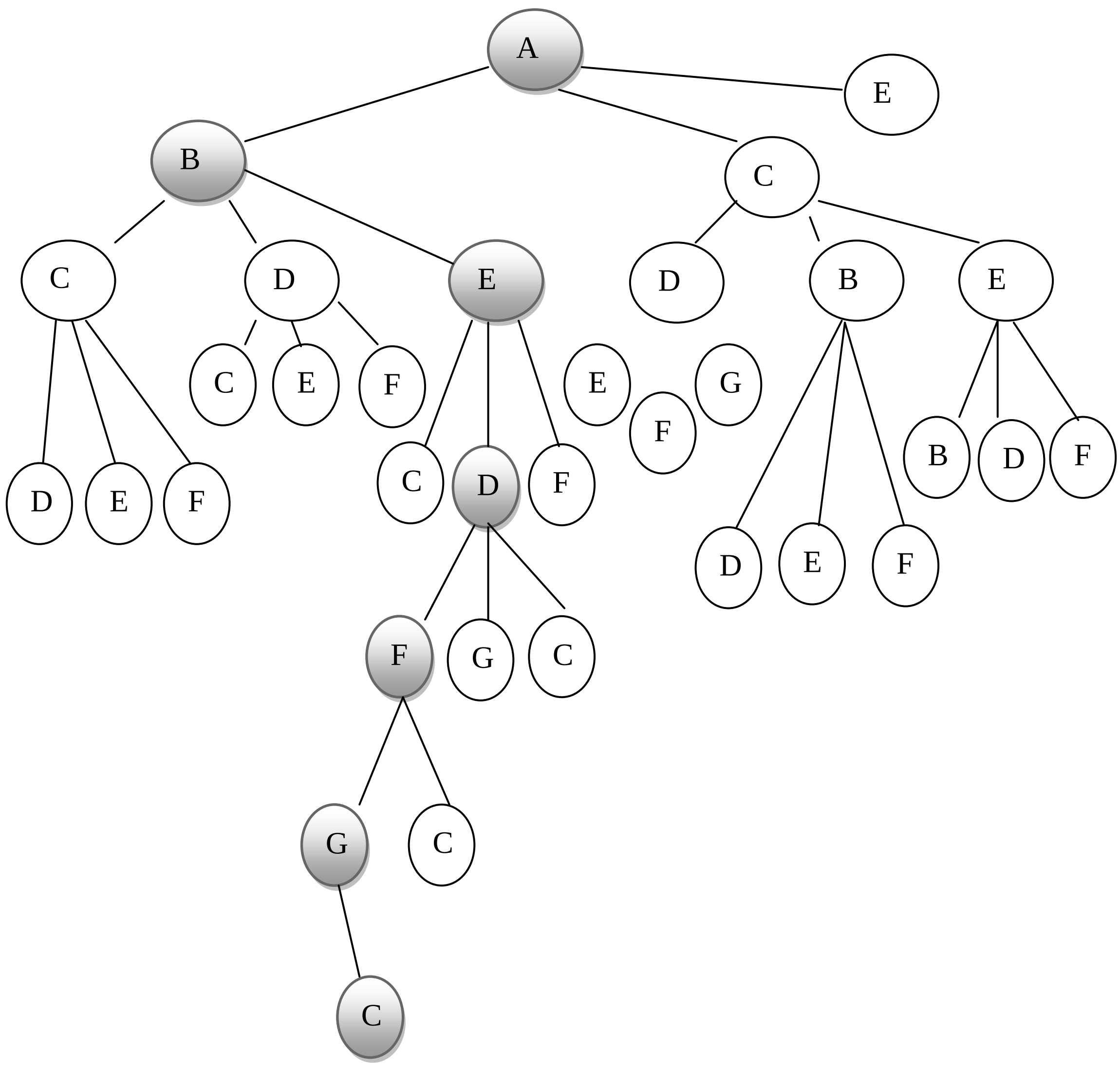
Další cestu představuje kombinace řádku D a sloupce G, na které se nachází číslo 24 a cesta tedy povede z Bělé do Šumperku.

Z poslední matice zvolíme hodnotu 16 a poslední kombinace výsledné cesty jsou tedy Šumperk, Václavov a z Jeseníku do Bělé.

	C	F	
D	16	0 **16**	-
G	0 **16**	0 **0**	-
	-	-	

Výsledný průběh cesty vypadá následovně: Opava – Krnov – Vrbno pod Pradědem – Bělá – Jeseník – Šumperk – Václavov – Opava
V celkové délce: 282 km

Obrázek 14 Znázornění optimální trasy metodou mezí a větví



3.4 Trasa: Úterý

Níže uvedená tabulka uvádí pořadí navštívených měst před provedením optimalizace.

Tabulka 6 Pořadí měst

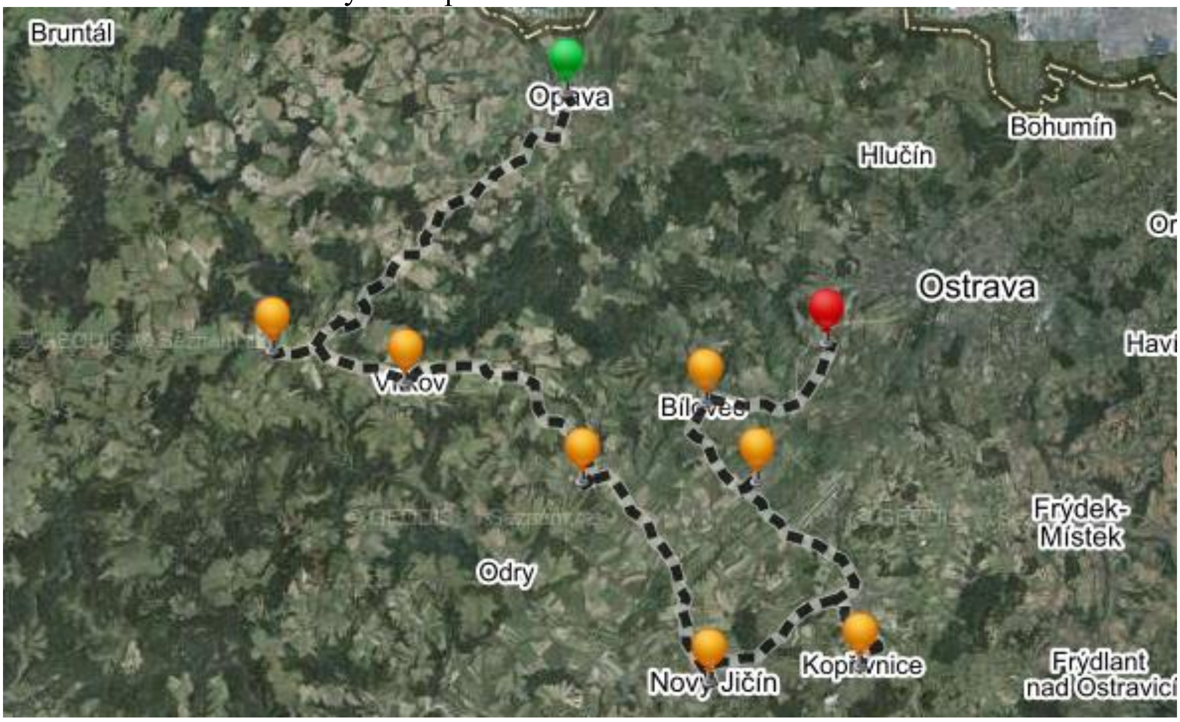
Pořadí	**Název města**
1	Opava
2	Budišov nad Budišovkou
3	Vítkov
4	Fulnek
5	Nový Jičín
6	Kopřivnice
7	Studénka
8	Bílovec
9	Klímkovice

Trasa je o celkové délce: 271 km

Tabulka 7 Matice vzdáleností (v km)

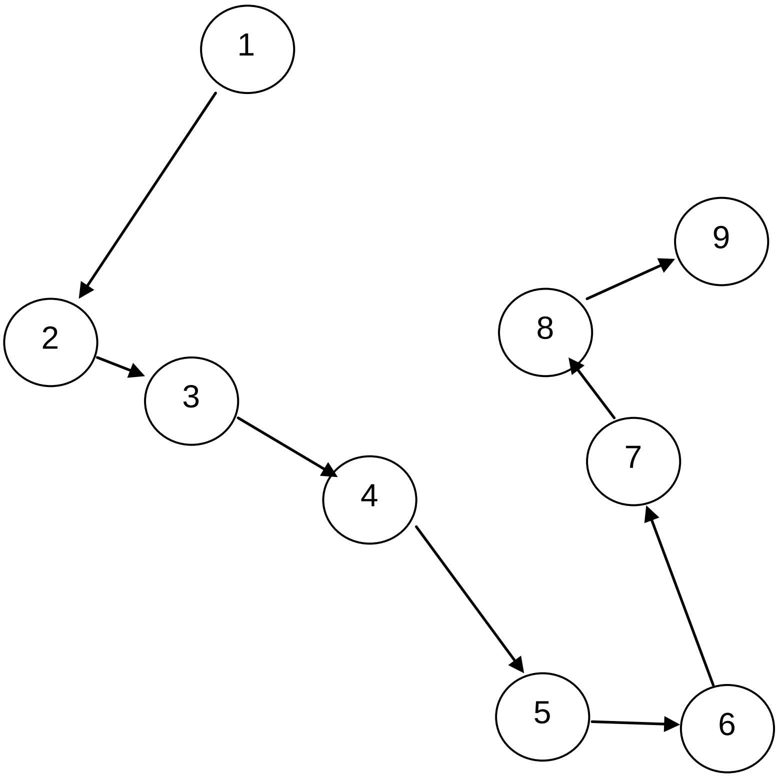
	Opava	Budišov nad Budiš.	Vítkov	Fulnek	N. Jičín	Kopřivnice	Studénka	Bílovec	Klímkovice
Opava	-	31	27	29	45	61	44	27	32
Budišov nad Budiš.	31	-	10	28	44	59	42	37	49
Vítkov	27	10	-	18	34	50	33	28	40
Fulnek	29	28	18	-	18	34	16	11	24
N. Jičín	45	44	34	18	-	18	23	23	30
Kopřivnice	61	59	50	34	18	-	20	27	34
Studénka	44	42	33	16	23	20	-	9	16
Bílovec	27	37	28	11	23	27	9	-	11
Klímkovice	32	49	40	24	30	34	16	11	-

Obrázek 15 Zobrazení trasy na mapě



Zdroj: webový portál mapy.cz

Obrázek 16 Grafické znázornění trasy



Littlova metoda

Tabulka 8 Označení měst

A	Opava
B	Budišov nad Budišovkou
C	Vítkov
D	Fulnek
E	Nový Jičín
F	Kopřivnice
G	Studénka
H	Bílovec
I	Klimkovice

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
A	-	31 4	27 0 $\boxed{0}$	29 2	45 18	61 34	44 17	27 0 0	32 5	27
B	31 21 4	-	10 0 $\boxed{4}$	28 18	44 34	59 49	42 32	37 27	49 39 34	10
C	27 17 0 $\boxed{1}$	10 0 $\boxed{4}$	-	18 8	34 24	50 40	33 23	28 18	40 30 28	10
D	29 18 1	28 17	18 7	-	18 7	34 23	16 5	11 0 $\boxed{1}$	24 13 11	11
E	45 27 10	44 28	34 16	18 0 $\boxed{2}$	-	18 0 $\boxed{11}$	23 5	23 5	30 12 10	18
F	61 43 26	59 41	50 32	34 16	18 0 $\boxed{\infty}$ $\boxed{9}$	-	20 2	27 9	34 16 14	18
G	44 35 18	42 33	33 24	16 7	23 14	20 11	-	9 0 $\boxed{7}$	16 7 5	9
H	27 18 1	37 28	28 19	11 2	23 14	27 18	9 0 $\boxed{2}$	-	11 2 0 $\boxed{3}$	9
I	32 21 4	49 38	40 29	24 13	30 19	34 23	16 5	11 0 $\boxed{4}$	-	11
	17	-	-	-	-	-	-	-	2	**123**
										19

Z výše uvedené matice po provedení výpočtů vybereme nejvyšší konstantu, kterou je číslo 11, to se nachází ve sloupci F a řádku E. Patřičný řádek i sloupec tedy představuje jednu z výsledných kombinací navštívených měst, tedy z Kopřivnice do Nového Jičína.

	A	B	C	D	E	G	H	I	
A	-	4	0 $\boxed{0}$	2	18	17	0 $\boxed{0}$	5	-
B	4	-	0 $\boxed{4}$	18 16	34 27	32	27	34	-
C	0 $\boxed{1}$	0 $\boxed{4}$	-	8 6	24 17	23	18	28	-
D	1	17	7	-	7 0 $\boxed{7}$	5	0 $\boxed{0}$	11	-
F	26 24	41 39	32 30	16 14 12	∞	2 0 $\boxed{7}$	9 7	14 12	2
G	18	33	24	7 5	14 7	-	0 5	5	-
H	1	28	19	2 0 $\boxed{2}$	14 7	0 $\boxed{0}$	-	0 $\boxed{5}$	-
I	4	38	29	13 11	19 12	5	0 $\boxed{4}$	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	**2** **9**

Nejvyšší konstantu v této matici představuje číslo 7, které se nachází ve sloupci G a řádku F, tento řádek a sloupec pro další výpočet vyřadíme, představuje kombinaci města Studénky a Kopřivnice.

	A	B	C	D	E	H	I
A	-	4	0 **0**	2	18	0 **0**	5
B	4	-	0 **4**	16	27	27	34
C	0 **1**	0 **4**	-	6	17	18	28
D	1	17	7	-	0 **7**	0 **0**	11
G	18	33	24	5	-	0 **5**	5
H	1	28	19	0 **2**	7	-	0 **5**
I	4	38	29	11	12	0 **4**	-

Nejvyšší konstantu v této matici představuje číslo 7, které se nachází ve sloupci E a řádku D, tedy kombinaci měst Nového Jičína a Fulneku.

	A	B	C	D	H	I	
A	-	4	0 $\boxed{0}$	2	0 $\boxed{0}$	5	-
B	4	-	0 $\boxed{4}$	16	27	34	-
C	0 $\boxed{1}$	0 $\boxed{4}$	-	6	18	28	-
G	18	33	24	5	0 $\boxed{5}$	5	-
H	1	28	19	0 $\boxed{2}$	-	0 $\boxed{5}$	-
I	4	38	29	11	0 $\boxed{4}$	-	-
	-	-	-	-	-	-	

V této matici je nejvyšší konstantou číslo 5, které se nachází na řádku G a sloupci H a představuje kombinaci města Bílovec a Studénky.

	A	B	C	D	I	
A	-	4	0 **2**	2	∞	-
B	4	-	0 **4**	16	34	-
C	0 **1**	0 **4**	-	6	28	-
H	1	28	19	0 2	0 5	-
I	4 0 **7**	38 34	29 25	11 7	-	-
	-	-	-	-	-	**4**
						4

Nejvyšší konstantu po provedení výpočtu nalezneme v řádku I a sloupci A, který pro další výpočet vyloučíme, a který představuje jednu kombinací výsledné cesty, a to konkrétně města Klimkovice a Opavy.

	B	C	D	I	
A	4	0 **2**	2	∞	-
B	-	0 **16**	16	34	-
C	∞	-	6 0 28	28	-
H	28	19	0 2	0 5	-
	4	-	-	-	**6**
					4

Nejvyšší konstanta 28, nacházející se ve sloupci D a řádku C, představuje kombinaci měst Vítkov a Fulnek.

	B	C	I	
A	4 0 **24**	0 **0**	∞	-
B	-	0 **34**	34	-
H	28 24	19	0 **53**	-
	4	-	-	**-**
				4

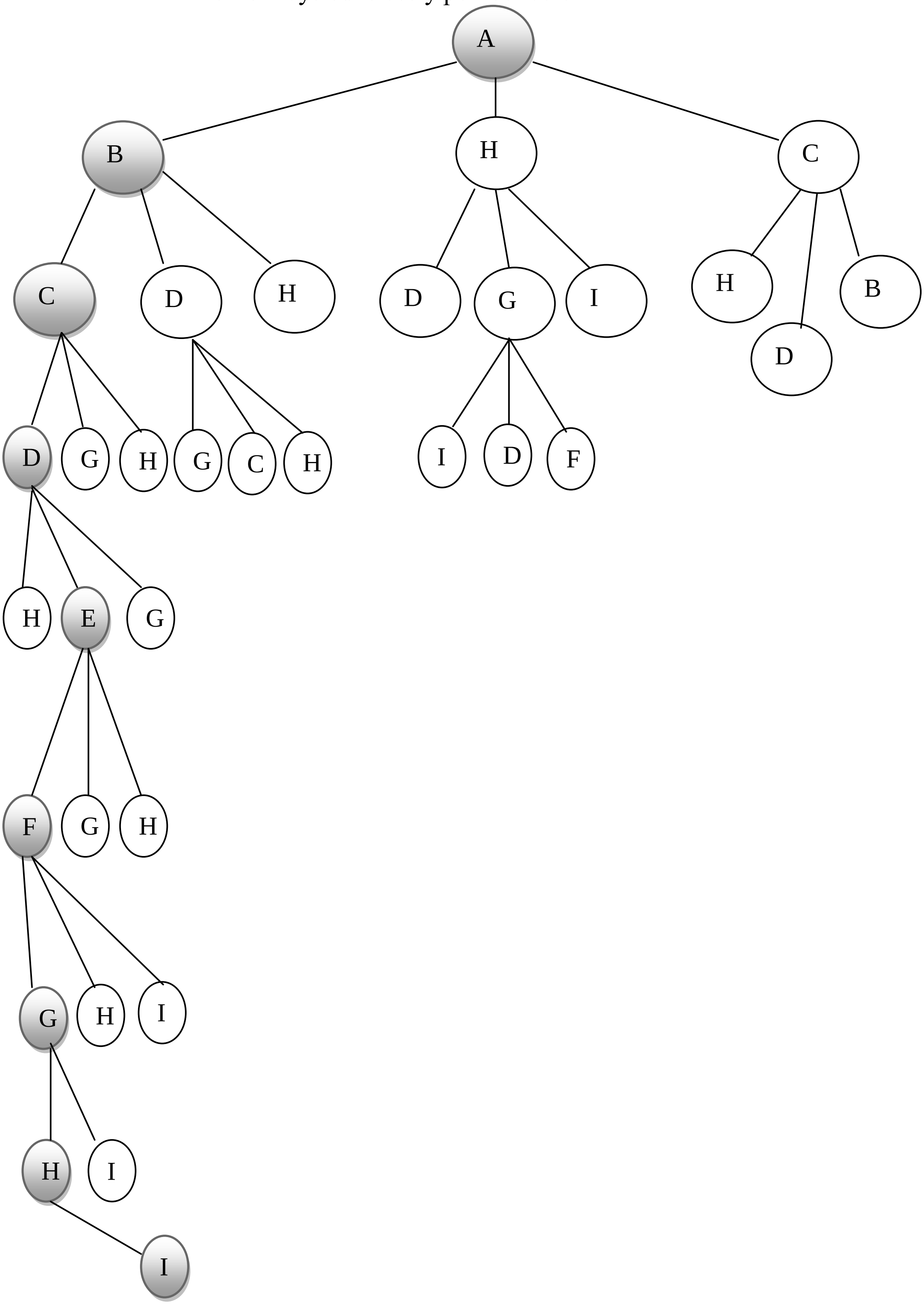
Po provedení výpočtu vyloučíme z této matice sloupec I a řádek H, na němž se nachází číslo 53, poznačíme si kombinaci města Bílovec a Klimkovice.

	B	C	
A	0	0	-
B	-	0	-
	-	-	**-**

Z poslední matice pak vychází kombinace města Budišova nad Budišovkou, Vítkova , Budišova nad Budišovkou a Opavy.

Výsledná trasa obchodního zástupce je pak v následujícím pořadí: Opava – Budišov nad Budišovkou – Vítkov – Fulnek – Nový Jičín – Kopřivnice – Studénka – Bílovec – Klimkovice – Opava

Obrázek 17 Znázornění výsledné cesty pomocí větví



O celkové délce: 167 km

3.5 Trasa: Středa

Níže uvedená tabulka uvádí pořadí navštívených měst před provedením optimalizace trasy.

Tabulka 9 Označení měst

Pořadí	**Název města**
1	Krnov
2	Ludvíkov
3	Kouty nad Desnou
4	Šumperk
5	Rudná pod Pradědem
6	Bruntál
7	Široká Niva

Trasa je o celkové délce: 296 km

Tabulka 10 Matice vzdáleností

	Krnov	Ludvíkov	Kouty nad Desnou	Šumperk	Rudná pod Pradědem	Bruntál	Široká Niva
Krnov	-	39	81	79	34	23	23
Ludvíkov	39	-	39	61	17	26	16
Kouty nad Desnou	81	39	-	21	45	58	51
Šumperk	79	61	21	-	51	57	69
Rudná pod Pradědem	34	17	45	51	-	11	16
Bruntál	23	26	58	57	11	-	13
Široká Niva	23	16	51	69	16	13	-

Po provedení Litllovy metody pomocí výše uvedeného postupu byla zjištěna optimalizovaná trasa v následujícím pořadí:

Široká Niva – Ludvíkov – Kouty nad Desnou – Rudná pod Pradědem – Bruntál – Krnov

Délka optimalizované trasy je 184 km

3.6 Trasa: Čtvrtek

Tabulka 11 Označení měst

Pořadí	**Název města**
1	Zábřeh na Moravě
2	Jeseník
3	Malá Morávka
4	Loučná nad Desnou
5	Krnov
6	Horní Benešov
7	Jakartovice
8	Slavkov

Trasa je o celkové délce: 578 km

Tabulka 12 Matice vzdáleností

	Zábřeh	Jeseník	Malá Morávka	Loučná	Krnov	Horní Benešov	Jakartovice	Slavkov
Zábřeh	-	62	63	30	93	82	104	144
Jeseník	62	-	32	27	70	56	74	96
Malá Morávka	63	32	-	46	39	28	47	56
Loučná	30	27	46	-	77	66	85	94
Krnov	93	70	39	77	-	25	23	27
Horní Benešov	82	56	28	66	25	-	13	24
Jakartovice	104	74	47	85	23	13	-	16
Slavkov	144	96	56	94	27	24	16	-

Po provedení optimalizace za pomocí využití Litllovy metody byla zjištěna následující optimální trasa:

Horní Benešov – Malá Morávka – Jeseník – Loučná – Zábřeh – Krnov – Slavkov

O celkové délce: 266 km

3.7 Trasa: Pátek

Níže uvedená tabulka uvádí pořadí navštívených měst.

Tab. 12 Označení měst

Pořadí	**Název města**
1	Moravský Beroun
2	Šternberk
3	Mohelnice
4	Uničov
5	Litovel
6	Lipník nad Bečvou
7	Hranice

Tabulka 13matice vzdáleností

	Moravský Beroun	Šternberk	Mohelnice	Uničov	Litovel	Lipník nad Bečvou	Hranice na Moravě
Moravský Beroun	-	16	67	32	36	61	69
Šternberk	16	-	36	15	20	45	53
Mohelnice	67	36	-	18	19	70	78
Uničov	32	15	18	-	9	65	73
Litovel	36	20	19	9	-	56	64
Lipník nad Bečvou	61	45	70	65	56	-	12
Hranice	69	53	78	73	64	12	-

Po provedení optimalizace trasy obchodního zástupce byla zjištěna okružní jízda měst v následujícím pořadí:

Litovel – Hranice – Lipník – Moravský Beroun – Šternberk – Uničov – Mohelnice

O celkové délce: 205 km

3.8 Vyhodnocení nákladů

Po provedení optimalizace jednotlivých tras vybraného týdne jednoho obchodního zástupce za pomocí Litllovy metody byly ujeté kilometry sníženy v následující výši:

Den	Původní trasa	Optimalizovaná trasa
Pondělí	385 km	282 km
Úterý	271 km	167 km
Středa	296 km	184 km
Čtvrtek	279 km	266 km
Pátek	378 km	205 km
Celkem	**1609 km**	**1104 km**

Výsledný rozdíl před a po provedení procesu optimalizace tras obchodního zástupce je 505 km. Pokud by tedy trasa vybraného pracovníka byla optimalizována, ujel by o 505 km méně, než jak je tomu doposud.
Při průměrné spotřebě pracovníkova vozidla 5,7 L/100 km a průměrné ceně nafty za rok 2014 ve výši 35,7 Kč by týdenní úspora činila 1.027, 62 Kč. Z hlediska času by pracovník, při průměrné rychlosti 70 km/hod., ušetřil 7,2 hodiny času týdně.

Aby mohla společnost provádět proces optimalizace rychle, efektivně a spolehlivě, mohla by si za tímto účelem pořídit jeden z mnoha softwarů, které se procesem optimalizace vybraných tras zabývají a jsou běžně dostupné na trhu. Vyčíslení takovéto investice není zcela jednoznačné, protože výsledná suma by vycházela z konkrétních specifických požadavků Společnosti. Licence na tyto softwary se pohybují řádově od deseti tisíc u jednodušších verzí, u verzí s větším obsahem nabízených služeb až po šedesáti tisíc.

4 Závěr

Obchodní zástupce, jak již bylo uvedeno výše má týdenní minimální limit splněných padesát návštěv, tedy v průměru deset schůzek denně. Z pobočky, která se na území České republiky nachází, byl zvolen jeden obchodní zástupce a to pro Moravskoslezský kraj s tím, že práce byla zaměřena na jeden náhodně vybraný týdenní plán pracovníka, a z něj jsou pak následně specifikovány jednotlivé dny, na kterých byl proveden výpočet optimalizace trasy obchodního zástupce. Výpočet byl proveden u každé trasy Litllovou metodou s tím, že u prvních dvou dnů je propočet detailně rozebrán a zbylé tři dny obsahují pouze zadání a zjištěné výsledky. Po provedení výpočtu bylo zjištěno, že při aplikování optimalizačních procesů do vybraného týdenního plánu zvoleného obchodního zástupce je výsledná týdenní trasa o 505 km kratší. Pokud bychom brali v úvahu průměrnou rychlost vozidla 70 km/hod, byla by tato úspora 7,2 hodin týdně. Pokud zohledníme průměrnou cenu nafty 35,7 Kč/l, lze takto ušetřené kilometry ohodnotit částkou 1.027, 62 Kč.

Přestože se na první pohled může výsledná úspora jevit jako poměrně zanedbatelná díky poněkud banální výsledné částce, je potřeba si uvědomit, že výpočet byl proveden na vybraném vzorovém příkladu. Pokud tedy vezmeme v úvahu, že kdyby bylo možné zoptimalizovat i při tak malé částce 50% všech uskutečněných okružních cest jednoho obchodního zástupce a při 52 pracovních týdnech za rok, činila by tato potencionální úspora 26.718,12 Kč (1.027,62 x 26 týdnů) na jednoho obchodního zástupce. Bylo v popisu Společnosti uvedeno, má těchto obchodních zástupců na území České republiky celkem patnáct, tedy v celkové výši by úspora činila 400.771,80 Kč. Pokud bychom optimalizaci obchodních cest zavedli na úrovni celého podniku, který působí ve 135 zemích dostáváme se opět do podstatně vyšších částek, nehledě na úsporu pracovního času obchodních zástupců. S vidinou těchto potencionálních úspor by se dozajisté firma nemusela obávat i vyšší investice do licence optimalizačního sotwaru.

Je ovšem nutno brát v úvahu, že výše uvedené propočty jsou pouze modelační a že je potřeba při komplexním pohledu na problematiku brát v úvahu jak rozdílnost jednotlivých cest a krajů, tak i skutečnost, že podmínky pro domluvení schůzky s klientem jsou vždy velmi individuální a nelze je tedy považovat za mechanické. Obchodní zástupce musí vycházet z časových dispozic klientů, a tomu je nucen přizpůsobovat i pořadí navštívených měst.

Cílem diplomové práce bylo provést optimalizaci obchodních tras vybraného obchodního zástupce a výsledky vyjádřit pomocí nákladové i časové úspory. Vzhledem k výše uvedeným závěrům cíl práce byl splněn.

Po tom, co je celková úspora v rámci modelového propočtu na všechny obchodní zástupce na našem území vyjádřena, se může zdát, že částka stále není v rámci mezinárodní obchodní korporace vzhledem k jejímu obratu dosti vysoká. Avšak je potřeba si uvědomit, že málokdy jsou jednotlivé úspory, které díky zavedení určitého vylepšení stávajících procesů jsou závratné, přesto mají na výsledný efekt hospodaření Společnosti významný vliv. Pouze pomocí zefektivnění jednotlivých dílčích činností, mezi které úspora času zaměstnanců i nákladů vynaložených na jejich obchodní cesty jistě patří, lze poskládat kvalitně hospodařící kolos, který je schopen produkovat zisk i ve vysoce konkurenčním prostředí, jaký náš trh představuje. V otázce tvoření zisku se nelze totiž jednostranně zaměřit pouze na navyšování příjmu Společnosti, ale hlavně na stránku nákladů, které bývají mnohdy ,,kamenem úrazu´´ hospodaření nejedné z firem na našem trhu.

Použitá literatura

1. SVOBODA, Vladimír. *Doprava jako součást logistických systémů.* Praha 1 : Vydavatelství ČVUT, 2004. str. 152 s. Sv. 1. Vyd.

2. LEIBNIZ, Gottfied, Wilhelm. *Monadologie a jiné práce.* Praha : Svoboda, 1982. str. 175. ISBN 0-82-293670-4.

3. VANEČEK, D. *Logistika.* 1. vydání. České Budějovice : JU ZF, 1996. str. 131. ISBN 80-7040-157-5.

4. PERNICA, P. *Logistika. Aktivní prvky.* 1. vydání. Praha : VŠE, 1994. str. 231. ISBN 80-7079-808-4.

5. SCHULTE, CH. *Logistika.* 1. vydání. Praha : Victoria Publishing, 1994. str. 310. ISBN 80-85605-87-2.

6. LÍBAL, V., KUBÁT, J. *Logistiky v podnikání.* 1. vydání. Praha : NADATUR, 1994. str. 152. ISBN 80-85884-11-9.

7. GROS, I. *Logistika.* 1. vydání. Praha : VŠCHT, 1996. str. 232. ISBN 80-7080-262.

8. DOUGLAS, M. LAMERT, JAMES R. STOCK, LISA M. ELLRAM. *Logistika.* [překl.] E. Nevrlá. 1. vydání. Praha : Computer Press, 2000. str. 590. ISBN 80-7226-221-1.

9. ŠEDA, M. *Teorie grafů.* Brno : Radix spol. s r.o., 2003. str. 213. ISBN 80-963035-64-3.

10. ŠEDA, M. *Teorie grafů.* Brno : Radix, spol. s r.o., 2003. ISBN 80-963035-žč.

11. PERKNER, R. *Teorie grafů.* praha : ČVUT Praha, fakulta dopravní , 1999.

12. ŠUBERT T., BROŽOVÁ H., DOMEOVÁ L., KUČERA P. *Ekonomicko matematické metody II. - Aplikace a cvičení.* Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 1999. str. 152. ISBN 80-213-0721-8.

13. ZÍSKAL J., BROŽOVÁ J.,. *Ekonomické matematické metody II.* Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 1996. str. 122. ISBN 80-213-0721-X.

14. RAŠKOVSKÝ M., ŠIŠLÁKOVÁ H. *Ekonomicko-matematické metody.* Brno : Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003. str. 195 s. ISBN 80-7157-412-0.

15. PELIKÁN, J. *Praktikum z operačního výzkumu.* Praha : Vysoká škola ekonomická v Praze, 1993. str. 86. ISBN 80-7079-135-7.

16. JABLONSKÝ, J. *Operační výzkum - Kvantitativní metody pro ekonomické rozhodování.* Praha : Profesional Publishing, 2007. str. 323. ISBN 978-80-86946-44-3.

17. HOLOUBEK, J. *Ekonomicko-matematické metody.* Brno : Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2006. str. 153. ISBN 80-7157-970-X.

18. SVOBODA, V. *Dopravní logistika.* Praha : ČVUT, 2004. str. 167. ISBN 80-01-02914-X.

19. RAIS, K. *Základy optimalizace a rozhodování.* Brno : Fakulta podnikatelská VUT v Brně, 2003. str. 134. ISBN 80-86510-89-1.

Internetové zdroje:

1. Svítková, Jana. Distribuční logistika konkrétního podniku. [Online] 30. Prosinec 2014. [Citace: 30. Prosinec 2014.] http://is.muni.cz/th/51000/esf_m/Distribu_ni_logistika_konkretniho_podniku_.pdf.

2. Formulace ekonomického a matematického modelu. [Online] 2. Leden 2015. [Citace: 2. Leden 2015.] http://www1.osu.cz/studium/mopv2/doprav/.

3. Teorie grafů. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikipedia Foundation, 2001, [cit. 2014-12-30]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Graf_%28teorie_graf%C5%AF%29

4. Lukáš, Jirovský. Teorie grafů. [Online] MFF UK. [Citace: 2. Leden 2015.] http://teorie-grafu.cz/zakladni-pojmy/uplny-graf.php.

5. Business center. [Online] 2015. [Citace: 22. únor 2015.] http://business.center.cz/business/finance/cestnahr/benzin.aspx.

Seznam obrázků

Seznam tabulek