

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA EKONOMICKÁ

Bakalářská práce

Metody operačního výzkumu a jeho využití v praxi

Methods of operations research and its use in practice

Tomáš Lepší

Plzeň 2013

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma

„Metody operačního výzkumu a jeho využití v praxi“

vypracoval samostatně pod odborným dohledem vedoucího bakalářské práce za použití pramenů uvedených v příložené bibliografii.

V Plzni, dne ...

.....

Tomáš Lepší

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat moji vedoucí bakalářské práce Ing. Pavle Divišové za pomoc, cenné rady a připomínky, které mi v průběhu práce poskytla. Dále bych chtěl poděkovat zaměstnancům společností Daikin a SGL jmenovitě Mgr. Tomáši Matouškovi, Janu Regentíkovi a Michaelovi Radovi při pomoci s praktickou stránkou práce a s možností získání vstupních dat.

OBSAH

Úvod.....	7
1 Operační výzkum.....	8
1.1 Historie.....	8
1.2 Podstata operačního výzkumu.....	8
1.3 Klasifikace operačního výzkumu.....	9
2 Metody operačního výzkumu.....	11
2.1 Lineární programování.....	11
2.1.1 Charakteristika.....	11
2.1.2 Model lineárního programování.....	12
2.1.3 Obecný zápis.....	12
2.1.4 Praktické využití lineárního programování.....	13
2.2 Dopravní úloha.....	13
2.2.1 Obecná formulace.....	13
2.2.2 Metoda severozápadního rohu.....	14
2.2.3 Indexová metoda.....	15
2.2.4 Vogelova aproximační metoda (VAM).....	16
2.2.5 Test optimality - modifikovaná distribuční metoda (MODI).....	16
2.2.6 Úloha obchodního cestujícího.....	17
2.3 Hromadná obsluha.....	18
2.3.1 Základní charakteristika a struktura hromadné obsluhy.....	18
2.3.2 Klasifikace systému hromadné obsluhy.....	20
2.4 Teorie grafů.....	21
2.4.1 Základní terminologie.....	21
2.4.2 Zápis.....	22
2.5 Síťová analýza.....	23
2.5.1 Charakteristika metod.....	23
2.5.2 Critical Path Method (CPM).....	24
2.5.3 Program evaluation and Review Technique (PERT).....	25
2.5.4 Minimální kostra (optimální propojení míst).....	26
3 Praktická část.....	28
3.1 Seznámení DAIKIN (DICz).....	28
3.1.1 Historie.....	28
3.1.2 Vznik Daikin Plzeň.....	28

3.1.3	Vlastní výroba.....	29
3.1.4	Odpovědnost firmy vůči společnosti	29
3.2	Sumisho Global Logistics (SGL).....	30
3.2.1	O společnosti.....	30
3.2.2	Historie.....	31
3.3	Zadání.....	32
3.4	Metody řešení.....	35
3.4.1	Metoda severozápadního rohu	35
3.4.2	Řešení metodou severozápadního rohu	36
3.4.3	Řešení indexovou metodou.....	37
3.4.4	Řešení Vogelovou aproximační metodou (VAM).....	39
3.4.5	Řešení pomocí modifikované distribuční metody (MODI).....	41
3.5	Zhodnocení a návrh.....	43
	Seznam tabulek	46
	Seznam obrázků	47
	Seznam použitých zkratk	48
4	Literární zdroje	49
5	Internetové zdroje	49
	ABSTRAKT	50
	Klíčová slova	50
	ABSTRACT.....	51
	Key words	51

Úvod

Bakalářskou práci na téma Metody operačního výzkumu byla vybrána z důvodu relativně dobrého pochopení problematiky a snahy zkusit aplikovat metody v reálném životě. Teoretická část bude obsahovat základní informace o operačním výzkumu, a taktéž shrnutí některých známějších informací. Dále si zvolíme určité metody operačního výzkumu, které podrobněji rozebereme a vysvětlíme, jak s vybranými metodami zacházet a uvést příklady jejich využití v praxi.

V praktické části budou aplikovány vybrané metody operačního výzkumu na vybrané logistické firmě, kterou reprezentuje společnost SGL, která spolupracuje se společnostmi Daikin a mnoha dalšími společnostmi, které pracují ve výrobní sféře. U této firmy se pokusíme aplikovat znalosti z oblasti lineárního programování přesněji dopravní úlohy a pokusit se vyřešit, jaká cesta by byla pro jejich dodavatele a odběratele ta optimální z hlediska nákladů.

V závěru práce bychom se pokusili ještě jednou zopakovat ty nejdůležitější metody operačního výzkumu a zhodnotit dané výsledky. Dále porovnáme jednotlivé metody a vybereme podle nákladů tu optimální variantu. Nakonec získaná data bychom porovnali se skutečností, a zhodnotili, jestli to společností nějak prospělo.

Cílem bakalářské práce je představit vybrané metody operačního výzkumu. Jasně a stručně o nich sdělit důležité informace a v praktické části, pomocí metod operačního výzkumu, nalézt řešení konkrétního problému u vybraných společností, kterými jsou Daikin a SGL.

1 Operační výzkum

1.1 Historie

Počátek operačního výzkumu je zhruba stejně starý jako sama věda a řídicí činnosti. [4] Mezi první práce zahrnující úlohy, metody a modely, které by se daly zahrnout do operačního výzkumu, se vyskytly v roce 1909. První práce pocházely od dánského matematika Erlanga. Tyhle práce byly zaměřeny na teorii hromadné obsluhy.

Hlavním impulsem pro vznik operačního výzkumu bylo jednoznačně vypuknutí 2. světové války. Ale jako samostatná disciplína vznikl operační výzkum až teprve v roce 1937 ve Velké Británii. Využíval se převážně v armádních projektech, jako řízení logistiky, radarová synchronizace s protiletadlovou obranou a v dalších aspektech války jako například plánování vyloďování a tak podobně.

V roce 1942 byl v USA zaveden operační výzkum na Ministerstvu obrany a námořnictva. Většího rozvoje se tato disciplína dočkala až na konci padesátých let, kdy se začal vyvíjet průmyslový operační výzkum na základě vývoje probíhajícího ve Spojených státech amerických.

Poprvé se operační výzkum objevil jako akademická disciplína v roce 1948, když byl zaveden, jako kurz o nevojenských aplikacích na Massachusetts Institute of Technology v Cambridgi.

1.2 Podstata operačního výzkumu

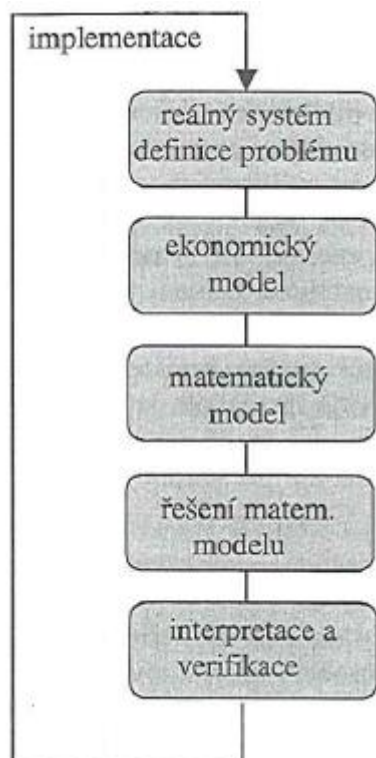
Operační výzkum je možné charakterizovat jako vědní disciplínu, která je zaměřena na analýzu různých typů systémů. Operační výzkum nachází využití všude tam, kde se jedná o analýzu, koordinaci a provádění operací v rámci určitého systému. Cílem operačního výzkumu je stanovit provádění operací nebo jejich vzájemný vztah tak, aby bylo zajištěno co možná nejlepší fungování celého systému. [3]

Základním nástrojem operačního výzkumu je matematické modelování. Pokud je pomocí operačního výzkumu analyzován nějaký systém, tak k analýze využíváme jeho model. Model je definován jako zjednodušený obraz skutečného systému, který je očištěn o nepotřebné informace. Modelování nám poskytuje řadu výhod, jako jsou například: použití matematických modelů umožňuje strukturalizaci systému a specifikace všech možných variant stavu systému; modely umožňují analýzu chování systému ve zkráceném čase; s modely lze snadno manipulovat a provádět četné

experimenty pomocí změn jejich parametrů; náklady sice nejsou zanedbatelné, ale jsou stále nižší než experimenty s reálným systémem. [3]

Při aplikaci některého z odvětví operačního výzkumu lze rozlišit několik základních, na sebe navazujících fází znázorněné na Obr. č. 1. Za prvé rozpoznání systému v rámci reálného systému a jeho definice je prvním podstatným krokem. Zde je potřeba vyzdvihnout roli vedoucích pracovníků na různých úrovních, kteří by měli rozpoznat problém a odhadnout, kterou metodu využít. Za druhé formulace ekonomického modelu daného problému. Reálný systém je většinou příliš složitý, aby bylo možné analyzovat všechny jeho stránky. Ze studie konkrétních případů se však ukazuje, že ne všechny aspekty reálného systému jsou žádoucí. [3]

Obr. č. 1: Fáze při aplikaci operačního výzkumu



Zdroj: [3, s. 11]

1.3 Klasifikace operačního výzkumu

Modely operačního výzkumu jsou velmi různorodé, zabývající se rozdílnými oblastmi ekonomického života. Vzhledem k této skutečnosti vyjmenujeme a stručně charakterizujeme některé z nich. Vybraným z nich se budeme věnovat v další kapitole. Upřednostníme zájem především na lineární programování, dopravní úlohy, hromadnou

obsahu, teorii grafů a síťovou analýzu. Z hlediska využitelnost v reálném životě mají největší šanci na úspěch.

Matematické programování je odvětví, které se zabývá řešením optimalizačních úloh, ve kterých se jedná o nalezení extrému daného kritéria. Do této sekce by se dalo zahrnout lineární programování a nelineární programování.

Vícekritériální rozhodování patří mezi mladší disciplíny. Zabývá se analýzou rozhodovacích úloh, v nichž jsou varianty, ve kterých jsou k dispozici pro rozhodování podle několika hodnotících kritérií zároveň. Je to řešení konfliktu mezi navzájem protichůdnými kritérii.

Teorie grafů je v praxi velmi často využívána metoda. Grafy můžeme rozumět objekty tvořené uzly a mezi uzly hranami, kterými je možné znázornit různé reálné systémy. Graf může představovat reálnou komunikační síť. Teorie grafů se nejčastěji používá k analýze a řízení projektů.

Teorie zásob (modely řízení zásob) se zabývá strategií řízení zásobovacího procesu a optimalizací objemu skladových zásob s ohledem především na minimalizaci nákladů (ztrát), které souvisí s udržováním zásob na skladu.

V teorii hromadné obsluhy, kde jsou obsaženy dva základní typy jednotek – požadavky a obslužní linky. S realizací obsluhy souvisí samozřejmě tvoření front. Proto se této metodě může říkat i teorie front. Systémy tohoto typu jsou docela běžné – vyskytují se třeba v obchodech, zdravotnických zařízeních, bankách, výrobních linkách atd. Analýza hromadné obsluhy si klade za cíl zefektivnit fungování celého systému.

Teorie her vychází z toho, že řadu rozhodovacích situací s více než jedním účastníkem lze popsat jako hru, ve které mají jednotliví hráči nějakou strategii svého chování, a na tom závisí jejich výhra. Teorie her se zabývá zkoumáním a definicemi optimálních strategií. [3]

2 Metody operačního výzkumu

2.1 Lineární programování

Lineární programování, také nazýváno matematické programování nebo optimální programování, se zabývá problémy souvisejícími s hledáním vázaných extrémů lineárních funkcí s více proměnnými, jejichž omezující podmínky mají tvar lineárních rovnic a nerovnic. [4]

Lineární programování se může také zabývat úlohami výrobního plánování (problematika alokace zdrojů), úlohy finančního plánování (optimalizace portfolia), plánování reklamy (media selection problém), nutriční problém (úloha o výživě), směšovací problém (možnost míchání směsí), úlohami o dělení materiálu, rozvrhování pracovníků a distribučními úlohami lineárního programování. [3]

Danou úlohu označíme za lineárního programování, jsou-li kritériální funkce i všechny rovnice a nerovnice podmínek tvořeny lineárními výrazy. [5]

Lineární programování patří mezi nepropracovanější oblasti operačního výzkumu. Je zahrnováno do skupiny metod optimální alokace omezených zdrojů.

2.1.1 Charakteristika

Lineární programování je soubor optimalizačních metod využívající nástroje lineární algebry, abychom mohli najít optimální řešení, je třeba se nejprve zabývat.

- Vymezením charakteristik problému,
- vytvořením vazeb mezi charakteristikami,
- vytvořením přehledů o charakteristikách a vazbách formou modelu.

Podle vymezených charakteristik modelu můžeme určit:

- Lineární
- Deterministické
- Statické

2.1.2 Model lineárního programování

Model lineárního programování [5] vyjadřuje vztahy platné v reálném systému formou matematických výrazových prostředků, jako jsou funkce a soustavy rovnic a nerovnic.

Matematický model má několik druhů vstupů a to jsou říditelné a neříditelné vstupy. Říditelné jsou takové vstupy, které můžeme ovlivnit nebo řídit. V úlohách to mohou být například veličiny typu počet, velikost, rozhodovací veličiny a jiné. V modelu jsou jako rozhodovací proměnné. Neříditelné vstupy jsou takové, které jsou přímo dané v zadání, jako je například kapacita, spotřeba, cena a jiné. V modelu vystupují jako konstanty.

Model úlohy lineárního programování se většinou skládá ze dvou částí. Jednou částí je účelová funkce neboli kritérium a druhou omezující podmínka nebo omezující podmínky. Účelová funkce je funkce, která je závislá na hodnotách říditelných a neříditelných vstupů. Hledá se u ní taková kombinace, aby buď maximalizovala, nebo minimalizovala, jak je potřeba podle zadání. Omezující podmínky vyjadřují omezení a závazky, které je nutné při řešení splnit. [5] Jako je například omezení spotřeby zákazníků, omezení skladů, obligátní podmínky a jiné. Obligátní podmínky jsou podmínky nezápornosti.

2.1.3 Obecný zápis

minimalizuj (maximalizuj)

$$Z = F(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

za podmínek:

$$f_1(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0$$

$$f_2(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0$$

...

$$f_n(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0$$

$$x_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n$$

kde: n ... je počet rozhodovacích proměnných,

m ... je počet omezujících podmínek,

x_j ... ($j = 1, 2, \dots, n$) jsou rozhodovací proměnné,

$F(x)$ a $f_i(x)$... jsou funkce n rozhodovacích proměnných.

2.1.4 Praktické využití lineárního programování

Z praktického hlediska se dá lineární programování nejen využít na minimalizaci nákladů (ve spotřebě materiálu, člověkohodin atd.), ale také na maximalizaci například zisku, obratu a mnoha dalších faktorů. Lineární programování společnosti využívají především na hledání optimální kombinace vstupních materiálů. Kolik by se dalo vyrobit produktů při nejmenší spotřebě materiálu a zároveň při maximalizaci zisku.

2.2 Dopravní úloha

Dopravní úloha spadá do kategorie lineárního programování, ale jedná se o speciální druh lineární úlohy. Mezi nejčastější typy speciálních úloh patří distribuční problémy (dopravní problém, přiřazovací úloha, lokačně alokační úlohy) a úlohy celočíselného lineárního programování (úloha obchodního cestujícího, úloha okružních jízd, atd.).

Základní úkolem dopravní úlohy (problému) je možnost rozvést mezi několik různých odběratelů homogenní (stejně) výrobky, které jsou vyráběny nebo skladovány na různých místech. Hlavní je, aby byly uspokojeny potřeby odběratelů v rámci zdrojů a zároveň, aby byly co nejnižší náklady (možné vyjádřit v tunokilometrech, v Kč nebo ve spotřebě atd.).

2.2.1 Obecná formulace

Je dáno m dodavatelů D_1, D_2, \dots, D_m , každý z nich má určitou kapacitu nějakého produktu a_1, a_2, \dots, a_m . Od odběratelů je třeba tento produkt dopravit k n spotřebitelům S_1, S_2, \dots, S_n , jejichž požadavky jsou b_1, b_2, \dots, b_n . Dále jsou zadány vazby c_{ij} , což jsou ceny za přepravu jednotky produktu mezi dodavatele D_i a spotřebitelem S_j . Hledané množství přepravovaného produktu, které má být převezeno mezi jednotlivými dodavateli a spotřebiteli se označuje x_{ij} . Naším úkolem je sestavit takový dopravní program, aby se uspokojili všichni spotřebitelé a zároveň náklady byly minimální. [6] Všechny předchozí údaje je zvykem uspořádat do tabulky viz Tab. č. 1. V této tabulce se problém zároveň řeší. Vnitřní část tabulky jsou uvedeny jednotkové přepravní

náklady c_{ij} . Tato část tabulky bývá označována jako matice vazeb a má rozměr $m \times n$. Matice řešení x_{ij} má stejný rozměr.

Tab. č. 1: Tabulka pro obecnou dopravní úlohu

dodavatelé	Odběratelé				kapacity
	S_1	S_2	...	S_n	
D_1	c_{11}	c_{12}	...	c_{1n}	a_1
D_2	c_{21}	c_{22}	...	c_{2n}	a_2
...
D_m	c_{m1}	c_{m2}	...	c_{mn}	a_m
požadavky	b_1	b_2	...	b_n	$\sum a_i = \sum b_j$

Zdroj: Vlastní zpracování, 2013

Můžeme mít několik druhů předpokladů. První je, že součet kapacit všech dodavatelů a součet požadavků spotřebitelů jsou si rovny. Tomuto příkladu se říká vyvážená dopravní úloha. Druhý předpoklad je-li objem dodavatelů větší, než celkový objem u spotřebitelů v tomto případě se vytvoří fiktivní spotřebitel s požadavkem, který se rovná přebytku. Třetí případ je-li objem požadavků spotřebitelů vyšší než kapacity výrobců. V tomto případě vytvoříme fiktivního dodavatele. Trasy s fiktivními prvky v obou případech ohodnotíme nulovými sazbami.

Je řada metod, ve kterých se řeší problematika dopravních úloh. Tyto metody bychom mohli rozdělit podle náročnosti od úplně triviálních, které sice nemusí najít optimální hodnotu, ale pro svoje praktické účely vyhovují, až po velmi náročné. Dále vysvětlíme metody severozápadního rohu, indexovou metodu, Vogelovu aproximační metodu a modifikovanou distribuční metodu. Většinu tu těch metod prakticky předvedeme v praktické části této bakalářské práce.

2.2.2 Metoda severozápadního rohu

O této metodě by se dalo říct, že patří mezi nejjednodušší. S největší pravděpodobností nenajde optimální výsledek. Tato metoda si získala svůj název podle postupu řešení. Začínáme postup v levém horním rohu tabulky. Přidělujeme do buňky řešení maximální možné množství. Tj. minimum ze zbývajících kapacit dodavatele a zbývajících požadavků spotřebitele. Metodu předvedu na malém příkladu.

Řekneme, že máme 4 výrobce s kapacitami 5, 8, 10, 12 a 5 odběratelů s požadavky 6, 5, 8, 9, 7. Matice jednotkových nákladů na jednotlivých trasách je uveden viz Tab. č. 2. Nalezené řešení pomocí metody severozápadního rohu je vyznačeno i se šipkami postupu v Tab. č. 3.

Tab. č. 2: Matice jednotkových nákladů

5	7	2	3	5
1	5	6	3	12
9	6	9	8	5
8	2	10	5	13

Zdroj: Vlastní zpracování, 2013

Tab. č. 3: Postup řešení

Výrobci	Spotřebitelé					Kapacity
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	
V ₁	5 ↓					5
V ₂	1 ⇒	5 ⇒	2 ↓			8
V ₃			6 ⇒	4 ↓		10
V ₄				5 ⇒	7	12
Požadavky	6	5	8	9	7	35

Zdroj: Vlastní zpracování, 2013

2.2.3 Indexová metoda

Metoda severozápadního rohu má sice rychlé a jednoduché řešení, ale vůbec se nezabývá sazbou za dopravu. K této položce je přihlíženo až při ostatních metodách. Indexová metoda (metoda minimálního prvku) je založena na jednoduché hypotéze, že pro rozvoz je výhodné využít ty trasy, kde je nejnižší sazba. Při hledání nejnižší sazby ignorujeme nulové trasy, protože to mohou být buď fiktivní dodavatelé, nebo fiktivní odběratelé, kteří by nám šetření pouze zkreslovali.

V indexové metodě se najde nejnižší prvek z celé matice sazeb $\{c_{ij}\}$. Pokud je více sazeb se stejnou hodnotou rozhodujeme se pro takovou, kde můžeme uspokojit vyšší hodnotu x_{ij} . Nalezneme pole i, j hodnotou $x_{ij} = \min(a_i, b_j)$, pak nastávají možnosti, pokud $x_{ij} = a_i$, vyškrtneme i -tý řádek, $a_i = 0$, $b_j = b_j - a_i$, nebo je-li $x_{ij} = b_j$, vyškrtneme j -tý sloupec, $b_j = 0$, $a_i = a_i - b_j$ a poslední možnosti je-li $x_{ij} = a_i = b_j$, vyškrtneme j -tý sloupec a i -tý řádek, $a_i = b_j = 0$. Jsou-li všechny kapacity a požadavky rovny 0, tak výpočty ukončíme, jinak postup opakujeme neustále dokud, tak nebude. Příklad výsledků viz Tab. č. 4 s použitím hodnot z minulého příkladu. Náklady při tomto řešení byly 129 a při použití severozápadního rohu činily 265.

Tab. č. 4: Výsledek řešení pomocí indexové metody

Výrobci	Spotřebitelé					Kapacity
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	
V ₁	-	-	5 ²	-	-	5
V ₂	6 ¹	-	-	2 ³	-	8
V ₃	-	-	3 ⁹	-	7 ⁵	10
V ₄	-	5 ²	-	7 ⁵	-	12
Požadavky	6	5	8	9	7	35

Zdroj: Vlastní zpracování, 2013

2.2.4 Vogelova aproximační metoda (VAM)

V malých problémech tato metoda často dává optimální řešení a při větších problémech by se dalo říci, že se optimálnímu řešení velmi přibližuje. Tato metoda využívá rozdílů mezi dvěma nejvýhodnějšími sazbami v řadách dopravní tabulky. Tím zajišťuje v průběhu celého výpočtu rovnoměrné obsazení výhodných spojů. [6] VAM obsahuje jeden z velmi důležitých pojmů a to je diference. Diference je rozdíl dvou nejnižších hodnot v každém řádku a každém sloupci tabulky viz Tab. č. 5. Je-li diference v určitém sloupci či řádku veliká, znamená to, že pokud nevybereme nejlepší jízdu v tomto sloupci, či řádku budeme muset použít tu druhou nejlepší.

Tab. č. 5: Tabulka s ukázkou diference

5	7	2	3	5	1
1	5	6	3	12	2
9	6	9	8	5	1
8	2	10	5	13	3
4	3	4	0	0	

Zdroj: Vlastní zpracování, 2013

Postupujeme zhruba následovně. V každém řádku a sloupci vypočítáme diferenci. Vybereme řádek nebo sloupec s maximální diferencí a v něm najdeme prvek s minimální sazbou c_{ij} . Následuje postup jako při indexové metodě. Jakmile něco vyškrtneme buď řádek, nebo sloupec záleží, kde se vynulovala hodnota a_i nebo b_j . Potom následuje přepočítání diferencí a celý postup se opakuje stejně jako v metodě indexové, dokud nevyčerpáme zdroje nebo požadavky.

2.2.5 Test optimality - modifikovaná distribuční metoda (MODI)

Modifikovaná distribuční metoda byla vyvinuta pro hledání optimálního řešení. MODI vychází z teorie duality v lineárním programování. Jedná se o nesymetrickou dualitu, protože v primární úloze jsou omezující podmínky rovnice a všechny proměnné nezáporné. Dalo by se také říct, že základní schéma je shodné se simplexovou metodou.

Test optimality také využívá část programu MS Excel ve své funkci Řešitel, kde hledá optimální řešení u dopravní úlohy. Většinou se na modifikovanou distribuční metodu využívá softwarový nástroj, který se nám snaží usnadnit práci.

Obecný postup při modifikované distribuční metodě lze popsat následovně:

Krok 1: Určení iniciačního (výchozího) řešení

Krok 2: Test optimality – Na základě věty o rovnováze víme:

- 1) Pro každou bazickou x_{ij} platí: $u_i + v_j - c_{ij} = 0$
- 2) Pro každou nebazickou proměnou x_{ij} (která je $= 0$) platí: $u_i + v_j - c_{ij} < 0$

Krok 3: Výpočet nového bazického řešení – nové řešení musí být lepší hodnotou kritériální funkce. Celý krok probíhá ve třech fázích:

- 1) Volba vstupující proměnné
- 2) Volba vystupujících proměnné
- 3) Přepočítání tabulky [5]

Praktické využití dopravní úlohy

V dnešní době se tato metoda už příliš nevyužívá, protože mnoho podniků se zaměřuje na japonský styl managementu a ty mají svoje vlastní postupy a metody. Asi největším protivníkem této metody je metoda just-in-time (JIT), která způsobuje, že se vybere jenom ten nejspolehlivější partner, který dokáže uspokojit požadavky klienta, a klientovy zásoby jsou stanoveny na minimum. Ale zároveň si JIT a dopravní problém nemusí příliš konkurovat, kdyby se vytvořila kombinace mezi oběma způsoby řešení. Dále mezi nevýhody této metody bych zahrnul, že v praktické úloze se příliš nenajde společnost nebo společnosti, které by měly homogenní produkt. Musí se vytvořit modelová situace, ve které se zboží eliminuje na bedny, palety a tak podobně.

2.2.6 Úloha obchodního cestujícího

Nejnámější okružní úlohou je úloha obchodního cestujícího (okružní dopravní problém). Statická úloha dopravního cestujícího předpokládá znalost všech parametrů před započítáním optimalizace. Je zadána množina zákazníků, které musí navštívit vozidlo, jehož kapacita není vzhledem k velikosti požadavků významná. Vozidlo vyjíždí z jednoho místa a po návštěvě všech zákazníků se do něj opětovně vrací. Cílem je najít nejkratší okruh, což předpokládá znalost matice nejkratších vzdáleností mezi všemi zadanými místy.

Dynamická úloha obchodního cestujícího. Rozdíl mezi statickou metodou je, že při statické úloze nelze hodnoty měnit. Nelze přidávat či ubírat zákazníky a trasa bude dokončena tak jak byla naplánovaná. Naopak oproti tomu dynamická úloha obchodního cestujícího se může kdykoliv přizpůsobit novým požadavkům nebo naopak nějaké požadavky zrušit. Pro řešení dynamické úlohy obchodního cestujícího je důležité, kdy a jak často vznikají nové požadavky. V reálných situacích jde většinou o náhodný příchod. Při změně je důležité znát polohu vozidla, a jakou rychlostí se pohybuje a taktéž za jak dlouho přejede mezi jednotlivými místy. [1]

Praktické využití obchodního cestujícího

Tato metoda se prakticky nejčastěji využívá při řešení roznáškových problémů, takže mají smysl především pro kurýrní služby, pošty a podobné přepravce zboží, které musí uspokojit určitý počet odběratelů v určité oblasti. Dalo by se sem i zahrnout zásobování pro řetězce obchodů s centrálními nebo oblastními sklady, aby ušetřily náklady na přepravu.

2.3 Hromadná obsluha

Prohlubující se dělba práce spojená se stále větší specializací celků, výrobních jednotek, distribučních center apod. vede k tomu, že mezi jednotlivými partnery v zásobovacích řetězcích se vytvářejí suroviny, polotovary atd., ale také informace, hromadné materiálové a informační toky, pro jejichž realizaci je třeba uskutečňovat mnoho činností vyžadující nemalé prostředky.

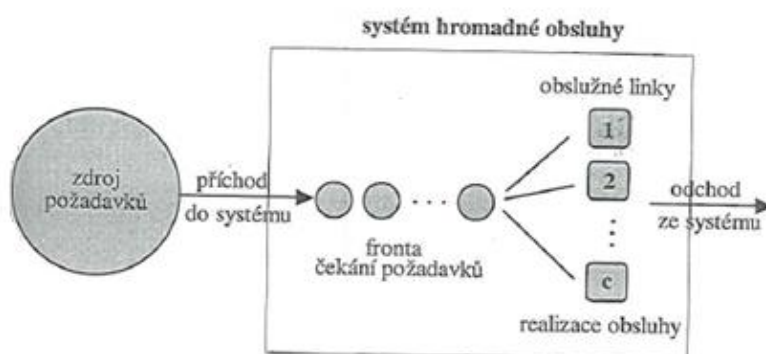
Požadavky na zabezpečení těchto činností jsou formulovány jako požadavky na obsluhu. V mnoha zahraničních literaturách je tato metoda nazývána teorií front (Queuing Theory). Typickým jevem je, že v této metodě se nestačí uspokojovat požadavky, a ty čekají „ve frontě“, nebo může nastat taky druhá možnost, že se „čeká“ na požadavky. Oba tyto případy jsou nevýhodné. Když neuspokojíme zákazníky, může se stát, že přejdou ke konkurenci a tím pádem podnikatel ztrácí. A v druhém případě je mzda, kterou zaplatí zbytečně podnikatel navíc za nadbytečného zaměstnance je taktéž ztrátou. [2]

2.3.1 Základní charakteristika a struktura hromadné obsluhy

Se systémem hromadné obsluhy se setkáváme v reálném životě, tedy i v ekonomické sféře. Jedná se o systémy, ve kterých dochází k realizaci obsluhy požadavků, které do systému za účelem realizace obsluhy přicházejí. [3]

Teorii hromadné obsluhy lze charakterizovat jako disciplínu, která analyzuje a řeší procesy, ve kterých se vyskytují proudy jednotek (požadavků) procházející určitými zařízeními. Systémem hromadné obsluhy rozumíme všechno, co je mezi příchodem požadavku do systému a jeho odchodem viz Obr. č. 2. Tam patří jedna či více front čekajících požadavků a obslužná zařízení neboli obslužné kanály, obslužné linky či stanice obsluhy.

Obr. č. 2: Systém hromadné obsluhy



Zdroj: [3, s. 239]

Struktura hromadné obsluhy má různou strukturu od těch nejjednodušších, ve kterých je pouze jedna obslužná linka až po systémy s velmi komplikovanou strukturou. Struktura není jedinou veličinou, která systém popisuje. Mezi další veličiny charakterizující systém hromadné obsluhy jsou zdroj požadavků, příchod požadavků systému, doba trvání obsluhy, síť obslužných linek, režim fronty (řád fronty) a speciální rysy systému hromadné obsluhy.

Zdroj požadavků – u mnoha typů hromadné obsluhy je zdroj požadavků konečný, ale jedná-li se o stovky nebo i tisíce požadavků, lze jej považovat za nekonečný.

Příchod požadavků do systému – lze popsat jako intenzitu příchodu, což je počet požadavků za časovou jednotku, nebo pomocí intervalů mezi příchody, což značí čas mezi dvěma po sobě jdoucími příchody. Obě veličiny mohou být dvojího druhu buď deterministické, jestliže jsou intervaly mezi příchody fixní, nebo pravděpodobnostní, v systémech ve kterých jsou intervaly mezi příchody proměnlivé. Příchody jsou charakterizovány pomocí pravděpodobnostních rozdělení.

Doba trvání obsluhy – stejně jako předchozí požadavek může mít tvar deterministické nebo pravděpodobnostní hodnoty. Nejčastěji se používá exponenciální rozdělení.

Síť obslužných linek – počet a uspořádání obslužných linek ovlivňuje fungování systému. Hlavním cílem může být právě optimalizace počtu obslužných linek. Nejjednodušší jsou ty systémy, ve kterých je pouze jedna linka. Pokud je jich tam více může se jednat buď o paralelní, nebo sériové uspořádání.

Režim fronty – určuje způsob přechodu požadavků z fronty obsluhy. Mezi základní typy patří: FIFO (First-In First-Out) – požadavky přecházejí z fronty do obsluhy podle toho, jak přišli; LIFO (Last-in First-Out) – požadavky jsou obslouženy v opačném pořadí, alternativní označení LCFS (Last-Come First-Served); SIRO (Selection in random order) – náhodný způsob přechodu z fronty do obsluhy; PRI - přechod z fronty do obsluhy podle zadaných priorit.

Speciální rysy systému hromadné obsluhy – k těmto uvedeným lze přiřadit mnoho dalších. [3]

2.3.2 Klasifikace systému hromadné obsluhy

Kvůli rozmanitosti modelů hromadné obsluhy byla vypracována Kendalllem úsporná notace, která zachycuje a klasifikuje standartní typy modelů hromadné obsluhy. Používá se klasifikace obsahující z pravidla šest znaků (lze se setkat i s pěti i tři znakovou notací). [5]

A/B/n/X/Y/Z

Kde:

A – označuje typ pravděpodobnostního rozdělení. Popisuje intervaly mezi příchody požadavků do systému. Pro exponenciální rozdělení se využívá symbol M, pro konstantní intervaly D, pro Erlengovo rozdělení E_k , pro normální rozdělení N, pro nesespecifické rozdělení s nějakou střední hodnotou a směrodatnou odchylkou G.

B – označuje typ pravděpodobnostního rozdělení popisující dobu trvání obsluhy. Používají se stejné symboly jako u A.

n – je počet paralelně uspořádaných kanálů (linek) obsluhy.

X – číslo udávající kapacitu systému hromadné obsluhy (počet prvků, které mohou být v systému přítomny), pokud není kapacita omezena, používá se symbol ∞ .

Y – je číslo udávající početnost zdroje požadavků. Pokud je zdroj požadavků nekonečný, použije se symbol ∞ .

Z – je režim fronty (FIFO, LIFO, PRI, SIRO)

Hromadná obsluha se z praktického hlediska nejvíce využívá při plánování. Kolik například pokladen bude umístěno, nebo otevřeno v supermarketu podle denní doby, dne v týdnu nebo také jestli je někdy nějaká akce. Dále se tato metoda využije ve výrobních závodech, kde se především jedná o práci na montážních linkách, které pracují kombinovaně v paralelně sériovém zapojení.

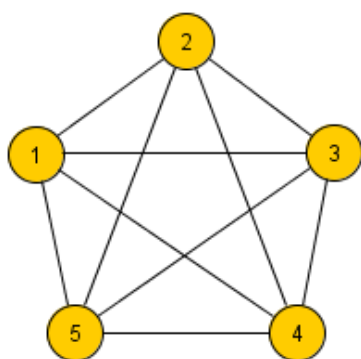
2.4 Teorie grafů

Teorie grafů (a také síťová analýza) jsou samostatné oblasti a tvoří důležitou disciplínu operačního výzkumu. [5] Tato teorie nám pomůže řešit modely ve formě grafů. Grafem se rozumí uspořádaná dvojice, která se skládá z množiny uzlů (vrcholů) a množiny hran, přičemž hrany jsou dvojice uzlů. [6]

2.4.1 Základní terminologie

Neuspořádané dvojice vrcholů znamená, že nezáleží na tom, v jakém pořadí jsou vrcholy uvedeny. Hovoříme potom o neorientovaném grafu (nebo grafu) viz Obr. č. 3.

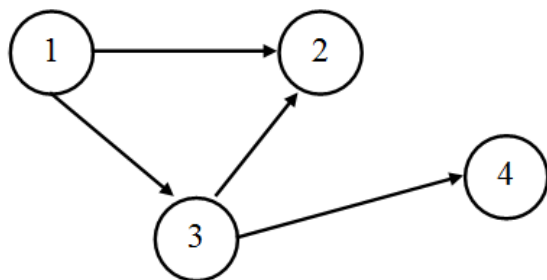
Obr. č. 3: Neorientovaný graf



Zdroj: [7]

Když máme uspořádané dvojice vrcholů, tak budeme hovořit o orientovaném grafu (nebo orgrafu). Nejdřív se u uspořádané dvojici definujeme hranu h_{ij} . U ní se uvádí počáteční a jako druhý koncový vrchol. Orientovaný graf se znázorňuje pomocí šipek, které jsou zobrazeny na Obr. č. 4.

Obr. č. 4: Orientovaný graf



Zdroj: Vlastní zpracování, 2013

Neorientované grafy jsou například v praxi dopravní sítě, jako je silniční, železniční, počítačová i telekomunikační síť. U těchto sítí uzly představují buď křižovatky, zastávky, nádraží nebo vysílače a hrany reprezentují silnice, železnice, kabelové spoje nebo spojnice mezi jednotlivými vysílači.

Orientované grafy jsou například v praxi dopravní sítě s jednosměrnými komunikacemi. Částečně orientovaný graf je takový, který je kombinací obou možností obsahuje orientované i neorientované hrany zároveň.

Graf lze zakreslit mnoha způsoby, protože není důležité, jak jsou zakreslené. [5] Pokud u hrany je číselná hodnota znamená to, že graf je hranově ohodnocený. Hodnota hrany může značit například vzdálenost, čas, náklady nebo třeba kolik se přes tu hranu lze převézt.

2.4.2 Zápisy

Grafy lze jejich zadání taky interpretovat pomocí matic sousednosti lze zapsat orientovaný i neorientovaný graf viz Tab. č. 6.

Tab. č. 6: Matice sousednosti orientovaný graf

	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅
U ₁	-	5	3	-	-
U ₂	-	-	-	2	-
U ₃	-	-	-	3	-
U ₄	-	-	-	-	5
U ₅	-	-	-	-	-

Zdroj: Vlastní zpracování, 2013

Grafy se využívají především při vytváření map spojení, které lze relativně jednoduše a přehledně zakreslit i s možnými náklady nebo i dalšími informacemi.

2.5 Síťová analýza

Grafy lze použít k řešení komplexů činností, které jsou označené jednotným termínem projekt. K tomuto účelu se využívá síťová analýza. Projekt se skládá z elementárních činností a jednotlivé elementární činnosti obsahují vzájemné vazby jak časové tak i logické. Tyto vazby mohou být zapsány v tabulce. Její ukázka viz Tab. č. 7.

Tab. č. 7: Vazby projektu

Činnost	Předchůdce
A	
B	A
C	A
D	C
E	C, D
F	B
G	F

Zdroj: Vlastní zpracování, 2013

Projekt lze chápat jako soubor činností, které jsou nutné k dosažení cíle. [4] Elementární činnost je charakterizovaná dobou trvání, náklady na její realizaci, požadavky na její materiální, technické, personální a jiné zajištění, a výčtem činností, které musí předcházet. [5]

2.5.1 Charakteristika metod

Metody síťových analýz využívaly grafické zobrazení pro lepší znázornění časové posloupnosti a technologické závislosti jednotlivých činností. Síťová analýza je nástrojem pro rozbor projektů, složitých dynamických systémů. [4] Pomocí síťové analýzy můžeme stanovit minimální čas pro zhotovení projektu a stanovit kritické činnosti, na kterých nám závisí dodržení termínu projektu.

Mezi hlavní přednosti síťové analýzy můžeme zařadit to, že umožňuje grafické zobrazení a propočtení dílčí a konečné termíny jednotlivých operací. Dále sem zahrneme kritické cesty limitující průběh projektu. Síťový graf poskytuje dobrý přehled o rozsahu projektu, návaznosti jednotlivých činností a jejich podmínění. Umí posoudit komplexnost všech akcí a zbytečně nevypustí zdánlivě nepotřebné činnosti. Umožňuje zobrazit nároky na zdroje a v neposlední řadě posoudíme dílčí úpravy projektu a jejich důsledky apod. [4]

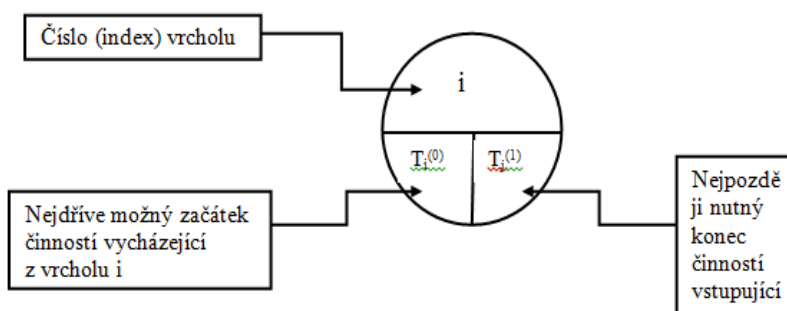
Nejznámější metody síťové analýzy jsou metoda kritické cesty – CPM (Critical Path Method), technika hodnocení a rozboru programu – PERT (Program evaluation

and Review Technique), nákladová analýza, minimální kostra grafu (optimální propojení míst).

2.5.2 Critical Path Method (CPM)

Metoda CPM je založena na určení dvou základních charakteristik pro každý vrchol síťového grafu. Určujeme několik časových hodnot u každého vrcholu. Jeden z nich je nejdříve možný začátek činností. A druhou časovou hodnotou je nutný konec realizace činností vstupující do daného vrcholu viz obr. č. 5. [5]

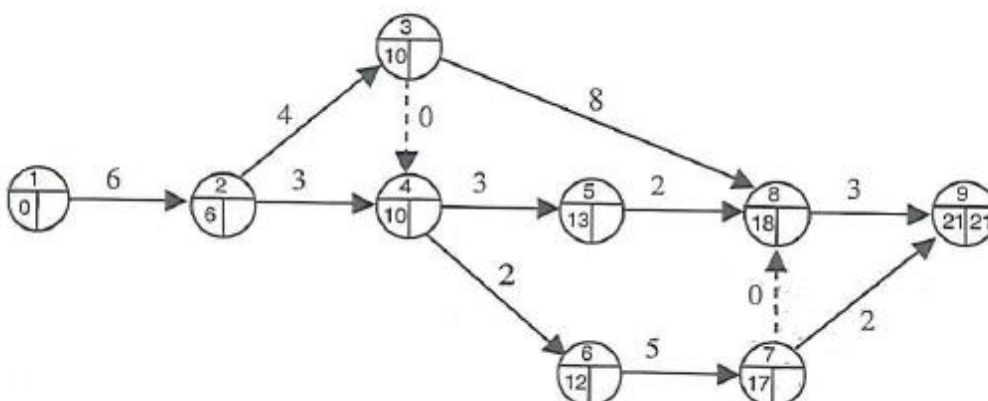
Obr. č. 5: Vrchol síťového diagramu



Zdroj: Vlastní zpracování, 2013

V první fázi vypočteme možné začátky činností, jak je vyobrazeno na Obr. č. 6. Za hodnotu $T_1^{(0)}$ je nejprve dosazena 0. Do následující, do kterého vstupuje pouze jedna hrana tak $T_2^{(0)} = T_1^{(0)} + y_{12}$ což značí délku procesu. Když do uzlu vstupují dvě hrany tak vždy se použije tu která má výslednou hodnotu vyšší.

Obr. č. 6: Výpočet možných začátků

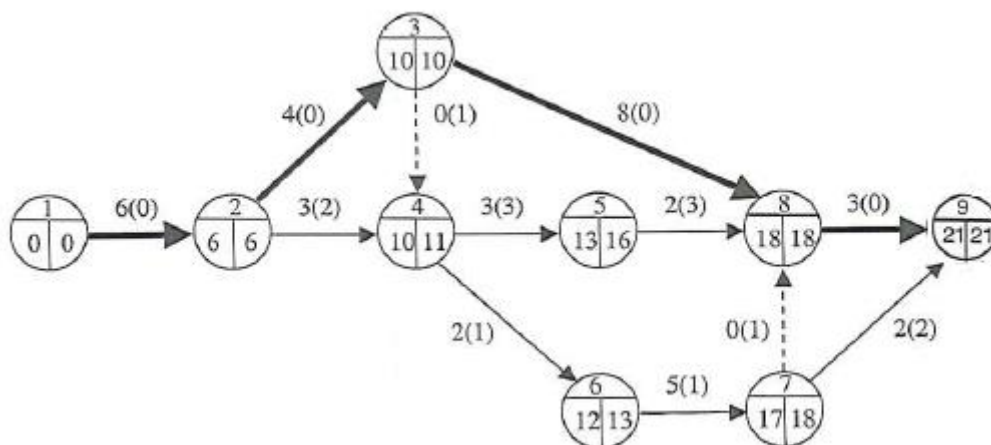


Zdroj: [3, s. 195]

Ve druhé fázi, když se dostaneme až na konec grafu, tak postupujeme od výstupu ke vstupu výsledek je zobrazen na Obr. č. 7. V našem projektu doba celého

projektu je 21 časových jednotek. Budeme postupovat obdobně jenom $T_8^{(1)} = T_9^{(1)} - y_{89}$ to vyjde 18. Dále postupujeme, až se dostaneme na začátek. Když se střednou opětovně dvě hrany použijeme nižší výslednou hodnotu z těch dvou.

Obr. č. 7: Výpočet nejpozdějších konců a celkových rezerv



Zdroj: [3, s. 196]

Určení kritické cesty můžeme jednoduše určit z výsledného síťového diagramu, tím, že určíme její vrcholy a hrany. Kritická cesta se nalézá tam, kde není žádná časová rezerva, tudíž rovná se nule.

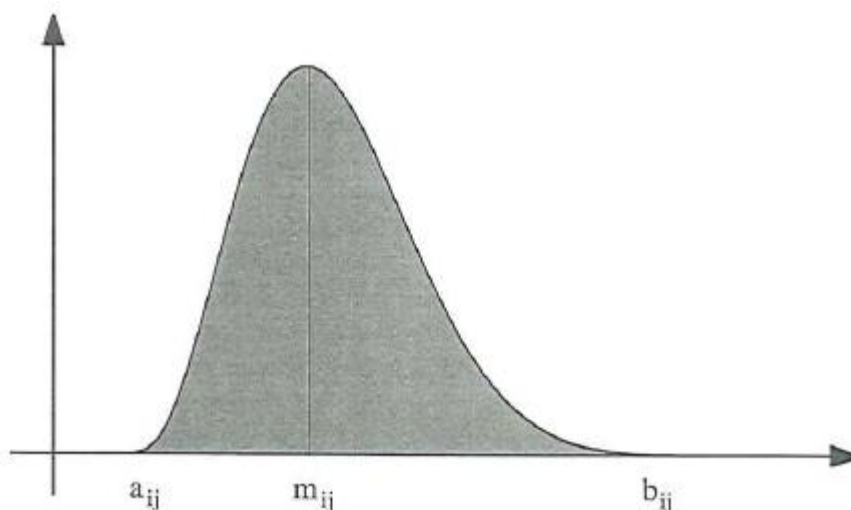
2.5.3 Program evaluation and Review Technique (PERT)

Metoda PERT je pravděpodobnostním rozšířením metody CPM. Používá se tehdy, pokud není možno přesně určit dobu trvání jednotlivých činností. Pracuje se pouze s odhadem této doby. Hlavní rozdíl je, že činnosti se neudávají v přesném časovém údaji t_{ij} ale intervalem $\langle a_{ij}, b_{ij} \rangle$. První hodnota interval a_{ij} je optimistická předpověď a druhá hodnota b_{ij} pesimistická předpověď. Pro každou činnosti se definuje i doba m_{ij} (modální odhad) to je hodnota, za kterou bude nejpravděpodobněji tato aktivita uskutečněna.

Doba trvání činností je spojitá náhodná veličina. Jedná se o náhodnou veličinu, jejíž pravděpodobnostní rozdělení není předem známé. Toto pravděpodobnostní rozdělení lze aproximovat β -rozdělením, které má některé výhodné znalosti oproti normálnímu rozdělení. β -rozdělení má konečné rozpětí a není obecně symetrické (střední hodnota nemusí být ve středu intervalu).

Mezi základní charakteristiky spojitých náhodných veličin patří hustota pravděpodobnosti, střední hodnota a rozptyl. Typickou podobu hustoty pravděpodobnostního β -rozdělení viz Obr. č. 8.

Obr. č. 8: Hustota pravděpodobnosti β -rozdělení



Zdroj: [3, s. 200]

Střední hodnota a směrodatná odchylka β -rozdělení, tzn. Střední doba trvání činnosti (μ_{ij}) a směrodatná odchylka doby trvání činnosti (σ_{ij}).

Vlastní výpočet kritické cesty metodou PERT se v ničem neliší od výpočtu metodou CPM. Místo pevně daných hodnot se zde však pracuje se střední hodnotou dob trvání činností μ_{ij} . Výsledkem je kritická cesta (ohodnocení označíme M). Jedná se o součet středních dob trvání kritických činností. Hodnota M udává střední dobu trvání celého projektu. Skutečná doba trvání celého projektu je, jako doby jednotlivých činností. Spojitá náhodná veličina, jejíž střední hodnota je M a rozptyl σ_{kc}^2 lze vypočítat jako součet všech kritických činností. [3]

2.5.4 Minimální kostra (optimální propojení míst)

Vstupní hodnota by měla být neorientovaný souvislý hranově orientovaný graf G. A naším cílem je najít v grafu G kostru s minimálním počtem ohodnocených hran. Z reálné interpretace se může jednat o úlohu navrhnout komunikační spojení mezi uzly dané lokality tak, aby mezi každou dvojicí uzlů existovala nějaká cesta. Jde o to, aby celková délka spojení byla co nejkratší. [3] Například propojení svítidel na pozemku, aby použitý kabel byl co nejkratší a zároveň všechna svítidla fungovala.

Minimální kostra je podgraf původního grafu zahrnující všechny uzly, který bude stromem a bude mít minimální součet ohodnocených hran, které tento strom tvoří. Algoritmus pro nalezení minimální kostry grafu je následující [3]:

1. V celém grafu se vybere dvě hrany s nejnižším ohodnocením
2. V dalších krocích se vždy vybere další hrana s minimálním ohodnocením tak, aby netvořila cyklus s již dříve vybranými hranami
3. Krok 2 se opakuje až do vybrání celkového počtu $(n-1)$ hran, které budou tvořit hledanou minimální kostru grafu

Praktické využití grafů

Síťové grafy (analýzy) mají z praktického hlediska mnohem lepší využití než obyčejné grafy. Využívají se především u zakreslování projektů. Dále můžeme grafy zakreslovat při podnikových informačních systémech při hledání a návrhu kritického řetězce a i v mnoha dalších profesích, kde se potřebují zjistit slabiny projektů, jak z časového hlediska, tak i z nákladového hlediska s možností i projekty zkrátit a tím snížit náklady na různé faktory.

3 Praktická část

V této části bakalářské práce se seznámíte se dvěma společnostmi a to s firmami Daikin (DICz) a Sumisho Global Logistics (SGL). Společnost SGL, která zajišťuje logistiku nejenom společnosti Daikin ale i mnoha dalším společností. Budeme řešit optimalizaci logistických tras mezi jednotlivými dodavateli a spotřebiteli, které spolupracují se společností SGL. Zboží, které dodávají společností je bohužel důvěrná informace, tak budeme zboží prezentovat pouze jako palety. Problematika tohoto problému spočívá také z hlediska, kdy byla objednávka vytvořena. Tady se rozlišují tři cenové hladiny. První sazba zahrnuje období delší než dva dny, druhá sazba se pohybuje mezi jedním a dvěma dny před dodáním zásilky a poslední třetí je nejnákladnější pro objednavatele, protože jsou tam největší postihy za nevhodnou objednávku, to je ta která se musí doručit do jednoho dne.

3.1 Seznámení DAIKIN (DICz)

3.1.1 Historie

Historie společnosti Daikin zasahuje až do roku 1924, kdy byla založena panem Akirem Yamadou v Japonsku. V roce 1972 bylo založeno hlavní sídlo Daikin Europe N. V. (DENV) v Evropě v belgickém Ostende. Výrobní závod Daikin v Plzni je finančně a technicky propojen se svými mateřskými společnostmi, kterými jsou japonský Daikin Industries Ltd. a belgická evropská centrála společnosti Daikin Europe N. V. (DENV). V současné době se po celém světě nachází 21 továren.

Česká republika, a zejména Plzeň, byla vybrána pro výstavbu nového závodu díky své atraktivní poloze blízko hranic s Německem, rychlému napojení na dálniční síť zásobující jižní Evropu a také díky velkému potenciálu kvalitní pracovní síly v regionu, a zejména i technickým fakultám na Západočeské univerzitě.

V České republice se nachází ještě jedna továrna v Brně, kde se vyrábí kompresory. V Praze se nachází obchodní sídlo společnosti Daikin pro Českou republiku, které kontaktujte v případě zájmu o koupi některých z našich produktů Daikin.

3.1.2 Vznik Daikin Plzeň

Společnost DAIKIN INDUSTRIES CZECH REPUBLIC s.r.o. byla založena v září roku 2003. Zahájení výstavby se zúčastnilo nejvyšší vedení japonské a belgické

mateřské společnosti, spolu se zástupci města Plzně. V září roku 2003 se poprvé začalo pracovat na výstavbě nového výrobního závodu v Plzni na Borských Polích.

V červnu 2004 byla zahájena kolaudace 1. fáze projektu. V první fázi o celkové rozloze 8 000 m² byla dokončena a následně schválena Magistrátem města Plzně k prozatímnímu užívání v červnu roku 2004. Okamžitě po dokončení posledních prací na výstavbě první fáze, byla zahájena druhá část projektu, která by měla být dokončena na jaře roku 2005 a která zvětší současnou rozlohu až na trojnásobek.

Po ukončení základních přípravných prací a podrobném zaškolení nových zaměstnanců, začala v září tohoto roku sériová výroba prvních klimatizačních zařízení společnosti DAIKIN vyrobených v České republice.

V červenci 2006 společnost obdržela certifikáty jakosti a životního prostředí ISO 9001 a ISO 14001. Roku 2007 se společnost může pochlubit pestrou řadou modelů již na 3 montážních linkách na výrobu vnějších klimatizačních jednotek a na 2 linkách na výrobu vnitřních jednotek. Společnost zaměstnává okolo 1000 zaměstnanců. Finální cíl společnosti je zaměstnat okolo 1 800 zaměstnanců, takže společnost již nyní počítá s tím, že bude muset hledat v nejbližší době nové členy týmu i v jiných regionech než jen v Plzeňském kraji.

3.1.3 Vlastní výroba

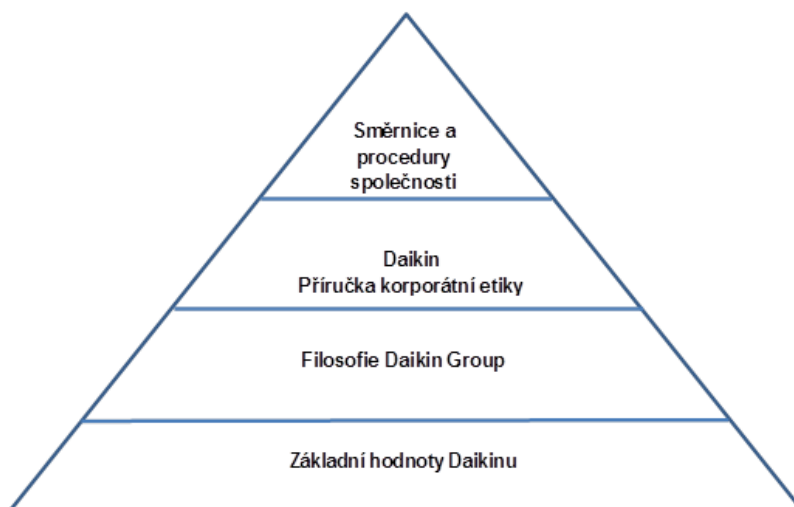
V současné době vyrábí na třech montážních linkách venkovní klimatizační jednotky a na pěti linkách vnitřní jednotky, vše různých modelů pro residenční použití, tj. pro domácnosti.

3.1.4 Odpovědnost firmy vůči společnosti

Jako součást globální skupiny Daikin, se DICz snaží být prvotřídním vzorem v každém aspektu svého podnikání.

Společenská odpovědnost není jen dobře míněná iniciativa ze strany DICz. Je totiž přímo zakotvena v DNA společnosti, která utváří firemní kulturu zobrazeno na Obr. č. 9. Základní hodnoty, Filozofie Skupiny a Příručka pro firemní etiku se zabývají tím, jak chce DICz podnikat a jak přebírá odpovědnost vůči sobě i ostatním. [8]

Obr. č. 9: Firemní kultura



Zdroj: [8]

3.2 Sumisho Global Logistics (SGL)

3.2.1 O společnosti

Dlouhotrvající úspěch Sumisho Global Logistics Europe (SGL Europe) má trvanlivou, úspěšnou obchodní historii. Mateřská společnost, Sumitomo Corporation, existuje již více než 400 let a dnes je jedním ze tří předních světových obchodních společností, s celou řadou úspěšných obchodních zájmů po celém světě. S tak silným partnerem mohla SGL Europe dosáhnout úspěchu v konkurenčním světě logistiky.

One-stop řešení poskytuje celkové logistické služby pro Sumitomo Corporation a rostoucí počet výrobních a obchodních společností v celé Evropě a po celém světě. Nezávislí logističtí odborníci s bezkonkurenčním přístupem k rozsáhlé globální síti pečlivě vybírají moře, vzduch, půda dopravce a skladování. Můžou uspokojit jakékoliv logistické požadavky. Jejich One-stop přístup znamená, že zákazníci mají přístup k:

- Široké a rozmanité globální síti
- Důvěryhodné oceánské, vzdušné, nákladní a skladovací službě
- Spolehlivé službě poskytované včas
- Péči o zákazníky, která překračuje očekávání
- Bezpečné a osvědčenému řešení šitá na míru zákazníkům

3.2.2 Historie

Před čtyřmi stoletími v roce 1630, Masatomo Sumitomo založil první Sumitomo společnost v Japonsku - obchod prodávající léky a knihy. Obchodní portfolio rychle rozšířila o těžařské závody (měď, stříbro atd.). V další generaci se společnost dostala na vrchol japonského průmyslu v těžbě mědi a rafinování. Firma se začala diverzifikovat do jiných odvětví, jako je cukr a textil.

Dnes Sumitomo Corporation dosáhl obrovského úspěchu. Jeden ze tří největších obchodních společností v Japonsku, má globální obchodní portfolio, které obsahuje některé z nejlepších společností v různém odvětví.

Jak se Sumitomo Corporation obchodně rozšířila po celém světě, zjistila, že je třeba oddělit logistiku. Proto vznikla v roce 1983 Sumisho Global Logistic. SGL má pobočky v mnoha zemích po celém světě, včetně základny v Evropě, kam expandovala v roce 1991.

Sumitomo Corporation je nadále významným zákazníkem, postupně rozšiřovali a nyní poskytují úplnou logistickou službu širokému spektru klientů v Evropě a na celém světě. S pobočkami v Německu (HQ), v Londýně, v České republice a jejich celosvětová síť může pokrýt celou Evropu a svět. Jsou hrdí na jejich pověst za poskytování služeb včas a nad míru očekávání. [10]

3.3 Zadání

Zadáním úlohy je snaha optimalizovat přepravu nákladu v zadaném modelu. Bude se přepravovat zboží, které bude reprezentováno paletami na vzorku deseti dodavatelů (Dx) a deseti odběratelů (Ox). Kapacity dodavatelů, požadavky odběratelů a vysvětlené zkratky můžeme spatřit v tabulce dodavatelů a odběratelů viz Tab. č. 8. V tabulkách odběratelů a spotřebitelů jsou zadány požadavky v paletách, ale v tabulkách nákladů jsou vyznačeny náklady na přepravu palet v kamionech. Proto je základní potřeba převézt palety zboží na kamiony. Využívá se poměr, že na návěs kamionu lze naložit 33 palet maximálně 34 palet. V tomto případě je dopravní úloha vybalancovaná. Počet kapacit dodavatelů, které činí 45 kamionů, se rovná požadavkům spotřebitelů.

Tab. č. 8: Seznam objektů, požadavků a kapacit

DODAVATELÉ		Kapacity	Kamionů
D1	Mladá Boleslav	105	4
D2	Liberec	162	5
D3	Plzeň	162	5
D4	Rokycany	109	4
D5	Ostrava	169	6
D6	Olomouc	159	5
D7	Brno	127	4
D8	České Budějovice	136	5
D9	Tábor	119	4
D10	Havlíčkův Brod	72	3

SPOTREBITELE		Požadavky	Kamionů
S1	Daikin CZ	132	4
S2	CARRIER	106	4
S3	KAPPA	110	4
S4	MURAMOTO	246	8
S5	PCI	150	5
S6	TOB	99	3
S7	MONDII	75	3
S8	SEEL	143	5
S9	SCE	114	4
S10		145	5

Zdroj: Vlastní zpracování, 2013

V následující části práce jsou zobrazeny náklady v tabulkách s ohledem na to, ve kterém časovém období bylo zboží objednáno. Na Tab. č. 9 jsou zobrazeny náklady na objednávku v časovém horizontu delším než 48 hodin. V Tab. č. 10 jsou náklady na

přepravu mezi 24 až 48 hodinami a v poslední Tab. č.11 kde jsou náklady v době kratší než 24 hodin.

Tab. č. 9: Náklady na kamion objednávka 48 a víc

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
D1	3000	4000	5000	6000	7000	6000	5000	4000	3000	2000
D2	3500	4500	5500	6500	7500	6500	5500	4500	3500	2500
D3	3250	4250	5250	6250	7250	6250	5250	4250	3250	2250
D4	2550	3550	4550	5550	6550	5550	4550	3550	2550	1550
D5	2500	3500	4500	5500	6500	5500	4500	3500	2500	1500
D6	3250	4250	5250	6250	7250	6250	5250	4250	3250	2250
D7	3900	4900	5900	6900	7900	6900	5900	4900	3900	2900
D8	4150	5150	6150	7150	8150	7150	6150	5150	4150	3150
D9	4050	5050	6050	7050	8050	7050	6050	5050	4050	3050
D10	2550	3550	4550	5550	6550	5550	4550	3550	2550	1550

Zdroj: SGL, 2013

Tab. č. 10: Náklady na kamion objednávka 24–48 hodin

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
D1	3750	5000	6250	7500	8750	7500	6250	5000	3750	2500
D2	4375	5625	6875	8125	9375	8125	6875	5625	4375	3125
D3	4063	5313	6563	7813	9063	7813	6563	5313	4063	2813
D4	3188	4438	5688	6938	8188	6938	5688	4438	3188	1938
D5	3125	4375	5625	6875	8125	6875	5625	4375	3125	1875
D6	4063	5313	6563	7813	9063	7813	6563	5313	4063	2813
D7	4875	6125	7375	8625	9875	8625	7375	6125	4875	3625
D8	5188	6438	7688	8938	10188	8938	7688	6438	5188	3938
D9	5063	6313	7563	8813	10063	8813	7563	6313	5063	3813
D10	3188	4438	5688	6938	8188	6938	5688	4438	3188	1938

Zdroj: SGL, 2013

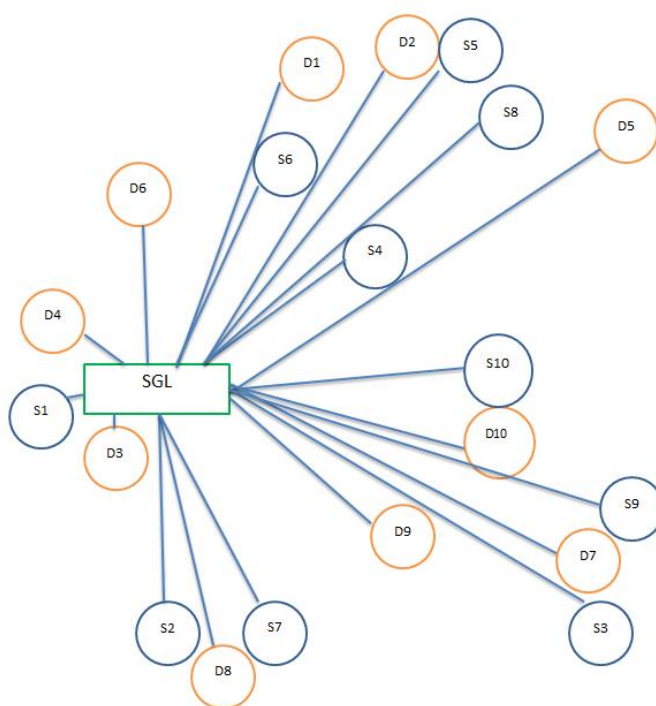
Tab. č. 11: Náklady na kamion objednávka méně než 24 hodin

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
D1	5250	7000	8750	10500	12250	10500	8750	7000	5250	3500
D2	6125	7875	9625	11375	13125	11375	9625	7875	6125	4375
D3	5688	7438	9188	10938	12688	10938	9188	7438	5688	3938
D4	4463	6213	7963	9713	11463	9713	7963	6213	4463	2713
D5	4375	6125	7875	9625	11375	9625	7875	6125	4375	2625
D6	5688	7438	9188	10938	12688	10938	9188	7438	5688	3938
D7	6825	8575	10325	12075	13825	12075	10325	8575	6825	5075
D8	7263	9013	10763	12513	14263	12513	10763	9013	7263	5513
D9	7088	8838	10588	12338	14088	12338	10588	8838	7088	5338
D10	4463	6213	7963	9713	11463	9713	7963	6213	4463	2713

Zdroj: SGL, 2013

Reálná situace je taková, že společnost SGL ostatní společnosti využívají i jako mezisklad mezi sebou a jednotlivými svými partnery. Společnost SGL poskytuje logistické služby, ale také pronajímá svoje možné kapacity i ostatním partnerským společnostem. Společnost Daikin využívá díky této společnosti logistickou metodu Just-in-time, která umožňuje udržovat společnosti minimální náklady na skladování a má i několik dalších výhod, o kterých jsme se zmínili v teoretické části. Síťovým diagramem můžeme zachytit jejich vzájemné vazby i s ohledem na geografické umístění. Lze zobrazit jejich provázanost se společností SGL viz Obr. č. 10. Tyto společnosti hlavně využívají SGL, aby nemuseli udržovat tak rozsáhlé svoje vlastní logistické oddělení, nebo ho mohou téměř úplně rozpustit. Tím pádem snižují svoje náklady na provoz a odpadají jim složitosti spojené s řízením zakázek.

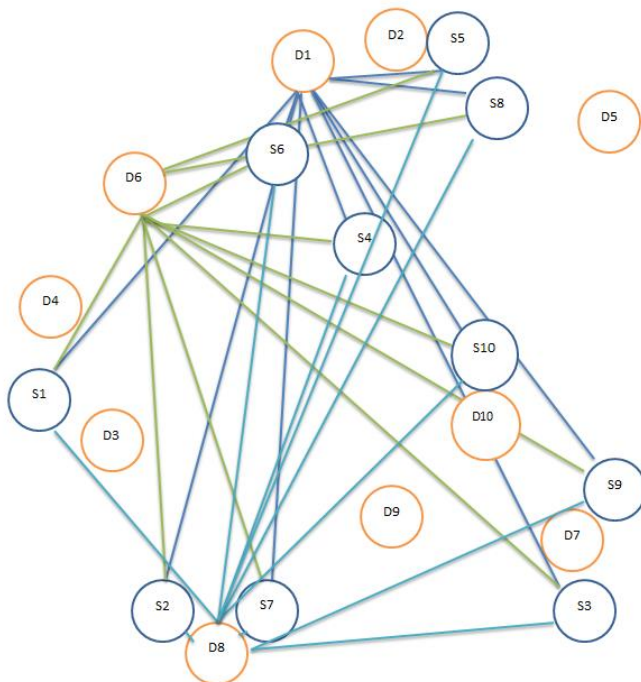
Obr. č. 10: Graf provázanosti na SGL



Zdroj: Vlastní zpracování, 2013

Na následujícím grafu je zobrazena provázanost jednotlivých odběratelů a dodavatelů. Zobrazili jsme pouze určitou část pro lepší přehled. Kdybychom zanesli úplně všechny trasy tak by Obr. č. 12 byl značně nepřehledný. Pokusili jsme zaneść i jejich vzájemnou geografickou polohu pro lepší přehled. Takhle by to vypadalo, kdyby tam neměli prostředníka jako je společnost SGL, která by mezi nimi hledala optimální cesty, a každý by jednal sám za sebe.

Obr. č. 11: Graf provázanosti



Zdroj: Vlastní zpracování, 2013

Společnost Daikin se ale také v současné době potýká s problematikou milcranů, které chce zavést do své společnosti, aby snížila náklady. Spolupracují se společností SGL aby mohli tuto metody lépe zorganizovat a aplikovat.

3.4 Metody řešení

V této kapitole budeme řešit, jak vyřešit optimalizaci cest skrze metody, které jsme si ukázali v teoretické části. Budeme se snažit aplikovat metodu severozápadního rohu, indexovou metodu, metodou VAM a MODI. Ohledně nákladových tabulek pro naše využití nám postačí jenom jedna tabulka nákladů, protože ostatní tabulky jsou sice nákladově rozdílné, ale jsou tam jenom náklady navýšené o určitý koeficient, ze kterého plyne, že kdyby se řešili i metody pro ostatní tabulky, tak by byly výsledné náklady jenom o tento kvocient navýšeny. Bylo by to jiné až v případě kdyby se časy z nákladových tabulek zkombinovaly a vznikla by taková situace, kdyby jeden odběratel objednal v dostatečném předstihu a další třeba ve druhé možné variantě a část na poslední chvíli.

3.4.1 Metoda severozápadního rohu

Započneme nejjednodušší metodou nejvíce nepřesnou, ale velmi rychlou na získání základního výsledku, pro některé možné případy i dostačující. Využijeme Tab.

č. 9, kterou jen trochu poupravíme o další řádek a sloupec, aby bylo možné zanést požadavky odběratelů, které musíme uspokojit, a kapacity dodavatelů viz Tab. č. 12.

Tab. č. 12: Upravené zadání

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	Kapacity
D1	3000	4000	5000	6000	7000	6000	5000	4000	3000	2000	4
D2	3500	4500	5500	6500	7500	6500	5500	4500	3500	2500	5
D3	3250	4250	5250	6250	7250	6250	5250	4250	3250	2250	5
D4	2550	3550	4550	5550	6550	5550	4550	3550	2550	1550	4
D5	2500	3500	4500	5500	6500	5500	4500	3500	2500	1500	6
D6	3250	4250	5250	6250	7250	6250	5250	4250	3250	2250	5
D7	3900	4900	5900	6900	7900	6900	5900	4900	3900	2900	4
D8	4150	5150	6150	7150	8150	7150	6150	5150	4150	3150	5
D9	4050	5050	6050	7050	8050	7050	6050	5050	4050	3050	4
D10	2550	3550	4550	5550	6550	5550	4550	3550	2550	1550	3
Požadavky	4	4	4	8	5	3	3	5	4	5	

Zdroj: Vlastní zpracování, 2013

3.4.2 Řešení metodou severozápadního rohu

Metoda je jednoduchá z ohledu na to, že postupujeme jako na zeměpisné mapě od levého horního rohu směrem dolů a doprava podle toho jestli jsme uspokojili požadavky zákazníka, anebo jestli jsme vyčerpali kapacitu dodavatele. Řešení příkladu se dá vyjádřit devatenácti kroky graficky zobrazeno na Tab. č. 13.

Tab. č. 13: Řešení pomocí metody severozápadního rohu

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	Kapacity
D1	3000	4000	5000	6000	7000	6000	5000	4000	3000	2000	4;0
D2	3500	4500	5500	6500	7500	6500	5500	4500	3500	2500	5;1;0
D3	3250	4250	5250	6250	7250	6250	5250	4250	3250	2250	5;2;0
D4	2550	3550	4550	5550	6550	5550	4550	3550	2550	1550	4;0
D5	2500	3500	4500	5500	6500	5500	4500	3500	2500	1500	6;4;0
D6	3250	4250	5250	6250	7250	6250	5250	4250	3250	2250	5;4;1;0
D7	3900	4900	5900	6900	7900	6900	5900	4900	3900	2900	4;2;0
D8	4150	5150	6150	7150	8150	7150	6150	5150	4150	3150	5;2;0
D9	4050	5050	6050	7050	8050	7050	6050	5050	4050	3050	4;2;0
D10	2550	3550	4550	5550	6550	5550	4550	3550	2550	1550	3;0
požadavky	4;0	4;0	4;3;0	8;6;2;0	5;1;0	3;0	3;2;0	5;3;0	4;2;0	5;3;0	

Zdroj: Vlastní zpracování, 2013

Postup započneme na souřadnici D1,S1, kde kapacita 4 se rovná požadavkům 4, tím vyřadíme D1 a S1, protože jsou uspokojeni a vyčerpáni. Dále pokračujeme

souřadnicí D2 a S2. Číslo 4 je větší než 5 vyřadíme S2, protože je uspokojen, ale v D2 ještě zbyl 1 kamion. S3 má požadavek 4 kamiony 1 bude uspokojen z D2 (vyřazen) a zbytek z D3. Dále postupujeme úplně stejným postupem až do konce, kde S10 s požadavky 5 kamionů bude uspokojen se zbylými 2 kamiony z D9 a využijeme 3 kamiony z D10. Všechny požadavky i kapacity jsou spotřebovány.

Když máme dořešenou problematiku, můžeme vyčíslit náklady. Vždy použijeme označenou buňku s náklady na kamion a vynásobíme počtem kamionů, které byly při takové ceně vypraveny.

$$N = 3000*4 + 4500*4 + 5500*1 + 5250*3 + 6250*2 + 5550*4 + 5500*2 + 6500*4 + 7250*1 + 6250*3 + 5250*1 + 5900*2 + 4900*2 + 5150*3 + 4150*2 + 4050*2 + 3050*2 + 1550*3 = \underline{218400}$$

Zatím nelze určit, jestli je výsledné řešení optimální, protože nevíme, jaké budou výsledky ostatních metod, ale pravděpodobně to bude nižší hodnota. Může se stát, že tato metoda bude pro dané zadání optimální.

3.4.3 Řešení indexovou metodou

Postup pomocí této metody je taktéž relativně jednoduchý. Na rozdíl od metody severozápadního rohu se tady berou v potaz i náklady na přepravu. V první řadě nalezneme nejnižší prvek v tabulce, avšak ignorujeme nulové hodnoty, které mohou značit fiktivní dodavatele nebo spotřebitele.

Ohledně tohoto případu se jedná o hodnotu 1500 na souřadnicích D5;S10. U této hodnoty uspokojíme požadavky zákazníka, které činí 5 kamionu. O tuto hodnotu snížíme kapacity dodatele z množství 6 kamionů na 1 kamion. To způsobí, že první spotřebitel je úplně uspokojen. Můžeme tím pádem vyřadit poslední sloupec z hledání dalšího minimálního prvku viz Tab. č. 14.

Tab. č. 14: Index metoda první kroky

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	Kapacity
D1	3000	4000	5000	6000	7000	6000	5000	4000	3000	2000	4
D2	3500	4500	5500	6500	7500	6500	5500	4500	3500	2500	5
D3	3250	4250	5250	6250	7250	6250	5250	4250	3250	2250	5
D4	2550	3550	4550	5550	6550	5550	4550	3550	2550	1550	4
D5	2500	3500	4500	5500	6500	5500	4500	3500	2500	1500	6;1
D6	3250	4250	5250	6250	7250	6250	5250	4250	3250	2250	5
D7	3900	4900	5900	6900	7900	6900	5900	4900	3900	2900	4
D8	4150	5150	6150	7150	8150	7150	6150	5150	4150	3150	5
D9	4050	5050	6050	7050	8050	7050	6050	5050	4050	3050	4
D10	2550	3550	4550	5550	6550	5550	4550	3550	2550	1550	3
Požadavky	4	4	4	8	5	3	3	5	4	5;0	

Zdroj: Vlastní zpracování, 2013

Dále se postupuje velmi obdobně. Najdeme ve zbývajících polích další nejnižší hodnotu. Tou hodnotou je 2500, ale hodnota se nám vyskytuje 2 krát a to na souřadnici D5,S1 a D5,S9. Požadavky na obou spotřebitelích jsou stejné tak je jedno, kterou z hodnot si vybereme, protože ani jednu zcela neuspokojíme. Vybrali jsme si souřadnici D5;S9, ale můžeme uspokojit pouze požadavek na 1 kamion, protože kapacita zdroje už nám více nedovoluje. Takže dodavatele D5 jsme úplně vyčerpali, vyškrtáme ho pro další pokračování, a tím pádem snížíme požadavky spotřebitele S9 o 1 kamion ze 4 na 3 viz Tab. č. 15.

Tab. č. 15: Indexová metoda druhý krok

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	Kapacity
D1	3000	4000	5000	6000	7000	6000	5000	4000	3000	2000	4
D2	3500	4500	5500	6500	7500	6500	5500	4500	3500	2500	5
D3	3250	4250	5250	6250	7250	6250	5250	4250	3250	2250	5
D4	2550	3550	4550	5550	6550	5550	4550	3550	2550	1550	4
D5	2500	3500	4500	5500	6500	5500	4500	3500	2500	1500	6;1;0
D6	3250	4250	5250	6250	7250	6250	5250	4250	3250	2250	5
D7	3900	4900	5900	6900	7900	6900	5900	4900	3900	2900	4
D8	4150	5150	6150	7150	8150	7150	6150	5150	4150	3150	5
D9	4050	5050	6050	7050	8050	7050	6050	5050	4050	3050	4
D10	2550	3550	4550	5550	6550	5550	4550	3550	2550	1550	3
Požadavky	4	4	4	8	5	3	3	5	4;3	5;0	

Zdroj: Vlastní zpracování, 2013

Úplně stejně pokračujeme dál. Když narazíme opětovně na stejnou hodnotu a požadavky budou rozdílné, tak se snažíme uspokojit vyšší požadavek. Úloha se

zakončuje v případě, že jsou všechny kapacity nebo požadavky vyčerpány viz Tab. č. 16. Pomocí horních indexů u jednotlivých buněk jsem zaznamenal, kolik kamionu bylo převezeno a při jakých nákladech se budou realizovat jejich náklady.

Tab. č. 16: Indexová metoda konečné řešení

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	Kapacity
D1	3000	4000	5000	6000	7000	6000	5000	4000 ⁴	3000	2000	4;0
D2	3500	4500	5500	6500 ³	7500	6500	5500 ²	4500	3500	2500	5;3;0
D3	3250	4250 ⁴	5250	6250	7250	6250	5250	4250 ¹	3250	2250	5;1;0
D4	2550 ⁴	3550	4550	5550	6550	5550	4550	3550	2550	1550	4;0
D5	2500	3500	4500	5500	6500	5500	4500	3500	2500 ¹	1500 ⁵	6;1;0
D6	3250	4250	5250 ⁴	6250	7250	6250	5250 ¹	4250	3250	2250	5;1;0
D7	3900	4900	5900	6900 ⁴	7900	6900	5900	4900	3900	2900	4;0
D8	4150	5150	6150	7150	8150 ⁵	7150	6150	5150	4150	3150	5;0
D9	4050	5050	6050	7050 ¹	8050	7050 ³	6050	5050	4050	3050	4;1;0
D10	2550	3550	4550	5550	6550	5550	4550	3550	2550 ³	1550	3;0
Požadavky	4;0	4;0	4;0	8;5;1;0	5;0	3;0	3;2;0	5;1;0	4;3;0	5;0	

Zdroj: Vlastní zpracování, 2013

$$N = 2550 \cdot 4 + 4250 \cdot 4 + 5250 \cdot 4 + 6500 \cdot 3 + 6900 \cdot 4 + 7050 \cdot 1 + 8150 \cdot 5 + 7050 \cdot 3 + 5500 \cdot 2 + 5250 \cdot 1 + 4000 \cdot 4 + 4250 \cdot 1 + 2500 \cdot 1 + 2550 \cdot 3 + 1500 \cdot 5 = \underline{218400}$$

Tato metoda nám zatím vyšla shodně, jako metoda severozápadního rohu to může naznačovat, že první metoda, která je časově nejméně náročná může být v tomto případě i metoda s optimálním řešením, ale spíše bychom se měli spoléhat na tuto metodu z důvodu, že tato metoda zohledňuje i náklady.

3.4.4 Řešení Vogelovou aproximační metodou (VAM)

VAM metoda patří k časově určitě náročnějším metodám než předchozí. Proto by měla být zákonitě přesnější. Metoda VAM a indexová metoda jsou si v některých ohledech podobné. Kromě toho, že metoda VAM využívá ke svému řešení ještě diferenci. To je hodnota, která určuje rozdíl mezi dvěma nejnižšími hodnotami v každém řádku a v každém sloupci. Náš první krok bude, že si vypočteme diferenci v celé tabulce viz Tab. č. 17.

Tab. č. 17: Úprava tabulky

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	Kapacity	Diference
D1	3000	4000	5000	6000	7000	6000	5000	4000	3000	2000	4	1000
D2	3500	4500	5500	6500	7500	6500	5500	4500	3500	2500	5	1000
D3	3250	4250	5250	6250	7250	6250	5250	4250	3250	2250	5	1000
D4	2550	3550	4550	5550	6550	5550	4550	3550	2550	1550	4	1000
D5	2500	3500	4500	5500	6500	5500	4500	3500	2500	1500	6	1000
D6	3250	4250	5250	6250	7250	6250	5250	4250	3250	2250	5	1000
D7	3900	4900	5900	6900	7900	6900	5900	4900	3900	2900	4	1000
D8	4150	5150	6150	7150	8150	7150	6150	5150	4150	3150	5	1000
D9	4050	5050	6050	7050	8050	7050	6050	5050	4050	3050	4	1000
D10	2550	3550	4550	5550	6550	5550	4550	3550	2550	1550	3	1000
Požadavky	4	4	4	8	5	3	3	5	4	5		
Diference	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50		

Zdroj: Vlastní zpracování, 2013

Postup je následující, když máme vyjádřené diference tak vybereme řádek nebo sloupec s nejvyšší hodnotou. V tomto případě jsou to všechny řádky, takže si můžeme vybrat jakoukoliv hodnotu. Takže bychom měli postupovat jako při indexové metodě a při vyškrtnutí řádku nebo sloupce opětovně přepočteme diferenci v celé tabulce viz Tab. č. 18.

Tab. č. 18: Vybrání prvku

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	Kapacity	Diference
D1	3000	4000	5000	6000	7000	6000	5000	4000	3000	2000	4	1000 ;0
D2	3500	4500	5500	6500	7500	6500	5500	4500	3500	2500	5	1000 ;0
D3	3250	4250	5250	6250	7250	6250	5250	4250	3250	2250	5	1000 ;0
D4	2550	3550	4550	5550	6550	5550	4550	3550	2550	1550	4	1000 ;0
D5	2500	3500	4500	5500	6500	5500	4500	3500	2500	1500	6;1	1000 ;0
D6	3250	4250	5250	6250	7250	6250	5250	4250	3250	2250	5	1000 ;0
D7	3900	4900	5900	6900	7900	6900	5900	4900	3900	2900	4	1000 ;0
D8	4150	5150	6150	7150	8150	7150	6150	5150	4150	3150	5	1000 ;0
D9	4050	5050	6050	7050	8050	7050	6050	5050	4050	3050	4	1000 ;0
D10	2550	3550	4550	5550	6550	5550	4550	3550	2550	1550	3	1000 ;0
Požadavky	4	4	4	8	5	3	3	5	4	5;0		
Diference	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50		

Zdroj: Vlastní zpracování, 2013

Z tabulky je vidět, že všechny hodnoty ve sloupcích jsou úplně stejné. Tak opět nastal případ, že si můžeme vybrat cokoliv. Tento případ je zcela neobvyklý pokud budeme pokračovat dále tak se dopracujeme k tomu, že buď všechny hodnoty (řádky i

sloupce), nebo jenom sloupce nebo řádky si libovolně zvolíme sami. V tomto případě je metoda VAM jen složitější indexová metoda, která je rozšířená o difference, ale s úplně stejným výsledkem, který činí 218400.

Metoda VAM je ohledně tohoto případu téměř nepoužitelná z důvodu, že data podle oblastí mají přiřčenou určitou hodnotu, ale u tohoto případu se ztrácí pouze čas. Tento příklad byl z praktického hlediska téměř nepoužitelný, ale měl svoji vypovídající hodnotu.

3.4.5 Řešení pomocí modifikované distribuční metody (MODI)

K řešení metodou MODI bychom využili aplikaci v MS Excel nazývanou řešitel. Tato aplikace nám poměrně zkrátí dobu výpočtu, ale jenom se musí správně v aplikaci nadefinovat, abychom dostali správné hodnoty. Postupně podle programu si navolíme zdrojové buňky, buňky kam zaneseme výsledek, nadefinujeme podmínky (kapacitní a požadavkové) a účelovou funkci.

Účelová funkce je skalární součin obou dvou tabulek. V tomto případě se bude jednat o minimalizační metodu, protože hledáme nejmenší možné náklady na logistiku.

$$UF = 3000x_{11} + 4000x_{12} + \dots + 1550x_{1010}$$

Dále nadefinuje podmínky pro naše požadavky.

$$x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41} + x_{51} + x_{61} + x_{71} + x_{81} + x_{91} + x_{101} \leq 4$$

$$x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42} + x_{52} + x_{62} + x_{72} + x_{82} + x_{92} + x_{102} \leq 4$$

...

$$x_{110} + x_{210} + x_{310} + x_{410} + x_{510} + x_{610} + x_{710} + x_{810} + x_{910} + x_{1010} \leq 5$$

Dále nadefinujeme podmínky pro naše kapacity

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18} + x_{19} + x_{110} \geq 4$$

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26} + x_{27} + x_{28} + x_{29} + x_{210} \geq 5$$

...

$$x_{101} + x_{102} + x_{103} + x_{104} + x_{105} + x_{106} + x_{107} + x_{108} + x_{109} + x_{1010} \geq 3$$

Tyto parametry přeneseme do buněk v Excelu. Dále postupujeme podle toho, jak nás naviguje úvodní formulář řešitele tak, že napojíme buňky na patřičné pozice viz Obr. č. 12. Do nastavení cíle se zadá buňka, do které se vepsala účelová funkce. Další

políčko se nazývá na základě změny proměnných. Je tam oblast buněk, která počtem odpovídá neznámým, a v poslední jsou zařazeny všechny omezující podmínky.

Obr. č. 12: Ukázka řešitele s nastavením

Parametry Řešitele

Nastavit cíl:

Na: Max Min Hodnota:

Na základě změny proměnných buněk:

Omezující podmínky:

Nastavit proměnné bez omezujících podmínek jako nezáporné

Vyberte metodu řešení:

Metoda řešení
Modul GRG Nonlinear vyberte pro hladké nelineární problémy Řešitele. Modul LP Simplex zvolte pro lineární problémy Řešitele a modul Evolutionary pro nehladké problémy Řešitele.

Zdroj: MS Excel – Řešitel, 2013

Výsledek projektu v řešiteli vyšel nákladově zcela shodně a metoda MODI jenom potvrdila předchozí výsledky s mnohem větší přesností. A ujistila nás, že předchozí výsledky nebyly zcestné. Výsledek opětovně činil 218400. Výsledná matice vypadá následovně viz Tab. č. 19.

Tab. č. 19: Výsledná matice z MS Excel

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
D1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
D2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1
D3	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0
D4	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0
D5	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0
D6	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0
D7	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
D8	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0
D9	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0
D10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Zdroj: Zpracování MS Excel, 2013

3.5 Zhodnocení a návrh

Zhodnocení všech hodnot vyšlo stejně z důvodu specifických vstupních dat. Lišily se především svoji časovou náročností a složitostí výpočtu. Metoda severozápadního rohu sice vyšla taky shodně, ale preferovali bychom spíše indexovou metodu. Shodný výsledek v severozápadním rohu mohl být jenom shoda náhod, jak byli spotřebitelé srovnáni. Proto bychom preferovali postup s řešením pomocí indexové metody, která bere ohled na náklady a zároveň není tak složitá.

Dále bychom navrhli úpravu řešení, jelikož kamiony u všech případů nebyly 100% vytíženy. Kromě S1 a S6, ti měli všechny kamiony vytíženy. Ostatní spotřebitelé měli v posledním kamionu jenom: S2 - 7 palet, S3 - 11 palet, S4 - 15 palet, S5 - 18 palet, S7 - 9 palet, S8 - 11 palet, S9 - 15 palet a S10 - 13 palet.

To by se dalo využít, kdyby se na poslední náklad použil menší dopravní prostředek, který by měl být levnější. Možnosti jsou následovné: plachtové sólo menší 14 palet a větší 18 palet, plachtová vozidla do 7,5 tun mají možnost podle velikosti vést 14, 18, 16 nebo 8 palet, nebo skříňovou dodávku s možností vést 4-5 palet. [9] V tomto případě by rozhodovaly finanční náklady na převoz jednou z následujících alternativ. Ale teoreticky by to mohlo, poskytnou určité úspory.

Alternativní možností by bylo využít klasický kamion. Ale hlavní podmínkou je určit vzdálenosti mezi spotřebiteli a dodavateli, abychom zjistili vzdálenost jednotlivých míst od sebe. Zboží pro více spotřebitelů a dodavatelů by odvezl jeden kamion, kde by náklady na přejezdy nebyli vyšší než na využití dalšího vozidla. Pro to by bylo vhodné

využít statickou metodu obchodního cestujícího, která hledá optimální cestu a náklady, kde dojde k obslužení všech cílů na seznamu.

Jedna z dalších možností by byla proti zásadám Just-in-time, kterou společnosti hojně využívají. Spotřebitelé by si objednali takové množství zboží, aby vytížili poslední kamion, nebo naopak snížili svoji objednávku, která by umožnila nevypravit poslední kamion. Tato varianta by se dala aplikovat jenom v případě, když frekvence objednávek se prodlouží nebo zkrátí. Tyto možnosti by jim vytvořily buď větší náklady na skladování, ale celkové řešení by mohlo přinést nižší náklady na přepravu. V druhém případě by snížily náklady na skladování a zvýšily náklady na přepravu. Delší časový horizont by mohl znamenat úspory na vyslaných kamionech.

Závěr

Cílem bakalářské práce bylo popsat problematiku společnosti a aplikovat na ní metodu operačního výzkumu v tomto případě dopravní úlohu. Práce je rozdělena na dvě hlavní části, na teoretickou část a praktickou, jež jsou členěny na jednotlivé podkapitoly.

V první části bakalářské práce jsme představili operační výzkum jako relativně mladou vědní disciplínu, jeho historii a základní poznatky. V další kapitole teoretické části jsme se zaměřili na mnohé metody operačního výzkumu, které jsou rozdělené do úseků, které popisovaly jednotlivé metody operačního výzkumu jako je lineární programování, dopravní úloha (speciální případ lineárního programování), hromadná obsluha, teorii grafů, na níž navazuje metoda síťové analýzy.

Metody byly popsány jednoduše, aby tomu porozuměli i lidé, kteří se s danou problematikou nesetkali. Snažili jsme se téměř u každé metody demonstrovat její praktické využití v reálném světě pro lepší pochopení metod.

Praktická část byla rozdělena na dvě kapitoly. V první došlo k seznámení se společnostmi Daikin a SGL. Společnost Daikin, u které jsme původně chtěli tyto metody využívat, nám nemohla poskytnout potřebná data, protože logistické služby si nechávají řešit u společnosti SGL. Tato firma nám potřebná data poskytla.

Nákladové tabulky byly sestaveny na základě doložených dat, z nichž vycházely všechny naše další postupy při řešení dopravní úlohy. Praktická část byla dále členěna podobně jako teoretická, na segmenty s názvem jejich metod jako byla metoda severozápadního rohu, indexová metoda, Vogelova aproximační metoda a modifikovaná distribuční metoda.

Základní data byla tak specifická, že bohužel všechny tyto postupy nám vyšly shodně. Z toho vzešla otázka, kterou metodu využít. Rozhodli jsme se pro indexovou metodu, i když metoda severozápadního rohu byla rychlejší. Tuto metodu jsme vybrali z důvodu, že indexová metoda klade důraz i na náklady. Jak jsme už zmínili, všechny celkové náklady vyšly shodně s hodnotou 218400.

Na základě shodných výsledků jsme nastínili další možná řešení tohoto dopravního případu, aby došlo k úspoře z krátkodobého i dlouhodobého horizontu.

Seznam tabulek

Tab. č. 1: Tabulka pro obecnou dopravní úlohu	14
Tab. č. 2: Matice jednotkových nákladů	15
Tab. č. 3: Postup řešení	15
Tab. č. 4: Výsledek řešení pomocí indexové metody	16
Tab. č. 5: Tabulka s ukázkou diference	16
Tab. č. 6: Matice sousednosti orientovaný graf	22
Tab. č. 7: Vazby projektu.....	23
Tab. č. 8: Seznam objektů, požadavků a kapacit	32
Tab. č. 9: Náklady na kamion objednávka 48 a víc	33
Tab. č. 10: Náklady na kamion objednávka 24–48 hodin	33
Tab. č. 11: Náklady na kamion objednávka méně než 24 hodin	33
Tab. č. 12: Upravené zadání	36
Tab. č. 13: Řešení pomocí metody severozápadního rohu	36
Tab. č. 14: Index metoda první kroky	38
Tab. č. 15: Indexová metoda druhý krok	38
Tab. č. 16: Indexová metoda konečné řešení	39
Tab. č. 17: Úprava tabulky.....	40
Tab. č. 18: Vybrání prvku	40
Tab. č. 19: Výsledná matice z MS Excel	43

Seznam obrázků

Obr. č. 1: Fáze při aplikaci operačního výzkumu	9
Obr. č. 2: Systém hromadné obsluhy	19
Obr. č. 3: Neorientovaný graf	21
Obr. č. 4: Orientovaný graf	22
Obr. č. 5: Vrchol síťového diagramu	24
Obr. č. 6: Výpočet možných začátků	24
Obr. č. 7: Výpočet nejpozdějších konců a celkových rezerv	25
Obr. č. 8: Hustota pravděpodobnosti β -rozdělení	26
Obr. č. 9: Firemní kultura	30
Obr. č. 10: Graf provázanosti na SGL	34
Obr. č. 11: Graf provázanosti.....	35
Obr. č. 12: Ukázka řešitele s nastavením.....	42

Seznam použitých zkratek

CPM – Critical Path Method

D1 ... D10 – Dodavatel 1 ... Dodavatel 10

DENV – Daikin Europe N. V.

DICz – Daikin Czech

FIFO – First-in First-Out

JIT – Just-in-time

LCFS – Last Come First Served

LIFO – Last in First Out

MODI – Modifikovaná distribuční metoda

MS – Microsoft

PERT – Program Evaluation and Review Technique

S1 ... S10 – Spotřebitel 1 ... Spotřebitel 10

SGL – Sumisho Global Logistics

SIRO – Selection in random order

VAM – Vogelova aproximační metoda

4 Literární zdroje

- [1] FIALA, Petr a kol. Operační výzkum: nové trendy. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2010. 239 s. ISBN 978-80-7431-036-2
- [2] GROS, Ivan. Kvantitativní metody v manažerském rozhodování. Plzeň: Grada Publishing a.s., 2003. 432 s. ISBN 80-247-0421-8
- [3] JABLONSKÝ, Josef. Operační výzkum kvantitativní metody pro ekonomické rozhodování. Praha: Professional Publishing, 2007. 323 s. ISBN 978-80-86946-44-3
- [4] LUŇÁČEK, Jiří., HERALECKÝ, Tomáš. Optimalizace podnikových aktivit. 1. vyd. Ostrava: Key Publishing, 2009. 118 s. Ekonomie. ISBN 978-80-7418-043-9
- [5] PLEVNÝ, Miroslav., ŽIŽKA, Miroslav. Modelování a optimalizace v manažerském rozhodování. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 2007. 298 s. ISBN 978-80-7043-435-2
- [6] ŠUBRT, Tomáš a kol. Ekonomicko-matematické metody. Plzeň: Aleš Čeněk, 2011. 351 s. ISBN 978-80-7380-345-2

5 Internetové zdroje

- [7] Algoritmy.net: příručka vývojáře. [online] 2013. [Citace: 8. 2. 2013.] <http://www.algoritmy.net/article/1369/Graf>
- [8] Daikin. [online] 2013. [Citace: 19. 3. 2013.] <http://www.daikinczech.cz/>
- [9] IKOTransLogistiks. [online] 2013.[Citace: 7. 4. 2013.] <http://www.ikotl.cz/cz/druhy-nakladnich-vozu>
- [10] SGL:Sumisho global logistics. [online] 2013. [Citace: 20. 4. 2013.] <http://www.sgleurope.com/>

ABSTRAKT

Bakalářské práce se zabývá vybranými metodami operačního výzkumu, jako je lineární programování, dopravní úloha, hromadná obsluha, graf a síťový graf. Jasně a stručně o nich sděluje důležité informace. V praktické části demonstrovala využití dopravní úlohy na vybraných společnostech, kterými jsou Daikin a SGL a na jejich logistickém řetězci, kde bude hledat optimální zásobovací trasy mezi odběrateli a spotřebiteli.

Klíčová slova

Operační výzkum, lineární programování, dopravní problém, metoda severozápadního rohu, indexová metoda, Vogelova aproximační metoda, optimalizační metoda.

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with some methods of operations research such as linear programming, transportation problem, queuing network graph and chart. Clearly and succinctly tells them about important information. Practical part demonstrates the use of transport tasks on selected companies such as Daikin and SGL and their logistics chain, where the search for the optimum supply routes between buyers and consumers.

Key words

Operations research, linear programming, transportation problem, the method northwest corner, index method, Vogelova approximation method, optimization method.