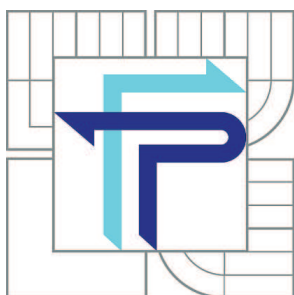


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA PODNIKATELSKÁ
ÚSTAV MANAGEMENTU

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT
INSTITUTE OF MANAGEMENT

LINEÁRNÍ PROGRAMOVÁNÍ JAKO ÚČINNÁ ZBRAŇ V RUKOU MANAŽERA

LINEAR PROGRAMMING USED AS AN EFFECTIVE WEAPON BY MANAGER

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

HANA ZAORALOVÁ

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

RNDr. ZUZANA CHVÁTALOVÁ, Ph.D.

BRNO 2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zaoralová Hana

Ekonomika a procesní management (6208R161)

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách, Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně a Směrnicí děkana pro realizaci bakalářských a magisterských studijních programů zadává bakalářskou práci s názvem:

Lineární programování jako účinná zbraň v rukou manažera

v anglickém jazyce:

Linear Programming Used as an Effective Weapon by Manager

Pokyny pro vypracování:

Úvod

Vymezení problému a cíle práce

Teoretická východiska práce

Analýza problému a současné situace

Vlastní návrhy řešení, přínos návrhů řešení

Závěr

Seznam použité literatury

Přílohy

Seznam odborné literatury:

ANDERSON, David R., et al. An Introduction to Management Science : Quantitative Approaches to Decision Making. Fifth Edition. USA : West Publishing Company, 1991. 812 s. ISBN 0-314-62969-6.

Hortim International spol. s.r.o. [online]. c2011 [cit. 2011-10-24]. Dostupné z WWW: <<http://www.hortim.cz>>.

JABLONSKÝ, Josef. Operační výzkum. II. vydání. Vysoká škola ekonomická v Praze : Ediční oddělení VŠE Praha, 1998. 297 s. ISBN 80-7079-597-2.

KNOWLES, Thomas W. Management science : Building and using models. 1.Title. Homewood, Illinois : Richard D. Irwin, INC., 1989. 1029 s. ISBN 0-256-05682-X.

PLESNÍK, Jan, et al. Lineárne programovanie. 1. vydanie. Bratislava : Alfa, 1990. 314 s. ISBN 80-05-00679-9.

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Zuzana Chvátalová, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2011/2012.

L.S.

PhDr. Martina Rašticová, Ph.D.
Ředitel ústavu

doc. RNDr. Anna Putnová, Ph.D., MBA
Děkan fakulty

V Brně, dne 29.05.2012

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na procesy probíhající v podniku a jejich optimalizaci pomocí lineárního programování. Nejprve budou definována teoretická východiska, základní pojmy a metody, tedy seznámení s problematikou operačního výzkumu. Poté bude rozebrána současná situace společnosti, předmět podnikání apod. V analytické části bude zkoumána konkrétní situace týkající se procesu ve firmě, současně budou uplatněny poznatky lineárního programování a proveden pokus zjistit, zda lze tuto matematická disciplína prakticky využít i v nevýrobní firmě, která se prioritně zabývá poskytováním logistických služeb. Nakonec budou výsledky interpretovány pomocí software Maple.

ABSTRACT

The Bachelor's thesis is focused on the processes taking place in the firm and their optimization using linear programming. At the first part of thesis the theoretical background, basic concepts and methods are defined, thus become familiar with operational research. Then the current situation and subject of business of the company are analyzed. The analytical section will examine specific situation related to the process in the company, knowledge of linear programming will be applied and we will attempt to find out whether these mathematical discipline can be practically used also in nonmanufacturing company, that is primarily engaged in providing logistics. Finally, the results will be interpreted using the software Maple.

KLÍČOVÁ SLOVA

Aplikace v praxi, distribuční úloha, dopravní problém, lineární programování, Maple, nevýrobní podnik, operační výzkum, optimalizace, proces, řízení.

KEY WORDS

Application in practice, distribution task, transportation problem, linear programming, Maple, nonmanufacturing company, operational research, optimization, process, management.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ZAORALOVÁ, H. *Lineární programování jako účinná zbraň v rukou manažera*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2012. 60 s. Vedoucí bakalářské práce RNDr. Zuzana Chvátalová, Ph.D.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 31. května 2012

.....

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí mé bakalářské práce paní RNDr. Zuzaně Chvátalové, Ph.D. za nezbytné rady a informace, jež se staly důležitým prvkem při vypracování mé závěrečné práce. Dále moje poděkování patří personálu společnosti Hortim-International s.r.o. za jejich čas a trpělivost při sběru dat. V poslední řadě poděkování náleží mému oponentovi, který věnoval svůj volný čas pro vypracování nezávislého posudku.

OBSAH

ÚVOD A CÍLE PRÁCE	11
1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE	12
1.1 OPERAČNÍ VÝZKUM	12
1.1.1 FÁZE OPERAČNÍHO VÝZKUMU	14
1.1.1.1 PRVNÍ FÁZE: Rozpoznání a definice problému v rámci reálného systému	14
1.1.1.2 DRUHÁ FÁZE: Formulace ekonomického modelu	14
1.1.1.1 TŘETÍ FÁZE: Formulace matematického modelu	15
1.1.1.2 ČTVRTÁ FÁZE: Vlastní řešení matematického modelu	15
1.1.1.3 PÁTÁ FÁZE: Interpretace výsledků a jejich verifikace	16
1.1.1.4 ŠESTÁ FÁZE: Implementace	16
1.1.2 APLIKACE OPERAČNÍHO VÝZKUMU	17
1.1.3 DISCIPLÍNY OPERAČNÍHO VÝZKUMU	17
1.1.3.1 MATEMATICKÉ PROGRAMOVÁNÍ	17
1.1.3.2 VÍCEKRITERIÁLNÍ ROZHODOVÁNÍ	18
1.1.3.3 TEORIE GRAFŮ	18
1.1.3.4 SIMULACE	19
1.1 LINEÁRNÍ PROGRAMOVÁNÍ	19
1.1.4 SMĚŠOVACÍ ÚLOHY	20
1.1.4.1 ROZVRHOVÁNÍ REKLAMY	20
1.1.4.2 PORTFOLIO MODEL	20
1.1.4.3 FINANČNÍ ANALÝZA PROJEKTŮ	20
1.1.4.4 NUTRIČNÍ PROBLÉM	21
1.1.5 ÚLOHY VÝROBNÍHO PLÁNOVÁNÍ	21
1.1.5.1 PROBLÉM SORTIMENTNÍ	21
1.1.5.2 OPTIMÁLNÍ DĚLICÍ PLÁNY	21
1.1.6 DISTRIBUČNÍ ÚLOHY	22
1.1.6.1 DISTRIBUČNÍ PROBLÉM	22
1.1.6.2 DOPRAVNÍ PROBLÉM	22
1.1.6.2.1 METODY ŘEŠENÍ DOPRAVNÍHO PROBLÉMU	23
1.1.6.2.1.1 METODA SEVEROZÁPADNÍHO ROHU	24
1.1.6.2.1.2 INDEXNÍ METODA	24
1.1.6.2.1.3 VOGELOVA APROXIMAČNÍ METODA	24
1.2 MAPLE	25

2	PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI	26
2.1	O SPOLEČNOSTI HORTIM-INTERNATIONAL S.R.O.....	26
2.1.1	ZÁMĚR	26
2.1.2	POBOČKY	26
2.1.3	STRATEGICKÉ CÍLE	27
2.1.4	KRÁTKODOBÉ CÍLE	27
2.1.5	PODNIKATELSKÁ ČINNOST	27
2.1.6	ORGANIZAČNÍ STRUKTURA.....	28
2.1.6.1	OBCHODNÍ ODDĚLENÍ.....	28
2.1.6.2	EKONOMICKÉ ODDĚLENÍ.....	29
2.1.6.3	SYSTÉMOVÉ ODDĚLENÍ.....	29
2.1.6.4	ORGANIGRAM.....	29
2.1.6.5	INFORMAČNÍ SYSTÉM	30
2.1.6.6	FINANCOVÁNÍ	30
2.1.6.7	FINANČNÍ SITUACE	30
2.1.6.8	VÝVOJ TRŽEB	31
2.1.7	SILNÉ A SLABÉ STRÁNKY SPOLEČNOSTI	31
2.1.8	PŘÍLEŽITOSTI A HROZBY	32
2.1.9	PROBLÉMY V PROVOZU	32
3	ANALYTICKÁ ČÁST	33
3.1	POMOCNÝ PROBLÉM.....	33
3.1.1	PROCES: PŘÍJEM IMPORTNÍ KAMIONOVÝ	33
3.1.2	ZÍSKANÉ INFORMACE.....	34
3.2	PROBLÉM.....	39
3.2.1	FORMULACE PROBLÉMU	39
3.2.2	FORMULACE EKONOMICKÉHO MODELU	41
3.2.3	DEFINICE MATEMATICKÉHO MODELU	42
3.2.4	ŘEŠENÍ MATEMATICKÉHO MODELU	43
3.2.5	ŘEŠENÍ POMOCÍ SOFTWARE MAPLE.....	47
3.2.5.1	ŘEŠENÍ KONKRÉTNÍHO PROBLÉMU	48
3.2.6	INTERPRETACE VÝSLEDKŮ	50
3.3	NÁVRHY A DOPORUČENÍ.....	50
	ZÁVĚR	52
	SEZNAM ZDROJŮ.....	54
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	56

SEZNAM TABULEK	56
SEZNAM ROVNIC.....	57
SEZNAM SOUSTAV ROVNIC	57
SEZNAM GRAFŮ	57
SEZNAM PŘÍLOH.....	57

ÚVOD A CÍLE PRÁCE

Hlavním cílem bakalářské práce je ověřit, zda lze i v nevýrobním podniku, který je poskytovatelem služeb, využít lineárního programování, jedné z metod operačního výzkumu, při rozhodování o procesech.

K dosažení hlavního cíle je třeba zabezpečit realizaci vedlejšího cíle, jímž je výzkum určitého procesu a zjištění, jak tento proces převést na matematicky vyjádřený a poté řešitelný problém. Tento matematický model bude nakonec vyhodnocen a konfrontován s řešením získaným pomocí software Maple, jež je vhodným nástrojem pro řešení problémů lineárního programování a pro simulaci reálných jevů.

Nedílnou součástí pracovní náplně manažera je rozhodování. To nelze vždy provést pouze na základě vlastního uvážení, nebo předchozích zkušeností, protože ty buď neexistují, anebo jsou nepoužitelné pro konkrétní situaci. Proto jsou využívány různé metody, které slouží pro pomoc při takovém rozhodování. K těmto metodám patří i matematické disciplíny, v případě mé práce jde o lineární programování.

Procesy ve větších výrobních i nevýrobních podnicích bývají příliš složité, ať už z hlediska časové náročnosti, prostorového rozložení apod. Tato složitost poté může vést k neefektivnosti využití výrobních faktorů, jako jsou kapacita, pracovní síla, materiál anebo samotné peněžní prostředky do výroby vložené. Operační výzkum má za úkol definovat, zjednodušit a řešit konkrétní problém a přinést optimální výsledky rozložení procesů, výroby, sortimentní skladby za současné minimalizace nákladů, maximalizace zisku atd. a tyto výsledky implementovat v praxi.

Vzhledem k tomu, že lineární programování se využívá ve většině případů právě pro řešení rozložení výroby či pro optimální složení výrobního plánu, je zde mým úkolem zjistit, zda je tato metoda použitelná i pro nevýrobní podnik, a uvést příklad řešeného problému.

1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

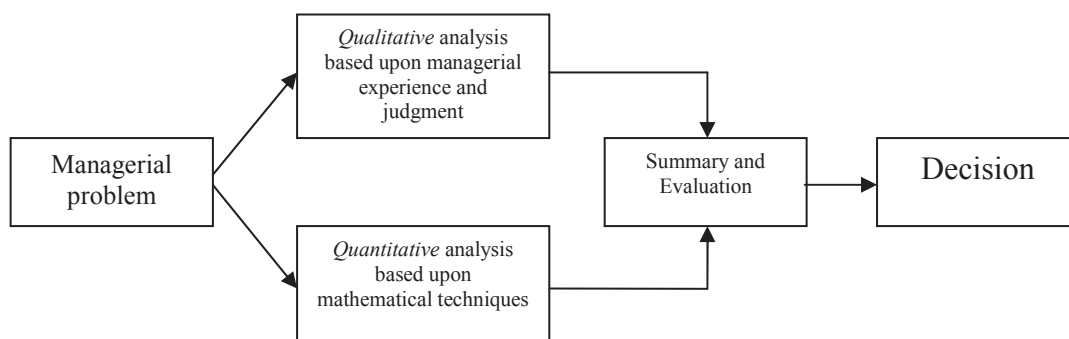
V této kapitole budou rozebrána základní teoretická východiska, která budou sloužit jako stavební kámen pro další výzkum.

1.1 OPERAČNÍ VÝZKUM

Manažer se během své praxe setkává s nejrůznějšími problémy, a aby byl úspěšný, musí se umět správně rozhodovat. Rozhodovací proces je znázorněn obrázkem č. 1. Problémy, jsou-li jednoduché, většinou stačí analyzovat kvalitativně. Analýzou se zde rozumí to, že problém je jasně definován, včetně faktorů, které ho ovlivňují a omezují, a jsou nastíněny postupy možného řešení (Zimola, 2000).

Kvalitativní rozhodování znamená, že manažer je posuzuje ze svého úhlu pohledu a hledá optimální výsledek, popřípadě čerpá zkušenosti, které vzešly z řešení stejné zápletky (Zimola, 2000).

Toto tzv. empiricko-intuitivní rozhodování však pozbývá své přesvědčivosti ve chvíli, kdy problém nabývá na komplexnosti a složitosti, nejsou-li známy předchozí zkušenosti, nebo je případ jednoduchý, ale opakuje se velmi často. Pak nastupuje analýza kvantitativní, která má vědeckou základnu. Základem pro kvantitativní analýzu je operační výzkum, který je nástrojem pro dlouhodobé plánování, ale i pro nárazové problémy; dokáže se orientovat v oblasti sběru a zpracování dat, matematických modelů, ekonomických systémů. Je důležitá blízká spolupráce mezi managementem a odborníky operačního výzkumu (Zimola, 2000).



Obr. 1: The decision-making process. (Zdroj: Anderson, 1991, s. 3)

„Operační výzkum je možné charakterizovat jako vědní disciplínu nebo spíše soubor relativně samostatných disciplín, které jsou zaměřeny na analýzu různých typů rozhodovacích problémů“ (Jablonský, 1998, s. 7).

Jinými slovy můžeme operační výzkum nazvat jako *výzkum operací*. Tento výzkum poté uplatňujeme tam, kde jde o jakoukoli koordinaci či analýzu operací nějakého systému (Jablonský, 1998).

Historie sahá do 30. let minulého století, rozvoj byl však zaznamenán v průběhu 2. světové války ve Velké Británii a USA, kde vznikaly dokonce celé týmy, které měly analyzovat složité strategické a vojenské operace (Jablonský, 1998).

Cílem operačního výzkumu je zabezpečit takovou úroveň operací, popřípadě jejich vzájemný vztah tak, aby daný systém fungoval co možná nejlépe. Jinak řečeno, hledáme optimální řešení zkoumaného problému, ovšem za plného respektování omezujících faktorů, které chod ovlivňují (omezené zdroje apod.) (Jablonský, 1998).

Pojmem systém se zde rozumí proces, nebo celý komplex procesů, tedy objekt, jež má na vstupu nějaký vstupní a na výstupu výstupní prvek. Potom můžeme také říci, že je to soubor prvků a vazeb mezi nimi (Hřebíček, 2010).

Matematické modelování je hlavním nástrojem při řešení problému operačním výzkumem. Toto znamená, že analyzujeme-li určitý systém, využíváme při postupu model systému (neboli jeho obraz), který je však zjednodušený, a s tímto faktem musíme po celou dobu počítat. Toto modelování má pro nás určité výhody:

- *„použití matematických modelů umožňuje strukturalizaci systému a specifikaci všech možných variant stavu systému, kterých může být často neomezené množství,*
- *modely umožňují analýzu chování systému ve zkráceném čase – procesy, které mohou trvat v reálném stavu dny, měsíce či roky, mohou být simulovány na počítačích ve zlomcích sekund,*
- *s modely lze snadno manipulovat a provádět četné experimenty pomocí změn jejich parametrů,*
- *náklady na realizaci modelu nejsou sice zanedbatelné, jsou však nižší než při experimentování s reálným systémem“ (Jablonský, 1998, s. 8).*

1.1.1 FÁZE OPERAČNÍHO VÝZKUMU

Aplikace operačního výzkumu má několik navazujících fází:

1.1.1.1 PRVNÍ FÁZE: Rozpoznání a definice problému v rámci reálného systému

Je třeba vytvořit tým vedoucích pracovníků, popřípadě určit jednotlivé zainteresované odborníky, kteří by měli specifikovat prostředky, pomocí nichž lze problém řešit (Jablonský, 1998).

Definujeme průběh operací (řízené proměnné), nekontrolované proměnné, míru výkonnosti a identifikujeme a kvantifikujeme cíle (pokud nelze identifikovat cíl, nelze použít velkou část operačních metod) (Liška, 2008).

Skutečné chování systému lze zjistit analýzou, jež má čtyři kroky:

- 1 – určení potřeb či požadavků, které se snaží organizace splnit,
- 2 – jak jsou tyto v organizaci sdělovány,
- 3 – jaké informace o těchto potřebách jsou rozšířeny v organizaci,
- 4 – jaké činnosti jsou prováděny, jak jsou řízeny a jak tyto činnosti využívají zdroje jako čas apod. (Liška, 2008).

1.1.1.2 DRUHÁ FÁZE: Formulace ekonomického modelu

Zde provádíme již zmiňované zjednodušení daného reálného systému na ekonomický model, v němž jsou již redukovány pro nás nepodstatné aspekty a vazby, a zároveň je ponecháno vše důležité (Jablonský, 1998).

Ekonomický model by měl obsahovat:

- cíl analýzy – tedy stav, kterého bychom měli v ideálním případě dosáhnout. Může to být například maximalizace zisku výrobního programu, minimalizace nákladů na expedici, minimalizace rizik investic apod.,
- popis procesů – v našem případě jde o skutečnou aktivitu, jež má přímý vliv na výsledky našeho zkoumání a probíhá s určitou intenzitou; intenzitou se zde rozumí například objem výroby, protože ten má vliv na naše výsledky (minimalizace nákladů),

- popis činitelů – tedy právě těch aspektů, které jsou pro nás důležité; jelikož zdroje ve většině případů nejsou nevyčerpatelné, je třeba vzít v úvahu jejich horní, popřípadě spodní, hranici (nejen materiál, ale i energie, čas apod.),
- popis vzájemných vztahů mezi procesy, činiteli a cílem analýzy (Jablonský, 1998).

1.1.1.1 TŘETÍ FÁZE: Formulace matematického modelu

Zatímco ekonomický model je pouhým slovním, případně numerickým, vyjádřením daného problému (pozn.: připomíná nám to zadání slovních úloh z mladých školních let), matematický model je formalizovaný, a tedy řešitelný určitými postupy (Jablonský, 1998).

Matematický model obsahuje na první pohled stejné prvky jako model ekonomický, ale jejich interpretace je mírně odlišná; těmito prvky jsou:

- cíl analýzy – není definován ve všech případech; pokud definován je, bývá to zejména ve formě funkce n proměnných, a to funkce lineární nebo nelineární,
- popis procesů – procesy jsou v matematickém modelu vyjádřeny jako proměnné, jejich intenzitu nám potom udává hodnota proměnné,
- popis činitelů – činitelé jsou vyjádřeni různými způsoby a to v závislosti na řešeném problému; většinou jsou činitelé vyjádřeni pomocí rovnic a nerovnic,
- popis vzájemných vztahů – vztahy jsou popsány parametry (Jablonský, 1998).

Výhodami matematického modelu jsou fakta:

- zápis je formalizovaný, k čemuž se dospělo historickým vývojem,
- jsou dána exaktní pravidla pro manipulaci s ním, jeho symboly či strukturami,
- existuje zde možné využití ICT, jimiž lze model řešit (Hřebíček, 2010).

1.1.1.2 ČTVRTÁ FÁZE: Vlastní řešení matematického modelu

Z modelů odvozujeme řešení dvojím způsobem:

1. postupem deduktivním: postup směrem od modelu k řešení symbolickému nebo numerickému,
2. postupem induktivním: spočívá ve srovnávání hodnot řízených proměnných (Liška, 2008).

Ve skutečnosti se řeší především volba vhodného počítačového programu, protože právě vhodný software je v některých případech nezbytný; uživatel už je poté pouze omezen na výběr vhodného programu nebo zadávání příslušných hodnot (Jablonský, 1998).

1.1.1.3 PÁTÁ FÁZE: Interpretace výsledků a jejich verifikace

Verifikace je nezbytná součást, protože právě ověření funkčnosti řešení může být pro nás esenciálně důležité; řešení se může zdát jako optimální, ale pomineme-li v průběhu řešení nějakého nezbytného činitele apod., můžeme dostat v praxi nepoužitelný výsledek (Jablonský, 1998).

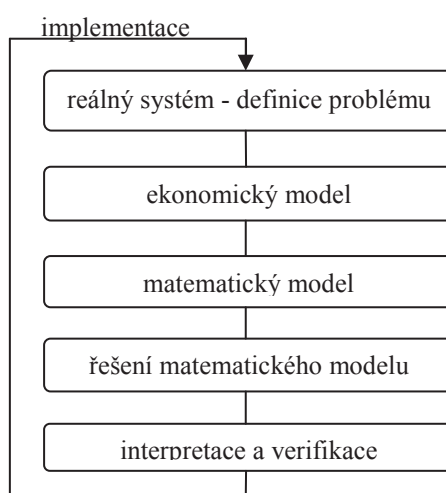
Je třeba, abychom zjistili, že řešení vede ke zlepšení oproti, ve většině případů, současnému stavu (Liška, 2008).

1.1.1.4 ŠESTÁ FÁZE: Implementace

Implementace následuje po úspěšné verifikaci a vede ke zlepšení systému či vyřešení problému (Jablonský, 1998).

Je nezbytné, aby existovala vzájemná důvěra mezi odpovědným manažerem a pracovníky, jež výzkum prováděli, a aby byl management ochotný případná doporučení přijmout (Liška, 2008).

Celý proces operačního výzkumu lze shrnout vývojovým diagramem (viz obrázek č. 2).



Obr. 2: Fáze aplikace operačního výzkumu. (Zdroj: Jablonský, 1998, s. 9)

1.1.2 APLIKACE OPERAČNÍHO VÝZKUMU

Modely získané pomocí operačního výzkumu lze v podnicích, kde jsou poměrně stálé ekonomické procesy, použít jako nástroj optimálního řízení a rozhodování pro:

- dlouhodobé plány a koncepce,
- střednědobé i krátkodobé projekty,
- operativní management výroby,
- přímý management výrobních a technologických procesů (Zimola, 2000).

Do dlouhodobého plánování lze zahrnout strategii, která se týká celého systému jako například cíle společnosti, koncepce vědeckotechnického rozvoje, vývoj technologií apod. (Zimola, 2000).

Střednědobé a krátkodobé projekty se týkají taktických dílčích úloh a cílů subsystémů (Zimola, 2000).

Operativní management výroby má za úkol sledovat tok materiálu, uspokojení potřeb, řízení jednotlivých subsystémů (Zimola, 2000).

Přímý management procesů se snaží o dosažení optimalizace parametrů, které jsou nezbytné pro procesy a také jejich stabilizaci. Vzhledem k současnému stavu rozšíření výpočetní techniky je využití operačního výzkumu přímo ve výrobě velmi rozšířené (Zimola, 2000).

1.1.3 DISCIPLÍNY OPERAČNÍHO VÝZKUMU

Vzhledem k různorodosti problémů, ale hlavně odlišnosti ekonomických oblastí, bylo zapotřebí zavést různé metody řešení. Tyto metody se utřídily v odvětví operačního výzkumu. K nejdůležitějším patří:

1.1.3.1 MATEMATICKÉ PROGRAMOVÁNÍ

- jedná se o optimalizační metodu, která je založena na hledání extrému kritéria na množině možností, jež jsou určeny soustavou lineárních rovnic či nerovnic (omezující podmínky); kritérium je zadáno kritériální funkcí n proměnných,

- model úlohy: maximalizovat (popřípadě minimalizovat) účelovou funkci:

$$z = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

za podmínek

$$g_1(x_1, x_2, \dots, x_n) \geq 0,$$

$$g_2(x_1, x_2, \dots, x_n) \geq 0,$$

$$g_m(x_1, x_2, \dots, x_n) \geq 0,$$

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

Soustava rovnic 1: Ukázka matematického programování. (Zdroj: Jablonský, 1998, s. 12)

kde:

n – počet proměnných modelu

m – počet omezujících podmínek

$f(x_1, x_2, \dots, x_n), g_i(x_1, x_2, \dots, x_n), i=1, 2, \dots, m$ – obecné funkce n proměnných

- hledáme tedy hodnoty proměnných x_j tak, aby byla respektována omezující kritéria a zároveň dosažen extrém kritériální funkce z ,

- je-li alespoň jedna ze zadaných funkcí (omezujících či kritériální) nelineární, jedná se o **nelineární programování**, které se ovšem velmi nevyužívá,

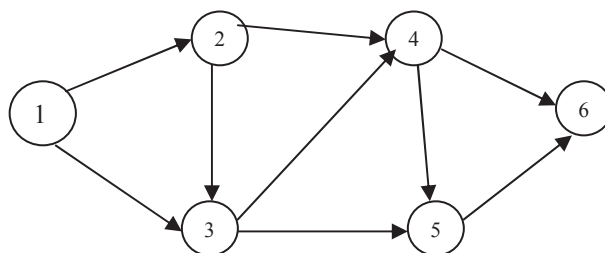
- jsou-li všechny rovnice lineární, jedná se o **programování lineární**, jež se využívá pro řešení otázek optimalizace výroby, strategie reklamy, výživy (nutriční složení), distribuce apod. (Jablonský, 1998).

1.1.3.2 VÍCEKRITERIÁLNÍ ROZHODOVÁNÍ

- metoda, jež se zabývá analýzou rozhodovacích úloh, ve kterých se varianty posuzují dle několika kritérií; tato kritéria jsou většinou v rozporu, což je ve své podstatě přínosem (Jablonský, 1998).

1.1.3.3 TEORIE GRAFŮ

- grafy zde představují objekty, jež jsou tvořené uzly a hranami (spojnice uzlů) (viz obrázek č. 3) (Jablonský, 1998).



Obr. 3: Ukázka jednoduchého grafu (6 uzlů, 9 hran). (Zdroj: Jablonský, 1998, s. 13)

1.1.3.4 SIMULACE

- nejedná se o další disciplínu jako takovou, ale spíše o nástroj analýzy, který má mnohostranné využití,
- spočívá v promítání daného modelu pomocí počítače a následném pohrávání si s údaji; je možné například zrychlit proces tak, abychom za minutu věděli, jak bude systém fungovat za měsíc, můžeme také měnit proměnné jako objem výroby, náklady, počet kusů, a tím sledovat chování procesu (Jablonský, 1998)
- „operační hra“ – takový typ simulace, ve kterém provádí rozhodování jedna či více osob (Liška, 2008).

1.1 LINEÁRNÍ PROGRAMOVÁNÍ

Základní myšlenku lineárního programování lze popsat několika jednoduchými definicemi.

„Lineární programování je disciplínou operačního výzkumu, která se zabývá řešením rozhodovacích problémů, ve kterých jde o určení intenzit realizace procesů, které probíhají (nebo mohou probíhat) v daném systému“ (Jablonský, 1998, s. 17).

„Metody lineárního programování jsou algebraické metody založené na řadě rovnic a nerovnic, které stanoví omezení pro úlohu a jsou užívány pro optimalizaci matematického výrazu, který nazýváme cílovou funkcí. Cílová funkce a omezení naložená na problém musí být deterministické a musí být vyjádřeny v lineárním tvaru. Tato omezení omezují počet problémů, které lze přímo řešit“ (Liška, 2008).

Programování zde znamená něco jako plánování nebo tvorba programů (ne však klasické programování programovacími jazyky, jak by se mohlo zdát), tvorba scénářů

budoucího vývoje. Pojem lineární zde vyjadřuje fakt, že všechny matematické funkce použité v modelech jsou lineární (Jablonský, 1998).

Lineární programování tedy umožňuje plánovat realizaci procesů tak, aby byl zabezpečen optimální výsledek ve vztahu k požadovanému cíli (Jablonský, 1998).

Tuto metodu můžeme využít například při řešení problémů, které lze rozdělit na tři skupiny:

1.1.4 SMĚŠOVACÍ ÚLOHY

V těchto úlohách se zpravidla řeší problém navržení směsi, mixu požadovaných vlastností, za účelem optimalizace daného kritéria. Tento mix může být finanční, mediální, či nutriční, jak bude nastíněno dále.

1.1.4.1 ROZVRHOVÁNÍ REKLAMY

Slouží pro vhodné rozdělení peněžních prostředků na různé typy reklamních médií tak, aby byl maximalizován výsledný efekt z reklamy (například počet „oslovených“ lidí) (Jablonský, 1998).

1.1.4.2 PORTFOLIO MODEL

Úkolem je investovat předpokládanou disponibilní částku do různých variant projektů (například nákup akcií, obligací nějaké společnosti apod.) tak, aby bylo dosaženo maximálního výnosu. Jsou známy míry výnosu za rok i míry rizika (Jablonský, 1998).

1.1.4.3 FINANČNÍ ANALÝZA PROJEKTŮ

Slouží jako podklad pro investora, který se rozhoduje o míře účasti na několika projektech. Je obeznámen s náklady, výnosy a délkou zhodnocovacího období (Jablonský, 1998).

1.1.4.4 NUTRIČNÍ PROBLÉM

Lineární programování lze využít i pro medicínské účely a to i pro poměrně závažné problémy. S jeho pomocí je možné určit složení speciální výživy pro těžce nemocné (Jablonský, 1998).

1.1.5 ÚLOHY VÝROBNÍHO PLÁNOVÁNÍ

Pod tyto úlohy lze začlenit ty problémy, které řeší stanovení optimálního výrobního plánu:

1.1.5.1 PROBLÉM SORTIMENTNÍ

Řeší se maximalizace hodnotového ukazatele při omezujících podmínkách kapacity, materiálu, sortimentu výrobků; většinou se maximalizuje hodnota výroby za nějaký časový úsek; výstupem je:

- skladba výroby při respektování omezení a současné maximalizaci výroby,
- analýza omezení, jež pro nás mají informační funkci o rezervách disponibilních kapacit, které byly nevyužity, nebo o naplnění předpokládaného množství výrobků,
- rozbor duálního řešení, které nám oceňuje jednotlivé disponibility (Zimola, 2000).

1.1.5.2 OPTIMÁLNÍ DĚLICÍ PLÁNY

Plány se týkají dělení materiálu (lineárního, plošného apod.) na určitý počet kusů (částí) tak, aby byl minimalizován odpad; vstupní informace jsou zde rozměry výchozích zdrojů, rozměry požadovaných dílů a počet kusů; výstupem je nám poté plán optimálního dělení (Zimola, 2000).

1.1.6 DISTRIBUČNÍ ÚLOHY

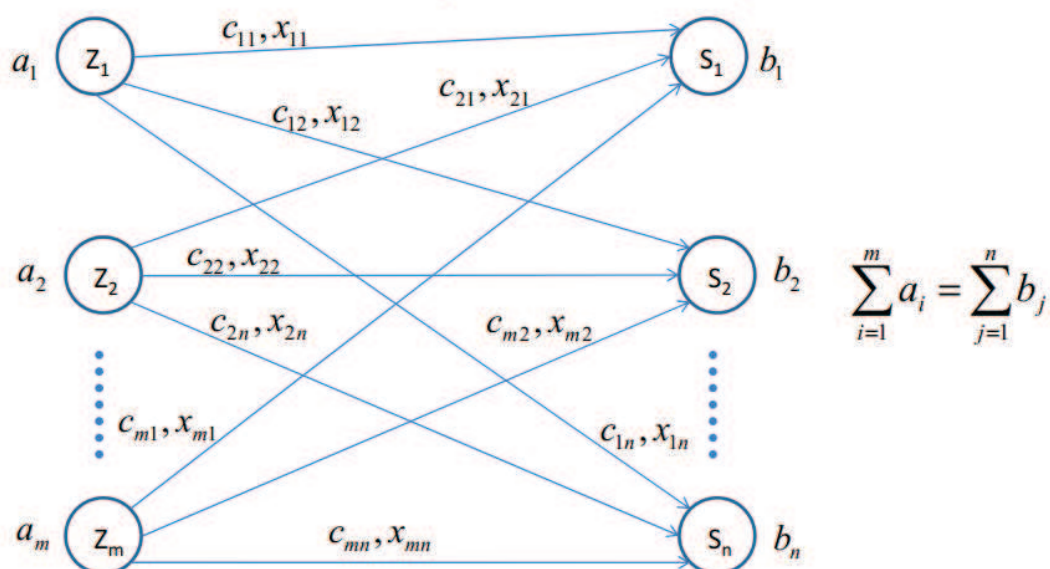
Nejznámější typy distribučních úloh:

1.1.6.1 DISTRIBUČNÍ PROBLÉM

Řeší rozmístění pracovníků tak, aby byla jejich práce co nejefektivnější (Zimola, 2000).

1.1.6.2 DOPRAVNÍ PROBLÉM

Optimalizace rozvozu (objemu x_{ij}) materiálu od dodavatele (a dodavatelů) k zákazníkovi (b zákazníků) tak, aby byly splněny požadavky zákazníka, a zároveň byly využity kapacity dodavatele (většinou se jedná o minimalizaci nákladů ($\sum x_{ij} \cdot c_{ij}$) na přepravu). Tyto údaje spolu s jednotkovými náklady (c_{ij}) se přenesou do přehledné tabulky (viz tabulka č. 1), která potom slouží jako výchozí tabulka pro řešení. Je třeba ještě zmínit, že pokud jsou sumy kapacit dodavatele a zákazníka shodné, jedná se o vyrovnaný dopravní problém. Schéma takto vybilancovaného dopravního problému je znázorněno na obrázku č. 4 a účelová funkce viz rovnice č. 2. Pokud jedna z kapacit převyšuje, jedná se o nevyrovnaný dopravní problém s převísem poptávky či nabídky (Dorda, 2012).



Obr. 4: Schéma vybilancovaného dopravního problému. (Zdroj: Dorda, 2012)

$$\min f(x) = c_{11}x_{11} + c_{12}x_{12} + \dots + c_{1n}x_{1n} + c_{21}x_{21} + c_{22}x_{22} + \dots + c_{2n}x_{2n} + \dots + c_{m1}x_{m1} + c_{m2}x_{m2} + \dots + c_{mn}x_{mn}$$

Rovnice 1: Účelová funkce vyrovnaného dopravního problému. (Zdroj: Dorda, 2012)

Tab. 1: Formulace ekonomického modelu dopravního problému. (Zdroj: Liška, 2008)

		Cílová místa				Kapacity dodavatelů
		O ₁	O ₂	...	O _n	
Dodavatelé	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_{m2}	...	c_{mn} x_{mn}	a_m
	Požadavky cílových míst	b_1	b_2	...	b_n	$\sum a_i$ $\sum b_j$

1.1.6.2.1 METODY ŘEŠENÍ DOPRAVNÍHO PROBLÉMU

Nejprve nastíníme postup analytického řešení. Toto se skládá z následujících kroků:

- 1) Kontrola vybilancovanosti úlohy, postup na krok 2),
- 2) Nalezení výchozího řešení, postup na krok 3),
- 3) Kontrola nedegenerace úlohy, postup na krok 4),
- 4) Test optimality, není-li řešení optimální, postup na krok 5), v opačném případě algoritmus končí. Vyhledané řešení je řešením optimálním. (Pozn.: u vyrovnaného dopravního problému je řešení vždy optimální),
- 5) Transformace řešení a návrat ke kroku 3) (Dorda, 2012).

Výchozí řešení (ad. 2) lze hledat třemi základními, nejužívanějšími metodami. Jejich průběh, výhody a nevýhody budou vysvětleny níže.

1.1.6.2.1.1 METODA SEVEROZÁPADNÍHO ROHU

Ve výchozí tabulce výsledků, ke které se dostaneme tak, že všechny známé informace dosadíme souřadnicově do tabulky, jako první obsazujeme maximálním objemem přepravy pole odpovídající prvnímu dodavateli (zdroji) a prvnímu zákazníkovi. V případě vyčerpání kapacity příslušného zdroje se přesouváme na další řádek, v opačném případě o jedno pole doprava. Pole obsazujeme tedy postupně od levého horního rohu (severozápadu) (Dorda, 2012).

Výhodou metody je její rychlost při hledání řešení, avšak nebere v úvahu náklady, proto nemusí vždy podat nejlepší řešení.

1.1.6.2.1.2 INDEXNÍ METODA

Zde postupně obsazujeme pole s nejnižší jednotkovou cenou, přičemž postupujeme od sazeb nižších k sazbám vyšším. Vyskytuje-li se v tabulce více stejných sazeb, potom vybíráme libovolnou z nich (Dorda, 2012).

Tato metoda bere v úvahu náklady, ale tím, že ze začátku vybíráme nižší sazby, se může stát, že na větší objemy přepravy zbyde velká sazba.

1.1.6.2.1.3 VOGELOVA APROXIMAČNÍ METODA

Výpočet Vogelovou aproximační metodou vychází z toho, že se pro každý řádek a sloupec dopravního problému vypočítají tzv. difference, což je rozdíl mezi nejmenšími cenovými koeficienty v daném řádku či sloupci. Vybere se pole, které má nejnižší cenový koeficient v řádku nebo sloupci s maximální diferencí. Může nastat situace, kdy existuje více řádků a sloupců se stejnou maximální diferencí. Pak vybereme pole, které má nejnižší sazbu z těch polí, které leží v řádcích a sloupcích s těmito maximálními diferencemi. Při obsazení pole a vyčerpání kapacity či požadavku dojde k vyloučení řádku či sloupce. Přepočítáme difference a postup zopakujeme (Liška, 2008).

Metoda je zdoluhavá, ale v typických dopravních problémech nejúčinnější.

1.2 MAPLE

Software (SW) Maple od společnosti Maplesoft, Inc. (Kanada) je jedním z počítačových systémů, jež podporují matematické disciplíny a jejich aplikaci do běžně řešených problémů. Jak už bylo řečeno, problémy je třeba analyzovat a převést do modelů tak, abychom si daný problém zjednodušili a přiřadili mu důležitá data. Dále je důležité správně vyhodnotit a popřípadě vizualizovat výsledky, což nám umožní právě SW Maple (Chvátalová, 2011).

Tento program řeší příklady rychle a hlavně přesně. Výsledky vrací ve formě zlomků, aby byla zabezpečena co největší přesnost, jež se snižuje zaokrouhlováním desetinných zápisů.

Maple obsahuje řadu užitečných komponent. Jednou z nich je tzv. „Slider“ (posuvník, viz obrázek č. 5). Jestliže s posuvníkem propojíme koeficienty matematického objektu, dokážeme okamžitě simulovat další konkrétní situace, což podporuje rozhodování managementu při řešení konkrétních případů. Lze nastavit různá rozmezí čísel, mezi nimiž volíme daný koeficient a dostáváme tak jiné řešení stejného problému.



Obr. 5: Posuvník. (Zdroj: Maple)

2 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Analytická část se bude soustředit na popis společnosti Hortim-International s.r.o.

2.1 O SPOLEČNOSTI HORTIM-INTERNATIONAL S.R.O.

Je třeba se seznámit se základními informacemi o společnosti, v níž probíhal sběr dat.

2.1.1 ZÁMĚR

Hortim-International s.r.o. vznikl se záměrem vybudovat konkurenceschopnou společnost s pevným postavením na trhu ovoce a zeleniny. Vzhledem k začlenění České republiky (ČR) do evropských struktur je třeba se zdatně orientovat na evropském potravinovém trhu a tedy se přetvořit na prosperující, životaschopný potravinářský podnik v rámci Evropské unie (EU) a uspokojit všechny zákazníky kvalitou svých výrobků. Je nutné dodržovat legislativní předpisy jak země původu zboží, tak ČR, tak EU, hygienické zásady, bezpečnost provozu a zajistit zdravotní nezávadnost (Hortim-International s.r.o., 2006).

2.1.2 POBOČKY

Pobočky společnosti (viz obrázek č. 6) se nacházejí v České i Slovenské republice (SR). Hlavní sídlo je v Brně.



Obr. 6: Rozmístění poboček. (Zdroj obrysu ČR a SR: Geoped, 2011)

2.1.3 STRATEGICKÉ CÍLE

Hlavním strategickým cílem je a bylo vybudování prosperující společnosti s celostátním pokrytím velkoobchodu se sortimentem zahrnujícím ovoce a zeleninu, jež vyžaduje chladírenskou technologii jak při skladování, tak při manipulaci a dopravě. Společnost si zakládá dobrou pověst, její udržení a též stabilizaci sociálního zabezpečení svých zaměstnanců na systému jakosti a potravinářském standardu IFS¹. Cílem je vytvořit všem zaměstnancům vhodné podmínky pro jejich práci a naplnění potřeb systému jakosti, ale také vytvořit nekompromisní a náročné klima, které je potřebné pro splnění očekávání stále náročnější klientely. Společnost striktně odmítá obchodování s nekvalitními surovinami a výrobky, jelikož by mohly ohrozit zdraví konečných spotřebitelů, a také obchody v rozporu s dobrými mravy (Hortim-International s.r.o., 2006).

2.1.4 KRÁTKODOBÉ CÍLE

Krátkodobým cílem společnosti je zvýšit efektivnost výroby a produktivitu. Vytvořit důsledný kontrolní systém založený na dokumentaci systému jakosti. Je třeba neustále zlepšovat nejdůležitější provozy ve společnosti, ale také výukový a školicí systém při nabírání zaměstnanců, v důsledku čeho budou dříve a hlavně lépe schopni dodržovat normativy (Hortim-International s.r.o., 2006).

2.1.5 PODNIKATELSKÁ ČINNOST

- import,
- export,
- agenturní prodej – prodej importovaného zboží tuzemským velkoobchodům, celokamiónové množství,
- prodej zboží na supermarket,
- prodej ze skladu tranzit, tedy prodej v paletovém množství,

¹ International Food Standard – jeho záměrem je zabezpečení zdravotně nezávadných značkových potravin.

- prodej ze skladu Cash&Carry, tedy drobný prodej za hotové (Hortim-International s.r.o., 2011).

Společnost se tedy zabývá kompletními logistickými službami (export, import) v oblasti čerstvého ovoce a zeleniny.

Logistika sestává z několika objektů:

- příjem zboží na sklad, evidence,
- uskladnění – celková rozloha skladovacích prostor zabírá 33 000m²,
- dozrávání banánů ve vlastní počítačově řízené dozráárně,
- obalová logistika – využívá moderní balicí linky, různé typy obalů: vaničky, sáčky, bedny,
- příprava vyskladnění,
- expedice,
- doprava na místo určené zákazníkem – zajišťovaná vlastním vozovým parkem,
- administrativa (Hortim-International s.r.o., 2011).

Společnost se vyznačuje také zvláštnostmi v poskytovaných službách a to provozem čerpací stanice a mycí linky pro nákladní automobily v areálu hlavního sídla v Brně.

Hortim spolupracuje s řadou charit, nadací a projektů. Podporuje Sdružení pěstounských rodin, projekt „Ovoce do škol“, atd.

Sortiment nabízeného ovoce a zeleniny zahrnuje druhy z celého světa, z cizokrajnějších například kiwi, papaja, karambola, líčí, salak, physalis, nashi, opuncie, avokádo atd.

2.1.6 ORGANIZAČNÍ STRUKTURA

Nejvýznamnější oddělení ve společnosti jsou:

2.1.6.1 OBCHODNÍ ODDĚLENÍ

Plní funkce uvedené v bodě 2.1.5 Podnikatelská činnost.

2.1.6.2 EKONOMICKÉ ODDĚLENÍ

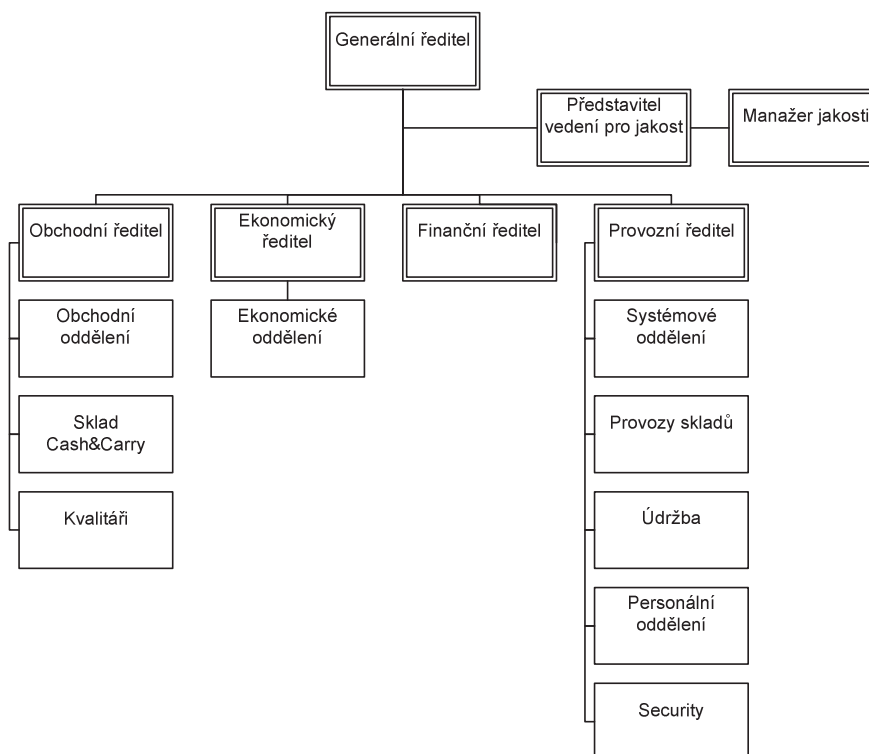
- strategické a finanční řízení společnosti,
- informační soustava,
- personalistika,
- dceřiné společnosti – ekonomická analýza a sledování vývoje (Hortim-International s.r.o., 2011).

2.1.6.3 SYSTÉMOVÉ ODDĚLENÍ

- údržba hardwarového a softwarového vybavení,
- zpracování podkladů pro strategické řízení společnosti,
- správa objektu, technické zázemí, údržba, ochrana a bezpečnost (Hortim-International s.r.o., 2011).

2.1.6.4 ORGANIGRAM

Organigram je vykreslením organizační struktury společnosti (obrázek č. 7).



Obr. 7: Organizační struktura. (Zdroj: Hortim-International s.r.o., 2006)

2.1.6.5 INFORMAČNÍ SYSTÉM

Od roku 1999 používá společnost informační systém Karát. Tento komplexní ERP² podnikový informační systém (IS) využívá technologii Client/Server. Na jeho služby spoléhají především střední a velké výrobní, či obchodní společnosti. Tento IS dokáže propojit účetní, ekonomický, skladový a obchodní software. (*Karat - Informační systém* [online], 2008).

Do systému jsou zadávány veškeré informace o toku zboží ve firmě. Vkládají se ihned po přijetí zboží, zaznamenávají se přesuny ve skladech v rámci pobočky, vytvářejí se doklady pro expedici apod.

2.1.6.6 FINANCOVÁNÍ

Společnost k 31. prosinci 2010 nečerpala žádné bankovní úvěry. Financování tedy neprobíhá z cizích zdrojů, ale z peněz vyprodukovaných společností samotnou. Výnosy z prodeje zboží a služeb na území ČR a SR byly například za rok 2010 2 952 mil. Kč. (Hortim-International s.r.o., 2011).

2.1.6.7 FINANČNÍ SITUACE

Změny ve finanční situaci firmy ve srovnání roku 2008 a 2010 z pohledu vývoje obratu, tržního podílu apod. jsou přehledně znázorněny v tabulce č. 2.

Tab. 2.: Finanční situace. (Zdroj: Vlastní práce)

Ukazatel	Nárůst nebo pokles roku 2010 vůči 2008														
	více	-30%	-25%	-20%	-15%	-10%	-5%	beze změny	5%	10%	15%	20%	25%	30%	více
obrat								X							
zisk						X									
tržní podíl								X							
počet pracovníků							X								
provozní náklady									X						
pohledávky								X							
objem tržeb z nových výrobků								X							
spokojenost zákazníků								X							

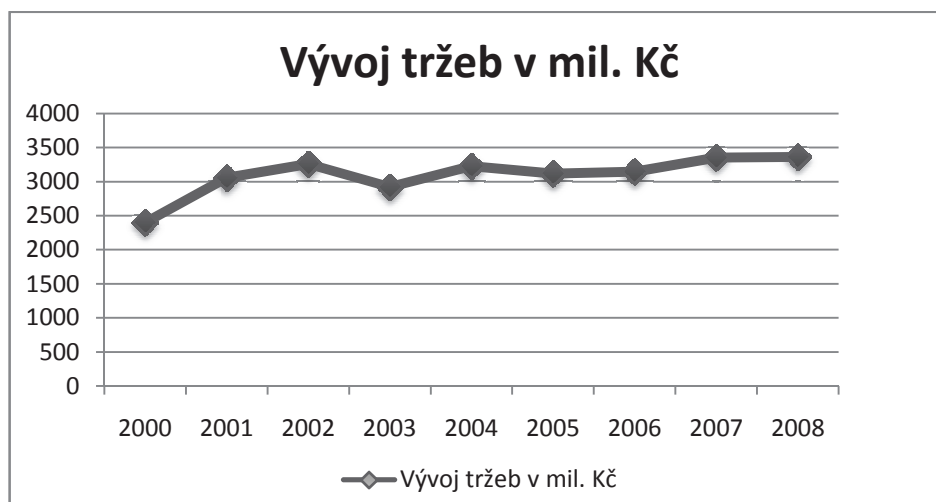
² Enterprise Resource Planning - informační systém, který integruje a automatizuje důležité podnikové procesy.

2.1.6.8 VÝVOJ TRŽEB

Vývoj tržeb za roky 2000 až 2008 je vyobrazen v tabulce č. 3 a graficky vizualizován grafem č. 1.

Tab. 3: Vývoj tržeb v letech 2000-2008 v milionech korun. (Zdroj: Hortim International s.r.o., 2006)

2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
2401	3056	3260	2921	3226	3119	3146	3354	3363



Graf 1: Vývoj tržeb. (Zdroj: Hortim International s.r.o., 2006)

Popis situace firmy v období probíhající krize:

Snížení obratu, výrazné snížení možnosti tvorby marže na zboží a službách, zvýšení objemu (množství) pro realizaci stejného finančního obratu, stagnace a snížení mezd, konzervovaný přístup obchodních partnerů na vytváření nových projektů a obchodních příležitostí, v rámci našeho segmentu trhu maximální tlak na snížení cen za služby a zboží.

2.1.7 SILNÉ A SLABÉ STRÁNKY SPOLEČNOSTI

Společnost patří ve svém oboru k nejvýznamnějším na českém trhu. Po analýze, kterou jsem provedla, za největší výhodu podniku považuji moderní technologie – balení, dozrávání; a dopravní prostředky – vlastní vozový park. Existuje na našem trhu téměř dvacet let a nasbírala již cenné zkušenosti. Pokrývá svými chytře rozmístěnými pobočkami (Brno, Praha, Karlovy Vary, Ostrava a Bratislava) vlastně celou plochu ČR.

Společnost získala cenu za kontinuální inovace. Za slabou stránku naopak považují například vyšší složitost výrobního procesu a s tím spojené organizace práce.

2.1.8 PŘÍLEŽITOSTI A HROZBY

Nejpříhodnější příležitost spatřuji v možnosti rozšíření svého pole působnosti, tedy přesvědčit o svých kvalitách další zákazníky, aby se rozhodli využívat služeb společnosti. Je zde možnost postavit další pobočky, popřípadě sklady v ČR, například v Plzni, ale myslím, že to není v současné době prioritní. Spíše bych se soustředila na rozšíření se do Evropy. Tato technologicky silná firma by dále mohla skoupit případné menší a méně vyspělé konkurenty. Ohrožení zde vnímám v konkurenci, ale pouze nepatrné, popřípadě ve zdražování některých složek výroby.

2.1.9 PROBLÉMY V PROVOZU

Společnost se nejčastěji v provozu potýká s personálními problémy. Trápí ji nedostatek pracovníků a v případě, že se pracovník najde, není schopný kvalitně vykonávat práci po něm požadovanou. Toto je jev při současné úrovni nezaměstnanosti nečekaný a o to více politováníhodný, protože to svědčí jen o faktu, že někteří lidé pracovat nechtějí.

3 ANALYTICKÁ ČÁST

Výzkum ve společnosti spočíval ve zkoumání procesu a následné aplikaci získaných informací na řešený problém.

3.1 POMOCNÝ PROBLÉM

Abych mohla řešit distribuční úkol (viz níže), musím nejprve určitým způsobem docílit ohodnocení pracovního výkonu ve skladu. Jako pomocnou úlohu lze zvolit jeden z procesů, který ve skladu probíhá, a popsat ho.

3.1.1 PROCES: PŘÍJEM IMPORTNÍ KAMIONOVÝ

Tento proces je popsán ve vnitropodnikové směrnici a následně realizován takto:

- zboží je nakupováno nákupním oddělením přes importní dodavatele,
- na sklad zboží přijíždí po kamionových zásilkách, na každou zásilku je vystavena nákupní objednávka, na jejímž základě probíhá fyzický příjem,
- fyzický příjem je realizován pomocí ručních scannerů, jimiž se snímá kód na jednotlivých paletách,
- na konci přejímky vytiskne pracovník pověřený příjmem vyplněnou nákupní objednávku, kterou předá vstupní kontrole,
- po provedení vstupní kontroly je zboží buď přijato, nebo v případě kvalitativních problémů nepřijato a předáno k dalšímu řešení,
- toto zboží se skladuje a probíhají na něm denní inventury,
- u tohoto zboží musí být zajištěno vychystání dle požadavků FIFO (zboží se vychystává dle data dodání), každá paleta je opatřena etiketou s šarží a datem dodání,
- při vykládce se evidují vratné palety a ty se po ukončení vyrovnávají s dodavatelem,
- po odevzdání nákupní objednávky, přejímky, do administrativní kanceláře se potvrzují průvodní dokumenty, jež se předají řidiči.

Pro postupné ohodnocování se budu zajímat o dobu, za kterou provedeme přejímku zboží od příjezdu kamionu po přemístění poslední palety na svoje místo.

3.1.2 ZÍSKANÉ INFORMACE

Kamion dodavatele XY se zbožím z Řecka – Nea Triglia, jedná se o zboží na sklad (9-13 °C).

A) Obsah kamionu:

V tabulce č. 4 jsou uvedeny jednotlivé artikly na paletách, jejich počet a hmotnost v kilogramech (kg).

Tab. 4: Obsah kamionu. (Zdroj: Vlastní zpracování)

Artikl	Počet palet	Kartonů na paletě	Hmotnost kartonu [kg]	Celkem kartonů	Celková hmotnost [kg]
Pomeranče	10	72	9	720	6480
Okurky	12	136	4,5	1632	7344
Papriky	11	88	5	968	4840
Σ	33	296	18,5	3320	18664

B) Průběh vykládky:

1) Začátek vykládky kamionu: 9:25³.

Doby jednotlivých operací:

Průměrná doba cesty od kamionu na místo uskladnění včetně skenování štítku a zpět: 59 sekund (s). (Štítek se skenuje na jedné paletě od každého artiklu.)

⇒ Cesta absolvována: 3krát $\Rightarrow 3 \cdot 59 = 177 \text{ s} = 2,95 \text{ minut (min}^4\text{)}$.

Průměrná doba cesty od kamionu na místo uskladnění a zpět: 56 s.

⇒ Cesta absolvována: 24krát $\Rightarrow 24 \cdot 56 = 1344 \text{ s} = 22,4 \text{ min}$.

Průměrná doba cesty od kamionu na místo kvalitativní přejímky (dvě palety od každého artiklu) a zpět: 59 s.

⇒ Cesta absolvována: 6krát $\Rightarrow 6 \cdot 56 = 336 \text{ s} = 5,6 \text{ min}$.

³ Formát času ve tvaru XX:YY, zde XX hodin a YY minut.

⁴ Minuta v textu ve tvaru min, aby nedošlo k záměně za metr (m).

⇒ Doba trvání celkem: 31 min.

2) Konec vykládky kamionu: 9:56.

3) Naložení prázdných palet (celkem 33 palet) – konec: 10:00.

⇒ Doba trvání: 4 min.

4) Doba kvalitativní kontroly a předání potřebné dokumentace na administrativu:
24minut – konec: 10:24.

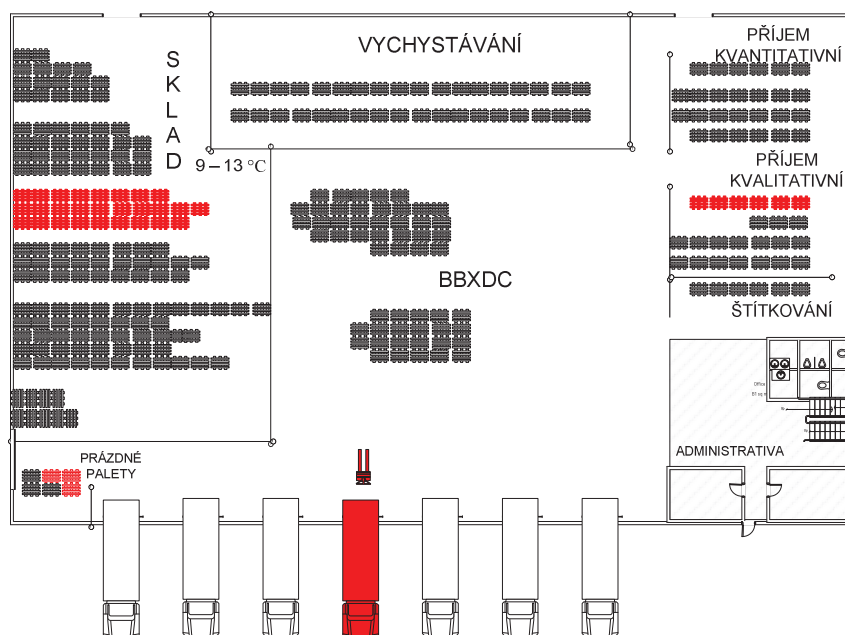
Doba trvání celkem: 59 min.

Všechny údaje byly přehledně převedeny do tabulky č. 5.

Tab. 5: Průběh vykládky. (Zdroj: Vlastní zpracování)

Průběh vykládky	Čas	Počet obrátek	Doba trvání celkem [s]
Začátek vykládky	9:25		
Ø doba včetně skenu [s]	59	3	177
Ø doba na sklad [s]	56	24	1344
Ø doba na přejímku [s]	56	6	336
Doba celkem [s]			1857
Konec přejímky	9:56		
Nakládka palet	10:00		
Předání formuláře	10:24		
Σ [min]	59		

Rozložení skladu, ve kterém sledovaný proces probíhá, včetně znázornění místa uložení zboží na paletách a stanoviště kamionu je vyobrazeno na obrázku č. 8.

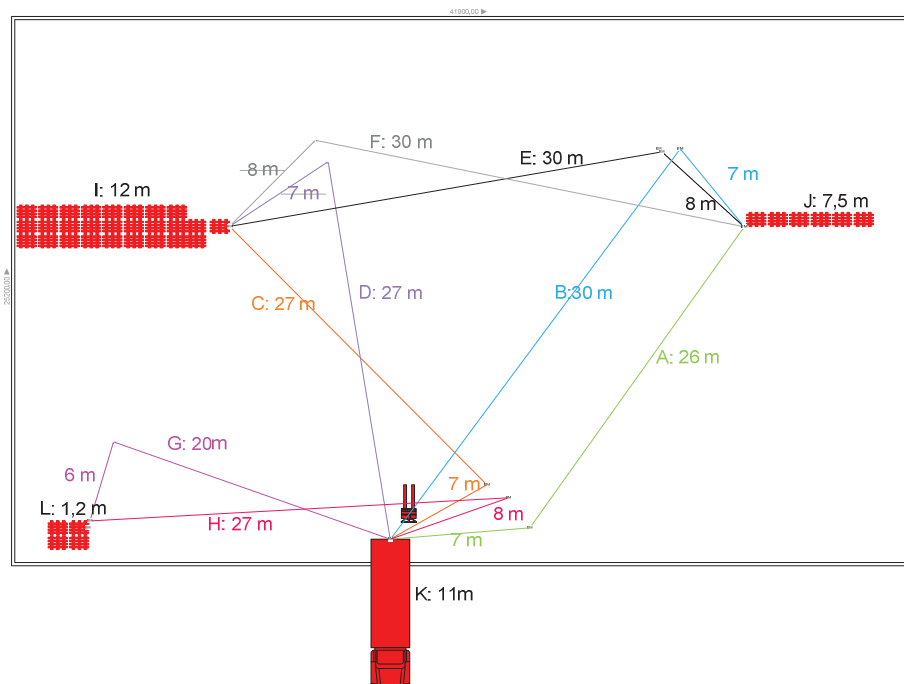


Obr. 8: Rozložení skladu.⁵(Zdroj: Vlastní zpracování)

B) Uražené vzdálenosti:

Jednotlivé cesty, které byly absolvovány vozíkem, jsou naznačeny v následujícím obrázku. Aby bylo jasné, které hodnoty vzdáleností v metrech (m) náleží které trase, byly zvoleny různé barevné odstíny.

⁵ Absolvovaná stanoviště jsou označena červeně.



Obr. 9: Vzdálenosti ураžené vozíkem. (Zdroj: Vlastní zpracování)

Pro přehlednost a snadný výpočet byly údaje o vzdálenostech převedeny do tabulky č. 6.

Zde jsou vypočteny i celkové vzdálenosti, které urazí vozík mezi první a poslední paletou na jednotlivých stanovištích (sklad, kvalitativní příjem (příjem Q), kamion, prázdné palety (palety)), protože i tato zdánlivě zanedbatelná vzdálenost činí ve výsledku poměrně velký úsek.

Tab. 6: Vzdálenosti uražené vozíkem. (Zdroj: Vlastní zpracování)

Trasa							
Odkud	Kam	Vzdálenost [m]	Počet	Odchyly z trasy	Vzdálenost [m]	Počet	Vzd. celkem
kamion	příjem Q	33	6	vzd. 1. a poslední palety	18	1	216
příjem Q	kamion	37	6	vzd. 1. a poslední palety	18	1	240
kamion	sklad	34	27	vzd. 1. a poslední palety	160,8	1	1078,8
sklad	kamion	34	27	vzd. 1. a poslední palety	160,8	1	1078,8
kamion	palety	35	3	vzd. 1. a poslední palety	1,2	1	106,2
palety	kamion	26	3	vzd. 1. a poslední palety	1,2	1	79,2
vzd.palet v kamionu		207,9	2	vzd. prázdných palet	12,3	6	489,6
příjem Q	sklad	38	6	vzd. 1. a poslední palety	14,4	1	242,4
sklad	příjem Q	38	6	vzd. 1. a poslední palety	14,4	1	242,4
Σ							3773,4

Vzd. 1. a poslední palety		
příjem Q	kamion	sklad
6	0,3	10,8
4,8	1,5	9,6
3,6	2,7	8,4
2,4	3,9	7,2
1,2	5,1	6
	6,3	4,8
	7,5	3,6
	8,7	2,4
	9,9	1,2
	11,1	
	12,3	

E) Ocenění práce:

Na celý proces vykládky jednoho kamionu je zapotřebí jednoho dělníka a jednoho elektrického vozíku.

Hodinová mzda dělníka je 120 Korun českých (Kč).

Abych nějak určila cenu za práci vozíku, převedu si energii na peněžní jednotky. Spotřeba energie vysokozdvizného akumulátorového vozíku je 5 kWh/h⁶, přičemž 1kWh stojí asi 4,50 Kč. Tudíž lze říci, že jedna pracovní hodina vozíku stojí 22,50Kč.

Vozík s dělníkem pracují od 9:25 do 10:00 hod, tedy 35 min. Cesta, kterou za tuto dobu urazili, je 3773, 4 m.

⁶ kWh/h = spotřeba kilowatthodin za hodinu práce.

V tabulce č. 7 byla vypočtena mzda dělníka i pomyslná „mzda“ vozíku s ohledem na časovou délku pracovního výkonu. Poté byla tato celková suma mzdy podělena ujetou metrovou vzdáleno

Tab. 7: Cena za metr a minutu. (Zdroj: Vlastní zpracování)

	Hodnota	Jednotky
Mzda dělníka	120	Kč/ h
"Mzda" vozíku	22,5	Kč/ h
Čas práce	35	min
Ujetá trasa	3773,4	m
Cena dělníka	70	Kč
Cena vozíku	13,125	Kč
Cena celkem	83,125	Kč
Cena za m	0,022029	Kč/m
Cena za min	2,375	Kč/min
Metrů za min.	107,8114	m/min

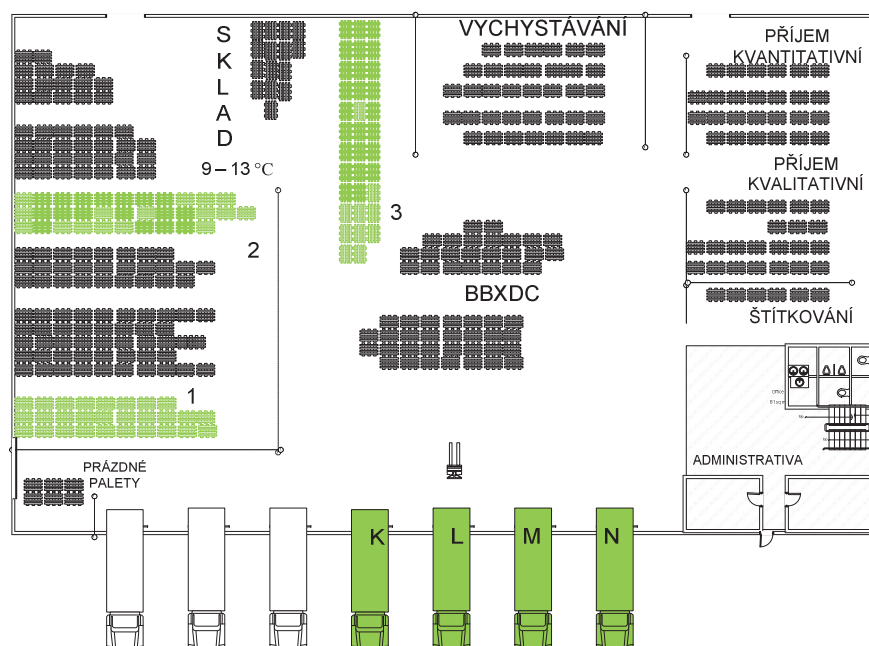
V důsledku předchozího výzkumu jsem dospěla k výpočtu hodnoty jednoho metru práce dělníka s vozíkem a to na 0,022 Kč za metr. Tedy hodnoty přesunu jedné jednotky nákladu o jeden metr.

3.2 PROBLÉM

Nyní, když jsem tímto způsobem ocenila práci, mohu začít řešit distribuční úlohu.

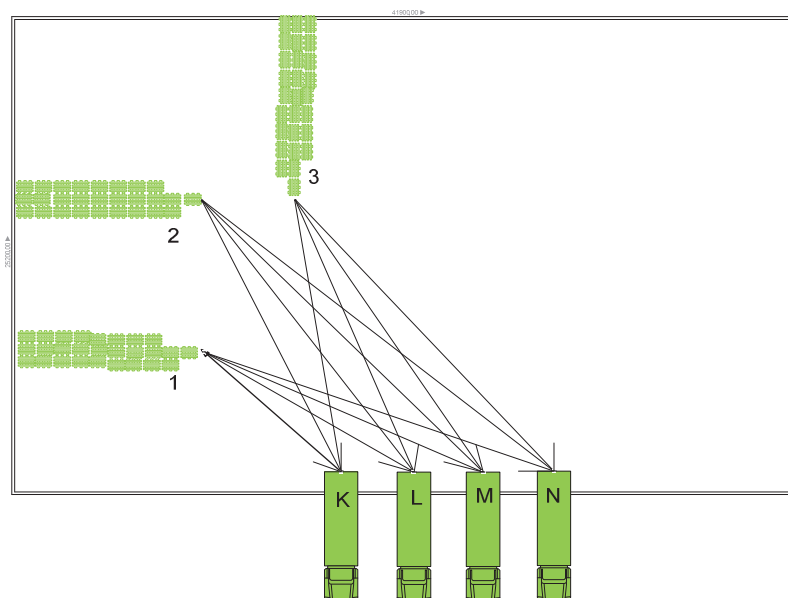
3.2.1 FORMULACE PROBLÉMU

Management řeší otázku, jakým způsobem naložit čtyři kamiony K, L, M, N paletami ze tří stanovišť 1, 2, 3 ve skladu tak, aby nakládka byla co nejefektivnější. Rozmístění stanovišť je naznačeno na obrázku č. 10.



Obr. 10: Rozložení výchozích stanovišť a kamionů⁷. (Zdroj: Vlastní zpracování)

Na obrázku č. 11 je šipkami naznačen směr materiálových toků zboží.



Obr. 11: Materiálové toky. (Zdroj: Vlastní zpracování)

⁷ Výchozí i konečná stanoviště jsou označena zelenou barvou.

Stanoviště č. 2 je místo vykládky kamionu z pomocného problému, stanoviště č. 3 je umístěno na původním místě vychystávání, které zabíralo původně hodně místa. Stanoviště č. 1 je umístěno nejbližší kamionům.

Na první pohled se jedná o typickou distribuční úlohu, popsanou v bodě 1.1.6.2 Dopravní problém:

Optimalizace rozvozu materiálu od dodavatele k zákazníkovi tak, aby byly splněny požadavky zákazníka (většinou se jedná o minimalizaci nákladů na přepravu) (Zimola, 2000).

Řešení pokračuje vyjádřením jednotlivých tras v metrech (m) a poté v Korunách českých (Kč). Korunové náklady představují náklady vynaložené na přesun jedné jednotky nákladu neboli jedné palety o vzdálenost z místa výchozího (1, 2, 3) do místa konečného (K, L, M, N) (viz. tabulka č. 8).

Tab. 8: Ocenění tras. (Zdroj: Vlastní zpracování)

Trasa [odkud, kam]	Vzdálenost [m]	Hodnota [Kč]
[1, K]	16	0,352
[1, L]	21	0,462
[1, M]	26,5	0,583
[1, N]	32	0,704
[2, K]	27	0,594
[2, L]	29,5	0,649
[2, M]	34	0,748
[2, N]	38,5	0,847
[3, K]	23,5	0,517
[3, L]	25,5	0,561
[3, M]	29	0,638
[3, N]	32,5	0,715

3.2.2 FORMULACE EKONOMICKÉHO MODELU

Abych mohla sestavit základní tabulku výpočtu, chybí mi ještě doplnit kapacity výchozích i cílových stanovišť. Kapacity jsou uvedeny v počtech palet.

Kapacita (požadavky) kamionů:

K=33

L=36

M=30

N=33

Kapacita stanovišť:

1=42

2=51

3=39

Výchozí tabulka problému je vyjádřena tabulkou č. 9.

Tab. 9: Výchozí tabulka. (Zdroj: Vlastní zpracování)

Odkud \ Kam					Kapacita
	K	L	M	N	
1	0,352	0,462	0,583	0,704	42
2	0,594	0,649	0,748	0,847	51
3	0,517	0,561	0,638	0,715	39
Požadavky	33	36	30	33	Σ 132

Jedná se o tzv. vybilancovaný dopravní problém, protože sumy kapacit stanovišť výchozích i konečných se shodují.

3.2.3 DEFINICE MATEMATICKÉHO MODELU

Dle předchozích údajů a výchozí tabulky je v tuto chvíli již možno sestavit omezující rovnice a funkci kritériální s tím, že uvažovanými proměnnými jsou jednotlivé objemy, které budou přepraveny mezi stanovišti výchozími a kamiony po jednotlivých trasách. Označím proměnné pořadě x_{11} , x_{12} , x_{13} , x_{14} , x_{21} , x_{22} , x_{23} , x_{24} , x_{31} , x_{32} , x_{33} , x_{34} . Začátek označování proměnných je v pomyslném bodě [1, K] a konec v bodě [3, N] tabulky č. 9.

Kritériální funkce je ve tvaru:

$$\min(0,352x_{11}+0,462x_{12}+0,583x_{13}+0,704x_{14}+0,594x_{21}+0,649x_{22}+0,748x_{23}+0,847x_{24}+0,517x_{31}+0,561x_{32}+0,638x_{33}+0,715x_{34})$$

Rovnice 2: Kritériální funkce. (Zdroj: Vlastní zpracování)

Omezující podmínky jsou ve tvaru rovnic definovány následovně:

$$x_{11}+x_{12}+x_{13}+x_{14}=42$$

$$x_{21}+x_{22}+x_{23}+x_{24}=51$$

$$x_{31}+x_{32}+x_{33}+x_{34}=39$$

$$x_{11}+x_{21}+x_{31}=33$$

$$x_{12}+x_{22}+x_{32}=36$$

$$x_{13}+x_{23}+x_{33}=30$$

$$x_{14}+x_{24}+x_{34}=33$$

Soustava rovnic 2: Omezující podmínky. (Zdroj: Vlastní zpracování)

Omezující podmínky vyjadřují, že budou zcela vyčerpány kapacity výchozích pracovišť a současně naplněny požadavky koncových stanovišť.

3.2.4 ŘEŠENÍ MATEMATICKÉHO MODELU

Pro řešení jsem vybrala tři známé metody řešení: Metodu severozápadního rohu, Indexní metodu a Vogelovu aproximační metodu. Každá metoda má své výhody i nevýhody.

1) Řešení dle Metody severozápadního rohu:

Dle Metody severozápadního (SZ) rohu se v našem případě obsadí pole s proměnnou x_{11} až do vyčerpání požadavků, není-li vyčerpána kapacita, pokračuje se na pole vpravo. Dále se pokračuje o řádek níže do vyčerpání dostupných kapacit i požadavků. Ne vždy se tato metoda vyplatí, protože nebere v úvahu jednotkové náklady, proto ji porovnáme poté s výsledkem metody jiné.

Tabulku řešení představuje pro tento typ výpočtu tabulka č. 10.

Tab. 10: Metoda SZ rohu. (Zdroj: Vlastní zpracování)

Kam Odkud									Kapacita
	K	L		M		N			
1	33	0,352	9	0,462		0,583	0,704	42	
2		0,594	27	0,649	24	0,748	0,847	51	
3		0,517		0,561	6	0,638	33 0,715	39	
Požadavky	33		36		30		33	Σ 132	

Tab. 11: Výsledek Metody SZ rohu. (Zdroj: Vlastní zpracování)

Odkud → Kam	Objem přepravy	Jednotkové náklady	Podíl na celkových nákladech
1 → K	33	0,352	11,616
1 → L	9	0,462	4,158
2 → L	27	0,649	17,523
2 → M	24	0,748	17,952
3 → M	6	0,638	3,828
3 → N	33	0,715	23,595
Σ Nákladů			78,672

Pravidla řešení ještě říkají, abychom zajistili nedegenerovanost řešení. Řešení je *nedegenerované* tehdy, jestliže platí, že počet obsazených polí se rovná $m+n-1$. Proměnné m a n představují počet míst výchozích a koncových. V mnou sledovaném případě platí $3+4-1=6$ a v tabulce vidíme, že obsazených je právě šest polí.

Po výpočtu dle tabulky č. 11 jsou náklady na přepravu všech našich palet rovny 78,672 Kč.

2) Řešení Indexní metodou:

Dle Indexní metody se nejprve obsazují pole s nejnižšími jednotkovými náklady. Vyčerpáme-li požadavky koncových stanovišť, pokračujeme na další pole s nejnižšími náklady. Tak postupujeme do vyčerpání kapacity výchozích stanovišť. Tato metoda sice bere v úvahu náklady, ale ne vždy výhodně, protože po vyčerpání výhodných míst je nutné obsazovat někdy i pole s vyššími náklady právě vyššími objemy přepravy, což v důsledku nemá příznivý efekt.

Tabulka řešení je dána pro výpočet Indexní metodou tabulkou č. 12.

Tab. 12: Indexní metoda. (Zdroj: Vlastní zpracování)

Odkud \ Kam							Kapacita
	K	L	M	N			
1	33	0,352 9	0,462	0,583	0,704		42
2		0,594	0,649 18	0,748 33	0,847		51
3		0,517 27	0,561 12	0,638	0,715		39
Požadavky	33	36	30	33			Σ 132

Tab. 13: Výsledky indexní metody. (Zdroj: Vlastní zpracování)

Odkud → Kam	Objem přepravy	Jednotkové náklady	Podíl na celkových nákladech
1 → K	33	0,352	11,616
1 → L	9	0,462	4,158
2 → M	18	0,748	13,464
2 → N	33	0,847	27,951
3 → L	27	0,561	15,147
3 → M	12	0,638	7,656
Σ Nákladů			79,992

Opět je třeba zkontrolovat nedegenerovanost řešení. Obsazených polí je i v tomto případě právě šest.

Dle této metody činí náklady na přepravu 79,992 Kč (viz tabulka č. 13), což je více, než dle metody předchozí, a tedy mi nevyhovuje.

3) Řešení Vogelovou aproximační metodou:

Tato metoda spočívá v určení diferencí pro každý řádek a sloupec a dle toho obsazování polí (podrobnosti viz kapitola 1.1.6.2.1.3 Vogelova aproximační metoda).

Tab. 14: Vogelova aproximační metoda. (Zdroj: Vlastní zpracování)

Kam Odkud	K	L	M	N	Kapacita	Diference	
1 2 3	33	0,352	0,462	0,583	0,704	42	0,11
		0,594	0,649	0,748	0,847	51	0,055
		0,517	0,561	0,638	0,715	39	0,044
Požadavky	33	36	30	33	Σ 132		
Diference	0,165	0,099	0,055	0,011			
Kam Odkud	K	L	M	N	Kapacita	Diference	
1 2 3	33	9	0,462	0,583	0,704	42	0,121
	-	0,649	0,748	0,847	51	0,099	
	-	0,561	0,638	0,715	39	0,077	
Požadavky	33	36	30	33	Σ 132		
Diference	-	0,099	0,055	0,011			
Kam Odkud	K	L	M	N	Kapacita	Diference	
1 2 3	33	9	-	-	42	-	
	-	0,649	0,748	0,847	51	0,099	
	-	0,561	0,638	33 0,715	39	0,077	
Požadavky	33	36	30	33	Σ 132		
Diference	-	0,088	0,11	0,132			
Kam Odkud	K	L	M	N	Kapacita	Diference	
1 2 3	33	9	-	-	42	-	
	-	0,649	0,748	-	51	0,099	
	-	0,561	6 0,638	33	39	0,077	
Požadavky	33	36	30	33	Σ 132		
Diference	-	0,088	0,11	-			
Kam Odkud	K	L	M	N	Kapacita	Diference	
1 2 3	33	9	-	-	42	-	
	-	27 0,649	24	-	51	0,099	
	-	-	6	33	39	-	
Požadavky	33	36	30	33	Σ 132		
Diference	-	0	0	-			

Tabulka průběžných výpočtů (tabulka č. 14) je v tomto případě poněkud složitější a delší, neboť pro každý krok musí být přepočtena diference (rozdíl nejnižších jednotkových sazeb pro řádek i sloupec). Ovšem tato složitost má svůj význam, protože

metoda bývá považována za nespolehlivější při řešení příkladů podobného rázu. Prioritní difference a dopočet jednotlivých objemů přepravy je označen zelenou barvou.

Jak je vidět dle tabulky č. 14, řešení, neboli poslední řádek průběžných výpočtů, je totožné s tabulkou výsledků Metody severozápadního rohu (tabulka č. 10). Takové řešení budu považovat za výhodné a přiřadím mu nejvyšší prioritu.

3.2.5 ŘEŠENÍ POMOCÍ SOFTWARE MAPLE

Software Maple dokáže úlohy lineárního programování po správném zadání řešit během jediného výpočtu, tedy jednoduše a rychle. Dopravní problém, jenž je ukázkovým příkladem lineárního programování, se přímo nabízí pro řešení tímto počítačovým programem.

Pro náš konkrétní příklad bude sloužit následující vysvětlení postupu práce s Maple.

Postup zadávání příkazů (dle přílohy č. 1):

1) `> restart;`

Provádíme pro jistotu vždy, aby bylo zamezeno ovlivňování dalších výsledků předchozími příklady. Středník na konci vyvolá spuštění zadaného logaritmu.

2) `> with (Optimization) :`

Tímto krokem definujeme požadavek, kterého je třeba dosáhnout, v tomto případě jde o optimalizaci (minimalizaci).

3) `> LPSolve ( x+y, {2x+3y > 10, 5x+2y=7}, assume = {nonnegative, integer});`

„LP“ znamená, že se jedná o lineární programování (z anglického „*Linear Programming*“), „Solve“ vyvolá řešení kritériální funkce „ $x+y$ “ zadané v kulaté závorce⁸ za podmínek, které jsou uvedeny ve složené závorce⁹. Do příkazu „assume“ zadáváme, v jakém tvaru se má vrátit výsledek (pokud je údajů více, opět použijeme složené závorky). Příkaz „nonnegative“ zaručí, že výsledky budou pouze kladná čísla,

⁸ (...)

⁹ {...}

„integer“ zabezpečí, že budou ve formě celých čísel (viz příloha č. 1, příkazový řádek s označením (5.6)).

Výsledek software vrátí v hranatých závorkách¹⁰ ve tvaru:

$[a, [x=b, y=c]]$

Kde a je výsledek, ke kterému se dostaneme dosazením hodnot b a c do původní kritériální funkce „ $x+y$ “ (dle „Maple Help“, uvedeného v příloze č. 1, originálně nazváno „the final minimum value“). Čísla b a c jsou tedy potom hodnoty, kterých nabývají proměnné x a y při minimalizaci kritériální funkce.

3.2.5.1 ŘEŠENÍ KONKRÉTNÍHO PROBLÉMU

Po zadání našich údajů (kritériální funkce, omezující podmínky) dle výše popsaného postupu do Maple byl vrácen výsledek – viz níže na obrázku č. 12.

```
> restart;
> with(Optimization) :
> LPSolve(352 m + 462 n + 583 o + 704 p + 594 q + 649 r + 748 s
+ 847 t + 517 u + 561 v + 638 w + 715 x, { m + n + o + p
= 42000, q + r + s + t = 51000, u + v + w + x = 39000, m + q
+ u = 33000, n + r + v = 36000, o + s + w = 30000, p + t + x
= 33000}, assume = {nonnegative, integer});
[ 78672000 [ m = 33000, n = 9000, o = 0, p = 0, q = 0, r = 27000, s
= 24000, t = 0, u = 0, v = 0, w = 6000, x = 33000 ] ]
```

>

Obr. 12: Řešení příkladu pomocí Maple. (Zdroj: Vlastní zpracování)

Aby nedocházelo ke zbytečným zmatkům v číslech a čárkách, byly proměnné pořadě nahrazeny novými proměnnými tak, aby neobsahovaly indexy:

$x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{21}, x_{22}, x_{23}, x_{24}, x_{31}, x_{32}, x_{33}, x_{34} \rightarrow m, n, o, p, q, r, s, t, u, v, w, x.$

Rovněž byla odstraněna desetinná čísla, a to prostým vynásobením všech čísel tisícem, což na konečný výsledek nemá vliv, ten poté pouze přepočteme, vydělíme tisícem, a náš

¹⁰ [...]

„*the final minimum value*” vydělíme milionem (protože k tomuto výsledku dospějeme vynásobením dvou hodnot, které byly obě násobeny tisícem).

Obě tyto transformace jsou znázorněny v tabulce č. 15.

Tab. 15: Transformace proměnných. (Zdroj: Vlastní zpracování)

Kam Odkud									
	K		L		M		N		Kapacita
1	m	x_{11}	n	x_{12}	o	x_{13}	p	x_{14}	42000
2	q	x_{21}	r	x_{22}	s	x_{23}	t	x_{24}	51000
3	u	x_{31}	v	x_{32}	w	x_{33}	x	x_{34}	39000
Požadavky	33000		36000		30000		33000		Σ 132000

Výsledky hodnot jsou po vydělení a převedení na původní proměnné:

$[78,672, [x_{11} = 33, x_{12} = 9, x_{13} = 0, x_{14} = 0, x_{21} = 0, x_{22} = 27, x_{23} = 24, x_{24} = 0, x_{31} = 0,$

$x_{32} = 0, x_{33} = 6, x_{34} = 33]$

Po převedení těchto výsledků do tabulky obdobné předchozím výsledným tabulkám, dostaneme tabulku č. 16, která je ovšem shodná s tabulkou č. 10 a posledním řádkem tabulky č. 14. Tedy výsledky se shodují s těmi, které jsem dostala řešením dopravního problému Metodou severozápadního rohu a Vogelovou aproximační metodou.

Tab. 16: Řešení pomocí software Maple. (Zdroj: Vlastní zpracování)

Kam \ Odkud	K	L	M	N	Kapacita	
1	33	0,352 9	0,462	0,583	0,704	42
2		0,594 27	0,649 24	0,748	0,847	51
3		0,517	0,561 6	0,638 33	0,715	39
Požadavky	33	36	30	33	Σ 132	

Číslo 78,672, které představuje již zmiňovanou „*the final minimum value*” se také shoduje s celkovými náklady oněch dvou metod.

Tímto jsem tedy potvrdila, že prioritně označený výsledek byl opravdu správný.

Kdybychom chtěli příklad modifikovat, lze využít posuvník, jímž změníme koeficienty (viz kapitola 1.2 Maple).

3.2.6 INTERPRETACE VÝSLEDKŮ

Vrátím-li se zpět k zadání mého problému, dospěla jsme k řešení, tedy určení objemů přepravovaných jednotek z jednotlivých stanovišť tak, aby byly minimalizovány přepravní náklady.

Tyto náklady činí na celý proces 78,672 Kč.

Ze stanoviště 1 odvezeme třicet tři palet do kamionu K, devět palet do kamionu L, ze stanoviště 2 přepravíme dvacet sedm palet do kamionu L, a dvacet čtyři do kamionu M a nakonec ze stanoviště 3 šest palet do kamionu M a třicet tři do kamionu N.

Lze usoudit, že řešení tohoto konkrétního případu je zjevné na první pohled. Avšak zde se nekalkuluje s druhem zboží, počtem kartonů na paletě apod. Potom by mohl úlohu tento počet ovlivňovat. Různý druh zboží má také jinou hmotnost a může tím ovlivnit i rychlost vozíku.

Tuto metodu lze ovšem využít i u složitějších typů příkladů, kde nebude vyrovnaný počet kapacit výchozích a koncových stanovišť – kdy bude převis poptávky, či nabídky.

V tomto případě je tedy evidentní, že pomocí lineárního programování jsou dobře řešitelné i úkoly nevýrobní sféry. Každá služba, každý úkon, i virtuální, lze převést na peněžní jednotky, jež poté slouží jako ocenění, se kterým se dostaneme z definice problému na problém ekonomicky a posléze matematicky vyjádřený.

3.3 NÁVRHY A DOPORUČENÍ

Z výše získaných výsledků lze usoudit, že i management podniku, který poskytuje služby, může využít při svém rozhodování poznatky z matematických disciplín.

V první řadě se určí odpovědnost (pracovník, tým) za řešený problém. Tento odpovědný celek poté zvolí, jakou metodou je nejvhodnější problém řešit. Bude-li rozhodnuto, že je zde na místě využít jako optimalizační nástroj právě lineární programování, bude se postupovat dle pravidel operačního výzkumu.

Úkony, které budou předmětem optimalizace, by měly být nejprve přesně definovány ve formě písemné deskripce – průběh jednotlivých operací, prvky do procesu vstupující, které z nich jsou ovlivnitelné a které nikoli, a jsou-li efektivně využívány. Tento popis se poté převede na formulaci ekonomického modelu.

Ekonomický model již představuje zjednodušení reality vyloučením nepodstatných informací. V této fázi definujeme cíl prováděné analýzy (minimalizace nákladů, maximalizace zisku apod.), procesy, které přímo ovlivňují naše cíle, a aspekty do nich vstupující. Poté určíme vztahy mezi cíli, procesy a aspekty.

Ve chvíli, kdy máme definovaný ekonomický model, můžeme přejít k formulaci modelu matematického. Ten předchozí poznatky převádí do formy rovnic, nerovnic a dalším forem matematického prostředí, které jsou již řešitelné určitými postupy, popřípadě pomocí informačních a komunikačních technologií (ICT). Získaný model je poté řešen, v praxi především zmiňovanými ICT a výsledky jsou interpretovány. Zde je třeba zjistit, zda výsledky odpovídají našim původním představám, tedy splňují-li cíle a vedou-li opravdu ke zlepšení řešené situace.

Pokud se dospěje k závěru, že aplikace výsledků v praxi bude přínosem a že jsme ve výzkumu neopomenuli žádné důležité aspekty, může management přejít k implementaci výsledků do reálných procesů.

ZÁVĚR

Hlavním cílem bakalářské práce bylo ověřit, zda lze i v nevýrobním podniku, který je poskytovatelem služeb, využít lineárního programování, jedné z metod operačního výzkumu, při rozhodování o procesech.

Vedlejším cílem, nezbytným k naplnění hlavního cíle, bylo zjištění, jak určitý proces převést na matematicky vyjádřený a poté řešitelný problém. Tento matematický model měl být vyhodnocen a konfrontován s řešením získaným pomocí software Maple.

Výsledkem mé práce je faktické zjištění, že i nevýrobní podnik může při řešení interních či externích problémů využít poznatky exaktních věd, v tomto případě lineárního programování, protože i úkony v nevýrobním podniku lze matematicky vyjádřit a řešit.

I z původně složitého problému lze pomocí jednoduchých metod dospět k poměrně přehledným výsledkům, jež jsou poté aplikovatelné v praxi.

Ve výrobním podniku jsou přesně nastaveny časy, sazby, počty pracovníků a vyrobených kusů. V podniku poskytujícím služby bývají tyto hodnoty velmi proměnlivé. Avšak i z počáteční různorodosti je možné vyvodit určité zákonitosti a závislosti, které mohou sloužit jako metodika pro procesy obdobného charakteru.

Pokud vytvoříme určitý kvalitativní popis problému, je třeba jej následně kvantifikovat. Jinými slovy, problém v podniku musíme nejprve převést na ekonomický a poté na matematický model, a to oceněním procesů a vyjádřením vstupujících faktorů a jejich vzájemných vztahů dle pravidel pomocí proměnných, tabulek, rovnic, nerovnic a jiných matematických struktur. Aplikací již historicky propracovaných a algoritmizovaných metod matematiky (v našem případě lineárním programováním) pak problém lze řešit. Matematický model již poskytne určitá řešení, reálné výsledky, které je však nutné správně ekonomicky interpretovat. Z toho důvodu je rozumné využít dalších kontrolních mechanismů a neopomenout předpoklady plynoucí z ekonomické reality, které ovlivní zmíněnou ekonomickou interpretaci matematicky získaných výsledků. Poté již lze navrhnout jejich použití v praxi, přímo i v souvislostech s dalšími podmínkami.

Po implementaci do praxe je nutné zjistit, zda navržený opravný postup je efektivní z hlediska očekávání. Stručně řečeno, zda došlo opravdu ke zlepšení procesů firmy, které bylo třeba zlepšit. Tato zpětná vazba je neméně důležitým prvkem operačního výzkumu, kterou nelze vynechat.

Pro ověření správnosti výsledků byl použit celosvětově rozšířený počítačový systém Maple, produkt kanadské firmy Maplesoft, Inc., jež se přímo nabízí pro řešení problematiky lineárního programování. S jeho využitím je možno řešit i rozsáhlé problémy ve velmi krátkém čase. Problémy lze modifikovat a simulovat. Proto tento postup považuji za přínosný především pro využití v praxi. Vzhledem k algoritmizaci problému a hojnému nasazování prostředků informačních a komunikačních technologií, již řada software obsahuje předdefinované procedury řešící tyto konkrétní problémy.

Během řešení problematiky se mi otevřela řada dalších oblastí, kterými bych se v budoucnu ráda zabývala.

SEZNAM ZDROJŮ

- [1] ANDERSON, David R., et al. *An Introduction to Management Science : Quantitative Approaches to Decision Making*. Fifth Edition. USA : West Publishing Company, 1991. 812 s. ISBN 0-314-62969-6.
- [2] DORDA, Michal. 2. část: Základy matematického programování, dopravní úloha. VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ - TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA. *InNet: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava*. [online]. © 2012 [cit. 2012-05-09]. Dostupné z: <http://homel.vsb.cz/~dor028/Dopravni_uloha.pdf>.
- [3] HORTIM-INTERNATIONAL S.R.O. *Příručka jakosti*. Brno: Hortim International s.r.o., 2006. 47s.
- [4] HORTIM-INTERNATIONAL S.R.O. *Zpráva auditora a účetní závěrka k 31. prosinci 2010*. Brno: Hortim-International s.r.o., 2011. 26 s.
- [5] JABLONSKÝ, Josef. *Operační výzkum*. II. vydání. Praha : Ediční oddělení VŠE Praha, 1998. 297 s. ISBN 80-7079-597-2.
- [6] *GeoPed*. [online]. c2010 [cit. 2011-10-30]. Obrysové (slepé) mapy. Dostupné z www: <<http://www.geoped.cz/album/obrysove-slepe-mapy/#ceskoslovensko-obrys-jpg>>.
- [7] HŘEBÍČEK, Jiří, et al. *Úvod do matematického modelování s využitím Maple*. [online]. Brno : Institut biostatistiky a analýz MU, 2010 [cit. 2011-11-22]. Dostupné z www: <http://www.iba.muni.cz/esf/res/file/Uvod_do_MM_el_verze.pdf>.
- [8] CHVÁTALOVÁ, Zuzana. *Malý Maple manuál*. [online]. c2011 [cit. 2011-10-30]. Dostupné z www: <http://www.maplesoft.cz/sites/default/files/img/manual_chvatalova.pdf>.
- [9] *Karat - Informační systém*. [online]. c2008 [cit. 2011-10-30]. Komplexní ERP podnikový informační systém KARAT. Dostupné z www: <<http://www.karatsoftware.cz/>>.

[10] LIŠKA, Miroslav. Dopravní problém. OSTRAVSKÁ UNIVERZITA. *WWW server uživatelů na Ostravské univerzitě*. [online]. 18.11.2008 [cit. 2012-05-10]. Dostupné z: <<http://www1.osu.cz/studium/mopv2/doprav/>>.

[11] LIŠKA, Miroslav. *Operační výzkum*. OSTRAVSKÁ UNIVERZITA. *WWW server uživatelů na Ostravské univerzitě*. [online]. 18.11.2008 [cit. 2011-11-21]. Dostupné z www: <<http://www1.osu.cz/studium/xmop1/aspekty2.htm>>.

[12] ZIMOLA, Bedřich. *Operační výzkum*. [online]. druhé nezměněné vydání. Zlín : Vysoké učení technické v Brně, Fakulta managementu a ekonomiky ve Zlíně, 2000 [cit. 2011-11-21]. Dostupné z [www: <https://www.turnovfree.net/~stybla/skola/czu/tretak/sam/c/mat/ostatni/Operacni_vyzkum_skripta.pdf>](https://www.turnovfree.net/~stybla/skola/czu/tretak/sam/c/mat/ostatni/Operacni_vyzkum_skripta.pdf). ISBN 80-214-1664-5.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: The decision-making process.	12
Obr. 2: Fáze aplikace operačního výzkumu.....	16
Obr. 3: Ukázka jednoduchého grafu (6 uzlů, 9 hran).	19
Obr. 4: Schéma vybilancovaného dopravního problému.....	22
Obr. 5: Posuvník.	25
Obr. 6: Rozmístění poboček.	26
Obr. 7: Organizační struktura.	29
Obr. 8: Rozložení skladu.	36
Obr. 9: Vzdálenosti uražené vozíkem.....	37
Obr. 10: Rozložení výchozích stanovišť a kamionů.....	40
Obr. 11: Materiálové toky.....	40
Obr. 12: Řešení příkladu pomocí Maple.....	48

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Formulace ekonomického modelu dopravního problému.....	23
Tab. 2.: Finanční situace.	30
Tab. 3: Vývoj tržeb v letech 2000-2008 v milionech korun.	31
Tab. 4: Obsah kamionu.	34
Tab. 5: Průběh vykládky.....	35
Tab. 6: Vzdálenosti uražené vozíkem.....	38
Tab. 7: Cena za metr a minutu.....	39
Tab. 8: Ocenění tras.	41
Tab. 9: Výchozí tabulka.....	42
Tab. 10: Metoda SZ rohu.....	43
Tab. 11: Výsledek Metody SZ rohu.....	44
Tab. 12: Indexní metoda.	45
Tab. 13: Výsledky indexní metody.....	45
Tab. 14: Vogelova aproximační metoda.....	46
Tab. 15: Transformace proměnných.....	49
Tab. 16: Řešení pomocí software Maple.....	49

SEZNAM ROVNIC

Rovnice 2: Účelová funkce vyrovnaného dopravního problému.	23
Rovnice 3: Kriteriační funkce.	42

SEZNAM SOUSTAV ROVNIC

Soustava rovnic 1: Ukázka matematického programování.....	18
Soustava rovnic 2: Omezující podmínky.....	43

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Vývoj tržeb.	31
---------------------------	----

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Podpora práce se software Maple „ <i>Maple Help</i> “.....	58
---	----

Optimization[LPSolve] - solve a linear program

Calling Sequence

LPSolve(obj, constr, bd, opts)

Parameters

- obj - algebraic; linear objective function
- constr - (optional) set(relation) or list(relation); linear constraints
- bd - (optional) sequence of name = range; bounds for one or more variables
- opts - (optional) equation(s) of the form option = value where option is one of assume, binaryvariables, depthlimit, feasibilitytolerance, infinitebound, initialpoint, integertolerance, integervariables, iterationlimit, maximize, nodelimit or output; specify options for the LPSolve command

Description

- The LPSolve command solves a **linear program** (LP), which involves computing the **minimum** (or **maximum**) of a linear **objective function** subject to linear **constraints**.
- Continuous, integer, mixed-integer and binary (or zero-one) LPs can be solved. Throughout this page, the term **integer programming** is used to represent all forms of integer programs. Integer programs are specified using the **assume**, **integervariables** or **binaryvariables** options. See the following **Integer Programming Options** section for more information.
- This help page describes the use of the LPSolve command when the LP is specified in algebraic form. A summary of this form is given in the [Optimization/AlgebraicForm](#) help page. LPSolve also recognizes the problem in Matrix form (see the [LPSolve \(Matrix Form\)](#) help page). Matrix form leads to more efficient computation, but is more complex.
- The first parameter **obj** is the objective function, which must be a linear algebraic expression. The second parameter **constr** is optional and is a set or list of relations (of type ' $\leq$ ' or ' $=$ '), linear in the problem variables. The problem variables are the indeterminates of type **name** found in **obj** and **constr**. They can also be specified using the **variables** option.
Bounds on one or more of the variables are given as additional arguments, each of the form **varname = varrange** where **varname** is a variable name and **varrange** is its range. The range endpoints can include values of type **infinity**. Non-negativity of the problem variables is not assumed by default, but can be specified with the **assume = nonnegative** option.
- Maple returns the solution as a list containing the final minimum (or maximum) value and a point (the extremum). If the **output = solutionmodule** option is provided, then a module is returned. See the [Optimization/Solution](#) help page for more information.
- If you only need a **feasible** point for the problem, use 0 as the first argument to LPSolve followed by constraints and/or bounds.
- The [Optimization\[ImportMPS\]](#) command can be used to import MPS(X) data files. This command returns a combined Matrix and Vector representation of the LP that can be sent to the LPSolve command using the Matrix form of input. For more information, see the [LPSolve \(Matrix Form\)](#) help page.

General Options

The **opts** argument can contain one or more of the following options. These options apply to all forms of LPs accepted by the **LPSolve** command and are described in more detail in the [Optimization/Options](#) help page. See the following **Integer Programming Options** section for additional options that only apply to integer programs.

- **assume = nonnegative** -- Assume all variables are non-negative.
- **feasibilitytolerance = realcons(positive)** -- Set the maximum absolute allowable constraint violation.
- **infinitebound = realcons(positive)** -- Set any value of a variable greater than the **infinitebound** value to be equivalent to infinity during the computation.
- **initialpoint = set(equation) or list(equation)** -- Use the provided initial point, which is a set or list of equations **varname = value**.
- **iterationlimit = posint** -- Set the maximum number of iterations performed by the active-set algorithm.
- **maximize** or **maximize = true/false** -- Maximize the objective function when equal to **true** and minimize when equal to **false**. The option '**maximize**' is equivalent to **maximize = true**. The default is **maximize = false**.
- **output = solutionmodule** -- Return a module as described in the [Optimization/Solution](#) help page.
- **variables = list(name) or set(name)** -- Specify the problem variables.

Integer Programming Options

The **opts** argument can contain one or more of the following options. These options only apply to integer programs and are described in more detail in the [Optimization/Options](#) help page.

- **assume = binary, integer or nonnegint** -- Assume all variables take on binary (0 or 1), integer or non-negative integer values.
- **binaryvariables = list(name) or set(name)** -- Specify the problem variables that only take the values 0 or 1.
- **depthlimit = posint** -- Set the maximum depth of the branch-and-bound tree.
- **integertolerance = realcons(positive)** -- Specify the maximum acceptable absolute violation in a value for it to be considered an integer.
- **integervariables = list(name) or set(name)** -- Specify the problem variables that only take integer values.
- **odelimit = nonnegint** -- Set the maximum number of nodes searched in the branch-and-bound tree. A value of 0 means all nodes are investigated.

Notes

- For continuous problems, the **LPSolve** command uses an iterative active-set method implemented in a built-in library provided by the Numerical Algorithms Group (NAG). An initial point can be provided using the **initialpoint** option. Otherwise, a default point is used.
- Integer programs are solved using a **branch-and-bound** strategy in which a tree of nodes is created. Each node corresponds to a continuous LP subproblem which is solved using the active-set method.

- The computation is performed in floating-point. Therefore, all data provided must have type `realcons` and all returned solutions are floating-point, even if the problem is specified with exact values. For more information about numeric computation in the [Optimization](#) package, see the [Optimization/Computation](#) help page.
- Although parameters `constr` and `bd` are optional, `LPSolve` returns an error if it does not detect at least one constraint (in the form of a general constraint), a bound, or the `assume = nonnegative` option.
- `LPSolve` returns an error if the problem is `infeasible`. If the problem appears to be `unbounded`, `LPSolve` issues a warning and returns the last computed result. This result may be meaningless.
- Although the `assume` option is accepted, general assumptions are not supported by commands in the [Optimization](#) package.

▼ Examples

```
> with(Optimization)
```

Use `LPSolve` to minimize a linear function of two variables subject to four linear constraints.

```
> LPSolve(-4 x - 5 y, {x + 2 y ≤ 6, 5 x + 4 y ≤ 20, 0 ≤ x, 0 ≤ y})
[ -19., [x = 2.66666666666666741, y = 1.66666666666666630]] (5.1)
```

Use the `assume = nonnegative` option instead of including non-negative constraints explicitly.

```
> LPSolve(-x - y, {y ≤ 3 x + 1/2, y ≤ -5 x + 2}, assume = nonnegative)
[ -1.250000000000000, [x = 0.187500000000000000, y = 1.06250000000000022]] (5.2)
```

Simple bounds can be added separately.

```
> LPSolve(-6 x + 4 y + z, {5 x - 10 y ≤ 20, 2 z - 3 y = 6, -x + 3 y ≤ 3}, x = 1 .. 20, y = 0 .. ∞)
[ -66.50000000000000, [x = 17.999999999999964, y = 6.999999999999911, z = 13.499999999999964]] (5.3)
```

Use the `maximize` option to maximize the objective function.

```
> LPSolve(-7 x + 2 y, {4 x - 12 y ≤ 20, -x + 3 y ≤ 3}, x = -5 .. 5, y = 0 .. ∞, maximize)
[ 21., [x = -3., y = 0.]] (5.4)
```

Use the `integer` option to solve integer programming problems.

```
> LPSolve(-5 x - 7 y, {7 x + y ≤ 35, -x + 3 y ≤ 6}, assume = integer)
[ -41, [x = 4, y = 3]] (5.5)
```

The `nonnegint` option can be used to get non-negative integer values.

```
> LPSolve(2 x + 5 y, {3 x - y = 1, x - y ≤ 5}, assume = {nonnegative, integer})
[ 12, [x = 1, y = 2]] (5.6)
```