



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA PODNIKATELSKÁ
ÚSTAV INFORMATIKY**

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT
INSTITUT OF INFORMATICS

POUŽITÍ STATISTICKÝCH METOD PRO SLEDOVÁNÍ STAVU ZÁSOB OBCHODU

USE OF STATISTICAL METHODS FOR TRACKING STOCKS TRADE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

VÁCLAV ADAMEC

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. RNDr. JIŘÍ KROPÁČ, CSc.

BRNO 2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Adamec Václav

Manažerská informatika (6209R021)

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

Použití statistických metod pro sledování stavu zásob obchodu

v anglickém jazyce:

Use of Statistical Methods for Cracking Store Trade

Pokyny pro vypracování:

Úvod
Vymezení problému a cíle práce
Teoretická východiska práce
Analýza problému a současné situace
Vlastní návrhy řešení, přínos návrhů řešení
Závěr
Seznam použité literatury
Přílohy

Seznam odborné literatury:

KROPÁČ, J. Statistika B. 2. vyd. Brno : Fakulta podnikatelská, 2009. ISBN 978-80-214-3295-6.

CIPRA, T. Analýza časových řad s aplikacemi v ekonomii. 1. vyd. Praha : SNTL/ALFA, 1986.

CYHELSKÝ, L., aj. Základy teorie statistiky pro ekonomy. 1. vyd. Praha : SNTL/ALFA, 1979.

SEGER, J., aj. Statistika v hospodářství. 1. vyd. Praha : ETC Publishing, 1998. ISBN 80-86006-56-5.

Vedoucí bakalářské práce: doc. RNDr. Jiří Kropáč, CSc.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2009/10.




Ing. Jiří Kříž, Ph.D.
Ředitel ústavu


doc. RNDr. Anna Putnová, Ph.D., MBA
Děkanka

V Brně, dne 7. 2. 2010

Abstrakt

Bakalářská práce ve své teoretické části shrnuje pomocí dostupné literatury základní informace o možnostech skladování stavu zásob podniků a jejich sledování. Je zaměřena především na charakteristiku časových řad, regresní analýzu a řízení zásob pomocí časových řad. Cílem praktické části je snaha popsání praktických návrhů pro řízení zásob, které by potvrdili, že při sledování stavu zásob, jejich udržování na minimálním stavu a dobře propracované dodavatelské vztahy podniku zajistí nižší provozní náklady a bude potřeba méně místa pro skladování zásob.

Klíčová slova

Statistika, časové řady, regresní analýza, řízení stavu zásob, minimální průměrná, maximální a pojistná zásoba

Abstract

Bachelor's thesis in his theoretical section summarizes the available literature with basic information about storage of inventory and monitoring of enterprises. It is focused primarily on the characteristics of time series, regression analysis and inventory control using time series. The aim of the practical part is to describe practical suggestions for inventory management, which would confirm that the tracking stock, keeping the minimum conditions and well-developed supplier relations firm ensures lower operating costs and will require less space for storing supplies.

Key words

Statistics, time series, regression analysis, stock management, minimum, average, maximum and insurance stocks

Bibliografická citace

ADAMEC, V. *Použití statistických metod pro sledování stavu zásob obchodu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2010. 50s. Vedoucí bakalářské práce doc. RNDr. Jiří Kropáč, CSc.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

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

V Brně dne

(podpis autora)

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce, panu doc. RNDr. Jiřímu Kropáčovi, CSc. za jeho odborné vedení, věcné připomínky a trpělivost při psaní této bakalářské práce. V neposlední řadě bych také rád poděkoval svojí rodině a všem, kteří mi vždy byli oporou a podporovali mě nejen při studiu. Děkuji Vám.

OBSAH

OBSAH.....	8
ÚVOD.....	10
VYMEZENÍ PROBLÉMU A CÍLE PRÁCE	11
1.1. Vymezení problému	11
1.2. Cíle práce	11
TEORETICKÁ VÝCHODISKA	12
2. Časové řady	12
2.1. Úvod	12
2.2. Charakteristiky časových řad.....	14
2.3. Dekompozice časových řad	16
2.3.1. Popis trendu pomocí regresní analýzy	17
3. Regresní analýza.....	18
3.1. Úvod	18
3.2. Regresní přímka	19
3.2.1. Linearizovatelné funkce	21
3.2.2. Volba regresní funkce	21
4. Řízení zásob	22
4.1. Úvod	22
4.2. Model nezávislé poptávky	23
4.3. Analýza čerpání zásoby položky v jednom cyklu.....	24
4.4. Určení normy pojistné zásoby	25
PRAKTICKÁ ČÁST	27
5. Charakteristika.....	27
6. Výpočty ukazatelů	34

ZÁVĚR.....	46
SEZNAM LITERATURY	48
6. Seznam obrázků.....	49
7. Seznam tabulek.....	50

ÚVOD

V této bakalářské práci bych se rád zabýval problematikou skladování zásob obchodu se smíšeným zbožím. Jedná se o to, že ne každý obchod dokáže smysluplně využívat efektivní dodavatelské služby, což znamená větší nárůst provozních nákladů, potřeba velkých ploch pro uskladnění zásob, ve velkém množství zásob má následně obchod uložené finanční prostředky, které by mohl využít jiným, výhodnějším způsobem.

Cílem práce bude pomocí dat z obchodu se smíšeným zbožím pokusit se o co nejefektivnější sledování skladování stavu zásob a případně zlepšit dodavatelské vztahy a ulehčit si tak problémy spojené se skladováním velkého množství zásob.

Po dobu osmnácti po sobě jdoucích týdnů jsem sledoval a zaznamenával do tabulek průběh prodeje a způsob objednávání dvou druhů zboží. Pomocí těchto dat se pokusím prostřednictvím analýzy časových řad a řízení zásob dopátrat k co nejefektivnějšímu způsobu zásobování obchodu tak, aby daný obchod neměl v zásobách uloženo příliš velké množství finančních prostředků, ale na druhou stranu nenastal problém s možným neuspokojením potřeb zákazníka.

VYMEZENÍ PROBLÉMU A CÍLE PRÁCE

1.1. Vymezení problému

V dnešní době snad v každém podniku dochází k tvorbě zásob většinou na základě zkušeností či analýzy dat z minulých průběhů objednávek. V hodnocení objednávek podniku se tak velice často pracuje s proměnnými veličinami, kdy mezi určitými ukazateli existuje jistá, zkoumaná, závislost. Proto je vhodné u těchto analýz využívat i statistických metod k možné eliminaci nežádoucích chyb v hodnocení objednávek.

Hlavním problémem je velké množství zásob, které je v obchodu po dlouhou dobu, a jsou v něm zbytečně utopené finanční prostředky, které by obchod mohl zhodnocovat jiným, výhodnějším způsobem.

1.2. Cíle práce

Hlavním cílem této práce je pokusit se dopracovat k co možná nejvíce efektivnímu způsobu skladování zásob a jejich objednávání a doručení dodavatelem. Jedině tak se podaří obchodu snížit množství zásob výrobku na určitou hranici, při které však nedojde k případným nárazovým poptávkám k neuspokojení potřeb zákazníka a obchodu se navíc uvolní značné množství finančních prostředků.

Výsledků a možných strategií při řízení zásob se pokusím interpretovat v závěru práce.

TEORETICKÁ VÝCHODISKA

2. Časové řady

2.1. Úvod

„Časovou řadou (někdy chronologickou řadou) rozumíme řadu hodnot určitého ukazatele, uspořádaných z hlediska přirozené časové posloupnosti. Přitom je nutné, aby věcná náplň ukazatele i jeho prostorové vymezení byly shodné v celém sledovaném úseku.“ (5, str. 114)

Díky této posloupnosti dat srovnaných od minulosti do současnosti (budoucnosti) můžeme pomocí vhodné analýzy sledovat současný trend nebo prognózovat budoucí vývoj. Při analýze dat je třeba pamatovat na to, že se časové řady rozdělují na *intervalové*, tj. ty, které zaznamenávají nějaký jev, stav v určitém období (např. v průběhu jednoho kalendářního roku) a na *okamžikové*, tj. zaznamenávající nastalý jev či stav v určitý okamžik. Hlavním rozdílem mezi těmito typy je, že intervalové časové řady lze pro potřeby statistiky s úspěchem sčítat, ale sčítání okamžikových (tedy izolovaných dat) nemá logický význam.

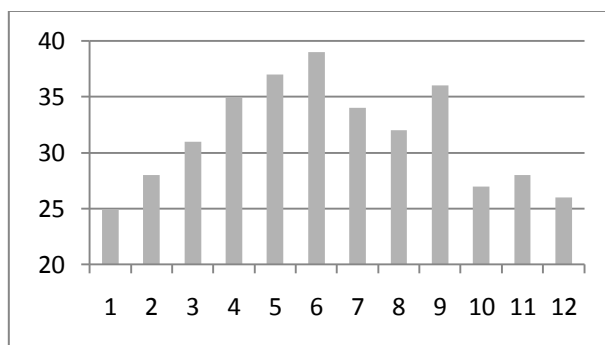
Pokud pracujeme s *intervalovými časovými řadami*, je třeba pečlivě sledovat, zda jednotlivé délky časových řad jsou stejné nebo rozdílné. Rozdílnost délek intervalů vede ke zkreslování hodnot ukazatelů a jejich vývoje. Proto musíme pečlivě sledovat délku rozhodné doby a podle ní rovnat údaje, k tomu je možno použít několika způsobů. Jednou z možností je přepočítání původních hodnot na pro všechny hodnoty stejně dlouhý časový interval. Tento problém nastává například u jednotlivých délek měsíců, kdy jeden měsíc má 30 dní, druhý 31 dní atp. a my potřebujeme stanovit např. průměrnou měsíční výrobu podniku. V tomto případě každou měsíční výrobu vydělíme počtem dní v měsíci a vynásobíme 30. Další možností, jak získat průměrnou délku

měsíce, je vydělení délky roku (365 nebo 366 dní) počtem měsíců, v našem případě číslem 12.

U okamžikových časových řad tento problém nemůže nastat, protože se dané hodnoty vztahují k určitému okamžiku, jak bylo zmíněno výše.

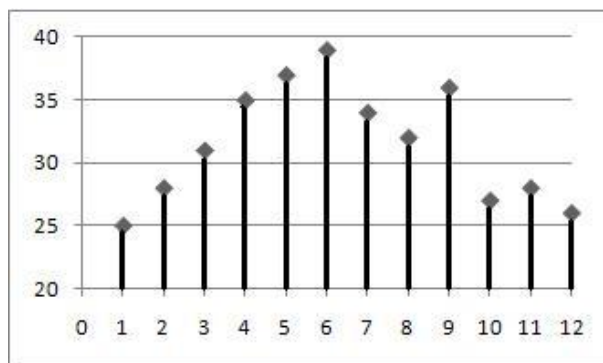
Pro lepší interpretaci samotných dat a výsledků analýzy je při nejmenším vhodné zobrazit data pomocí grafů, z kterých můžeme vyčíst současný vývoj a prognózovat vývoj následující. *Intervalové časové řady* je možné zobrazit pomocí:

- *sloupkových grafů*, kdy šíře obdélníku, je rovna délce intervalu a výška obdélníku je vyjádřena hodnotou časové řady v daném intervalu;



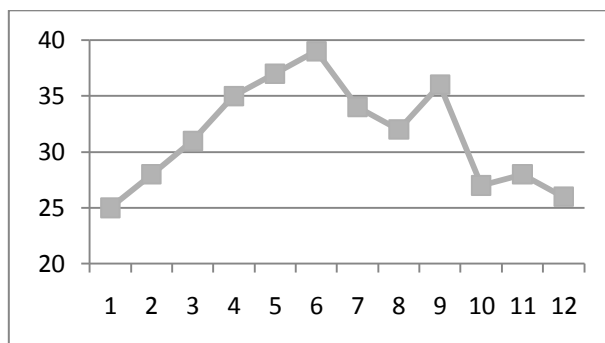
Obr. 1 : Sloupkový graf

- *hůlkových grafů*, kdy ze středů jednotlivých intervalů jsou vyneseny úsečky s výškou hodnoty časové řady;



Obr. 2 : Hůlkový graf

- *spojnicových grafů*, ze středů intervalů jsou hodnoty vyneseny jako body a tyto body jsou navzájem spojeny úsečkami.



Obr. 3 : Spojnicový graf

Okamžikové časové řady lze vzhledem k jejich povaze zobrazit pouze pomocí spojnicových grafů.

2.2. Charakteristiky časových řad

„Uvažujeme časovou řadu okamžikového, resp. intervalového ukazatele, jejíž hodnoty v časových okamžicích resp. intervalech t_i , kde $i = 1, 2, \dots, n$, označíme y_i . Budeme předpokládat, že tyto hodnoty jsou kladné. Při výpočtu charakteristik časových řad dále předpokládáme, že intervaly mezi sousedními časovými okamžiky, resp. středy časových intervalů jsou stejně dlouhé.“ (5, str. 117)

K nejzákladnějším charakteristikám časových řad patří jejich průměry. V případě intervalových časových řad se jedná o *aritmetický průměr*, který je dán vzorcem

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad (2.1)$$

přičemž v případě okamžikových časových řad se jedná o tzv. *chronologický průměr*.

Pokud je ve vzdálenostech mezi jednotlivými časovými úseky zjevná posloupnost, nazýváme jej *neváženým chronologickým průměrem* a vypočteme jej pomocí vzorce

$$\bar{y} = \frac{1}{n-1} \left[\frac{y_1}{2} + \sum_{i=2}^{n-1} y_i + \frac{y_n}{2} \right] \quad (2.2)$$

Pro analýzu časových řad pak slouží další charakteristiky popisu vývoje časových řad. Mezi ty nejzákladnější patří tzv. *první difference*, která vyjadřuje přírůstek oproti předchozí hodnotě, a počítáme ji podle vzorce

$${}_1d_i(y) = y_i - y_{i-1}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.3)$$

Výslednou hodnotu tedy zjistíme jako rozdíl dvou po sobě následujících hodnot časové řady. První difference tak vyjadřuje rozdíl (přírůstek nebo úbytek) hodnoty časové řady oproti určitému okamžiku (přesněji oproti předcházejícímu období). Pro lepší přehled je možné z prvních diferencí vypočíst průměrný přírůstek za sledované období, tzv. *průměr prvních diferencí*, a to podle vzorce

$$\overline{{}_1d}(y) = \frac{y_n - y_1}{n-1} \quad (2.4)$$

Tempo, s jakým hodnoty časové řady klesají nebo vzrůstají lze charakterizovat jako *koeficient růstu* vypočítaný podle vzorce

$$k_i(y) = \frac{y_i}{y_{i-1}}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.5)$$

Koeficient růstu tak vyjadřuje, kolikrát se zvýšila hodnota časové řady v určitém okamžiku oproti bezprostředně předcházejícímu období. Další významnou

charakteristikou je tzv. *průměrný koeficient růstu* udávající průměrnou rychlost růstu či poklesu hodnot, a počítáme jej jako geometrický průměr pomocí vzorce

$$\overline{k(y)} = \sqrt[n-1]{\frac{y_n}{y_1}} \quad (2.6)$$

Průměr prvních diferencí a průměrný koeficient růstu jsou závislé pouze na první a poslední hodnotě ukazatele časové řady, přesněji ostatní „vnitřní“ hodnoty ukazatele na tyto průměry nemají žádný vliv.

2.3. Dekompozice časových řad

Časová řada je složená z několika složek, které v této části rozeberu a popíšu. Jedna z nejdůležitějších, je tzv. trendová složka.

„Hodnoty časové řady mohou být rozloženy na několik složek. Jestliže jde o tzv. aditivní dekompozici, lze hodnoty y_i časové řady vyjádřit pro čas t_i , $i = 1, 2, \dots, n$, součtem

$$y_i = T_i + C_i + S_i + e_i \quad (2.7)$$

kde jednotlivé sčítance vyjadřují:

- T_i – hodnotu trendové složky
- C_i – hodnotu cyklické složky
- S_i – hodnotu sezonní složky
- e_i – hodnotu náhodné složky.“ (5, str. 122)

Rozkladem časové složky můžeme najít určité vazby mezi jednotlivými složkami nebo můžeme zjistit, že některá část chybí úplně. Nyní složky postupně popíši:

- *trendová složka* – zobrazuje, jakou tendenci má sledovaný ukazatel v čase během dlouhodobého vývoje. Pokud trendový ukazatel po dobu sledování

časové řady kolísá k určité hodnotě nebo se snižuje, potom hovoříme o časové řadě bez trendové složky.

- *cyklická složka* – oblast nebo období, kde se střídá růst s poklesem. Délka těchto období se může měnit. Prvky, které mají za následek změny v cyklické složce, je v některých případech těžké určit nebo se může se jednat o vnější vlivy.
- *sezónní složka* – ukazuje na změny v časové řadě, které se s určitou periodicitou opakují. Může se jednat např. o pokles nezaměstnanosti v letních měsících, toto se opakuje každoročně – mluvíme tedy o sezónní složce.
- *reziduální složka* – je tvořena nepravidelnými výkyvy v průběhu sledování časové řady. Reziduální složka zahrnuje chyby, kterých se můžeme dopustit během pracování s daty (během měření nebo pomocí nepřesného zaokrouhlování).

2.3.1. Popis trendu pomocí regresní analýzy

Pokud chceme analyzovat trend pomocí regresní analýzy, tak předpokládáme, že se dá analyzovaná časová řada rozložit na trendovou složku a složku šumů:

$$y_i = T_i + e_i \quad \text{kde } i = 1, 2, \dots, n \quad (2.8)$$

Pro výběr vhodného typu regresní funkce se rozhodujeme na základě průběhu grafu časové řady. Na výběr máme z těchto možností:

- regresní přímka, obecně zapsaná ve tvaru: $y = b_1 + b_2 x_i$
- modifikovaná exponenciální funkce, obecně zapsaná ve tvaru: $y = b_1 + b_2 b_3^{x_i}$
- logistická funkce, jejíž obecný tvar je: $y = \frac{1}{b_1 + b_2 b_3^{x_i}}$

Více o regresní analýze v kapitole 3.

3. Regresní analýza

3.1. Úvod

Regresní analýza se zabývá jednostrannými závislostmi mezi nezávisle proměnnou x a závisle proměnnou y , kterou pozorujeme nebo díky proměnné x měříme. Při takovéto závislosti je zvykem zkoumat obecné tendence ve změnách závislých proměnných oproti změnám proměnných nezávislých. Závislost je v tomto případě vyjádřena funkčním předpisem $y = \varphi(x)$, kde však funkce $\varphi(x)$ není známá nebo nejsme tuto závislost schopni funkčně vyjádřit. Proměnná y tedy vystupuje jako náhodná veličina, která je často ovlivňována různými jevy a vlivy, které nejsme předem schopni určit, kterým říkáme „šum“, kterou označíme Y .

V každodenním životě se setkáváme s nepřeberným množstvím příkladů, ve kterých zkoumáme závislosti mezi dvěma proměnnými. Například závislosti mezi tržbami obchodů podle velikosti aglomerací, v ekonomické statistice, v hospodářství, finanční analýze, dále v marketingových průzkumech, ale i v dalších činnostech společnosti.

Při měření nebo pozorování hodnot závisle proměnné, označené y , při předem určených hodnotách nezávisle proměnné x získáváme postupně n dvojic (x_i, y_i) , kde $i = 1, 2, \dots, n$, přičemž $n > 2$, kde x_i určuje předem nastavenou hodnotu nezávisle proměnné x v i -tém pozorování nebo měření a y_i k ní přiřazenou hodnotu závisle proměnné y .

Jak je již uvedeno výše, závislost mezi veličinami x a y je ovlivněna „šumem“, díky kterému při opakování měření s nastavenou hodnotou x nezískáme tutéž hodnotu y , ale obecně jinou její hodnotu. „Šum“ je tedy náhodná veličina (e), vyjadřující vliv náhodných a neuvažovaných činitelů. Budeme však předpokládat, že její střední hodnota je rovna nule, tj. $E(e) = 0$, což udává, že při měření se nevyskytují systematické chyby a výchyly od skutečné hodnoty, které způsobují „šumy“, jsou rozloženy kolem stření hodnoty ať už v kladném nebo záporném smyslu.

Aby bylo možné závislost náhodné veličiny Y na proměnné x vyjádřit, musíme zavést podmíněnou střední hodnotu náhodné veličiny Y pro hodnotu x , označenou $E(Y|x)$ a pokládáme ji rovnou zvolené funkci, kterou označíme $\eta(x; \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p)$, pro jednodušší práci uijeme označení $\eta(x)$. Vzorec pro vztah střední hodnoty $E(Y|x)$ funkce $\eta(x)$ lze zapsat takto

$$E(Y|x) = \eta(x; \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p) \quad (3.1)$$

Funkce $\eta(x)$ je funkcí nezávisle proměnné x a obsahuje neznámé parametry, označené $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$, kde $p \geq 1$. Funkce $\eta(x)$ se nazývá regresní funkce a parametry $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$ nazýváme regresními koeficienty. V terminologii regresní analýzy se proměnná x nazývá *vysvětlující* a veličina y *vysvětlovanou* proměnnou. Pokud je funkce $\eta(x)$ pro zadaná data určená, pak říkáme, že jsme zadaná data „vyrovnali regresní funkcí“.

Nejdůležitější úlohou regresní analýzy je zvolit pro zadaná data (x_i, y_i) , kde $i = 1, 2, \dots, n$, vhodnou funkci $\eta(x)$ a odhadnout její koeficienty tak, aby vyrovnání hodnot y_i touto funkcí bylo v jistém smyslu co „nejlepší“.

3.2. Regresní přímka

Vyrovnávání hodnot regresní funkce $\eta(x)$, která je v tomto případě vyjádřena přímkou $\eta(x) = \beta_1 + \beta_2 x$, probíhá následovně

$$E(Y|x) = \eta(x) = \beta_1 + \beta_2 x \quad (3.2)$$

Hlavním cílem analýzy pomocí regresní přímky jsou odhady koeficientů β_1 a β_2 pro zadané dvojice (x_i, y_i) , které označíme b_1 a b_2 . Odhadů těchto koeficientů, které mají být co nejpřesnější, dosáhneme pomocí *metody nejmenších čtverců*. Tato metoda považuje za nejpřesnější takové koeficienty b_1 a b_2 , které minimalizují funkci $S(b_1, b_2)$.

„Funkce $S(b_1, b_2)$ je tedy rovna součtu kvadrátů odchylek naměřených hodnot y_i od hodnot $\eta_i = \eta(x_i) = b_1 + b_2 x_i$ na regresní přímce.“ (5, str. 80)

Odhady b_1 a b_2 koeficientů β_1 a β_2 regresní přímky pro zadané dvojice (x_i, y_i) , jež hledáme, určíme pomocí výpočtu prvních parciálních derivací funkce $S(b_1, b_2)$ podle proměnných b_1 resp. b_2 , které položíme rovno nule. Po potřebných úpravách získáme tzv. *soustavu normálních rovnic*

$$n * b_1 + \sum_{i=1}^n x_i * b_2 = \sum_{i=1}^n y_i,$$

$$\sum_{i=1}^n x_i * b_1 + \sum_{i=1}^n x_i^2 * b_2 = \sum_{i=1}^n x_i y_i \quad (3.3)$$

z níž lze vypočítat koeficienty b_1 a b_2 pomocí metod pro řešení soustavy dvou lineárních rovnic o dvou neznámých nebo s pomocí vzorců

$$b_2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - n \bar{x} \bar{y}}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n \bar{x}^2}, \quad b_1 = \bar{y} - b_2 \bar{x}, \quad (3.4)$$

kde $\bar{x}$ resp. $\bar{y}$ jsou *výběrové průměry*, které musíme předem vypočítat pomocí vzorců

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad (3.5)$$

Výsledný odhad *regresní přímky*, označený

$$\hat{\eta}(x) = b_1 + b_2 x \quad (3.6)$$

3.2.1. Linearizovatelné funkce

Původní, nelineární regresní funkce $\eta(x, \beta)$ je linearizovatelná v případě, kdy vhodnou transformací získáme funkci, která na svých regresních koeficientech závisí lineárně.

Regresní koeficienty a další charakteristiky této funkce vypočteme použitím regresní přímky nebo klasického lineárního modelu. Odhady koeficientů a dalších charakteristik pro nelineární model získáme zpětnou transformací získaných výsledků.

3.2.2. Volba regresní funkce

Jednou z důležitých věcí je posouzení, zda vybraná regresní funkce je vůbec vhodná pro vyrovnání zadaných dat. Vhodnost funkce můžeme posoudit z několika hledisek. U grafického znázornění časové řady lze subjektivně zhodnotit její průběh, zvolit, zda je vhodnější použít lineární nebo nelineární funkční modely, zkoumat přesnost, s jakou regresní funkce zadanými daty prochází, a schopnost zvolené regresní funkce správně vystihnout předpokládanou funkční závislost mezi závisle a nezávisle proměnnou. Při použití více různých regresních funkcí, se pro posouzení nejvhodnější z nich používá *index determinace*, označený I^2 , jehož vzorec lze vyjádřit jako

$$I^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{\eta}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (3.7)$$

Index determinace může nabývat pouze hodnot v intervalu $\langle 0, 1 \rangle$. Čím blíže je hodnota indexu k horní hranici, tím považujeme danou závislost za silnější a zvolenou regresní funkci za výstižnější. Nízké hodnoty pak poukazují na nevhodnost zvolené regresní funkce.

4. Řízení zásob

4.1. Úvod

Jelikož se tato práce zabývá sledováním stavu zásob, je zapotřebí se seznámit s některými metodami, které se používají pro řízení stavu zásob, v mém případě, v podniku, zabývajícím se prodejem.

Zásobu lze popsat jako materiál, polotovar nebo hotový výrobek, které v určitý moment daný podnik vlastní nebo hodlá vlastnit. Nás bude zajímat pouze zásoba jako výrobek, který je připraven k prodeji. Velikost zásoby výrobku je důležitým faktorem, který je třeba řešit, neboť podnik, který disponuje obrovskými zásobami, takto váže do zásob velké množství svého kapitálu, na druhou stranu je však připraven uspokojit poptávky odběratelů., naopak podnik, který má množství zásob minimální se může dostat do problémů s uspokojením potřeb odběratelů. Je proto potřeba, aby podnik nebral zásoby na lehkou míru a pečlivě volil kompromis mezi dostatkem a nedostatkem zásoby, tedy aby velikost zásob řídil.

„*Řízení zásob* představuje efektivní zacházení a hospodaření se zásobami. Jejich cílem je udržování zásob na takové úrovni a takovém jejich složení, aby byla zajištěna nepřerušovaná výroba ve výrobním podniku resp., aby byly uspokojovány požadavky zákazníků prodejní organizace, přičemž celkové náklady spojené s touto činností by měly být co nejnižší.“ (6, str.48-49)

Předmětem řízení zásob jsou zásoby surovin a dalších dílů, které jsou potřebné pro chod výroby v podniku, zásoby polotovarů a nedokončených výrobků a v neposlední řadě zásoby hotových výrobků u výrobních organizací, u obchodních organizací zásoby zboží určené k prodeji.

Při řízení zásob rozlišujeme dva postupy podle typu poptávky a to na *závislou* a *nezávislou poptávku*.

Závislá poptávka není ovlivněna náhodou a je stanovena předem přesně podle požadavků např. vedoucím oddělení na počet dokončených výrobků.

Nezávislá poptávka je ovlivněna náhodou, protože nevíme, kdy se takováto poptávka uskuteční a v jakém množství. Nezávislou poptávku můžeme pouze předpovídat a to pomocí statistických metod na základě dřívějšího zjištění. Důležitým případem nezávislé poptávky je tzv. *stejnoseměrná poptávka*, kdy požadavky na uskutečnění potřeb přicházejí trvale, ale ne s konstantní velikostí a dobou příchodu poptávky.

V podniku, zabývajícím se prodejem zboží se většinou setkáme s nezávislou poptávkou, kdy nemůžeme odhadnout, jaký sortiment bude který zákazník požadovat v určitou dobu, a proto se zde budu zabývat pouze modelem řízení zásob při nezávislé poptávce.

4.2. Model nezávislé poptávky

Pro řízení zásob při nezávislé poptávce se využívá více variant systémů objednání, které nám odpovídají na otázku „kdy a kolik objednat?“ pro doplnění zásob tohoto sortimentu. Předpokládáme, že požadavky na vydání na vydání sortimentu mají stejnosměrný, ustálený a nezávislý charakter, z čehož plyne, že míra požadavků náhodně kolísá kole průměrné hodnoty, která se již časem nemění.

Pro stanovení přesné doby, kdy máme zboží objednat, je možné uvažovat dvě varianty, a to podle okamžiku, kdy je vydán signál o nutnosti požadovanou položku objednat.

První varianta porovnává dispoziční zásobu zboží se signální (objednací) úrovní průběžně, to znamená, že při každém výdeji zboží se dotazujeme, kolik nám ještě zbývá na skladě. Požadavek na objednávku je vydán v okamžiku, jakmile klesne velikost dispoziční zásoby pod signální úroveň, aby doplnění zásob proběhlo v okamžiku vyčerpání dosavadních zásob. Signál úroveň musí organizace stanovit tak, aby množství, které zbývá pod signální úrovní, bylo schopno uspokojit požadavky do doby

doručení nové objednávky. Při druhé variantě se dispoziční zásoba porovnává se signální úrovní periodicky, v pevných intervalech. Objednávka tedy probíhá např. denně, týdně nebo měsíčně.

Pro určení kolik objednat můžeme vybírat také ze dvou variant a to podle velikosti objednávky. V první variantě je velikost objednávky pevně určena. U druhé varianty objednávkami proměnné množství, které je rovno rozdílu mezi cílovou úrovní a velikostí dispoziční zásoby v době odeslání objednávky.

Signální úroveň musí být dostatečně velká, aby pokryla očekávanou poptávku, ale také aby byla schopna uspokojit případné výkyvy v poptávce a celou dobu objednání. Proto stanovujeme tzv. *pojistnou zásobu* z_p .

4.3. Analýza čerpání zásoby položky v jednom cyklu

Stav zásoby v jednotlivých okamžicích vyjádříme jako hodnoty časové řady $z_1, z_2, \dots, z_n$, kde z_i určuje velikost zásoby v čase t_i , kde $i = 1, 2, \dots, n$, kde n je rovno počtu okamžiků, v nichž byl stav zásoby zjišťován.

V případě, že chceme odhadnout průběh čerpání zásob během jednoho cyklu, pokusíme se data vyrovnat regresní přímkou pomocí rovnice

$$z = b_1 + b_2 t, \quad (4.1)$$

kde z označuje velikost zásoby v čase t a hodnoty b_1 a b_2 jsou parametry regresní přímky.

Pro zadaná data určíme parametry b_1 a b_2 pomocí vzorců

$$b_2 = \frac{\sum_{i=1}^n t_i z_i - n \bar{t} \bar{z}}{\sum_{i=1}^n t_i^2 - n \bar{t}^2}, \quad b_1 = \bar{z} - b_2 \bar{t} \quad (4.2)$$

kde $\bar{t}$ a $\bar{z}$ jsou *výběrové průměry* proměnných t a z , pro něž platí

$$\bar{t} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i, \quad \bar{z} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n z_i \quad (4.3)$$

Hodnota parametru b_2 určuje průměrnou velikost čerpání zásoby během jednoho časového intervalu, podle níž lze určit bod znovuobjednávky v případě, že známe dodací lhůtu. Dále z rovnice můžeme určit dobu, kdy dojde k vyčerpání zásob.

4.4. Určení normy pojistné zásoby

Uvažujeme, že vystavení objednávky proběhne ihned, pokud velikost dispoziční zásoby klesne pod bod znovuobjednávky. Dále předpokládáme, že skutečná spotřeba během doby nejistoty je náhodnou veličinou, např. X , která má normální rozdělení se střední hodnotou rovnou bodu znovuobjednávky a směrodatnou odchylkou, označenou σ_c a nazveme ji *celková směrodatná odchylka poptávky*.

Odhad celkové odchylky poptávky stanovíme s tvrzením, že poptávka i délka pořizovací lhůty jsou náhodnými veličinami.

Naměřené hodnoty poptávky zapíšeme jako časovou řadu $y_1, y_2, \dots, y_n$, kde y_j označuje hodnotu spotřeby zásoby během období, označeného t_j , kde $j = 1, 2, \dots, n$, kde n označuje počet období, během nichž byla velikost poptávky zjišťována. Následně ze zadaných hodnot y_j vypočteme *průměrnou velikost poptávky*, označenou $\bar{y}_p$ a *rozptyl velikosti poptávky*, označený s_p^2 pomocí vzorců

$$\bar{y}_p = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n y_j, \quad s_p^2 = \frac{1}{n-1} \left[\sum_{j=1}^n y_j^2 - n * (\bar{y}_p)^2 \right] \quad (4.4)$$

V běžném životě jsou délky dodacích lhůt závislé na náhodě. Označíme-li získané hodnoty dodacích lhůt $t_{d1}, \dots, t_{dn}$, kde t_{dj} je délka dodací lhůty v j -tém cyklu, $j = 1, 2, \dots, m$, kde m je počet cyklů, určíme *průměrnou pořizovací lhůtu*, označenou $\bar{t}_d$ a *rozptyl pořizovací lhůty*, označený s_d^2 pomocí vzorců

$$\overline{t_d} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m t_{di}, \quad s_d^2 = \frac{1}{m-1} \left[\sum_{i=1}^m t_{di}^2 - m * (\overline{t_d})^2 \right] \quad (4.5)$$

Pokud pro výpočet rozptylu pořizovací lhůty nemáme dostatek dat, lze pro odhad směrodatné odchylky pořizovací lhůty použít vzorec

$$s_d \approx 0,25(t_{d_{max}} - t_{d_{min}}) \quad (4.6)$$

Z určených parametrů potom pro odhad *celkové směrodatné odchylky poptávky* platí

$$\sigma_c = \sqrt{\overline{t_d} * s_p^2 + \overline{y_p}^2 * s_d^2} \quad (4.7)$$

A následně určíme *bod znovuojednávky* vzorcem

$$B_o = \overline{y_p} * \overline{t_d} \quad (4.8)$$

Protože argument $\frac{z_p}{\sigma_c}$ v distribuční funkci F_N je roven 100α %-nímu kvantilu u_α normovaného normálního rozdělení, dostaneme odtud pro *normu pojistné zásoby* vzorec

$$z_p = u_\alpha \sigma_c \quad (4.9)$$

Kvantil u_α pro počítání normy pojistné zásoby zvolím jako nejdříve jako $u_{0,95}$, protože počítám s 95%-ní pravděpodobností uspokojení požadavků zákazníka. Pro ilustraci v další části zkusím výpočet s kvantilem $u_{0,975}$.

PRAKTICKÁ ČÁST

5. Charakteristika

Po přiblížení teoretických východisek je potřeba se alespoň částečně zmínit o určitých faktech obchodu.

Obchod se smíšeným zbožím vznikl v roce 1990 jako součást spotřebního družstva Jednota Zábřeh a od roku 2000 jej vlastní soukromá osoba. Obchod zaměstnává celkem čtyři zaměstnance a v současné době je jediným obchodem se smíšeným zbožím v dané obci. Obec měla k 1. 1. 2010 celkem 1274 obyvatel.

Data o prodeji obou druhů zboží jsem získával průběžně každý den pečlivým sledováním a zaznamenáváním. Dále jsem zaznamenával kdy a v jakém množství probíhalo objednávání výrobku a dále za jakou dobu byla daná objednávka vyřízena.

Také je zapotřebí se zmínit, o jaké zboží jsem se po celou dobu sledování zajímal. Nejprve jsem chtěl zaznamenávat prodeje zboží běžných denní potřeby jako například pečivo, ale nakonec jsem sledoval prodej nejmenovaného pracího prášku, který byl k dostání v tříkilovém balení, druhým sledovaným zbožím bylo zboží, které v domácnosti nemůže postrádat žádná hospodyňka, jednalo se o balení vanilinového cukru, který se využívá na pečení. Objednávka pracího prášku může být jakékoliv velikosti, lze objednávat po jednotlivých kusech, kdežto vanilinový cukr se dodává po krabicích a v každé krabici je baleno 100 kusů sáčku s cukrem.

Veškerá sesbíraná data jsou zobrazena v jednotlivých tabulkách níže. První čtyři tabulky obsahují data k prodeji pracího prášku, tabulky následující za těmito tabulkami obsahují data o prodeji vanilinového cukru.

V první tabulce jsou zaznamenána data o prodeji pracího prášku, tak jak jsem si je zapisoval pro vlastní potřebu, v jednotlivých sloupcích je uveden počáteční stav (PS), dále denní spotřeba zboží (S) a velikost dodávky zboží dodavatelem (N).

Ve druhé tabulce jsou uvedena data o jednotlivých dodávkových cyklech, přesněji je zde zobrazeno datum a čas vystavení objednávky, datum a čas přijetí objednaného zboží a v posledním sloupci je vypočtena délka dodacího cyklu v hodinách.

Třetí tabulka zobrazuje lehce upravená data z tabulky první, která budou využita pro analýzu jednotlivých cyklů. Jsou zde tedy zobrazeny denní stavy zásoby zboží. Sloupce označené S udávají právě velikosti denních stavů.

Ve čtvrté tabulce jsou uvedeny souhrnné hodnoty velikostí týdenních prodejů zboží, kde řádek, označený i jsou jednotlivé týdny a v řádku, označeném y_i jsou zaznamenáni velikosti týdenních prodejů.

	PS			S	N	PS			S	N	PS			S	N	PS			S	N		
Po	4.1.	30	10	15	11.1.	21	4	15	18.1.	21	8	20	25.1.	17	2	20						
Út	5.1.		7		12.1.		2		19.1.		6		26.1.		4							
St	6.1.		5		13.1.		3		20.1.		7		27.1.		7							
Čt	7.1.		0		14.1.		5		21.1.		2		28.1.		1							
Pá	8.1.		2		15.1.		0		22.1.		0		29.1.		1							
So	9.1.		0		16.1.		1		23.1.		1		30.1.		0							
Po	1.2.	22	1	15	8.2.	24	2	15	15.2.	25	0	10	22.2.	24	1	15						
Út	2.2.		3		9.2.		2		16.2.		0		23.2.		6							
St	3.2.		6		10.2.		4		17.2.		1		24.2.		5							
Čt	4.2.		2		11.2.		1		18.2.		3		25.2.		3							
Pá	5.2.		0		12.2.		1		19.2.		5		26.2.		4							
So	6.2.		1		13.2.		4		20.2.		2		27.2.		3							
Po	1.3.	17	3	25	8.3.	10	4	30	15.3.	32	1	10	22.3.	18	4	25						
Út	2.3.		5		9.3.		0		16.3.		3		23.3.		7							
St	3.3.		7		10.3.		1		17.3.		6		24.3.		2							
Čt	4.3.		6		11.3.		2		18.3.		5		25.3.		6							
Pá	5.3.		7		12.3.		0		19.3.		4		26.3.		4							
So	6.3.		4		13.3.		1		20.3.		5		27.3.		1							
Po	29.3.	19	8	30	5.4.	x	x	x	12.4.	17	1	20	19.4.	21	0	15						
Út	30.3.		6		6.4.	16	7	30	13.4.		3		20.4.		2							

St	31.3.	9	7.4.	4	15.4.	7	21.4.	0
Čt	1.4.	2	8.4.	6	16.4.	4	22.4.	3
Pá	2.4.	5	9.4.	7	17.4.	1	23.4.	1
So	3.4.	3	10.4.	5	18.4.	0	24.4.	4
Po	26.4.	26	8	15	3.5.	10	4	25
Út	27.4.	6	4.5.	2				
St	28.4.	5	5.5.	1				
Čt	29.4.	8	6.5.	1				
Pá	30.4.	4	7.5.	0				
So	1.5.	x	8.5.	x				

Tabulka 1: Zdrojová data k prvnímu druhu zboží

Odeslání objednávky		Přijetí objednávky			Odeslání objednávky		Přijetí objednávky		
Datum	Čas	Datum	Čas	Doba obj. (hod.)	Datum	Čas	Datum	Čas	Doba obj. (hod.)
8.1.	14:00	11.1.	8:30	66,5	12.3.	15:30	15.3.	7:30	64
15.1.	15:30	18.1.	8:00	64,5	19.3.	13:30	22.3.	10:30	69
22.1.	15:00	25.1.	9:30	66,5	26.3.	12:30	29.3.	8:00	70
29.1.	14:30	1.2.	9:00	66,5	2.4.	13:00	6.4.	9:00	68
5.2.	14:00	8.2.	10:00	68	9.4.	15:00	12.4.	7:30	64,5
12.2.	13:30	15.2.	10:30	69	16.4.	13:30	19.4.	8:30	67
19.2.	13:00	22.2.	8:00	67	23.4.	14:00	26.4.	9:30	67,5
26.2.	15:00	1.3.	8:30	65,5	30.4.	12:30	3.5.	8:00	67,5
5.3.	14:30	8.3.	9:00	66,5					

Tabulka 2 : Dodací lhůty prvního zboží

	S		S		S		S		S		S		S	
Po	4.1.	35	11.1.	32	18.1.	33	25.1.	35	1.2.	36	8.2.	37	15.2.	35
Út	5.1.	28	12.1.	30	19.1.	27	26.1.	31	2.2.	33	9.2.	35	16.2.	35
St	6.1.	23	13.1.	27	20.1.	20	27.1.	24	3.2.	27	10.2.	31	17.2.	34
Čt	7.1.	23	14.1.	22	21.1.	18	28.1.	23	4.2.	25	11.2.	30	18.2.	31
Pá	8.1.	21	15.1.	22	22.1.	18	29.1.	22	5.2.	25	12.2.	29	19.2.	26
So	9.1.	21	16.1.	21	23.1.	17	30.1.	22	6.2.	24	13.2.	25	20.2.	24
Po	22.2.	38	1.3.	39	8.3.	36	15.3.	41	22.3.	39	29.3.	41	5.4.	x
Út	23.2.	32	2.3.	34	9.3.	36	16.3.	38	23.3.	32	30.3.	35	6.4.	39
St	24.2.	27	3.3.	27	10.3.	35	17.3.	32	24.3.	30	31.3.	26	7.4.	35
Čt	25.2.	24	4.3.	21	11.3.	33	18.3.	27	25.3.	24	1.4.	24	8.4.	29
Pá	26.2.	20	5.3.	14	12.3.	33	19.3.	23	26.3.	20	2.4.	19	9.4.	22
So	27.2.	17	6.3.	10	13.3.	32	20.3.	18	27.3.	19	3.4.	16	10.4.	17
Po	12.4.	36	19.4.	36	26.4.	33	3.5.	31						
Út	13.4.	33	20.4.	34	27.4.	27	4.5.	29						
St	15.4.	26	21.4.	34	28.4.	22	5.5.	28						
Čt	16.4.	22	22.4.	31	29.4.	14	6.5.	27						
Pá	17.4.	21	23.4.	30	30.4.	10	7.5.	27						
So	18.4.	21	24.4.	26	1.5.	x	8.5.	x						

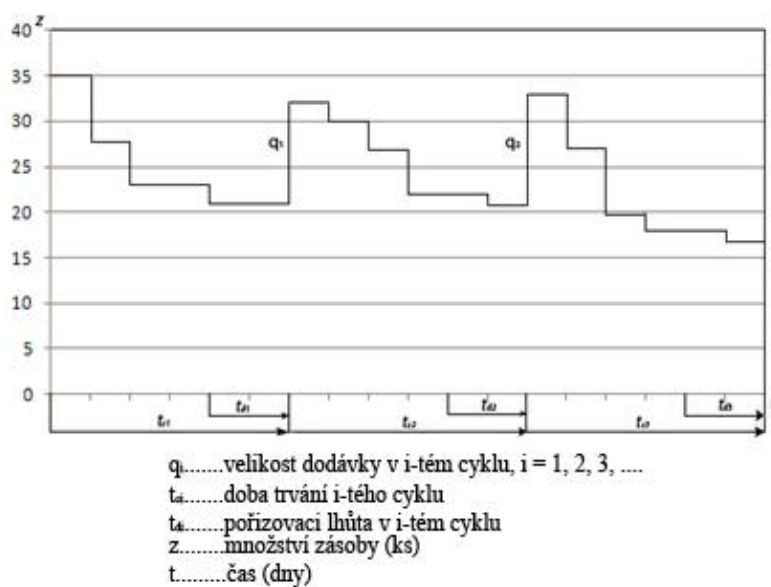
Tabulka 3 : Data pro analýzu jednotlivých cyklů prvního zboží

<i>i</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<i>y_i</i>	24	15	24	15	13	14	11	22	32	8	24	24	33	29	16	10	31	8

Tabulka 4 : Hodnoty velikosti týdenních prodejů prvního zboží

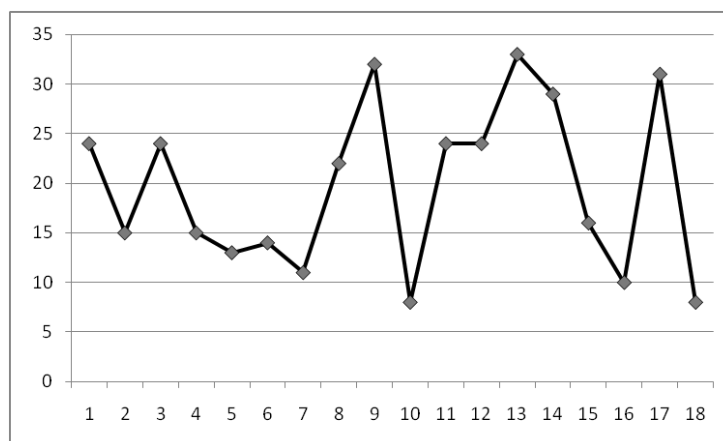
Tabulky 1 a 3 se všemi daty je, dle mého názoru, obtížné graficky zobrazit, proto pro ilustraci a přiblížení graficky znázorním pouze první tři týdny průběhu prodeje

zboží. Tyto data jsou zobrazena na obrázku 4. Jednotlivé parametry jsou popsány pod obrázkem.



Obr. 4 : Záznam průběhu poptávky a objednávek

Hodnoty týdenních prodejů jsou zobrazeny na obrázku 5. Na hlavní ose x je zobrazen čas, v týdnech, na vedlejší ose y je zobrazena velikost týdenních prodejů v kusech.



Obr. 5: Velikost týdenních prodejů zboží

V následujících tabulkách uvedu mnou zaznamenané hodnoty prodejů druhého zboží. Názvy sloupců jsou popsány shodným způsobem jako u tabulek zobrazených výše.

		PS	S	N		PS	S	N		PS	S	N		PS	S	N
Po	4.1.	50	20		11.1.	84	10		18.1.	39	9		25.1.	90	11	
Út	5.1.		14	100	12.1.		8		19.1.		10		26.1.		13	
St	6.1.		12		13.1.		6		20.1.		5	100	27.1.		9	
Čt	7.1.		5		14.1.		6		21.1.		8		28.1.		6	
Pá	8.1.		9		15.1.		10		22.1.		9		29.1.		10	
So	9.1.		6		16.1.		5		23.1.		8		30.1.		4	
Po	1.2.	37	7		8.2.	100	8		15.2.	70	5		22.2.	35	11	
Út	2.2.		5		9.2.		6		16.2.		4		23.2.		6	
St	3.2.		4		10.2.		6		17.2.		6		24.2.		12	100
Čt	4.2.		6	100	11.2.		5		18.2.		7		25.2.		6	
Pá	5.2.		9		12.2.		2		19.2.		8		26.2.		8	
So	6.2.		6		13.2.		3		20.2.		5		27.2.		9	
Po	1.3.	83	13		8.3.	37	7		15.3.	100	9		22.3.	59	9	
Út	2.3.		10		9.3.		5		16.3.		6		23.3.		8	
St	3.3.		8		10.3.		4		17.3.		5		24.3.		6	
Čt	4.3.		4		11.3.		6	100	18.3.		7		25.3.		7	
Pá	5.3.		5		12.3.		8		19.3.		8		26.3.		8	
So	6.3.		6		13.3.		7		20.3.		6		27.3.		3	
Po	29.3.	18	5		5.4.	x	x	x	12.4.	46	5		19.4.	109	2	
Út	30.3.		9	100	6.4.	81	9		13.4.		8		20.4.		4	
St	31.3.		7		7.4.		6		15.4.		7		21.4.		6	
Čt	1.4.		6		8.4.		5		16.4.		5		22.4.		6	
Pá	2.4.		7		9.4.		10		17.4.		8	100	23.4.		5	
So	3.4.		3		10.4.		5		18.4.		4		24.4.		4	
Po	26.4.	82	6		3.5.	47	10									
Út	27.4.		9		4.5.		8									
St	28.4.		6		5.5.		7									
Čt	29.4.		8		6.5.		6									
Pá	30.4.		6		7.5.		9	100								
So	1.5.		x		8.5.		x									

Tabulka 5 : Zdrojová data k druhému druhu zboží

Odeslání objednávky		Přijetí objednávky		
Datum	Čas	Datum	Čas	Doba obj. (hod.)
4.1.	15:00	5.1.	9:30	18,5
19.1.	14:30	20.1.	8:30	18,0
3.2.	15:30	4.2.	9:00	17,5
23.2.	15:00	24.2.	9:30	18,5
10.3.	14:30	11.3.	10:30	20,0
29.3.	14:00	30.3.	10:00	20,0
16.4.	13:30	17.4.	8:30	19,0
6.5.	15:30	7.5.	9:00	17,5
5.3.	15:00	8.3.	9:30	18,5

Tabulka 6 : Dodací lhůty druhého zboží

	S		S		S		S		S		S		S	
Po	4.1.	30	11.1.	74	18.1.	30	25.1.	79	1.2.	30	8.2.	92	15.2.	65
Út	5.1.	116	12.1.	66	19.1.	20	26.1.	66	2.2.	25	9.2.	86	16.2.	61
St	6.1.	104	13.1.	60	20.1.	115	27.1.	57	3.2.	21	10.2.	80	17.2.	55
Čt	7.1.	99	14.1.	54	21.1.	107	28.1.	51	4.2.	115	11.2.	75	18.2.	48
Pá	8.1.	90	15.1.	44	22.1.	98	29.1.	41	5.2.	106	12.2.	73	19.2.	40
So	9.1.	84	16.1.	39	23.1.	90	30.1.	37	6.2.	100	13.2.	70	20.2.	35
Po	22.2.	24	1.3.	70	8.3.	30	15.3.	91	22.3.	50	29.3.	13	5.4.	x
Út	23.2.	18	2.3.	60	9.3.	25	16.3.	85	23.3.	42	30.3.	104	6.4.	72
St	24.2.	106	3.3.	52	10.3.	21	17.3.	80	24.3.	36	31.3.	97	7.4.	66
Čt	25.2.	100	4.3.	48	11.3.	115	18.3.	73	25.3.	29	1.4.	91	8.4.	61
Pá	26.2.	92	5.3.	43	12.3.	107	19.3.	65	26.3.	21	2.4.	84	9.4.	51
So	27.2.	83	6.3.	37	13.3.	100	20.3.	59	27.3.	19	3.4.	81	10.4.	46
Po	12.4.	41	19.4.	107	26.4.	76	3.5.	37						
Út	13.4.	33	20.4.	103	27.4.	67	4.5.	29						
St	15.4.	26	21.4.	97	28.4.	61	5.5.	22						
Čt	16.4.	21	22.4.	91	29.4.	53	6.5.	16						
Pá	17.4.	113	23.4.	86	30.4.	47	7.5.	107						
So	18.4.	109	24.4.	82	1.5.	x	8.5.	x						

Tabulka 7 : Data pro analýzu jednotlivých cyklů druhého zboží

<i>i</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<i>y_i</i>	66	45	49	53	37	30	35	52	46	37	41	41	37	35	37	27	35	40

Tabulka 8 : Hodnoty velikostí týdenních prodejů druhého zboží

6. Výpočty ukazatelů

Data, uvedená v předchozí kapitole, budu nyní analyzovat po jednotlivých cyklech, tedy po jednotlivých týdnech. Data se pokusím vyrovnat regresní přímkou a určím, kdy by byly dané zásoby vyčerpány.

Popisovat postup výpočtu pro jednotlivé týdny by bylo zdlouhavé a ve výsledku stále se opakující, proto postup provedu pro jeden týden a výsledky ostatních, sedmnácti zbylých týdnů zanesu do tabulky, ve které budou zobrazeny koeficienty b_1 a b_2 , dále proměnné $\bar{t}$ a $\bar{z}$ a hodnota t_v . Upravená data, potřebná pro analýzy po jednotlivých cyklech jsou uvedena v tabulce 3.

Pro určení parametrů regresní přímky je třeba nejprve podle vzorců (4.3) určit průměry proměnných t a z . Kde t jsou jednotlivé doby zjištění stavu zásob (např. po skončení prodejní doby) a z označuje zjištěné denní stavy zásob. Tedy

$$\bar{t} = \frac{1}{6} * 21 = 3,5$$

$$\bar{z} = \frac{1}{6} * 151 \doteq 25,167$$

Následně hledané parametry regresní přímky vypočtu podle (4.2) následovně

$$b_2 = \frac{(483 - 6 * 3,5 * 25,167)}{91 - 6 * 3,5^2} = -2,600$$

$$b_1 = 25,167 - (-2,600) * 3,5 = 34,267$$

Tedy regresní přímka, vyrovnávající zadaná data, je dána rovnicí

$$\hat{z}(t) = 34,267 - 2,6 t$$

Kde hodnota parametru b_2 , která je rovna -2,6 lze interpretovat jako průměrnou denní hodnotu úbytku zásoby sledovaného zboží. Pomocí regresní přímky jsem schopen určit dobu, kdy dojde k vyčerpání zásoby. Označím-li tuto dobu jako t_v , lze tuto dobu

určit z rovnice regresní přímky, v níž položíme $\hat{z}(t_v) = 0$. Řešením této rovnice získám hodnotu, kde

$$t_v = -\frac{34,267}{-2,600} \doteq 13,2.$$

Tedy zásoby tohoto zboží by byly vyčerpány asi za 13 dní.

Nyní parametry a hodnoty proměnných pro všechny sledované týdny znázorněné v tabulce.

<i>Týden č.</i>	$\bar{t}$	$\bar{z}$	b_1	b_2	t_v	<i>Týden č.</i>	$\bar{t}$	$\bar{z}$	b_1	b_2	t_v
1	3,5	25,167	34,267	-2,6	13,2	10	3,5	34,167	37,267	-0,886	42,1
2	3,5	25,667	34,067	-2,4	14,2	11	3,5	29,883	46,333	-4,714	9,8
3	3,5	22,167	33,067	-3,114	10,6	12	3,5	27,333	41,533	-4,057	10,2
4	3,5	26,167	35,467	-2,657	13,3	13	3,5	26,833	44,333	-5,0	8,9
5	3,5	28,333	36,933	-2,457	15,0	14	3	28,4	45,50	-5,70	8,0
6	3,5	31,333	39,333	-2,286	17,2	15	3,5	26,50	38,0	-3,286	11,6
7	3,5	30,803	39,333	-2,429	16,2	16	3,5	31,833	38,333	-1,857	20,6
8	3,5	26,333	40,733	-4,114	9,9	17	3	21,20	38,90	-5,90	6,6
9	3,5	24,167	45,267	-6,029	7,5	18	3	28,4	31,40	-1,0	31,4

Tabulka 9 : Vypočtené hodnoty k datům z tabulky 3

V tabulce 2 jsou zobrazeny údaje o objednávkách, datum objednávky a doba objednávky. Tyto data poslouží následně pro výpočty průměrné doby objednávky. Do výsledné doby objednání jsou započítány i nepracovní dny. Časy byly zaokrouhlovány na celé půlhodiny nahoru.

Z dat uvedených v tabulce 2 zjistím výpočtem modifikovaného vzorce (4.4) průměrnou dodací dobu v hodinách.

$$\bar{t}_d = \frac{1}{17} * 1\,137,5 \doteq 66,912 \text{ hod}$$

Tedy průměrná doba, která uplyne od vystavení objednávky po doplnění zásoby dodavatelem, je rovna přibližně 67 hodinám. Samozřejmě je do této doby započítán i nepracovní den jako je neděle.

V tabulce 4 jsou uvedeny jednotlivé hodnoty týdenních prodejů, tedy součty denních prodejů pro sledované týdny. Každý týden je označen jako i a hodnota prodaného množství v daném týdnu jako y_i .

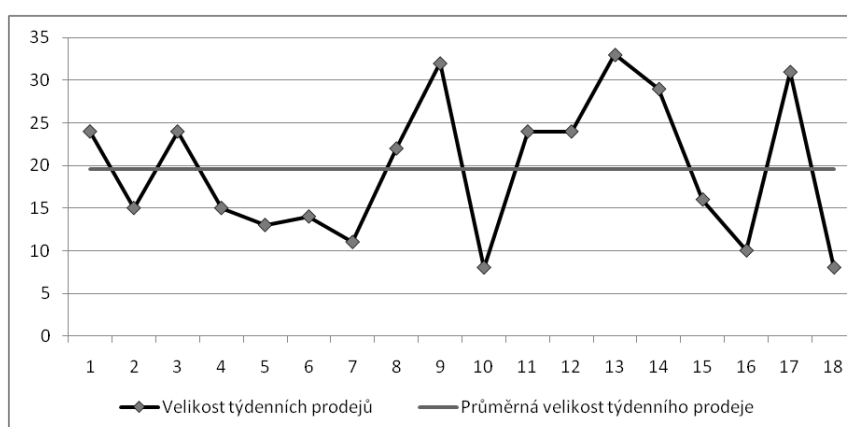
Z těchto dat pomocí výpočtů určím normu pojistné zásoby a další charakteristiky čerpání zásob zboží.

Jako první údaj výpočtu výběrový průměr a výběrovou směrodatnou odchylku velikosti týdenního prodeje tohoto zboží podle vzorce (4.4) dostaneme

$$\bar{y}_p = \frac{1}{18} * 353 \doteq 19,611$$

$$s_p = \sqrt{\frac{1}{17} [8123 - 18 * 384,595679]} \doteq 8,403$$

Výsledek interpretuji následovně: Velikost týdenního prodeje zboží má průměrnou hodnotu přibližně 19,611 kusů s výběrovou směrodatnou odchylkou přibližně 8,403 ks. Tyto výsledky zobrazím společně s velikostmi týdenních prodejů v grafu.



Obr. 6: Velikost týdenních prodejů a průměrná velikost

Dále určím charakteristiky čerpání zásob během intervalu nejistoty. Nejdříve je ale potřeba rozhodnout o tom, v jakých časových jednotkách se budou výpočty provádět. Protože jsou veškeré hodnoty zadány v týdnech, budu i ostatní hodnoty uvádět v týdnech. Je zřejmé, že obchod má 6 pracovních dní. Jak jsem psal výše, dodavatel je schopen dodat zboží následující pracovní den, nikoliv však o víkendu. Z důvodu, že obchod objednává zásoby zboží v pátek každých 7 dní a objednávka bývá uspokojena ve většině případů první pracovní den následujícího týdne, budu uvažovat, jako nejmenší hodnotu pořizovací lhůty $t_{dmin} = 2$ dny a největší pořizovací lhůtu $t_{dmax} = 4$ dny. Podle vzorce (4.5) lze získat průměrnou pořizovací lhůtu, která je rovna

$$\bar{t}_d = 0,5 \text{ týdne.}$$

Jestliže je odchylka dodací lhůty ± 1 den, tak pomocí vzorce (4.6) určím směrodatnou odchylku pořizovací lhůty.

$$s_d \approx 0,25 * \left(\frac{4}{6} - \frac{2}{6} \right) \doteq 0,083 \text{ týdne}$$

Z vypočítaných hodnot určím výslednou hodnotu celkové směrodatné odchylky poptávky podle (4.7)

$$\sigma_c = \sqrt{0,5 * 8,403^2 + 19,611^2 * 0,083^2} \doteq 6,161 \text{ kusů.}$$

Nyní určím normu pojistné zásoby.

Stanovím-li 95%-ní pravděpodobnost uspokojení poptávky, což odpovídá kvantilu $u_{0,95}$, jehož hodnota je 1,645, bude norma pojistné zásoby podle (4.10) rovna

$$z_p = 1,645 * 6,161 \doteq 10,135$$

Nakonec podle (4.8) vypočtu bod znovuobjednávky

$$B_0 = 19,611 * 0,5 = 9,8055$$

Interpretace zjištěných hodnot: Průměrná velikost týdenního prodeje zboží je rovna přibližně 19,611 kusů s výběrovou směrodatnou odchylkou přibližně 8,403 ks, to je množství, které značí nejčastější kolísání prodeje v těchto mezích. Průměrná pořizovací doba, tedy doba od vystavení požadavku dodavateli po doručení zásob zboží do obchodu je v průměru 0,5 pracovního týdne, který má v tomto případě 6 pracovních dní. Směrodatná odchylka pořizovací lhůty je rovna přibližně 0,083 týdne.

Výsledná hodnota celkové směrodatné odchylky poptávky během jednoho týdne je rovna asi 7 kusům.

V 95% případů uspokojení poptávek zákazníků bude obchodu postačovat pojistná zásoba ve výši 11 kusů zboží.

Jestliže počet zásob klesne pod hranici 10 kusů zboží, je potřeba, aby obchod vystavil objednávku na další zásoby zboží dodavateli.

Nyní budu počítat s kvantilem $u_{0,975}$ a pokusím se zjistit, jak se budou lišit výsledky oproti hodnotě kvantilu $u_{0,95}$.

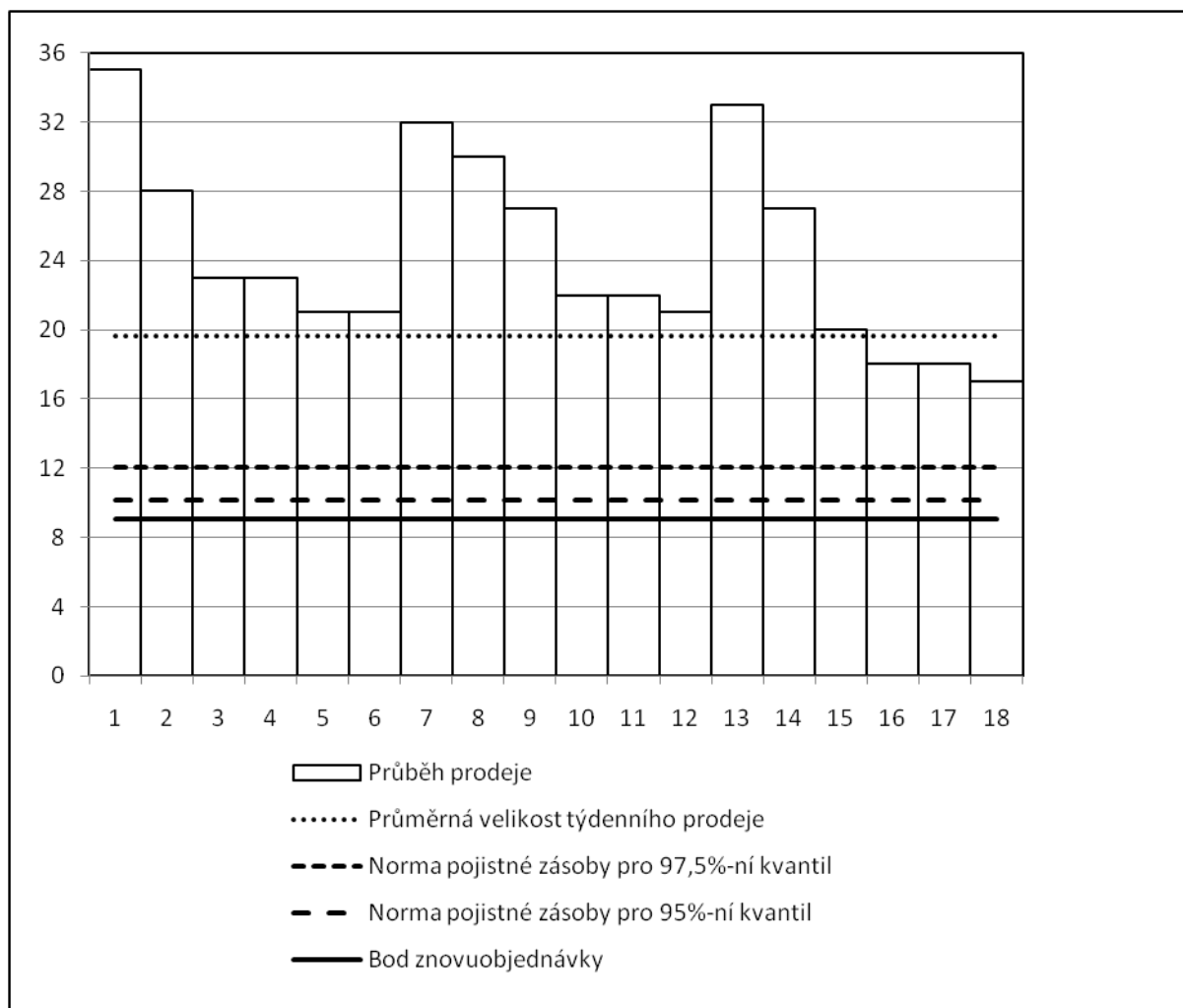
Hodnoty výše spočítané a hodnotu kvantilu $u_{0,975}$, která je rovna hodnotě 1,960 dosadím do vzorce (4.10) a zjistím, že hodnota normy pojistné zásoby bude rovna

$$z_p = 1,960 * 6,161 \doteq 12,076$$

Výsledek lze interpretovat takto: Pro uspokojení požadavků zákazníků z 97,5% případů je zapotřebí, aby obchod disponoval pojistnou zásobou o velikosti 13 kusů zboží.

Tady si lze všimnout, že zvýšení hodnoty úspěšnosti z 95% na 97,5% se promítlo do velikosti normy pojistné zásoby o dva kusy zboží.

Veškeré zde získané hodnoty se pokusím zobrazit do grafu, ten však kvůli částečné přehlednosti nebude obsahovat všechna dat, ale budou zobrazena pouze první tři týdny sledování. V grafu jsou tedy hodnoty prodeje za tři týdny, ale hodnoty ukazatelů jsou výpočty ze všech dat.



Obr. 7: Znáznornění průběhu poptávky a objednávek s vypočítanými ukazateli

Veškeré tyto výpočty byly určené pro data o prodeji prvního zboží, tedy pracím prášku. Obdobným způsobem budu postupovat s výpočty z dat druhého zboží.

Data, uvedená v předchozí kapitole, pro druhé zboží budu nyní analyzovat po jednotlivých cyklech, tedy v rozmezí jednotlivých objednávek. Data se pokusím vyrovnat regresní přímkou a určím, kdy by byly dané zásoby vyčerpány.

Popisovat postup výpočtu pro jednotlivé týdny by bylo zdlouhavé a ve výsledku stále se opakující, proto postup provedu pro jeden týden a výsledky ostatních, sedmnácti zbylých týdnů zanesu do tabulky, ve které budou zobrazeny koeficienty b_1 a b_2 , dále proměnné $\bar{t}$ a $\bar{z}$ a hodnota t_v . Upravená data, potřebná pro analýzy po jednotlivých cyklech jsou uvedena v tabulce 7.

Pro určení parametrů regresní přímky je třeba nejprve podle vzorců (4.3) určit průměry proměnných t a z . Kde t jsou jednotlivé doby zjištění stavu zásob (např. po skončení prodejní doby) a z označuje zjištěné denní stavy zásob. Tedy

$$\bar{t} = \frac{1}{13} * 91 = 7$$

$$\bar{z} = \frac{1}{13} * 880 \doteq 67,692$$

Následně hledané parametry regresní přímky vypočtu podle (4.2) následovně

$$b_2 = \frac{(4762 - 13 * 7 * 67,692)}{819 - 13 * 7^2} = -7,681$$

$$b_1 = 67,692 - (-7,681) * 7 = 121,459$$

Tedy regresní přímka, vyrovnávající zadaná data, je dána rovnicí

$$\hat{z}(t) = 121,459 - 7,681 t$$

Kde hodnota parametru b_2 , která je rovna -7,681 lze interpretovat jako průměrnou denní hodnotu úbytku zásoby sledovaného zboží. Pomocí regresní přímky jsem schopen určit dobu, kdy dojde k vyčerpání zásoby. Označím-li tuto dobu jako t_v , lze tuto dobu určit z rovnice regresní přímky, v níž položíme $\hat{z}(t_v) = 0$. Řešením této rovnice získám hodnotu, kde

$$t_v = -\frac{121,459}{-7,681} \doteq 15,9.$$

Tedy zásoby tohoto zboží by byly vyčerpány asi za 16 dní.

Nyní parametry a hodnoty proměnných pro všechny sledované týdny znázorněné v tabulce. Je zřejmé, že jednotlivé parametry se budou lišit, neboť i jednotlivé délky cyklů mezi objednávkami jsou různé.

<i>Cyklus č.</i>	$\bar{t}$	$\bar{z}$	b_1	b_2	t_v
1	7	67,692	121,459	-7,681	15,9
2	7	62,846	120,386	-8,220	14,6
3	9	67,235	117,149	-5,546	21,1
4	7	59	110,422	-7,346	15,0
5	8,5	61,563	130,43	-8,102	16,1
6	7,5	62,429	110,662	-6,431	17,2
7	9	70,353	126,864	-6,279	20,2

Tabulka 10 : Vypočtené hodnoty k datům z tabulky 7

V tabulce 6 jsou zobrazeny údaje o objednávkách, datum objednávky a doba objednávky. Tyto data poslouží následně pro výpočty průměrné doby objednávky. Časy byly zaokrouhlovány na celé půlhodiny nahoru.

Z dat uvedených v tabulce 6 zjistím výpočtem modifikovaného vzorce (4.4) průměrnou dodací dobu v hodinách.

$$\bar{t}_d = \frac{1}{9} * 167,5 \doteq 18,611 \text{ hod}$$

Tedy průměrná doba, která uplyne od vystavení objednávky po doplnění zásoby dodavatelem, je rovna přibližně 18,5 hodinám.

V tabulce 8 jsou uvedeny jednotlivé hodnoty týdenních prodejů, tedy součty denních prodejů pro sledované týdny. Každý týden je označen jako i a hodnota prodaného množství v daném týdnu jako y_i .

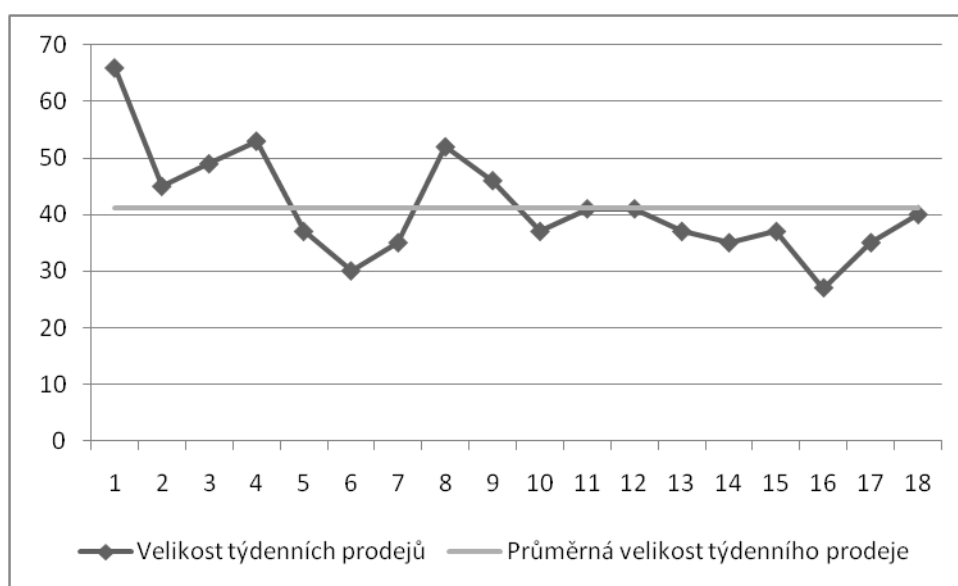
Z těchto dat pomocí výpočtů určíme normu pojistné zásoby a další charakteristiky čerpání zásob zboží.

Jako první údaj výpočtu výběrový průměr a výběrovou směrodatnou odchylku velikosti týdenního prodeje tohoto zboží podle vzorce (4.4) dostaneme

$$\bar{y}_p = \frac{1}{18} * 743 \doteq 41,278$$

$$s_p = \sqrt{\frac{1}{17} [32153 - 18 * 1703,854938]} \doteq 9,342$$

Výsledek interpretuji následovně: Velikost týdenního prodeje zboží má průměrnou hodnotu přibližně 42,368 kusů s výběrovou směrodatnou odchylkou přibližně 9,343 ks. Tyto výsledky zobrazím společně s velikostmi týdenních prodejů v grafu.



Obr. 8: Velikost týdenních prodejů a průměrná velikost týdenního prodeje

Dále určíme charakteristiky čerpání zásob během intervalu nejistoty. Nejdříve je ale potřeba rozhodnout o tom, v jakých časových jednotkách se budou výpočty provádět.

Protože jsou veškeré hodnoty zadány v týdnech, budu i ostatní hodnoty uvádět v týdnech. Je zřejmé, že obchod má 6 pracovních dní. Jak jsem psal výše, dodavatel je schopen dodat zboží následující pracovní den, nikoliv však o víkendu. Objednávky probíhají během týdne a objednávka bývá uspokojena ve většině případů následující pracovní den, budu uvažovat, jako nejmenší hodnotu pořizovací lhůty $t_{dmin} = 1$ den a největší pořizovací lhůtu $t_{dmax} = 2$ dny. Podle vzorce (4.5) lze získat průměrnou pořizovací lhůtu, která je rovna

$$\bar{t}_d = 0,167 \text{ týdne.}$$

Jestliže je odchylka dodací lhůty ± 1 den, tak pomocí vzorce (4.6) určím směrodatnou odchylku pořizovací lhůty.

$$s_d \approx 0,25 * \left(\frac{2}{6} - \frac{1}{6} \right) \doteq 0,042 \text{ týdne}$$

Z vypočítaných hodnot určím výslednou hodnotu celkové směrodatné odchylky poptávky podle (4.7)

$$\sigma_c = \sqrt{0,167 * 9,342^2 + 41,278^2 * 0,042^2} \doteq 4,193 \text{ kusů.}$$

Nyní určím normu pojistné zásoby.

Stanovím-li 95%-ní pravděpodobnost uspokojení poptávky, což odpovídá kvantilu $u_{0,95}$, jehož hodnota je 1,645, bude norma pojistné zásoby podle (4.10) rovna

$$z_p = 1,645 * 4,193 \doteq 6,897$$

Nakonec podle (4.8) vypočtu bod znovuobjednávky

$$B_0 = 41,278 * 0,167 = 6,893$$

Interpretace zjištěných hodnot: Průměrná velikost týdenního prodeje zboží je rovna přibližně 41,278 kusům s výběrovou směrodatnou odchylkou přibližně 9,342 ks, to je množství, které značí nejčastější kolísání prodeje v těchto mezích. Průměrná pořizovací

doba, tedy doba od vystavení požadavku dodavateli po doručení zásob zboží do obchodu je v průměru 0,167 pracovního týdne, který má v tomto případě 6 pracovních dní. Směrodatná odchylka pořizovací lhůty je rovna přibližně 0,042 týdne.

Výsledná hodnota celkové směrodatné odchylky poptávky během jednoho týdne je rovna asi 4 kusům.

V 95% případech uspokojení poptávek zákazníků bude obchodu postačovat pojistná zásoba ve výši 7 kusů zboží. Zároveň však, klesne-li počet zásob pod tuto hranici, je potřeba, aby obchod vystavil objednávku na další zásoby zboží dodavateli.

Nyní budu počítat s kvantilem $u_{0,975}$ a pokusím se zjistit, jak se budou lišit výsledky oproti hodnotě kvantilu $u_{0,95}$.

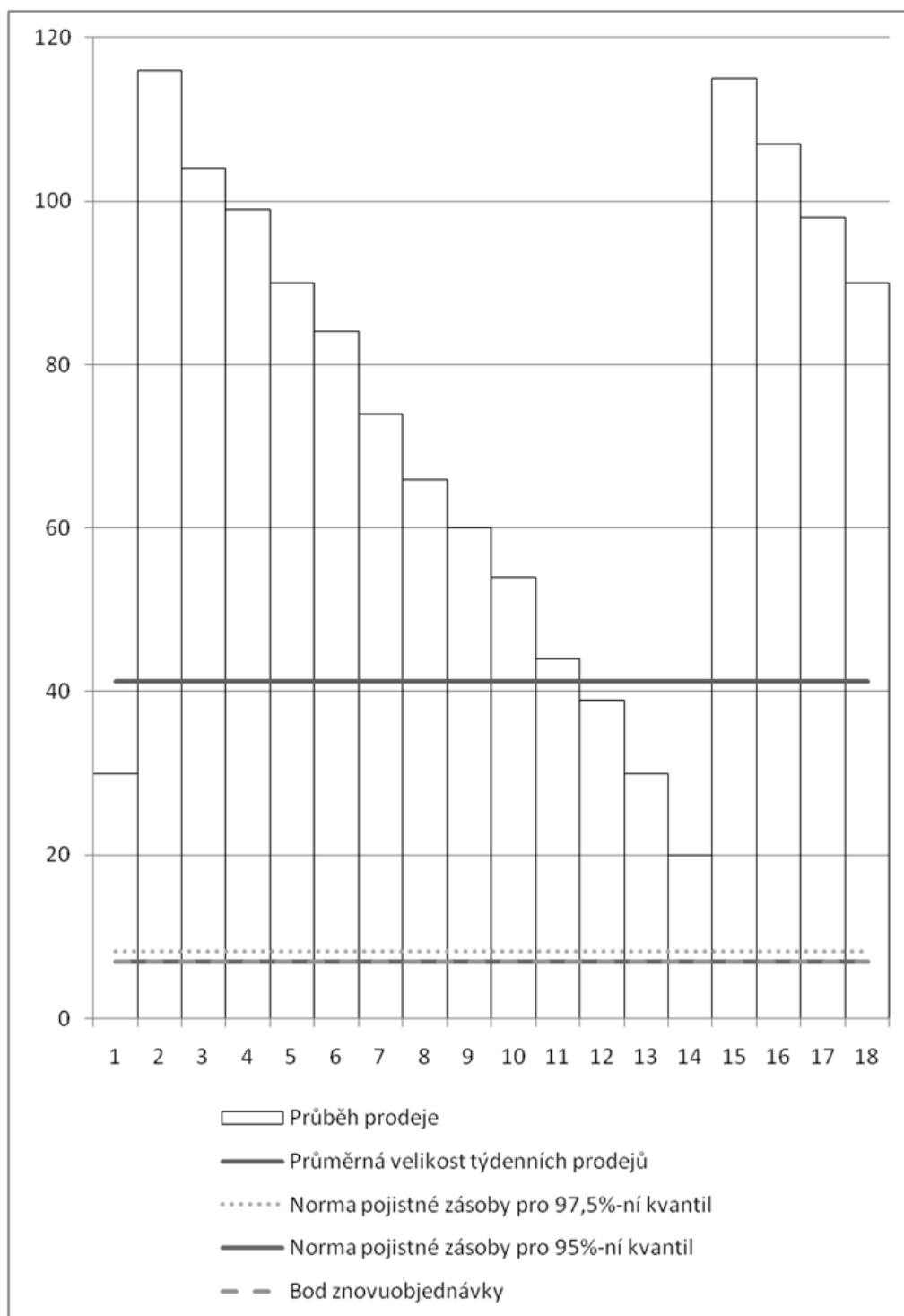
Hodnoty výše spočítané a hodnotu kvantilu $u_{0,975}$, která je rovna hodnotě 1,960 dosadím do vzorce (4.10) a zjistím, že hodnota normy pojistné zásoby bude rovna

$$z_p = 1,960 * 4,193 \doteq 8,218$$

Výsledek lze interpretovat takto: Pro uspokojení požadavků zákazníků z 97,5% případů je zapotřebí, aby obchod disponoval pojistnou zásobou o velikosti přibližně 9 kusů zboží.

Tady si lze všimnout, že zvýšení hodnoty úspěšnosti z 95% na 97,5% se promítlo do velikosti normy pojistné zásoby o dva kusy zboží.

Veškeré zde získané hodnoty se pokusím zobrazit do grafu, ten však kvůli částečné přehlednosti nebude obsahovat všechna data, ale budou zobrazena pouze první tři týdny sledování. V grafu jsou tedy hodnoty prodeje za tři týdny, ale hodnoty ukazatelů jsou výpočty ze všech dat.



Obr. 9: Znázornění průběhu poptávky a objednávek s vypočítanými ukazateli

ZÁVĚR

V této práci jsem se zabýval problematikou skladování zásob obchodu se smíšeným zbožím. Snažil jsem se poukázat na to, že ne každý obchod dokáže smysluplně využívat efektivní dodavatelské služby, což znamená větší nárůst provozních nákladů, potřeba velkých ploch pro uskladnění zásob, ve velkém množství zásob má následně obchod uložené finanční prostředky, které by mohl využít jiným, výhodnějším způsobem.

Cílem práce bude pomocí dat z obchodu se smíšeným zbožím pokusit se o co nejefektivnější sledování skladování stavu zásob a případně zlepšit dodavatelské vztahy a ulehčit si tak problémy spojené se skladováním velkého množství zásob.

Po dobu osmnácti po sobě jdoucích týdnů jsem sledoval a zaznamenával do tabulky průběh prodeje a způsob objednávání jednoho druhu výrobku a to nejmenovaného pracího prášku, který je k dostání v tříkilovém balení. Pomocí těchto dat jsem provedl výpočty prostřednictvím analýzy časových řad a řízení zásob a pokusil se dopátrat k co nejefektivnějšímu způsobu zásobování obchodu tak, aby daný obchod neměl v zásobách uloženo příliš velké množství finančních prostředků, ale na druhou stranu nenastal problém s možným neuspokojením potřeb zákazníka.

Porovnáním vypočítaných ukazatelů a sesbíraných dat u prvního druhu zboží je zřejmé, že obchod nedostatečně využívá modelů řízení zásob. Zásoby zboží ve většině případů převyšují doporučené hodnoty pojistných zásob a obchodu tak uniká možnost lepšího zhodnocení finančních zdrojů, které má uložené v zásobách. Velikost zásoby v době vystavení objednávky je schopna se svým množstvím, které má obchod doposud u sebe, je schopna uspokojit požadavky zákazníků ještě několik dní po vystavení objednávky. Obchod nemá žádné náklady na uskladnění zásob, disponuje vlastním skladem zásob, který je součástí budovy, ale i tak by mohl obchod lépe využít případné prostory.

Průměrná poptávka po zboží se pohybuje kolem 19 kusů za týden, obchod však má pravidelně k dispozici zásoby o velikosti 30 kusů a více. Doporučoval bych tedy častější kontrolu zásob a případnou objednávku vystavit v době, kdy se množství zásob přiblíží hranici 10 až 12 kusům.

Dále bych doporučil obchodu využít pro vystavení objednávky jiného dne, než tomu bylo doposud. Objednávky jsou vystavovány v pátek a zboží dodavatel doručí ve většině případů následující pracovní den. Obchod by tedy mohl například vystavit objednávku v úterý v odpoledních hodinách, kdy by se velikost zásoby zboží rovnala například osmi kusům, a dodavatel by zboží doručil druhý den v dopoledních hodinách. Z výpočtů je zřejmé, že průměrná denní poptávka po zboží se pohybuje v rozmezí 3 až šesti kusů a je tedy zřejmé, že by obchod měl bez větších problémů být schopen uspokojit požadavky zákazníků.

U druhého druhu zboží je naopak vidět, že se obchod snaží termín vystavení objednávky co nejvíce oddalovat a minimalizovat tak své zásoby. Průměrná velikost týdenního prodeje zboží se pohybuje okolo 41 kusů a denní poptávka po zboží by se dala stanovit v rozmezí 5 až 8 kusů. U tohoto výrobku bych doporučoval zanechat tento postup a pokračovat v již zaběhnutém systému objednávání tohoto zboží, kdy obchod sleduje stav zásob a při velikosti zásoby přibližně 10 až 15 kusů vystavuje objednávku.

Jak jsem zjistil vlastním pozorováním, obchod má s dodavatelem za dlouhou dobu spolupracování dobré obchodní vztahy. Z tohoto důvodu bych se pokusil navrhnout doručování zásob prvního zboží metodou Just in time (JIT), kdy dodavatel dodává zboží tzv. právě včas a v požadovaném množství a tím obchod může kalkulovat s minimální pojistnou zásobou. Na druhou stranu by ale zase objednávky zboží probíhaly, dle mého názoru, v častějších intervalech.

Na druhou stranu je třeba si uvědomit, že existují důvody, kvůli kterým je zapotřebí mít k dispozici alespoň částečné množství zásoby zboží. Může se stát, že dodavatel nebude schopen řádně a včas vyřídit naši objednávku a doručí zboží v delším časovém horizontu, obchod by však i při tomto výpadku měl být schopen vyhovět požadavkům zákazníků.

Proto doporučuji mít neustále k dispozici alespoň malé množství zásoby zboží, které obchodu vystačí po dobu, za níž je schopen od dodavatele získat další zboží. V tomto případě bych se tedy pokusil snížit dosavadní množství zásob na velikost přibližně 12 kusů prášku a zejména změnit přístup k vytváření objednávky. Objednávku vystavovat, pokud možno, v den, po kterém následuje další pracovní den, nikoliv víkendy a dny pracovního klidu.

SEZNAM LITERATURY

- [1.] CIPRA, Tomáš. *Analýza časových řad s aplikacemi v ekonomii*. Praha : SNTL/ALFA, 1986. 248 s.
- [2.] CYHELSKÝ, Lubomír; KAŇOKOVÁ, Jana; NOVÁK, Ilja. *Základy teorie statistiky pro ekonomy*. Praha : SNTL/ALFA, 1979. 368 s.
- [3.] HORÁKOVÁ, Helena; KUBÁT, Jiří. *Řízení zásob : Logistické pojetí, metody, aplikace, praktické úlohy*. 3. přepracované vydání. Praha : Profess Consulting s.r.o., 1999. 236 s. ISBN 80-85235-55-2.
- [4.] JABLONSKÝ, Josef. *Operační výzkum : Kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování*. 3. vyd. Praha : Professional Publishing, 2007. 323 s. ISBN 978-80-86946-44-3.
- [5.] KROPÁČ, Jiří. *Statistika B : Jednorozměrné a dvourozměrné datové soubory, regresní analýza, časové řady*. 2. doplněné vydání. Brno : Fakulta podnikatelská, VUT v Brně, 2009. 151 s. ISBN 978-80-214-3295-6.
- [6.] KROPÁČ, Jiří. *Statistika C : Statistická regulace, indexy způsobilosti, řízení zásob, statistické přejímky*. První vydání. Brno : Fakulta podnikatelská, VUT v Brně, 2008. 103 s. ISBN 978-80-214-3591-9.
- [7.] SEGER, Jan; HINDLS, Richard; HRONOVÁ, Stanislava. *Statistika v hospodářství*. Vydání první. Praha : ETC Publishing, 1998. 636 s. ISBN 80-86006-56-5.

6. Seznam obrázků

Obr. 1 : Sloupkový graf.....	13
Obr. 2 : Hůlkový graf	13
Obr. 3 : Spojnicový graf	14
Obr. 4 : Znázornění průběhu poptávky a objednávek	31
Obr. 5: Velikost týdenních prodejů zboží.....	31
Obr. 6: Velikost týdenních prodejů a průměrná velikost.....	36
Obr. 7:Znázornění průběhu poptávky a objednávek s vypočítanými ukazateli	39
Obr. 8: Velikost týdenních prodejů a průměrná velikost týdenního prodeje	42
Obr. 9: Znázornění průběhu poptávky a objednávek s vypočítanými ukazateli	45

7. Seznam tabulek

Tabulka 1 : Zdrojová data k prvnímu druhu zboží.....	29
Tabulka 2 : Dodací lhůty prvního zboží	29
Tabulka 3 : Data pro analýzu jednotlivých cyklů prvního zboží	30
Tabulka 4 : Hodnoty velikosti týdenních prodejů prvního zboží.....	31
Tabulka 5: Zdrojová data k druhému druhu zboží	31
Tabulka 6: Dodací lhůty druhého zboží	36
Tabulka 7: Data pro analýzu jednotlivých cyklů druhého zboží	39
Tabulka 8: Hodnoty velikosti týdenních prodejů druhého zboží.....	33
Tabulka 9: Vypočtené hodnoty k datům z tabulky 3	45
Tabulka 10 : Vypočtené hodnoty k datům z tabulky 7.....	41