

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Ekonomická fakulta

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



Ekonomická
fakulta
Faculty
of Economics

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Ekonomická fakulta
Katedra matematiky a informatiky

Bakalářská práce

Praktická aplikace modelů zásob

Vypracovala: Lucie Růžicková
Vedoucí práce: RNDr. Jana Klicnarová, Ph.D.
České Budějovice 2016

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Fakulta ekonomická

Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lucie RŮŽIČKOVÁ**
Osobní číslo: **E12073**
Studijní program: **B6208 Ekonomika a management**
Studijní obor: **Řízení a ekonomika podniku**
Název tématu: **Praktická aplikace modelů zásob**
Zadávající katedra: **Katedra aplikované matematiky a informatiky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem práce je, aby student aplikoval některý z modelů zásob na reálný problém. Úkolem studenta bude seznámit se detailně s vybraným reálným problémem, na který lze aplikovat některou z metod teorie zásob. Dále nastudovat si teorii zásob s důrazem na aplikaci. Poté aplikovat vhodný model na praktický problém a najít optimální řešení. Závěrem student vyhodnotí přínos optimalizace.

Metodický postup:

1. Student si zvolí praktický problém, který lze optimalizovat s využitím teorie zásob a zajistí si potřebná data.
2. Student se seznámí s teorií zásob s důrazem na praktickou aplikaci.
3. Zvolený problém analyzuje a s využitím teorie zásob nalezne optimální plán.
4. Závěrem student vyhodnotí přínos své optimalizace.

Rozsah grafických prací: dle potřeby

Rozsah pracovní zprávy: 40 - 50 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

1. HILLIER F. S., LIEBERMAN G. J. *Introduction to Operations Research*. Boston: McGraw-Hill, 2010, 1047 s. ISBN 978-007-132483-0.
2. LUKÁŠ, L. *Pravděpodobnostní modely v managementu: Teorie zásob. 2. díl*. Academia, 2012, 208 s. ISBN 978-80-200-2005-5.
3. PRÁŠKOVÁ, Z. a P. LACHOUT. *Základy náhodných procesů I*. Praha: Matfyzpress, 2012.
4. PRÁŠKOVÁ, Z. *Základy náhodných procesů II*. Praha: Karolinum, 2007. ISBN 978-80-246-0971-3.

Vedoucí bakalářské práce:

RNDr. Jana Klicnarová, Ph.D.

Katedra aplikované matematiky a informatiky

Datum zadání bakalářské práce: 7. ledna 2014

Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2015

doc. Ing. Ladislav Rolínek, Ph.D.

děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
EKONOMICKÁ FAKULTA
Studentů 13 (23)
370 05 České Budějovice
L.S.

prof. RNDr. Pavel Tlustý, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 6. března 2014

Prohlášení:

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci na téma Praktická aplikace modelů zásob jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47 zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 14. 4. 2016

.....

Lucie Růžičková

Poděkování:

Chtěla bych poděkovat vedoucí bakalářské práce RNDr. Janě Klicnarové, Ph.D. za její cenné rady, odborné vedení během zpracovávání mé bakalářské práce. Také bych chtěla touto cestou poděkovat společnosti Schwartz Technické plasty s.r.o. za jejich ochotu podělit se o interní informace. Také bych ráda poděkovala panu Lukáši Smejkalovi z firmy Schwartz Technické plasty s.r.o. za pomoc a jeho rady při vytváření výpočtů.

Obsah

1. ÚVOD	- 3 -
2. Přehled řešené problematiky	- 5 -
2.1 Historie logistiky a její vývoj	- 5 -
2.2 Význam poptávky	- 6 -
2.3 Význam zásob	- 6 -
2.4 Typologie zásob	- 6 -
2.5 Systém řízení zásob	- 7 -
2.5.1 Q - systém	- 8 -
2.5.2 P - systém	- 8 -
2.5.3 Systém dvou zásobníků	- 9 -
2.6 Nástroje materiálového řízení	- 9 -
2.6.1 Just – in – time (JIT)	- 9 -
2.6.2 Metoda ABC	- 10 -
2.7 Modely řízení zásob v závislosti na poptávce	- 11 -
2.7.1 Deterministické modely zásob	- 12 -
2.7.2 Stochastické modely zásob	- 19 -
3. Cíl a metodika	- 23 -
3.1 Cíl bakalářské práce	- 23 -
3.2 Metodika	- 23 -
4. Vlastní práce	- 24 -
4.1 Charakteristika firmy SCHWARTZ TECHNICKÉ PLASTY s.r.o.	- 24 -
4.2 Historie společnosti	- 24 -
4.3 Zaměstnanci	- 25 -
4.4 Stanovování objednávek a interní zásobovací program	- 25 -
4.4.1 Interní počítačový software AP +	- 25 -
4.5 Struktura skladovaných zásob	- 26 -
4.5.1 Sklad výrobních prostředků	- 26 -
4.5.2 Sklad materiálu	- 27 -
4.5.3 Sklad polotovarů a hotových výrobků	- 27 -
4.5.4 Sklad obalového materiálu	- 27 -
4.6 Řízení zásob ve společnosti Schwartz Technické plasty s.r.o.	- 27 -
4.7 Stanovení položek potřebných pro výpočty	- 27 -
4.7.1 Přepoččet dle deterministického modelu	- 28 -

4.7.2 Přepočet dle stochastického modelu	- 34 -
4.8 Porovnání výsledků deterministického a stochastického modelu u zásoby Napuštěné tkaniny.....	- 39 -
5. Vyhodnocení úspory nákladů obou modelů	- 42 -
5.1 Návrhy na zlepšení.....	- 44 -
6. Závěr.....	- 47 -
I Summary and keywords	- 48 -
II Seznam použitých zdrojů	- 49 -
III Seznam tabulek a grafů.....	- 51 -
IV Přílohy	

1. ÚVOD

Praktická aplikace modelů zásob je téma, které jsem si vybrala, protože je velice zajímavé. Jak se v dnešní době mnoha různých softwarů a metod používaných k efektivnímu zásobování firmy zásobují své sklady? Ve své bakalářské práci jsem se snažila nalézt odpověď na tuto jednoduchou otázku.

S pojmem zásobování nebo zásoby se v našem životě setkáváme každý den, neboť veškeré firmy, ať už obchodní nebo výrobní, musejí mít pro svoji ekonomickou činnost dostatek zásob ve skladech. Ať už z důvodu plynulé výroby nebo minimalizování rizika vzniku neuspokojené poptávky. Objednávání zásob musí veškeré firmy brát z několika pohledů. Jak již bylo výše zmíněno, tím prvním pohledem je minimalizovat riziko vzniku neuspokojené poptávky. Každý výrobce či obchodník chce dosahovat co největšího zisku, a proto musí mít k dispozici tolik výrobků nebo jiných potřebných zásob, aby uspokojil maximálně možnou poptávku. Další důležitou položkou pro každou společnost, která k vytváření ekonomické činnosti potřebuje zásoby, jsou náklady. Zásoby na sebe dokáží vázat nemalé finanční prostředky. Je proto velice zajímavé zjistit, jakým způsobem se podniky snaží minimalizovat náklady vázané v zásobách na skladech.

Cílem této bakalářské práce je zjistit, jakým způsobem dochází k objednávání zásob v praxi. Pro mě bylo nejdůležitější získat firmu, která by byla ochotna sdílet svá interní data týkající se skladování. Velice zajímavé bylo zjistit, do jaké míry se daná společnost snaží dosáhnout určitého optima při objednávání a zásobování. Na jakou povolenou výši jsou stanoveny celkové náklady na objednávku a skladování a rizika neuspokojení poptávky. Bakalářská práce, je sice založena na matematických a statistických výpočtech, ale pro mě bylo velice důležité, abych dokázala poukázat na propojení výpočtů s teorií logistiky.

V teoretické části se tedy zabývám pojmem logistika. Co v dnešním světě logistika znamená? Jakými způsoby lze rozdělovat druhy zásob, které jsou skladovány ve skladištních halách? Čtenář se seznámí se systémy řízení zásob, nástroji materiálového řízení a modely zásob, které se orientují dle poptávky. Také se dozví, proč je poptávka tolik důležitá pro stanovení těchto modelů.

V praktické části bakalářské práce seznámím čtenáře se společností Schwartz Technické plasty s.r.o. a s jejich způsobem zásobování a vystavování objednávek. Následně si

vyberu dva modely zásob dle poptávky. Vyberu tedy jeden model z deterministických modelů zásob a jeden ze stochastických modelů zásob. Prostřednictvím vybraných modelů a reálných dat společnosti Schwartz Technické plasty s.r.o., které mi tato společnost ochotně poskytla, získám obraz jejich zásobovací strategie.

Cílem bakalářské práce je nalézt optimální objednáací množství u jednotlivých zásob společnosti Schwartz Technické plasty s.r.o. a nalézt tak cestu k minimalizaci vázaného kapitálu v zásobách (celkových nákladů na objednávku a skladování) a tím podniku napomoci k efektivnějšímu zásobování.

V závěru jsou tyto výpočty podrobněji rozebrány a jsou sepsány konkrétní návrhy na zlepšení stávající situace, které vycházejí ze změny skladovaného nebo objednávaného množství zásob a přepočtení opět podle deterministického a stochastického modelu zásob.

2. Přehled řešené problematiky

2.1 Historie logistiky a její vývoj

Logistika se jako vědní obor nejvíce rozvíjela po 2. světové válce. Tehdy se přesunula z vojenské sféry také do sféry hospodářské. V 50. letech se nejvíce rozvíjela v USA, kde byla převzata civilními podniky. Do Evropy se tento pojem dostává až na konci 60. let a dnes je logistika známá ve všech zemích celého světa. Logistika je důležitým faktorem jak pro výrobu, tak také pro uspokojení poptávky. Efektivní řízení logistiky přináší firmám možnosti, jak zlepšit profitabilitu a samozřejmě i konkurenční schopnost podniku. Zásadní pro podnik je, aby byl schopen pružně reagovat na požadavky zákazníků. Proto je dobré vymezit jednotlivé úkoly zásobování.

Mezi hlavní úkoly zásobování patří:

1) Nákup materiálu

Jedná se zde o úkoly orientované na trh a s nimi související uzavírání smluv s dodavateli. Lze tedy říci, že úsek, zabývající se nákupem má za úkol výběr dodavatelů, kteří splňují podmínky týkající se jak kvality materiálu tak také jeho cenou. Dále jedná s dodavateli a sestavují a uzavírají smlouvy. Díky tomuto hlavnímu úkolu, se firmy snaží snižovat či minimalizovat nákupní náklady, které bývají u materiálu dost vysoké.

2) Dalším úkolem logistiky je zajištění plynulých toků materiálu či zboží ve výrobě

Aby byla zajištěna maximální možnost uspokojení zákazníků, musí být zaveden plynulý tok materiálu. Je to z toho důvodu, aby nedošlo ke zpoždění zakázek, prostojům nebo ztrátovým časům.

Co se týče zásoby materiálu, která je udržována na skladě, existují zde dva protichůdné názory. Starší názor byl, aby byly podniky dobře zásobené. V tomto případě dochází k vázání veliké části kapitálu podniku v zásobách. Nelze tak investovat třeba do lepších technologií nebo do proškolení zaměstnanců. Na druhé straně mít na skladě jenom několik „kusů“ určitého materiálu je sice z hlediska výše nákladů dobré, nejsme však schopni pružně reagovat na poptávku. Pokud by došlo k náhlému vzrůstu poptávky po výrobcích, nebude takto zásobovaná firma schopna uspokojit navýšení poptávky a mohlo by dojít i ke snížení její konkurenceschopnosti.

2.2 Význam poptávky

Nejdůležitější pro každý logistický systém je odpověď na otázku: „Kolik našich výrobků po nás bude trh požadovat v určitém období?“ Na základě této otázky a informací, které díky odpovědi získáme, si může každý podnik stanovit dlouhodobý plán výroby, rozmístění skladů nebo například i počet nutných skladů, dále potom střednědobé plány, týkající se spíše výrobní nebo dopravní kapacity a nakonec také ke stanovení plánu krátkodobých. Tyto krátkodobé plány si podnik stanovuje, aby mohl každodenně zajistit operativně materiál nebo kapacity potřebné pro výrobu.

2.3 Význam zásob

V každém podniku se zásoby vyskytují v několika možných stupních rozpracovanosti. Jsou tedy vyrobeny, ale ještě nejsou dále spotřebovány. Proto na sebe vážou nemalé množství kapitálu ale také materiálních prostředků. Z tohoto úhlu pohledu můžeme říci, že by bylo nejlepší žádné zásoby na skladě nemít.

Každý podnik má rozdílné důvody k tomu, proč udržuje zásoby na svých skladech. Je však několik cílů, které jsou brány jako hlavní:

- 1) *Umožňují podniku dosáhnout úspor založených na rozsahu výroby,*
- 2) *Vyrovňávají poptávku s nabídkou,*
- 3) *Umožňují specializaci výroby,*
- 4) *Poskytují ochranu před nepředvídatelnými výkyvy v poptávce v době cyklu dodávky,*
- 5) *Poskytují „nárazník“ mezi kritickými spoji v rámci distribučního kanálu (Lambert, Stock, Ellram, 2005, str. 112).*

2.4 Typologie zásob

Zásoby lze dělit z nejrůznějších hledisek:

- *Podle stupně rozpracování*
 - ***Výrobní zásoby** – jedná se nejčastěji o suroviny, základní a pomocný materiál, paliva, polotovary,*
 - ***Zásoby rozpracovaných výrobků** – polotovary vlastní výroby, nedokončená výroba,*

- **Zásoby hotových výrobků** – nazývané též distribučními zásobami,
- **Zásoby zboží** – výrobky zakoupené za účelem jejich prodeje (Horáková, Kubát. 1999, str.236).

○ *Podle funkce:*

- **Běžná zásoba**

Slouží k uspokojení poptávky nebo spotřeby v období mezi dvěma dodávkami. Tato zásoba předpokládá konstantní poptávku i celkovou dobu doplnění zásob. Když by bylo možné, tuto konstantní poptávku předpokládat, nebylo by už potřeba udržovat na skladě další druhy zásob. Jelikož se ve většině případů poptávka nedá předvídat, tak je nutné udržovat i jiné druhy zásob na skladě.

- **Pojistná zásoba**

Vytváří se jako prevence proti nejistotě týkající se buď poptávky či spotřeby nebo v dodací lhůtě.

- **Spekulační zásoba**

Tato zásoba se v podniku vytváří z jiných důvodů než běžná zásoba. Důvody mohou být různé např.: získání množstevní slevy nebo se vytváří tehdy, když by mělo dojít k předpokládanému růstu nákupní ceny.

- **Sezonní**

Tato zásoba je druhem spekulativní zásoby. Zahrnujeme do nich zásoby, které je nutno naakumulovat před začátkem specifického období. Typické příklady jsou zásoby v zemědělství, oděvní průmysl nebo například začátek letní sezony v restauraci v blízkosti nějakého zajímavého místa.

(Lambert, D., Stock, J. R., Ellram L. 2005, str. 116)

2.5 Systém řízení zásob

Zásoby mohou být v praxi řízeny dvojím způsobem. Tím prvním je možnost, kdy předpokládáme za stanovené období spotřebu materiálu Q . Tento materiál je spotřebováván v pravidelných a stejně velkých dávkách x . Počet dodávek je tedy ve výši podílu Q/x . Tato situace je ale v praxi nazývána jako „ideální stav“. Proto se s touto situací setkáme jen zřídka. Častěji využívaný způsobem řízení je založen na pravděpodobnostním charakteru. Každý den dochází ve výrobě ke kolísání spotřeby a nutnosti objednat určité množství jednotlivých zásob. Kolísání spotřeby je tedy nutno vyrovnávat.

Dle výše zmíněných informací rozlišujeme dva základní typy řízení zásob:

- Q – systém
- P – systém

2.5.1 Q - systém

„Tento systém pracuje s pevnými velikostmi objednávek a kolísání ve spotřebě vyrovnává změnami frekvence objednávek. Stanoví se signální výše zásoby, která slouží ke krytí poptávky během pořizovací lhůty a jakmile skutečný stav zásoby dosáhne této úrovně, realizuje se nová objednávka.“ (Plevný, Žižka, 2005, str. 269)

Konstantní velikost objednávky se v tomto systému stanovuje dle Harrisova vzorce: (Plevný, Žižka, 2005, str. 269)

$$x_{opt} = \sqrt{\frac{2Qc_p}{Tc_s}} \quad (1)$$

Kde:

c_p = náklady na pořízení jedné dodávky

c_s = skladovací náklady jednotky zásoby za jednotku času

Q = spotřeba zásoby za jednotku času

T = doba, ve které se uskuteční daný počet objednávek

Kolísání se zde projevuje změnami objednávacího cyklu. Nemusíme tedy vytvářet zvláště vysokou pojistnou zásobu. Pokud během výroby dojde ke zvýšení spotřeby, dojde k poklesu zásoby na „signální úroveň“ a k dřívější realizaci objednávky. Pojistná zásoba chrání plynulost výroby pouze tehdy, když dojde ke zvýšení spotřeby během pořizovací lhůty.

2.5.2 P - systém

„Je založen na principu, že v předem pevně stanovených objednacích termínech se realizují objednávky obecně nestejné velikosti. Při této strategii je konstantní intenzita objednávek, ale liší se jejich velikost.“ (Plevný, Žižka, 2005, str. 270)

Tato strategie vyrovnává kolísání spotřeby prostřednictvím střední hodnoty skutečné spotřeby. Výhodou tedy je, že nemusíme neustále provádět kontrolu, ale že nám stačí

kontrola až po určitém časovém období. Oproti Q – systému, ve kterém stanovujeme pojistnou zásobu pouze na dobu během pořizovací lhůty, u P – systému musí být pojistná zásoba k dispozici během celého objednávacího cyklu.

2.5.3 Systém dvou zásobníků

Předchozí dva systémy jsou ve většině případů využívány pro zásoby, které jsou spotřebovávány ve větší míře. Pro materiál, který je spotřebováván v menším množství, se využívá strategie dvou zásobníků. Zásoby jsou skladovány ve dvou zásobnících – ve velkém a v malém. Malý zásobník představuje pojistnou zásobu materiálu. Až dojde k vyprázdnění velkého zásobníku, realizuje se nová objednávka. Po dobu dodávky se vyřizuje poptávka z malého zásobníku. Po přijetí dodávky materiálu se malý zásobník „naplní“ materiálem jako první a zbytek se uskladní ve velkém zásobníku.

2.6 Nástroje materiálového řízení

Pro všechny firmy jsou zásoby velikou položkou, která zasahuje a omezuje možnost investic. *„Zásoby mohou představovat i více než 20 % celkového jmění v případě výrobců a více než 50 % celkového jmění u obchodních firem.“* (Lambert, Stock, Ellram, 2005, str. 148)

Proto je důležité, aby si každá firma (výrobní či obchodní) stanovila takový nástroj materiálového řízení, který bude vyhovovat právě té dané společnosti.

Stále větší pozornost získává model Just-in-time.

2.6.1 Just – in – time (JIT)

Nástroj JIT vznikl na počátku 70. let v Japonsku a byl dále využíván firmami v USA a západní Evropy. Dnes je tento model rozšířen a využíván po celém světě. Jeho základní myšlenkou je výroba pouze potřebných položek v potřebné kvalitě, množství a v nejpozdějších možných termínech. Dalo by se říci, že se jedná o výrobu na přání a objednávku zákazníka.

Tento model musí být v podniku v souladu jak s výrobní tak i s celkovou strategií. Metoda JIT vychází z předpokladu, že firma chce minimalizovat rozpracovanou výrobu, tedy minimalizovat i potřebu určitých meziskladů a skladů. Důležitou roli v tom sehrávají samozřejmě i náklady, které by se díky tomuto modelu měli udržovat na minimu. V tomto případě se může jednotka sama rozhodnout, zda dané výrobky vyrobí

nebo je nakoupí od spolehlivých subdodavatelů. Dále také dochází ke zkracování doby výroby. Dle autora Keřkovského je JIT modelem „taženým poptávkou“. Poptávka je zde tedy výchozím ukazatelem, podle kterého se celá výroba orientuje a řídí. Jsou používány velmi malé výrobní dávky a musí být zajištěn rychlý a jednoduchý tok materiálu mezi pracovišti. Také dochází ke zkracování přepravních vzdáleností ať už mezi sklady nebo mezi subdodavateli.

Co se týče kvality vyráběných položek, je důležité, aby nedocházelo k výrobě špatných položek. Jelikož se vyrábí pouze potřebné a tedy malé množství výrobků, musí být zmetkovitost minimalizována.

2.6.2 Metoda ABC

Tato metoda je založena na tzv. Paretově zákoně. Tento zákon nám říká, že 20% lidí kontroluje 80% majetku. Na základě Paretovského rozdělení můžeme sortiment zásob rozdělit na několik skupin. Nejčastěji se uvádí skupiny A a B, do kterých se zařazuje sortiment s nejvyšší denní spotřebou. Méně využívané zásoby řadíme do skupiny C. Někdy se uvádí i skupina D.

Základem této metody je sestupné seřazení zásob podle statistických ukazatelů, jako je spotřeba zásob nebo velikost prodeje. Následně takto seřazený sortiment zařadíme do jednotlivých skupin.

Do skupiny A zařazujeme ty zásoby, které jsou v podniku spotřebovávány z 80%. Jsou tedy pro podnik nejdůležitější. Spotřebovávají se denně a jejich průměrná zásoba a objednáací množství se musí stanovit velice přesně. Pokud bychom hladinu zásoby stanovily špatně, může dojít k neuspokojení poptávky nebo k přerušení plynulosti ve výrobě.

Kategorie B zahrnuje potřebu zásob pro výrobu ve výši 15%. Tato skupina je taktéž brána za jednu z hlavních. Jelikož je ale hladina těchto zásob podstatně nižší, lze zde zavést jednodušší způsoby stanovení pojistné zásoby a objednáacího množství. Jednotlivé objednávky a pojistná zásoba je vyšší než u kategorie A.

Skupina C je charakterizována méně důležitým sortimentem, který má 5% na celkové spotřebě zásob. „Pro řízení těchto položek se používají velmi jednoduché metody vycházející nejčastěji z odhadu objednáacího množství na základě průměrné spotřeby v předchozím období.“ (Plevný M., Žižka M., 2005, str.268)

2.7 Modely řízení zásob v závislosti na poptávce

Modely zásob jsou prvotně charakterizovány poptávkou. Ta je rozdělena v závislosti na tom, zda je známá či nikoliv. Pokud můžeme poptávku v rámci určitého časového období charakterizovat jako pevně danou, jedná se o poptávku deterministickou. V opačném případě se jedná o poptávku stochastickou. Tu lze charakterizovat jako neurčitou. Někdy ji též nazýváme pravděpodobnostní, protože její velikost můžeme pouze odhadnout.

Dalším zásadním krokem je rozhodnout se, zda bude možné, aby zásoba v nějakém okamžiku nebyla dostupná. S tím souvisí stanovení tzv. pojistné zásoby, jejíž velikost je ovlivněna pravděpodobností vzniku nedostatku zásoby.

I čas hraje v řízení zásob svoji roli. Musíme si uvědomit, jaká doba uplyne od odeslání další objednávky až k samotnému přijetí zásob na sklad. Zde hovoříme o pořizovací lhůtě dodávky. Ta se, stejně jako poptávka dělí na stochastickou a deterministickou.

Mezi dvě základní strategie řízení objednávek patří strategie založená na bodu znovuobjednávky. Tedy objednávka je odeslána až tehdy, když zásoba klesne na úroveň tohoto bodu. Pro toto řízení je charakteristická stejná velikost objednávky, ale jiná intenzita vystavení. Druhou strategií je model založený na pravidelných časových intervalech, ale na různé velikosti objednávky. Úkolem řízení zásob je snaha o minimalizaci finančních prostředků vázaných v zásobách tedy nákladů.

Dle Jablonského dělíme náklady:

- ***Skladovací náklady***

Tyto náklady se vztahují ke každé jednotce na skladu za určité časové období. Můžeme do nich zahrnout náklady na manipulaci, spotřebu energie, pronájem skladových prostor. Stanovuje se buď jako pevná cena vztahující se k určitému období nebo je vyjádřena procentem z nákupní ceny zásob.

- ***Pořizovací náklady***

Tyto náklady souvisí s každou objednávkou, kterou doplníme sklad. Neodvíjí se ale od velikosti zásoby, a proto jsou tyto náklady označovány jako fixní. Jedná se o náklady spojené s přípravou objednávky, jejím vystavením a odesláním nebo například fixní náklady dodavatele.

○ Náklady z nedostatku zásob

Náklady z nedostatku zásob jsou charakterizovány jako náklady vznikající v důsledku neuspokojení poptávky. Zařazujeme mezi ně penále, za pozdě dodané zboží, ztrátu, která souvisí s přerušením výroby z důvodu nedostatku polotovarů (Jablonský J., 1998, str. 297).

2.7.1 Deterministické modely zásob

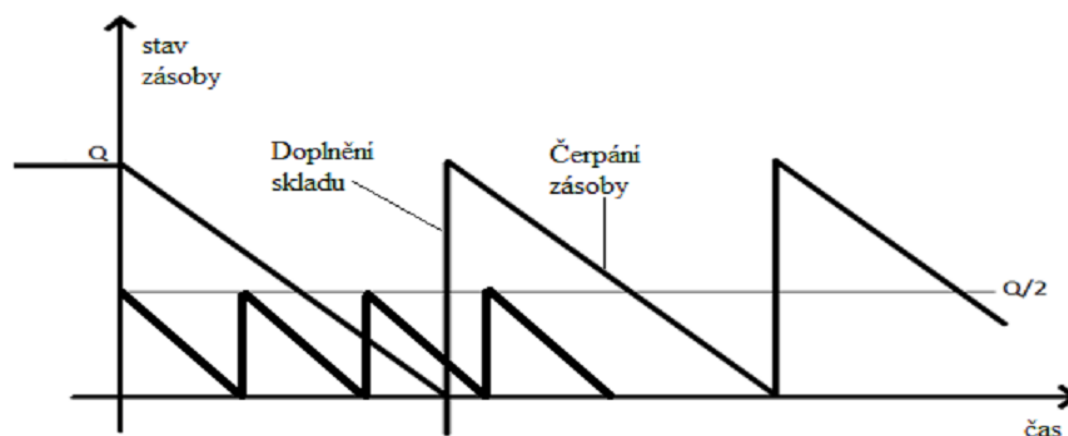
Jak je již výše napsáno, deterministické modely zásob jsou charakterizovány pevně stanovenou poptávkou. Lze je i přesto rozdělit na tři druhy:

1) Model I (Jablonský, 1998, str. 222)

„Tento model je nejzákladnějším modelem deterministických modelů zásob. Předpoklady tohoto modelu jsou:

- *Konstantní a známá poptávka – Q ,*
- *Rovnoměrné čerpání ze skladu,*
- *Konstantní a známá pořizovací lhůta dodávek,*
- *Konstantní velikost všech dodávek – q ,*
- *Nákupní cena jen nezávislá na velikosti objednávky,*
- *Není připuštěn vznik nedostatku zásob,*
- *K doplnění skladu dochází v jednom časovém období.“ (Jablonský, 1998, s. 222)*

Graf 1 Dodávkové cykly deterministického modelu I.



Zdroj: Jablonský, 1998, str 224, vlastní zpracování

Tento model může mít dvě různé podoby. Buď budeme objednávat malý počet objednávek o velkém počtu kusů zásob, nebo bude cyklů poměrně více, ale v menším množství kusů zásob. První strategie je charakterizována vysokou průměrnou zásobou, která má v sobě vázané velké množství skladovacích nákladů. Zároveň ale fixní náklady týkající se dodávky budou minimální. Druhá strategie je charakterizována naopak nižšími skladovacími náklady, protože cyklus objednávek je vyšší (např.: každý měsíc).

Z tohoto důvodu budou fixní náklady na dodávky vysoké. Snahou tohoto modelu je získat optimální velikost dodávky. Dříve než budeme schopni zjistit toto optimum, musíme si spočítat několik dalších ukazatelů.

Vycházíme z hodnot:

„ Q = *poptávka*,

Q = *velikost dodávky*,

c_1 = *jednotkové skladovací náklady*,

c_2 = *celkové fixní náklady*.“ (Jablonský, 1998, str. 222).

Celkové náklady zásobovací strategie tedy zjistíme podle vztahu (Jablonský, 1998):

$$N(q) = c_1 \frac{q}{2} + c_2 \frac{Q}{q} \quad (2)$$

Výši nákladů můžeme tedy měnit pouze velikostí dodávky q . Funkce $N(q)$ se v tomto případě skládá ze dvou různých funkcí. Je to lineární funkce $c_1(q/2)$. Vyjadřuje nám přímou závislost skladovacích nákladů na objemu dodávky q . Druhou funkcí je $c_2(Q/q)$, která vyjadřuje nepřímou závislost fixních nákladů na objemu dodávky q .

Z tohoto grafu je patrné, že propojením křivek grafu získáme optimální velikost dodávky q^* a optimální hodnotu celkových nákladů.

Vzorce pro optimální velikost dodávky získáme tím, že položíme první derivaci funkce $N(q)$ rovnu nule. (Jablonský, 1998)

$$\frac{dN}{dq} = \frac{c_1}{2} - \frac{c_2 Q}{q^2} = 0 \quad (3)$$

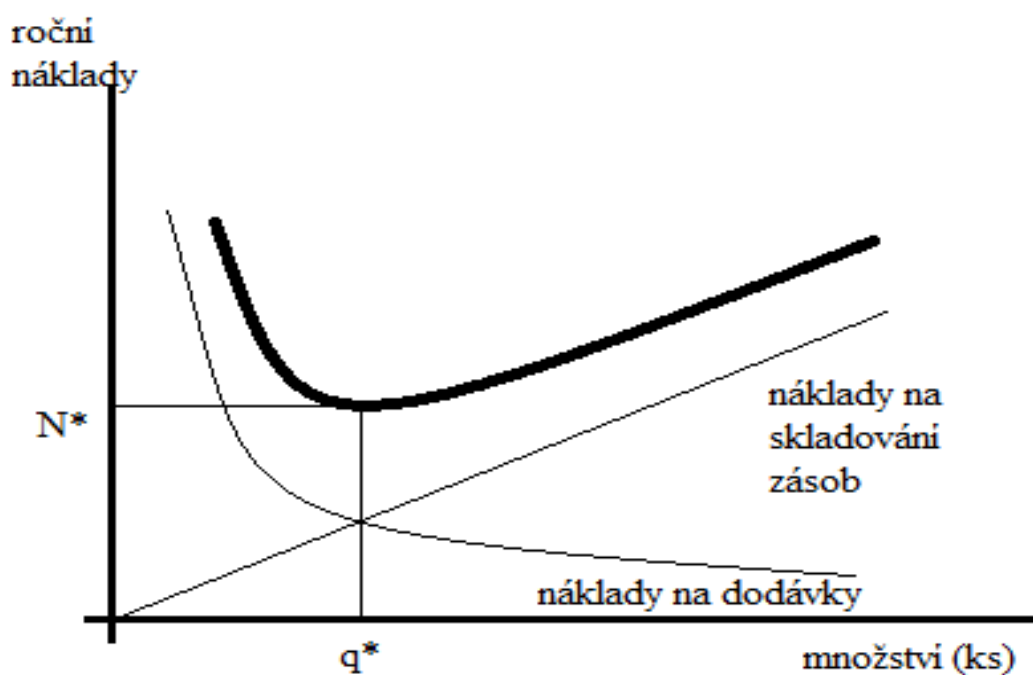
Dále budeme tuto rovnici řešit pro neznámou q a získáme tak vzorec pro **Optimální velikost dodávky** (Jablonský, 1998):

$$q^* = \sqrt{\frac{2Qc_2}{c_1}} \quad (4)$$

Pokud dosadíme **optimální hodnotu q^*** do nákladové funkce $N(q)$, získáme po úpravě Optimální (minimální) hodnotu celkových nákladů (Jablonský, 1998):

$$N^* = \sqrt{2Qc_1c_2} \quad (5)$$

Graf 2 Nákladová funkce $N(q)$



Zdroj: Kavan, 2002, str. 424, vlastní zpracování

Optimální délku dodávkového cyklu t^* vyjádříme jako (Jablonský 1998):

$$t^* = \frac{q^*}{Q} = \sqrt{\frac{2c_2}{Qc_1}} \quad (6)$$

Bod znovuobjednávky je bod, ve kterém je potřeba vystavit další objednávku tak, aby k doplnění skladu došlo v požadovaném okamžiku. Bod znovuobjednávky značíme r^* . Hodnota tohoto bodu závisí na pořizovací lhůtě dodávky (d) a optimální výši q^* .

2) Model II - přechodné neuspokojení poptávky

Tento model má charakteristiky stejné jako Model I, ale navíc je ještě charakterizován tím, že připouští přechodný nedostatek zásoby na skladu.

Dodávkový cyklus se nám tedy rozděluje na dva intervaly. První časový interval t_1 je stanoven zásobou na skladu a jejím čerpáním. Druhý interval t_2 je dán zásobou, která na skladu není, a tudíž nutnost jejího čerpání není uspokojena.

Délka dodávkového cyklu tedy je (Jablonský, 1998):

$$t = t_1 + t_2 \quad (7)$$

Výše neuspokojené poptávky, která se nachází v intervalu t_2 označíme symbolem s . Předpokladem tohoto modelu je, že neuskutečněná poptávka bude uspokojena ihned při dodání dalšího dodávkového cyklu. Z velikosti objednávky q bude do spotřeby okamžitě použito s jednotek. Můžeme tedy říci, že při další dodávce bude určité množství vydáno ihned do spotřeby a zbytek bude uskladněn.

Vycházíme ze vztahu (Jablonský, 1998):

$$q - s \quad (8)$$

Na skladě tedy může být uskladněno pouze množství $(q - s)$

Nákladovou funkcí je zde součet tří nákladových položek.

a) Skladovací náklady – variabilní c_1 (Jablonský, 1998):

$$c_1 \frac{q - s}{2} t_1 \quad (9)$$

b) Pořizovací náklady – fixní c_2

V každém cyklu dojde k objednání jedné dodávky s fixními náklady c_2 .

c) Náklady z nedostatku zásoby c_3

$$c_3 \frac{s}{2} t_2 \quad (10)$$

Nákladová funkce v rámci jednoho cyklu je tedy součtem všech těchto tří vzorců. Musíme si také uvědomit, že za sledované období proběhne těchto cyklů Q/q . Q je celková roční poptávka a q je velikost jedné dodávky.

Dostaneme tedy vzorec (Jablonský 1998):

$$N(q, s) = \left[\left(c_1 \frac{q-s}{2} t_2 + c_2 + c_3 \frac{s}{2} t_2 \right) \frac{Q}{q} \right] \quad (11)$$

Tato rovnice je funkcí dvou proměnných – q a s . Extrémem této funkce je optimální hodnota výše dodávky q^* a optimální výše neuspokojené poptávky s^* . Tato optima zjistíme jako parciální derivace podle proměnných q a s , které položíme rovny nule.

Pak tedy získáme dva vztahy (Jablonský 1998):

Optimální výše dodávky q^* :

$$q^* = \sqrt{\frac{2Qc_2}{c_1}} \times \sqrt{\frac{c_1 + c_3}{c_3}} \quad (12)$$

Optimální výše neuspokojené poptávky:

$$s^* = q^* \times \frac{c_1}{c_1 + c_3} \quad (13)$$

Důležité je také stanovení pravděpodobnosti, s kterými dojde k uspokojení poptávky vzhledem k dodávkovému cyklu a k neuspokojení požadavku, který bude muset na uspokojení počkat. Tyto dva ukazatele vyjádříme následujícími vzorci (Jablonský, 1998):

Pravděpodobnost neuspokojení požadavku:

$$\beta = \frac{s^*}{q^*} = \frac{c_1}{c_1 + c_3} \quad (14)$$

Pravděpodobnost uspokojení požadavku:

$$\alpha = 1 - \beta = \frac{c_3}{c_1 + c_3} \quad (15)$$

Může se stát, že bude podnik chtít, aby byla pravděpodobnost vyčerpání skladu β nižší než stanovená mez β^* (Jablonský, 1998):

$$\frac{c_1}{c_1 + c_3} \leq \beta^* \quad (16)$$

Pravděpodobnost β závisí pouze na velikosti neuspokojené poptávky c_3 , vyjádříme si tedy veličinu c_3 z výše popsané nerovnosti (Jablonský, 1998):

$$c_3 \geq \frac{c_1(1 - \beta^*)}{\beta^*} \quad (17)$$

Dále je k výpočtům třeba vztahu pro optimální výši nákladů N^* (Jablonský, 1998):

$$N^* = \sqrt{2Qc_1c_2} \sqrt{\frac{c_3}{c_1 + c_3}} = \sqrt{2Qc_1c_2} \times \sqrt{\alpha} \quad (18)$$

A optimální délka dodávkového cyklu t^* (Jablonský, 1998):

$$t^* = \frac{q^*}{Q} = \sqrt{\frac{2c_2}{Qc_1}} \times \sqrt{\frac{c_1 + c_3}{c_3}} = \sqrt{\frac{2c_2}{Qc_1}} \times \sqrt{\frac{1}{\alpha}} \quad (19)$$

Bod znovuobjednávky je, stejně jako v Modelu I, zbytek po dělení očekávané poptávky Q d optimální hodnotou dodávky q^* . Tato zjištěná hodnota je třeba ještě snížit o optimální velikost neuspokojené poptávky s^* .

3) Model III – Produkční model

Tento model opět vychází ze základních charakteristik Modelu I. Navíc je charakterizován tím, že doplnění skladu není jednorázové, ale rozpadá se na dva intervaly. Tyto intervaly nazýváme výrobní t_1 a spotřební cyklus. Ve výrobním cyklu dochází k rovnoměrnému doplnění na sklad a zároveň se z něho čerpá. Přitom je žádoucí, aby produkce byla vyšší než spotřeba. Aby tedy výroba pokryla následnou spotřebu. Druhý interval – spotřební t_2 , je charakterizován pouhým čerpáním zásob. Až

dojde k vyčerpání spotřebního intervalu, přichází na řadu znovu výrobní interval a to se opakuje pořád do kola.

„Tento model také nazýváme produkčně-spotřební model. Jedná se o to stanovit objem výrobní dávky q a intervaly mezi dvěma po sobě následujícími dávkami tak, aby byla uspokojena roční poptávka ve výši Q .“ (Jablonský J., 1998, str. 297)

Důležité je opět stanovit výši těchto veličin tak, aby byly minimalizovány celkové náklady. Ty zde rozlišujeme na skladovací náklady, které jsou variabilní c_1 , a fixní jedné výrobní dávky c_2 .

V tomto případě je nákladová funkce $N(q)$ stanovena vztahem (Jablonský, 1998):

$$N(q) = c_1(\text{průměrná výše zásoby}) + c_2(\text{počet cyklů za rok}) \quad (20)$$

K dalším výpočtům je nutné stanovit vztah pro maximální zásobu. Stanovený vzorec je (Jablonský, 1998):

$$(p - h)t_1 \quad (21)$$

p = intenzita produkce (objem produkce za zvolenou jednotku)

h = intenzita spotřeby (poptávka po vyprodukovaných jednotkách za 1 den)

t_1 = počet dní, po které potrvá výrobní cyklus

Průměrnou zásobu (Jablonský, 1998):

$$\frac{p - h}{p} \times \frac{q}{2} \quad (22)$$

p = intenzita produkce (objem produkce za zvolenou jednotku)

h = intenzita spotřeby (poptávka po vyprodukovaných jednotkách za 1 den)

q = celkový objem produkce v rámci jedné výrobní dávky

Nákladová funkce $N(q)$ (Jablonský, 1998):

$$N(q) = c_1 \frac{p - h}{p} \frac{q}{2} + c_2 \frac{Q}{q} \quad (23)$$

p = intenzita produkce (objem produkce za zvolenou jednotku)

h = intenzita spotřeby (poptávka po vyprodukovaných jednotkách za 1 den)

q = celkový objem produkce v rámci jedné výrobní dávky

c_1 = skladovací náklady

c_2 = fixní náklady jedné dodávky

Q = výše roční poptávky

Optimální objem výrobní dávky q^* (Jablonský, 1998):

$$q^* = \sqrt{\frac{2Qc_2}{c_1}} \sqrt{\frac{p}{p-h}} \quad (24)$$

Optimální délka cyklu t^* (Jablonský, 1998):

$$t^* = \frac{q^*}{Q} \quad (25)$$

Minimální náklady produkčně – spotřebního modelu (Jablonský, 1998):

$$N^* = \sqrt{2Qc_1c_2} \sqrt{\frac{p-h}{p}} \quad (26)$$

2.7.2 Stochastické modely zásob

Stochastická spojitá poptávka

„Stochastická spojitá poptávka je závislá na dvou kritických ukazatelích (Hillier, Frederick, Lieberman, 2001, str. 957):

- R – bod znovuobjednávky,
- Q – objednáací množství.“

Stochastický model spojité poptávky je model, kde musíme předpokládat poptávku jako náhodnou veličinu. V průběhu pořizovací lhůty dodávky může mít poptávka dvě podoby. Může být vyšší než bod znovuobjednávky R a tedy dojde k dočasnému neuspokojení určité velikosti poptávky. Dále může dojít k tomu, že bude poptávka menší než je velikost bodu znovuobjednávky. V tomto případě bude vše v pořádku a nedojde k dočasnému neuspokojení poptávky.

Kdykoli tedy klesne stav zásob na R jednotek, dojde k objednání Q jednotek pro doplnění zásob.

Předpoklady modelu (Hillier, Frederick, Lieberman, 2001, str. 957):

- 1) Úroveň zásob je průběžně přezkoumávána, takže její aktuální hodnotu lze vždy zjistit.
- 2) Musí zde být rozdíl mezi okamžikem zadání objednávky a přijetí objednáciho množství. Dodací lhůta může být fixní nebo variabilní.
- 3) Poptávka je nejistá, ale rozdělení pravděpodobnosti poptávky je známé (nebo je možno alespoň odhadnout).
- 4) Pokud dojde k neuspokojení poptávky z důvodu nedostatku zboží na skladě, bude tato poptávka uspokojena jako první ihned po přijetí nové dodávky.
- 5) Fixní náklady (K) jsou vynaloženy pokaždé, pokud dojde k objednání nového množství (Q).
- 6) Dále máme variabilní náklady, které jsou úměrné objednávanému množství Q.
- 7) Určitý podíl nákladů (h) byl stanoven pro každou jednotku zásob za jednotku času.

Nejdůležitější pro výpočty stochastického modelu spojitě poptávky je stanovení charakteru poptávky. To stanovíme pomocí střední hodnoty a směrodatné odchylky náhodné poptávky.

Optimální velikost objednáciho množství lze stanovit dle různých vzorců:

Výpočet objednáciho množství (Hillier, Frederick, Lieberman, 2001, str. 957):

$$Q = \sqrt{\frac{2AK}{h}} \sqrt{\frac{p+h}{p}} \quad (27)$$

Kde:

A = průměrná poptávka za jednotku času = střední hodnota náhodné poptávky

K = fixní náklady na objednávku

h = variabilní náklady na každou jednotku zásob za jednotku času

p = náklady vynaložené na předobjednávku

Tento vztah lze vyjádřit pomocí vzorce z deterministického modelu, ve kterém dojde ke změně hodnoty Q, tedy roční poptávky. U stochastické spojité poptávky se do výpočtu zahrne ukazatel μ_Q , což je střední hodnota náhodné poptávky zjištěná z historických dat (<http://nb.vse.cz/~fabry/Lecture%2010.ppt>):

$$q^* = \sqrt{\frac{2\mu_Q c_2}{c_1}} \quad (28)$$

Kde:

c_1 = roční náklady

c_2 = objednávací náklady

μ_Q = střední hodnota poptávky

Střední hodnota skladovacích nákladů, je hodnota, kterou lze vyčíslit opět vzorcem z deterministického modelu. Tento vzorec je ale navýšen o náklady na pojistnou zásobu (Lukáš, 2005):

$$\mu_N = \sqrt{2\mu_N c_1 c_2} + c_1 w \quad (29)$$

Velikost náhodné poptávky, která může vzniknout během pořizovací lhůty dodávky, lze stanovit, pokud vyřešíme následující rovnici (Vaněčková, 1998, str. 150):

$$P(Q_d \leq r_0) = \gamma \quad (30)$$

Q_d = náhodná poptávka během pořizovací lhůty dodávky

r_0 = bod znovuobjednávky

γ = úroveň obsluhy

„Úroveň obsluhy je pravděpodobnost, že v rámci jednoho cyklu nedojde k neuspokojení poptávky“ (Jablonský, 1998, str. 238).

Výpočet optimálního bodu znovuobjednávky r_0 (Vaněčková, 1998):

$$r_0 = \mu_{Q_d} + k\sigma_{Q_d} \quad (31)$$

Kde:

- μ_Q = střední hodnota náhodné poptávky
- σ_d = směrodatná odchylka roční poptávky
- k = argument distribuční funkce normálního rozdělení $N(0,1)$

Směrodatná odchylka poptávky v rámci dodací lhůty: (Jablonský, 1998):

$$\sigma_d = d\sigma_Q \quad (32)$$

Kde:

σ_d = směrodatná odchylka roční poptávky

d = délka dodací lhůty

V tomto pravděpodobnostním modelu může docházet k náhodnému výskytu nedostatku zásob a tedy k možnosti neuspokojení části poptávky. Z tohoto důvodu si podniky vytvářejí pojistnou zásobu, která by měla tento nedostatek eliminovat. Pojistná zásoba je zde důležitou hodnotou.

Pojistná zásoba (označíme ji w) má tedy za úkol uspokojit převis poptávky v závislosti na dodacích lhůtách. Tuto zásobu musíme stanovit v takové výši, aby platilo: (Jablonský, 1998):

$$w \geq z\sigma_{Q_d} \quad (33)$$

Kde:

- d = dodací lhůta
- z = náhodná veličina s normálním rozdělením (dle Jablonského)

3. Cíl a metodika

3.1 Cíl bakalářské práce

Cílem této bakalářské práce je zjistit, jaký dopad by mohlo mít pro existující podnik zavedení deterministického nebo stochastického modelu řízení zásob do praxe. Bude možné tímto způsobem uspořit nějaké náklady na skladování a objednávání?

Dle přepočtu jednotlivých modelů zakládajících se na reálných datech společnosti

Schwartz Technické plasty s.r.o. bude vytvořeno doporučení, zda je možné u některých skladovaných položek ušetřit vložený kapitál.

3.2 Metodika

Bakalářská práce bude vypracována dle následujících bodů metodického postupu:

1. Studium teoretických východisek.
2. Získání reálných interních dat společnosti Schwartz Technické plasty s.r.o..
3. Přepočet dat podle deterministického a stochastického modelu.
4. Zhodnocení dosažených výsledků.
5. Závěr a doporučení

4. Vlastní práce

4.1 Charakteristika firmy SCHWARTZ TECHNICKÉ PLASTY s.r.o.

Firma Schwartz technické plasty s.r.o. v Novém Městě na Moravě je dceřinná společnost německého podniku Schwartz GmbH Technische Kunststoffe, jejíž ústředí se nachází ve městě Xanten v Německu. Toto ústředí koordinuje spolupráci mezi šesti existujícími pobočkami nacházejícími se na území Německa, Číny, České republiky, USA a Polska. Mateřská společnost Schwartz GmbH Technische Kunststoffe je rozdělena na dvě obchodní jednotky a tedy dvě obchodní značky.

První společností a obchodní značkou je Global EPP. Druhou je společnost Schwartz technical plastics zabývající se vývojem a výrobou širokého sortimentu dílů vyráběných výhradně z odolných technických plastů – polyamidů. *„Po celém světě je tato společnost brána za technického specialistu v odlévání a obrábění složitých konstrukčních dílů a také za inovátora v oblasti vývoje materiálů a výrobních postupů v odlévání PA6 a PA12, stejně jako v lisování termosetů.“* (Schwartz Technické plasty s.r.o., Schwartz – specialista na komponenty, dostupné na: <http://www.schwartz-plastic.cz/index.php?level=o-nas&sublevel=schwartz-specialista-na-komponenty>)

Obrat společnosti činí asi 35 milionů euro. Tato částka je tvořena ze 60 % exportem výrobků do všech zemí světa.

4.2 Historie společnosti

Společnost Schwartz GmbH Technische Kunststoffe byla jako rodinná firma založena již v roce 1924. Jako prosperující společnost zabývající se oblastí zpracování technických plastů expandovala i do několika jiných ekonomicky vyspělých zemí, do kterých řadíme i Českou republiku. V roce 1964 se tato společnost začala zajímat o vývoj a výrobu plastových dílů vyráběných odléváním z polyamidů. V tomto materiálu viděla společnost Schwartz GmbH velký potenciál. Polyamidy se vyznačují velkou odolností v oděru, mají vysokou pevnost za sucha i za mokra, jsou vysoce pružné a jednoduše udržitelné. Z tohoto důvodu dodávají své díly do mnoha různých odvětví od potravinářského průmyslu, jeřábů a zvedacích zařízení až např. do odvětví lodního nebo tiskařského průmyslu.

Do České republiky společnost expandovala v roce 1992, kdy vznikla první ze dvou poboček v Novém Městě na Moravě. Druhá pobočka pro výrobu plastových součástek

se nachází v nedalekém městě Žďár nad Sázavou, která byla tak ochotná a podělila se o svá interní data. Filiálka ve Žďáře vznikla v roce 2013, je tedy poměrně mladou součástí společnosti Schwartz s.r.o..

4.3 Zaměstnanci

Ve všech šesti pobočkách, které společnost vlastní, je zaměstnáno více než 250 kmenových zaměstnanců. S postupným rozrůstáním společnosti se i počet zaměstnanců úměrně zvyšuje. V české pobočce ve Žďáře nad Sázavou je zaměstnáno 11 pracovníků. Počet zaměstnanců se od roku 2013 změnil. V roce otevření pobočky zde bylo zaměstnáno 9 pracovníků. Další rok se počet zvýšil na 13 zaměstnanců. V posledních dvou letech došlo k poklesu na již zmíněných 11 zaměstnanců.

4.4 Stanovování objednávek a interní zásobovací program

Základem pro stanovování objednávek na materiál jsou přijaté koncové objednávky od zákazníků z předchozího roku. Nákupčí, který vystavuje nové objednávky, musí zjistit roční poptávku od jednotlivých zákazníků dle interních dat zachycených v počítačovém softwaru AP+. Navíc každý ze zákazníků zašle na počátku roku předpokládaný výhled objednávek do konce aktuálního roku. Na základě statisticky zjištěných informací z programu a reálných předpokládaných objednávkách od zákazníků nákupčí stanovuje velikosti dodávek a jejich četnost.

Objednávky stanovují dva lidé tzv. „nákupčí“, kteří jsou nákupčími pro všechny pobočky společnosti Schwartz Technické plasty s.r.o. Po konzultaci a zpracování podkladů z výroby nákupčí stanoví objednávky jednotlivých druhů materiálu, polotovarů a hotových výrobků. Společnost část svých polotovarů a hotových výrobků také nakupuje. U skupiny nakupovaných polotovarů se výše roční spotřeby pohybuje okolo 26 % z celkové spotřeby, u nakupovaných hotových výrobků se jedná o 23 % z celkové roční spotřeby. Nákup je nutný, aby společnost dokázala vždy včas uspokojit veškerou poptávku, kterou přijme. Může také dojít k nenadálým událostem jako porucha stroje nebo živelná pohroma, a proto je nutné takto malé množství nakupovat.

4.4.1 Interní počítačový software AP +

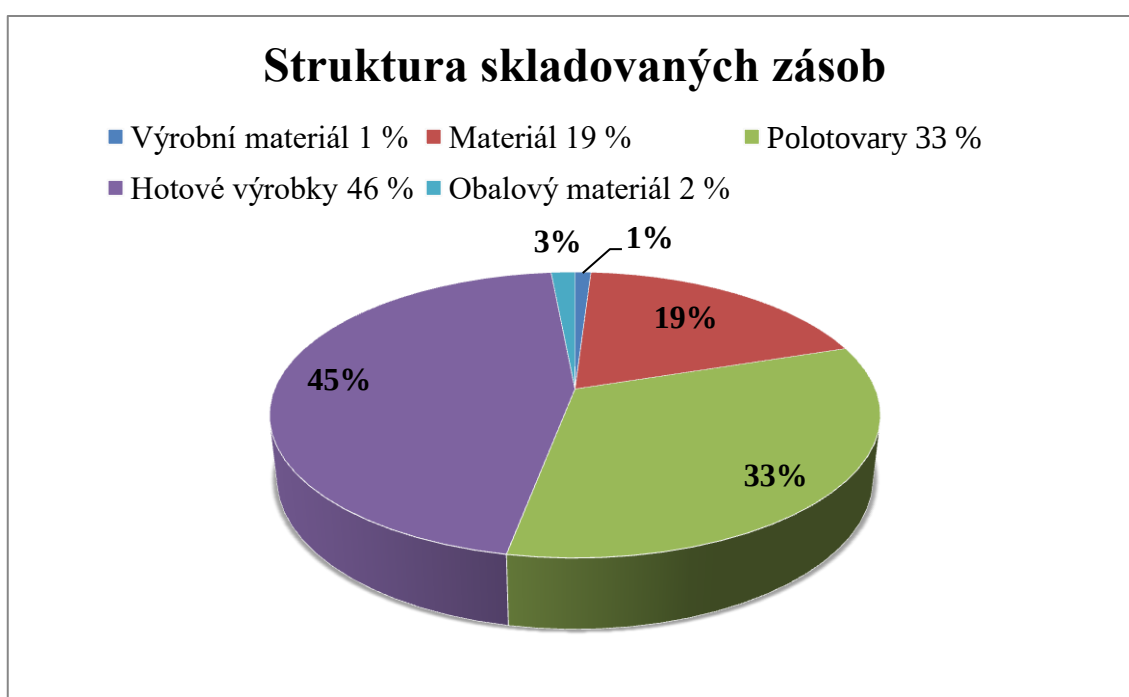
Pro řízení zásob společnost Schwartz s.r.o. využívá software AP +, který je společný pro celou skupinu Schwartz s.r.o.. Tento komplexní program obsahuje ucelené informace ohledně cenových nabídek hotových výrobků, objednávky od jednotlivých zákazníků a také objednávky na dodávky zásob dále výrobní objednávky, plánování

materiálových zásob a vyráběných produktů, dodací listy, skladové zásoby až po konečnou fakturaci. Z tohoto programu následně nákupčí dokáží statisticky vyhodnotit objednávky od jednotlivých zákazníků a následně stanovit celkem realistický obraz objednávek pro nadcházející rok.

4.5 Struktura skladovaných zásob

Filiálka ve Žďáře nad Sázavou skladuje zásoby v 8 skladovacích odděleních rozdělených dle jednotlivých druhů zásob. Materiál je rozčleněn na výrobní prostředky, materiál, polotovary, hotové výrobky a obalový materiál.

Graf 3 Struktura skladovaných zásob



Zdroj: Interní data společnosti Schwartz technické plasty s.r.o., vlastní zpracování

4.5.1 Sklad výrobních prostředků

Skupina Výrobní prostředky je charakterizována zásobami, které jsou potřebné k výrobě polotovarů nebo hotových výrobků. Jsou to především prostředky, které jsou brány jako pomocné k výrobě. Společnost do této kategorie zařazuje formy, provozní kapaliny, separátory, maziva a další potřebné přípravky.

4.5.2 Sklad materiálu

Kategorie Materiál zahrnuje suroviny, ze kterých výsledné produkty vznikají. Jsou to suroviny sypké a napuštěné tkaniny. Tyto zásoby jsou skladovány ve větších množstvích.

Tyto dvě skupiny nejsou pro skladování rozhodující, jelikož společnost Schwartz s.r.o. většinou vyrábí své produkty přímo na zakázku. Veškeré potřebné materiály tudíž nejsou skladovány po dlouhou dobu, ale v co nejkratší době postupují do výroby.

4.5.3 Sklad polotovarů a hotových výrobků

V dalších dvou skupinách jsou polotovary a hotové výrobky, které se shodně dělí na nakupované a vlastní výrobu. Nakupované polotovary a hotové výrobky jsou zde v minimální výši oproti vlastní výrobě, protože jsou pro firmu jakousi pojistkou pro případné nenadálé zvýšení poptávky, na které by nedokázali sami ve své výrobě okamžitě reagovat.

4.5.4 Sklad obalového materiálu

Obalový materiál je poslední skladovanou zásobou. Do této kategorie se řadí euro palety a papírové krabice používané při dodávkách jednotlivých výrobků zákazníkům.

4.6 Řízení zásob ve společnosti Schwartz Technické plasty s.r.o.

Jak již bylo výše zmíněno, pro řízení zásob společnost využívá počítačový program AP+ a také skladové karty, které slouží pro lepší přehled přímo ve skladu. Naskladnění a vyskladnění zásob se zaznamenává při každém pohybu zásob čtečkou přímo na pracovišti. Položky na skladě jsou evidovány v systému AP+ podle příslušného artiklového čísla. Každá položka je určena číslem skladu a pozicí na daném skladu (číslo buňky regálu). Každá položka skladu tak má svůj osobitý čárový kód, který v případě potřeby vyskladnění sejmuto čtečkou čárových kódů a informace o vyskladnění je okamžitě zaznamenána do počítačového softwaru AP+. Skladové karty jsou pouze pomocným prostředkem pro orientaci v jednotlivých skladech.

4.7 Stanovení položek potřebných pro výpočty

Jelikož ve skladech společnosti není skladován rozsáhlý sortiment zásob, lze tedy k výpočtům dle deterministických a stochastických modelů použít skoro všechny kategorie. Přesto bylo nutné z určitých položek vybrat ty, ke kterým byla získána data a informace o jejich skladování. V celém skladě se nachází 13 druhů zásob zařazených do

pěti skupin, ze kterých jsem vybrala 11 kategorií, u kterých byla k dispozici veškerá potřebná data. Jedná se tedy o zásoby: provozní kapaliny, separátory, maziva, suroviny sypké, napuštěné tkaniny, nakupované polotovary, polotovary vlastní výroby, nakupované výrobky, výrobky vlastní výroby, palety a krabice.

V následující tabulce je rozdělení jednotlivých skupin a zaznamenána roční spotřeba v kusech a v korunách:

Tabulka 1 Rozdělení zásob na skladě a jejich roční spotřeba

Skupiny zásob	A	B	C	D	E
Počet zásob ve skupině	5	2	2	2	2
Roční spotřeba v ks	1562	76 500	57 000	62 400	6000
Roční spotřeba v Kč	187 440	12 393 000	21 660 000	30 780 000	570 000

Zdroj: Interní data společnosti Schwartz technické plasty s.r.o., vlastní zpracování

Jednotlivé skupiny jsou blíže popsány v příloze 1. Pro další výpočty se tedy budu zabývat výše zmíněnými druhy zásob.

4.7.1 Přepočet dle deterministického modelu

V příloze 2 můžeme vidět výsledky přepočtu dat dle deterministického modelu. Jak jsme zjistili, každá položka, která byla použita k výpočtům, může být určitým způsobem upravena. Úprava se týká změny objednáčích množství a také počtu dodávkových cyklů. Z výsledků je patrné, že jednotlivá objednáčích množství se mění nahoru nebo dolů oproti množství stanoveným společností. U některých položek je úspora nákladů minimální např. separátory nebo palety. U těchto zásob je úspora nákladů v rámci korun. U surovin sypkých by mělo dojít ke změně objednáčích množství o jednotku, což nezaprůčíní žádnou úsporu v nákladech.

Vysoké rozdíly mezi náklady byly zjištěny u položek provozní kapaliny, maziva, napuštěné tkaniny a u zásoby krabic.

Pro deterministické výpočty jsem si vybrala Model I (viz Jablonský). Tento model nepředpokládá nedostatek zásoby a přechodné neuspokojení poptávky, což je i filosofií společnosti Schwartz s.r.o. Demonstrovat jej budu na zásobě Napuštěné tkaniny, kde je roční úspora ze všech zásob největší.

Tabulka 2 Skladovací data zásoby Napuštěné tkaniny

Název zásoby	Napuštěné tkaniny
Skladovací náklady na jednotku	2,25 Kč
Pojistná zásoba	8000 kg
Spotřeba zásoby za rok	65 000 kg
Průběžná doba výroby	8 týdnů

Zdroj: Interní data společnosti, vlastní zpracování

Po celou dobu výpočtů vycházím z proměnných:

Q = roční spotřeba

q = velikost jedné dodávky

c_1 = skladovací náklady na jednotku

c_2 = pořizovací náklady jedné dodávky

Cílem těchto výpočtů je zjistit optimální velikost jedné dodávky, která by měla zajistit minimální hodnotu skladovacích a objednacích nákladů. Pro zjištění této veličiny musíme zjistit několik dalších ukazatelů.

Celkové náklady této zásobovací strategie dle interně stanoveném objednacím množství

$q = 5417$ kg jsou dle vzorce (2):

$$N(q) = c_1 \frac{q}{2} + c_2 \frac{Q}{q} \quad (34)$$

$$N(q) = 2,25 \times \frac{5417}{2} + 120 \times \frac{65000}{5417}$$

$$N(q) = 7534 \text{ Kč}$$

V tomto případě, se jedná o položku, která je podnikem objednávanou v největším objemu tedy v množství 65 000 kg ročně. Proto jsou náklady u zásoby napuštěné tkaniny nejvyšší ze všech skladovaných položek.

V následujících výpočtech jsou demonstrovány výpočty, které vedou ke zjištění, zda existuje možnost uspořit podniku finanční prostředky vázané v zásobách. Nejdůležitější je stanovit optimální velikost dodávky, která by měla vést k minimalizaci nákladů.

Optimální velikost dodávky tedy zjistíme podle vzorce (4):

$$q^* = \sqrt{\frac{2Qc_2}{c_1}} \quad (35)$$

$$q^* = \sqrt{\frac{2 \times 65000 \times 120}{2,25}}$$

$$q^* = 2633 \text{ kg}$$

Zde můžeme vidět, že optimální velikost dodávky napuštěných tkanin dle deterministického výpočtu je o více než polovinu menší, než má společnost stanoveno ve svých interních směrnicích. Interně je stanovena dodávka o velikosti 5417 kg, které se objednávají jeden krát za měsíc. Z výsledku můžeme vidět, že optimální velikost by měla být stanovena na 2633 kg. Pro podnik je ale stěžejní zjistit, zda tato velikost dodávka bude mít pro podnik minimalizační účinek na celkové náklady. Pro zjištění, zda toto optimální množství bude mít minimalizační účinek na náklady, musíme optimální velikost dodávky q^* dosadit znovu do rovnice pro optimální hodnotu celkových nákladů (2):

$$N(q) = c_1 \frac{q}{2} + c_2 \frac{Q}{q} \quad (36)$$

$$N(q) = 2,25 \times \frac{2633}{2} + 120 \times \frac{65000}{2633}$$

$$N(q) = 5925 \text{ Kč}$$

Z tohoto výsledku je patrné, že při objednávce ve velikosti 2633 kg by došlo k úspoře nákladů o 21 %. Tedy o částku 1609 Kč ročně. Jedná se o částku úspory pouze pro zásobu napuštěné tkaniny.

Dále zjistíme optimální délku dodávkového cyklu t^* :

$$t^* = \frac{q^*}{Q} = \sqrt{\frac{2c_2}{Qc_1}} \quad (37)$$

$$t^* = \frac{2633}{65000}$$

$$t^* = 14 \text{ dní}$$

Délka dodávkového cyklu byla stanovena na 14 dní.

Dle deterministického modelu bychom tedy měli optimálně objednávat 2633 kg napuštěných tkanin jedenkrát za 14 dní oproti 5417 kg jednou za 30 dní stanovených podnikem. Pokud bychom vycházeli z údajů zadaných společností, pak minimální náklady na objednání a skladování ročně budou 7534 Kč.

Víme tedy, že optimální množství jedné dodávky by mělo být 2633 kg a interval mezi jednotlivými dodávkami by měl být 14 dní. Počet dodávkových cyklů za jeden rok je stanoven na 25. Ročně by tedy došlo k objednání 65 825 kg napuštěných tkanin. Dle přílohy 1 je stanovena roční spotřeba napuštěných tkanin ve výši 65000 kg. V našem výpočtu objednáme o 825 kg více, ale i tak by firma dokázala ušetřit na nákladech. Tento rozdíl je způsoben zaokrouhlením dodávkových cyklů, jelikož nelze zařídit 24, 687 dodávkových cyklů. Bylo tedy nutné je zaokrouhlit na celé dodávkové cykly. Pokud bychom zokrouhlili na 24, pak bychom se dostali o necelé 2000 kg pod úroveň roční poptávky.

V následující tabulce je přehledně vidět předchozí výpočty:

Tabulka 3 Výsledky z předchozích výpočtů

Měsíční optimální dodávka deterministický model	2633 kg
Měsíční dodávka dle interních dat	5417 kg
Roční náklady na dodávky deterministický model	5925 Kč
Roční náklady dle interních dat	7534 Kč
Délka dodávkového cyklu deterministický model	14 dní

Délka dodávkového cyklu dle interních dat	30 dní
--	--------

Zdroj: vlastní zpracování

Pojistná zásoba je v podniku nastavena na vysoké úrovni. Dle interních informací je pojistná zásoba stanovena na 8000 kg. Tak abychom zjistili, jaká pojistná zásoba by měla být stanovena, musíme přepočítat několik dalších ukazatelů.

Pro následující výpočty budeme vycházet z proměnných:

Q = roční spotřeba (kg)

N = počet pracovních dnů v roce 2015

c_1 = skladovací náklady na 1kg v Kč

c_2 = náklady na objednávku v Kč

w = pojistná zásoba (kg)

z = hodnota distribuční funkce normálního rozdělení

Roční poptávka Q je u napuštěných tkanin ve výši 65 000 kg.

Skladovací náklady u tohoto druhu zásoby jsou stanoveny ve výši 2,25 Kč / ročně za kg, pevné náklady (fixní) jsou stanoveny opět pevnou částkou ve výši 120 Kč. Pak tedy můžeme vypočítat následující ukazatele.

Abychom mohly zjistit, jakou pojistnou zásobu by měla mít společnost na skladě, je třeba stanovit hodnotu z , tedy náhodnou veličinu, která odpovídá normálnímu rozdělení $N(0,1)$.

Jištění uspokojení poptávky bylo stanoveno ve výši 99 %. Tomu odpovídá hodnota z , z tabulky hodnot distribuční funkce,

Pak je tedy pojistná zásoba vyjádřena v kilogramech dle vzorce: (Jablonský, 1998):

$$w \geq z * \sigma_{Qd} \quad (38)$$

$$w \geq 2,326348 * 2986$$

$$w \geq 6\,946 \text{ kg}$$

Je tedy patrné, že by pro společnost bylo žádoucí snížit pojistnou zásobu napuštěných tkanin o 1 054 kg. Jedná se o 13 % - ní snížení pojistné zásoby Napuštěných tkanin. Tím by také došlo ke snížení celkových nákladů, jejichž výpočet můžeme vidět níže. Použijeme opět vzoreček pro výpočet celkových skladovacích nákladů (2) zvýšených o pojistnou zásobu, kdy skladovací náklady na jednotku jsou interně stanoveny na 1, 875% z pevné částky fixních nákladů.

Celkové náklady vypočtené z podnikem stanovené pojistné zásobě a objednacím množstvím (2):

$$N(q) = c_1 \left(\frac{q}{2} + w \right) + c_2 \frac{Q}{q} \quad (39)$$

$$N(q) = 2,25 * \left(\frac{5417}{2} + 8000 \right) + 120 * \frac{65000}{5417}$$

$$N(q) = 25\,534 \text{ Kč}$$

Roční náklady při interně stanovených hodnotách jsou ve výši 25 534 Kč.

Snížením nákladů lze také dosáhnout snížením pojistné zásoby a také změnou objednacím množství v jedné dodávce.

Celkové náklady při vypočtené nové pojistné zásobě a stávajícímu objednacím množství pak budou (2):

$$N(q) = c_1 \left(\frac{q}{2} + w \right) + c_2 \frac{Q}{q} \quad (40)$$

$$N(q) = 2,25 * \left(\frac{5417}{2} + 6946 \right) + 120 * \frac{65\,000}{5417}$$

$$N(q) = 23\,163 \text{ Kč}$$

V tomto případě by došlo k uspoření 2 371 Kč ročně. Můžeme říci, že se úspora pohybuje ve výši 9,3 %.

Pokud bychom chtěli uspořit ještě více kapitálu vázaného v zásobách, budeme muset upravit i množství q na optimální velikost dodávky q^* , které, jak jsme již výše zjistili, je 2633 kg (vzoreček 34).

Celkové náklady vypočtené z nově zjištěné pojistné zásoby (2):

$$N(q) = c_1 \left(\frac{q}{2} + w \right) + c_2 \frac{Q}{q} \quad (41)$$

$$N(q) = 2.25 * \left(\frac{2633}{2} + 6946 \right) + 120 * \frac{65000}{2633}$$

$$N(q) = 21\,553 \text{ Kč}$$

Roční náklady jsou vyčísleny na 21 553 Kč. Rozdíl mezi náklady s pojistnou zásobou stanovenou podnikem a nově zjištěnou pojistnou zásobou na základě deterministických výpočtů s optimálním objednacím množstvím je značně vysoký. Jedná se o roční úsporu ve výši 3 981 Kč.

4.7.2 Přepočet dle stochastického modelu

V reálném světě se ale se stále stejně velkou poptávkou nesetkáme. Většinou ji lze s určitou pravděpodobností odhadnout. Pro stochastické výpočty jsme si opět vybrala Model I – stochastická spojitá poptávka. Pro demonstraci jsem opět vybrala jeden druh zásoby = Napuštěné tkaniny.

Pro tento model musíme definovat nové proměnné, se kterými budeme počítat:

c_1 = roční náklady

c_2 = objednací náklady

Q_d = náhodná poptávka během pořizovací lhůty dodávky

μ_{Q_d} = střední hodnota Q_d

s = směrodatná odchylka Q_d

d = dodací lhůta

N = počet pozorování (měsíce)

z = hodnota náhodné veličiny

r^* = bod znovuobjednávky

r_0 = bod znovuobjednávky a pojistné zásoby

x = průměrná spotřeba zásoby za dobu objednávky

γ = úroveň obsluhy

Nejdříve zjistíme střední hodnotu poptávky Q_d podle vzorce (Lukáš, 2005):

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad (42)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{260} x_i$$

$$\bar{x} = 5415 \text{ kg}$$

Dále si vyčíslíme směrodatnou odchylku podle vzorce (Lukáš, 2005):

$$s = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad (43)$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{12-1} \sum_{i=1}^{12} (x_i - 5415)^2}$$

$$s = 2389$$

Denní směrodatná odchylka byla tedy stanovena dle výsledku vzorce (44) ve výši 2389. Abychom zjistili, jaká bude směrodatná odchylka za dobu objednávky, musíme ještě tento výsledek upravit. Vycházíme z toho, že doba dodávky je 5 týdnů. Průměrný počet pracovních týdnů v měsíci jsou 4.

Pak tedy směrodatná odchylka za dobu objednávky bude:

$$s_{t^*} = t^* * s \quad (44)$$

$$s_{t^*} = \frac{5}{4} * 2389$$

$$s_{t^*} = 2986$$

Objem poptávky Q_d , který během pořizovací lhůty nebude s pravděpodobností 99 % překročen, zjistíme z následujícího vztahu (Jablonský, 1998):

$$Q_d = z\sigma_{Q_d} + r^* \quad (45)$$

$$Q_d = 2.326348 * 2986 + 625$$

$$Q_d = 7\,571\text{ kg}$$

Společnost Schwartz Technické plasty s.r.o. má stanoveno, že neexistuje možnost vzniku neuspokojené poptávky. Proto byla úroveň obsluhy u napuštěných tkanin stanovena na 99 % jistoty uspokojení poptávky. Dále vycházíme z bodu znovuobjednávky r^* stanovený výše (45).

Pro stanovení pojistné zásoby vycházíme ze vzorce (29):

$$P(7\,571 \leq x) = \gamma \quad (46)$$

Tento příklad vyřešíme v programu Excel pomocí funkce NORMINV pro zjištění, jaké poptávky je během pořizovací lhůty možno dosáhnout, aby nedošlo k neuspokojení poptávky. V následujícím výrazu je doplněno vše, co je nám známo a jaký ukazatel tedy hledáme:

$$P(7\,571 \leq x) = 0,99$$

Po dosazení hodnot do funkce NORMINV v programu Excel získáme výsledek:

$$x = 13\,715\text{ kg}$$

Tento výsledek lze interpretovat tak, že poptávka během období dodací lhůty bude s 99 % menší nebo rovna hodnotě x . Poptávka bude s 99 % uspokojena.

Z tohoto výsledku také zjistíme, jak vysoká pojistná zásoba bude třeba. K výpočtu budeme dále potřebovat hodnotu průměrné spotřeby zásoby za dobu dodávky. Ta je stanovena ve výši 6 769 Kg.

Následně vyčíslíme pojistnou zásobu:

$$w = x - \bar{x} \quad (47)$$

$$w = 13\,715 - 6\,769$$

$$w = 6\,946\text{ kg}$$

Pojistná zásoba by měla být stanovena ve výši 6 946 kg. Jedná se o snížení pojistné zásoby o 1 054 kg.

Celkové skladovací náklady dle podnikem zadaných hodnot (2):

$$N(q) = c_1\left(\frac{q}{2} + w\right) + c_2 \frac{Q}{q} \quad (48)$$

$$N(q) = 2,25 * \left(\frac{5417}{2} + 8000\right) + 120 * \frac{65000}{5417}$$

$$N(q) = 25\,534 \text{ Kč}$$

Celkové náklady podle podnikem zadaných hodnot objednávacího množství a pojistné zásoby jsou vyčísleny ve výši 25 534 Kč.

K úspoře nákladů dojde tehdy, pokud by došlo ke změně pojistné zásoby, která je vyčíslena výše (47):

$$N(q) = c_1\left(\frac{q}{2} + w\right) + c_2 \frac{Q}{q} \quad (49)$$

$$N(q) = 2,25 * \left(\frac{5417}{2} + 6\,946\right) + 120 * \frac{65000}{5417}$$

$$N(q) = 23\,163 \text{ Kč}$$

V tomto případě dojde k úspoře nákladů ve výši 2 371 Kč ročně. Jedná se o snížení o 9,3 %, což by umožnilo společnosti investovat tuto částku do jiných, potřebných oblastí.

Kdybychom chtěli snížit náklady ještě více, bylo by nutné upravit i objednávací množství, které by mělo být optimálně objednáváno dle stochastického modelu. Toto nové optimální množství bylo zjištěno dle vzorce (28):

$$q^* = \sqrt{\frac{2\mu_Q c_2}{c_1}} \quad (50)$$

$$q^* = \sqrt{\frac{2 \times 6769 \times 120}{2,25}}$$

$$q^* = 850 \text{ kg}$$

Optimální objednávací množství dle stochastického výpočtu je stanoveno na 850 kg.

Celkové skladovací náklady při novém objednávacím množství (34) a nové pojistné

zásobě (27):

$$N(q) = c_1\left(\frac{q}{2} + w\right) + c_2\frac{Q}{q} \quad (51)$$

$$N(q) = 2,25 * \left(\frac{850}{2} + 6946\right) + 120 * \frac{65000}{850}$$

$$N(q) = 25\,761 \text{ Kč}$$

Roční náklady při využití nové pojistné zásoby a optimálního objednáčím množství by byly vyčísleny ve výši 25 761 Kč. Jak je patrné z výsledku vzorce (51), dojde ke zvýšení nákladů o 227 Kč. Jedná se sice o minimální navýšení, ale tato situace neřeší náklady z pohledu optimalizace.

Pokud bychom chtěli úroveň obsluhy γ zvýšit na 99,6 %, pak bychom získaly následující hodnotu pojistné zásoby:

$$P(7\,571 \leq x) = 0,996$$

$$x = 14\,688 \text{ kg}$$

Opět můžeme vidět, že poptávka během objednáčím doby nebude s pravděpodobností 99,6 % překročena.

Následně vyčíslíme pojistnou zásobu tak, že od námi zjištěné hodnoty x odečteme průměrnou spotřebu zásoby za dobu objednávky:

$$w = x - \bar{x} \quad (52)$$

$$w = 14\,688 - 6769$$

$$w = 7\,919 \text{ kg}$$

Aby mohlo dojít k tomu, že bude poptávka během objednáčím lhůty uspokojena s vyšší pravděpodobností, bude muset společnost zajistit vyšší pojistnou zásobu uskladněnou na skladě, než v případě 99% pravděpodobnosti uspokojení poptávky. S tím by byly vyčísleny i vyšší náklady než v případě ročních nákladů s optimálním objednáčím množstvím a novou pojistnou zásobou.

Celkové skladovací náklady budou vyčísleny následovně (28):

$$N(q) = c_1 \left(\frac{q}{2} + w \right) + c_2 \frac{Q}{q} \quad (53)$$

$$N(q) = 2,25 * \left(\frac{850}{2} + 7919 \right) + 120 * \frac{65000}{850}$$

$$N(q) = 27\,950 \text{ Kč}$$

Pokud bychom chtěli zjistit, jakou úroveň obsluhy γ má podnikem stanovená pojistná zásoba, bylo by nutné vypočítat v Excelu funkci NORMDIST. Tato funkce je funkcí opačnou k NORMINV. Zjistíme tedy procento pravděpodobnosti uspokojení poptávky.

Pak tedy pojistná zásoba stanovená interně ve výši 8 000 kg má úroveň obsluhy 99,9 %. Takto nastavená výše pojistné zásoby, je pro podnik důležitá z toho důvodu, že podnik nemá dovolenu možnost vzniku neuspokojené poptávky.

4.8 Porovnání výsledků deterministického a stochastického modelu u zásoby Napuštěné tkaniny

Z výše vyřešených příkladů můžeme konstatovat, že v případě minimalizace nákladů by mohla společnost využít oba dva nastíněné modely. U obou modelů, jak deterministického tak i stochastického, dojde k úspoře ročních nákladů.

Výhodnější z nich je ale model deterministický. V tomto případě by došlo k celkové úspoře 15,6 % nákladů, oproti úspoře při stochastické spojitě poptávce, kde by došlo k minimalizaci nákladů o 9,3 %, než jsou náklady u stávající situace.

V níže situované tabulce můžeme vidět ucelené výsledky celkových ročních nákladů na skladování a objednávky skladované položky Napuštěné tkaniny, dosažené při použití jednotlivých modelů a různých návrhů na možnou změnu při optimalizaci řízení zásob.

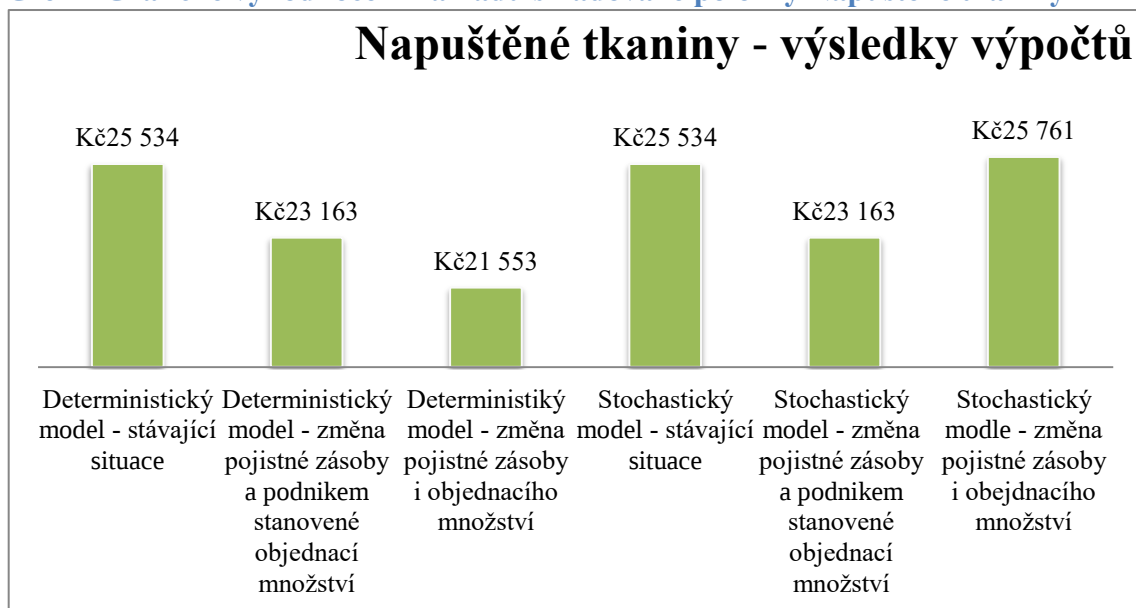
Tabulka 4 Vyhodnocení nákladů skladové položky Napuštěné tkaniny při různých návrzích změny objednáčního množství či pojistné zásobě

	Deterministický model	Stochastický model
Náklady dle zadaných interních dat	25 534 Kč	25 534 Kč
Náklady se změnou pojistné zásoby a interně stanoveným objednáčním množstvím	23 163 Kč	23 163 Kč
Náklady se změnou pojistné zásoby a novým objednáčním množstvím	21 553 Kč	25 761 Kč

Zdroj: Vlastní zpracování výše vypočtených příkladů

Pokud by společnost chtěla využívat výše nastíněných modelů, bylo by pro ně výhodné k uvedení do praxe model deterministický, který předpokládá stále stejně velkou poptávku. Skladovací a objednáční náklady jsou zde v nejnižší míře v případě, že by došlo ke změně jak pojistné zásoby tak také optimálního objednáčního množství. Aby dosáhly nejvýhodnější možnosti, bylo by nutné u skladované položky Napuštěné tkaniny snížit pojistnou zásobu na úroveň 6946 kg. Jedná se o snížení pojistné zásoby oproti zásobě stanovené podnikem ve výši 8000 kg. Dále by se muselo změnit i objednáční množství v jednom dodávkovém cyklu na 2633 kg. Je to skoro o polovinu méně, než je objednáční množství jedné dodávky stanovené podnikem. Tento stav je způsoben dvěma faktory. Tím prvním je skutečnost, že dodavatel má nastavenou minimální hladinu množství napuštěných tkanin v jedné dodávce. Druhým faktorem je fakt, že podnik udržuje pojistnou zásobu na maximální výši. V případě, kdy vystavuje dodavateli objednávku, musí být tento fakt brán v potaz. Proto tedy dochází ke skoro dvojnásobné objednávce, než by mělo být optimum.

Graf 4 Grafické vyhodnocení nákladů skladované položky Napuštěné tkaniny



Zdroj: Vlastní zpracování předchozích výsledků

5. Vyhodnocení úspory nákladů obou modelů

Na základě vyhodnocení celkových nákladů u všech skladovaných položek byly zjištěny následující rozdíly:

Tabulka 5 Celkové náklady jednotlivých modelů

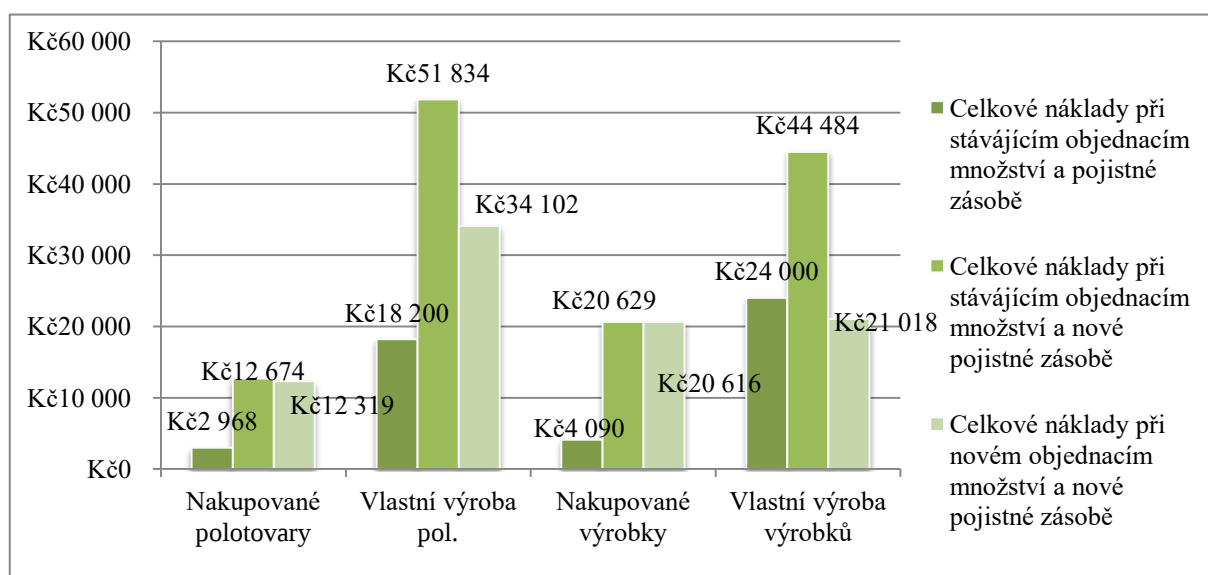
	Deterministický model	Stochastický model
Celkové náklady dle interních dat	96 796 Kč	96 796 Kč
Celkové náklady při změně pojistné zásoby a interně stanoveném objednacím množství	176 596 Kč	176 596 Kč
Náklady se změnou pojistné zásoby a novým objednacím množstvím	131 122 Kč	147 631 Kč

Zdroj: Vlastní zpracování výsledků

Podle Tabulky 5 je patrné, že k žádné úspoře nákladů nedošlo. Je to způsobeno hlavně skladovanými položkami C a D viz Příloha 1. Problémem zde je, že podnik nemá u těchto zmíněných zásob stanovenou pojistnou zásobu. Pouze u položky Nakupované příslušenství je stanovena pojistná zásoba ve výši 320 kg. V přílohách 2 a 3 můžeme vidět, jak vysokou pojistnou zásobu by výše zmíněné položky potřebovali. Jsou to vysoké hodnoty, a proto jsou celkové náklady s připočtením těchto položek značně vysoké.

Jak již bylo zmíněno v kapitole 4.4 týkající se objednávek, společnost Schwartz Technické plasty s.r.o. mají od svých zákazníků roční výhled předpokládaných objednávek dopředu. Mohou tedy s větší přesností plánovat výrobní dávky v jednotlivých obdobích. Podnik tedy ví, s vysokou pravděpodobností, jaký objem výroby bude třeba vyrobit. Proto bych u skladových položek C a D (viz Příloha 1) nedoporučovala využití žádného z těchto modelů. Došlo by k navýšení celkových skladovacích nákladů o 79 800 Kč u obou modelů v případě, že by došlo pouze ke změně pojistné zásoby. O něco menší rozdíl by vznikl při změně objednacího množství i pojistné zásobě opět u obou modelů. Zde se jedná o zvýšení nákladů v deterministickém modelu o 34 326 Kč a o 50 835 Kč u stochastické spojitě poptávky.

Graf 5 Náklady na skladové položky C a D (dle přílohy 1) dle deterministického modelu



Zdroj: Vlastní zpracování

Dle Grafu 5 vidíme, že v případě deterministického modelu by došlo k markantnímu nárůstu nákladů, což není naším cílem. Stejně tak by nebylo vůbec výhodné aplikovat stochastický model spojitě poptávky. Dle níže situované tabulky můžeme vidět, že náklady opět vzrostou. Řízení skladových položek C a D (Příloha 1) jsou z hlediska optimálnosti řízení podnikem správně. Nejvyšší náklady jsou v obou zkoumaných modelech při změně pojistné zásoby.

Tabulka 6 Náklady na skladované položky dle stochastického modelu

	Stávající situace	Nová pojistná zásoba	Nová poj. zásoba a objedací množství
Nakupované polotovary	2 968 Kč	12 674 Kč	13 894 Kč
Polotovary vlastní výroby	18 200 Kč	51 834 Kč	33 884 Kč
Nakupované příslušenství	4 090 Kč	20 629 Kč	20 694 Kč
Výrobky vlastní výroby	24 000 Kč	44 484 Kč	24 876 Kč

Zdroj: Vlastní zpracování dat

Skupina zásob E (viz Příloha 1) je opět skupinou, která je z hlediska optimálnosti řízena v rámci minimálních nákladů na základě interních dat.

Ve skupině zásob B (viz Příloha 1) dojde pouze ke snížení nákladů u položky Napuštěné tkaniny. U Surovin sypkých dojde k minimálně dvojnásobnému nárůstu nákladů u obou modelů.

Pokud bychom se zabývali skupinou zásob A (dle Přílohy 1), pak k úspoře nákladů dojde v případě, že by se změnila výše pojistných zásob i optimálních objednacích množství. V tomto případě budou náklady vyčísleny ve výši 6 495 Kč ročně. Jedná se o úsporu ve výši 50 %.

Pro optimální řízení by společnost mohla využít i model stochastický, který přináší roční náklady ve výši 8 060 Kč. Zde by se jednalo o změnu výše pojistných zásob. Úspora nákladů by tak v procentuálním vyjádření byla 37,5 %.

5.1 Návrhy na zlepšení

Prostřednictvím vypočtených modelů a jejich výsledků bylo zjištěno, že současný stav ve většině případů respektuje kritéria optimalizace. I tak má řízení zásob společností v současnosti určité rezervy a poskytuje tak prostor pro zvýšení ekonomické efektivnosti. Společnost u některých zásob vynakládá vysoké skladovací náklady na položky, u kterých je možnost vytvořit úsporu a následně tyto finance investovat do jiných oblastí.

Pokud bychom se soustředili na zásoby podle jednotlivých rozdělení na skladě (viz Příloha 1), pak by měla být skupina zásob A optimálně řízena podle deterministického Modelu I (viz Jablonský), neboť dojde k vyšší roční úspoře nákladů. Na této skupině, která představuje pouhé 1 % z celkových skladovacích položek, by společnost mohla ušetřit 50 % nákladů, jestliže by došlo k úpravě jak pojistných zásob, tak i optimálních objednacích množství u všech položek náležejících k této skupině. K největší úspoře skladovacích a objednacích nákladů by došlo u položky Maziva ze skupiny A. Jedná se o 77 % snížení nákladů. U položky Maziva by se musela pojistná zásoba snížit na

8 kg a objednacích množství by se zvýšilo na 17 kg, čímž by došlo k minimalizaci počtu potřebných objednávek na polovinu a tím by se minimalizovaly objednacích náklady.

Pro optimální řízení zásob skupiny B, které představuje 19 % z celého skladu, bych doporučila opět využití deterministického modelu pouze u zásoby Napuštěné tkaniny.

Vyšší úspory bude dosaženo změnou pojistné zásoby i množství, které je objednáváno v jedné dodávce. Pokud by společnost aplikovala tento model na tuto zásobu, pak by mohla dosáhnout úspory ve výši 3 981 Kč ročně. U této položky by došlo ke snížení optimálního objednávacího množství na 2633 kg a pojistné zásoby na 6 946 Kg. Sice by vznikly vyšší objednávací náklady z důvodu zvýšení počtu dodávek, na druhou stranu však budou sníženy skladovací náklady, díky nimž bychom se dostaly na úsporu nákladů ve výši 15,6 %. Jak si můžeme všimnout z Přílohy 2, optimální velikost jedné objednávky Napuštěných tkanin je skoro o polovinu menší, než je stanoveno podnikem. Zjistila jsem, že podnik opravdu objednává skoro dvojnásobek vypočtené optimální velikosti ze dvou důvodů. První je skutečnost, že dodavatel společnosti má striktně stanovenou minimální velikost jedné objednávky. Toto minimální množství tedy podnik musí objednat, aby byla možnost dodávku doručit. Druhým faktorem je situace, kdy se společnost snaží udržovat pojistnou zásobu na jejím maximu. Tento fakt je nutný, v případě vytváření nové objednávky, akceptovat a tudíž objednat o určité množství více. Společnost tedy přijatou dodávku rozdělí na dvě části, z nichž jedna jde přímo do výroby a spotřebuje se, a ta druhá je uskladněna jako pojistná zásoba.

V případě, že bychom se zaměřili na skupinu B jako celek, pak by položka Suroviny sypké, měla být optimálně řízena dle stávající situace a Napuštěné tkaniny řízeny dle doporučení výše.

Co se týče skupiny zásob C, zde by nedošlo ani v jednom z modelů k úspoře nákladů. Ba naopak, díky vzniku pojistných zásob u nakupovaných polotovarů a polotovarů vlastní výroby by došlo k masivnímu nárůstu nákladů minimálně o dvojnásobek, což je pro společnost a pro optimalizaci samozřejmě nežádoucí stav. Řízení zásob v této skupině je z hlediska optimálnosti v naprostém pořádku. Podnik vynakládá minimální možné náklady na skladování těchto položek a zároveň je schopen i bez pojistné zásoby uspokojit veškerou poptávku po jejich výrobcích.

U skupiny zásob D byla optimálnost v řízení zjištěna u stávajícího způsobu. Podle Příloh 2 i 3 je patrné, že pokud bychom vytvořili pojistnou zásobu, kterou má podnik stanovenou na úrovni 0 kg, a nechali stávající objednávací množství, pak by došlo ke zvýšení nákladů na vlastní výrobky. Toto zvýšení čítající (za obě dvě skladované položky) nejméně 20 000 Kč, je nepřijatelné. Analýza nám potvrdila, že dosavadní řízení zásob skupiny D, je z hlediska optimálnosti řízeno efektivně. Vysoký nárůst

nákladů je způsoben, stejně tak jako u skupiny zásob C, vznikem pojistné zásoby u vlastní výroby a zvýšení pojistné zásoby u nakupovaného příslušenství.

V poslední skupině zásob Obalový materiál (podle Přílohy 1 se jedná o položky skupiny E), kde nalezneme krabice a palety bych doporučila opět zůstat u stávajícího řízení. Podnik tyto položky řídí efektivně. Pokud je v podniku potřeba obalový materiál, na skladě jej pracovníci vždy naleznou. I když je pojistná zásoba stanovena v malém množství, podnik dokáže vždy uspokojit poptávku hlavně díky tomu, že obdrží od každého odběratele předběžný plán objednávek na další kalendářní rok. Pak už pro jejich nákupčí není tak moc složité analyzovat data a snažit se zajistit optimální dodávky, které budou v jednotlivých obdobích potřebné.

Kdybychom však braly veškeré skladovací položky na skladě jako jeden celek, pak by se společnost měla zaměřit na zavedení deterministického modelu u skladovaných položek skupin A a B (zde pouze skladová položka Napuštěné tkaniny), se změnou všech pojistných zásob i optimálních objednávkách. Při stávající situaci jsou náklady na tyto dvě skupiny vyčísleny ve výši 38 420 Kč. Pokud by došlo k výše zmíněným změnám, pak by společnost mohla snížit vázaný kapitál v zásobách o 27 %. Dostali bychom se na částku 10 372 Kč ročně.

Ostatní položky na skladě by měli být řízeny již fungujícím způsobem, který je z hlediska optimálnosti velice efektivní a přináší minimální náklady. Pokud bychom se snažili u těchto položek zavést jeden či druhý model zásobování, pak by u některých položek na skladě došlo ke zvýšení nákladů hlavně z důvodu vzniku pojistné zásoby, kterou by bylo nutno vytvořit v takové výši, aby byl podnik schopný uspokojit celkovou poptávku.

Společnosti bych určitě nedoporučila stochastický model spojitě poptávky, jelikož by nedošlo ke snížení, ale ke zvýšení nákladů u všech skladovaných položek. Pokud by došlo jen ke změně pojistných zásob, pak by tato skutečnost přinesla efekt pouze u výrobních prostředků. Když bychom změnili jak pojistné zásoby, tak i optimální množství, pak by náklady rapidně stouply. Proto tento model není, pro společnost Schwartz Technické plasty s.r.o., přijatelný.

6. Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo nalézt optimální řešení zásobování tak, aby bylo dosaženo minimalizace skladovacích a objednacích nákladů. Jak bylo výše zjištěno, optimální řešení je provázáno se změnami jak objednacích množství, tak i pojistných zásob. Zásah do již fungujícího systému ve společnosti Schwartz Technické plasty s.r.o. by byl u některých zásob značně vysoký.

Z následných výsledků vyplývá, že nejlepším optimalizačním řešením by bylo zavést do praxe deterministický model řízení zásob, který by minimalizoval náklady na skladování a objednávky o 27 %. Společnost by musela změnit dosavadní strategii s přihlédnutím na výsledky pojistných zásob a optimálních objednacích množství (viz Příloha 2 a 3), které by se musely rezolutně změnit. Jednalo by se o citelné změny, které by mohly ve společnosti způsobit i určitou úpravu výrobního programu. Z hlediska polotovarů a příslušenství, by bylo nutné vytvořit vysokou pojistnou zásobu. Možnost neuspokojené poptávky, která by byla vyřízena v následujícím období, je totiž z hlediska filosofie společnosti nepřijatelná. Jelikož podnik ví, s vysokou pravděpodobností, jak velké objednávky v jednotlivých měsících budou, pak by tento model mohl vytvořit již zmíněnou neuspokojenou poptávku.

Stanovená úspora finančních prostředků, které jsou nyní vázány v zásobách, by mohly být investovány do jiných oblastí, které by společnost uznala za vhodné. Jedná se o výše zmíněných 27 %, což je 10 372 Kč ročně. Tento návrh na řešení optimalizace zásobování by mohl společnosti dopomoci k rozvoji konkurenční výhody na trhu tím, že by mohlo dojít k investici volných finančních prostředků, např. do modernizace výrobní haly.

Mohu konstatovat, že cíl mé bakalářské práce byl splněn. Optimální řešení pro řízení zásob ve společnosti Schwartz s.r.o. bylo nalezeno. I přesto, že podnik využívá nejmodernějších postupů a znalostí při vytváření objednávek, byla nalezena skulinka, která umožňuje uspořit nemalou finanční částku ročně.

Podnik je ale se svým řízením zásob spokojen, neboť při jejich řízení zásob a nastavených interních směrnicích dochází k včasnému uspokojení poptávky ve výši, která je od zákazníků vyžadována. Navíc, jak již bylo zmíněno výše, má podnik stanoveny určité minimální objednacích množství, která jsou stanovena dodavatelem. A proto by si v některých případech nemohl dovolit analyzovaná optimální množství.

I Summary and keywords

This bachelor thesis is based on finding a suitable method of supplying company. Emphasis lays on obtaining data about inventories, supply and demand of the business. The teoretical part deals with the allocation of inventory, the determination of inventory managment models that can be applied in practice, demand and costs.

The practical part deals with the analysis of stocks in the company, used model inventory management and finding demand. For finding the model used by the company are used data from the Warehouse cards or invoices. Demand is divided into stochastic and deterministic. The deterministic demand is fixed at a certain period. On the contrary, the stochastic demand is indefinite, it estimates only with a certain probability. The fading suggest the better method to the company, apply it and find the optimal solution. Optimal solution concern to minimize cost bound in the stocks as well as to minimize an unsatisfied demand.

Key words: stock; inventories; stochastic and deterministic demand; costs; methods of supplying;

II Seznam použitých zdrojů

Publikace:

1. Hillier, F. S. a Gerald J. Lieberman. *Introduction to operations research*. 7th ed. Boston: McGraw-Hill, 2001, ISBN 0072321695.
2. Horáková, H. a J. Kubát. *Řízení zásob: logistické pojetí, metody, aplikace, praktické úlohy*. 3. přeprac. vyd. Praha: Profess, 1999, Poradce controllingu. ISBN 80-85235-55-2
3. Jablonský, J. *Operační výzkum*. 2. vyd. Praha: Vysoká škola ekonomická, 1998,
4. ISBN 80-7079-597-2.
5. Jirsák, P., Mervart, M., Vinš, M. *Logistika pro ekonomy – vstupní logistika*. 1. vydání. Praha: Wolters Kluwer ČR, 2012, ISBN 978-80-7357-958-6
6. Kavan, M. *Výrobní a provozní management*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002. Expert (Grada). ISBN 80-247-0199-5.
7. Keřkovský, M. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 2. vyd. Praha: C.H. Beck, 2009, C. H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7400-119-2.
8. Lambert, D., J. R. Stock, L. Ellram. *Logistika*. CP Books, a.s., 2005, ISBN 80-251-0504-0
9. Lukáš, L. *Pravděpodobnostní modely*. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 2005, ISBN 80-7043-388-4.
10. Pernica, P. *Logistika pro 21. století: (Supply chain management)*. 1. vyd. Praha: Radix, 2005. ISBN 80-86031-59-4.
11. Plevný, M, a M. Žižka. *Modelování a optimalizace v manažerském rozhodování*. 1. vyd. V Plzni: Západočeská univerzita, 2005. ISBN 80-7043-435-X.
12. Prášková, Z. *Základy náhodných procesů II*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2004. ISBN 80-246-0971-1.
13. Prášková, Z. a P. LACHOUT. *Základy náhodných procesů I*. 1. vyd., Matfyzpress. Praha: Matfyzpress, 2012. ISBN 978-80-7378-210-8.

Internetové zdroje:

14. Fábry, J., Probabilistic Inventory Models, Retrived from:
<http://nb.vse.cz/~fabry/Lecture%2010.ppt>

15. Keřkovský, M., O. Valsa, *Moderní přístupy k řízení výroby (3. doplněné vydání)*, dostupné na:
http://books.google.cz/books?id=VEbLiJqycBsC&pg=PA77&dq=Syst%C3%A9my+%C5%99%C3%ADzen%C3%AD+z%C3%A1sob&hl=cs&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Syst%C3%A9my%20%C5%99%C3%ADzen%C3%AD%20z%C3%A1sob&f=false
16. Štůsek, J., *Řízení provozu v logistických řetězcích*, dostupné na:
17. http://books.google.cz/books?id=eM6SIz130xwC&printsec=frontcover&dq=PERNIC,+P.+Logistick%C3%BD+management:+Teoria+a+podnikov%C3%A1+praxe&hl=cs&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
18. Žižka, M., *Teorie zásob* (prezentace), dostupné na:
http://multiedu.tul.cz/~miroslav.zizka/multiedu/OPV/Zaklady_teorie_zasob.pdf

III Seznam tabulek a grafů

Tabulky:

Tabulka 1 Rozdělení zásob na skladě a jejich roční spotřeba	- 28 -
Tabulka 2 Skladovací data zásoby Napuštěné tkaniny.....	- 29 -
Tabulka 3 Výsledky z předchozích výpočtů	- 31 -
Tabulka 4 Vyhodnocení nákladů skladové položky Napuštěné tkaniny při různých návrzích změny objednávkového množství či pojistné zásobě	- 40 -
Tabulka 5 Celkové náklady jednotlivých modelů	- 42 -
Tabulka 6 Náklady na skladované položky dle stochastického modelu	- 43 -

Grafy:

Graf 1 Dodávkové cykly deterministického modelu I.	- 12 -
Graf 2 Nákladová funkce $N(q)$	- 14 -
Graf 3 Struktura skladovaných zásob	- 26 -
Graf 4 Grafické vyhodnocení nákladů skladované položky Napuštěné tkaniny	- 41 -
Graf 5 Náklady na skladové položky C a D (dle přílohy 1) dle deterministického modelu	- 43 -

IV Přílohy

Příloha 1: Rozdělení zásob a jejich základní data ve společnosti Schwartz technické plasty s.r.o.

	Skladovací náklady	Pořizovací náklady	Velikost dodávky	Četnost dodávek	Poplatka za rok	Početná zásoba
A) Výrobní prostředky	Forny	2016 Kč / měsíc	900 Kč	0,3 ks	-	-
	Přípravky	420 Kč / měsíc	900 Kč	5 ks/	-	-
	Provozní kapaliny	10,8 Kč / měsíc	60 Kč	40 l	po 6 týdnech	440 l
	Separátory	13,5 Kč / měsíc	60 Kč	60 kg	po 6 týdnech	60 kg
	Maziva	25 Kč / měsíc	60 Kč	5 kg	po 6 týdnech	50 kg
	Surovinový sypké	3 Kč / měsíc	120 Kč	958 kg	1 měsíc	800 kg
B) Materiál	Napuštěné tkaniny	2,25 Kč / měsíc	120 Kč	5417 kg	1 měsíc	8000 kg
C) Polotovary	Nakupované	2 Kč / měsíc	120 Kč	850 kg	po 2 měsících	-
	Vlastní výroba	10,4 Kč / měsíc	-	2 - 3,5 t	-	-
D) Výrobky	Nakupované	2,88 Kč / měsíc	120 Kč	1200 kg	po 2 měsících	320 kg
	Vlastní výroba	12 Kč / měsíc	-	3 - 4 t	-	-
E) Obalový materiál	Krabice	16,8 Kč / měsíc	60 Kč	250 ks	po 2 měsících	25 ks
	Palety	4 Kč / měsíc	60 Kč	250 ks	po 2 měsících	25 ks

	Znovuobjednávka	Průměrná doba výroby	MAX výše zásoby	MIN výše zásoby	Průměrné množství
A) Výrobní prostředky	Formy	na úrovni MIN	5 měsíců	-	-
	Přípravky	na úrovni MIN	3 týdny	-	-
	Provozní kapaliny	na úrovni MIN	3 týdny	1600 l	500 kg
	Separátory	na úrovni MIN	3 týdny	300 kg	200 kg
	Maziva	na úrovni MIN	3 týdny	80 kg	70 kg
B) Materiál	Suroviný sypké	na úrovni MIN	8 týdnů	4000 kg	200 kg
	Napuštěné tkaniny	na úrovni MIN	5 týdnů	12 000 kg	5,5 t
C) Polotovary	Nakupované	na úrovni MIN	6 týdnů	3000 kg	0 kg
	Vlastní výroba	na úrovni MIN	1 - 5 týdnů	3500 kg	0 kg
D) Výrobky	Nakupované	na úrovni MIN	6 - 12 týdnů	3200 kg	540 kg
	Vlastní výroba	na úrovni MIN	1 - 5 týdnů	4000 kg	0 kg
E) Obalový materiál	Krabice	na úrovni MIN	1 týden	500 ks	25 ks
	Palety	na úrovni MIN	1 týden	500 ks	25 ks

Zdroj: Interní data společnosti Schwartz technické plasty s.r.o., vlastní zpracování

Příloha 2: Přepočet zásob podle deterministických výpočtů

	Optimální velikost dodávky	Optimální délka dodávkového cyklu ve dnech	Nová pojistná zásoba	Celkové náklady při stávajícím objednáním množství a pojistné zásobě	Celkové náklady při stávajícím objednáním množství a nové pojistné zásobě	Celkové náklady při novém objednáním množství a nové pojistné zásobě
Provozní kapaliny	126 l	32	286 l	9 288 Kč	5 465 Kč	4 455 Kč
Separátory	56 kg	58	62 kg	1 565 Kč	1 612 Kč	1 563 Kč
Maziva	17 kg	92	8 kg	2 033 Kč	983 Kč	477 Kč
Surovinový sypké	959 kg	30	2559 kg	5 278 Kč	10 554 Kč	10 553 Kč
Napuštěné tkaniny	2633 kg	14	6946 kg	25 534 Kč	23 163 Kč	21 553 Kč
Nakupované polotovary	1342 kg	32	4818 kg	2 968 Kč	12 674 Kč	12 319 Kč
Vlastní výroba pol.	90 kg	0	3234 kg	18 200 Kč	51 834 Kč	34 102 Kč
Nakupované výrobky	1095 kg	27	6 063 kg	4 090 Kč	20 629 Kč	20 616 Kč
Vlastní výroba výrobků	89	0	1707 kg	24 000 Kč	44 484 Kč	21 018 Kč
Krabice	104 ks	25	91 ks	2 880 Kč	3 990 Kč	3 267 Kč
Palety	212 ks	52	87 ks	960 Kč	1 208 Kč	1 197 Kč

Zdroj: Vlastní zpracování dle vlastních výpočtů

Příloha 3: Přepoččet podle stochastického modelu

	Sřední hodnota poptávky	Směrodatná odchylka	Nová pojistná zásoba	Celkové náklady při stávajícím objednacím množství a pojistné zásobě	Celkové náklady při stávajícím objednacím množství a nové množství	Celkové náklady při novém objednacím množství a nové pojistné zásobě
Provozní kapaliny	90 l	138,85	286 l	9 288 Kč	5 465 Kč	5 624 Kč
Separátory	22 kg	21,49	62 kg	1 565 Kč	1 612 Kč	2 218 Kč
Maziva	3,75 kg	3,9945	8 kg	2 033 Kč	983 Kč	877 Kč
Suroviný sypké	1916 kg	1100	2559 kg	5 278 Kč	10 554 Kč	13 077 Kč
Napuštěné tkaniny	6769 kg	2986	6946 kg	25 534 Kč	23 163 Kč	25 761 Kč
Nakupované polotovary	1889 kg	2071	4818 kg	2 968 Kč	12 674 Kč	13 894 Kč
Vlastní výroba pol.	4349 kg	1390	3234 kg	18 200 Kč	51 834 Kč	33 884 Kč
Nakupované výrobky	3606 kg	4042	6 063 kg	4 090 Kč	20 629 Kč	20 694 Kč
Vlastní výroba výrobků	5006 kg	1365,61	1707 kg	24 000 Kč	44 484 Kč	24 876 Kč
Krabice	31 ks	44,19	91 ks	2 880 Kč	3 990 Kč	4 781 Kč
Palety	31 ks	42,14	87 ks	960 Kč	1 208 Kč	1 945 Kč

Zdroj: Vlastní zpracování dle vlastních výpočtů