Univerzita Pardubice

Fakulta ekonomicko-správní

Distribuční úlohy lineárního programování jako podpora manažerského rozhodování

Diplomová práce

2022

Bc. Tereza Moravcová

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní
Akademický rok: 2020/2021

Studijní program: Ekonomika a management
Forma studia: Prezenční
Specializace/kombinace: Ekonomika a management podniku (EMP)

Podklad pro zadání DIPLOMOVÉ práce studenta

Jméno a příjmení: **Tereza Moravcová**
Osobní číslo: **E200092**

Téma práce: **Distribuční úlohy lineárního programování jako podpora manažerského rozhodování**

Téma práce anglicky:
Vedoucí práce: **Mgr. Jana Heckenbergerová, Ph.D.**
Ústav matematiky a kvantitativních metod

Zásady pro vypracování:

Cíl práce: Vyzdvihnout důležitost korektního řešení dopravních a distribučních úloh při řízení podniku. Práce bude obsahovat teoretický popis distribučních úloh a popis metod řešení. Cílem praktické části práce je analýza současného stavu nákladů na přepravu artiklů z vybraného podniku z vlastních skladů k odběratelům a jejich optimalizace.

Osnova:
- Operační výzkum a lineární programování
- Distribuční úlohy
- Manažerské rozhodování
- Aplikace metod

Seznam doporučené literatury:

.

FÁBRY, Jan. Matematické modelování. Praha: Professional Publishing, 2011. ISBN 978-80-7431-066-9.
FIALA, Petr. Operační výzkum: nové trendy. Praha: Professional Publishing, 2010. ISBN 978-80-7431-036-2
GASS, Saul I. Linear programming: methods and applications. 5th ed. Mineola: Dover Publications, 2003. ISBN 0-486-43284-X.
GROS, Ivan a Jakub DYNTAR. Matematické modely pro manažerské rozhodování. 2., upr. a rozš. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2015. ISBN 978-80-7080-910-5.

JABLONSKÝ, Josef. Operační výzkum: kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování. 3. vyd. Praha: Professional Publishing, 2007. ISBN 978-80-86946-44-3.

ŠUBRT, Tomáš. Ekonomicko-matematické metody. 2. upravené vydání. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2015. ISBN 978-80-7380-563-0.

Podpis studenta: Datum:

Podpis vedoucího práce: Datum:

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako Školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 30. 11. 2022 Bc. Tereza Moravcová

PODĚKOVÁNÍ:

Tímto bych ráda poděkovala své vedoucí práce Mgr. Janě Heckenbergerové, Ph.D. za její odbornou pomoc, která mi pomohla při zpracování diplomové práce a Tomášovi Starému za jeho ochotu a pomoc při spolupráci.

ANOTACE

Diplomová práce se zabývá popisem operačního výzkumu, lineárního programování a distribučními úlohami. Následně jsou vybrané metody distribučních úloh aplikovány na praktickém příkladu vybraného podniku Coleman S.I., a.s., zabývající se prodejem střešních krytin, fasád a doplňkového sortimentu. Cílem práce je zefektivnění přepravy zboží z poboček podniku k odběratelům s důrazem na minimalizaci přepravních nákladů.

KLÍČOVÁ SLOVA

Operační výzkum, Lineární programování, Distribuční úlohy, Dopravní problém, Dopravní kontejnerový problém, Manažerské rozhodování

TITLE

Distribution problems of linear programming as support for managerial decision-making

ANNOTATION

The diploma thesis deals with the description of operational research, linear programming and distribution tasks. Subsequently, selected methods of distribution tasks are applied to a practical example of the selected company Coleman S.I., a.s. engaged in the sale of roofing, facades and additional assortment. The aim of the thesis is to increase the efficiency of the transport of goods from the company's branches to customers with an emphasis on minimizing transport costs.

KEYWORDS

Operations research, Linear programming, Distribution problems, Transportation problem, Transportation container problem, Managerial decision making

OBSAH

SEZNAM TABULEK

SEZNAM OBRÁZKŮ

Seznam zkratek

a.s.	akciová společnost
apod.	a podobně
atd.	a tak dále
kol.	kolektiv
MS	Microsoft
např.	například
tj.	to je
tzn.	to znamená
tzv.	takzvaně

ÚVOD

Logistika je ve 21. století v dodavatelsko-odběratelských vztazích naprosto klíčová. Zákazníci požadují nejen doručení v požadovaný čas a kvalitě, ale také s minimálními náklady. Aby mohli podniky zákazníkům nabídnout co nejpříznivější cenu, jsou vytvářeny různé programy vycházející z metod, které jsou blíže specifikovány v následujících kapitolách.

Předmětem této práce je zefektivnění přepravy zboží z poboček podniku k odběratelům s důrazem na minimalizaci přepravních nákladů. Konkrétním podnikem, na který jsou aplikovány vybrané metody distribučních úloh je podnik Coleman S.I., a.s. zabývající se prodejem střešních krytin, fasád a doplňkového sortimentu. Problémem pro podnik je určit množství přepravovaných palet a zároveň zvolit pobočky, ze kterých se bude množství přepravovat. Využívání těchto modelů v dlouhodobém horizontu by podniku nejen pomohlo ušetřit, ale i zvýšit přehled o skladových zásobách jednotlivých poboček a tím lépe plánovat dodávky zboží.

V době stále rostoucích cen, v oblasti logistiky hlavně cen pohonných hmot, je více než kdy jindy nutné co nejlépe a nejefektivněji plánovat logistické trasy a minimalizovat celkové přepravní náklady.

1 OPERAČNÍ VÝZKUM

Operační výzkum lze charakterizovat jako vědní obor zahrnující více samostatných oborů zaměřených na analýzu různých druhů rozhodovacích problémů pro nalezení optimálního řešení. Jednotná a přesná definice operačního výzkumu neexistuje, neboť se tento obor zabývá řadou rozmanitých problémů a obsahuje velké kvantum oborů. Disciplíny operačního výzkumu se dají využít v oblastech řízení výroby a zásob, tvorby krátkodobých a střednědobých projektů, nebo při tvorbě strategických plánů. (Fábry, 2011)

1.1 Postup řešení úloh operačního výzkumu

Dle Jablonského (2007) má postup řešení úloh operačního výzkumu několik elementárních, na sebe navazujících fází.

1. **Identifikace a definování reálného problému**, odhadnutí potřeb modelového přístupu pro jeho analýzu a případné vytvoření specializovaného týmu, který se jím bude zabývat.
2. **Formulace ekonomického modelu**. Reálný systém je většinou příliš složitý na modelové zaznamenání všech jeho stránek. Při zkoumání daného problému se ukazuje, že není nutné veškeré prvky systému uvažovat.
3. **Formulace matematického modelu.** Ekonomický model je v zásadě jakési numerické a slovní vyjádření problému. Aby bylo daný problém možné řešit, je nezbytné jej určitým způsobem formalizovat – převést na model matematický.
4. K **řešení matematického modelu** jsou využívány metody a postupy navržené v jednotlivých oborech operačního výzkumu.
5. **Interpretace výsledků a jejich verifikace.** V praxi může docházet k nevyužitelnosti optimálního řešení, proto je třeba vždy řešení před implementací ověřit.
6. **Implementace.** Pokud jsou výsledky úspěšně verifikovány, lze přistoupit k implementaci. Úspěšná implementace by měla přispět ke zkvalitnění chodu daného systému s ohledem na sledovaný a vymezený cíl.

1.2 Disciplíny operačního výzkumu

Modely operačního výzkumu jsou různé a zabývají se různými oblastmi, proto bylo zapotřebí specifických přístupů k řešení jednotlivých skupin problémů a časem tak vznikly relativně samostatné disciplíny operačního výzkumu. Tyto disciplíny jsou vyjmenovány a podrobněji popsány níže.

1.2.1 Matematické programování

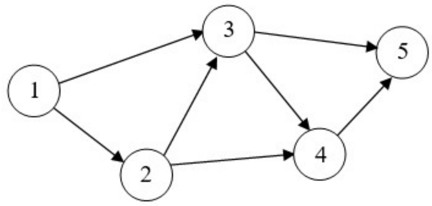
Matematické programování se zabývá řešením optimalizačních úloh, v nichž je hlavním cílem nalezení extrému daného kritéria ve tvaru kriteriální funkce n proměnných, v souboru variant stanovených soustavou omezujících podmínek, které jsou zapsány ve tvaru lineárních a nelineárních rovnic a nerovnic. Matematické programování má dva typy modelů – úloha lineárního programování a úloha nelineárního programování. O úloze lineárního programování mluvíme tehdy, jsou-li kriteriální funkce a všechny rovnice a nerovnice použité v modelu lineární. V případě, kdy je alespoň jedna funkce v modelu nelineární, mluvíme o úloze nelineárního programování. (Jablonský, 2007)

1.2.2 Vícekriteriální rozhodování

Modely vícekriteriálního rozhodování se zabývají posuzováním jednotlivých variant podle více kritérií, která jsou mnohdy vzájemně protikladná. Lze je využít při téměř každé rozhodovací situaci. Cílem tohoto modelu je buď nalezení nejlepší možné varianty, vyřazení neefektivních variant nebo uspořádání množiny variant. (Šubrt, 2015)

1.2.3 Teorie grafů

Jedním z velmi často používaných modelů operačního výzkumu je teorie grafů. Grafy jsou tvořeny množinami bodů (uzly, vrcholy) a hranami (spojnice mezi nimi), pomocí nichž jsou znázorňovány různé reálné systémy. Model se zpravidla zabývá řešením optimalizačních úloh, příkladem takovéto úlohy je nalezení nejkratší cesty mezi dvěma uzly. Jedna z možností podob grafu je znázorněna na obrázku 1.



Obrázek 1: Podoba jednoduchého grafu

Zdroj: vlastní zpracování dle Jablonského 2007

1.2.4 Teorie zásob

Model je zaměřen na zkoumání strategií řízení zásobovacího procesu a optimalizaci zásob na skladě, s cílem minimalizovat náklady či případné ztráty související se správou skladovaných zásob. Přispívá k částečnému uvolnění procenta aktiv vázaných v zásobách a ke snížení nákladů vztahujícím se k probíhajícím zásobovacím procesům.

1.2.5 Teorie hromadné obsluhy

Teorie hromadné obsluhy zkoumá činnost systémů tvořených ze dvou základních typů prvků. Prvním typem jsou požadavky (zákazník, jednotka), které vstupují do daného systému a vyžadují obsluhu a obslužné linky, kde jsou tyto obsluhy realizovány. Při čekání na realizaci požadavku vznikají fronty, proto se pro model teorie hromadné obsluhy někdy používá alternativní označení teorie front. Příkladem takového systému může být banka, obchod, úřad, fronta vozidel v křižovatce apod. Cílem analýzy systému zpravidla bývá zefektivnění fungování celého systému. Analýzou se v tomto případě rozumí řešení konfliktu mezi úrovní využití obslužných linek a dobou, kterou čekají požadavky ve frontě na obsluhu. (Jablonský, 2007, Šubrt, 2015)

1.2.6 Modely obnovy

Analyzují systémy obsahující jednotky, které se opotřebovávají a po určité době vyžadují opravu nebo případně nahrazení novými. Délka trvání bezporuchového chodu je náhodná veličina. Cílem modelu je odhadnout počty jednotek, které bude v každém období třeba nahradit z důvodu selhání, a pravděpodobnou dobu jejich dožití. Délka trvání bezporuchového chodu je náhodná veličina.

1.2.7 Markovské rozhodovací procesy

Markovské rozhodovací procesy jsou obecným nástrojem pro deskripci dynamických systémů a jejich základním cílem je predikce budoucího chování takovýchto systémů. Jedná se o systémy, které se mohou v pozorovaných etapách nacházet v některém z konečného počtu stavů a změna těchto stavů v po sobě jdoucích etapách podléhá náhodnému chování. (Jablonský, 2007)

1.2.8 Teorie her

Zabývá se matematickým zobrazením a řešením střetu zájmů jednotlivých účastníků. Účastníci neboli rozhodovatelé musí být minimálně dva a každý z nich využívá jinou strategii chování za účelem výhry. Cílem je nalézt takové řešení, které bude pro všechny zúčastněné strany optimální. (Šubrt, 2015)

1.2.9 Simulace

Simulace je významným a v mnoha případech jediným možným nástrojem pro analýzu spletitých systémů. Spočívá v experimentování s vytvořeným modelem na výkonných počítačích se specializovaným softwarem. (Jablonský, 2007)

2 LINEÁRNÍ PROGRAMOVÁNÍ

Jedná se o disciplínu operačního výzkumu spočívající v řešení rozhodovacích problémů zabývajících se určením intenzit realizace procesů, jež mohou probíhat nebo již probíhají v daném systému. Nachází uplatnění především při řešení modelů rozdělování zdrojů, např. u dopravních úloh, úloh minimalizujících odpad, směšovacích úloh, výrobně kapacitních úloh a při řešení modelů rozmísťování objektů.

O lineárním programování mluvíme tehdy, jsou-li kriteriální funkce i veškeré rovnice a nerovnice v modelu lineární. Předmětem je maximalizace nebo minimalizace kriteriální funkce vázané omezujícími podmínkami.

2.1 Základní pojmy lineárního programování

Tato kapitola se zabývá základními pojmy potřebnými k pochopení zákonitostí obecných metod pro řešení úloh lineárního programování.

Proměnná je v matematice hodnota, označovaná symbolem nebo písmenem, jenž umožňuje abstraktní manipulaci s objekty.

Omezující podmínky definují přípustné kombinace řešených procesů. U modelů lineárního programování lze užít výlučně lineární rovnice a nerovnice.

Za **přípustné řešení** je považováno takové řešení, které splňuje všechna definovaná omezení včetně podmínky nezápornosti.

Optimálním řešením lze chápat nejlepší variantu ze všech přípustných řešení.

Konvexní množinou se rozumí 2 spojené body, které pocházejí ze stejného reálného prostoru.

Množina přípustných řešení je množina všech řešení splňující všechny omezující podmínky úlohy.

Řešit úlohu znamená hledat extrém (maximum či minimum) lineární funkce na množině definované soustavou lineárních rovnic a nerovnic. (Brázdová, 2011)

Kanonický tvar je *„takový tvar soustavy m rovnic, ve kterém obsahuje matice strukturních koeficientů jednotkovou submatici m x m“.* (Jablonský, 2007, str. 82)

2.2 Úlohy lineárního programování

V typických úlohách lineárního programování je optimalizována účelová funkce na množině obecně určené soustavou vlastních omezení a podmínek nezápornosti. Mezi těmito úlohami lze však nalézt i specifické úlohy lineárního programování, které se vyznačují speciálními vlastnostmi, např. speciální struktury modelu, způsob jejich řešení atd. Příkladem takovýchto úloh může být přiřazovací problém, dopravní problém, okružní dopravní problém, kontejnerový dopravní problém nebo obecný distribuční problém. (Jablonský, 2007)

2.3 Formulace matematického modelu

Podstatným krokem při uplatnění lineárního programování je vytvoření ekonomického a následně matematického modelu určitého problému. Pro bezproblémové řešení je zapotřebí komplexně definovaný a verbálně charakterizovaný ekonomický model určitého problému, který následně bude transformován do modelu matematického. Ekonomický model by měl vždy obsahovat **definici procesů** probíhajících v daném systému, **definici činitelů** omezujících uskutečnění jednotlivých informací, a nakonec **definici cíle optimalizace.**

Základními kroky transformace ekonomického modelu do modelu matematického jsou dle Jablonského, 2007:

1. **Identifikace rozhodovacích proměnných.** Prvním předpokladem pro úspěšné sestrojení matematického modelu je stanovení počtu a významu rozhodovacích proměnných a fyzikálního rozměru. Pokud je procesem nějaká reálná činnost (např. výroba), pak proměnná vyjadřuje intenzitu vykonávání této činnosti (objem výroby v kusech atp.).
2. **Definice optimalizačního kritéria.** Sestavení kriteriální funkce, jež je funkcí rozhodovacích proměnných.
3. **Identifikace činitelů modelu.** Identifikace a následné vyjádření činitelů modelu ve formě omezujících podmínek. Důležité je zde brát v úvahu veškeré činitele, v případě vynechání některého by mohl být model sice z formálního matematického hlediska správný, ale výsledky by mohly být nelogické a v reálném systému nepoužitelné.

Obecný matematický zápis modelu lineárního programování v kanonickém tvaru lze vyjádřit takto:

$$z=c_1x_1+c_2x_2+\ldots+c_nx_n, \tag{1}$$

za podmínek:

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \cdots + a_{1n}x_n &\leq b_1, \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \cdots + a_{2n}x_n &\leq b_2, \\ &\vdots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \cdots + a_{mn}x_n &\leq b_m, \end{aligned} \tag{2}$$

$$x_j \geq 0, j = 1, 2, \ldots, n. \tag{3}$$

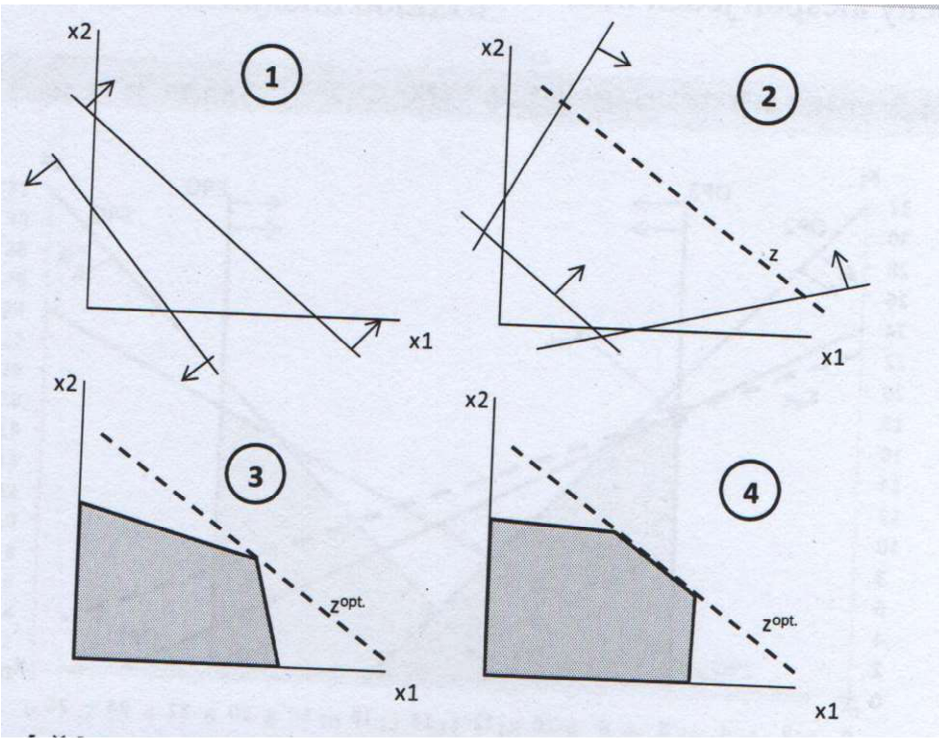
Cílem modelu je tedy nalezení extrému kriteriální funkce z, kde n značí počet strukturních proměnných modelu, c_j značí cenový koeficient příslušející j-té proměnné, kde j = 1, 2, … n a x_n jsou reálné proměnné. U omezujících podmínek a_{ij} označuje strukturní koeficient, který vyjadřuje vztah mezi i-tým činitelem a j-tým procesem, b_i označuje hodnotu pravé strany náležející i-tému vlastnímu omezení a m počet vlastních omezení. Všechna vlastní omezení jsou uvedena jako nerovnice typu "≤".

2.4 Metody řešení úloh lineárního programování

Tato kapitola se zabývá metodami používanými k řešení úloh lineárního programování. Při řešení příkladů s pouze dvěma proměnnými je nejčastěji používáno grafické řešení. Pokud má úloha více jak dvě proměnné, řeší se simplexovou metodou a ke každé úloze lze vytvořit také úlohu duální. Všemi zmíněnými metodami se více zabývají kapitoly níže.

2.4.1 Grafické zobrazení řešení

Nejsou-li definovány v úloze více jak tři proměnné, lze pro nalezení optimálního řešení využít grafické řešení. Jedná-li se o úlohu, která má pouze dvě proměnné, lze množinu přípustných hodnot znázornit ve dvojrozměrném prostoru. Proměnné znázorňují osu x a y a omezující podmínky stanovují hranice množiny přípustných řešení. Na obrázku č. 1 jsou znázorněny čtyři možné varianty řešení grafického znázornění množiny.



Obrázek 2: Grafické znázornění možných výsledků modelu LP

Zdroj: Šubrt 2015, str. 22

2.4.2 Simplexová metoda

Simplexová metoda je technika, která sice neprošetřuje všechna bazická řešení, ale i přesto vždy nalezne optimální řešení. Postupně zkoumá bazická řešení, pokud je dané řešení optimální, tak skončí, pokud ne, tak přejde na další bazické řešení, kterému odpovídá menší, popřípadě stejná hodnota účelové funkce a postup se zopakuje. Při přechodu z jednoho zkoumaného řešení k novému dochází k výměně jednoho bazického vektoru. (Linda a Volek, 2016)

Simplexová metoda řeší lineární programy pohybem podél hranic od jednoho vrcholu (krajního bodu) k dalšímu. Tato metoda je velmi efektivní postup pro řešení velkých praktických lineárních programů na počítači. Hledá se výchozí základní proveditelné řešení pro zahájení fáze 2 nebo pro zjištění, že žádné proveditelné řešení neexistuje, pokud se najde, pak se ve fázi 2 hledá optimální základní proveditelné řešení. (Dantzig a Thapa, 2003)

Předpoklad pro realizaci simplexové metody je kanonický tvar úlohy, tj. maximalizační úloha při splnění omezujících podmínek a podmínek nezápornosti proměnných. Pokud se úloha nenachází v kanonickém tvaru, musí být do tohoto tvaru převedena. V případě nerovnosti se na kanonický tvar převede zavedením doplňkových proměnných, které však mají pro optimální řešení nulovou hodnotu. (Jablonský, 2007)

Tabulka 1: Výchozí simplexová tabulka

	x_1 … x_n		x_{n+1} … x_{n+m}		z	b_i
x_{n+1}	a_{11}	a_{1n}	1	0	0	b_1
…						
x_{n+m}	a_{m1}		0	1		b_m
z_j	$-c_1$	$-c_n$	0	0	1	0

Zdroj: vlastní zpracování dle Jablonský a Lagová 2009

Pokud je úloha lineárního programování počítána ručně, je vhodné ji uspořádat do simplexové tabulky, jejíž podoba je vyobrazena v tabulce 1. Formální úprava tabulky může být uspořádána dle preferencí a na výsledku výpočtu nemá žádný vliv. V obecné rovině řádky odpovídají omezením dané úlohy a sloupce proměnným.

V prvním řádku jsou základní proměnné x_{n+1} až x_{n+m} a jejich hodnota je rovna pravým stranám omezení b_1 až b_m. Názvy sloupců jsou označením proměnných, v druhém sloupci se nachází nezákladní proměnné x_1 až x_n, které jsou rovny nule. V poslední řádku se nachází koeficienty anulované účelové funkce značené $-c_j$. Samotná hodnota účelové funkce z je v poslední řádku a sloupci. (Jablonský a Lagová, 2009)

2.4.3 Primární a duální úloha

Primární úlohou nazýváme původní úlohu lineárního programování. Ke každé úloze lze sestavit také úlohu duální a vztah mezi nimi je vzájemný, tedy bude-li brána duální úloha jako primární, sestavovaná duální úloha k ní vytvoří opět úlohu primární. Zda se jedná o úlohu primární nebo duální neurčuje její tvar, ale záleží pouze na tom, kdo danou úlohu řeší a kterou úlohu bude považovat za primární (obvykle to bývá úloha původní). (Linda a Volek, 2016)

2.5 Software pro řešení lineárního programování

Řešení úloh lineárního programování, bez ohledu na jejich rozměr, je nemyslitelné bez využití vhodných programových nástrojů. Na trhu jsou nabízeny jak jednodušší programy řešící úlohy pouze s několika málo desítkami proměnných a podmínek omezení, tak vysoce výkonné profesionální programy umožňující řešit úlohy s několika desítkami tisíc proměnných a omezujících podmínek. K řešení menších úloh není třeba specializovaný program, ale postačí na zpracování těchto úloh tabulkový kalkulátor MS Excel, který zpravidla vlastní každý uživatel počítače. Mezi nejznámější a nejvíce užívaný software patří profesionální optimalizační programy LINDO A LINGO, (Jablonský, 2007)

3 DISTRIBUČNÍ ÚLOHY

Význačnou skupinou úloh lineárního programování jsou tzv. distribuční úlohy. Jedná se sice o úlohy lineárního programování, avšak mají poněkud speciální charakter. Projevuje se při sestavování matematického modelu i při následném řešení. (Lagová, Jablonský 2009)

„Distribuční úlohy tvoří speciální skupinu úloh lineárního programování. Zařazujeme mezi ně problémy jednostupňové, dvoustupňové, přiřazovací, zobecněné, okružní, trasovací a mnoho dalších typů. Všechny tyto úlohy se dají vyjádřit pomocí lineárních modelů. U některých z těchto úloh umožňují jejich specifické vlastnosti použít k řešení speciální metody, které jsou jednodušší než simplexové metody. U jiných by naopak velikost modelů i při malé velikosti úloh – malém počtu míst, mezi nimiž je třeba přepravu zajistit – vyžadovala výpočetní kapacitu, která neumožní efektivně nalézt jejich přesné teoretické optimum.“ (Šubrt, 2011, s. 79)

3.1 Základní typy distribučních úloh

Mezi hlavní otázky dopravních modelů patří základní logistické problémy – jak přemístit lidi, materiál a informace. Nejčastěji používanými typy distribučních úloh dle Jablonského (2007) jsou:

Dopravní modely podle počtu dopravních prostředků, míst a meziskladů dělené na úlohy jednostupňové a dvoustupňové.

Přiřazovací problém, v němž lze ke každému zdroji přiřadit právě jednoho spotřebitele.

Zobecněný distribuční model za použití náležitě zvolených koeficientů přerozděluje přiřazené objemy na určité jednotky, kterými se odlišují odběratelé a dodavatelé.

Okružní problém se řadí mezi distribuční úlohy, i přes to, že se řeší jinými prostředky.

3.2 Jednostupňová dopravní úloha

Dopravní úloha se zabývá problémem uspořádání přepravy homogenního produktu od dodavatelů ke spotřebitelům s minimálními náklady na přepravu. Při řešení úlohy se vychází z předpokladu, že pro přepravu produktu je používán stejný druh dopravních prostředků, vždy existuje jen jedna dopravní cesta mezi spotřebitelem a dodavatelem a přepravní náklady rostou úměrně s množstvím přepravovaného produktu.

Podmínkou řešitelnosti je takzvaná vyváženost dopravní úlohy tzn. součet požadavků všech spotřebitelů je roven celkové kapacitě všech dodavatelů. V praktických úlohách však tato podmínka bývá často porušena, proto musí být vyvážena uměle. V případě většího objemu kapacit dodavatelů, než je objem požadavků spotřebitelů, je nutné přidat do úlohy fiktivního spotřebitele, v opačném případě fiktivního dodavatele. V takovýchto případech budou trasy fiktivního dodavatele nebo fiktivního spotřebitele ohodnoceny nulovými sazbami, jelikož tyto dodávky ve skutečnosti nebudou realizovány.

Každá vyvážená jednostupňová dopravní úloha má přípustné i optimální řešení. Jsou-li všechna a_i a b_j uváděna v celých číslech, pak i každé bazické řešení bude celočíselné. (Šubrt, 2015)

3.2.1 Matematický a ekonomický model

V tabulce 2 je přehledně znázorněna formulace ekonomického modelu dopravního problému.

Tabulka 2: Obecný ekonomický model dopravního problému

Zdroje	Cílová místa				Kapacity zdrojů
	O_1	O2	…	O_n	
D_1	c_{11} x_{11}	c_{12} x_{12}	…	c_{1n} x_{1n}	a_1
D_2	c_{21} x_{21}	c_{22} x_{22}	…	c_{2n} x_{2n}	a_2
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮
D_m	c_{m1} x_{m1}	c_{m2} x_{m1}	…	c_{mn} x_{mn}	a_m
Požadavky odběratelů	b_1	b_2	…	b_n	$\Sigma_i a_i$ $\Sigma_j b_j$

Zdroj: vlastní zpracování dle Jablonského, 2007

Pomocí sumací je následně ekonomický model transformován na jednodušší zápis, tzv. matematický model, který je s vysvětlujícími proměnnými uveden níže.

$$z = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} c_{ij} x_{ij} \tag{4}$$

za podmínek

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = a_i \qquad i = 1,2, \dots, m$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = b_j \qquad j = 1,2, \dots, n \tag{5}$$

$$x_{ij} \geq 0 \qquad i = 1,2, \dots, m, \quad j = 1,2, \dots, n$$

kde

z = účelová funkce

x_{ij} = objem přepravy mezi i-tým dodavatelem a j-tým odběratelem

c_{ij}= náklady na přepravu jednoho množství

a_i = kapacita i-tého dodavatele

b_j = požadavek j-tého odběratele

i - řádek

j - sloupec

O - odběratel

D - dodavatel

3.2.2 Řešení dopravní úlohy

Řešení dopravní úlohy je obdobné jako u simplexové metody, tedy krok po kroku přecházíme od výchozího bazického řešení k řešení s lepší hodnotou účelové funkce až k optimálnímu. Šubrt ve své knize z roku 2015 definuje tento postup do následujících čtyř bodů:

1. Vyváženost dopravní úlohy,
2. nalezení výchozího bazického řešení – existuje řada metod, níže v kapitole jsou popsány následující: metoda severozápadního rohu, indexová metoda a Voglerova aproximační metoda,

3. test optimality výchozího řešení,
4. přechod na lepší řešení.

3.2.3 Metoda severozápadního rohu

Výhodou této metody je její jednoduchost, avšak výsledek bývá vysoce vzdálen od optimálního řešení. Nejdříve se obsazuje maximálním možným přepravovaným množstvím pole ležící v levém horním rohu. Vyškrtneme dodavatele, který již vyčerpal svou kapacitu, nebo odběratele s naplněným požadavkem. Pokračuje se na další pole a cyklus opakujeme do úplného vyčerpání kapacit dodavatelů a naplnění veškerých požadavků všech odběratelů. (Brázdová, 2011)

3.2.4 Indexová metoda

Indexová metoda je přesnější než metoda severozápadního rohu, neboť bere v úvahu sazby (indexy) tras. Postup je obdobný s tím rozdílem, že pole obsazujeme postupně od nejvýhodnějších přepravních sazeb. Po obsazení, stejně jako u metody severozápadního rohu, vyškrtneme dodavatele, který již vyčerpal svou kapacitu, nebo odběratele s naplněným požadavkem a opět obsazujeme pole s nejvýhodnějšími přepravními sazbami. Pokračujeme na další pole a cyklus opakujeme do úplného vyčerpání kapacit dodavatelů a naplnění veškerých požadavků všech odběratelů. (Šubrt, 2015)

3.2.5 Vogelova aproximační metoda

Stejně jako indexová metoda i Vogelova aproximační metoda pracuje s jednotkovými přepravními náklady. Začíná s obsazováním polí v řádku nebo sloupci s největší diferencí mezi dvěma nejvýhodnějšími sazbami maximálním možným přepravovaným množstvím. Vyškrtneme příslušný řádek dodavatele, který již vyčerpal svou kapacitu, nebo odběratele s naplněným požadavkem a přepočítáme sloupcové a řádkové diference. Pokračujeme s obsazením dalšího pole nebo řádku s největší diferencí a celý cyklus opakujeme do úplného vyčerpání kapacit dodavatelů a naplnění veškerých požadavků všech odběratelů. Pokud se objeví maximální diference se stejnou hodnotou u dvou různých řad, je doporučeno obsadit buňku s výhodnější sazbou v těchto řadách. (Šubrt, 2015)

3.2.6 Dantzigova optimalizační metoda

Je-li nalezeno výchozí řešení, může se při hledání optimálního řešení přistoupit k dalšímu kroku, kterým je Dantzigova optimalizační metoda. Jedná se o iterační metodu, jejíž cílem je určitým počtem kroků z přípustného řešení nalézt řešení optimální a tím získat nejnižší možné přepravní náklady. Postup vychází z poznatků z teorie duality a je obdobný jako u simplexové metody s tím rozdílem, že nemusí být přidána umělá nebo doplňková proměnná. Je tomu dáno stejnými jednotkami proměnných v modelu a rovností kapacit dodavatelů a požadavků odběratelů.

Algoritmus pro výpočet řešení:

1. Kontrola, zda úloha obsahuje stejný počet bazických prvků jako je počet vektorů v bázi, tedy $m + n - 1$. Bazickými prvky jsou myšlena obsazená pole. Pokud je v úloze méně než $m + n - 1$ bazických prvků, musí být zvolena některá nebazická proměnná za bazickou (tj. neobsazené pole obsadit nulovou hodnotou) a dále tuto proměnnou považovat za bazickou. Nesmí však zvolená proměnná utvořit uzavřený cyklus s ostatními bazickými proměnnými.
2. Určit hodnotu u_i a v_j tak, aby pro bazické prvky platilo:

$$u_i + v_j = c_{ij} \qquad i = 1,2, \dots, m, \qquad j = 1,2, \dots, n \tag{6}$$

   Jelikož je hodnot u_i a v_j celkem $m + n$, ale bazických prvků je $m + n - 1$, je třeba zvolit jednu z hodnot u_i a v_j. Nejjednodušší způsobem je zvolit nulu v řádku nebo sloupci s největším zastoupení bazických prvků.
3. Výpočet nepřímých nákladů c'_{ij} součtem u_i a v_j.
4. Pokud ve všech polích nepřímé náklady převyšují náklady přímé, s výjimkou bazických indexů, u kterých platí rovnost, je řešení optimální. V opačném případě, lze nalézt jiné bazické řešení se stejnou či lepší hodnotou účelové funkce.
5. Jestliže alespoň v jednom poli jsou nepřímé náklady vyšší než přímé, volí se pole s nejvyšším kladným rozdílem, kde bude dosazena hodnota t. Tato hodnota reprezentuje množství přepravovaného zboží.
6. Od zvolené hodnoty t se vytvoří uzavřený cyklus přes bazické prvky, v němž se střídá odečítání a přičítání postupně mezi jednotlivými bazickými prvky až zpět ke zvolené buňce. Buňky, ve kterých se bude odečítat, se značí $t - 1$ a odečítána je nejnižší hodnota z těchto buněk.
7. Tím je získáno nové bazické řešení, jehož účelová funkce by měla být blíže řešení optimálnímu. (Brázdová, 2011)

3.3 Přiřazovací problém

Cílem úlohy je přiřazení určitých prvků ke stejnému počtu jiných prvků tak, aby díky tomuto přiřazení bylo dosaženo co nejvyššího efektu. Jsou zde dvě skupiny jednotek, u kterých se předpokládá, že počet jejich prvků je shodný, pokud tomu tak není, může být jedna ze skupin doplněna fiktivním prvkem. Za předpokladu, že je úloha minimalizační, je definována maticí prvků a tyto prvky jsou nezáporné, využívá se pro nalezení optimálního řešení maďarská metoda. (Fábry, 2011)

Úloha má v tabulce podobný zápis jako dopravní úloha. Nejsou zde však údaje, které v dopravním problému odpovídají kapacitám dodavatelů a požadavkům spotřebitelů, neboť by v každém řádku i sloupci byli rovny jedné. Vizualizace je znázorněna v tabulce 3.

Tabulka 3: Obecný zápis přiřazovacího problému

Operace	Zařízení			
	Z_1	Z_2	…	Z_m
O_1	c_{11} x_{11}	c_{12} x_{12}	…	c_{1n} x_{1m}
O_2	c_{21} x_{21}	c_{22} x_{22}	…	c_{2n} x_{2m}
⋮	⋮	⋮		⋮
O_m	c_{m1} x_{m1}	c_{m2} x_{m1}	…	c_{mm} x_{mm}

Zdroj: vlastní zpracování dle Brázdové 2011

Podobu modelu vyobrazenou ve výše uvedené tabulce lze převést na rovníkový zápis tzv. matematický model. Brázdová ve své knize z roku 2011 uvádí zápis tohoto matematického modelu následovně:

minimalizovat

$$z = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{m} c_{ij} x_{ij} \tag{7}$$

za podmínek

$$\sum_{j=1}^{m} x_{ij} = 1 \qquad i = 1,2, \dots, m$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = 1 \qquad j = 1,2, \dots, n \tag{8}$$

$$x_{ij} \in \{0; 1\} \qquad i = 1,2, \dots, m, \qquad j = 1,2, \dots, n$$

kde

z = účelová funkce

x_{ij} = přiřazení jednotlivým zařízením

c_{ij}= cena přiřazení

i - řádek

j - sloupec

O - operace

Z - zařízení

3.4 Okružní dopravní problém

Okružní dopravní problém, někdy také nazývaný jako problém obchodního cestujícího, je v praxi hojně využíván. V případech, kdy je třeba určitý materiál z výchozího stanoviště A1 postupně rozvést na místa A2, A3, … An (v libovolném pořadí) a vrátit se zpět na výchozí stanoviště tak, aby trasa přepravovaného materiálu byla co nejkratší. Jde tedy o nalezení co nejmenšího okruhu, který začíná a zároveň končí ve výchozím stanovišti A1 a při kterém se navštíví všechna ostatní místa. Podmínkou, kterou je třeba mít na paměti je, že veškeré lokality musí být navštíveny pouze jedenkrát. Metodami pro nalezení optimálního řešení jsou metoda nejbližšího souseda, Vogelova aproximační metoda, metoda výhodnostních čísel nebo program TSPKOSA. (Šubrt, 2015)

3.5 Kontejnerový dopravní problém

„Kontejnerový dopravní problém představuje modifikaci základní formulace dopravního problému v tom smyslu, že přeprava mezi dodavateli a odběrateli se realizuje pouze pomocí kontejnerů, které mají kapacitu K jednotek. Náklady na přepravu nejsou tedy vztaženy k jedné

jednotce přepravovaného zboží, ale jsou uvedeny na jeden kontejner. S přepravou jednoho kontejneru souvisí náklady, které jsou stejné bez ohledu na to, jeli kontejner plný nebo poloprázdný. Optimální řešení kontejnerového dopravního problému by tedy mělo vést k tomu, aby jednotlivé kontejnery, které budou přepravovány, budou využity co možná nejvíce.“ (Jablonský, 2007, str. 103)

Předpokládá se, že v matematickém modelu je součet požadavků odběratelů menší nebo roven součtu kapacit dodavatelů. Cílem metody je minimalizovat účelovou funkci která vyjadřuje náklady na přepravu všech kontejnerů.

$$z = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} c_{ij} y_{ij} \tag{9}$$

za podmínek

$$\begin{aligned} &\sum_{j=1}^{n} x_{ij} \leq a_i && i = 1,2,\dots,m \\ &\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = b_j && j = 1,2,\dots,n \end{aligned} \tag{10}$$

$$\begin{aligned} &x_{ij} \leq K\, y_{ij} && i = 1,2,\dots,m, \quad j = 1,2,\dots,n \\ &x_{ij} \geq 0 && i = 1,2,\dots,m, \quad j = 1,2,\dots,n \\ &y_{ij} - celé && i = 1,2,\dots,m, \quad j = 1,2,\dots,n \end{aligned} \tag{11}$$

kde

x_{ij} = objem přepravy mezi *i*-tým dodavatelem a *j*-tým odběratelem

y_{ij} = počet kontejnerů pro přepravu

c_{ij}= náklady na přepravu jednoho kontejneru

a_i = kapacita *i*-tého dodavatele

b_j = požadavek *j*-tého odběratele

K = kapacita kontejneru

3.6 Obecný distribuční problém

Obecný distribuční problém se na první pohled od dopravní problému příliš neliší. Zásadní rozdíl se ale nachází v tom, že u obecného distribučního problému nejsou požadavky odběratelů a kapacity zdrojů uvedeny ve stejných jednotkách. Aby mohli být veličiny mezi sebou porovnány, musí být do modelu doplněny určité převodní koeficienty. Další rozdíl oproti dopravnímu problému je ten, že se rozhoduje o rozdělení aktivit přispívajících ke vzniku nových výrobků tak, aby byly celkové náklady související s jejich produkcí minimalizovány. (Jablonský, 2007)

Dle Lagové a Jablonského (2009) se matematický model obecného dopravního problému zapisuje následovně:

$$z = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} c_{ij} x_{ij} \tag{12}$$

za podmínek

$$\begin{aligned} &\sum_{j=1}^{n} x_{ij} \leq a_i && i = 1,2,\dots,m \\ &\sum_{i=1}^{m} k_{ij} x_{ij} = b_j && j = 1,2,\dots,n \end{aligned} \tag{13}$$

$$x_{ij} \geq 0 \qquad i = 1,2,\dots,m, \qquad j = 1,2,\dots,n \tag{14}$$

kde

m – počet zdrojů

n – počet různých požadavků

x_{ij} = objem přepravy mezi i-tým dodavatelem a j-tým odběratelem

c_{ij}= cenové koeficienty

k_i – převodní koeficienty popisující vztah mezi i-tým zdrojem a j-tým odběratelem

a_i = kapacit i-tého zdroje

b_j = požadavek j-tého odběratele

4 MANAŽERSKÉ ROZHODOVÁNÍ

Rozhodování lze obecně charakterizovat jako volbu jedné z mnoha variant. Na rozdíl od osobního rozhodování, ve kterém bývá rozhodování realizováno samotným rozhodovatelem a naplňuje tím vlastní zájmy, u manažerského se na rozhodování podílí i jiní (zpravidla podřízené osoby) a bývají zde naplňovány zájmy druhých. (Škrábek, 1990)

Rozhodování bývá uplatňováno ve všech sekvencích managementu, zejména ve fázi plánování, kde jádrem plánovacích procesů jsou právě rozhodovací procesy.

Rozvoj organizace je zejména podmíněn efektivitou a účelností manažera, který dokáže vhodně aplikovat metody a techniky, jež jsou nabyté zkušenostmi a znalostmi, na různé vyvstávající problémy. Zcela zásadní je uvědomění, že metody používané v jedné situaci mohou být v jiné situace zcela neúčinné. Každý problém je totiž jiný a vstupují do něj různé faktory, které musí manažer vhodně predikovat a umět s nimi pracovat. (Mohelská a Pitra, 2012)

„Podle některých pojetí řízení jsou manažerské funkce rozdělovány na dvě skupiny. První jsou tzv. sekvenční manažerské funkce realizující se v určitém časovém sledu a zahrnující plánování, organizování, výběr a rozmístění pracovníků, vedení lidí a kontrolu. Druhou skupinou jsou funkce, které se provádějí průběžně a v podstatě prostupují sekvenční manažerské funkce. Mezi ty kromě analýzy činností a komunikace patří právě rozhodování.“ (Fotr, Švecová a kol., 2010, str. 17)

4.1 Meritorní a formálně-logická stránka rozhodování

Proces rozhodování probíhající v organizacích na různých úrovních má dvě stránky. První je stránka meritorní, neboli věcná a obsahová, která reflektuje odlišnosti jednotlivých rozhodovacích procesů dle oborů. Proces rozhodování bude zcela odlišný v případě výběru např. mycí linky na lahve nebo výběru vhodné marketingové strategie pro uvedení nového výrobku na trh. Klade důraz na odlišná specifika rozhodovacích procesů a při rozhodování je zcela nezbytné využití multidisciplinárních znalostí.

Druhá formálně-logická (procedurální) stránka se zabývá odrazem skutečnosti, poukazuje na společné vlastnosti a rysy rozhodovacích problémů, bez ohledu na odlišnosti obsahu. (Fotr, Švecová a kol., 2010)

4.2 Normativní a deskriptivní teorie rozhodování

Normativní teorie je zaměřena na podávání instrukcí jak dané problémy řešit, jaké modely použít a jakým způsobem. Jedná se tedy o tvorbu určitých předpisů řešení, jejichž aplikací by mělo být docíleno žádoucí kvality rozhodování.

Deskriptivní teorie se na rozdíl od normativní teorie zabývá již proběhlými rozhodovacími procesy, ze kterých čerpá informace pro budoucí využití. Je zaměřena na získání základních prvků, veškerého chování konkrétního subjektu, hodnocení průběhu, pozitiv a negativ, ale i všech ostatních prvků týkajících se daného rozhodovacím problému. (Mikuláštík, 2015)

4.3 Rozhodovací proces

Rozhodovací procesy lze chápat jako procesy řešení rozhodovacích problémů, tj. problémů s více než dvěma variantami řešení. Základními atributy jsou proces volby a výběr optimální varianty. V případě, že má problém pouze jedno řešení, nejedná se o rozhodovací problém a řešení tohoto problému není rozhodovacím procesem. Rozhodování a rozhodovací proces ovlivňuje řada faktorů, např. osobnost rozhodovatele, podmínky pro rozhodování nebo rozhodovací problémy. (Veber, 2009)

4.4 Prvky rozhodovacího procesu

Nedílnou součástí pro správné určení rozhodovacího procesu je definice jeho základních prvků. Fotr, Švecová a kol. ve své knize z roku 2010 uvádějí následující:

- cíl rozhodování,
- kritéria hodnocení,
- subjekt a objekt rozhodování,
- varianty rozhodování a jejich důsledky,
- stavy světa.

4.4.1 Cíl rozhodování

Cílem rozhodování je myšlen určitý stav, kterého chce podnik docílit řešením rozhodovacího problému. Příkladem takového cíle může být zvýšení produkovaného množství, snížení nákladů, zvýšení spokojenosti stakeholders nebo expanze na nové trhy. (Fotr, Švecová a kol., 2010)

Cíle mohou být kvantitativní podoby, vyjádřeny číselně např. dosažení určité procentuální marže, nebo kvalitativní, vyjádřeny slovně např. zkvalitnění pracovních podmínek. Správně definovaný cíl by měl splňovat všechny náležitosti akronymu SMART:

- **S** - specific (specifikovaný);
- **M** - measurable (měřitelný);
- **A** - achievable (akceptovatelný);
- **R** - relevant (reálný);
- **T** - time-bound (určený v čase)

4.4.2 Kritéria hodnocení

Pro posouzení výhodnosti jednotlivých variant vzhledem k dosažení vytyčeného cíle slouží kritéria hodnocení, subjektivně zvolená rozhodovatelem. Stejně jako cíle, mohou být kritéria hodnocení formulována jako kvantitativní a kvalitativní. Dále se stanovení cílů zpravidla rozděluje do 3 hlavních oblastí, a to:

- **maximalizace** (zvýšení obratu firmy, zvýšení podílu na trhu atd.),
- **minimalizace** (snížení nákladů, redukce fluktuace, méně plýtvání atd.),
- **určitá hodnota** (dosažení konkrétní hodnoty).

4.4.3 Subjekt a objekt rozhodování

Subjektem rozhodování (rozhodovatelem) může být jednotlivec či skupina zainteresovaných osob, kteří se podílejí na výběru nejlepší varianty řešení pro daný problém.

- **statutární rozhodovatel** – je mu přidělena pravomoc pro výběr vhodné varianty a za úspěch či neúspěch zvolené varianty nese odpovědnost;
- **skutečný rozhodovatel** – jedná se o subjekt (rozhodovatele), jenž skutečně rozhoduje.

Objektem rozhodování bývá zpravidla myšlena určitá oblast podniku, ve které vznikl problém a byl definován cíl jeho řešení. Příkladem může být výrobní program, při kterém se podnik zabývá otázkami: jaké výrobky vyrábět, tržní zacílení produkce, technologický rozvoj, apod. (Fotr, Dědina a Hrůzová, 2012)

Pražská ve své knize z roku 1993 uvádí, že se objekt vyznačuje určitým, relativně konstantním chováním postupujícím k cíli, jehož by měl při dodržení stanovených kroků dospět.

4.4.4 Varianty rozhodování

Varianty rozhodování představují možné způsoby řešení problému rozhodovatelem, které budou aplikovány v praxi. Zvolená varianta by měla vést k řešení daného problému, respektive ke splnění jeho cílů. V případě, že se jedná o stejný či podobný případ, jsou pro rozhodovatele jednotlivé varianty v podstatě předem stanoveny a může tak vycházet z předchozích zkušeností.

4.4.5 Stavy světa

Stavy světa se dají definovat jako budoucí situace, které se vzájemně vylučují a jež mohou po realizaci varianty rozhodování nastat, při čemž ovlivňují konsekvenci této varianty ve vztahu k některým kritériím hodnocení.

4.5 Fáze rozhodovacích procesů

Rozhodovací procesy se dělí na jednotlivé fáze, kde je vždy každá etapa spjata s etapou předešlou i následující. Pro zvýšení pravděpodobnosti dosažení nejlepších možných výsledků se proto rozhodovatelům doporučuje dodržovat standardizovaný, systematický a logický rozhodovací proces. Mnoho autorů rozhodovací proces člení do vlastně stanovených fází a pohledů na členění je tak mnoho. (Fotr, Švecová a kol., 2010)

Herbert Simon roku 1997 řekl, že takový systematický proces zahrnuje tři hlavní fáze: inteligenci, design a volbu, které později doplnil o čtvrtou fázi: implementaci.

1) **Inteligence** představuje analýzu okolí zahrnující skenování prostředí, a to buď přerušovaně, nebo nepřetržitě, aktivity zaměřené na identifikaci problémových situací nebo příležitostí. Může také zahrnovat sledování výsledků realizační fáze dříve ukončeného rozhodovacího procesu.

2) Fáze **design** zahrnuje nalezení nebo vývoj a analýzu možných postupů. Patří mezi ně pochopení problému a testování řešení z hlediska proveditelnosti. Je konstruován, testován a validován model rozhodovacího problému.

3) **Volba** je kritickým aktem rozhodování. Fáze volby je ta, ve které je učiněno skutečné rozhodnutí a je přijat závazek následovat určitý postup. Zahrnuje hledání, hodnocení a doporučení vhodného řešení modelu.

4) Definice **implementace** je poněkud komplikovaná, protože implementace je dlouhý, spletitý proces s nejasnými hranicemi. Zjednodušeně řečeno, fáze implementace zahrnuje uvedení doporučeného řešení do provozu.

Fotr, Švecová a kolektiv (2010) uvádějí následující fáze rozhodovacích procesů:

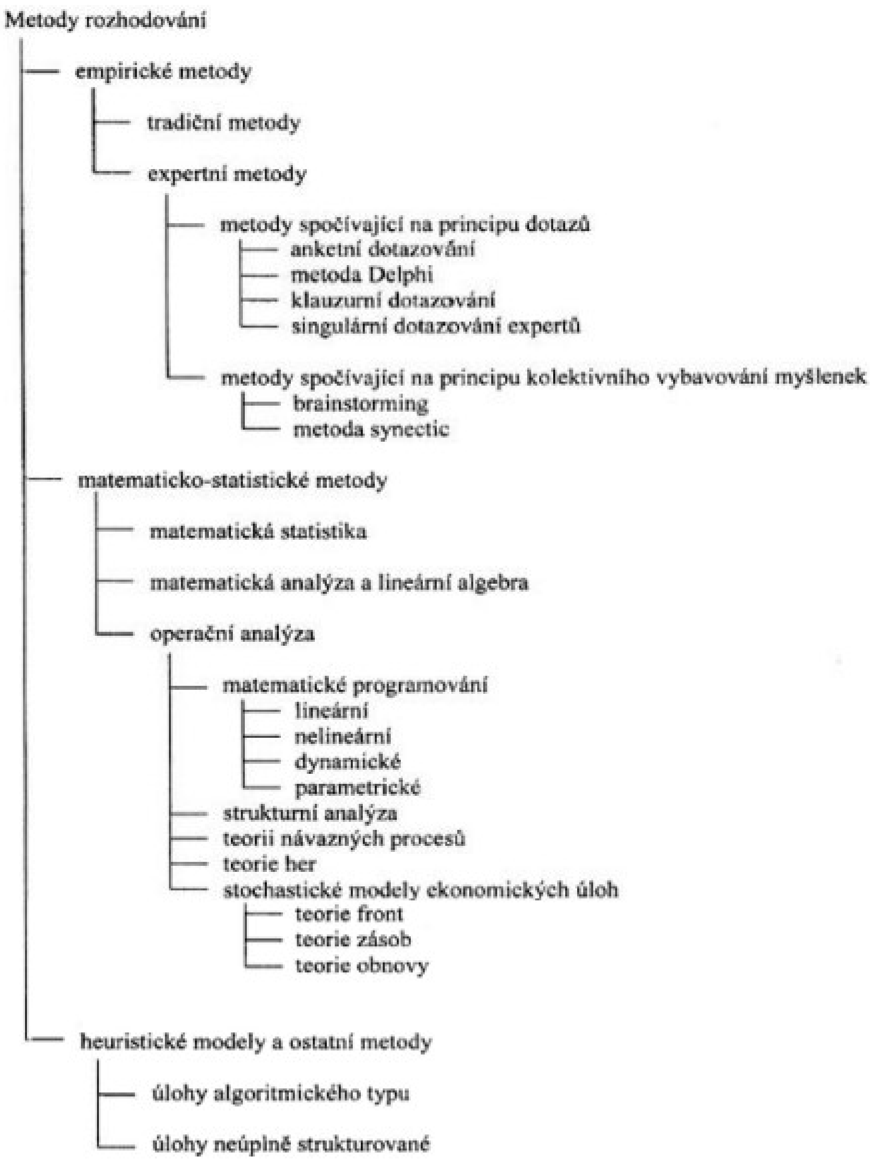
1) Identifikace problému
2) Analýza a formulace rozhodovacích problémů
3) Stanovení kritérií hodnocení variant
4) Tvorba variant řešení rozhodovacích problémů
5) Stanovení důsledků variant řešení
6) Hodnocení a výběr varianty k realizaci
7) Realizace zvolené varianty rozhodování
8) Kontrola výsledků realizované varianty

4.6 Metody pro manažerské rozhodování

Manažerské rozhodování má mnoho různých metod. Odlišují se od sebe počtem kritérií, metodou výpočtu, situacemi, ve kterých jsou využívány a existuje řada přístupů k jejich členění. Sedlák ve své knize z roku 2001 uvádí základní členění metod manažerského rozhodování následovně:

1) **empirické** – metody využívají osobní zkušenosti rozhodovatele a analytické informace o situaci subjektu a jeho okolí a formou pokus-omyl se pokouší dosáhnout požadovaného řešení;
2) **matematicko- statistické** – oproti empirickým metodám využívají popis a formalizaci rozhodovacího problému, který je v daný okamžik zkoumán za využití matematických metod.
3) **heuristické a ostatní metody** – využívají nejen matematické metody, ale i poznatky z jiných vědních oborů za účelem připravit rozhodovatele na úspěšné zvládnutí nových situací.

Na obrázku 3 je znázorněno členění metod manažerského rozhodování dle Stříže, Rytíře a Seberové (2009). Nejedná se však o kompletní členění, pouze ilustruje nejznámější a nejvíce využívané metody. Do matematicko-statistických metod se řadí operační analýza, které je věnována kapitola 1.



Obrázek 3: Metody rozhodování

Zdroj: Stříž, Rytíř a Seberová, 2009

4.6.1 Klasifikace rozhodovacích problémů

Dle strukturovanosti se dělí problémy na dobře a špatně strukturované:

Dobře strukturované problémy – takové rozhodování, kdy je snadná kvantifikace proměnných. Jedná se zejména o rutinní postupy, řešené malým a středním managementem (operativní úroveň).

Špatně strukturované problémy – nové a neopakující se rozhodovací problémy, které k úspěšnému řešení vyžadují zejména znalosti, zkušenosti a tvůrčí myšlení. Špatně strukturované problémy řeší zejména top management, jelikož je velmi složitá kvantifikace a popis vstupních proměnných. (Vyskočil, 2010)

Z hlediska postoje rozhodovatele k riziku se problémy klasifikují na rozhodování za jistoty, nejistoty nebo rizika:

Rozhodování za jistoty – předpokladem je velmi dobrá znalost veškerých informací, stavů světa a důsledků spojených s daným problémem. (Mohelská a Pitra, 2012)

Rozhodování za rizika – je spojeno se znalostí stavů světa a důsledky zvolené varianty. Ale v tomto případě zná rozhodovatel pouze pravděpodobnost, se kterou nastane určitý stav světa. Nelze přesně určit stav světa, jenž nastane, jelikož rozhodovatel nemá ucelené informace.

Rozhodování za nejistoty – rozhodovatel zná situace, které mohou nastat, ale nezná pravděpodobnost, se kterou se stav světa bude realizovat. Dále nelze přesněji určit důsledky stavu světa, ani to, kdy přesně nastanou. (Blažek, 2014)

Rozhodování za jistoty se převážně vyskytuje na operativní úrovni, zabývají se jím tedy malý a střední management. Většina rozhodovacích procesů bývá složena z kombinací výše popsaných stavů světa a bývá převážně řešena na úrovni top managementu.

Dle typu závislosti se rozlišují dva druhy rozhodování, a to závislé a nezávislé. Vzájemná závislost rozhodovacích procesů se dělí na věcnou (organizační) a časovou závislost.

Věcná závislost – lze ji charakterizovat jako změnu týkající se pouze jednoho výrobního programu, která ovlivní i jiné součásti celého podniku. Příkladem této závislosti může být změna výrobního programu, která do jisté míry ovlivní zásobovací a marketingové útvary podniku. O rozhodnutí nezávislém lze hovořit v případě, kdy změna jedné organizační složky nemá žádný vliv na jiné složky uvnitř organizace.

Časová závislost – typickým rysem této závislosti je zejména ovlivnění minulosti a budoucnosti. Jedná-li se například o minulé investiční rozhodnutí, které se uskutečnilo, tak do jisté míry ovlivňuje současnou finanční situaci podniku. Podobným příkladem může být taktéž volba strategie podniku, která ovlivňuje podnik po celou dobu jeho existence. Uskutečněná rozhodnutí dnes (např. výběr marketingové strategie), ovlivní rozhodování v dalších okamžicích, jelikož se vždy určitým výběrem jedné varianty pozmění výběr variant následujících. Je nutné při jakémkoliv rozhodování na tuto skutečnost brát zřetel. Pro lepší interpretaci procesů a důsledků se hojně využívají rozhodovací stromy. (Fotr, Švecová a kol., 2010)

APLIKACE METOD V PRAXI

Vybraným podnikem pro aplikaci metod je Coleman S.I., a.s., který opakovaně řeší logistické otázky přepravování zboží ze svých poboček k odběratelům. Modely, zvolenými pro vlastní práci jsou distribuční úlohy, konkrétně dopravní problém a kontejnerový dopravní problém. Jednotlivé metody jsou blíže představeny, je popsán matematický model a postup jejich řešení. Následně je provedeno porovnání účelových funkcí jednotlivých metod a doporučení, zda je pro podnik výhodnější přepravovat zboží s účtováním cen za jednu přepravovanou paletu či přepravovat zboží v kontejnerech.

4.7 Coleman S.I., a.s.

Podnik Coleman S.I. působí na českém trhu více než 25 let. Byla založena ve Vsetíně, kde se v současné době nachází i jeho sídlo. Pro své zákazníky nabízí komplexní řešení střech a fasád v obchodních centrech v Brně, Bruntále, Liberci, Lokti, Ostravě, Olomouci, Uherském Hradišti, Vsetíně, Svitavách a Českém Těšíně. (coleman.cz, 2022)

Obchodní firma:	Coleman S.I., a.s.
Datum zápisu:	26. duben 1996
Sídlo:	Smetanova 1484, 755 01 Vsetín
Identifikační číslo:	25350048
Právní forma:	Akciová společnost
Předmět podnikání:	výroba, obchod a služby neuvedené v přílohách 1 až 3 živnostenského zákona
Základní kapitál:	30 687 500,- Kč, splaceno 100 %
Akcie:	počet 12 275 ks kmenové akcie na jméno v zaknihované podobě ve jmenovité hodnotě 2 500,-Kč

(rejstrik-firem.kurzy.cz)

Za rok 2021 činil čistý roční obrat 648 mil. Kč, což je o více než 33 % oproti roku 2020. V roce 2021 vzniklo 7 nových pracovních pozic, bylo zaměstnáno v průměru celkem 96 zaměstnanců, z čehož 78 byli technici a administrativa a zbylých 18 zaměstnanců zastávalo manuální práci. Během celého roku vlastnila firma zásoby o hodnotě 117,6 mil. Kč. (or.justice.cz)

4.8 Definice dopravního problému

V rámci spolupráce byl vytvořen příklad na hlavní logistickou otázku, kterou se firma zabývá při zajišťování zboží pro zákazníky ze svých skladových zásob. Hlavním cílem je zefektivnění logistických procesů s důrazem na minimalizaci přepravních nákladů. Problém spočívá v určení počtu palet, které z vybraných poboček budou přepraveny k zákazníkovi tak, aby náklady na přepravu byli co nejnižší.

Podnik vlastní 8 poboček, na kterých má určité množství skladových zásob vybraného produktu v paletách a rozhoduje se, ze kterých poboček bude nejefektivnější přepravit požadované množství pro svých, v tomto případě 6 odběratelů. Jedná se vždy o jeden konkrétní vybraný produkt přepravovaný na europaletách. V tomto příkladu je vybraným produktem střešní krytina Bramac.

V následující tabulce jsou znázorněny náklady na přepravu jedné palety z poboček vyjmenovaných v prvním sloupci k odběratelům vyjmenovaných v prvním řádku. Ve sloupci vpravo je počet palet vybraného produktu, které se na dané pobočce v aktuální chvíli nachází: Vsetín 39, Brno 19, Bruntál 24, Český Těšín 41, Uherské Hradiště 41, Olomouc 19, Svitavy 48 a Loket 10. V posledním řádku jsou počty palet, které vyžadují jednotliví odběratelé: Chrudim 20, Protivín 12, Olbramovice 15, Vlašim 17, Blansko 16.

Tabulka 4: Ekonomický model dopravního problému

Pobočka/odběratel	Chrudim	Protivín	Olbramovice	Vlašim	Blansko	Kapacity
Vsetín	904	1142	1069	1011	727	39
Brno	731	913	840	784	555	19
Bruntál	795	1149	1062	1018	720	24
Český Těšín	956	1253	1180	1120	825	41
Uherské Hradiště	882	1047	987	918	673	41
Olomouc	740	1049	976	920	622	19
Svitavy	615	929	856	776	600	48
Loket	640	715	602	540	789	10
Požadavky	20	12	15	17	16	

Zdroj: vlastní zpracování

Jelikož se součet kapacit poboček se nerovná součtu požadavků odběratelů a jedná se tedy o nevyváženou dopravní úlohu, musí být pro správné řešení vyvážena uměle doplněním fiktivního odběratele s nulovými přepravními náklady.

Tabulka 5: Ekonomický model vyváženého dopravního problému

Pobočka/odběratel	Chrudim	Protivín	Olbramovice	Vlašim	Blansko	Fiktivní	Kapacity
Vsetín	904	1142	1069	1011	727	0	39
Brno	731	913	840	784	555	0	19
Bruntál	795	1149	1062	1018	720	0	24
Český Těšín	956	1253	1180	1120	825	0	41
Uherské Hradiště	882	1047	987	918	673	0	41
Olomouc	740	1049	976	920	622	0	19
Svitavy	615	929	856	776	600	0	48
Loket	640	715	602	540	789	0	10
Požadavky	20	12	15	17	16	161	241

Zdroj: vlastní zpracování

V tabulce 5 byl doplněn fiktivní odběratel s celkovým požadavkem 161 palet. Součet všech požadavků odběratelů i součet všech kapacit poboček jsou nyní rovny 241.

4.9 Matematický model příkladu

V této kapitole je popsán sestavený matematický model dopravního problému a všechny jeho proměnné. Tento model byl konstruován na základě matematického modelu, kterému se blíže věnuje kapitola 3.2.

Cílem je získat co nejnižší přepravní náklady, nebo-li minimalizovat účelovou funkci z sestrojenou dle vzorce 4:

$$\begin{aligned} z = {} & 904 * x_{11} + 1142 * x_{12} + 1069 * x_{13} + 1011 * x_{15} + 0 * x_{16} + 731 * x_{21} + 913 \\ & * x_{22} + 840 * x_{23} + 784 * x_{24} + 555 * x_{25} + 0 * x_{26} + 795 * x_{31} \\ & + 1149 * x_{32} + 1062 * x_{33} + 1018 * x_{34} + 720 * x_{35} + 0 * x_{36} + 956 \\ & * x_{41} + 1253 * x_{42} + 1180 * x_{43} + 1120 * x_{44} + 825 * x_{45} + 0 * x_{46} \\ & + 882 * x_{51} + 1047 * x_{52} + 987 * x_{53} + 918 * x_{54} + 673 * x_{55} + 0 \\ & * x_{56} + 740 * x_{61} + 1049 * x_{62} + 976 * x_{63} + 920 * x_{64} + 622 * x_{65} \\ & + 0 * x_{66} + 615 * x_{71} + 929 * x_{72} + 856 * x_{73} + 776 * x_{74} + 600 \\ & * x_{75} + 0 * x_{76} + 640 * x_{81} + 715 * x_{82} + 602 * x_{83} + 540 * x_{84} \\ & + 789 * x_{85} + 0 * x_{86} \end{aligned}$$

za podmínek

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} = 39$$
$$x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26} = 19$$
$$x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} + x_{35} + x_{36} = 24$$
$$x_{41} + x_{42} + x_{43} + x_{44} + x_{45} + x_{46} = 41$$
$$x_{51} + x_{52} + x_{53} + x_{54} + x_{55} + x_{56} = 41$$
$$x_{61} + x_{62} + x_{63} + x_{64} + x_{65} + x_{66} = 19$$
$$x_{71} + x_{72} + x_{73} + x_{74} + x_{75} + x_{76} = 48$$
$$x_{81} + x_{82} + x_{83} + x_{84} + x_{85} + x_{86} = 10$$

$$x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41} + x_{51} + x_{61} + x_{71} + x_{81} = 20$$
$$x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42} + x_{52} + x_{62} + x_{72} + x_{82} = 12$$
$$x_{13} + x_{23} + x_{33} + x_{43} + x_{53} + x_{63} + x_{73} + x_{83} = 15$$
$$x_{14} + x_{24} + x_{34} + x_{44} + x_{54} + x_{64} + x_{74} + x_{84} = 17$$
$$x_{15} + x_{25} + x_{35} + x_{45} + x_{55} + x_{65} + x_{75} + x_{85} = 16$$
$$x_{16} + x_{26} + x_{36} + x_{46} + x_{56} + x_{66} + x_{76} + x_{86} = 161$$

$$x_{ij} \geq 0 \qquad\qquad i = 1,2, \ldots ,8, \qquad j = 1,2, \ldots ,6$$

kde

z – účelová funkce

x_{ij} – počet přepravovaných palet mezi i-tým dodavatelem a j-tým odběratelem

i – řádek

j – sloupec

4.10 Metoda severozápadního rohu

Postupným obsazováním buněk maximálním možným přepravovaným množstvím od levého horního rohu byly získány hodnoty zobrazené v tabulce 6. První obsazovanou buňkou byla Vsetín – Chrudim hodnotou požadavku odběratele z Chrudimi, ten tímto vyčerpal svou kapacitu a pokračovalo se v naplnění kapacity mezi Vsetínem a Protivínem. K úplnému vyčerpání kapacity Vsetína muselo být přepraveno ještě zbylých 7 palet do Olbramovic. Aby bylo odběrateli z Olbramovic doručeno jím požadované množství, bude zbylých 8 palet převáženo z pobočky Brno. Postup se opakuje u ostatních odběratelů a poboček, dokud nejsou vyčerpány veškeré kapacity poboček a uspokojené veškeré požadavky odběratelů.

Po vynásobení získaných hodnot s náklady na přepravu jedné palety hodnota účelové funkce činí 72 227 Kč.

Tabulka 6: Metoda severozápadního rohu – přípustné řešení

Pobočka/odběratel	Chrudim	Protivín	Olbramovice	Vlašim	Blansko	Fiktivní	Kapacity
Vsetín	20	12	7				39
Brno			8	11			19
Bruntál				6	16	2	24
Český Těšín						41	41
Uherské Hradiště						41	41
Olomouc						19	19
Svitavy						48	48
Loket						10	10
Požadavky	20	12	15	17	16	161	241

Zdroj: vlastní zpracování

4.11 Indexová metoda

Druhým způsobem pro řešení dopravní úlohy byla zvolena indexová metoda, která spočívá v postupném obsazování polí od nejnižších přepravních nákladů, dle možných kapacit a požadavků, dokud nejsou vyčerpány veškeré kapacity a uspokojeny veškeré požadavky. Požadavky fiktivního odběratelé se v indexové metodě vyplňují vždy jako poslední. Nejdříve byla vyplněna buňka s přepravní trasou Loket - Vlašim maximálním možným přepravovaným množstvím 10. Loket tímto vyčerpal svou kapacitu a pro další řešení se škrtá ze seznamu poboček. Druhými nejnižšími náklady je trasa Brno – Blansko s maximálním možným přepravovaným množstvím 16, tím jsou uspokojeny požadavky Blanska. Další obsazenou buňkou jsou Svitavy –Chrudim s přepravními náklady 615 Kč a množstvím 20. Postup se opakuje do úplného vyčerpání kapacit poboček a uspokojené požadavků odběratelů.

V tabulce 7 jsou uvedeny získané hodnoty, které po vynásobení s náklady tvoří účelovou funkci ve výši 56 298 Kč. Při porovnání s účelovou funkcí získanou metodou severozápadního rohu lze pozorovat, že je tato metoda přesnější. Rozdíl účelových funkcí činí 15 929 Kč, což je hodnota, kterou by firma za použití indexové metody oproti metodě severozápadního rohu ušetřila.

Tabulka 7: Indexová metoda – přípustné řešení

Pobočka/odběratel	Chrudim	Protivín	Olbramovice	Vlašim	Blansko	Fiktivní	Kapacity
Vsetín						39	39
Brno			3		16		19
Bruntál						24	24
Český Těšín						41	41
Uherské Hradiště		3				38	41
Olomouc						19	19
Svitavy	20	9	12	7			48
Loket				10			10
Požadavky	20	12	15	17	16	161	241

Zdroj: vlastní zpracování

4.1 Vogelova aproximační metoda

Poslední zvolenou metodou pro získání přípustného řešení je Vogelova aproximační metoda. Prvním krokem je výpočet řádkových a sloupcových diferencí mezi dvěma nejvýhodnějšími sazbami.

Tabulka 8: Vogelova aproximační metoda – krok 1 - c_{ij}

Pobočka/odběratel	Chrudim	Protivín	Olbramovice	Vlašim	Blansko	Fiktivní	Diference
Vsetín	904	1142	1069	1011	727	0	727
Brno	731	913	840	784	555	0	555
Bruntál	795	1149	1062	1018	720	0	720
Český Těšín	956	1253	1180	1120	825	0	825
Uherské Hradiště	882	1047	987	918	673	0	673
Olomouc	740	1049	976	920	622	0	622
Svitavy	615	929	856	776	600	0	600
Loket	640	715	602	540	789	0	540
Diference	25	215	255	236	189	0	

Zdroj: vlastní zpracování

Z tabulky 8 je zřejmé, že největší diference se nachází u pobočky Český Těšín a bude v buňce s nejnižšími přepravními náklady vyplněno maximální možné množství, tedy 41. U Vogelovi aproximační metody se vždy vyplňují buňky s nejnižšími přepravními náklady, a to i v případě fiktivního odběratele či dodavatele. Tímto Český Těšín vyčerpal kapacitu skladových zásob a pro další pokračování výpočtu je vyškrtnut ze seznamu poboček. Jeho celková kapacita je nyní 0.

Tabulka 9: Vogelova aproximační metoda – krok 1 - x_{ij}

Pobočka/odběratel	Chrudim	Protivín	Olbramovice	Vlašim	Blansko	Fiktivní	Kapacity
Vsetín							39
Brno							19
Bruntál							24
Český Těšín						41	0
Uherské Hradiště							41
Olomouc							19
Svitavy							48
Loket							10
Požadavky	20	12	15	17	16	120	200

Zdroj: vlastní zpracování

Po vyčerpání kapacity pobočky je tato pobočka vyškrtnuta i z tabulky s přepravními náklady a jsou přepočítány diference. Tyto kroky jsou znázorněny v tabulce 10. Nejvyšší diference se nyní nachází v řádku Vsetín.

Tabulka 10: Vogelova aproximační metoda – krok 2 - c_{ij}

Pobočka/odběratel	Chrudim	Protivín	Olbramovice	Vlašim	Blansko	Fiktivní	Diference
Vsetín	904	1142	1069	1011	727	0	727
Brno	731	913	840	784	555	0	555
Bruntál	795	1149	1062	1018	720	0	720
Český Těšín							
Uherské Hradiště	882	1047	987	918	673	0	673
Olomouc	740	1049	976	920	622	0	622
Svitavy	615	929	856	776	600	0	600
Loket	640	715	602	540	789	0	540
Diference	25	198	238	236	45	0	

Zdroj: vlastní zpracování

Nejnižší přepravní náklady ze Vsetína jsou k fiktivnímu odběrateli, proto je tato trasa naplněna maximálním možným přepravovaným množství, v tomto případě 39 a tím Vsetín vyčerpal svou kapacitu a je vyškrtnut.

Tabulka 11: Vogelova aproximační metoda – krok 2 - x_{ij}

Pobočka/odběratel	Chrudim	Protivín	Olbramovice	Vlašim	Blansko	Fiktivní	Kapacity
Vsetín						39	0
Brno							19
Bruntál							24
Český Těšín						41	0
Uherské Hradiště							41
Olomouc							19
Svitavy							48
Loket							10
Požadavky	20	12	15	17	16	81	161

Zdroj: vlastní zpracování

Následným krokem je přepočet diferencí, které tentokrát zůstaly shodné s diferencemi v předchozím kroku, neboť náklady na přepravu u Vsetína byly vyšší než u ostatních nevyčerpaných poboček. Nejvyšší hodnota rozdílu je 720 u pobočky Bruntál a nejnižší přepravní náklady mezi pobočkou a odběrateli jsou opět k odběrateli fiktivnímu.

Tabulka 12: Vogelova aproximační metoda – krok 3 - c_{ij}

Pobočka/odběratel	Chrudim	Protivín	Olbramovice	Vlašim	Blansko	Fiktivní	Diference
Vsetín							
Brno	731	913	840	784	555	0	555
Bruntál	795	1149	1062	1018	720	0	720
Český Těšín							
Uherské Hradiště	882	1047	987	918	673	0	673
Olomouc	740	1049	976	920	622	0	622
Svitavy	615	929	856	776	600	0	600
Loket	640	715	602	540	789	0	540
Diference	25	198	238	236	45	0	

Zdroj: vlastní zpracování

V 5. kroku byla zjištěna největší diference na trase z Bruntálu. Nejnižší přepravní náklady byly k odběrateli fiktivnímu a množství přepravovaného zboží bylo určeno 24. Poté byly přepočítány diference, z nich se nejvyšší nacházela u pobočky Uherské Hradiště. Tato pobočka nabízí nejlepší přepravu k fiktivnímu odběrateli, proto byl opět obsazovaným polem fiktivní odběratel. Tyto dva kroky lze pozorovat v tabulce 13.

Tabulka 13: Vogelova aproximační metoda – krok 4 - x_{ij}

Pobočka/odběratel	Chrudim	Protivín	Olbramovice	Vlašim	Blansko	Fiktivní	Kapacity
Vsetín						39	0
Brno							19
Bruntál						24	0
Český Těšín						41	0
Uherské Hradiště						41	0
Olomouc							19
Svitavy							48
Loket							10
Požadavky	20	12	15	17	16	16	96

Zdroj: vlastní zpracování

V tabulce 14 jsou hodnoty získány opětovným přepočtem diferencí. Maximální hodnota se nachází u pobočky Olomouc a nejnižší přepravní náklady jsou opět k odběrateli fiktivnímu.

Tabulka 14: Vogelova aproximační metoda – krok 5 - c_{ij}

Pobočka/odběratel	Chrudim	Protivín	Olbramovice	Vlašim	Blansko	Fiktivní	Diference
Vsetín							
Brno	731	913	840	784	555	0	555
Bruntál							
Český Těšín							
Uherské Hradiště							
Olomouc	740	1049	976	920	622	0	622
Svitavy	615	929	856	776	600	0	600
Loket	640	715	602	540	789	0	540
Diference	25	198	238	236	45	0	

Zdroj: vlastní zpracování

Jelikož pobočka Olomouc nabízí 19 kusů palet a fiktivní odběratel požaduje pouze 16, bude buňka obsazena hodnotou 16 a tím jsou veškeré požadavky fiktivního odběratele uspokojeny.

Provedené změny jsou znázorněny v tabulce 15. Z uspokojení veškerých požadavků fiktivního odběratele vyplývá, že z poboček Vsetín, Bruntál, Český Těšín, Uherské Hradiště a Olomouc nebude přepravováno žádné zboží, neboť se jedná pouze o odběratele fiktivního a zvolený transport nebude ve skutečnosti realizován.

Tabulka 15: Vogelova aproximační metoda – krok 5 - x_{ij}

Pobočka/odběratel	Chrudim	Protivín	Olbramovice	Vlašim	Blansko	Fiktivní	Kapacity
Vsetín						39	0
Brno							19
Bruntál						24	0
Český Těšín						41	0
Uherské Hradiště						41	0
Olomouc						16	3
Svitavy							48
Loket							10
Požadavky	20	12	15	17	16	0	80

Zdroj: vlastní zpracování

Identickým postupem jsou opakovaně získávány hodnoty zobrazené v tabulce 16. Rozvoz nově získaného množství bude realizován na trasách Brno – Blansko 16, Olomouc – Chrudim 3, Svitavy – Chrudim 17, Svitavy – Vlašim 17, Loket – Olbramovice 10.

Tabulka 16: Vogelova aproximační metoda – krok 10 - x_{ij}

Pobočka/odběratel	Chrudim	Protivín	Olbramovice	Vlašim	Blansko	Fiktivní	Kapacity
Vsetín						39	0
Brno					16		3
Bruntál						24	0
Český Těšín						41	0
Uherské Hradiště						41	0
Olomouc	3					16	0
Svitavy	17			17			14
Loket			10				0
Požadavky	0	12	5	0	0	0	17

Zdroj: vlastní zpracování

Zbývajícími neuspokojenými požadavky jsou požadavky odběratelů z Protivína a Olbramovic a k dispozici zůstaly palety na pobočkách Brno a Svitavy. U zbývajících poboček jsou stejné diference, v tomto případě se vždy volí buňka s nejnižšími přepravními náklady.

Tabulka 17: Vogelova aproximační metoda – krok 11 - x_{ij}

Pobočka/odběratel	Chrudim	Protivín	Olbramovice	Vlašim	Blansko	Fiktivní	Diference
Vsetín							
Brno		913	840				73
Bruntál							
Český Těšín							
Uherské Hradiště							
Olomouc							
Svitavy		929	856				73
Loket							
Diference		16	16				

Zdroj: vlastní zpracování

Nejnižší cena za přepravu se nachází na trase Brno – Olbramovice a zde bude buňka zaplněna zbývajícím počtem palet na pobočce. Tím se Brno škrtá ze seznamu dostupných poboček. V posledním kroku se obsadí zbývající buňky dle zbylých nevyužitých kapacit a neuspokojených požadavků.

Tabulka 18: Vogelova aproximační metoda – výchozí řešení

Pobočka/odběratel	Chrudim	Protivín	Olbramovice	Vlašim	Blansko	Fiktivní	Kapacity
Vsetín						39	39
Brno			3		16		19
Bruntál						24	24
Český Těšín						41	41
Uherské Hradiště						41	41
Olomouc	3					16	19
Svitavy	17	12	2	17			48
Loket			10				10
Požadavky	20	12	15	17	16	161	241

Zdroj: vlastní zpracování

Výchozí řešení je vyobrazeno v tabulce 18. Lze pozorovat, že k reálnému odběrateli bude zboží přepravováno pouze z poboček Brno, Olomouc, Svitavy a Loket. Po vynásobení určeného množství s přepravními náklady účelová funkce činí 56 138 Kč. Lze pozorovat, že hodnota účelové funkce se zásadně neliší od účelové funkce získané indexovou metodou, ale zcela rozhodně je toto řešení blíže optimálnímu řešení, jehož výpočtem se zabývá následující kapitola za pomoci Dantzigova algoritmu.

4.2 Dantzigův algoritmus

Dantzigův algoritmus vychází z tabulky 18 získané pomocí Vogelovi aproximační metody. Prvním krokem bylo nalézt řádek nebo sloupec s nejvyšším počtem bazických prvků, v tomto případě se jedná o sloupec fiktivního odběratele s počtem bazických prvků 5, a dosadit za něho 0. Následně jsou přes ostatní bazické prvky dopočítány rozdíly mezi bazickým prvkem a dosazenou hodnotou tak, aby bazický prvek byl vždy roven součtu dopočítaných hodnot. Po odečtení dosazené nuly od bazických prvků u fiktivního odběratele byly dopočítány pro Vsetín, Bruntál, Český Těšín, Uherské hradiště a Olomouc hodnoty 0. Dále byla vypočítána hodnota Chrudim přes bazický prvek Olomouc. Odečtením této hodnoty byla získána hodnota -125 pro řádek Svitavy, díky které bylo možné dopočítat Protivín, Olbramovice a Vlašim. Stejným postupem se pokračovalo, dokud nebyly vypočítány všechny hodnoty v řádcích a sloupcích.

Tabulka 19: Dantzigův algoritmus - krok 1 - c_{ij}

Pobočka/odběratel	Chrudim	Protivín	Olbramovice	Vlašim	Blansko	Fiktivní	
Vsetín	904	1142	1069	1011	727	0	0
Brno	731	913	840	784	555	0	-141
Bruntál	795	1149	1062	1018	720	0	0
Český Těšín	956	1253	1180	1120	825	0	0
Uherské Hradiště	882	1047	987	918	673	0	0
Olomouc	740	1049	976	920	622	0	0
Svitavy	615	929	856	776	600	0	-125
Loket	640	715	602	540	798	0	-379
	740	1054	981	901	696	0	

Zdroj: vlastní zpracování

Po dopočítání hodnot ve všech řádcích a sloupcích bylo dalším krokem získat kontrolní hodnoty součtem hodnot v odpovídajícím řádku a sloupci (viz tabulka 20). Sečtené hodnoty jsou porovnány s náklady na přepravu u konkrétní pobočky a odběratele. Tímto krokem lze zjistit, které přepravní trasy nám porušují optimalitu a přes bazické prvky utvořit uzavřený okruh, ve kterém dojde ke změně přepravovaného množství. Čísla uvedená v závorce jsou rozdíly mezi dopočítanými hodnotami a přepravními náklady. V případě, že jsou sečtené hodnoty vyšší než náklady na přepravu, zvolíme jako výchozí bod pro vytvoření uzavřeného okruhu buňku s nejvyšším rozdílem.

Tabulka 20: Dantzigův algoritmus - krok 2 – c'_{ij}

Pobočka/odběratel	Chrudim	Protivín	Olbramovice	Vlašim	Blansko	Fiktivní
Vsetín	740	1054	981	901	696	0
Brno	599	913	840	760	555	-141
Bruntál	740	1054	981	901	696	0
Český Těšín	740	1054	981	901	696	0
Uherské Hradiště	740	1054 (7)	981	901	696 (23)	0
Olomouc	740	1054 (5)	981 (5)	901	696 (74)	0
Svitavy	615	929	856	776	571	-125
Loket	361	675	602	522	317	-379

Zdroj: vlastní zpracování

V tabulce 21 u znaménka „–„ je odečítána a u znaménka „+“ přičítána nejnižší hodnota označena znamínkem mínus. V tomto případě je nejnižší hodnota 2 na trase Svitavy-Olbramovice.

Tabulka 21: Dantzigův algoritmus - krok 2 - x_{ij}

Pobočka/odběratel	Chrudim	Protivín	Olbramovice	Vlašim	Blansko	Fiktivní
Vsetín						39
Brno			+ 3		16 -	
Bruntál						24
Český Těšín						41
Uherské Hradiště						41
Olomouc	- 3				+	16
Svitavy	+ 17	12	2 -	17		
Loket			10			

Zdroj: vlastní zpracování

Nově získané hodnoty po zapracování odečtů a přičítání jsou znázorněny v tabulce 22. Po vynásobení s náklady na přepravu činí účelová funkce 55 999 Kč. Lze tedy pozoroval lehké zlepšení celkových přepravních nákladů a výsledek je blíže optimálnímu řešení. Pro kontrolu, zda se nejedná o optimální řešení, je opět u sloupce s největší počtem bazických prvků použita 0 a následně dopočítány rozdílové hodnoty.

Tabulka 22: Dantzigův algoritmus - krok 3 - c_{ij}

Pobočka/odběratel	Chrudim	Protivín	Olbramovice	Vlašim	Blansko	Fiktivní	
Vsetín	904	1142	1069	1011	727	0	0
Brno	731	913	840	784	555	0	-67
Bruntál	795	1149	1062	1018	720	0	0
Český Těšín	956	1253	1180	1120	825	0	0
Uherské Hradiště	882	1047	987	918	673	0	0
Olomouc	740	1049	976	920	622	0	0
Svitavy	615	929	856	776	600	0	-125
Loket	640	715	602	540	798	0	-305
	740	1054	907	901	622	0	

Zdroj: vlastní zpracování

V tabulce 23 jsou výsledky následného kroku, ve kterém jsou sečteny hodnoty v příslušných řádcích a sloupcích a poté porovnány s náklady na přepravu u konkrétní pobočky a odběratele. Zvýrazněné buňky udávají přepravní trasy porušující optimalitu s výší rozdílu v závorce.

Tabulka 23: Dantzigův algoritmus - krok 4 – c'_{ij}

Pobočka/odběratel	Chrudim	Protivín	Olbramovice	Vlašim	Blansko	Fiktivní
Vsetín	740	1054	907	901	622	0
Brno	673	987 (74)	840	834 (50)	555	-67
Bruntál	740	1054	907	901	622	0
Český Těšín	740	1054	907	901	622	0
Uherské Hradiště	740	1054 (7)	907	901	622	0
Olomouc	740	1054 (5)	907	901	622	0
Svitavy	615	929	782	776	497	-125
Loket	435	749 (34)	602	596 (56)	317	-305

Zdroj: vlastní zpracování

Výchozím bodem je trasa Brno – Protivín s nejvyšším rozdílem ve výši 74, od které uzavřený okruh postupuje přes bazické indexy Brno - Blansko, Olomouc – Blansko, Olomouc – Chrudim, Svitavy - Chrudim, Svitavy – Protivín a zpět do Brno – Protivín. Opět platí, že u znaménka „–„ je odečítána a u znaménka „+“ přičítána nejnižší hodnota označena znamínkem mínus.

Tabulka 24: Dantzigův algoritmus - krok 5 - x_{ij}

Pobočka/odběratel	Chrudim	Protivín	Olbramovice	Vlašim	Blansko	Fiktivní
Vsetín						39
Brno		+	5		14 -	
Bruntál						24
Český Těšín						41
Uherské Hradiště						41
Olomouc	- 1				2 +	16
Svitavy	+ 19	12 -		17		
Loket			10			

Zdroj: vlastní zpracování

Po zapracování změn jsou získány hodnoty znázorněné v tabulce 25. Hodnota účelové funkce nyní činí 55 925 Kč.

Tabulka 25: Dantzigův algoritmus - výchozí řešení

Pobočka/odběratel	Chrudim	Protivín	Olbramovice	Vlašim	Blansko	Fiktivní
Vsetín						39
Brno		1	5		13	
Bruntál						24
Český Těšín						41
Uherské Hradiště						41
Olomouc					3	16
Svitavy	20	11		17		
Loket			10			

Zdroj: vlastní zpracování

Posledním krokem je test optimality. Nejdříve u řádku nebo sloupce s nejvyšším počtem bazických prvků, v tomto případě sloupec fiktivního odběratele s počtem bazických prvků 5, byla dosazena hodnota 0. Následně byly přes ostatní bazické prvky dopočítány rozdíly mezi bazickým prvkem a dosazenou hodnotou tak, aby bazický prvek byl vždy roven součtu dopočítaných hodnot, a výsledné hodnoty, znázorněné v tabulce 26, byly porovnány s přepravními náklady.

Tabulka 26: Dantzigův algoritmus - kontrola optimality – c'_{ij}

Pobočka/odběratel	Chrudim	Protivín	Olbramovice	Vlašim	Blansko	Fiktivní	u_i
Vsetín	666	980	907	827	622	0	0
Brno	599	913	840	760	555	-67	-67
Bruntál	666	980	907	827	622	0	0
Český Těšín	666	980	907	827	622	0	0
Uherské Hradiště	666	980	907	827	622	0	0
Olomouc	666	980	907	827	622	0	0
Svitavy	615	929	856	776	571	-51	-51
Loket	361	675	602	522	317	-305	-305
c_j	666	980	907	827	622	0	

Zdroj: vlastní zpracování

Získané hodnoty na pozicích bazických prvků při porovnání s přepravními náklady jsou těmito náklady shodné a ostatní hodnoty jsou nižší než náklady přepravní. Hodnoty v tabulce 25 jsou optimálním řešení dopravní úlohy.

4.3 Kontejnerový dopravní problém

Pro porovnání, zda je pro podnik výhodnější přepravovat zboží s platbou cen za jednu přepravovanou paletu či přepravovat zboží v kontejnerech byl vytvořen příklad se stejnými požadavky odběratelů a kapacitami poboček jako v dopravním problému. Rozdíl se nachází ve způsobu přepravovaní zboží a cenách přepravy. Palety budou přepravovány v kontejnerech s maximální kapacitou 22 kusů palet a hodnoty znázorněné v tabulce 27 udávají cenu přepravy jednoho kontejneru bez ohledu na to, zda je plně naplněn. Náklady na přepravu jsou vypočítány dle počtu kilometrů a vynásobeny 40 Kč na přepravovaný kilometr za jedno nákladní auto. Problém spočívá v určení počtu palet, které z vybraných poboček budou přepraveny k zákazníkovi, tak, aby náklady na přepravu byli co nejnižší.

Tabulka 27: Náklady na přepravu 1 kontejneru

Pobočka/odběratel	Chrudim	Protivín	Olbramovice	Vlašim	Blansko	Kapacity
Vsetín	8880	14120	12520	11240	5000	39
Brno	5080	9080	7480	6240	1200	19
Bruntál	6480	14280	12360	11400	4840	24
Český Těšín	10040	16560	14960	13640	7160	41
Uherské Hradiště	8400	12040	10720	9200	3800	41
Olomouc	5280	12080	10480	9240	2680	19
Svitavy	2520	9440	7840	6080	2200	48
Loket	3080	4720	2240	880	6360	10
Požadavky	20	12	15	17	16	

Zdroj: vlastní zpracování

4.3.1 Matematický model

V této kapitole je popsán sestavený matematický model kontejnerového dopravního problému a všechny jeho proměnné. Tento model byl konstruován na základě matematického modelu, kterému se blíže věnuje kapitola 3.5. Jelikož je tato úloha vyvážená, jsou podmínky dle vzorce 10 v rovnosti.

Cílem je získat co nejnižší přepravní náklady, nebo-li minimalizovat účelovou funkci *z* sestrojenou dle vzorce 9:

$$\begin{aligned}
z = {} & 8880 * y_{11} + 14120 * y_{12} + 12520 * y_{13} + 5000 * y_{15} + 0 * y_{16} + 5080 * y_{21} \\
& + 9080 * y_{22} + 7480 * y_{23} + 6240 * y_{24} + 1200 * y_{25} + 0 * y_{26} \\
& + 6480 * y_{31} + 14280 * y_{32} + 12360 * y_{33} + 11400 * y_{34} + 4840 \\
& * y_{35} + 0 * y_{36} + 10040 * y_{41} + 16560 * y_{42} + 14960 * y_{43} + 13640 \\
& * y_{44} + 7160 * y_{45} + 0 * y_{46} + 8400 * y_{51} + 12040 * y_{52} + 10720 \\
& * y_{53} + 9200 * y_{54} + 3800 * y_{55} + 0 * y_{56} + 5280 * y_{61} + 12080 \\
& * y_{62} + 10480 * y_{63} + 9240 * y_{64} + 2680 * y_{65} + 0 * y_{66} + 2520 \\
& * y_{71} + 9440 * y_{72} + 7840 * y_{73} + 6080 * y_{74} + 2200 * y_{75} + 0 * y_{76} \\
& + 3080 * y_{81} + 4720 * y_{82} + 2240 * y_{83} + 880 * y_{84} + 6360 * y_{85} \\
& + 0 * y_{86}
\end{aligned}$$

za podmínek

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} = 39$$
$$x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26} = 19$$
$$x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} + x_{35} + x_{36} = 24$$
$$x_{41} + x_{42} + x_{43} + x_{44} + x_{45} + x_{46} = 41$$
$$x_{51} + x_{52} + x_{53} + x_{54} + x_{55} + x_{56} = 41$$
$$x_{61} + x_{62} + x_{63} + x_{64} + x_{65} + x_{66} = 19$$
$$x_{71} + x_{72} + x_{73} + x_{74} + x_{75} + x_{76} = 48$$
$$x_{81} + x_{82} + x_{83} + x_{84} + x_{85} + x_{86} = 10$$

$$x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41} + x_{51} + x_{61} + x_{71} + x_{81} = 20$$
$$x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42} + x_{52} + x_{62} + x_{72} + x_{82} = 12$$
$$x_{13} + x_{23} + x_{33} + x_{43} + x_{53} + x_{63} + x_{73} + x_{83} = 15$$
$$x_{14} + x_{24} + x_{34} + x_{44} + x_{54} + x_{64} + x_{74} + x_{84} = 17$$
$$x_{15} + x_{25} + x_{35} + x_{45} + x_{55} + x_{65} + x_{75} + x_{85} = 16$$
$$x_{16} + x_{26} + x_{36} + x_{46} + x_{56} + x_{66} + x_{76} + x_{86} = 161$$

$$x_{ij} \leq 22\, y_{ij} \qquad i = 1,2, \dots ,8, \qquad j = 1,2, \dots ,6$$

$$x_{ij} \geq 0 \qquad i = 1,2, \dots ,8, \qquad j = 1,2, \dots ,6$$

$$y_{ij} - celé \qquad i = 1,2, \dots ,8, \qquad j = 1,2, \dots ,6$$

kde

z – účelová funkce

x_{ij} – počet přepravovaných palet mezi i-tým dodavatelem a j-tým odběratelem

y_{ij} – počet kontejnerů potřebných pro přepravu mezi i-tým dodavatelem a j-tým odběratelem

i – řádek

j – sloupec

4.3.2 Řešení pomocí řešitele v Excelu

Optimální řešení by se dalo získat ručním výpočtem pomocí simplexového algoritmu, tato metoda je však časově náročná, proto byl použit excelový doplněk Řešitel, pomocí něhož je docíleno stejného výsledku, neboť má v sobě tento postup integrován.

Na obrázcích 4 a 5 je ilustrována úprava buněk pro kontejnerový dopravní problém. Přepravní náklady za jeden kontejner jsou znázorněny v buňkách C3:H10 na obrázku 4. V buňkách I3:I10 se nachází počet palet vybraného produktu, které se na dané pobočce v aktuální chvíli nachází a v C11:H11 počty palet, které vyžadují jednotlivý odběratelé.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		**Náklady na přepravu jednoho kontejneru**							
2		Pobočka/odběratel	Chrudim	Protivín	Olbramovice	Vlašim	Blansko	Fiktivní	Kapacity
3		Vsetín	8880	14120	12520	11240	5000	0	39
4		Brno	5080	9080	7480	6240	1200	0	19
5		Bruntál	6480	14280	12360	11400	4840	0	24
6		Český Těšín	10040	16560	14960	13640	7160	0	41
7		Uherské Hradiště	8400	12040	10720	9200	3800	0	41
8		Olomouc	5280	12080	10480	9240	2680	0	19
9		Svitavy	2520	9440	7840	6080	2200	0	48
10		Loket	3080	4720	2240	880	6360	0	10
11		Požadavky	20	12	15	17	16	161	241

Obrázek 4: Náklady na přepravu 1 kontejneru v Excelu

Zdroj: vlastní zpracování

Buňky C27:H34 jsou vypočítány přes excelovou funkci ZAOKR.NAHORU() s argumenty x_{ij} děleným obsahem kontejneru, s významností 1 a spolu s buňkami C15:H22 tvoří proměnné modelu.

Proměnné - přepravovaný počet palet

Pobočka/odběratel	Chrudim	Protivín	Olbramovice	Vlašim	Blansko	Fiktivní	Kapacity
Vsetín							39
Brno							19
Bruntál							24
Český Těšín							41
Uherské Hradiště							41
Olomouc							19
Svitavy							48
Loket							10
Požadavky	20	12	15	17	16	161	241

Přepravovaný počet kontejnerů

Pobočka/odběratel	Chrudim	Protivín	Olbramovice	Vlašim	Blansko	Fiktivní	Kapacity
Vsetín	0	0	0	0	0	0	39
Brno	0	0	0	0	0	0	19
Bruntál	0	0	0	0	0	0	24
Český Těšín	0	0	0	0	0	0	41
Uherské Hradiště	0	0	0	0	0	0	41
Olomouc	0	0	0	0	0	0	19
Svitavy	0	0	0	0	0	0	48
Loket	0	0	0	0	0	0	10
Požadavky	20	12	15	17	16	161	241

Obrázek 5: Proměnné modelu v Excelu

Zdroj: vlastní zpracování

Ve sloupci C na obrázku 6 jsou vyobrazeny omezující podmínky vypočítané dle vzorce 11 a sloupec D se rovná pravé straně vzorce. V buňce F38 se nachází vzorec (dle vzorce 9) pro výpočet účelové funkce vypočítaný přes Excelovou funkci SOUČIN.SKALÁRNÍ() s parametry (znázorněnými na obrázcích 4 a 5) C3:H10 a C27:H34.

Omezující podmínky

Vsetín	0	39
Brno	0	19
Bruntál	0	24
Český Těšín	0	41
Uherské Hradiště	0	41
Olomouc	0	19
Svitavy	0	48
Loket	0	10
Chrudim	0	20
Protivín	0	12
Olbramovice	0	15
Vlašim	0	17
Blansko	0	16
Fiktivní	0	161

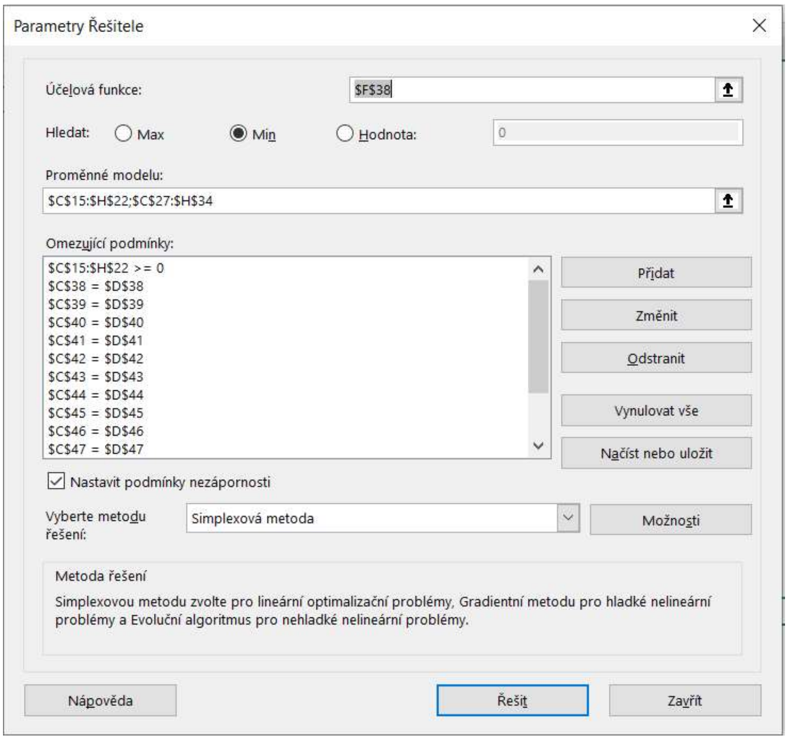
Účelová funkce

0

Obrázek 6: Omezující podmínky a účelová funkce kontejnerového dopravního problému

Zdroj: vlastní zpracování

Na obrázku 7 je znázorněn Excelový nástroj Řešitel s odkazy na buňky zmíněné výše. Je zde nastavena minimalizace účelové funkce, podmínky nezápornosti a pro řešení zvolena Simplexová metoda.



Obrázek 7: Řešitel

Zdroj: vlastní zpracování

V tabulce se nachází optimální počty palet z konkrétních poboček ke konkrétnímu dodavateli, které jsou získány z nástroje Řešitel. Z řešení vyplývá, že k přepravě 80 ks palet bude použito 6 kontejnerů (fiktivního odběratele nebereme v úvahu, přeprava ve skutečnosti realizována nebude), z nichž žádný nebude mít plně využitou kapacitu. Nejvíce zaplněný kontejner bude přepravovat zboží ze Svitav do Olbramovic.

Tabulka 28: Kontejnerový dopravní problém - optimální řešení

Pobočka/dodavatelé	Chrudim	Protivín	Olbramovice	Vlašim	Blansko	Fiktivní	Kapacity
Vsetín						39 (2)	39
Brno						19 (1)	19
Bruntál						24 (2)	24
Český Těšín						41 (2)	41
Uherské Hradiště					3 (1)	38 (2)	41
Olomouc				6 (1)	13 (1)		19
Svitavy	10 (1)	12 (1)	15 (1)	11 (1)			48
Loket	10 (1)						10
Požadavky	20	12	15	17	16	161	241

Zdroj: vlastní zpracování

4.4 Komparace zvolených metod

Na základě zpracování vybraných pěti metod bylo získáno několik rozdílných výsledků účelových funkcí, jejichž hodnoty jsou znázorněny v tabulce 29. Rozložení tras získaných metodou severozápadního rohu je pro podnik nejméně výhodné, v porovnání s ostatními metodami by realizování této varianty přišlo podnik dráž o více než 20 000 Kč. Výše hodnot účelových funkcí se u indexové metody, Vogelovi aproximační metody a Dantzigova algoritmu příliš neliší, rozdíl však nastává v rozdělení přepravních tras. Dantzigovou metodou byla získána optimální hodnota účelové funkce, tzn. nejnižší možné náklady za přepravu. Při porovnání této hodnoty s účelovou funkcí kontejnerového dopravního problému je zřejmé, že pokud by podnik přepravoval zboží v kontejnerech s platbou za přepravu kontejneru, oproti dopravního problému, kde je cena účtována za jednu přepravovanou paletu, vyšlo by ho to levněji o více než 10 000 Kč. I v případě, že žádný z kontejnerů nemá plně využitou svou kapacitu a nejmenším přepravovaným množství v jednom kontejneru jsou 3 palety, je tato metoda pro podnik nejvýhodnější.

Tabulka 29: Porovnání jednotlivých metod (v Kč)

Metoda	SZR	Indexová	VAM	Dantzig	Kontejnerový
Hodnota účelové funkce	77 227	56 298	56 138	55 925	44 680

Zdroj: vlastní zpracování

4.5 Vyjádření zaměstnance Coleman S.I. k výsledným hodnotám

„Z výsledků diplomové práce jsem byl v některých případech poměrně mile překvapen. Při plánování tras rozvozu zboží se díky této diplomové práci více zaměříme na inspirující výpočty a naší snahou bude aplikace metod do naší každodenní praxe, jelikož snížení přepravních nákladů je v našem oboru zásadní. Nejen my jako podnik prodávající zboží musíme co nejdůkladněji a nejefektivněji plánovat dopravu od našich dodavatelů, ale zároveň plánováním a optimalizací distribučních nákladů k zákazníkům se stáváme na trhu více konkurenceschopní. Tímto za celou firmu děkuji Tereze Moravcové za její snahu pomoc nám redukovat distribuční náklady, které jsou pro naši činnost firmy zásadní."

Tomáš Starý – ředitel OC Loket

ZÁVĚR

Cílem práce bylo optimalizovat přepravní náklady z poboček podniku Coleman S.I., a.s. k zákazníkům za využití distribučních metod lineárního programování.

Nejdříve jsou v práci popsána teoretická východiska nutná pro pochopení logistického problému, jenž výše zmiňovaný podnik řeší na pravidelné bázi. První kapitola je zaměřena na seznámení s operačním výzkumem, postupu řešení úloh a následně jsou popsány jednotlivé disciplíny, kterými se operační výzkum zabývá. V návaznosti je v kapitole 2 popsán jeden z modelů operačního výzkumu - lineární programování, formulace jeho matematického modelu, úlohy, kterými se zabývá a metody jejich řešení. Ve třetí kapitole jsou definovány distribuční úlohy, z nichž vybrané metody jsou následně aplikovány do praxe na konkrétních příkladech vytvořených ve spolupráci s podnikem Coleman S.I., a.s. Kapitola 4 je věnována manažerskému rozhodování, neboť operační výzkum je jednou z metod pomáhajících manažerům v rozhodování.

V poslední kapitole je charakterizován podnik Coleman SI a logistický problém, kterým se pravidelně zabývá. Následně jsou na problém aplikovány vybrané metody distribučních úloh a provedena komparace získaných výsledků. Po optimalizaci jako nejvhodnější varianta vyplývá přeprava zboží v kontejnerech s celkovou hodnotou přepravy 44 680 Kč. Jedná se tedy o úsporu minimálně 10 000 Kč oproti použití ostatních metod.

Z porovnání získaných výsledků se jeví jako nejvhodnější varianta přeprava zboží v kontejnerech, nelze však jednoznačně říci, že je pro podnik výhodnější používat tento typ dopravy, jelikož je mnoho vstupujících faktorů, které mohou ovlivnit rozhodování. Tento příklad může být výjimkou a v dlouhodobém horizontu může být pro podnik výhodnější platit přepravu za jednu paletu. Pokud bude podnik nadále využívat uvedené metody, může nejen optimalizovat přepravní náklady, ale také lépe monitorovat vytíženost jednotlivých poboček a tím efektivněji plánovat dodávky zboží od svých dodavatelů.

POUŽITÁ LITERATURA

[1] 1977. Models of Discovery : and other topics in the methods of science. Dordrecht, Holland: Reidel.

[2] BLAŽEK, Ladislav. *Management: organizování, rozhodování, ovlivňování*. 2., rozš. vyd. Praha: Grada, 2014. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4429-2.

[3] BRÁZDOVÁ, Markéta. *Řešené úlohy lineárního programování*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2011. ISBN 978-80-7395-361-4.

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

[5] DANTZIG, George B. a Mukund N. THAPA. *Linear programming*. 1, Introduction. New York: Springer-Verlag, c1997. Springer series in operations research. ISBN 0-387-94833-3.

[6] DANTZIG, George B. a Mukund N. THAPA. *Linear programming*. 2, Theory and extensions. New York: Springer-Verlag, c2003. Springer series in operations research. ISBN 0-387-98613-8.

[7] DELEN, Dursun. InformIT. *Introduction to Business Analytics and Decision-Making* [online]. 2022 [cit. 2022-11-21]. Dostupné z: https://www.informit.com/articles/article.aspx?p=2992600&seqNum=2

[8] FÁBRY, Jan. *Matematické modelování*. Praha: Professional Publishing, 2011. ISBN 978-80-7431-066-9.

[9] FIALA, Petr. *Operační výzkum: nové trendy*. Praha: Professional Publishing, 2010. ISBN 978-80-7431-036-2.

[10] FOTR, Jiří a Lenka ŠVECOVÁ. *Manažerské rozhodování: postupy, metody a nástroje*. 2., přeprac. vyd. Praha: Ekopress, 2010. ISBN 978-80-86929-59-0.

[11] FOTR, Jiří, Jiří DĚDINA a Helena HRŮZOVÁ. *Manažerské rozhodování*. Vyd. 2. upr. a rozš. Praha: Ekopress, 2000. ISBN 80-86119-20-3.

[12] GASS, Saul I. *Linear programming: methods and applications*. 5th ed. Mineola: Dover Publications, 2003. ISBN 0-486-43284-X.

[13] GROS, Ivan a Jakub DYNTAR. *Matematické modely pro manažerské rozhodování*. 2., upr. a rozš. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2015. ISBN 978-80-7080-910-5.

[14] JABLONSKÝ, Josef. *Operační výzkum: kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování*. 3. vyd. Praha: Professional Publishing, 2007. ISBN 978-80-86946-44-3.

[15] LAGOVÁ, Milada a Josef JABLONSKÝ. *Lineární modely*. Vyd. 2., přeprac. Praha: Oeconomica, 2009. ISBN 978-80-245-1511-3.

[16] LINDA, Bohdan a Josef VOLEK. *Lineární programování*. Vydání 6. opravené a doplněné. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2016. ISBN 978-80-7560-018-9.

[17] MIKULÁŠÍK, Milan. *Manažerská psychologie*. 3. přepracované vydání. Praha 7: Grada Publishing, 2015. ISBN 978-80-247-9836-2.

[18] MOHELSKÁ, Hana a Zbyněk PITRA. *Manažerské metody*. [Praha]: Professional Publishing, 2012. ISBN 978-80-7431-092-8.

[19] O nás. *Coleman S.I., a.s.* [online]. 2022 [cit. 2022-11-21]. Dostupné z: https://www.coleman.cz/o-nas

[20] PRAŽSKÁ, Lenka. *Management obchodního podniku*. Praha: Vysoká škola ekonomická, 1993. ISBN 80-7079-050-4.

[21] SEDLÁK, Mikuláš. *Manažment*. 2. preprac. a dopln. vyd. Bratislava: IURA EDITION, 2001, 378 s. Ekonómia. ISBN 80-89047-18-1.

[22] SIMON, Herbert A. *Models of Discovery: and Other Topics in the Methods of Science*. D. Reidel, 1990. ISBN 978-9027709707.

[23] STŘÍŽ, Pavel, Vladimír RYTÍŘ a Helena SEBEROVÁ. *Manažerské rozhodování v riziku a nejistotě teoreticky a prakticky*. Bučovice: Martin Stříž, 2009. ISBN 978-80-87106-26-6.

[24] ŠKRÁBEK, Josef. a kol. 1990. *Úvod do teorie řízení*. Praha : Univerzita Karlova, 1990. 213 s. ISBN 80-7066-173-9.

[25] ŠUBRT, Tomáš. *Ekonomicko-matematické metody*. 2. upravené vydání. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2015. ISBN 978-80-7380-563-0.

[26] VEBER, Jaromír. *Management: základy, moderní manažerské přístupy, výkonnost a prosperita*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Management Press, 2009. ISBN 978-80-7261-200-0.

[27] Veřejný rejstřík a Sbírka listin. *Coleman S.I., a.s.* [online]. Ministerstvo spravedlnosti České republiky, 2022 [cit. 2022-11-21]. Dostupné z: https://or.justice.cz/ias/ui/vypis-sl-firma?subjektId=222452

[28] VYSKOČIL, Vlastimil K. *Management podpůrných procesů: facility management*. [Praha]: Professional Publishing, 2010. ISBN 978-80-7431-022-5.