

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra systémového inženýrství



Bakalářská práce

Model řízení zásob pro malý podnik

Adéla Albrechtová

© 2017 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Adéla Albrechtová

Provoz a ekonomika

Název práce

Model řízení zásob pro malý podnik

Název anglicky

Inventory management model for small business

Cíle práce

Hlavním cílem bakalářské práce je vytvořit analytický model zásob a minimalizovat celkové roční náklady malého podniku. Pro naplnění hlavního cíle jsou definovány dílčí cíle:

1. Zvolit vhodný typ analytického modelu
2. Sestavit model dle dostupných informací

Metodika

Za účelem naplnění hlavního i dílčích cílů budou použity tyto metodické kroky:

1. Prostudování specializované literatury, získání znalostí z problematiky zásob a jejich řízení. Popis modelů, strategií a metod řízení zásob.
2. Vymezení reálné situace, popis problematiky řízení zásob ve vybraném podniku a vypracování charakteristiky o podniku.
3. Výběr vhodného typu modelu pro sestavení analýzy ve vybraném podniku.
4. Popis vybraného modelu, sestavení modelu a zpracování získaných dat o daném podniku.
5. Provedení analýzy získaných dat, porozumění dané problematice a následné zpracování.
6. Prezentace výsledků získaných pomocí analýzy ve formě textu, tabulek a grafů. Porovnání s teoretickými znalostmi.
7. Interpretace výsledků, provedení ekonomické analýzy a případné navržení konkrétních změn v podniku.

Doporučený rozsah práce

30-40 s.

Klíčová slova

operační výzkum, model řízení zásob, stochastický model, bod znovuobjednávky

Doporučené zdroje informací

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. KATEDRA OPERAČNÍ A SYSTÉMOVÉ ANALÝZY, – DŮMEOVÁ, L.
Stochastické modely I. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta, 2005.
ISBN 80-213-1371-4.

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

JABLONSKÝ, J. *Operační výzkum : kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování.* Praha: Professional Publishing, 2004. ISBN 80-86419-42-8.

Modely řízení zásob I, Ing. L.Důmeová, Ing. M.Beránková

Stochastické modely operačního výzkumu, Bohdan Linda

ŠUBRT, T. *Ekonomicko-matematické metody.* Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2011. ISBN 978-80-7380-345-2.

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Roman Kvasnička, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra systémového inženýrství

Elektronicky schváleno dne 30. 11. 2016

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 30. 11. 2016

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 08. 03. 2017

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Model řízení zásob pro malý podnik" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 15.3.2017

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Romanu Kvasničkovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky, které mi pomohly při vypracování této bakalářské práce.

Dále bych ráda poděkovala společnosti Benol s.r.o., konkrétně Josefu Čápovi, za poskytnutí potřebným dat pro vypracování praktické části.

Na závěr bych chtěla poděkovat Bc. Tomáši Albrechtovi a své rodině za podporu a konzultaci, kterou mi při této práci poskytli.

Model řízení zásob pro malý podnik

Abstrakt

Bakalářská práce „Model řízení zásob pro malý podnik“ se zaměřuje na problematiku řízení zásob. Cílem této práce je vhodný výběr, následné správné definování a sestavení analytického modelu zásob. Zároveň je důležité, aby celkové roční náklady malého podniku byly co minimální. Bakalářská práce se skládá z části teoretické a části praktické. V první zmíněné části budou popsány nákladově orientované modely, doba a rychlost obratu zásob a model se stochastickou poptávkou. V části druhé bude tato teorie převedena do praxe a vypočteny příklady, díky kterým bude na závěr zhodnocen vybraný podnik a navrhnutá nová inovativní řešení.

Klíčová slova: Operační výzkum, teorie zásob, model řízení zásob, nákladově orientované modely, stochastická poptávka, bod znovuobjednávky, velikost objednávky

Inventory management model for small business

Abstract

The Bachelor's Thesis „Inventory management model for small business“ focuses on the area of inventory management. The aim of this work is appropriate choice, correct definition and create an analytical model of inventories. It is also important that the total annual cost of a small business will be minimal. The Bachelor's Thesis is divided into theoretical and practical part. In the first part of the thesis will be discussed about cost-oriented models, time and speed of inventory turnover and model with stochastic demand. The second part consists of implementation of the theory into practice and calculation of the examples, which will contribute to make a final evaluation of the selected company and suggest new innovative solutions.

Keywords: Operation research, theory of inventory, inventory management model, cost-oriented models, stochastic demand, reorder point, size of order

Obsah

1	Úvod	12
2	Cíl práce a metodika	13
2.1	Cíl práce	13
2.2	Metodika	13
3	Teoretická východiska	15
3.1	Operační výzkum	15
3.1.1	Historie.....	15
3.1.2	Podstata operačního výzkumu	16
3.1.3	Matematické modelování.....	16
3.1.4	Klasifikace	19
3.2	Metody operačního výzkumu	20
3.2.1	Teorie zásob	23
3.2.2	Modely řízení zásob.....	24
3.2.3	Nákladově orientované modely	26
3.2.4	Model se stochastickou poptávkou	27
3.2.4.1	Model se stochastickou poptávkou a znovuobjednávkou.....	29
3.2.4.1.1	<i>Marginální přístup- optimální objednáací úroveň</i>	30
4	Vlastní práce	34
4.1	Představení podniku	34
4.1.1	Dodavatelé společnosti	34
4.1.2	Odběratelé společnosti	35
4.1.2.1	Prodané zboží.....	35
4.1.3	Skladovací podmínky	37
4.2	Tvorba modelů	38
4.2.1	Doba obratu zásob	38
4.2.2	Náklady podniku	40
4.2.3	Velikost objednávky, optimální objednáací úroveň	41
5	Výsledek a diskuze	45
6	Závěr	47
7	Seznam použitých zdrojů	48
7.1	Literatura.....	48
7.2	Internetové zdroje	48

Seznam obrázků

Obrázek 1 Fáze při aplikaci operačního výzkumu.....	17
Obrázek 2 Klasifikace operačního výzkumu	19
Obrázek 3 Ukázka jednoduchého grafu.....	21
Obrázek 4 Systém hromadné obsluhy	22
Obrázek 5 Proces obrátky	24
Obrázek 6 Stav zásob při stochastické poptávce	28
Obrázek 7 Marginální náklady	32
Obrázek 8 Areál uhelných skladů Benol s.r.o.	38

Seznam tabulek

Tabulka 1 Přehled základních proměnných v modelech řízení zásob	26
Tabulka 2 Důsledky rozhodnutí v modelech se stochastickou poptávkou	28
Tabulka 3 Proměnné v modelech se stochastickou poptávkou a znovuobjednávkou	30
Tabulka 4 Přehled dodavatelů paliv.....	34
Tabulka 5 Výpočet ukazatelů aktivity	39
Tabulka 6 Porovnání tržeb a zásob za rok 2014 a 2015	39
Tabulka 7 Výsledky 1. část.....	46
Tabulka 8 Výsledky 2. část.....	46

Seznam grafů

Graf 1 Přehled prodaného zboží	36
--------------------------------------	----

1 Úvod

Operační výzkum a jeho metody je rozsáhlé téma, se kterým se lze setkat v běžném životě a v praxi. Při aplikaci těchto metod například ve vybraném podniku je vždy nezbytné hledat optimální řešení, které by nejvíce vyhovovalo dané situaci a společnosti.

Zásoby, které patří do oběžného majetku, jsou významnou položkou každého podniku. Ve firmě jsou vázány do 1 roku a hlavním účelem je přeměna ve finanční prostředky. Pro podnik je nezbytné udržovat optimální úroveň oběžného majetku, která vypovídá o dobrém hospodářském zdraví podniku. Je tedy nezbytné zásoby určitým způsobem řídit, aby nedocházelo k situaci hromadění, nebo naopak nedostatku, výroba byla plynulá a podniku nevznikaly příliš velké náklady.

V bakalářské práci „Model řízení zásob pro malý podnik“ bude nejprve popsána teoretická stránka problematiky, následně převedena do praxe a ověřena na výpočtech. Aby došlo k nalezení optimálního řešení daného problému pomocí příslušného analytického modelu, budou spočítány náklady podniku, velikost objednávky a objednávkové úrovně tak, aby celkové náklady podniku byly co minimální.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem této práce je sestavit analytický model zásob a minimalizovat celkové roční náklady. Aby byl dosažen tento cíl, je nezbytné definovat cíle dílčí. Jedním z těchto částečných úkolů je zvolit vhodný typ analytického modelu, který by splňoval všechny zvolené požadavky. Dalším dílčím cílem je tento vhodný model sestavit dle dostupných informací získaných o společnosti. Pro splnění cílů, jak už dílčích či hlavních, byly sestaveny následné metodické kroky.

2.2 Metodika

Jak již bylo řečeno v předchozí části, pomocí následujících kroků bude dosaženo definovaných cílů práce.

Počátečním metodickým krokem je prostudování konkrétní literatury a získání tak znalostí z problematiky teorie zásob. Nejprve je nutné zmapovat oblast operačního výzkumu, jeho historii, podstatu a klasifikaci. Podstatné je popsat metody operačního výzkumu, díky kterým lze definovat modely řízení zásob.

Dalším krokem je zmapování problematiky nákladově orientovaných modelů teorie zásob. Definováním výpočtových vzorců pak lze jednotlivé náklady, které v podniku nastanou, vyčíslit.

Podstatnou část metodiky tvoří vhodný analytický model a to model se stochastickou poptávkou a znovuobjednávkou. Vhodný teoretický popis modelu s příslušnými vzorci je pak velmi důležitý pro analýzu podniku v praktické části.

Následným krokem metodiky je vypracování charakteristiky zvoleného podniku Benol s.r.o., stručný popis fungování společnosti a zaměření především na zboží a skladování.

Následně je provedena analýza zásob. Nejprve je spočtena doba a rychlost obratu zásob, poté celkové roční náklady podniku a nakonec velikost objednávky a objednáací úroveň pomocí marginálního přístupu. Potřebné vzorce pro výpočet těchto hodnot lze nalézt v praktické části.

Na závěr jsou zhodnoceny výsledky analytického modelu a celkových ročních nákladů. Společnosti jsou následně navržena nová inovativní řešení a posouzeny přínosy této bakalářské práce.

3 Teoretická východiska

3.1 Operační výzkum

Operační výzkum (jako anglo-americké ekvivalenty tohoto termínu lze uvést operational research, operations research nebo management science) je možné charakterizovat jako vědní disciplínu nebo spíše soubor relativně samostatných disciplín, které jsou zaměřeny na analýzu různých typů rozhodovacích problémů (Jablonský, 2002, s. 9). Tyto rozhodovací problémy mají většinou více možných výsledků, je tedy nezbytné najít optimální řešení neboli nejlepší řešení pro dosažení daného cíle. Univerzálně definovat operační výzkum není však možné.

3.1.1 Historie

Určit přesný vznik operačního výzkumu jako separované vědní disciplíny je velice složité, prakticky nemožné. Počátky operačního výzkumu byly zaznamenány již ve 30. a 40. letech minulého století. Jako důležité osobnosti zde lze zmínit například L. Kantoroviče a G. B. Dantziga, kteří vytvořili a definovali lineární programování. L. Kantorovič také mimo jiné získal v roce 1975 Nobelovu cenu za ekonomii.

Rozvoj operačního výzkumu nastává především ve dvou obdobích. Nejprve za 2. světové války, kdy došlo k vytvoření speciálních týmů pro analýzu složitých, strategických a taktických vojenských problémů a operací, ale především potom během 50. let, ve kterých dochází ve světě k bouřlivému poválečnému ekonomickému rozvoji (Jablonský, 2002, s. 9). V této době docházelo k rozvoji jednotlivých disciplín operačního výzkumu. Tato situace vyplývala z praktických potřeb, kdy některé obecně používané modely a postupy vznikaly v rámci příslušných praktických studií. Důležitou roly při rozvoji této vědní disciplíny je i rozvoj výpočetní techniky.

V současnosti dochází ke stálému rozvoji a inovacím operačního výzkumu. Pořádají se různé odborné konference a jsou vydávány nové publikace a odborné časopisy zaměřené na tuto problematiku.

3.1.2 Podstata operačního výzkumu

Podstatu operačního výzkumu lze vcelku snadněji vysvětlit vyjádřením tohoto termínu jako výzkum operací. Tímto termínem lze získat spoustu informací o operačním výzkumu a oblastech jeho aplikací. Operační výzkum nachází aplikace všude tam, kde se jedná o analýzu a koordinaci provádění operací v rámci nějakého systému (Jablonský, 2002, s. 9). Podstatou operačního výzkumu je zajistit co nejlepší fungování celého systému, kde je potřeba určit co nejlepší vzájemný vztah nebo úroveň operací. Pro určení funkčnosti, ať už správné či horší, je nutné stanovit kritéria.

Operační výzkum lze popsat také jako způsob, jak nalézt optimální řešení pro daný problém. Vykonávání operací však nemůže být absolutně nezávislé, musí být respektována omezení, která ovlivňují chod celého systému.

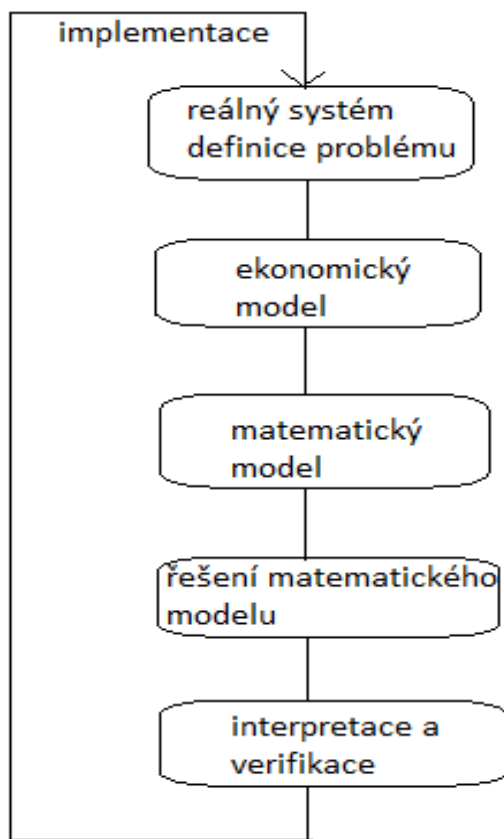
3.1.3 Matematické modelování

Matematické modelování je základním nástrojem operačního výzkumu, prostřednictvím kterého můžeme analyzovat různé systémy. K jeho základním výhodám patří:

- provedení strukturalizace systému a určení možné varianty stavů, které mohou nastat i při neomezeném množství,
- možnost zkrácení času při analýze chování– procesy, které v reálném systému trvají dny či roky mohou být simulovány na zlomky sekund,
- snadnost provádění velkého množství experimentů díky změnám jejich parametrů, snadná manipulace,
- nižší náklady oproti experimentování se skutečným systémem.

Při řešení reálného rozhodovacího problému operačního výzkumu můžeme situaci rozdělit na několik navazujících fází.

Obrázek 1 Fáze při aplikaci operačního výzkumu



Zdroj: Jablonský (2002, s. 11), vlastní úprava autora

Z obrázku číslo 1 je patrné, že nejprve je třeba v rámci aplikace modelů operačního systému rozpoznat problém reálného systému a následně ho definovat. Je tedy důležité najít tým odborníků nebo vedoucích pracovníků, kteří tento problém dokážou definovat a následně řešit.

Dalším krokem je definice ekonomického modelu v této situaci. Ekonomický model lze charakterizovat jako zjednodušený popis reálného systému, který obsahuje s ohledem na analyzovaný problém pouze nejpodstatnější prvky a vazby mezi nimi (Jablonský, 2002, s. 11). V tomto modelu by nemělo chybět:

- Stanovení cíle analýzy, neboli definovat cílový stav tohoto systému. Za cíl můžeme stanovit například maximalizaci zisku, minimalizaci rizika, minimalizaci nákladů nebo minimalizaci prostojů při rozhodování.
- Popis procesů neboli reálné aktivity, která probíhá v tomto reálném systému a ovlivňuje cíl analýzy. Důležitým faktorem může být intenzita, která působí na náš stanovený cíl. Příkladem situace může být nějaký výrobní program,

kde procesem je výroba produktu a intenzitou procesu je velikost výroby, která má vliv na cílový stav, například na minimalizaci nákladů.

- Definice činitelů, kteří ovlivňují celé řady procesů. Intenzita těchto procesů nemůže být neomezená, musí být respektovány různé faktory, které na proces působí. Za činitele můžeme považovat spotřebu omezených zdrojů při výrobě, předem určené nároky na objem výroby, nebo například nutnost dodržet při výrobě zadané relace mezi jednotlivými výrobky či produkty.

- Popis vzájemného vztahu mezi všemi částmi ekonomického modelu – cíl analýzy, procesy a činitelé. Například v situaci, kdy procesem je výroba produktu, činitelem je spotřeba materiálu a cílem maximalizace zisku je nezbytné definovat, kolik se spotřebuje materiálu na výrobu daného produktu a jak velký zisk tato výroba přinese.

Následujícím krokem je vyjádření matematického modelu. Tento model získáme převedením z modelu ekonomického, který je svým způsobem slovním a numerickým popisem nějakého problému. Matematický model zahrnuje totožné prvky jako model ekonomický, avšak s trochu jinou definicí:

- definice cíle analýzy je určena pomocí lineárních, nebo nelineárních funkcí n proměnných, cíl analýzy však nemusí být definován,
- procesy v tomto modelu vyjadřují proměnné, intenzita procesu je charakterizována hodnotami proměnných,
- činitelé v matematickém modelu oproti činitelům v modelu ekonomickém bývají definováni rozdílně, záleží na druhu analyzovaného problému, nejběžněji jsou určeni pomocí lineárních a nelineárních rovnic či nerovnic,
- vzájemné vztahy mezi cílem analýzy, procesů a činitelů popisují neřiditelné parametry, hodnoty těchto parametrů nemůže uživatel ovlivnit.

Čtvrtou částí je vlastní řešení matematického modelu. Tato část je spíše technická, převážné množství metod operačního výzkumu je zajištěno

programovými systémy, které jsou již dnes nezbytnou součástí zpracování reálných systémů. Uživatel je pouze omezen na výběr příhodného programového prostředku a jeho formální obsluhu.

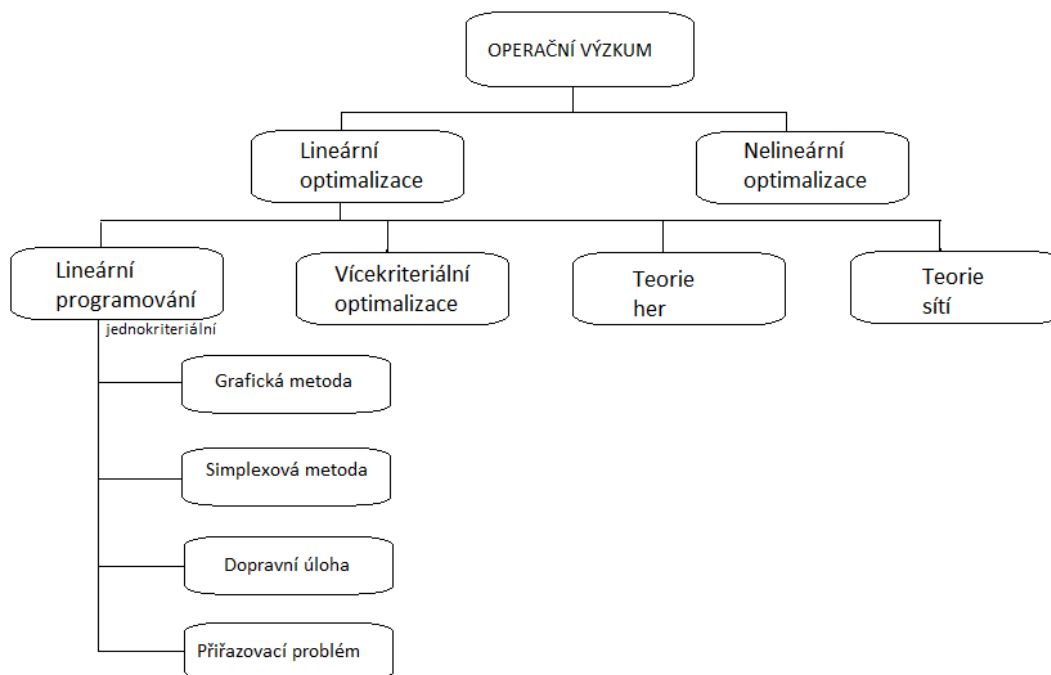
Důležitým krokem je interpretace výsledků zjištěných z předchozího kroku. Následně se musí provést verifikace neboli ověření výsledků, zda byl správně sestaven ekonomický i matematický model. Může dojít k situaci, kdy byla opomenuta nějaká podstatná věc systému. Výsledek může být nejlepším řešením v tomto modelu, avšak ve skutečnosti nemusí být v praxi použitelný.

Po úspěšném ověření výsledků je posledním krokem implementace. Úspěšné převedení do praxe by mělo vést k lepšímu fungování daného systému, s ohledem na předem stanovený cíl celého modelu.

3.1.4 Klasifikace

Operační výzkum lze klasifikovat následovně:

Obrázek 2 Klasifikace operačního výzkumu



Zdroj: vlastní úprava autora

Na obrázku číslo 2 lze vidět členění operačního výzkumu do jednotlivých skupin. Mezi prvotní dělení operačního výzkumu patří lineární a nelineární optimalizace.

Příkladem nelineární optimalizace neboli nelineárního programování může být konvexní, kvadratické, separovatelné, nebo lomené programování. Lineární optimalizaci můžeme členit na lineární programování, vícekriteriální rozhodování (situace, kdy optimální rozhodnutí musí

splňovat více kritérií a je nutné najít takzvané přípustné varianty), teorie her a teorie sítí. Lineární programování, též jednokriteriální programování, je možné klasifikovat jako grafickou metodu (výsledek je vždy znázorněn graficky), simplexovou metodu (ze soustavy proměnných a omezujících podmínek se hledá nejlepší řešení, přepočítává se a upravuje do doby, nežli je řešení optimální), dopravní úlohu (řešení dopravní situace a hledání optimálního řešení, například nejkratší cesta) a přiřazovací problém (řeší problematiku optimálního přiřazení, například stroje na stavbu).

3.2 Metody operačního výzkumu

Každý model operačního výzkumu se zabývá různorodými částmi ekonomiky, proto je potřeba přistupovat ke každému modelu specificky. Díky tomuto problému postupem doby vznikly poměrně oddělené disciplíny neboli odvětví operačního výzkumu.

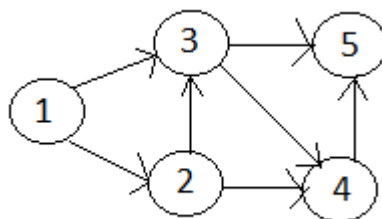
- Matematické programování je disciplína operačního výzkumu, která se zabývá řešením optimalizačních úloh, ve kterých se jedná o optimalizaci kriteriální funkce na množině variant, které jsou určeny soustavou omezení ve formě lineárních nebo nelineárních rovnic či nerovnic (Jablonský, 2002, s. 17). Z matematického pohledu jde o definování proměnných daného modelu při zohlednění omezujících podmínek a dosažení stanoveného extrému kriteriální funkce. Když nastane situace, že rovnice i nerovnice jsou lineární a kriteriální rovnice je také lineární, jedná se o lineární programování. Použití lineárního programování bývá časté, například oblast optimalizace výrobního programu firmy, určení strategie firmy, nebo návrh nutriční směsi při plánu výživy a další. V opačné situaci, kdy je některá z funkcí nelineární, mluvíme o nelineárním programování. Využití tohoto programování nebývá tak časté, neboť zde vznikají problémy s řešením modelů.

- Vícekriteriální rozhodování patří k mladším odvětvím operačního výzkumu. V této disciplíně jde o posuzování variant z hlediska více kritérií, které nejsou ve vzájemné shodě. Při vícekriteriálním rozhodování je cílovou analýzou řešení sporu mezi odlišnými variantami a následný výběr nejlepší možnosti. Podle definice množin variant

vícekriteriálního rozhodování můžeme úlohy rozdělit na úlohy vícekriteriálního hodnocení variant a vícekriteriální lineární programování.

- Teorie grafů patří k velmi často používaným disciplínám operačního výzkumu. Grafy neboli objekty se skládají z různých počtů uzlů a hran, díky kterým lze zaznamenat skutečné systémy a řešit podle nich běžné situace. Jednou z běžných a často využívaných úloh je nalezení nejkratší cesty v grafu. Teorie grafů je nejvíce využívána při řízení podniků a v okruhu analýzy. V této situaci jsou hranami činnosti v projektu, které na sebe různě navazují. Posloupnost jednotlivých činností je určena šipkami. Cílem analýzy je rozbor celé realizace tohoto projektu z hlediska času nebo například nákladů, záleží na jednotkách činností, kterými byly hrany ohodnoceny.

Obrázek 3 Ukázka jednoduchého grafu



Zdroj: Jablonský (2002, s. 15), vlastní úprava autora

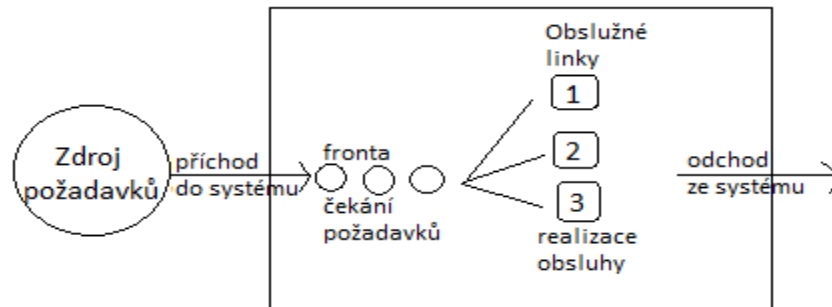
Obrázek číslo 3 ilustruje ukázkou jednoduchého grafu, kde každý uzel představuje jednotlivé činnosti, které na sebe různě navazují podle směru šipek.

- Teorie zásob neboli modely řízení zásob se zaměřují na proces zásobování a optimalizaci skladovacích zásob při minimálních nákladech. Tímto odvětvím se bude blíže zabýváno v následující kapitole.

- Teorie hromadné obsluhy je odvětví operačního výzkumu, kde dochází k uskutečnění obsluhy požadavků, které vstoupily do tohoto systému. V tomto modelu lze nalézt požadavky, které přichází do modelu s žádostí na obsluhu a obslužnou linku, která obstarává vyřízení požadavků. S řešením této situace souvisí tvoření front, a proto je možné nalézt alternativní název této disciplíny jako teorii front. Na tento systém lze narazit v běžném životě například v obchodním domě, v nemocnici, v bance nebo ve výrobním procesu. Dobrým příkladem je i průjezd vozidla křižovatkou. Hlavním cílem analýzy v tomto systému je co největší zefektivnění procesů v celém modelu. Celou situaci je možné popsat jako výsledek konfliktu mezi úrovní použití obslužných linek a časem

stráveným čekání požadavků ve frontě. Na následujícím obrázku číslo 4 lze spatřit systém hromadné obsluhy s jeho konkrétními prvky.

Obrázek 4 Systém hromadné obsluhy



Zdroj: Jablonský (2002, s. 239), vlastní úprava autora

- Modely obnovy zkoumají systémy, které po určité době provozu selžou a je třeba je opravit, případně nahradit novými s cílem predikovat věkovou strukturu a počty selhaných jednotek v čase (Jablonský, 2002, s. 17).
- Markovovy rozhodovací procesy je možné charakterizovat jako přínosný prostředek pro zkoumání stochastických procesů, kde dochází k určitým změnám spojených s pravděpodobnostmi. Jde zde o nástroj popisu chování dynamického procesu. Cílem analýzy v tomto procesu je předpovědět budoucí chování celého procesu.
- Teorie her je disciplína, která vychází ze situací více hráčů neboli rozhodovatelů, kteří mají každý strategie svého chování, na kterých závisí jejich výhra. Cílem teorie her v rozhodovacích procesech je analýza a definice optimálních strategií v daných situacích.
- Simulaci je možné chápat jako prostředek analýzy, který lze využít na různé druhy modelů. Bývá často jedním z nejpoužívanějších nástrojů pro analýzu komplikovaných systémů. Proces simulace znamená převedení konkrétního systému do počítače a následnou experimentaci s tímto modelem. Simulace na počítači probíhá ve zrychleném čase oproti skutečnosti, což přináší možnost proces pozorně sledovat při jednotlivých změnách a následně ho optimalizovat. V tomto programu může dojít ke zkrácení činnosti z hodin až na sekundy. Pro simulaci je potřeba mít příslušný software

a výkonný počítač. Specializované programy nebývají levné, avšak celkový přínos tuto investici společnosti určitě vrátí.

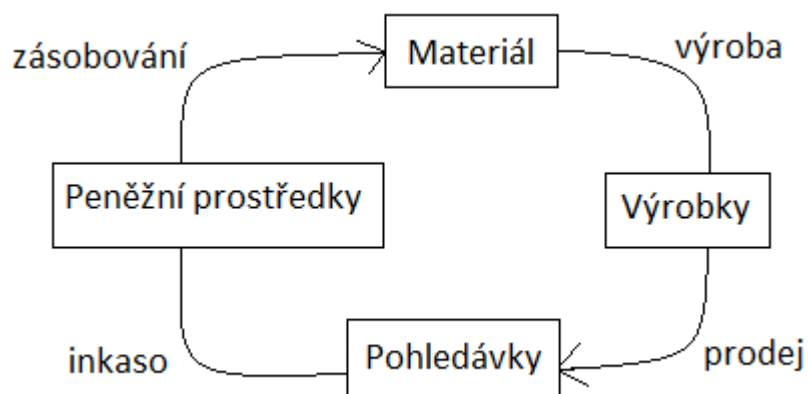
3.2.1 Teorie zásob

Nežli budou definovány modely řízení zásob, je nutné nejprve pochopit základní předmět tohoto problému. Hlavním předmětem jsou zásoby, které se uchovávají pro budoucí využití. Zásoby mohou být nakoupené nebo vlastní výroby a považujeme za ně jakýkoliv materiál, zboží, suroviny, zvířata, nedokončenou výrobu a polotovary, nebo například výrobky. Jedním z hlavních důvodů vytváření zásob je vyrovnání nesouladu mezi vstupy a výstupy, kdy moment dodávky nebývá stejný jako moment vyskladnění či spotřeby. Zásoby je možné dělit podle mnoha různých aspektů. Dle situace zásob na maximální (maximální množství stavu zásoby), minimální (nejmenší možné množství zásoby), nebo průměrnou zásobu. Z hlediska funkce je lze rozčlenit například jako zásobu:

- běžnou- pokrývá střední poptávku mezi dvěma dodávkami,
- pojistnou- pokrývá možné změny,
- technickou- vytváří se u prvků, které musejí dozrát (víno, sýr, schnutí dřeva),
- sezonní
- spekulativní- vytváření zásob z důvodu možného růstu cen.

Pro kontrolu efektivního hospodaření podniku se svými aktivy lze využít ukazatele aktivity jako například: doba obratu zásob, rychlost obratu zásob, doba splácení pohledávek, doba splatnosti závazků a doba obratu aktiv. Pro kontrolu hospodaření se zásobami v podniku je možné využít výpočet doby a rychlosti obratu zásob. Nejprve je třeba vysvětlit pojem obrátka. Obrátka je určitý proces, který udává, jak se zásoby přemění v peněžní prostředky od doby jejich pořízení. Tento proces změny lze vidět na následujícím obrázku číslo 5.

Obrázek 5 Proces obrátky



Zdroj: Gebeltoová, Pánková, Rosochatecká, Tomšík (2012, s. 23), vlastní úprava autora

Doba obratu zásob udává období, za které se zásoby změny ve finanční prostředky od doby jejich pořízení. Čím kratší je toto období, tím je menší množství zásob vázáno v celém koloběhu. Pro výpočet poslouží následující vzorec (Rosochatecká, 2016, s. 23):

$$Doba\ obratu\ zásob = \frac{Zásoby}{tržby\ z\ obchodu\ i\ výroby} * 365 \quad (1)$$

Rychlost obratu zásob určuje, kolikrát se zásoby přemění ve finanční prostředky. Čím vyšší hodnota vyjde, tím menší doba uběhne mezi pořízením a prodejem zásob. Rychlost obratu zásob se vypočítá jako (Rosochatecká, 2016, s. 23):

$$Rychlost\ obratu\ zásob = \frac{tržby\ z\ obchodu\ i\ výroby}{zásoby} \quad (2)$$

3.2.2 Modely řízení zásob

Cílem modelů zásob je určit velikost a okamžik objednávky. Důvodem je snížení celkových nákladů spojené s pořízením, skladováním a předejití případných ušlých zisků při nedostatku zásob. Je tedy nutné zásoby nějakým způsobem řídit, aby veškeré složky nákladů týkající se zásobování byly minimální. Proměnné modelu řízení lze rozlišit

na říditelné a neříditelné, podle toho, zda o řízení zásob manažer může rozhodovat či nikoli. Za neříditelné proměnné je možné považovat jevy, které se nachází mimo systém, nelze je přímo určit ani ovlivnit. Je to například celková roční poptávka. Mezi říditelné proměnné se řadí velikost objednávky, délku dodávkového cyklu, objednávací úroveň neboli bod znovuobjednávky a případnou pojistnou zásobu.

Jedním z hlavních dělení systému zásob je podle potřeby či poptávky a pořizovacích lhůt zásob na deterministické a stochastické modely. Deterministické modely mají známou poptávku a pořizovací lhůtu. Stochastické modely mají neurčitou poptávku a pořizovací lhůtu (Dómeová, Beránková, 2004, s. 9).

Model zásob rozdělujeme na tři základní části – vstup, skladování a výstup.

- Systém vstupu určuje doplňování skladu dodávkami. Tyto dodávky se rozdělují na 4 typy: deterministicky určené co do velikosti i času; deterministicky určené co do velikosti, ale náhodně rozložené v čase; náhodně určené (stochastické) co do velikosti, ale deterministicky rozložené v čase; náhodně určené (stochastické) co do velikosti i času (Linda, 2004, s. 49).

- Systém skladování určuje, jak se vše, co vstupuje na sklad, přemění na výstupy. Většina modelů se snaží za minimálních nákladů uspokojit veškeré objednávky, zajistit co nejvyšší stupeň obsluhy. Tyto modely se nazývají nákladově orientované modely. Existují však modely, kde se stránka nákladů neprojevuje, zaměřují se na maximalizaci zisků, a proto se nazývají modely bez nákladové orientace. Důležitou roli hraje skladovatelnost daných zásob. Obvykle se očekává model s neomezenou skladovatelností.

- Systém výstupu určuje spotřebu zásob uvnitř podniku, nebo dodávku mimo sklad odběratelům. Spotřebu zásob je možné rozdělit na spojitou a diskrétní. Spojitá spotřeba se týká tekutých a sypkých zásob, nebo obecně zásob s častou spotřebou. Diskrétní spotřeba se týká zásob, které se spotřebovávají velmi málo. V systému výstupu je nutné řešit také téma vyčerpání zásob neboli deficit. Ten vzniká při nedostatku zásob a následné neuspokojení poptávky. Deficit lze vyřešit příští dodávkou, v opačném případě vzniká ušlý zisk neboli ztracený prodej.

Tabulka 1 Přehled základních proměnných v modelech řízení zásob

Název proměnné	Symbol	Příklad jednotky
Velikost objednávky	Q	Ks, t, l
Dodávkový cyklus	t_c	Hod, den, měsíc, rok
Objednací úroveň	R	Ks, t, l
Pojistná zásoba	w	Ks, t, l
Celková roční poptávka	P	Ks, t, l
Pořizovací lhůta	t_d	Hod, den, měsíc, rok
Jednotkové skladovací náklady	k_s	Kč / jednotku a rok
Jednotkové fixní pořizovací náklady	k_o	Kč / objednávku
Náklady z nedostatku zásoby	k_n	Kč / jednotku nedostatku

Zdroj: Důmeová, Beránková (2004, s. 8), vlastní úprava autora

3.2.3 Nákladově orientované modely

V modelu řízení zásob hrají důležitou roli náklady, které se snaží podnik mít co nejmenší. Většina modelů jsou tedy nákladově orientované. Nákladové proměnné je možné rozdělit na skladovací náklady, pořizovací náklady a náklady z nedostatku zásob. Každou část lze rozdělit na jednotkové a celkové náklady. Celkové roční náklady se získají dosazením do vzorce dle Důmeové, Beránkové (2004, s. 9):

$$NC = c_s + c_o + c_n, \quad (3)$$

kde NC jsou celkové roční náklady, c_s celkové roční skladovací náklady, c_o celkové roční fixní pořizovací náklady a c_n náklady z nedostatku zásob v situacích nedostatku zásob.

- Jednotkové skladovací náklady zahrnují veškeré náklady na skladování jedné jednotky během roku. Mohou zahrnovat náklady na výstavbu, údržbu či pronájem skladovacích prostor, pojištění, manipulaci, klimatizaci, ostrahu, ztráty ze zničeného či zkaženého zboží, z krádeží atp. (Důmeová, Beránková, 2004, s. 7). Vzorec pro výpočet celkových ročních skladovacích nákladů se podle Důmeové, Beránkové (2004, s. 8) vypočítá:

$$c_s = \frac{Q}{2} * k_s, \quad (4)$$

kde c_s jsou celkové roční skladovací náklady, Q velikost objednávky a k_s jednotkové skladovací náklady.

- Jednotkové fixní pořizovací náklady se skládají z nákladů na dopravu, manipulaci, obal, administrativu a komunikaci. Pořizovací náklady jsou fixní - vztahují se k jedné objednávce bez ohledu na počet kusů v objednávce (Důmeová, Beránková, 2004, s. 7). Dle Důmeové a Beránkové (2004, s. 8) vypočteme celkové roční fixní pořizovací náklady jako:

$$c_o = \frac{P}{Q} * k_o, \quad (5)$$

Kde c_o jsou celkové roční fixní pořizovací náklady, P celková roční poptávka, Q velikost objednávky a k_o jednotkové fixní pořizovací náklady.

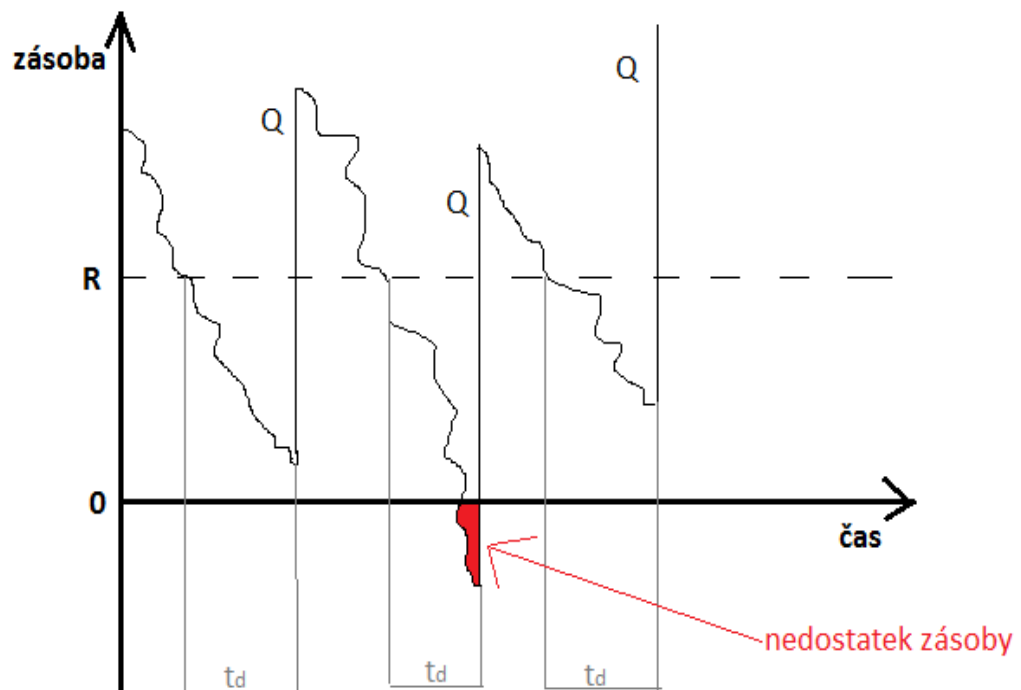
- Náklady z nedostatku zásoby neboli deficit v důsledku neuspokojené poptávky patří mezi proměnlivé náklady a představují ztráty na jednu jednotku neuspokojené poptávky. Tyto ztráty mohou představovat ušlý zisk za nerealizovaný obchod, penále, ztrátu z přerušení výroby z důsledku nedostatku surovin, polotovarů nebo náhradních dílů a dále hůře kvantifikované ztráty spojené s odchodem zákazníka, zhoršením dobré pověsti firmy pro nespolehlivost apod. (Důmeová, Beránková, 2004, s. 8).

-

3.2.4 Model se stochastickou poptávkou

Stochastické modely na rozdíl od modelů deterministických, kde dochází k úplné informovanosti, protože jsou známy všechny základní prvky modelu, mají alespoň jednu proměnnou neznámou. V tomto modelu bude za neznámou proměnnou považována poptávka. Hlavním úkolem je minimalizovat celkové náklady, jak už bylo řečeno v předchozí části. Obtížné v tomto případě neznámé poptávky bývá určit náklady z nedostatku zásoby, je tedy důležité sledovat, zda dojde či nikoli k vyčerpání zásoby.

Obrázek 6 Stav zásob při stochastické poptávce



Zdroj: Dömeová a Beránková (2004, s. 28), vlastní úprava autora

Obrázek číslo 6 znázorňuje velikost zásobovaného množství v čase. Z obrázku lze vyčíst, že k vystavení objednávky dochází při doteku, nebo při poklesu pod objednávací úroveň R , která má vždy kladnou hodnotu. K vyčerpání zásob může dojít v průběhu pořizovací lhůty t_d , v době mezi zadáním a doručením objednávky. Při posunu objednávací úrovně R , nebo změnou velikosti objednávky Q budou ovlivněny celkové roční náklady. Dömeová a Beránková (2004, s. 28) tyto změny zaznamenaly v následující tabulce číslo 2.

Tabulka 2 Důsledky rozhodnutí v modelech se stochastickou poptávkou

Rozhodnutí	Výsledek
Snížit objednávací úroveň	Snížení skladovacích nákladů pojistné zásoby Zvýšení nákladů z nedostatku zásoby
Snížit velikost objednávky	Snížení skladovacích nákladů běžné zásoby Zvýšení pořizovacích nákladů a nákladů z nedostatku zásoby
Zvýšit objednávací úroveň	Zvýšení skladovacích nákladů pojistné zásoby Snížení nákladů z nedostatku zásoby
Zvýšit velikost objednávky	Zvýšení skladovacích nákladů běžné zásoby Snížení pořizovacích nákladů a nákladů z nedostatku zásoby

Zdroj: Dömeová a Beránková (2004, s. 28), vlastní úprava autora

3.2.4.1 Model se stochastickou poptávkou a znovuobjednávkou

Hlavním úkolem je minimalizace nákladů včetně ztráty z neuspokojené poptávky, kterou doprovází ušlý zisk, či poškození dobré pověsti podniku. Je tedy nutné stanovit optimální velikost objednávky, hladinu objednacích úrovně a bod znovuobjednávky.

Objednacích úrovně je možné podle Dömeové a Beránkové (2004, s. 29) spočítat následujícím vzorcem:

$$R = \bar{M} + w, \quad (6)$$

kde \bar{M} je střední hodnota poptávky během pořizovací doby a w pojistná zásoba.

Dömeová a Beránková (2004, s. 15) udávají, že velikost objednávky lze vypočítat stejným odmocninovým vzorcem jako výpočty deterministické. Tento vzorec se nazývá též Harris -Wilsonův, nebo také Campův. Separovaný výpočet optimální objednávky přináší značné zjednodušení než výpočet společný s objednacích úrovní. Odmocninový vzorec zní takto:

$$Q = \sqrt{\frac{2Pk_o}{k_s}}, \quad (7)$$

kde P je celková roční poptávka, k_o jsou jednotkové fixní pořizovací náklady a k_s jsou jednotkové skladovací náklady.

Předpoklady modelů se stochastickou poptávkou a znovuobjednávkou Dömeová a Beránková (2004, s. 29) stanovily takto:

- pořizovací lhůta je známá a konstantní,
- náklady z nedostatku zásoby se váží k nedostatku jedné jednotky bez ohledu na dobu trvání nedostatku,
- poptávka během pořizovací lhůty dodávky má normální rozdělení,
- optimální objednacích úrovně je vyšší než střední hodnota poptávky v pořizovací lhůtě,
- pojistná zásoba je kladná.

Proměnné, které jsou potřebné pro modely se stochastickou poptávkou a znovuobjednávkou, jsou shrnuty v následné tabulce číslo 3:

Tabulka 3 Proměnné v modelech se stochastickou poptávkou a znovuobjednávkou

Název proměnné	symbol
Střední hodnota celkové roční poptávky	\bar{P}
Směrodatná odchylka celkové roční poptávky	σ_P
Střední hodnota poptávky během pořizovací doby	\bar{M}
Směrodatná odchylka poptávky během pořizovací lhůty	σ_M
Skutečná poptávka v pořizovací lhůtě	M
Pravděpodobnost, že poptávka v pořizovací lhůtě bude < než obj. úroveň	$F(R)$
Hodnota distribuční funkce standardizovaného normálního rozdělení	$N(Z)$
Koeficient zajištěnosti	Z
Náklady přidání další jednotky	NP
Náklady nepřidání další jednotky	NNP

Zdroj: Důmeová a Beránková (2004, s. 30), vlastní úprava autora

3.2.4.1.1 *Marginální přístup- optimální objednací úroveň*

Nejprve bude určena velikost objednávky. Vzorec je téměř totožný jako prvotní odmocninový vzorec, avšak celková poptávka bude nahrazena odhadem celkové poptávky:

$$Q = \sqrt{\frac{2\bar{P}k_o}{k_s}}. \quad (8)$$

Při určení optimální objednací úrovně pomocí marginálních nákladů lze vyjít z objednací úrovně rovné střední hodnotě poptávky v pořizovací lhůtě (Důmeová, Beránková, 2004, s. 30). Bude se tedy vycházet ze vzorce:

$$R = \bar{M}. \quad (9)$$

Následně se bude objednací úroveň zvyšovat po jedné veličině a srovnávat s marginálními náklady přidáním a nepřidáním další veličiny neboli jednotky. Optimální situace nastane tehdy, kdy jednotky přidání budou větší než jednotky nepřidání.

1. Náklady na přidání jednotky za rok se zhruba shodují se skladovacími náklady za rok. Tato přidaná veličina splyne s pojistnou zásobou, která se po většinu času stane zásobou na skladě. Náklady na přidání další jednotky lze popsat vzorcem:

$$NP = k_s, \quad (10)$$

kde je možné se domnívat, že skladovací náklady k_s jsou pro každou přidanou jednotku stejné a tudíž bude funkce marginálních nákladů konstantní.

2. Náklady na nepřidání jednotky se rovnají pravděpodobnosti, že v pořizovací době bude poptávka po přidávané jednotce (nebo vyšší) násobené jednotkovými náklady z nedostatku zásoby a počtem objednávkových cyklů (Dómeová, Beránková, 2004, s. 31). Jde o klesající funkci marginálních nákladů z důvodu největší hodnoty pravděpodobnosti poptávky po první přidávané jednotce a snížením při dalším. Vzoreček pro náklady na nepřidání jednotky zní takto:

$$NNP = [1 - F(R)] * k_n * \frac{\bar{P}}{Q}. \quad (11)$$

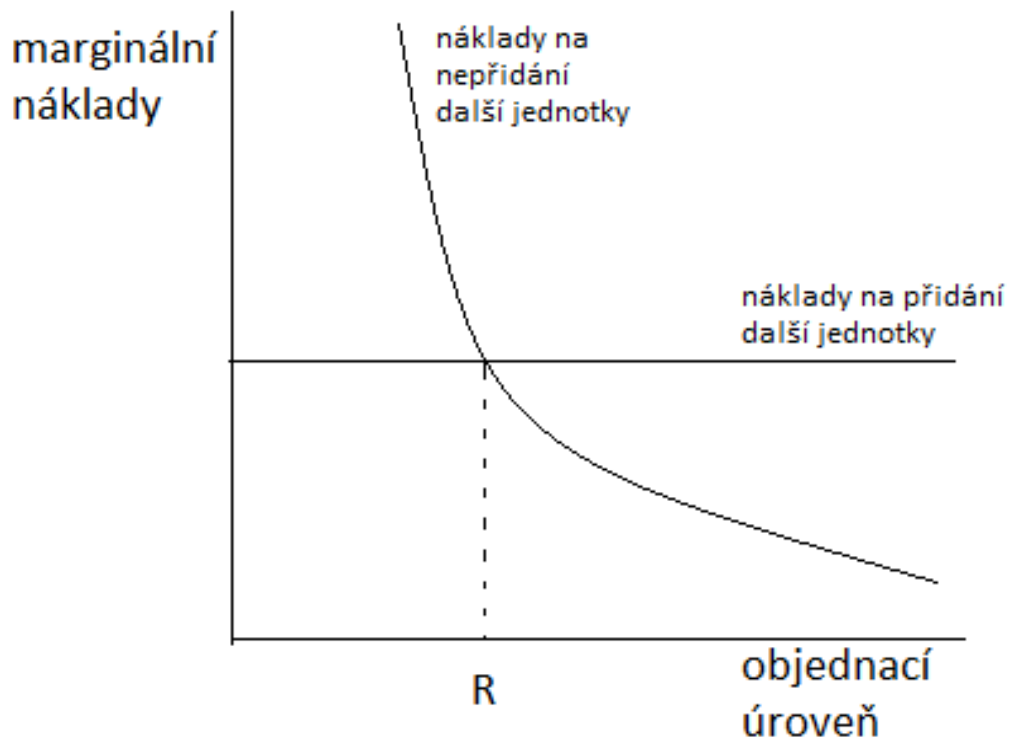
Při definování $F(R)$ lze mluvit o pravděpodobnosti, že objednávací úroveň bude vyšší než poptávka během objednávací doby nebo aby byla rovna alespoň nule. Z této definice vychází vztah:

$$F(R) = \text{pravděpodobnost}(M \leq R), \quad (12)$$

při přidávání dalších jednotek se pak pravděpodobnost poptávky rovná:

$$[1 - F(R)]. \quad (13)$$

Obrázek 7 Marginální náklady



Zdroj: Dömeová a Beránková (2004, s. 32), vlastní úprava autora

Jak může být patrné z obrázku číslo 7, k dosažení minimálních celkových nákladů je potřeba protnutí grafů funkcí marginálních nákladů, aby se náklady na přidání a nepřidání jednotek sobě navzájem rovnaly. Bude-li se vycházet z předchozích dvou rovnic, náklady na přidání jednotky a náklady na nepřidání jednotky, bude vytvořen vztah:

$$k_s = [1 - F(R)] * k_n * \frac{\bar{P}}{Q}. \quad (14)$$

Pro vyjádření pravděpodobnosti $F(R)$ z této rovnice bude získána rovnice:

$$F(R) = 1 - \frac{k_s * Q}{k_n * \bar{P}}. \quad (15)$$

Ke stanovení hodnoty pojistné zásoby je nezbytné zjistit koeficient zajištěnosti Z . Ten lze získat v tabulkách standardizovaného normálního rozdělení, nebo vypočítat v Excelu pomocí funkce NORMSINV. Po vypočtení hodnoty Z lze definovat vzorec pojistné zásoby a objednacích úrovně:

$$w = Z * \sigma_M, \quad (16)$$

$$R = \bar{M} + w, \quad (17)$$

$$R = \bar{M} + Z\sigma_M. \quad (18)$$

Dömeová a Beránková (2004, s. 32) shrnují postup řešení do těchto 4 bodů:

- Výpočet optimální objednávky Q .
- Výpočet požadované pravděpodobnosti $F(R)$.
- Vyhledání nebo výpočet koeficientu zajištěnosti Z (který odpovídá požadované pravděpodobnosti).
- Výpočet optimálních objednacích úrovně R .

4 Vlastní práce

V této části bude nejprve představena společnost uhelné sklady Benol s.r.o. a následně budou na tento podnik aplikovány metody, které byly představeny v části teoretické. Na závěr bude vše zhodnoceno a navržena nová inovativní řešení.

4.1 Představení podniku

Společnost Benol s.r.o. vznikla v roce 2013 odkupem od původního vlastníka. Od tohoto roku však proběhlo několik změn jak ve směru rozšíření sortimentu tak i politiky společnosti. Sídlem společnosti je Nové Město nad Metují v okrese Náchod, konkrétně ulice Generála Klapálka 147. Uhelné sklady se nachází v areálu nádraží ČD, což je velmi dobrá strategická pozice z hlediska dodávky uhlí od dodavatelů. Uhelné sklady jsou malým rodinným podnikem, kde pracují tři zaměstnanci. Společnost distribuuje převážně hnědé ledvické uhlí, ale také koks, černé uhlí a uhelné brikety. Benol s.r.o. v roce 2016 odkoupila od Českých drah vážicí domek s váhou, což je základna celé společnosti. Zbytek prostorů je pronajímáno od společnosti ČD. Tento dům i celý objekt bude znázorněn na obrázku číslo 8.

4.1.1 Dodavatelé společnosti

Jak již bylo řečeno v předchozí kapitole, podnik prodává uhlí hnědé, černé, brikety a také koks. Každý druh je však odebírán od jiného dodavatele a dovážen do uhelných skladů jiným způsobem. Základní přehled je uveden v následující tabulce číslo 4:

Tabulka 4 Přehled dodavatelů paliv

	Dodavatelé	doprava
Hnědé uhlí	Severočeské doly Bílina a.s.	železnice
Černé uhlí	Ridera Bohemia a.s.	Nákladní auta
Koks	Ridera Bohemia a.s.	Nákladní auta
Brikety	ZD Paliva	Nákladní auta

Zdroj: Společnost Benol s.r.o., vlastní úprava autora

Výhradním dodavatelem hnědého uhlí je akciová společnost Severočeských dolů Bílina, která je výrobcem nízko sirnatého tříděného a energetického uhlí. Společnosti Benol však není toto uhlí dodáváno přímo, ale prostřednictvím firmy Marcela Steinerová Choceň, která patří mezi největší odběratele a distributory hnědého uhlí v České republice.

Hnědé uhlí se z 90% dováží po železnici. Na obrázku číslo 8 lze spatřit manipulační kolej, na kterou české dráhy přistavují vagony s palivy.

Dodavatel černého uhlí a koksu je společnost Ridera Bohemia a.s., která své uhlí do uhelných skladů naváží nákladními automobily. Do Nového Města nelze dopravit tento sortiment po železnici, uhlí je dováženo z Polska a Ostravska kde není možná doprava tímto způsobem.

Uhelné brikety jsou dopravovány také nákladními vozidly, a to z německých hnědouhelných dolů. Hnědouhelné brikety společnosti Benol dodávají ZD paliva.

4.1.2 Odběratelé společnosti

Rozvoz uhlí a ostatních paliv probíhá v královehradeckém kraji, konkrétně v Náchodském a Rychnovském okrese. Jedná se tedy převážně o odběratele z Nového Města nad Metují a jeho širokého okolí.

Společnost Benol rozváží paliva vlastními automobily přímo do místa určení odběratele, avšak zákazník může přijet přímo do uhelných skladů a odvézt si uhlí vlastní dopravou. Doprava za palivo je nad 15 metrických centů zdarma. Na místě určení lze uhlí vysypat na hromadu, nebo pomocí pásového dopravníku složit přímo do sklepa.

4.1.2.1 Prodané zboží

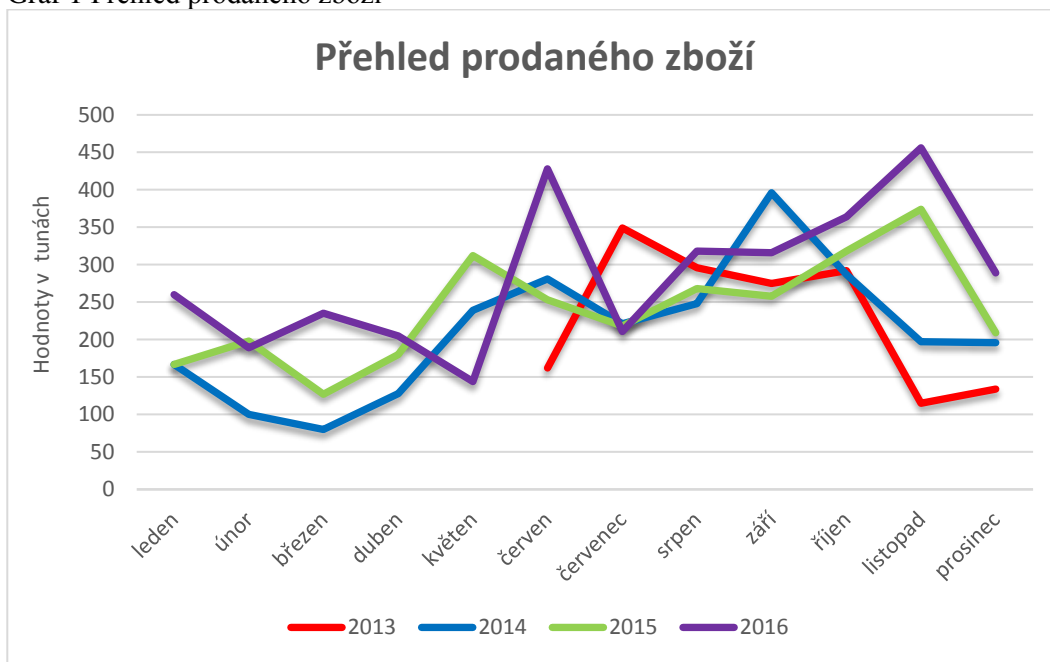
Jak již bylo řečeno v předchozích kapitolách, společnost Benol prodává uhlí hnědé, černé, koks a brikety. Hnědé uhlí nabízí ve třech formách a to ořech I, ořech II a kostku. Nejvíce je žádaný ořech I, který má nejvšestrannější využití (kamna, litinové kotle). Avšak v posledních 5 letech vznikl nový trend využití ořechu II, který patří k druhému nejprodávanějšímu druhu v těchto uhelných skladech. Důvodem je využití do automatických kotlů, na které je možné získat od Státního fondu životního prostředí

České republiky (sfzp.cz, online) příspěvek na takzvané kotlíkové dotace. Černé uhlí je také nabízeno ve dvou formách a to jako ořech II a kostka. K nejnovějšímu trendu briket patří rozdělení na rekord 4 a rekord 6, které se od sebe liší zejména velikostí.

Ač se na první pohled může uhlí zdát jako sezónní záležitost, která se využívá především ve velkém množství v zimě na topení, v praxi to tak nebývá. Důvodem může být dlouhá trvanlivost uhlí, které na suchém krytém místě nepodléhá žádnému negativnímu vlivu přírodních podmínek. Lidé si tudíž dělají zásoby po celý rok, čímž předchází situaci nedostatku zásob, která nastává při zvýšené poptávce poměrně často.

Z přehledu prodaného paliva byl za jednotlivé roky sestaven graf, který je členěn pro lepší přehlednost na měsíce.

Graf 1 Přehled prodaného zboží



Zdroj: Společnost Benol s.r.o., vlastní úprava autora

Jak si lze všimnout na grafu číslo 1, loňský rok 2016 byl nejúspěšnějším za celou řadu let. Tato situace má hned několik důležitých důvodů. Prvním důvodem je dobrý marketing, kdy na rozdíl od konkurence společnost nabízí uhlí za nejnižší ceny a laciné služby s ním spojené. Dále disponuje čtyřmetrovým dopravníkem, díky kterému je možné přepravit uhlí i do velmi nepřístupných míst (ostatní prodejci mají k dispozici pouze tři metrové). Jedním z významných důvodů jsou kotlíkové dotace a s tím spojený větší nákup ořechu II (hnědé uhlí), viz počátek kapitoly 4.1.2.1. Dalším důvodem je silnější zima,

kteřá v tomto roce nastala. Lidé byli nuceni nakoupit v průběhu zimy vícekrát, než byli zvyklí. Avšak tato situace se více promítne v roce 2017.

Z grafu číslo 1 je také patrné, že za horší prodejní měsíce lze definovat únor až duben/květen. Je to zapříčiněno stoupáním teplot mezi zimním a jarním ročním obdobím, kdy lidé nemusí tolik topit a spotřebovávají tak zásoby ze zimy.

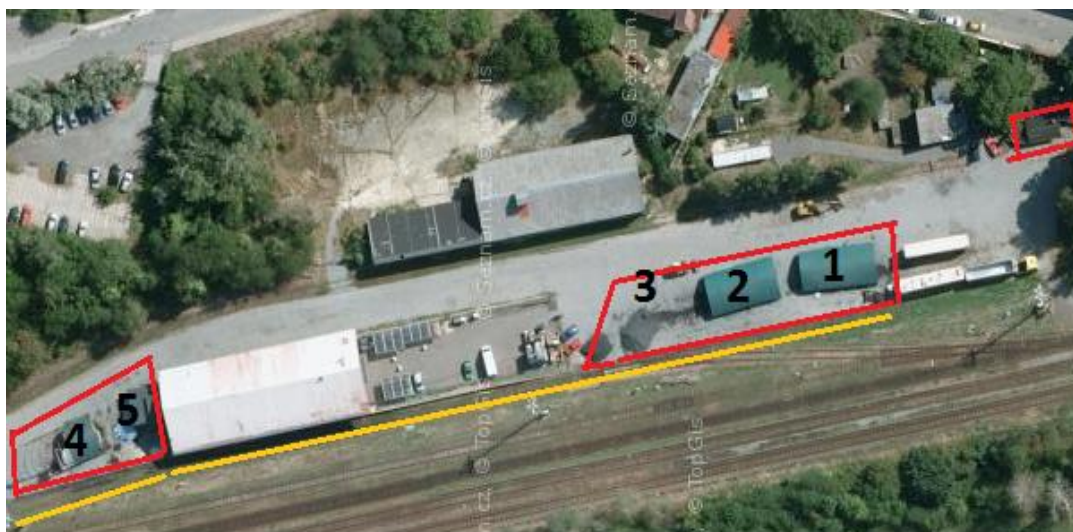
Jak si lze na grafu číslo 1 všimnout, kromě roku 2013 jsou všechny hodnoty v červenci nízké. Důvodem je každoroční odstávka v Severočeských dolech, která zapříčiní nedostatek uhlí ve skladech. V roce 2013 byla předem vytvořena velká zásoba, tudíž nenastala situace deficitu a prodej mohl bez problému plynout.

Největší poptávka po uhlí nastává v období květen-červen a říjen-listopad. Je tedy nezbytné objednat větší množství předem, aby nedošlo k nedostatku zásob. Tato situace nastala v roce 2014 a na nové zásoby se muselo čekat téměř 2 měsíce z důvodu nedostatku uhlí v dolech. V roce 2016 společnost Benol objednala předem více zboží, tudíž v měsících s největší poptávkou červen a listopad netrpěla deficitem. Jak lze spatřit na grafu, došlo tak k nejvyšším hodnotám prodaného množství za celou dobu podnikání. V roce 2015 došlo k odstavce jaderné elektrárny Dukovany, která distribuuje proud do zahraničí. Z tohoto důvodu se většina uhlí spotřebovávala v tepelných elektrárnách, aby došlo k uspokojení poptávky v zahraničí. V České republice však tímto důvodem nastala situace nedostatku uhlí a křivka prodaného zboží nedosahuje tak velkých hodnot.

4.1.3 Skladovací podmínky

Veškeré uhlí a ostatní paliva jsou uskladňované ve skladovacích halách. Tyto skladovací plochy má společnost v pronájmu od ČD, za které čtvrtletně zaplatí 20 tisíc korun. Roční skladovací náklady tedy činí 80 tisíc korun. Na obrázku číslo 8 níže jsou červeně naznačeny skladovací haly a v pravém horním rohu vážící domek s váhou, o kterém bylo zmíněno v kapitole 4.1. Žlutou barvou je pak zde vyznačena manipulační kolej, na kterou ČD přistavuje vagony s palivy a kde následně probíhá vykládání vagonu. Skladovací haly a prostory jsou označeny čísly 1-5. V přední části pod čísly 1-3 lze nalézt uhlí druhu ořech I, II, a černé uhlí kostku. V zadní části pozemku jsou umístěny sklady 4 a 5, kde jsou uskladněny zásoby hnědého uhlí kostky, brikety, černé uhlí a koks. Každá hala má kapacitu 120-150 tun, což činí přibližně 2-3 vagony.

Obrázek 8 Areál uhelných skladů Benol s.r.o.



Zdroj: Společnost Benol s.r.o., vlastní úprava autora

4.2 Tvorba modelů

Tato kapitola bude zaměřena na výpočty jednotlivých proměnných, o kterých bylo zmíněno v teoretické části.

4.2.1 Doba obratu zásob

Jak již bylo řečeno v kapitole 3.1, pro ukazatele aktivity neboli obratovosti zásob je vhodné využít vzorec doby obratu zásob a rychlost obratu zásob. Tyto ukazatelé udávají, jak dlouho je kapitál vázán konkrétně v zásobách a kolikrát se přetvoří v peněžní prostředky. Ukazatele doby obratu zásob by měly být co nejmenší. Čím nižší tyto ukazatelé budou, tím lépe a efektivněji lze regulovat svoje zásoby. Doba obratu zásob se bude počítat z hlediska dnů. Naopak ukazatel rychlosti obratu zásob by měl být co nejvyšší, protože čím větší je jejich množství, tím větší je i výnos společnosti. Z toho vyplývá, že každá obrátka by mohla poskytnout společnosti dodatečný zisk.

Výpočty byly zhotoveny z účetních závěrek z oficiálního serveru českého soudnictví (justice.cz, online) za roky 2015, 2014 a 2013. Důvodem výpočtů pouze za tyto roky je skutečnost, že za rok 2016 nebyla v době psaní této práce zveřejněna účetní závěrka a že k odkoupení této společnosti došlo až v roce 2013, tudíž porovnávat předchozí roky nemělo význam. Vzorce byly využity z teoretické části teorie zásob.

Tabulka 5 Výpočet ukazatelů aktivity

	DOZ	ROZ
2013	14	26
2014	12	31
2015	17	22

Zdroj: společnost Benol s.r.o., vlastní úprava autora

V tomto oboru podnikání byl neúspěšnější z obou pohledů rok 2014. Zásoby se přeměnily ve finanční prostředky během 12 dnů od doby jejich pořízení a rychlost udává, že došlo k 31 obrátkám. Pro lepší orientaci a vysvětlení této situace byla navržena nová tabulka:

Tabulka 6 Porovnání tržeb a zásob za rok 2014 a 2015

	2014	2015	Absolutní rozdíl	Relativní rozdíl
Tržby	6 805	7 691	886	13%
Zásoby	223	358	135	61%

Zdroj: společnost Benol s.r.o., vlastní úprava autora

Jak je vidět v tabulce číslo 6 analýze výše, tržby meziročně vzrostly jen o 13%, zatímco zásoby se zvýšily o 61%. Důvodem malých zásob a nízké doby obratu zásob za rok 2014 je vytvoření nízkých rezerv před měsíci se zvýšenou poptávkou a každoroční odstávkou v měsíci červenec. Na nové uhlí se v těchto dnech čeká dlouho, někdy i téměř dva měsíce, a z tohoto důvodu vše, co bylo společnosti Benol s.r.o. dodavateli doručeno, se téměř hned prodalo a netvořily se zásoby.

Dalším důvodem dobrých čísel v roce 2014 byla nižší cena nakupovaného uhlí oproti roku 2015. Ceny uhlí každoročně vzrůstají v průměru o 15 Kč i více za metrický cent, například za ořech II (hnědé uhlí) zaplatili zákazníci v roce 2014 260 Kč/q, nyní v roce 2017 za něj zaplatí 315 Kč/q, což je nárůst o 55 Kč.

4.2.2 Náklady podniku

Již v kapitole 3.3 byla zmapována teoretická část nákladově orientovaných modelů a nastíněny výpočtové vzorce. Nejjednodušším krokem by bylo nahlédnout do účetní závěrky, ze které lze vyčíst všechna potřebná čísla. Avšak pro lepší pochopení této problematiky a zejména pro větší přesnost výpočtů, budou náklady uhelných skladů Benol s.r.o. vypočteny pomocí vzorců, definovaných v teoretické části této práce. Všechna data využívaná v této kapitole, byla zjištěna přímo od vedení společnosti, které si v rámci své činnosti vede každoroční statistiky. Aby byly získány celkové roční náklady, je nezbytné nejprve vypočítat celkové roční skladovací náklady, fixní pořizovací náklady a náklady z nedostatku zásoby.

Od společnosti byla zjištěna výše ročních skladovacích nákladů 80 tisíc Kč. Bude-li vycházeno ze vzorce pro výpočet celkových ročních skladovacích nákladů, lze vyjádřit jednotkové skladovací náklady, které se dají využít pro následné výpočty. Dosazením do vzorce (Dómeová, Beránková, 2004, s. 8) a následným vyjádřením bude získán výsledek:

$$k_s = \frac{160\,000}{55} \quad (19)$$

$$k_s = 2\,909 \text{ Kč}$$

Nyní budou spočítány celkové roční fixní pořizovací náklady. Dosazením do výchozího vzorce (Dómeová, Beránková, 2004, s. 8) bude získán výsledek:

$$c_o = \frac{2\,881}{55} * 15\,675 \quad (20)$$

$$c_o = 821\,085 \text{ Kč.}$$

V následujícím kroku budou odhadnuty náklady z nedostatku zásoby neboli deficit, i když v tomto oboru podnikání nevzniká oproti výrobnímu odvětví tak velká ztráta. Avšak je to stále ušlý zisk podniku a je nezbytné tyto náklady vyjádřit. Po konzultaci s majitelem firmy byla stanovena lehce pesimističtější varianta, která by nastala v období s velkou poptávkou. Bude se tedy uvažovat, že při stavu nedostatku zásob společnost přijde o 10 zákazníků. Každý zákazník by si průměrně nakoupil 0,4 tuny, celkem by šlo o 4 tuny uhlí. Převedením z tuny na metrický cent a vynásobením příslušnou cenou za jednu jednotku bude získáno číslo:

$$c_n = 13\,560 \text{ Kč.} \quad (21)$$

Celkové roční náklady se zjistí sečtením celkových ročních skladovacích nákladů, pořizovacích nákladů a nákladů z nedostatku zásob. Výpočtový vzorec Dómeová, Beránková (2004, s. 9):

$$NC = 80\,000 + 821\,085 + 13\,560 \quad (22)$$

$$NC = 914\,645 \text{ Kč.}$$

Celkové náklady uhelných skladů Benol s.r.o. byly vyčísleny na přibližně 915 tisíc korun.

4.2.3 Velikost objednávky, optimální objednávací úroveň

Tato kapitola bude zaměřena na modely se stochastickou poptávkou a znovuobjednávkou. Pomocí marginálního přístupu bude stanovena optimální objednávací úroveň, velikost objednávky a bod znovuobjednávky.

Prvním krokem bude určení velikosti objednávky. Proměnné k_o a k_s byly vypočteny v předchozí kapitole, avšak střední hodnota celkové roční poptávky není známa a je třeba ji vyčíslit. Pro stanovení střední hodnoty výběrového souboru bude použit aritmetický průměr, kde budou sečteny všechny hodnoty proměnné a vydělené počtem hodnot. Výsledek je následující:

$$\bar{P} = \frac{2\,881}{12} \quad (23)$$

$$\bar{P} = 240 \text{ tun.}$$

Všechny proměnné budou dosazeny do následujícího vzorce Dómeová, Beránková (2004, s. 30):

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot 240 \cdot 15\,675}{2\,909}} \quad (24)$$

$$Q = 51 \text{ tun.}$$

Dalším krokem bude výpočet požadované pravděpodobnosti, že poptávka po zboží během pořizovací doby bude uspokojena z vytvořených zásob. Jednotlivé proměnné pro propočet budou využity z předchozích výpočtů. (Dómeová, Beránková, 2004, s. 31)

$$F(R) = 1 - \frac{2\,909 \cdot 51}{13\,560 \cdot 240} \quad (25)$$

$$F(R) = 0,95441.$$

Propočetním hodnoty pravděpodobnosti lze zjistit koeficient zajištění. První způsob je vyhledat hodnotu v tabulce, nebo druhý způsob spočítat hodnotu v Excelu. Dle druhé možnosti byla zadána hodnota pravděpodobnosti do funkce NORMSINV a zjištěna tato hodnota:

$$NORMSINV(0,95441) = 1,69. \quad (26)$$

Posledním krokem je spočítat optimální objednávací úroveň. Aby mohla být tato hodnota vypočtena, je potřeba nejprve definovat střední hodnotu poptávky během pořizovací doby a směrodatnou odchylku, která úzce souvisí se směrodatnou odchylkou celkové roční poptávky a je tedy nezbytné jí také spočítat. Směrodatnou odchylku lze vypočítat podle následujícího vzorce:

$$\sigma_P = \sqrt{\frac{55\,407,67}{11}} \quad (27)$$

$$\sigma_P = 71 \text{ tun.}$$

Směrodatná odchylka σ_P byla spočtena dle příslušného vzorce a definovaná hodnotou 71 tun. Doba dodávky d byla stanovena na 20 dní. Vynásobením touto hodnotou v ročním vyjádření a směrodatnou odchylkou σ_P bude získáno číslo:

$$\sigma_M = 71 * \frac{20}{365} \quad (28)$$

$$\sigma_M = 3,89 \text{ tun.}$$

Pro získání střední hodnoty poptávky během pořizovací doby bude proveden stejný výpočet jako pro směrodatnou odchylku σ_M , avšak namísto σ_P bude dosazena střední hodnota celkové roční poptávky:

$$\bar{M} = 240 * \frac{20}{365} \quad (29)$$

$$\bar{M} = 13,15 \text{ tun.}$$

Vypočtením směrodatné odchylky poptávky během pořizovací doby a koeficientu zajištěnosti lze vyčíslit pojistnou zásobu:

$$w = 1,69 * 3,89 \quad (30)$$

$$w = 6,57 \text{ tun.}$$

Vypočtené proměnné budou dosazeny do vzorce Dömeové, Beránkové (2004, s. 31) a určina optimální objednací úroveň:

$$R = 13,15 + 1,69 * 3,89 \quad (31)$$

$$R = 20 \text{ tun.}$$

Optimální objednáací úroveň byla určena na 20 tun uhlí. Z těchto výpočtů plyne, že pokaždé, když zásoba uhlí v uhelných skladech Benol s.r.o. poklesne pod hodnotu 20 tun, musí být objednáno množství 51 tun, aby byl zachován hladký průběh a celkové náklady, zahrnující i ztráty v důsledku neuspokojené poptávky, byly minimální

5 Výsledek a diskuze

Z grafu číslo 1, na kterém je znázorněn přehled prodaného zboží v průběhu čtyř let, je patrné, že zásoby nejsou rovnoměrně využívány a dochází tak k velkým výkyvům. Důvodem je nerovnoměrné tvoření zásob a to především v měsících, kdy je poptávka zvýšená. Jak bylo řečeno v kapitole číslo 4.1.2.1, největší poptávka po uhlí nastává v měsíci květen-červen a říjen-listopad. Je tedy nezbytné objednat v předchozích měsících, především v dubnu a září, více zboží, aby nedocházelo k nedostatku zásob v těchto náročných měsících. Zvýšená poptávka nastává i v konkurenčních uhelných skladech, tudíž objednání od dodavatelů trvá déle a podniku tak může vzniknout ušlý zisk důsledkem ztráty zákazníka, který by mohl uspokojit svoji poptávku u společností, které si zásoby udělaly a mají tak uhlí dostatek.

Dle propočtů prodaného zboží za rok 2016 v těchto měsících tvoří prodané uhlí 41% celkového ročního prodeje, což je skoro poloviční cifra z celkové hodnoty 3414 tun a je tedy podstatné zásoby předem vytvořit. Nejjednodušším krokem by bylo objednat maximálně možnou velikost zásob, která by se vešla do skladovacích prostorů. Veškeré skladovací haly by byly schopny pojmout přibližně 13 vagonů, díky kterým by byla pokryta skoro celá poptávka v období říjen-listopad, a v měsících květen-červen by vznikly dokonce přebytky a mohlo by dojít ke zvýšení prodaného množství. Nastává zde však problém s financemi. Při jednorázovém objednání třinácti vagonů by společnost musela zaplatit 1,9 milionů, což pro takový malý podnik není vůbec reálné. Ideální situace v měsících se zvýšenou poptávkou tedy bude objednat o 3-4 vagonů více než obvykle, čímž bude zajištěna dostatečně velká zásoba pro počáteční dny a podnik nebude finančně tolik zatížen. V průběhu následujícího měsíce bude nezbytné objednat další zásoby, avšak zde se musí počítat s tím, že doba dodání bude o dost delší než jindy. Důležité je však také vytvořit velké zásoby uhlí před měsícem červenec, kdy probíhá v Severočeských dolech každoroční odstávka a je velice obtížné si něco objednat.

Celkové roční skladovací náklady 80 tisíc Kč jsou dané Českými drahami, které stanovily tuto výši poplatků. Celkové roční fixní pořizovací náklady byly vyčísleny na 821 085 Kč, kde jsou zahrnuty náklady na dopravu, velikost objednávky a střední hodnota poptávky. Celkové roční náklady, sečtením předchozích dvou nákladů a přidáním nákladů z nedostatku zásob, byly vyčísleny na 915 tisíc korun. Tato částka však může být ve skutečnosti proměnlivá z důvodu velikosti nákladů z nedostatku zásob. Proměnlivost

závisí na několika faktorech jak už na období, ve kterém je měřena, tak i na zákaznících, kteří by přešli k jinému dodavateli a kolik by si objednali. V tomto modelu bylo vycházeno z nákladů z nedostatku zásob o velikosti 13 560 Kč. Tato částka byla odhadnuta od průměrné poptávky a objednávky. Je tedy patrné, že tato částka se může měnit.

V poslední kapitole praktické části byla pomocí modelu se stochastickou poptávkou a znovuobjednávkou zjištěna velikost objednávky a objednáací úroveň, neboli právě bod znovuobjednávky. Díky těmto výpočtům je podnik schopen určit kolik objednat a v jakém okamžiku. Po vypracování rovnic bylo zjištěno, že pokaždé, kdy zásoba v uhelných skladech Benol klesne pod 20 tun, musí být objednáno 51 tun uhlí, aby nedošlo k nedostatku zásob. Z toho tedy vyplývá, že velikost každé objednávky, nebere-li se v potaz zvýšená poptávka, by měla být 51 tun. Pro snížení vlivu náhodných jevů například v poptávce či spotřebě byla vypočtena pojistná zásoba, kterou by měl podnik udržovat na přibližně 7 tunách.

Všechny vypočítané proměnné získány v bakalářské práci jsou pro přehlednost a lepší orientaci zaznamenané v následujících tabulkách číslo 7 a 8:

Tabulka 7 Výsledky 1. část

	2013	2014	2015
Doba obratu zásob	14 dní	12 dní	17 dní
Rychlost obratu zásob	26	31	22

Zdroj: vlastní výpočty a úprava autora

Tabulka 8 Výsledky 2. část

Roční skladovací náklady	80 000 Kč
Požizovací fixní náklady	821 085 Kč
Náklady z nedostatku zásob	13 560 Kč
Celkové roční náklady	914 645 Kč
Velikost objednávky	51 tun
Objednáací úroveň	20 tun
Pojistná zásoba	6,57 tun

Zdroj: vlastní výpočty a úprava autora

6 Závěr

Cílem této práce bylo vytvořit vhodný analytický model a dle dostupných informací ho správně sestavit. Zároveň se snažit, aby celkové roční náklady malého podniku byly co nejmenší. Bakalářská práce je rozčleněna na část teoretickou a část praktickou. Každá z částí je pak dále rozdělena do menších úseků členěných do kapitol a podkapitol.

V teoretické části byl nejprve zmíněn operační výzkum. Zde byly popsány základní údaje o této vědní disciplíně, dále pak historie, jeho podstata, co je to matematické modelování a také jak lze operační výzkum členit. Podstatná část pak byla věnována metodám operačního výzkumu.

Velké množství kapitol a podkapitol bylo věnováno problematice zásob, které tvoří v této bakalářské práci významnou roli. Byly zmíněny základní informace o teorii zásob a jejich modelech, konkrétněji byl pak přiblížen model se stochastickou poptávkou a znovuobjednávkou, podle kterého pak byla vypočtená velká část v druhé polovině práce.

Na začátku praktické části byly uvedeny informace o podniku Benol s.r.o., který se zaměřuje na prodej uhlí. Tato společnost sídlí v Novém Městě nad Metují v areálu železničního nádraží, kde palivo distribuuje. Informace o těchto uhelných skladech zahrnují i popis dodavatelů, odběratelů a skladovacích podmínek.

Graficky je znázorněn a náležitě okomentován přehled prodaného zboží za roky 2013-2016. Z hlediska ukazatelů aktivity podniku je vypočítána doba a rychlost obratu zásob. Jsou také vykalkulovány celkové roční náklady skladovací, fixní pořizovací a také náklady z nedostatku zásob. Tyto všechny hodnoty dávají dohromady celkové roční náklady uhelných skladů Benol.

Na závěr je sestaven analytický model, model se stochastickou poptávkou a znovuobjednávkou, díky kterému je vypočítána velikost objednávky a objednáací úroveň. Na základě těchto výpočtů je pak sestavena diskuze s návrhy společnosti.

7 Seznam použitých zdrojů

7.1 Literatura

DÖMEOVÁ, Ludmila a Martina BERÁNKOVÁ. *Modely řízení zásob I*. Praha: Credit, 2004. ISBN 80-213-1140-1.

JABLONSKÝ, Josef. *Operační výzkum: kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování*. Praha: Professional Publishing, 2002. ISBN 80-86419-42-8.

LINDA, Bohdan. *Stochastické modely operačního výzkumu*. Bratislava: STATIS, 2004. ISBN 80-85659-33-6.

ROSOCHATECKÁ, Eva. *Cvičení z ekonomiky podniků*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta, 2016. ISBN 978-80-213-2258-5.

DÖMEOVÁ, Ludmila. *Stochastické modely I*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta, 2010. ISBN 978-80-213-1371-2.

HAVLÍČEK, Jaroslav. *Stochastické modely*. Praha: Credit, 1998. ISBN 80-213-0410-3.

LUKÁŠ, Ladislav. *Pravděpodobnostní modely některých manažerských úloh*. V Plzni: Západočeská univerzita, 2005. ISBN 80-7043-402-3.

7.2 Internetové zdroje

Justice: oficiální server českého soudnictví. Účetní závěrka za rok 2013, 2014, 2015 [online]. 2016 [cit. 2016-12-15]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/vypis-sl-firma?subjektId=97386>

Statistika a výpočetní technika: Střední hodnoty [online]. 2016 [cit. 2016-12-15]. Dostupné z: <http://cit.vfu.cz/statpotr/potr/teorie/predn1/strednih.htm>

Statistika a výpočetní technika: Charakteristiky variability [online]. 2016 [cit. 2016-12-15]. Dostupné z: <http://cit.vfu.cz/statpotr/potr/teorie/predn1/variabil.htm>

Státní fond životního prostředí České republiky: Kotlíkové dotace [online]. 2016 [cit. 2016-12-15]. Dostupné z: <https://www.sfzp.cz/sekce/815/kotlikove-dotace/>

RomanSterley.com: Model teorie zásob [online]. 2012 [cit. 2016-12-15]. Dostupné z: <http://www.romansterley.com/model-teorie-zasob/>