

ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA, O.P.S.

Studijní program: B6208 Ekonomika a management

Studijní obor: 6208R088 Podniková ekonomika a management provozu

Optimalizace dopravní obsluhy uzlů sítě

Jakub Fuksa

Vedoucí práce: prof. Dr. Ing. Otto Pastor, CSc.

Tento list vyjměte a nahrad'te zadáním bakalářské práce

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury pod odborným vedením vedoucího práce.

Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná a v práci jsem neporušil autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Mladé Boleslavi dne 3. 12. 2017

.....

Děkuji prof. Dr. Ing. Ottu Pastorovi, CSc. za odborné vedení bakalářské práce, poskytování rad a informačních podkladů. Dále chci poděkovat svým rodičům za podporu ve studiu.

Obsah

Úvod.....	7
1 Teoretický přehled	8
1.1 Doprava.....	8
1.2 Klasifikace dopravy.....	10
1.3 Logistika	10
1.4 Cíle logistiky	12
1.5 Dopravní síť	14
1.6 Uspořádání dopravních sítí	15
1.7 Teorie grafů.....	16
1.8 Trasy v dopravní síti	19
1.9 Dopravní obsluha uzlů sítě.....	21
1.10 Heuristické algoritmy	23
1.11 Kimova metoda	24
1.12 Úloha optimálního trasování.....	28
2 Charakteristika podniku	29
2.1 Dopravní uzly podniku	30
2.2 Dopravní síť podniku	30
3 Vlastní návrh řešení.....	33
3.1 Porovnání řešení s původní trasou	36
Závěr.....	38
Seznam literatury.....	39
Seznam obrázků a tabulek.....	40
Seznam příloh.....	42

Seznam použitých zkratk a symbolů

CLM	Council of Logistics Management
ČR	Česká republika
DC	Dopravní cesta
ELA	Evropská logistická asociace
EU	Evropská unie
USA	United States of America

Úvod

V současné době k úspěchu firmy a tím k dosažení spokojenosti zákazníků nestačí pouze kvalita a přijatelná cena produktu. V souvislosti s novými technologiemi výroby, dopravy a poskytování služeb je být konkurenceschopný na prvním místě v rámci veškerých typů organizací. Konkureční tlak je natolik veliký, že trh převyšuje nabídku nad poptávkou. Rozhodujícím se tedy stává nejen to, co podniky nabízejí zákazníkům, ale také závisí na rychlosti a kvalitě dodání. V dnešní době je nejrychlejším a nejefektivnějším způsobem silniční doprava. Tuto přepravu zajišťují tzv. spediterské firmy nebo-li zasílatelé, kteří poskytují logistické služby. Spediterské firmy jsou následně důležitými partnery nejen výrobních podniků, jelikož závisí na jejich včasnosti a kvalitě dodání s co nejmenší pravděpodobností ztráty či poškození vezeného zboží. Proto jsou také logistické služby odráženy na přidané hodnotě výrobku.

Cílem této bakalářské práce je navrhnout alternativní řešení pro stávající dopravní obsluhu uzlů sítě. Východiskem práce je analýza úlohy dopravní obsluhy uzlů sítě nebo-li problém navštívení určité množiny míst – uzlů sítě, při kladení určitých požadavků vedoucích k efektivitě. Dále zhodnotit možnosti a omezení praktických aplikací a aplikovat vybraný model na problematiku obsluhy uzlů konkrétní přepravní firmou.

V první polovině teoretické části jsou vysvětleny pojmy týkající se dopravy, její klasifikace a bližší prozkoumání pojmu logistika. Největší důraz je poté dán na druhou část teoretické části, která se týká dopravní sítě a její uspořádání, dále na teorii grafů a dopravní obsluhu uzlů sítě. Tato teorie je následně podložena ukázkami grafů a výpočtů pomocí Hamiltonovské kružnice a Kimovy metody.

V praktické části bakalářské práce je analyzována, v současné době využívaná, dopravní síť spediční společností, na které jsou následným způsobem zkoumány vlastní návrhy řešení pro optimální trasu po dopravní síti, která by zajistila nejen úsporu nákladů, ale také úsporu času, která je v současném světě velice důležitým faktorem konkurenceschopného podniku.

V závěru bakalářské práce se nachází shrnutí a porovnání stávajícího a nového navrženého řešení.

1 Teoretický přehled

1.1 Doprava

Tato bakalářská práce se zabývá optimalizací dopravní obsluhy uzlů sítě, proto je nezbytné vysvětlení základních podstatných pojmů a východisk.

Nejsložitějším pojmem pro vysvětlení je většinou ten nejzákladnější. Avšak je nutné objasnit klíčové pojmy jako je například doprava, dále pak přepravce a dopravce, které jsou v praxi velmi často zaměňovány.

Můžeme zde vycházet z historie. V Ottově slovníku naučném z roku 1893 se píše, že: *„Doprava jest souhrn úkonů, jimiž uskutečňuje se pohyb osob, věcí a zpráv z jednoho místa na druhé. Technika dopravy záleží v daném stavu a různém využití tří základních živlů dopravních: cesty, vozidla a nosidla a síly hybné,...“*. Dále například v díle Příruční slovník jazyka českého se můžeme dočíst, že:

„Doprava je úkon, kterým se provádí pravidelné převážení něčeho.“

„Doprovce je ten, kdo dopravuje, zejména po živnostensku; soukromý dopravce; doprava a všechny úkony, které nutno provést před tím, než nastoupí činnost dopravní, a po jejím uskutečnění.“

„Přepravce je každá smluvní strana (odesílatel i příjemce) mající smlouvu s dopravním podnikem“

Definice těchto pojmů jsou více či méně stylisticky rozdílné, a to nejen v historii, ale i v dnešní době. Doprava se v současnosti definuje nejčastěji takto:

„Doprava je cílevědomá změna místa osob anebo nákladů uskutečňovaná pomocí dopravního prostředku po dopravní cestě.“ (Pastor, Tuzar, 2007)

Nebo také často zmiňovanou kratší definicí dopravy může být pouze:

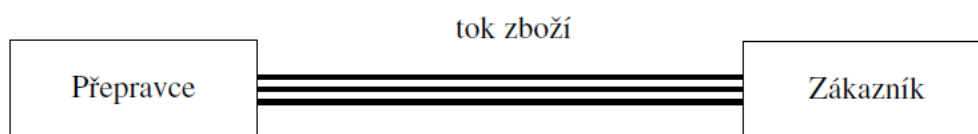
„Doprava je cílevědomý proces změny místa“ (Pastor, Tuzar, 2007)

Pro spojení těchto definic s tématem této bakalářské práce se může pro snažší pochopení těchto významů říci, že:

Doprava je plánování, realizace a kontrola přemísťování nákladů, např. materiálu, zboží a hotových výrobků s využitím dopravních prostředků po dopravních cestách. S pojmem doprava se váže i další blízký pojem přeprava.

Přepravu můžeme chápat v širším pojetí, jelikož přeprava zahrnuje nejen dopravu, ale také veškeré služby s dopravou spojené, jako jsou např. pojištění nákladů, uskladňování v průběhu jedné dopravy v meziskladech a další různé formalities týkající se dané přepravy.

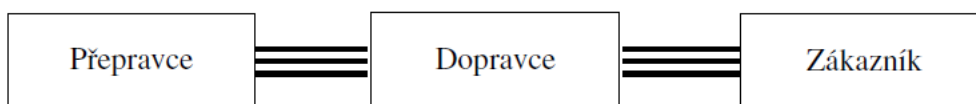
Přepravce je ten, kdo si dopravu či přepravu objednal. Tím se rozumí např. výrobce, dodavatel atp. Přepravce může uskutečnit přepravu sám pomocí vlastních dopravních prostředků. Můžeme se s tím setkat např. u interní přepravy ve společnosti Škoda Auto a.s.



Zdroj: Přednáška Přeprava a doprava, Lenort

Obr. 1 Schéma přepravce

Dopravce je operátor, realizátor a provozovatel dopravy. S využitím vlastních dopravních prostředků zajišťuje dopravní a přepravní služby.



Zdroj: Přednáška Přeprava a doprava, Lenort

Obr. 2 Schéma dopravce

1.2 Klasifikace dopravy

Dopravu lze klasifikovat dle různých hledisek, avšak pro pochopení základní metodiky jsou důležitá následující dělení dopravy:

- Doprava nákladní, osobní a doprava zpráv. Při tomto úvodním rozdělení záleží na druhu přepravované věci.
- Doprava pozemní, podzemní, vodní a vzdušná. Rozdělení dle prostředí.
- Doprava silniční, kolejová, námořní, letecká atp. Rozdělení dle využití cesty.
- Doprava veřejná a neveřejná. Rozdělení dle vztahu dopravce a přepravce.
- Doprava vnitrostátní a mezinárodní. Rozdělení dle rozsahu.
- Doprava lokální, dálková, atp. Rozdělení dle vzdálenosti.

1.3 Logistika

Pojem logistika má své historické kořeny, které sahají opravdu hluboko. Přemístíme se do roku 886 – 991, kdy byzantský císař Leontos VI. definoval logistiku takto: „*Předmětem logistiky je mužstvo zaplatit, příslušně vyzbrojit a vybavit ochranou a municí, včas a důsledně se postarat o jeho potřeby a každou akci v polním tažení příslušně připravit...*“. Z této definice je zřejmé, že pojem logistika vychází z vojenství, kde je důležité rozmístění, zásobování a přeprava vojsk na bojišti pro kompletní bojeschopnost vojska.

Novodobější význam pojmu logistika je odkazován na počátky 60. let minulého století, kdy byla logistika uplatňována v hospodářské praxi USA. Proto je zde nutné uvést definici logistiky americké logistické společnosti Council of Logistics Management (CLM):

„... 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, alokaci pro zásobovací sklad, balení, dopravu, přepravu, skladování a prodej.“ (Sixta, Žižka, 2009)

Evropská definice logistiky je vydána Evropskou logistickou asociací (ELA), která je definována takto:

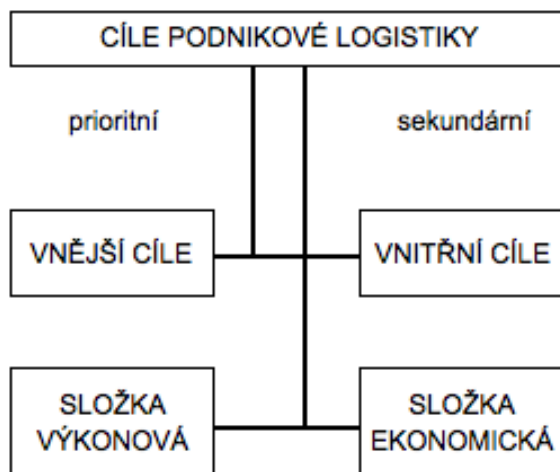
„Logistika je řízení materiálového, informačního i finančního toku s ohledem na včasné splnění požadavků finálního zákazníka a s ohledem na nutnou tvorbu zisku v celém toku materiálu. Při plnění potřeb finálního zákazníka napomáhá již při vývoji výrobku, výběru vhodného dodavatele, odpovídajícím způsobem řízení vlastní realizace potřeby zákazníka (při výběru výrobku), vhodným přemístěním požadovaného výrobku k zákazníkovi a v neposlední řadě i zajištěním likvidace morálně i fyzicky zastaralého výrobku.“ (Sixta, Žižka, 2009)

Navzdory spousty dalších definic určující pojem logistika je v současnosti nejvíce populární vymezení logistiky pomocí definice **7S**, která se zaměřuje na dodání:

- správného výrobku
- ve správném množství
- ve správném čase
- ve správné kvalitě
- na správném místě
- správnému zákazníkovi
- za správnou cenu

1.4 Cíle logistiky

Obecným cílem logistiky není nic jiného než konkurenceschopnost podniku a optimálně uspokojit potřebu zákazníka. Cíle můžeme dělit dle různých kritérií. Dle oblasti působení (vnější, vnitřní) a dle způsobu měření jejich výsledků (složka výkonová a ekonomická).



Zdroj: Zpracováno dle Sixta, Žižka, 2009, str. 19

Obr. 3 Schéma cílů logistiky

Dle obrázku výše lze vyčíst, že se cíle také rozdělují na prioritní a sekundární. Do prioritních cílů spadají vnější cíle se složkou výkonovou a na druhou stranu do cílů sekundárních spadají vnitřní cíle se složkou ekonomickou.

Vnější cíle se snaží o co nejlepší možné uspokojení požadavků zákazníka, kam můžeme zařadit:

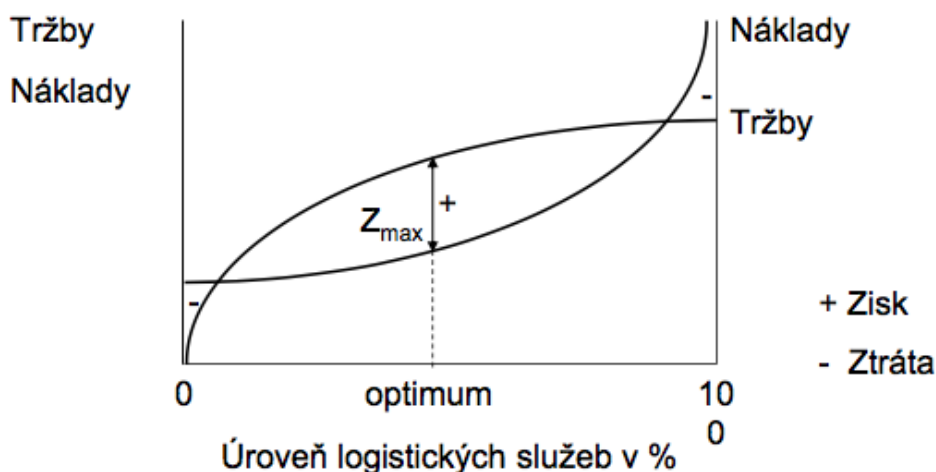
- krátké dodací lhůty
- spolehlivost a kvalita dodávek – úplnost dodávek
- pružnost logistických služeb – schopnost reagovat na požadavky zákazníků

Vnitřní cíle se věnují minimalizaci nákladů spojených s logistikou, při zachování vnějších cílů. Jde především o tyto náklady:

- Náklady na zásoby
- Náklady na manipulaci
- Náklady na dopravu
- Náklady na řízení realizaci objednávek

Výkonová složka má za cíl takovou úroveň služeb, která zajišťuje, aby správné zboží bylo u zákazníka ve správném množství, na správném místě, ve správný čas a ve správné kvalitě.

Ekonomická složka má za cíl veškeré náklady spojené s logistikou dostat na takovou ekonomickou úroveň, která bude co nejvíce optimální.



Zdroj: Přednáška Úvod do Logistiky, Staš

Obr. 4 Logistické řízení

Z obrázku výše je možné vyčíst, že při zvýšení logistických tržeb také vzrůstají logistické náklady. V praxi není možné dosáhnout přímého optima z důvodu velké konkurence na trhu. Podnik za těchto podmínek musí být konkurenceschopným, tzn. nabízet stejnou nebo o něco vyšší úroveň než konkurence.

1.5 Dopravní síť

Pojem dopravní síť je komplexní model. Nejdůležitějšími prvky dopravní sítě je dopravní cesta a dopravní body. Do dopravní sítě se zahrnují dopravní uzle, dopravní linky a dopravní tahy. Dopravní síť můžeme definovat jako množinu vzájemně propojených uzlů a úseků (dopravních cest), které tvoří základní kameny dopravního systému. Dopravní síť musí být souvislá, tzn. aby pro každý uzel existovala alespoň jedna cesta, ke každému z úseků je dále přiřazena hodnota jako je např. délka, cena, čas, atp.

Zjednodušeně lze říci že: **dopravní cesty + dopravní body = dopravní síť**

Dopravní cesta neboli komunikace je taková část dopravní sítě, která spojuje dva koncové body, na kterých se doprava provádí.

Dopravní bod je takové místo ležící na dopravní cestě, kde se provádí např. vykládka, nakládka, překládka atp.

Dopravní uzel je pojem spadající do dopravního bodu, má stejné funkce jako dopravní bod (vstup, výstup, shromažďování atp.), ale na rozdíl od dopravního bodu se zde sbíhají nejméně tři dopravní cesty.

Dopravní linkou se rozumí pravidelné spojení bodů jedním dopravním prostředkem.

Dopravní tah je soubor dopravních linek na odlišných cestách v jednom směru.

Úsek je spojení dvou uzlů, který je těmito uzly ohraničen a v tomto daném úseku se nevyskytuje již žádný další uzel.

Délka úseku je vyjádřena v různých jednotkách jako je např. délka či doba

Kapacita úseku je povolené množství množin nacházející se v úseku.

Propustnost úseku je soubor jednotek, které mohou vstoupit do jednoho úseku, za jednotku času, ze vstupního uzlu. Vzhledem k tomu, že každá jednotka není stejnorodá, je nutno na tuto problematiku brát ohled. Např. rozdílná rychlost u osobních automobilů a nákladních automobilů se liší, proto není možné počítat se stejnou průpustností těchto dvou odlišných jednotek, jelikož osobní automobily mohou úsekem projet v podstatně menším časovém pásmu než automobily nákladní. Propustnost úseku lze definovat jako množství průjezdnosti daných jednotek za určitý čas. V úseku se také může měřit např. množství přepravených

osob, hmotnost nákladu, počet kusů zboží atp. za jednotku času. Měření těchto veličin se nazývá **výkonnost úseku**.

1.6 Uspořádání dopravních sítí

V praxi se využívají hierarchické uspořádání sítě pro řešení optimálního využití cest. Pojem hierarchické uspořádání se rozumí správné rozložení uzlů, jelikož některé uzly mají vliv na jiné uzly. Některé proměnné mají větší vliv na uzel než ty ostatní. Proto můžeme strukturu sítě dělit na roviny. První rovina je spojena s proměnnou, která má největší vliv na další uzel. Druhá rovina má také podstatný vliv, ale výrazně menší než rovina první. Mohou existovat i další roviny (třetí, čtvrtá, pátá, atp.), avšak každá další rovina má menší vliv na uzel než rovina předchozí. Tomuto systému říkáme hierarchická struktura dopravní sítě. Je proto nutné tuto problematiku rozdělit na další dva důležité pojmy, které usnadňují řešení tohoto problému. Jedná se o tzv. agregaci a dekompozici. Agregací se rozumí seskupení něčeho a na druhou stranu, dekompozicí se rozumí rozložení něčeho, v našem případě seskupení či rozložení dopravní sítě na dílčí složky.

Dekompozice dopravní sítě

Dekompozicí dopravní sítě se rozumí rozložení neboli rozklad dopravní sítě na určité, podrobnější prvky, neboli roviny pro optimalizaci sítě. Rovina prvního stupně má nejpodstatnější vliv v dopravní síti tzn., že do této nejvyšší roviny je nutné definovat náš hlavní zájem. Druhá rovina nemá tak významný vliv pro optimalizaci, avšak tuto rovinu je třeba hlouběji analyzovat. Tímto způsobem se dělí síť na další podřadné roviny s méně podstatným vlivem, které je ale třeba více a více hlouběji analyzovat. Pro zjednodušení si to uvedeme na příkladu silničních komunikací. Do první roviny hierarchické úrovně by mohly spadat např. dálnice a vysokorychlostní silnice, rovinu druhou mohou tvořit silnice první třídy, třetí rovinu silnice druhé třídy atp. až např. po poslední rovinu s nejmenším významem jako jsou polní nebo lesní cesty.

Agregace dopravních sítí

Agregací můžeme nazvat seskupení neboli slučování prvků do jednoho celku. Agregace se využívá zejména pro snížení počtů prvků v dopravní síti a tím k dosažení lepší orientace ve struktuře sítě. Agregací také můžeme nazvat

vynechání některých méně důležitých prvků. Je nezbytné nezapomenout na rozdělení agregace na dva důležité pojmy zonální agregace a hranová agregace.

Zonální agregace neboli agregace oblastní je takové spojení míst, kde není možné spojení jakéhokoli místa v síti. V tomto modelu je možné spojovat pouze prvky ve stejnorodých rovinnách. Tzn., že je možno spojovat prvky v první rovině mezi sebou, ale není možno spojovat prvky z první roviny s rovinou druhou. K propojení dvou rovin slouží tzv. centra rovin, která je poté možné spolu propojit.

Hranová agregace neboli agregace liniová vynechává v konečném řešení některé cesty jako jsou hrany sítě, ale zachová jejich množství. Pro hranovou agregaci existují dva přístupy. Extrahování hran a abstrahování hran.

- **Extrahovaná hrana** je taková hrana, která nemá význam pro optimalizaci, a proto ji můžeme vypustit bez následků na změnu výsledku. Při extrahování hran je nutno dbát velké opatrnosti, zdali tato hrana, kterou chceme vypustit, opravdu není podstatná.
- **Abstrahování hran** u tohoto modelu nevypouští žádnou hranu, ale eliminuje počet hran v dopravní síti. Tzn., že komprimujeme např. dvě hrany v jednu a poté se jejich hodnota sečte.

1.7 Teorie grafů

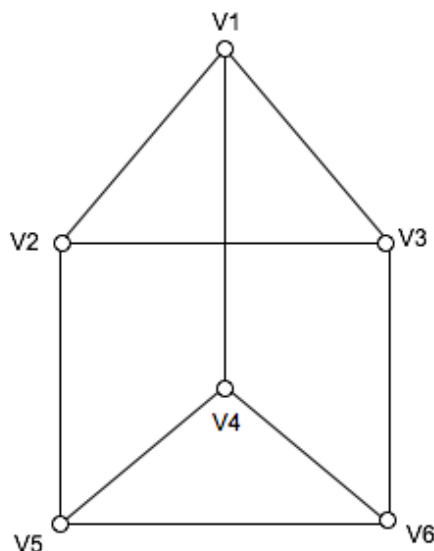
Teorie grafů studuje matematické útvary neboli grafy dopravní sítě. Je to matematický obor, který je více popsán v matematicko-teoretické oblasti. Pro oblast dopravních sítí je nutno si matematický graf představit jako útvar, systém nebo model, nikoli jako zobrazení dvou na sobě závislých proměnných.

Počátek teorie grafů sahá až do 18. století ve spojení s matematikem Leonardem Eulerem, který v roce 1736 vyřešil grafový problém tzv. „Úloha o sedmi mostech města Královec“. Samostatná matematická disciplína teorie grafů je psána rokem 1936 matematikem Dénesem Kónigem v monografii „Teorie konečných a nekonečných grafů“. V zahraničí, ale i u nás má teorie grafů své kořeny, a to díky publikacím matematiků Otakara Borůvky, který se zabýval metodou nejkratší cesty spojující daná města, dále díky poznatkům profesora Vojtěcha Jarníka, Jiřího Sedláčka a z pozdějších publikací je možné uvést i Jaroslava Nešetřila nebo Jiřího Demela. Teorie grafů má své uplatnění nejen v oboru doprava, ale také v mnoha

ostatních oborech jako např. techniky, ekonomiky, chemie, fyziky atp. Modely teorie grafů jsou velice populární z prostého důvodu, kterým je zřetelné vysvětlení problému pomocí struktury grafu a tím se stává velice pochopitelným pro všechny skupiny osob. Proto se v teorii grafů orientují i lajci, kteří nemají takové znalosti matematiky, díky využití jednoduché slovní zásoby jako je např. uzel, úsek, cesta atp, které jsou běžně, veřejně používány.

Pojem graf

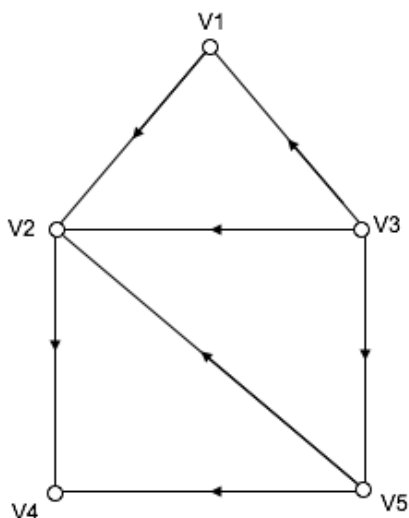
Graf dopravní sítě si je možné představit jako systém, model nebo útvar, který zahrnuje jednotlivé prvky dopravní obsluhy, které mají vzájemné vazby mezi sebou. Prvky grafu byly již zmíněny v předchozích kapitolách, jsou to např. uzly, hrany, cesty atp. V mnoha publikacích je možné narazit na spousty rozdělení grafů, ašak pro tuto problematiku bude nejpodstatnější uvést některé příklady grafů, a to podle toho, jak jsou grafy orientované a ohodnocené. Prvním způsobem jsou **grafy neorientované**, které nerozlišují směr po dopravní síti. Tzn. že to jsou takové grafy kdy z bodu A do bodu B vede cesta tam a zároveň i zpět, není tedy určen směr.



Zdroj: Zpracováno dle Pastor, Tuzar, 2007, str. 65

Obr. 5 Neorientovaný graf

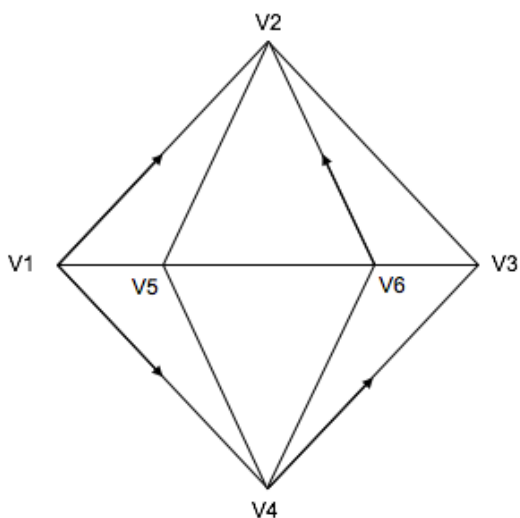
Pokud nastane situace, kdy cesta vede pouze jedním směrem, např. z bodu A do bodu B, ale nikoli už zpět a tím se v grafu rozlišuje směr, nazýváme tento **graf orientovaným**.



Zdroj: Zpracováno dle Pastor, Tuzar, 2007, str. 66

Obr. 6 Orientovaný graf

Třetím příkladem je **graf smíšený**. Jak již z názvu vyplývá, jedná se o kombinaci neorientovaného a orientovaného grafu. Část grafu je neorientovaná a část grafu je orientovaná, tudíž některé cesty jsou obousměrné a některé pouze jednosměrné, což je specifikací dopravní sítě.



Zdroj: Zpracováno dle Pastor, Tuzar, 2007, str. 66

Obr. 7 Smíšený graf

Dalším způsobem rozdělení grafů jsou grafy ohodnocené a neohodnocené. **Ohodnocený graf** je takový graf, který má k hraně přiřazenou váhu, hodnotu jako je např. doba trvání cesty, vzdálenost, cena, atp.

Neohodnocený graf je takový graf, který je opačný ke grafu ohodnocenému. Tzn., že nemá k hraně přiřazenou žádnou hodnotu.

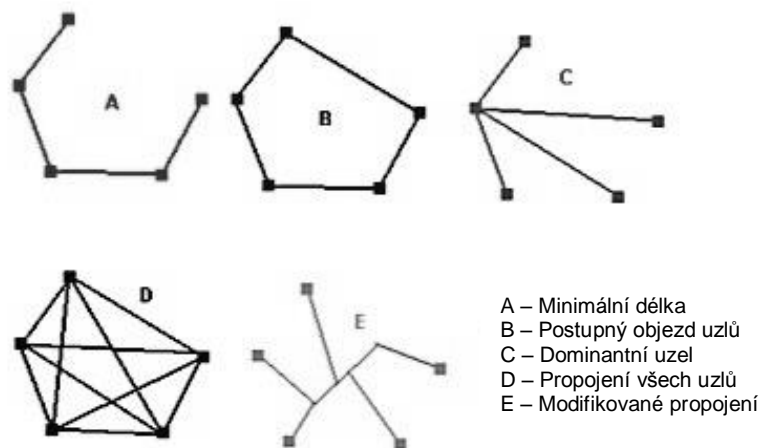
1.8 Trasy v dopravní síti

Spojení míst

Problematika optimální trasy dopravní sítě spočívá v nalezení takové cesty, která bude v konečném výsledku dosahovat nejnižších ekonomických nákladů. Je patrné, že to je logicky nejkratší cesta v síti, což není správné řešení. Je nutné nezapomínat např. na provozuschopnost silnic nižší třídy, které mohou být v zimních obdobích neprojízdné nebo se na daných silnicích může objevit hmotnostní omezení či jiná omezení. Dále se tato problematika zabývá optimálním propojením všech uzlů v síti a zároveň zajištěním stability. Pro snadnější analyzování optimálních cest v síti se využívá několik algoritmů, které však spolu vzájemně souvisí a budou popsány později.

Spojení více uzlů

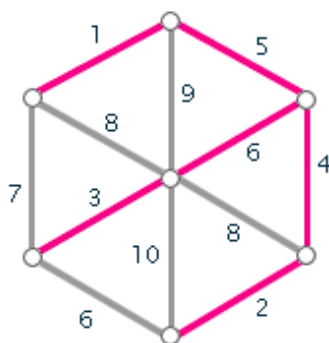
Následujícím obrázkem můžeme získat informace o různých typech propojení uzlů. Nejtypičtějším je minimální délka spojení uzlů, kdy dochází k postupnému spojení vstupního a výstupního uzlu. Další způsobem je objezd uzlů, kdy vstup a výstup je v kontrétním uzlu. Dále se vychází pouze z jednoho uzlu a je nutné se vrátit do tohoto uzlu zpět a poté pokračovat. Dalším grafem je propojení všech uzlů navzájem a posledním způsobem je modifikované propojení.



Obr. 8 Spojení více uzlů

1.8.1 Minimální trasy

Při hledání minimální trasy a zároveň propojení všech hran s nejnižšími náklady se využívá několik algoritmů. V každém algoritmu je nutné si nejprve ohodnotit jednotlivé trasy v síti. Prvním algoritmem je Kruskalův algoritmus, který funguje na principu spojení hran s nejnižším ohodnocením viz následující obrázek.



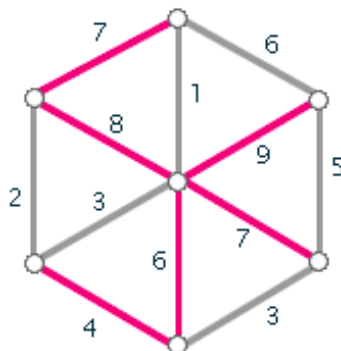
Zdroj: Zpracováno dle teorie-grafu.cz

Obr. 9 Minimální trasa

Další možný algoritmus spočívá ve srovnání hran podle velikosti ohodnocení a následným tvořením kostry grafu s následujícím dalším nejmenším ohodnocením.

Maximální trasy

Není zvykem hledat maximální trasu sítě, ale pro praxi to může být často užitečné z důvodu najít tzv. kritické cesty. Způsob je stejný jako u minimální trasy, ale s opačným, nejvyšším ohodnocením hrany.



Zdroj: Zpracováno dle teorie-grafu.cz

Obr. 10 Maximální trasa

1.9 Dopravní obsluha uzlů sítě

Tato problematika má za prioritu řešení určitých situací jako je např. rozvoz materiálu, zboží, osob, atp. na určitá místa, neboli uzle. Vychází z toho, že dopravní síť je s ohodnocenými hranami, dále je síť orientovaná nebo neorientovaná a uzly znázorňují důležitá místa jako jsou např. továrny nebo obchody, které jsou spojené dopravní cestou. V tomto modelu se požaduje, aby náklady na spojení všech uzlů byly minimální a zároveň s nejkratší (nejrychlejší) cestou, která bude mít vliv na úsporu doby výroby, obsluhy, atp. Pokud nastane situace, kdy není možné zjistit ohodnocení úseků (hran) sítě, bereme v úvahu takové optimální spojení, které bude mít nejmenší počet úseků z bodu A do bodu B. Je nutné nepřehlédnout i takové situace, kde se mohou např. objevit úseky, které jsou pouze jednosměrné, čímž by mohla nastat komplikace v síti.

Hamiltonovská kružnice (HK) nebo-li hamiltonovské cykly (HC) nebo-li hamiltonovské trasy (HT) interpretují 2 rozdělení propojení dopravní sítě.

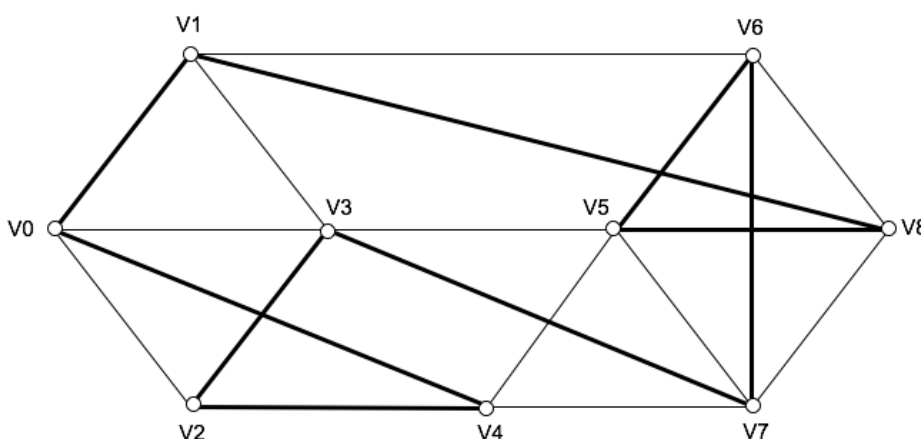
1) Protíná veškeré uzly sítě

a) pouze jednou

b) alespoň jednou

2) Má nejmenší délku z 1)

Bod a) pouze jednou, znamená nalezení cyklu s vlastnostmi druhého bodu. Bod b) alespoň jednou, znamená protnutí všech uzlů alespoň jednou a následně uzavřít cestu s požadavky druhého bodu. Hamiltonovská kružnice je možná tvořit na orientovaných, ale i neorientovaných úsecích a zároveň i v kombinaci těchto dvou.



Zdroj: Zpracováno dle Pastor, Tuzar, 2007, str. 138

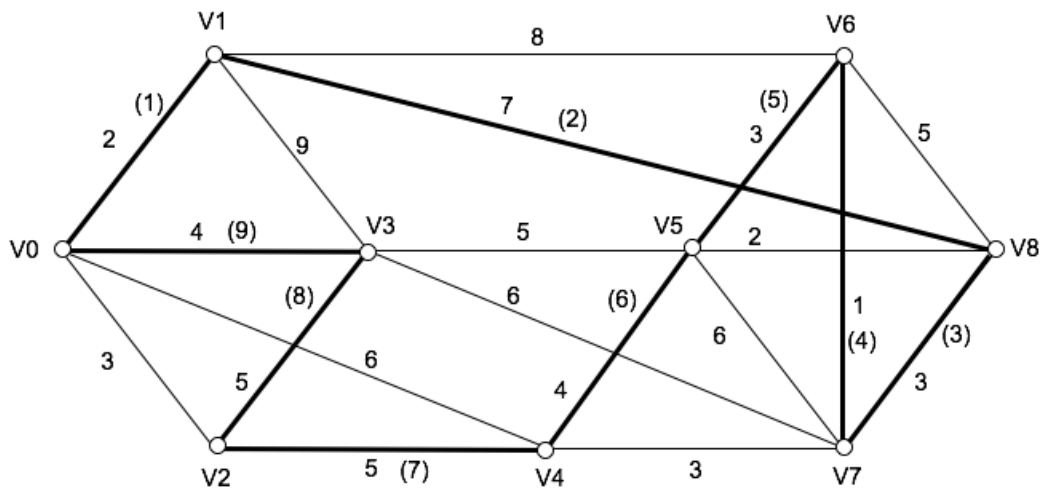
Obr. 11 Hamiltonovská kružnice

Na obrázku výše lze vidět zjednodušený příklad Hamiltonovské kružnice. Příklad je znázorněn v neorientovaného grafu, kdy zadáním bylo navrhnout takovou optimální trasu, která protne veškeré uzly v síti, začne a zároveň skončí ve stejném uzlu, např v uzlu V0. Ohodnocení v tomto případě nebylo specifikováno, lze konstatovat, že jde o náhodné spojení jednotlivých bodů za předem splněných daných podmínek. V této síti, s tímto zadáním lze najít více rozdílných Hamiltonovských kružnic.

1.10 Heuristické algoritmy

Heuristické algoritmy spočívají v použití heuristiky, je vhodné nejprve tento pojem objasnit. Pojem **heuristika** se zaměřuje na metodu takového hledání problému, pro jehož řešení neexistuje algoritmus nebo jistý systém nalezení přesného řešení. Tato metoda funguje na bázi pokus – omyl nebo je založena na předchozích zkušenostech a následného řešení. Z tohoto důvodu není touto metodou nalezené řešení to optimální, jelikož existuje více řešení, které mohou být více či méně lepší než ostatní. Dalším důležitým pojmem v této podkapitole je algoritmus. **Algoritmus** znamená navazování dalších výpočtů na předchozí řešení nebo-li ho můžeme definovat jako postup řešení, které se využívají pro hledání optimálnějšího řešení.

Tuto problematiku si je možno vysvětlit na podobném příkladu jako v předchozí kapitole Hamiltonovské kružnice pro nalezení minima. V tomto případě již jsou předem ohodnoceny úseky dopravní sítě. Zadání je stejné: neorientovaný graf, navrhnout optimální trasu, protnout veškeré uzly, začít a skončit ve stejném uzlu. Algoritmus začíná v bodě V_0 . Dále se pokračuje výběrem hrany s nejmenším ohodnocením. Pokud se shoduje více těchto hran, volí se libovolná z těchto shodujících se hran. Tímto způsobem jsme se posunuli do dalšího uzlu, ze kterého opět vyhledáváme hranu s nejmenším ohodnocením, ale s vlastností, že její výstupní uzel nebyl ještě vybrán. Pokud se opět hrany shodují, volí se z hran shodujících libovolná z nich. Tuto metodiku opakujeme až do proniknutí všech uzlů v síti. Pokud nastane protnutí všech uzlů sítě a nemůžeme dál pokračovat, je potřebné spojit tento koncový uzel s uzlem počátečním (v našem případě s uzlem V_0), v tomto případě již nebereme potaz na ohodnocení hrany.



Zdroj: Zpracováno dle Pastor, Tuzar, 2007, str. 140

Obr. 12 Ohodnocená dopravní síť a její postup řešení

- V_x – název uzlu
- Čísla bez závorek – ohodnocení úseku
- Čísla v závorkách – pořadová čísla nalezeného optima

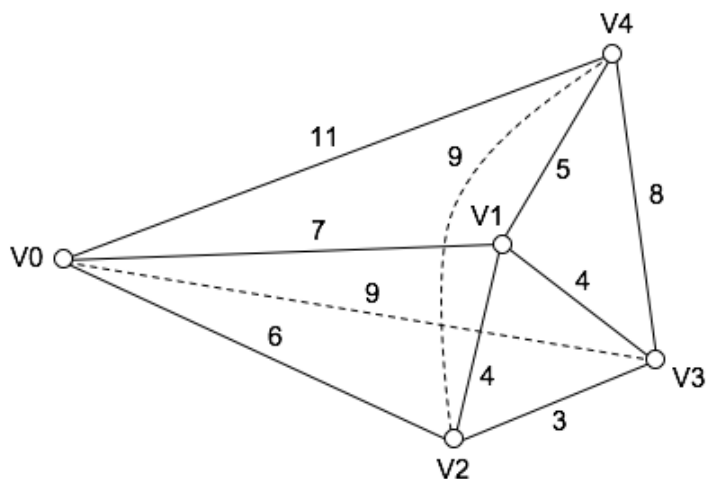
Tímto způsobem je možné najít minimální, optimální trasy (minimální Hamiltonovské kružnice) v dopravní síti. Optimální cesta je znázorněna tučným zvýrazněním hran.

1.11 Kimova metoda

Další metodou pro vyhledávání optimální trasy v síti je Kimova metoda. Úlohou této metody je opět protnout veškeré uzly v síti s minimálními náklady a vrátit se zpět do vstupního uzle.

Pro lepší pochopení této metody bude postup řešení rozdělen do 4 částí.

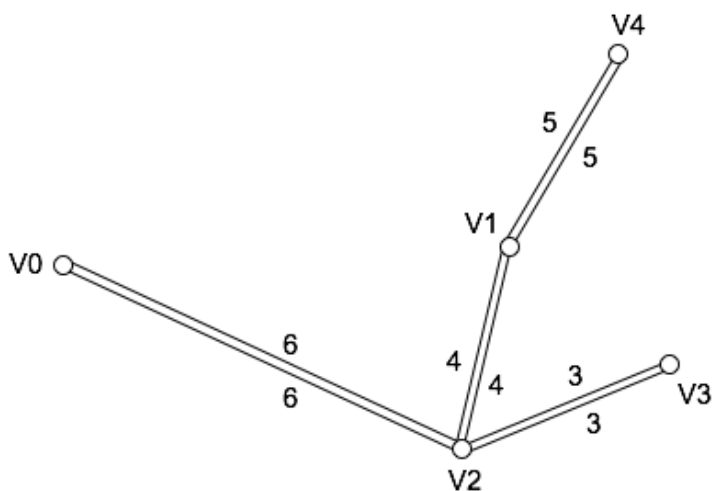
1. V již dané, ohodnocené dopravní síti, je nutné vytvořit doplňované úseky, které mají za úkol spojit takové uzly, které nejsou vzájemně spojené, s takovou hodnotou, která se rovná součtu minimálních délek hran spojujících tyto hrany. Doplňované úseky jsou označeny čárkovanou čarou. Tímto způsobem se stané síť tzv. úplná.



Zdroj: 1 Zpracováno dle Pastor, Tuzar, 2007, str. 142

Obr. 13 Úplná síť

2. Dalším krokem je nalezení minimální kostry sítě již stejným zmiňovaným způsobem, kterou následně zdvojíme.



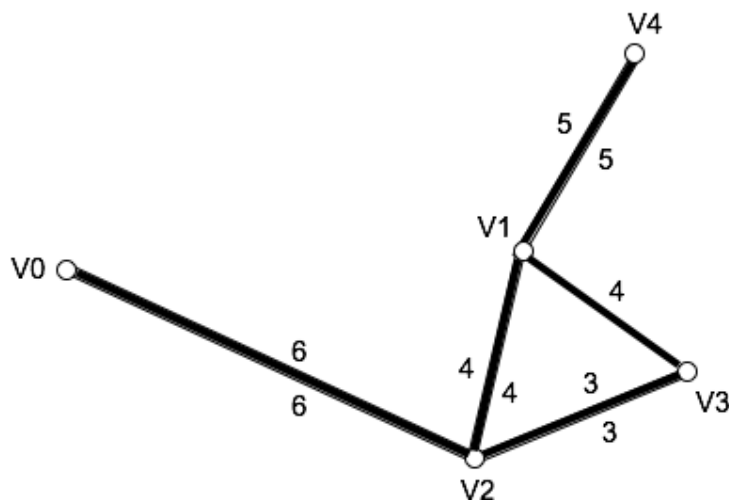
Zdroj: Zpracováno dle Pastor, Tuzar, 2007, str. 142

Obr. 14 Zdvojená minimální kostra sítě

Pro hledání optimální cesty v této zdvojené kostře si můžeme cestu zapsat pomocí následující posloupnosti. Délka cesty (DC) = V0 (6) V2 → V2 (3) V3 → V3 (3) V2 → V2 (4) V1 → V1 (5) V4 → V4 (5) V1 → V1 (4) V2 → V2 (6) V0; pomocí této posloupnosti vidíme že délka cesty (DC) = 36.

3. Některými uzly se prochází vícekrát. Proto můžeme zkusit přepočítat tuto cestu. Týká se to např. z uzlu V3 do uzlu V1, kdy má podle původní sítě cesta z uzlu V3 do uzlu V1 hodnotu 4, přitom ve zdvojeném případě má hodnotu 7. Tudíž můžeme tuto cestu zkrátit a ušetřit tak 3 body.

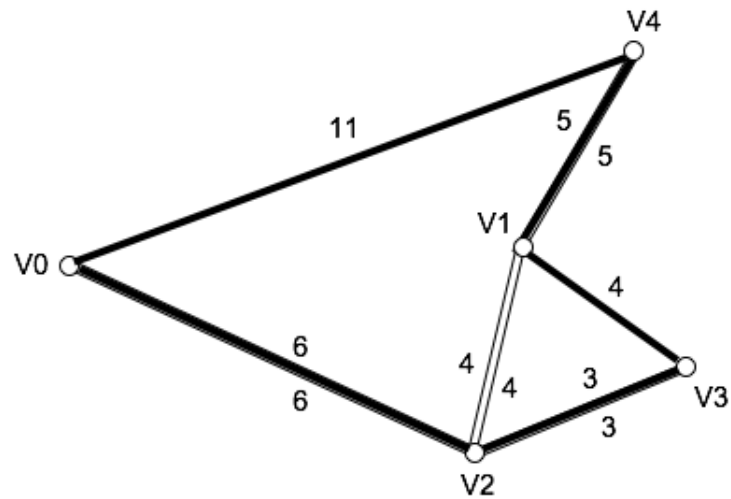
Nová DC = V0 (6) V2 → V2 (3) V3 → V3 (4) V1 → V1 (5) V4 → V4 (5) V1 → V1 (4) V2 → V2 (6) V0; DC = 33.



Obr. 15 Nová cesta dopravní sítě pro příklad Kimovy metody

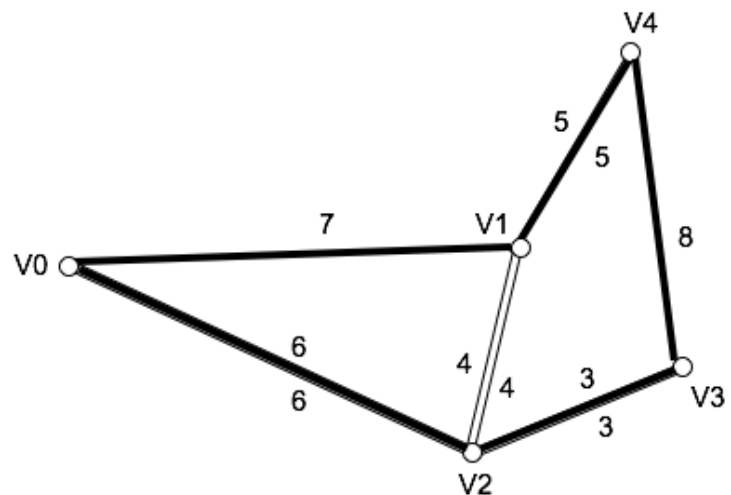
4. V dalším kroku je možné vidět, že cesta z uzlu V4 do V0 procházející skrz uzly V1, V3 a V2 má hodnotu 18, přičemž přímá cesta z bodu V4 do bodu V0 má hodnotu 11. Následující řešení bude vypadat takto:

DC = V0 (6) V2 → V2 (3) V3 → V3 (4) V1 → V1 (5) V4 → V4 (11) V0; DC = 29



Obr. 16 Optimální cesta dopravní sítě pro příklad Kimovy metody

Jelikož již tuto dopravní síť nemůžeme více krátit, je možné říci, že toto je právě optimální řešení minimálního spojení dopravních uzlů v síti s využitím Kimovy metody. Při bližším přezkoumání je možné narazit na cestu se shodnou hodnotou; $DC = 29$. Týká se to cesty: $V_0 (6) V_2 \rightarrow V_2 (3) V_3 \rightarrow V_3 (8) V_4 \rightarrow V_4 (5) V_1 \rightarrow V_1 (7)$.



Obr. 17 Druhé řešení optimální cesty dopravní sítě pro příklad Kimovy metody

1.12 Úloha optimálního trasování

Při optimálním trasování v síti je nutné započítávat a uvažovat s omezujícími podmínkami jako je kapacita, typ dopravy, doba obsluhy v uzlu, pracovní doba, atp. Tím je potřeba uvažovat nad omezením plynulosti v dopravní síti. Je nutné např. použít více dopravních prostředků, navštívit daný uzel několikrát atp. Tato dopravní síť neboli okružní jízda má středisko v uzlu V_0 a z tohoto počátečního uzlu musí obsloužit ostatní uzly v síti s daným množstvím požadavků. V úloze optimálního trasování začíná trasa a končí v počátečním uzlu V_0 a je povinna obsloužit jednotlivé uzly právě jednou a to s omezujícími podmínkami pro obsluhu uzlů. Je důležité, aby tato úloha pro trasu byla uskutečněna s co nejmenšími náklady na délku a čas uskutečněné trasy. S optimalizací tras jsou spojené další podmínky jako jsou např.:

Globální podmínky, do kterých spadá např. množství zboží (kapacita přepravovacího prostředku), doba trvání (uskutečnění trasy, pracovní doba, povinné přestávky atp.), různorodost vozového parku atp.

Lokální podmínky jsou takové podmínky, kde je např. nutné obsloužit uzel v daném čase nebo intervalu, s technicky vhodným dopravním prostředkem (velikost emisní normy atp.)

2 Charakteristika podniku

Spediční společnost XYZ má již v dnešní době pevné místo na trhu, jelikož se přepravou zabývá více než 25 let, a to nejen osobních automobilů, materiálů a zboží nejen v ČR, ale i po celé Evropě, a to v libovolném množství.

Historie firmy sahá do roku 1992, kdy byla založena v Praze. Postupným vývojem se rozšířila až do centra automobilového průmyslu v Mladé Boleslavi, kde nyní sídlí. Společnost se již od počátku zaměřovala na přepravu automobilů, materiálů a zboží pro automobilový průmysl nejen v ČR ale i ve státech EU. V této zprvu malé firmě určoval počet přeprav nejprve trh a klienti. S následujícím rozvojem, modernizací firmy a vozového parku si firma začala budovat své uplatnění na trhu. Mezi lety 1998 a 1999 došlo ve firmě k výraznému kroku. Tím bylo přemístění se do Mladé Boleslavi a vybudování dceřiné společnosti ve stejném areálu. Dceřiná firma se specializuje na servis všech značek LKW, jako je servis a zkoušky brzd, kontrola vůlí podvozku, tlakové mazání, výměna olejů a celková příprava na STK. Disponuje také nejnovějšími přístroji diagnostiky, přístroji pro seřizování geometrie atp. Jejimi smluvními partnery se staly firmy Kässbohrer a Lohr. Dále se v tomto areálu vybuďovala čerpací stanice, myčka LKW, prodejna náhradních dílů, skladovací a kancelářské prostory. Firma nyní disponuje více jak 70 nákladními vozy značky Mercedes Benz. Pro spokojenost zákazníků a nejvyšší kvalitu přepravy je každé vozidlo vybaveno satelitním zařízením tzv. Fleet Board, který umožňuje přenášet důležité informace nejen o vozidle jako jsou poloha vozidla, technický stav vozidla, spotřeba paliva atp. a to z jakéhokoliv koutu světa. Nejen tyto technologie, ale i neocenitelný personál firmy zajistili, že se firma již několikrát stala speditérem roku. To také potvrzuje více než 25ti leté úsilí poskytovat služby v co nejvyšší kvalitě. Je to také důsledkem pravidelné a řádné kontroly poskytovaných služeb a zlepšováním kvalifikace svých zaměstnanců. Touto vysokou úrovní kvality služeb je firma schopna uspokojit i ty nejvíce náročné zákazníky ze zahraničí. To také potvrzuje certifikací ISO 9001, která odpovídá standartu pro management kvality. Od svých počátků si firma také vybuďovala pobočky na Slovensku a Německu, kde disponuje dalšími tahači.

2.1 Dopravní uzly podniku

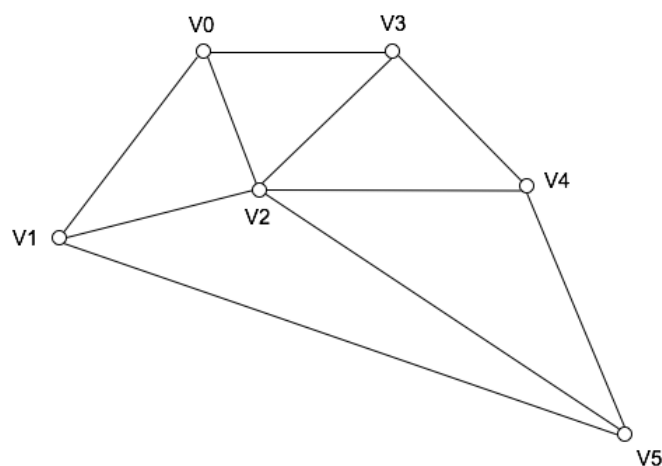
Firma XYZ je distributor v rámci celé Evropy. Tato práce však bude spočívat v optimalizaci pouze vnitrostátní přepravy. Dále se budou optimalizovat pouze pravidelné trasy rozvozu zboží. Budou vynechána taková místa, na které se jezdí jen výjimečně při objednávce od nestálého nebo nového zákazníka, který žádá pouze jen jednu přepravu, nikoli pravidelnou.

Dopravní uzly podniku pro pravidelný rozvoz zboží jsou:

- Mladá Boleslav – uzel V0 – zde přeprava začíná a končí
- Praha – uzel V1
- Kolín – uzel V2
- Vrchlabí – uzel V3
- Kvasiny – uzel V4
- Brno – uzel V5

Pro lepší orientaci po dopravní síti, se budou využívat pouze názvy Vx, nikoli celá jména uzlů, jelikož by se dopravní síť mohla stát nepřehlednou z důvodu dlouhých názvosloví.

2.2 Dopravní síť podniku



Obr. 18 Dopravní síť podniku

Na obrázku je znázorněna dopravní síť podniku, jejíž hrany jsou neohodnoceny, a tedy síť je neorientovaná.

Pro následující práci s dopravní sítí a její optimalizací je nutné ohodnotit hrany. Pro vlastní ohodnocení hran vytvoříme vzorec:

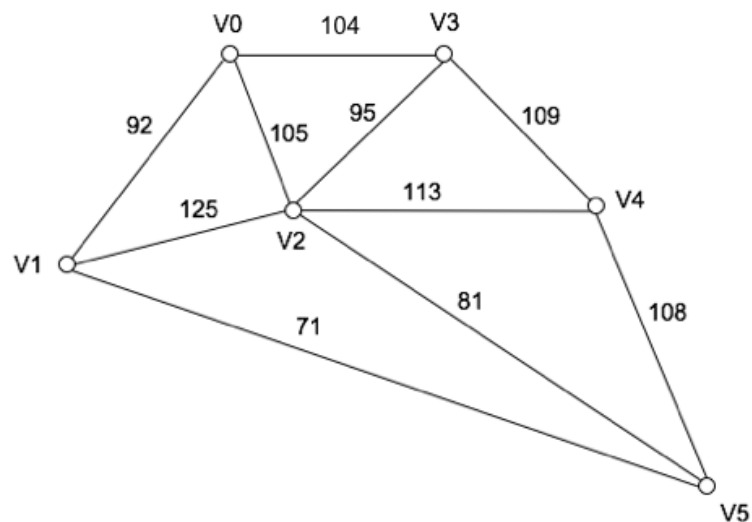
$$OH = \frac{t}{s} * 100$$

OH ... ohodnocení hran

t ... čas, za který je vozidlo schopno projet úsek mezi dvěma uzly

s ... dráha, délka úseku mezi dvěma uzly

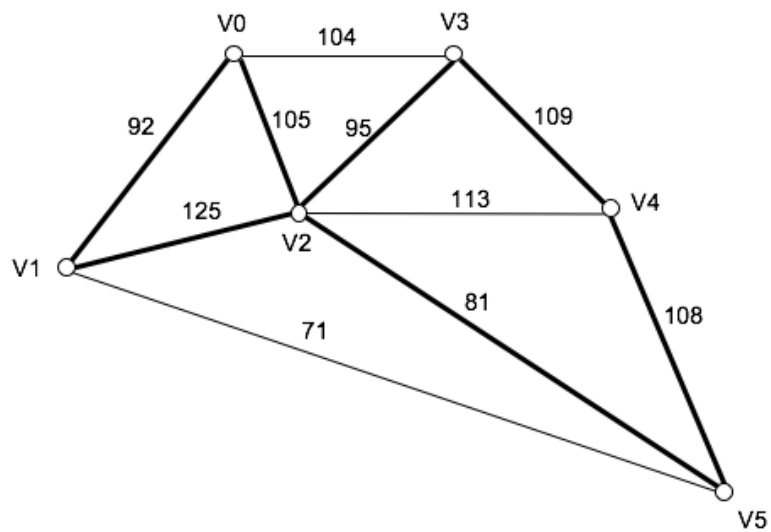
V tabulce viz Příloha č. 1 jsou vyčísleny ohodnocení jednotlivých hran dle výpočtu.



Obr. 19 Ohodnocená dopravní síť podniku

Na obrázku výše je ohodnocená dopravní síť podniku, dosazená dle výpočtů z tabulky.

Využitá trasa dopravním podnikem po síti



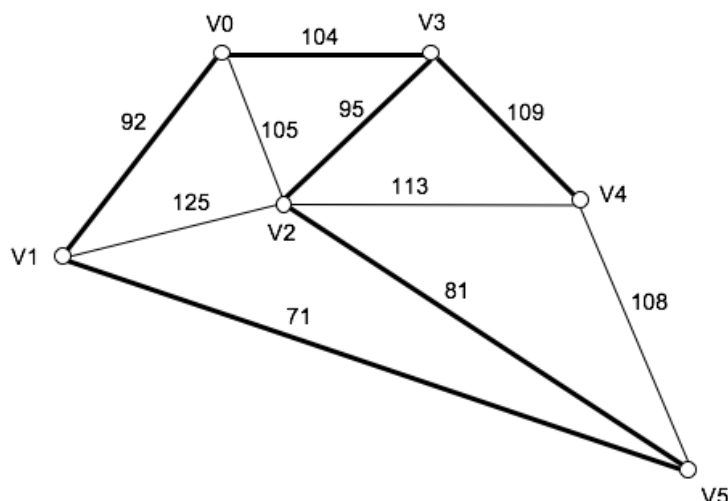
Obr. 20 Využitá trasa dopravním podnikem

Na obrázku je zvýrazněna aktuálně využívaná trasa dopravním podnikem. Trasa začíná a končí v bodě V0. Pro výpočet délky cesty použijeme součet posloupnosti trasy. V tomto případě bude výpočet délky trasy s využitím posloupnosti dopravního podniku vypadat takto: $DC = V0 (92) V1 \rightarrow V1 (125) V2 \rightarrow V2 (95) V3 \rightarrow V3 (109) V4 \rightarrow V4 (108) V5 \rightarrow V5 (81) V2 \rightarrow V2 (105) V0$; $DC = 715$

3 Vlastní návrh řešení

Pro optimalizaci dopravní obsluhy uzlů sítě v podniku se použijí nejprve výpočty pomocí Hamiltonovské kružnice a dále pomocí přesnější Kimovy metody. Cílem tohoto návrhu řešení je využít takovou cestu, která bude mít co nejmenší celkové ohodnocení. Budeme se snažit dosáhnout co nejnižších nákladů, nejen v úspoře délky trasy, ale také v úspoře paliva a času stráveného na cestě, čímž bude schopno daný cyklus opakovat vícekrát.

Pomocí **Hamiltonovské kružnice**, kdy z výchozího bodu V0 vybíráme hranu s nejnižším ohodnocením, tím se posuneme do dalšího uzlu, kde tuto metodiku opakujeme až do navštívení všech uzlů v síti. Dopravní trasa pomocí Hamiltonovské kružnice bude vypadat následujícím způsobem:

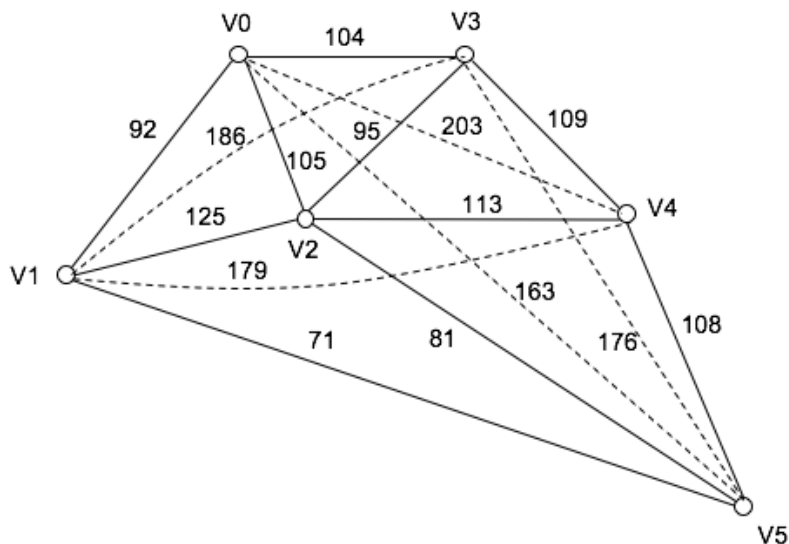


Obr. 21 Způsob řešení dle Hamiltonovské kružnice

Posloupnost a výpočet dopravní cesty v Hamiltonovské kružnici je následující: V0 (92) V1 → V1 (71) V5 → V5 (81) V2 → V2 (95) V3 → V3 (109) V4 → V4 (109) V3 → V3 (104) V0; DC = 661

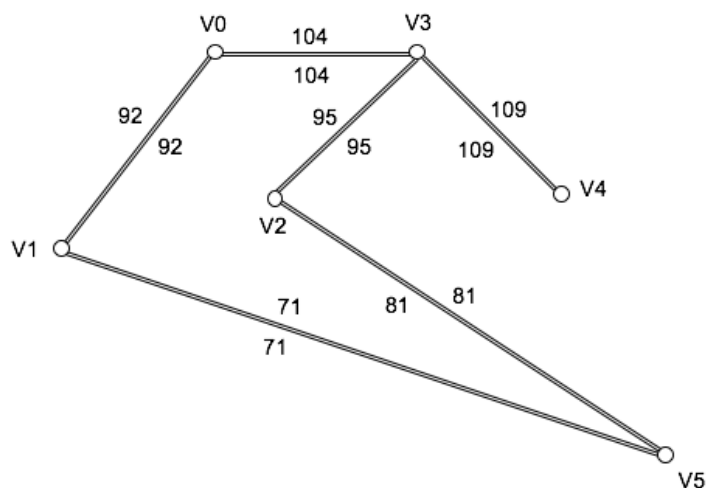
Z výsledku základní Hamiltonovské rovnice je možné spatřit, že tato cesta je optimálnější, než využívá podnik. Pro další přezkoumání použijeme pro výpočet optimální cesty Kimovu metodu.

Pro **Kimovu metodu** je nutné si nejprve v síti vytvořit tzv. již zmíněné doplňované úseky, které nám spojí uzly zatím nespojené s takovými ohodnoceními, které se rovnají minimálnímu součtu délek hran spojující tyto uzly.



Obr. 22 Úplná dopravní síť

Při vytvoření doplňovaných úseků se stala dopravní síť tzv. úplná. Dalším důležitým krokem je najít minimální kostru v úplné síti, která se následně zdvojí.

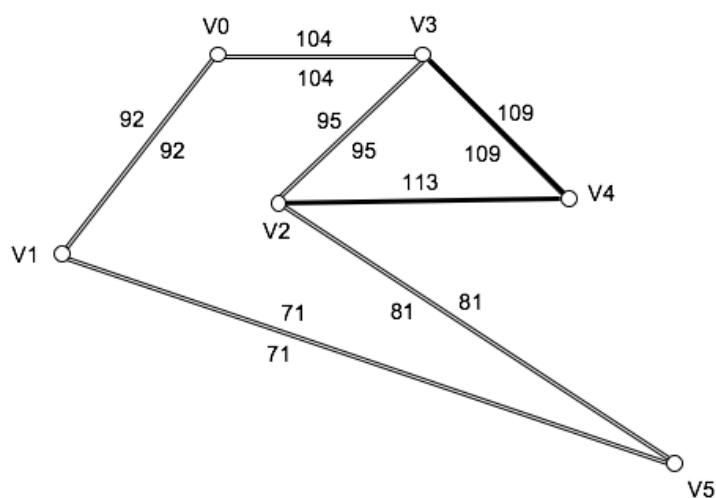


Obr. 23 Zdvojená minimální kostra dopravní sítě

Při nalezení minimální kostry v úplné síti je zřejmé, že se jedná o identickou dopravní síť s dopravní sítí vyřešenou pomocí Hamiltonovské metody. Kde

velikost dopravní cesty (DC) = 661; V0 (92) V1 → V1 (71) V5 → V5 (81) V2 → V2 (95) V3 → V3 (109) V4 → V4 (109) V3 → V3 (104) V0

Jak již bylo zmíněno, v teoretické části této práce je nutné nezapomenout na důležitou informaci a to, že některými uzly cesta prochází vícekrát, konkrétně v bodě V3. Pokud se zaměříme na tento bod, je možné si všimnout, že existuje mnohem výhodnější cesta, která je mnohem efektivnější. Na následujícím obrázku je tato cesta zvýrazněna.



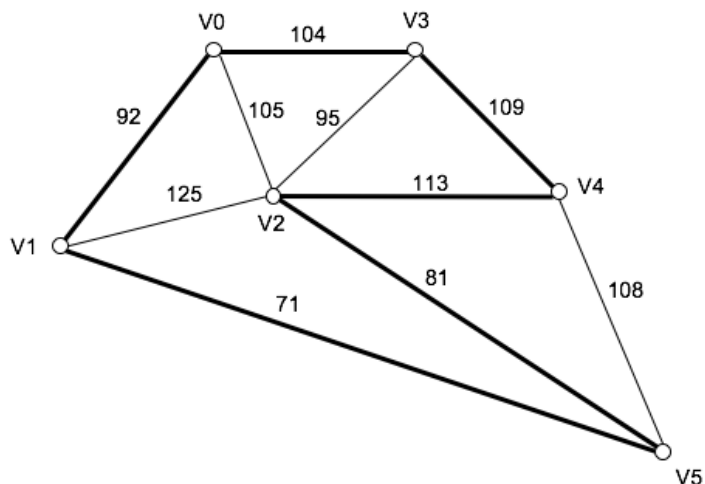
Obr. 24 Výhodnější cesta dopravní sítě

Dle obrázku je patrné, že v bodě V2 se využila cesta s větším ohodnocením, ale v konečném důsledku nám to přineslo úsporu. Z původního bodu V2 do V0 bylo celkové ohodnocení 417 a nové optimálnější ohodnocení je nyní 326, což uspořilo 91 bodů. Celková délka této cesty (DC) = V0 (92) V1 → V1 (71) V5 → V5 (81) V2 → V2 (113) V4 → V4 (109) V3 → V3 (104) V0 = 570

Po dalším prozkoumání této dopravní sítě již nezbyla zjištěna další výhodnější cesta, a proto lze říci, že právě toto řešení je optimální, co se ohodnocení dopravní sítě týče.

Optimální využití sítě

Pro optimální dopravní síť byla použita Kimova metoda a její výsledná cesta odpovídá 570 bodů.

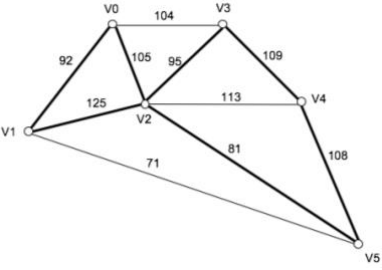
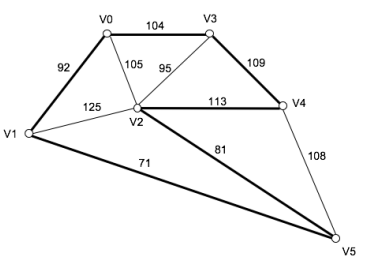


Obr. 25 Optimální využití dopravní sítě

3.1 Porovnání řešení s původní trasou

Po podrobném přezkoumání dopravní cesty využívané dopravním podnikem a navrhnutí vlastního řešení jsme dospěli k výsledkům. Nová navržená cesta přinesla podniku úsporu času, díky které je schopna obsloužit častěji dopravní uzly i přesto, že došlo k mírnému prodloužení dopravní cesty. Pro přehledné porovnání bude použita následující tabulka:

Tabulka 1 Porovnání řešení s původní trasou

	Původní trasa	Nové řešení
Dopravní síť		
Celkové ohodnocení cesty	715	570
Čas dopravní sítě	655	605
Délka dopravní sítě	656	681

V tabulce je možné vidět, že celkové ohodnocená dopravní cesty je rozdílné o 145 bodů. Uspořilo se 50 minut jízdy po dopravní síti, ale na druhou stranu je nová cesta o 25 km delší. Společnost využívá kratší možnou cestu s využitím nižších komunikačních tříd, ale díky tomu má vyšší spotřebu paliva a více stráveného času v dopravní síti. Využívaná vypočítaná optimálnější síť spíše využívá dálnice nebo vysokorychlostní komunikace. Tím jsou náklady na dopravu nižší a jsme schopni obsloužit dané uzle častěji.

Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout alternativní řešení pro stávající dopravní obsluhu uzlů sítě. Východiskem práce byla analýza úlohy dopravní obsluhy uzlů sítě nebo-li problém navštívení určité množiny míst – uzlů sítě, při kladení určitých požadavků vedoucích k efektivitě. Dále zhodnotit možnosti a omezení praktických aplikací a aplikovat vybraný model na problematiku obsluhy uzlů konkrétní přepravní firmou.

V první polovině teoretické části byly vysvětleny pojmy týkající se dopravy, její klasifikace a bližší prozkoumání pojmu logistika. Největší důraz byl poté na druhou část teoretické části, která se týkala dopravní sítě a její uspořádání, dále na teorii grafů a dopravní obsluhu uzlů sítě. Tato teorie byla následně podložena ukázkami grafů a výpočtů pomocí Hamiltonovské kružnice a Kimovy metody.

V praktické části bakalářské práce byla analyzována, v současné době využívaná, dopravní síť spediční společností, na které bylo zřetelné, že využití aktuální dopravní sítě nebylo zcela optimální. Z výsledků vlastního návrhu řešení bylo patrné, že využívaná cesta dopravním podnikem byla sice mírně kratší, než cesta nově navrhnutá, ale přinesla podniku podstatně větší množství času stráveného v dopravní síti. Dopravní společnost využívala kratší cesty vedoucí k daným uzlům s podstatně vyšší hustotou provozu. Nová navrhnutá dopravní cesta využívá spíše dálnice či vysokorychlostní komunikace, kde je plynulost provozu, s větší pravděpodobností, zajištěna. Díky využitím těchto plynulejších cest se navzdory mírnému prodloužení dopravní cesty uspoří podstatně velké množství času. Tím je schopen podnik navštívit dané uzle častěji, kvalitněji, bez výrazných zpoždění a být proto více konkurenceschopným. Vedlejšími úsporami pro podnik jsou také výrazné úspory paliva, amortizace nákladního vozu díky plynulosti cesty, nenuceného častého brždění, přeřazování atp. V souvislosti s podstatnou úsporou času, by dopravní společnost dále mohla dojít k přenastavení množství dopravních jednotek využívaných v síti. Tuto dopravní jednotku by mohla využít pro jiné účely spedičce, kterými se společnost zabývá a kde by byla více využitelná a výnosnější.

Seznam literatury

- 1) BÍLEK, I. [online]. Copyright © [cit. 29.11.2017]. Dostupné z: http://autnt.fme.vutbr.cz/szz/2007/DP_Bilek.pdf
- 2) Orientované grafy – Základní pojmy – Teorie grafů. Teorie grafů [online]. Dostupné z: <http://teorie-grafu.cz/zakladni-pojmy/orientovane-grafy.php>
- 3) PASTOR, O., TUZAR, A. *Teorie dopravních systémů*. 1. vyd. Praha: ASPI, 2007. ISBN 978-80-7357-285-3.
- 4) PERNICA, P. *Logistický management*. 1. vyd. Praha: Radix, 1998. ISBN 80-86031-13-6.
- 5) SIXTA, J., MAČÁT, V., *Logistika – teorie a praxe*. Brno: CP Books, a. s., 2005. ISBN 80-251-0573-3.
- 6) SIXTA, J., ŽIŽKA, M. *Logistika používané metody*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2009. ISBN 978-80-251-2563-2

Seznam obrázků a tabulek

Seznam obrázků

Obr. 1 Schéma přepravce	9
Obr. 2 Schéma dopravce	9
Obr. 3 Schéma cílů logistiky.....	12
Obr. 4 Logistické řízení	13
Obr. 5 Neorientovaný graf.....	17
Obr. 6 Orientovaný graf.....	18
Obr. 7 Smíšený graf	18
Obr. 8 Spojení více uzlů	20
Obr. 9 Minimální trasa	20
Obr. 10 Maximální trasa	21
Obr. 11 Hamiltonovská kružnice	22
Obr. 12 Ohodnocená dopravní síť a její postup řešení	24
Obr. 13 Úplná síť	25
Obr. 14 Zdvojená minimální kostra sítě	25
Obr. 15 Nová cesta dopravní sítě pro příklad Kimovy metody	26
Obr. 16 Optimální cesta dopravní sítě pro příklad Kimovy metody	27
Obr. 17 Druhé řešení optimální cesty dopravní sítě pro příklad Kimovy metody ...	27
Obr. 18 Dopravní síť podniku	30
Obr. 19 Ohodnocená dopravní síť podniku	31
Obr. 20 Využitá trasa dopravním podnikem	32
Obr. 21 Způsob řešení dle Hamiltonovské kružnice.....	33
Obr. 22 Úplná dopravní síť.....	34
Obr. 23 Zdvojená minimální kostra dopravní sítě.....	34
Obr. 24 Výhodnější cesta dopravní sítě.....	35

Obr. 25 Optimální využití dopravní sítě	36
---	----

Seznam tabulek

Tabulka 1 Porovnání řešení s původní trasou.....	37
--	----

Tabulka 2 Ohodnocení úseků dopravní sítě.....	43
---	----

Seznam příloh

Příloha č. 1 Tabulka výpočtů ohodnocení	43
---	----

Příloha č. 1 Tabulka výpočtů ohodnocení

Tabulka 2 Ohodnocení úseků dopravní sítě

Úseky	Čas (min)	Dráha (km)	Ohodnocení
V0 – V1	62	67	92
V0 – V2	64	61	105
V0 – V3	75	72	104
V1 – V2	78	62	125
V1 – V5	147	206	71
V2 – V3	85	89	95
V2 – V4	104	92	113
V2 – V5	132	162	81
V3 – V4	90	82	109
V4 – V5	144	133	108

ANOTAČNÍ ZÁZNAM

AUTOR	Jakub Fuksa		
STUDIJNÍ OBOR	6208R088 Podniková ekonomika a management provozu		
NÁZEV PRÁCE	Optimalizace dopravní obsluhy uzlů sítě		
VEDOUcí PRÁCE	prof. Dr. Ing. Otto Pastor, CSc		
KATEDRA	KLRK - Katedra logistiky a řízení kvality	ROK ODEVZDÁNÍ	2017
POČET STRAN	45		
POČET OBRÁZKŮ	25		
POČET TABULEK	2		
POČET PŘÍLOH	1		
STRUČNÝ POPIS	<p>Cílem této bakalářské práce je navrhnout alternativní řešení pro stávající dopravní obsluhu uzlů sítě, s jejímž využitím lze hledat optimální dopravní cestu v dopravní síti. Východiskem práce jsou popsány jednotlivé pojmy týkající se dopravy, logistiky, teorie grafů a dopravní obsluhy uzlů sítě. Dále jsou zde zhodnoceny a popsány možnosti praktických aplikací. V další fázi jsou tyto modely aplikovány na aktuální problematiku obsluhy uzlů konkrétní přepravní firmou. Kde bylo následně zjištěno novým alternativním řešením výrazné uspořené ztráveného času v dopravní síti. V poslední fázi bylo nové řešení porovnáno s původním východiskem.</p>		
KLÍČOVÁ SLOVA	Logistika, doprava, dopravní síť, uzel, trasa		
PRÁCE OBSAHUJE UTAJENÉ ČÁSTI: Ne			

ANNOTATION

AUTHOR	Jakub Fuksa		
FIELD	6208R088 Business Management and Production		
THESIS TITLE	Optimization of transport network node traffic		
SUPERVISOR	prof. Dr. Ing. Otto Pastor, CSc		
DEPARTMENT	KLRK - Department of Logistics and Quality Management	YEAR	2017
NUMBER OF PAGES	45		
NUMBER OF PICTURES	25		
NUMBER OF TABLES	2		
NUMBER OF APPENDICES	1		
SUMMARY	<p>The aim of this bachelor thesis is to propose an alternative solution for existing transport services of nodes of the network with the use of which can be found the optimal transport route in the transport network. At the beginning of the thesis are described the concepts relating to transport, logistics, graph theory and transport of nodes of the network. Further, the possibilities of practical applications are evaluated and described. In the next phase these models are applied to the current issue of nod operation by a particular transport company. The new alternative solution was subsequently found to significantly save lost time in the transport network. At the last stage the new solution was compared to the original solution.</p>		
KEY WORDS	Logistics, transport, transport network, node, route		
THESIS INCLUDES UNDISCLOSED PARTS: No			