

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta



Katedra jakosti a spolehlivosti strojů

**Analýza a optimalizace řízení zásob ve zvolené
organizaci**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: Ing. Tomáš Hladík, Ph.D.

Autor práce : Markéta Jásková

Praha, 2011

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra jakosti a spol. strojů

Akademický rok 2009/2010

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Markéta Jásková

obor Obchod a podnikání s technikou

Vedoucí katedry Vám ve smyslu Studijního a zkušebního řádu ČZU v Praze
čl. 17 odst. 2 určuje tuto diplomovou práci.

Název práce: **Analýza a optimalizace řízení zásob ve zvolené
organizaci**

Osnova diplomové práce:

1. Úvod
2. Teoretický přehled
3. Cíl práce a metodika
4. Řešení
5. Závěr
6. Seznam literatury
7. Přílohy

Rozsah hlavní textové části: 40 - 60 stran

Doporučené zdroje:

Gros, I.: Logistika. Praha: VŠCHT, 1996, ISBN: 80-7080-262-6

Lambert, D.M. & Stock, J.R. & Ellram, L.M.: Logistika. Computer Press, Praha, 2000,
ISBN: 80-7226-221-1

Jablonský, J.: Operační výzkum. ISBN: 80-7079-031-8


Gros, I.: Kvantitativní metody v manažerském rozhodování. Grada Publishing, Praha, 2003
ISBN: 80-247-0421-8

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Tomáš Hladík, Ph.D.**

Termín zadání diplomové práce: listopad 2009

Termín odevzdání diplomové práce: duben 2011

L.S.


.....
Vedoucí katedry




.....
Děkan

V Praze dne: 30. 11. 2009

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením pana Ing. Tomáše Hladíka, Ph.D. a uvedla jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala. Další informace ke zpracování práce mi poskytnul pan Jakub Macháček a další pracovníci společnosti Ahold, a.s.

V Praze dne 29. března 2011 Markéta Jásková

Poděkování:

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucímu mé diplomové práce panu Ing. Tomáši Hladíkovi, Ph.D. za jeho ochotu, cenné rady a připomínky k mé práci a za poskytnutí potřebné literatury. Dále bych chtěla poděkovat panu Jakubovi Macháčkovi ze společnosti Ahold, a.s., za poskytnutí informací a potřebných dat ke zpracování mé práce a všem ostatním, kteří mi věnovali čas, pomoc a potřebné informace.

Abstrakt: Cílem této diplomové práce je porozumět řízení zásob a předpovědím. V první části této práce „Literární rešerše“ je popsáno a charakterizováno řízení zásob, zásoby, systém řízení objednávek, předpovědi poptávky a metody. V další části práce „Řešení“ je prvně provedena charakteristika společnosti Ahold, a.s., a analýza současného stavu a na základě toho, je vytvořena identifikace hlavního problému forecasting. V další části kapitoly jsou historická data analyzována a testována na vybraných metodách forecasting, jsou vyhodnoceny plusy a mínusy metod a na závěr je provedeno porovnání se současným stavem a doporučení nejvhodnější metody nebo kombinace metod forecasting.

Klíčová slova: forecasting, klouzavé průměry, jednoduché exponenciální vyrovnání, Holtova metoda

Analysis and optimalization of inventory management in a chosen organisation

Summary: The aim of this thesis is to understand inventory management and forecast. In the first part of this work "literature researches" is described and characterized by inventory management, inventory, order management system, and demand forecasting methods. In the next section "Solution" is a characteristic of the former Ahold, Inc., and analysis of current status and the basis is created for the identification of the main forecasting problem. In the next chapter of the historical data are analyzed and tested for selected forecasting methods are evaluated the pros and cons of the methods and finally the comparison with the current situation and recommendations to the best method or combination of methods of forecasting.

Key words: forecasting, moving average, simple exponential smoothing, method of Holt

1 ÚVOD.....	1
2 TEORETICKÝ PŘEHLED	2
2.1 Zásoby	2
2.1.1 Význam zásob.....	2
2.1.2 Proč udržovat zásoby	3
2.1.3 Typy zásob	3
2.2 Řízení zásob	5
2.2.1 Efektivita řízení zásob	6
2.2.2 Příznaky špatného řízení zásob	6
2.2.3 Náklady na udržování zásob.....	7
2.2.3.1 Druhy nákladů spojené s existencí zásob	7
2.2.3.2 Metody snižování nákladů spojených se zásobami	8
2.2.4 Strategie řízení zásob	8
2.3 Předpovědi a systém řízení objednávek.....	9
2.3.1 Předpovědi poptávky	9
2.3.2 Základní přístup k systému předpovědi poptávky	11
2.3.3 Metody předvídaní poptávky (forecasting)	13
2.3.3.1 Objektivní kvantitativní forecastingové metody	13
3 CÍLE PRÁCE.....	17
4 METODIKA PRÁCE.....	18
5 ŘEŠENÍ.....	19
5.1 Analýza současného stavu.....	19
5.1.1 Představení oddělení Replenishment ACR (Zásobování).....	21
5.1.2 Řízení toku zboží na prodejny.....	22
5.1.3 Možnosti skladu	24
5.1.4 Možnosti dodavatele.....	25
5.1.5 Definovat požadavky firmy v celém konceptu řízení stavu zásob.....	26
5.1.6 Současný stav forecastingu a objednávání	27

5.2	Identifikace problémů v procesu forecastingu	29
5.3	Zajištění testovacích dat pro ověření vhodnosti metod předpovědi	30
5.3.1	Výběr vhodných položek pro testování metod předpovědi.....	30
5.3.2	Zpracování a příprava dat pro vyhodnocení vhodnosti metod předpovědi	33
5.3.2.1	Metoda klouzavého průměru	33
5.3.2.2	Metoda exponenciálního vyrovnání.....	36
5.3.2.3	Holtova metoda	40
5.3.2.4	Metoda sezónních koeficientů	47
5.4	Vyhodnocení vhodnosti (přesnosti, spolehlivosti, plusy/mínusy) jednotlivých metod předpovědi poptávky na testovacích datech segmentu Nápoje v sortimentu Fast.....	48
6	ZÁVĚR.....	51
7	LITERATURA	52

1 Úvod

„Jak minimalizovat náklady a zefektivnit řízení zásob?": to je hlavní otázka mé diplomové práce: „Analýza a optimalizace řízení zásob ve zvolené organizaci“. Pro efektivní řízení zásob je potřeba kvalitní předpověď poptávky, ze které následně vychází plánování potřebných zásob. Podnik, který chce být efektivní (chce uspokojit zákazníka a přitom minimalizovat své náklady) musí být schopen dobře odhadnout budoucí poptávku. Tím se hlavně zabývá forecasting – předpovědi na základě historických dat a trendů. Pokud je předpověď nepřesná, má za následek hlavně nepřiměřenou výši zásob na skladě a tomu chce každá organizace předejít.

V teoretické části práce se na základě rešerše odborné literatury nejprve zaměřím na definice a charakteristiky zásob, řízení zásob, na předpovědi a systém řízení objednávek (forecasting – zaměnitelný název pro předpovídání). Podrobněji popíši metody předpovědi poptávky, které budu v další části práce aplikovat na historická data získaná od společnosti Ahold, a.s.

V úvodu praktické části nejprve představím společnost Ahold, a.s., a následně provedu analýzu současného stavu a představím oddělení Replenishmentu (ze kterého mám historická data, která budu používat) a popíši současný stav forecastingu v Aholdu. Hlavním cílem mé práce bude identifikovat problém v současném forecastingu a pokusit se doporučit vhodné metody předpovídání, budu se snažit potvrdit či vyvrátit mnou stanovené navržené teorie.

2 Teoretický přehled

2.1 Zásoby

Problematika volby správných rozhodnutí v oblasti zásob patří k nejriskantnějším oblastem logistiky. Stanovení potřebné úrovně zásob v množství a struktuře pro zásobování segmentů trhu a jejich alokace podle předpovědí prodeje, stejně tak jako volba optimální úrovně zásob surovin pro výrobu patří ke kritickým článkům celé logistické strategie. Volba strategie řízení zásob spojená s riziky a nejistotami je proto předmětem značného zájmu podnikatelských subjektů[1].

2.1.1 Význam zásob

Zkracování životního cyklu výrobků a rostoucí důraz na parametr čas jako faktor konkurence, předpokládá fungování provozu udržovat určité množství zásob na skladě. Ve všech typech provozů: výrobních i nevýrobních se setkáváme s určitým typem zásob. Většinou jsou zásoby spojovány s výrobními a distribučními provozy. Hlavním důvodem vytváření zásob v provozu podniku je možné spatřovat v těchto oblastech:

- Zabezpečení plynulosti výroby s cílem optimálního využití zdrojů a splnění cílů zákaznického servisu
- Vyrovnání nabídky a poptávky z důvodů sezónních výkyvů v průběhu roku a také u produktů, které jsou dostupné pouze v určitých obdobích
- Snižování rizik pro případ nepředvídatelných výkyvů v poptávce nebo v době objednávkového cyklu (zásoby se v tomto případě udržují jako ochrana před nejistotou) [6]

2.1.2 Proč udržovat zásoby

Při formulaci určité strategie zásob je nutno správně chápat úlohu zásob ve výrobě a v marketingu. Zásoby slouží v rámci podniku k pěti účelům:

1. Umožňují podniku dosáhnout efektů/úspor založených na rozsahu výroby
2. Vyrovnávají poptávku a nabídku
3. Umožňují specializaci výroby
4. Poskytují ochranu před nepředvídatelnými výkyvy v poptávce a v době cyklu objednávky
5. Poskytují jakýsi tlumič, nárazník mezi kritickými spoji v rámci distribučního kanálu [2]

2.1.3 Typy zásob

Existuje mnoho způsobů členění zásob (členění podle Ptáčka):

1. *Hmotné*: materiál, suroviny, polotovary, náhradní díly, rozpracovanou výrobu, hotové výrobky.
2. *Nehmotné*: goodwill, obchodní práva, obchodní tajemství, patenty, autorská práva, kvalifikaci, zručnost, zkušenosti pracovníků, pracovní morálku, pracovní a jakostní normy, firemní politiku a strategii. Je to schopnost vytvářet větší než normální zisk[11].

Zásoby lze členit podle účelu, pro který jsou udržovány. Z tohoto hlediska můžeme zásoby dělit do následujících kategorií (členění podle Lamberta):

1. *Běžné zásoby* jsou takové zásoby, které vznikají na základě doplňování prodaných nebo ve výrobě použitých zásob. Odpovídají množství, která jsou potřebná pro pokrytí poptávky v podmínkách jistoty; tj. když je firma schopna předpovědět poptávku a dobu doplnění zásob.

2. Zásoby na cestě jsou ty položky, které se nacházejí na cestě z jedné lokality do druhé. Lze je považovat za součást běžných zásob, i když nejsou dostupné z hlediska prodeje nebo dodávky, dokud nedorazí do místa určení.
3. Pojistné či nárazníkové zásoby se v podniku udržují nad rámec běžných zásob z důvodů nejistoty v poptávce nebo v celkové době doplnění zásob. Průměrná zásoba určité skladovací položky, u které existuje proměnlivost poptávky nebo celkové doby doplnění zásob, se rovná polovině objednáčního množství plus pojistná zásoba.

Lze tedy říci, že kvůli variabilitě cyklu objednávky je žádoucí udržovat pojistné zásoby. Udržování pojistných zásob však podnik stojí nemalé peníze a management se proto snaží variabilitu odstranit nebo alespoň snížit. Pro přesnější předpovídání poptávky, které pak vede k nižším pojistným zásobám, lze využít prognózování. Pro snížení variability v celkové době doplnění zásob je vhodné se zaměřit na ty dopravce, kteří poskytují včasné a spolehlivé dodávky. Tato koncepce je dnes známa pod názvem dodávky s pevnou dodací lhůtou (time – definite delivery). Cílem přitom není dosahovat co nejrychlejších dodávek, ale co nejspolehlivějších, které umožní podniku snížit pojistné zásoby a přesněji plánovat.

4. Spekulativní zásoby jsou ty zásoby, které jsou na skladě udržovány z jiného důvodu, než pro uspokojování běžné poptávky. Příkladem může být nákup materiálu ve větším objemu, než je z hlediska výroby nutné, kvůli získání množstevních slev, vzhledem k předpokládanému růstu cen nebo nedostatku tohoto zboží. Důvodem mohou být také úspory ve výrobě, v jejichž důsledku se určité produkty vyrábí i v době, kdy po nich není poptávka.
5. Sezonní zásoby jsou určitou formou spekulativních zásob a zahrnují zásoby akumulované před začátkem nějakého specifického období.

6. *Mrtvé (neprodejné) zásoby* zahrnují takové položky, po kterých již určitou specifickou dobu nebyla zaznamenána žádná poptávka. Mrtvé zásoby mohou vznikat jako zastaralé položky z hlediska podniku jako celku anebo z hlediska pouze jednoho skladovacího místa. Pokud jde o druhý případ, lze položku přepravit do jiného skladovacího místa, aby se předešlo ztrátám ze zastarání nebo nutnému snížení ceny těchto položek, pokud by zůstaly v původním místě[2].

2.2 Řízení zásob

Zásoby jsou hlavním „konzumentem“ provozního kapitálu podniku. Cílem řízení stavu zásob je proto zvyšovat rentabilitu podniku prostřednictvím kvalitnějšího řízení zásob, předvídat dopady podnikových strategií na stav zásob a minimalizovat celkové náklady logistických činností při současném uspokojování požadavků na zákaznický servis[2].

Řízení zásob můžeme rozdělit na základě časového hlediska na:

1. Operativní řízení zásob

Operativní řízení zásob má zabezpečit udržování konkrétních druhů zásob v takové výši a struktuře, jak to odpovídá vnitropodnikovým potřebám s ohledem na náklady. Pro operativní řízení zásob má význam jejich klasifikace podle jejich funkčních složek. Tyto se znázorňují do tzv. pilového diagramu, který je základním deterministickým modelem teorie řízení zásob. Do řízení zásob (v širším pojetí) zahrnujeme tyto činnosti: evidence zásob, analýza zásob a kontrola zásob

2. Strategické řízení zásob

Strategické řízení zásob je představováno souborem rozhodnutí o výši finančních zdrojů, které může podnik z celkových disponibilních zdrojů vyčlenit na krytí zásob v dané výši a struktuře[12].

2.2.1 Efektivita řízení zásob

Zásoby v podniku vážou velké množství kapitálu podniku. Cílem řízení zásob je minimalizovat celkové náklady logistických činností při současném uspokojování požadavků na zákaznický servis.

Klíčovým měřítkem efektivního řízení zásob je dopad zásob na rentabilitu podniku. Efektivní řízení zásob může zvyšovat rentabilitu buď snížením nákladů nebo tím, že přispívá ke zvýšení prodeje. Např. může jít o snížení počtu nevyřízených objednávek nebo urychlení dodávek, zbavení se zastaralých položek a mrtvých zásob nebo zlepšení přesnosti prognóz poptávky. Efektivnější řízení zásob může zvýšit schopnost kontroly a schopnost předvídat, jak se budou stavy zásob měnit v návaznosti na politiku managementu[2].

2.2.2 Příznaky špatného řízení zásob

Rozpoznání špatného řízení zásob je prvním krokem k určení příležitostí, kde bychom mohli logistický výkon zlepšit. Jde o tyto příznaky:

- Rostoucí počet nevyřízených objednávek
- Rostoucí investice vázané v zásobách, přičemž počet nevyřízených objednávek se nemění
- Vysoká fluktuace zákazníků
- Zvyšující se počet zrušených objednávek
- Pravidelně se opakující nedostatek skladovacího prostoru
- Velké rozdíly v obrátce hlavních skladových položek mezi jednotlivými distribučními centry
- Zhoršující se vztahy s odběrateli (typické je rušení a snižování objednávek ze strany dealerů)
- Velké množství zastaralých položek[2]

2.2.3 Náklady na udržování zásob

Náklady na udržování zásob jsou ty náklady, které souvisí s výší zásob na skladě. Skládají se z řady různých nákladových položek a obecně představují jedny z nejvyšších nákladů logistiky. Důležitost těchto nákladů a skutečnost, že hladina zásob je přímo ovlivňována konfigurací logistického systému, potvrzuje potřebu přesných údajů o nákladech na udržování zásob. Pokud tyto údaje nejsou k dispozici, nelze posuzovat různé nákladové vazby a kompenzace ani v rámci organizace, ani v rámci celého zásobovacího řetězce. Většina manažerů, kteří berou při analýzách v úvahu náklady na udržování zásob, nicméně stejně vychází z odhadů anebo z tradičních měřítek, uplatňovaných v daném odvětví.

Zásoby vyžadují kapitál, který by mohl podnik použít i pro jiný druh investice; investováním prostředků do zásob se podnik vzdává výnosů, které by jinak z takové investice mohl získat. Při rozhodování o investicích do zásob je proto nutno brát v úvahu náklady příležitosti. Při stanovení hotovostní hodnoty investic do zásob by se mělo vycházet z nákladů na kapitál[2].

2.2.3.1 Druhy nákladů spojené s existencí zásob

1. Náklady na udržování zásob, nimž patří:
 - Pojistné (někdy i daně)
 - Skladovací náklady
 - Skladovací ztráty
 - Ztráty způsobené vázáním kapitálových prostředků

2. Náklady na vyřizování objednávky (náklady spojené s převzetím zásilky a její kvalitativní kontrolou, výpravou objednávky, přenosem objednávky, zpracováním dokumentace aj.)[1].

2.2.3.2 Metody snižování nákladů spojených se zásobami

Mezi opatření, pomocí kterých lze snížit náklady spojené se zásobami, patří snížení počtu nevyřízených objednávek nebo urychlených dodávek, zbavení se zastaralých položek a mrtvých zásob nebo zlepšení přesnosti prognóz poptávky. Pomocí kvalitnějšího plánování zásob lze omezit nebo vyloučit přesuny zásob mezi jednotlivými lokálními sklady a transfery malých objemů zboží. Kvalitnější řízení zásob může zvýšit schopnost kontroly a schopnost předvídat, jak se budou stavy zásob měnit v návaznosti na politiku managementu[2].

2.2.4 Strategie řízení zásob

V praxi se používají v podstatě tři hlavní strategie řízení zásob podle bodu rozpojení:

- Systém řízení zásob poptávkou

Zde jsou zásoby vtahovány do logistického řetězce podle poptávky (tažný-pull princip) a jejich doplňování se iniciuje při poklesu jejich disponibilní úrovně pod předem určenou mez (v úrovni průměrné poptávky).

- Řízení zásob plánem

Zde tlačí podle detailní znalosti požadavků zákazníků jednotlivé výrobky do logistického řetězce (tlačný-push princip). Podle podobného plánu požadavků na distribuci jsou stanoveny požadavky na zásoby v jednotlivých časových úsecích, plánované příjmy dodávek do skladů, plánované doplňovací objednávky včetně stavu zásob ve skladě v jednotlivých týdnech.

- Adaptivní metoda řízení zásob

Je kombinace obou výše uvedených systémů. Hlavním kritériem pro rozhodování je zejména rentabilita jednotlivých segmentů trhu a jejich stabilita (vysoký zisk a stabilita trhu vede k použití plánovaného řízení v tomto segmentu a naopak). Doplňující kritéria mohou být riziko a nejistota v logistickém řetězci[1].

Poloha bodu rozpojení nám udává, do jaké hloubky proniká nezávislá poptávka tzn. objednávka zákazníků do řízení materiálového a operačního toku[5].

Podle charakteru poptávky se mohou vymezit dva systémy řízení zásob:

- Řízení zásob v podmínkách jistoty
- Řízení zásob v podmínkách nejistoty[5]

2.3 Předpovědi a systém řízení objednávek

Integrovaným prvkem logistiky je komunikační systém, který spojuje zákazníky s výrobcem a výrobce s dodavateli surovin. Stále větší význam a úsilí věnované informatice v logistice má ryze ekonomické důvody. Zavádění účinných komunikačních systémů přes svou nákladnost přináší vysoké úspory logistických nákladů. Komunikační logistický systém lze rozdělit na:

- Subsystem operativních informací
 1. Krátkodobé předpovědi
 2. Zpracování objednávek
- Subsystem strategických informací
 1. Informace o vývoji požadavků zákazníků na služby
 2. Informace o záměrech výrobce v oblasti služeb[1]

2.3.1 Předpovědi poptávky

Předpověď poptávky je systematický postup vedoucí k odhadu velikosti poptávky na zvolené období opírající se o intuitivní, metodické, matematické a statistické metody[3].

Je důležité pochopit předpovídání jako součást podnikového plánování. Předpověď budoucí poptávky formuje základy pro všechna strategická i operativní rozhodnutí v podniku a podle posledních trendů i v částech dodavatelského řetězce. Kromě výroby a distribuce - oblastí, v nichž má dobrá předpověď velký význam - používáme výsledky předpovědí pro mnohá jiná rozhodnutí v podniku:

- výroba - plánování výroby, zásoby, agregované plánování
- marketing - rozložení prodejních sil, promoce, plánování nových výrobků
- finance - investice do výroby a vybavení, rozpočty
- personalistika - plánování pracovní síly, atd.[4]

V ideálním případě by žádné rozhodnutí firmy v těchto oblastech nemělo padnout nezávisle na ostatních funkcích v podniku. Všechna rozhodnutí by měla být vzájemně propojená a synergická. Předpověď budoucí poptávky je procesem určujícím jaké produkty, kdy, kde a v jakém množství jsou potřeba. Může se stát konkurenční výhodou, která podniku umožní zefektivnit nákladovou strukturu, zlepšit úroveň služeb pro zákazníky, dostupnost výrobků na trhu a sníží zásoby hotových výrobků na skladu. Hlavním cílem je minimalizovat chybu mezi předpovědí a aktuálním stavem poptávky[5].

Předpovědi poptávky jsou východiskem prakticky všech složek podnikatelského záměru od distribuce po finanční plán organizace, kde jde o určení vlivu velikosti prodeje na finanční bilanci, bilanci příjmů a velikost peněžního toku. U logistické předpovědi je nutná co nejpodrobnější specifikace výrobků, jejich spotřeby na trzích, časové rozložení jejich spotřeby atd. [1].

Každou předpověď lze rozdělit do čtyř složek, které mají v jednotlivých případech různou váhu:

- Sezónnost (výkyvy v poptávce nahoru i dolů v průběhu nějakého období. Typickým příkladem jsou sezonní výkyvy ve spotřebě zemního plynu s minimem v létě a maximem v zimě).
- Trendy (za trendy považujeme trvalé vývojové tendence ve spotřebě po delší období. Může jít o trvalý růst, pokles nebo stagnaci poptávky. Pro reakci na tyto trendy nestačí je jen kvantifikovat, ale je třeba hledat i příčiny).
- Cykličnost (rozumíme výkyvy s periodou dlouhou několik let. Jejich příčinou je nejčastěji periodicitu hospodářském rozvoji, který ve zhruba 3 až 4-letých obdobích střídá období recese s obdobím expanze).
- Nepřavidelnost (jsou náhodného charakteru a je velmi obtížné je předvídat) [1].

2.3.2 Základní přístup k systému předpovědi poptávky

Základní přístup, který pomáhá podnikům úspěšně zavést předpovědní systém:

1. Porozumět základním cílům předpovědi

Prvním krokem, který podnik musí udělat, je objasnit cíle celého procesu předpovídání poptávky. Cílem každého systému předpovědi poptávky je podpořit rozhodování, která jsou závislá na úrovni předpovědi. Počítá-li podnik s výraznými slevami v období prázdnin, musí tuto informaci sdílet všichni, kdo zajišťují distribuci, promoce, propagaci, prodej a poprodejní servis. Celý tento proces může selhat, pokud pouze jeden článek nebude mít správné informace. V této etapě musí podnik určit tzv. předpovědní horizont, který je definován jako časová mezera mezi bodem, kdy je předpověď zrealizována, a bodem, kdy byla vyhotovena.

2. Integrovat systémy pro předpověď a plánování

Podnik musí propojit vlastní předpovědi se všemi plánovacími aktivitami uvnitř řetězce, které jsou ovlivněny poptávkou zákazníků. Tyto aktivity zahrnují plánování kapacit, produkce, promocií apod. Propojení by mělo existovat jak v informačním systému podniku, tak v řízení lidských zdrojů. Praxe dokazuje, že je dobré mít v podniku tzv. křížový tým složený z členů oddělení, které předpověď bezprostředně ovlivňuje.

3. Identifikovat hlavní faktory, které mají vliv na úroveň poptávky

Existují dva základní druhy faktorů působící na úroveň poptávky:

- externí faktory - mimo kontrolu manažerů, sem patří většina makroekonomických ukazatelů a indikátorů
- interní faktory - rozhodnutí uvnitř podniku, změna strategie, marketingové plány, změny distribuce atd.

4. Identifikovat a porozumět zákaznických segmentům

Zákazníci mohou být seskupeni podle podobností v požadavcích na služby, objemu poptávky, frekvence objednávek, nestálosti poptávky a sezonnosti. V důsledku může podnik použít odlišné předpovědní techniky pro různé zákaznické segmenty.

5. Zvolit vhodně předpovědní techniky

Vhodnou kombinací několika vybraných metod se dosáhne nejlepších výsledků. Neexistuje jedna univerzální metoda pro všechny produkty. Jako optimální se jeví společné srovnání všech dostupných metod rovnou při procesu předpovídání tzv. on-the-fly.

6. Vybudovat systém měření výkonnosti a chybovosti předpovědí

Podnik musí zavést jasné měření výkonnosti. Tato měření by měla korelovat s cíly systému pro předpověď a s celkovými strategickými cíly celého podniku. Na konci prodejního období musí podnik poměřit aktuální hodnoty prodejů s hodnotami předpovědí. Získanou přesnost bychom měli porovnat s přesností plánovou. Z rozdílu by měly pro podnik vyplynout korekční akce[4].

2.3.3 Metody předvídání poptávky (forecasting)

Obecné zásady předvídání jsou:

- Používat několik zdrojů informací (kontrola výroků)
- Zvolit metodu, kterou lze v podniku pochopit a realizovat
- Nestanovovat bodové hodnoty, ale intervalové odhady
- Zvolit signalizační metodu, aby bylo zřejmé, kdy je třeba zasáhnout

Metody:

- Explorativní – Normativní
- Subjektivní – Objektivní
- Kvalitativní – Kvantitativní
- Jednoduché – Složené

2.3.3.1 Objektivní kvantitativní forecastingové metody

1. Klouzavé průměry (průměrná spotřeba minulosti)

Tato metoda se používá pro předpovědi vývoje veličin, které nevykazují nějaký výrazný trend. Patří k nejjednodušším metodám použitelným pro předpovědi. Pro předpověď na období $t+1$ učiněnou na konci období t je třeba znát historické údaje za zvolených posledních t období. Pak bude předpověď rovna

$$P_{t+1,t} = (S_t + S_{t-1} + \dots + S_1) / T$$

2. Exponenciální vyrovnání

Metoda váženého klouzavého průměru, která dává větší váhu údajům z nedávné minulosti a potlačuje význam údajů ze starší minulosti.

$$q_p(t+1) = q_p(t) + \alpha(q(t) - q_p(t))$$

$q_p(t+1)$ předpověď na období $t+1$ (budoucí období)

$q_p(t)$ naposled provedená předpověď (na období t)

α koeficient tlumení vyrovnání

$q(t)$ skutečný odbyt v období t (poptávka)

3. Sezónní koeficienty

Sezónnost (cykly s periodou jednoho roku): roční období, svátky, prázdniny, ...

Sezónnost je charakteristická pro zemědělské komodity, ceny a spotřeby paliv a energií, spotřební zboží a služby, ...

Sezónní koeficienty udávají poměr skutečné hodnoty (např. prodeje) v určitém období v roce a průměru hodnot (prodejů) za všechna tato období.

Tabulka č.1 Příklad spočítání sezónních koeficientů (v tab. č. 1 údaje o odbytu za 5 let v tis. kus.):

Rok	1. čtvrtletí	2. čtvrtletí	3. čtvrtletí	4. čtvrtletí
1	334	498	365	282
2	359	498	365	282
3	328	471	346	269
4	196	392	389	331
5	341	501	312	369
Celkem: 7228	1558	2360	1777	1533
Průměr za čtvrtletí	311,6	472	355,4	306,6

$$7228 / 20 = 361,4$$

$$\text{Sezónní koeficient pro 1. čtvrtletí: } S_1 = 311,6 / 361,4 = 0,86$$

$$\text{Sezónní koeficient pro 2. čtvrtletí: } S_2 = 472 / 361,4 = 1,3$$

$$\text{Sezónní koeficient pro 3. čtvrtletí: } S_3 = 355,4 / 361,4 = 0,98$$

$$\text{Sezónní koeficient pro 4. čtvrtletí: } S_4 = 306,6 / 361,4 = 0,85$$

Sezónní koeficient pro 1. čtvrtletí s hodnotou 0,86 znamená, že prodej v tomto čtvrtletí je o 14% nižší, než průměrný čtvrtletní prodej v tomto roce.

Sezónní koeficient pro 2. čtvrtletí s hodnotou 1,3 znamená, že prodej v tomto čtvrtletí je o 30% vyšší, než průměrný čtvrtletní prodej v tomto roce.

4. Kombinace výše uvedených např. Wintersova a Holtova metoda

Holtova metoda

Tuto metodu je vhodné použít v případě, že časová řada vykazuje trendovou složku. Hodnotu předpovědi v periodě $t+1$ určíme podle následujícího vztahu:

$$F_{t+1} = L_t + T_t$$

$$L_{t+1} = \alpha * D_{t+1} + (1 - \alpha) * (L_t + T_t)$$

$$T_{t+1} = \beta * (L_{t+1} - L_t) + (1 - \beta) * T_t$$

Kde α je vyrovnávací konstanta pro úroveň poptávkové složky a β je vyrovnávací konstanta pro trendovou složku[5].

Druhý způsob jak je možné počítat Holtovu metodu, a který bude dále použit v praktické části:

$$F_{t+1} = C_t + T_t$$

$$C_t = \alpha * y_t + (1 - \alpha) * (C_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta * (C_t - C_{t-1}) + (1 - \beta) * T_{t-1}$$

Postupně pro každý časový okamžik t vypočteme pomocné konstanty C_t a T_t a pomocí nich se predikuje následující hodnota časové řady F_{t+1} .

y_t označuje dané hodnoty časové řady (historická distribuce)

α a β jsou tzv. vyhlazovací konstanty, jsou to předem pevně zvolená čísla 0 až 1.

C_t a T_t jsou pomocné konstanty, lze je volně interpretovat jako klouzavě se měnící odhady konstanty a směrnice regresní přímky.

Aby se rekurentní vzorce daly použít, je třeba zvolit počáteční hodnoty konstant C_0 a T_0 . Obvykle se volí konstanta a směrnice regresní přímky proložené všemi daty standardní metodou nejmenších čtverců[13].

Wintersova metoda

Tato metoda je vhodná, když časová vykazují kromě ostatního sezónnost. Postup výpočtu předpovědi v periodě $t+1$ je podle následujícího vztahu:

$$F_{t+1} = (L_t + T_t) S_{t+1}$$

$$L_{t+1} = \alpha(D_{t+1}/S_{t+1}) + (1 - \alpha)(L_t + T_t)$$

$$T_{t+1} = \beta (L_{t+1} - L_t) + (1-\beta) T_t$$

$$S_{t+p+1} = \gamma (D_{t+1}/L_{t+1}) + (1-\gamma) S_{t+1}$$

Kde α je vyrovnávací konstanta pro úroveň poptávkové složky, β je koeficient pro trendovou složku a γ je vyrovnávací konstanta pro sezónní složku. Index p vyjadřuje periodicitu poptávky[5].

3 Cíle práce

V rámci cíle práce stanoveného zadáním je práce zaměřena na řízení zásob a forecasting produktů vybraných dodavatelů: Poděbradka, a.s., a Coca-Cola HBC.

1. Zpracování přehledu metod předpovědi poptávky
2. Vyhodnocení vhodnosti jednotlivých metod předpovědi poptávky na testovacích datech segmentu Nápoje v sortimentu Fast.
3. Doporučení vhodných metod předpovědi poptávky a vyhodnocení potenciálních úspor

4 Metodika práce

Ve své práci budu řešit současný stav forecastingu ve firmě Ahold, a.s., a budu se snažit pomocí zvolených metod navrhnout vhodnější softwarové nástroje pro předpověď budoucí poptávky, které by využívaly jednu nebo současně více metod. V rámci práce budu pro firmu Ahold, a.s., ověřovat následující metody předpovědi:

- Metoda sezónních koeficientů
- Holtova metoda
- Exponenciální vyrovnání
- Metoda klouzavých průměrů

V prvním kroku udělám analýzu současného stavu Aholdu. Zde představím oddělení Replenishmentu, ze kterého mám sortiment na kterém budu forecasting provádět (nápoje od dodavatelů Coca-Cola a Poděbradka), možnosti skladu, dodavatele, budu definovat požadavky na řízení stavu zásob za uplynulý rok 2010 a současný stav forecastingu ve společnosti Ahold, a.s..

Dále budu identifikovat problém v současném forecastingu a pomocí vhodných vybraných položek, která jsem získala v Aholdu, budu provádět testovací forecastingové metody.

V dalším bodě provedu vyhodnocení vhodnosti metod (přesnost, spolehlivost, plusy a mínusy) a porovnání se současným stavem a doporučím vhodnou metodu předpovědi poptávky.

5 Řešení

5.1 Analýza současného stavu

Ahold Czech Republic, a.s., je dceřinou společností nadnárodní společnosti Ahold se sídlem v nizozemském Amsterdamu.

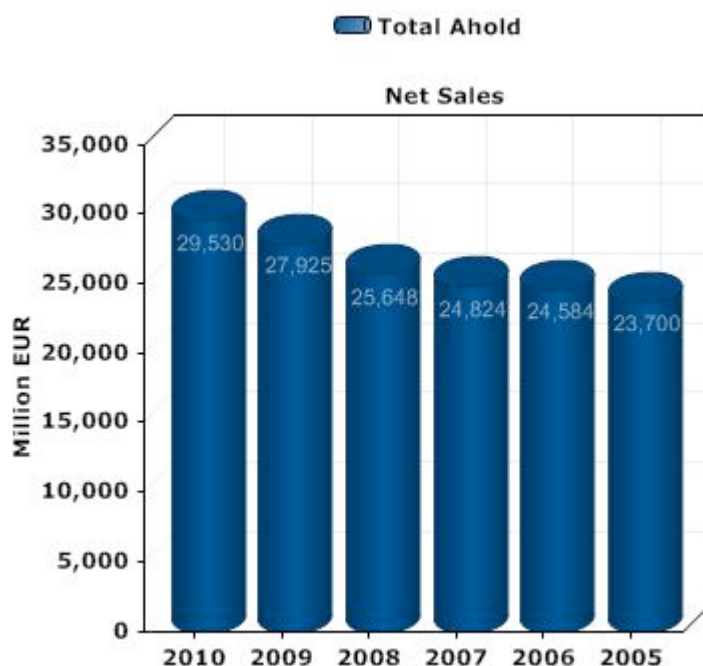
Ta vlastní i další velice silné maloobchodní značky na americkém trhu, jako jsou například Stop & Shop, Giant Food of Landover, Giant Food Stores of Carlisle nebo přední internetový obchod s potravinami Peapod.

USA - konkrétně jeho východní pobřeží, dobyla firma koncem devadesátých let, ve stejné době pronikla načas do Asie a Latinské Ameriky.

V Evropě Ahold dominuje především trhu v domovském Nizozemsku, kde provozuje maloobchodní síť Albert Heijn, kosmetickou síť Etos a maloobchodníka s nápoji Gall & Gall. Zákazníci mohou zboží nakoupit rovněž v internetovém obchodě albert.nl.

Ve střední Evropě provozuje společnost vedle ČR také hypermarkety a supermarkety Albert a supermarkety Albert na Slovensku[8]

Graf č.1 Čisté tržby Aholdu[9]:



Společnost vstoupila na český trh v roce 1990 a v roce 1991 otevřela první supermarket Jihlavě[7].

V České republice se Aholdu celkově obchodně daří. V roce 2009 se firma díky svým tržbám - 39 miliard korun, umístila na jedenácté příčce v žebříčku Czech TOP 100(8).

V současnosti společnost Ahold Czech Republic, a.s., provozuje více než 280 prodejen Albert supermarket a Albert hypermarket a 21 benzínových stanic po celé České republice[7].

Tabulka č.2 znázorňuje nárůst či pokles prodejen společnosti Aholdl, a.s., v České republice a Slovenské republice:

	28.prosince.2008	3.ledna.2010
Česká republika	300	278
Slovensko	25	26
Celkem	325	304

Své prodejny zásobuje ze dvou distribučních center pomocí firmy Hopi, s.r.o., (ta dodává veškerý mražený sortiment) a přímých dodávek od dodavatelů. Distribuční centra jsou v Praze a v Olomouci. Sortiment na distribučních centrech je food, nonfood a chlazené zboží. V pražském distribučním centru jsou prodejny zásobovány sortimentem rychloobrátkového zboží (80% zboží), nonfoodu a chlazeného zboží (mléko, maso, zelenina). V olomouckém distribučním centru jsou prodejny zásobovány pomalobrátkovým zbožím (20% zboží).

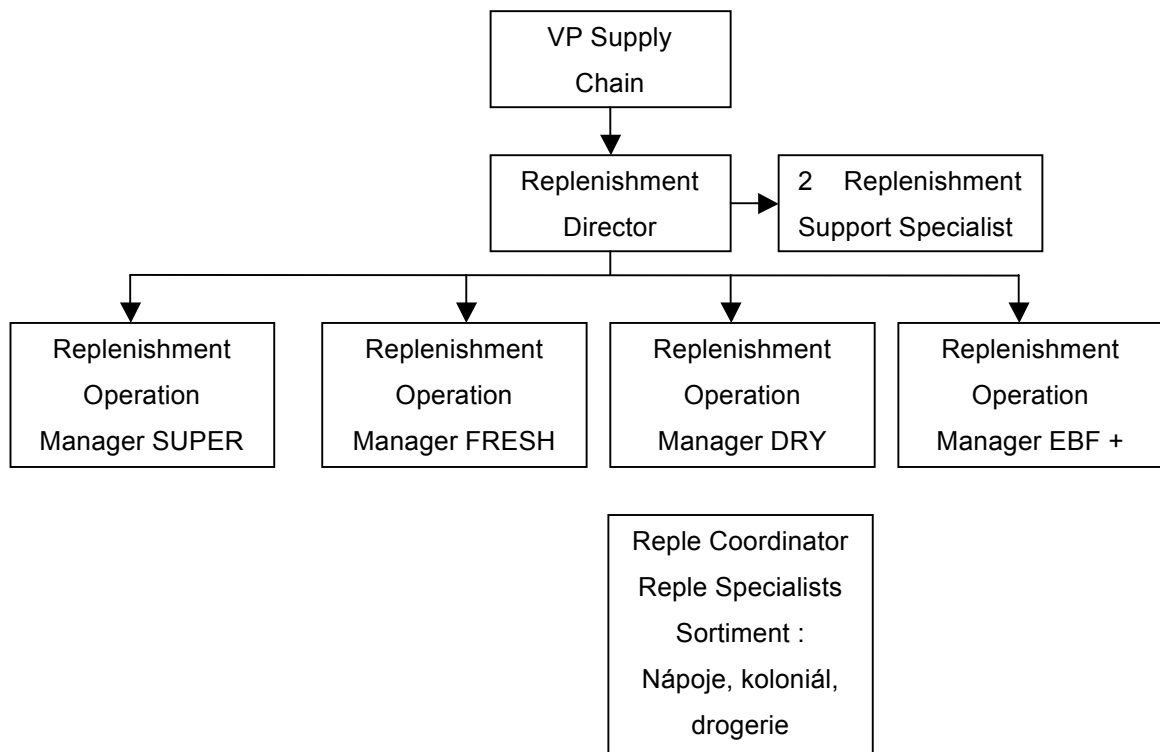
Pro svou práci jsem si vybrala oddělení Replenishment a zboží ze sortimentu DRY a to přesně nápoje Coca-cola a Poděbradka.

5.1.1 Představení oddělení Replenishment ACR (Zásobování)

Oddělení Replenishmentu má na starosti veškerou komunikaci s dodavateli a zajišťuje včasnou a úplnou dodávku zboží pro potřeby všech prodejen Albert. Oddělení je řízeno liniovou strukturou. Zodpovědnost za sortiment je rozdělena pod jednotlivé Supply Chain koordinátory.

Hlavní zodpovědností je řízení zásob v distribučních centrech a řízení toku zboží na prodejny. Cílem tohoto oddělení je zajistit maximální dostupnost zboží při vynaložení optimálních nákladů.

Organizační struktura oddělení (oddělení je součástí Supply Chain ACR)[17]:



Stupně řízení:

- 4. stupeň VP Supply Chain (ředitel dodavatelského řetězce)
- 3. stupeň Replenishment director (ředitel oddělení nákupu)
- 2. stupeň Operation manager (vedoucí úseku nákupu)
- 1. stupeň Reple coordinator a specialists (koordináři a nákupci)

5.1.2 Řízení toku zboží na prodejny

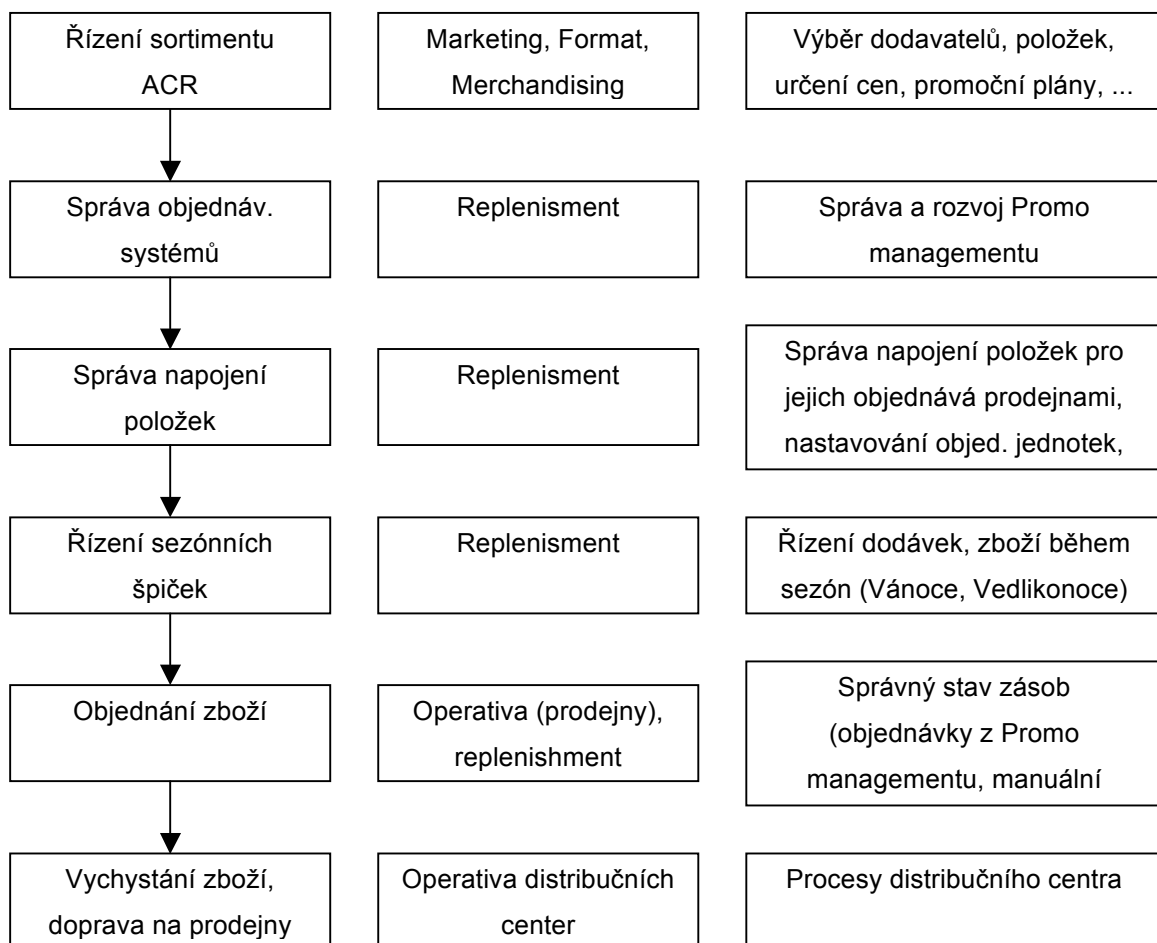
Na výběru dodavatelů ve společnosti Ahold se podílí komerční oddělení, oddělení Replenishmentu a oddělení operativy prodejen a distribučního centra.

Komerční oddělení se zabývá výběrem dodavatelů, položek, určení cen, promočními plány, floorplány a dalšími.

Replenishment se zabývá nastavením a správou automatického objednávacího systému (správa CAO), správou a rozvojem Promo managementu, nastavováním objednacích jednotek, prezentačních úrovní a další.

Operativa (prodejen a distribučních center) se zabývá správným stavem zásob (správné CAO objednávky) a procesy distribučního centra.

Řízení toku zboží na prodejny[17]:



5.1.3 Možnosti skladu

Technické údaje o skladu DRY

Druhy příjmů:

- Rychlý příjem (4 rampy)
- Pomalý příjem (3 rampy)

Oba příjmy fungují 24 hodin denně a směnný provoz má 18 zaměstnanců.

Skladovací plocha:

- Nonfood (5846 m², 11 uliček, cca 1700 položek, 8100 paletových míst)
- Fast (10150 m², 19 uliček, cca 1800 položek, 12900 paletových míst)

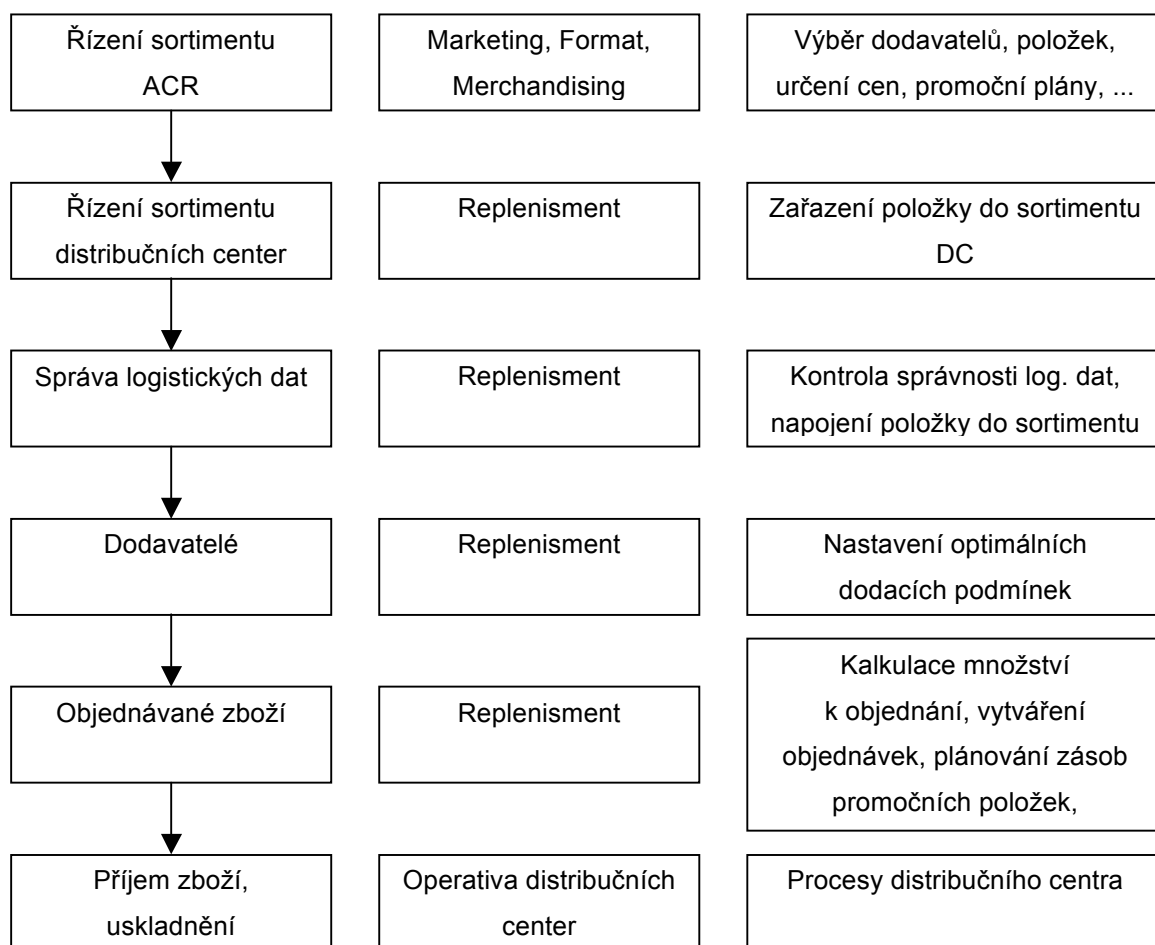
Expediční plocha:

- Počet řádků je 173
- Počet palet je 2640
- Počet ramp je 44 [17]

Sklad pro oddělení DRY má jistá omezení, ale v rámci sortimentu není definováno kde, kolik a čeho má přesně být. Obsazenost skladu se pohybuje kolem 80%, zbývajících 20% zůstává nevyužito a využívá se v době sezón, v případě potřeby využívá Ahold externí skladovací prostory v Líbeznicích a Brně (tyto externí prostory jsou řízeny providerem).

Sklad je konvenční, jsou zde klasické paletové regály (80*120cm), vše probíhá manuálně (sklad není automatizovaný), naskladnění a vyskladnění probíhá pomocí retraků, vysoko zdvižných vozíků,

Řízení zásob na distribučním centru[17]:



5.1.4 Možnosti dodavatele

Dodavatelé Poděbradka, a.s., a Coca-Cola HBC, s.r.o., dodávají požadovaný sortiment každý den v požadovaném množství. Dodavatel se smluvně zavazuje k včasnosti a přesnosti dodávek. Ahold se smluvně zaručuje k plnému využití kamionu v rámci jednoho svozu, v případě malé objednávky se objednávky slučují nebo dochází k dohodě o ceně dopravy ze strany dodavatele. Ahold si zajišťuje svou dopravu až při řízení zásob na prodejny.

5.1.5 Definovat požadavky firmy v celém konceptu řízení stavu zásob

Základními strategickými cíli řízení zásob v distribučním centru je dlouhodobé plánování zdrojů a kapacit logistického systému a vytváření optimálních organizačních podmínek pro jejich tvorbu (projektové řízení, strategické řízení a marketing).

Konkrétní strategické cíle závisí na výsledcích strategických analýz a strategických rozhodnutích firmy (např. rozmístění skladů, volba dodavatelů, odběratelů, výrobních, zásobovacích a distribučních systémů, volba vhodného systému řízení a plánování logistických procesů, volba vhodného logistického informačního systému, atd.)

Strategické řízení je charakterizováno relativně dlouhým časovým horizontem (roky), relativně velkým počtem možných alternativ rozhodnutí, převahou neopakovatelných (nerutinních) rozhodnutí, vysokou mírou rizika spojenou s rozhodováním, relativně velkým organizačním a systémovým dosahem důsledků rozhodnutí, vysokou neurčitostí (indeterminismem) podmínek a okolností pro rozhodování, vysokým podílem analytických činností na rozhodnutí, atd[10].

V distribučním centru Ahold by byla ideální dostupnost zboží 100%, ale skutečná dostupnost zboží se pohybuje kolem 96%.

Celková výše zásob v distribučním centru je počítána tak, aby bez jakékoliv dodávky vydržela na dobu 12,3 dnů pro celý suchý sortiment a 6,5 dnů pro rychloobrátkový sortiment.

Ve své práci se zajímám o forecasting u dodavatelů Coca-Cola a Poděbradka a to konkrétně nápoje 1,5l a 2l. Patří k nim dvoulitrová Coca-Cola a z nápojů Poděbradky nápoje 1,5l a mezi ně patří: Pomeranč, Prolinie Citron, Prolinie Pomeranč, Prolinie Grep, Prolinie Limetka, Citrus Mix, Višeň, Pomelo a Švestka.

5.1.6 Současný stav forecastingu a objednávání

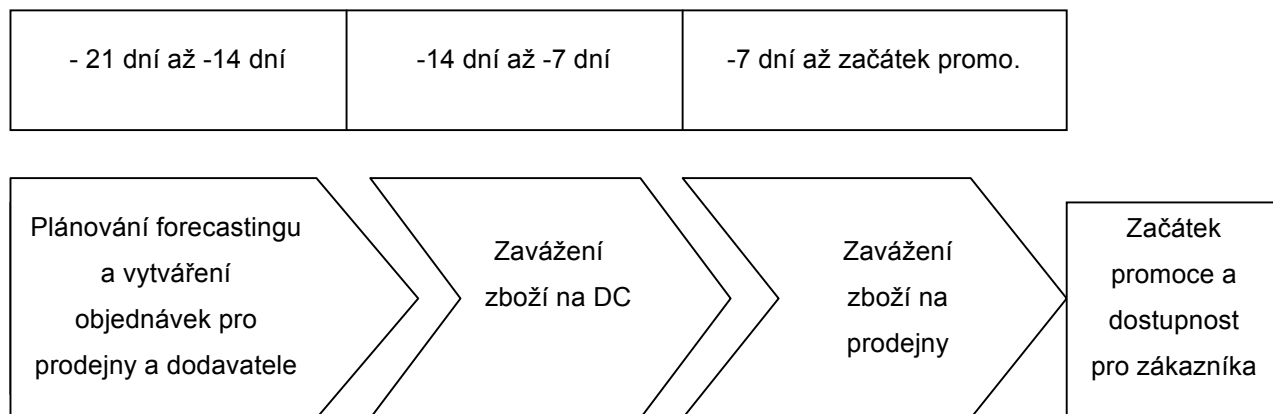
V současné době probíhá forecasting v Aholdu tak, že nákupčí i plánovači jsou stejné osoby, jen pokud jde o plánování promocií, o to se stará category manager a to dle minulých promocií a pomocí objednávacího systému CAO (computer asistent ordering).

Dva typy forecastingu v distribučním centru Ahold:

- **Forecasting na promoce**

Forecasting promocií probíhá v IS G.O.L.D. Central. Jeho plánování začíná vždy tři týdny před začátkem promoce a to dohodou mezi komerčním oddělením Aholdu a dodavatelem. Domlouvají se podmínky pro splnění dohody (cena, množství, položky, ...). Po domluvě se zavede do IS promoce (zadá se množství, položka, ad.) a software začne vše zpracovávat a rozplánovávat. Plánuje se objem pro jednotlivá distribuční centra, návozy položek (kdy, kolik, kam). Po tomto procesu se vytváří objednávky pro prodejny a dodavatele, dochází k zavážení zboží na distribuční centra a v posledním kroku se zboží zaváže na prodejny.

Průběh forecastingu na promoce:



▪ Forecasting na standardní objednávání

Forecasting se v distribučním centru Ahold provádí v denních intervalech u obou dodavatelů. Na skladě je nastavena maximální zásoba, aby se zboží pořád točilo a nedocházelo k tzv. mrtvým zásobám.

Každý den ráno jsou nákupčím v DC Ahold rozeslány reporty (aktuální promoční položky) z prodejen a ty obsahují tato data: položka, DC, kolik na promoční zásoby, kolik na nepromoční zásoby, předpoklad krácení (orientačně kolik se bude objednávat). Reporty slouží nákupčím také k představě, kolik zásob bude třeba tento den objednávat.

Sezónnost se nepředvídá, poptávka se postupně zvedá nebo klesá sama, díky každodennímu objednávání to není problém.

V distribučním centru Ahold provádějí forecasting v objednávacím systému (tištěná objednávková sestava) a ten obsahuje tyto položky:

- Prodeje za předchozí den
- Jaká zásoba na dnešní den
- Kolik jsme nakoupili za posledních 28 dní
- Kolik se prodalo za posledních 56 dní
- Průměr prodeje za posledních 28 dní
- Průměr prodeje za posledních 7 dní
- Kolik objednáno od dodavatele
- Zásoba na skladě

Nákupčí a plánovači potom s těmito daty pracují a v excelu si vypočítají kolik zásob je třeba objednat. Nejdůležitější data jsou pro ně: prodej za předchozí den, průměr prodeje za posledních 7 dní a zásoba na skladě.

5.2 Identifikace problémů v procesu forecastingu

Hlavním problémem denního forecastingu současném stavu je použití tištěné objednávkové sestavy a aplikace v MS Excel. Vše se zpracovává manuálně a to podle dat o minulé distribuci (až 28 dní). Forecasting se provádí pouze odhadem, nevyžívají se exaktní kvantitativní metody.

Identifikované problémy:

- Předpovědi jsou nepřesné (odhady místo výpočtů)
- Proces forecastingu je pracný a zdlouhavý
- Zpracování forecastu mimo informační systém
- Neefektivní řízení zásob a dodávkového cyklu (přezásobení, deficiency)

Výhody při využívání nového softwaru:

- Snížení nákladů na skladování
- Optimalizace dodávkového cyklu a jeho zefektivnění
- Snížení nákladů na dopravu
- Zlepšení přesnosti předpovědí
- Úspora peněz a času
- Stanovení optimálních pojistných zásob

5.3 Zajištění testovacích dat pro ověření vhodnosti metod předpovědi

Veškerá data jsem získala ve společnosti Ahold, a.s.. K ověřování vhodnosti metod předpovědi budu používat data FMCG produktů (fast moving consumer goods = rychloobrátkové spotřební zboží), konkrétně nápoje od dodavatelů Coca-Cola HBC a Poděbradka, a.s..

5.3.1 Výběr vhodných položek pro testování metod předpovědi

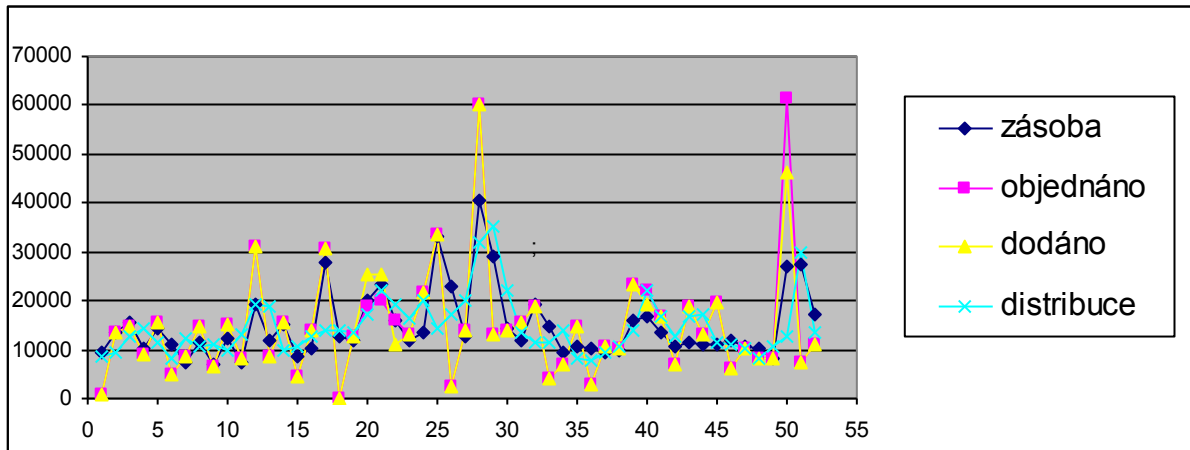
Zpracovávala jsem data, které mi Ahold poskytl a to konkrétně zásobu, distribuci a objednávky poslané dodavatelům a zpětné dodávky od dodavatelů. Data jsou zpracovávána po týdnech a jsou z loňského roku 2010 (viz tabulka č.3 a graf č.2 a graf č.3). Nejdůležitější data pro mne byla data týkající se distribuce, protože jsem s nimi dále pracovala a využívala je u metod předpovídání. Ve všech ukázkách jsem použila data rychloobrátkového spotřebního zboží: nápoje ProLinie Citron.

Tabulka č.3 Prolinie Citron (data za rok 2010):

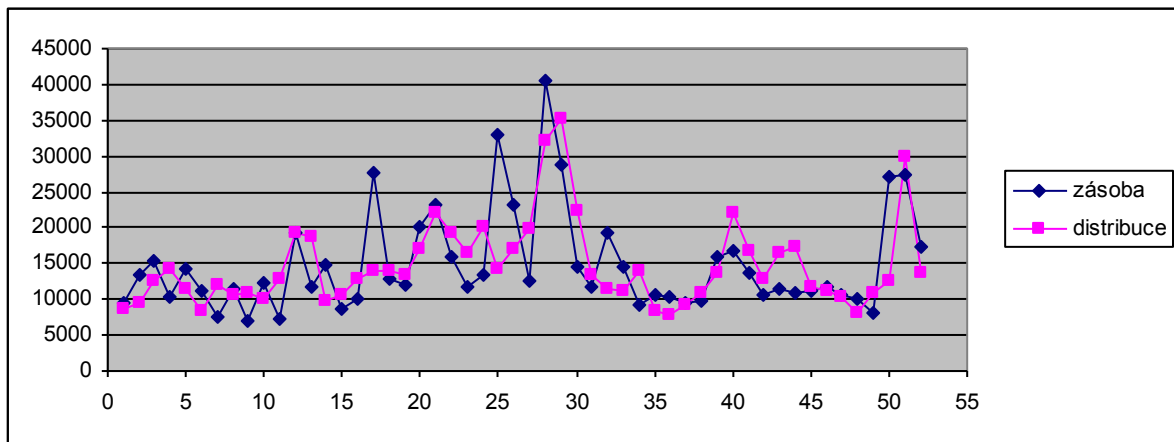
Týden	zásoba	objednáno	dodáno	distribuce
1	9377	1008	1008	8759
2	13453	13608	13608	9532
3	15446	14616	14616	12622
4	10290	9072	9072	14216
5	14334	15624	15624	11580
6	11067	5040	5040	8307
7	7560	8568	8568	12078
8	11448	14616	14616	10728
9	7069	6552	6552	10931
10	12205	15120	15120	9984
11	7334	8064	8064	12935
12	19280	31248	31248	19302
13	11860	8568	8568	18694
14	14950	15624	15624	9826
15	8743	4536	4536	10743
16	10135	14112	14112	12720
17	27644	30744	30744	14105
18	12818	0	0	13956
19	11994	12600	12600	13428
20	20172	18648	25200	17022
21	23274	20160	25200	22104
22	15942	16128	11088	19188

23	11839	13104	13104	16439
24	13345	21672	21672	20166
25	32970	33768	33768	14142
26	23091	2520	2520	17058
27	12684	14112	14112	19860
28	40623	59976	59976	32037
29	28920,42857	13104	13104	35124
30	14482,71429	14112	14112	22236
31	11838,42857	15624	15624	13530
32	19398,42857	18648	18648	11460
33	14558,14286	4032	4032	11304
34	9268,714286	7056	7056	13842
35	10668,42857	14616	14616	8376
36	10364,14286	3024	3024	7722
37	9566,142857	10584	10584	9216
38	9713,571429	10080	10080	10776
39	15942,42857	23184	23184	13728
40	16843,28571	22176	19152	22206
41	13645,28571	16632	16632	16708
42	10710,14286	7056	7056	12773
43	11586,85714	18648	18648	16596
44	10904,57143	13104	13104	17274
45	11146,28571	19656	19656	11622
46	11793,57143	6048	6048	11105
47	10651	10080	10080	10242
48	10079,28571	8064	8064	8082
49	8055,142857	8064	8064	10829
50	26979,85714	61488	46368	12671
51	27281,28571	7560	7560	30028
52	17314,85714	11088	11088	13668

V grafu č.2 porovnávám všechny údaje o ProLinii Citron za rok 2010 a mohu z něj vyčíst malou sezónnost v letním období a potom také před Vánocemi. Také vidíme jak v 28. a 50. týdnu velmi stoupla objednávka a dodávka, to vysvětluje plánovaná promoce.



V grafu č.3 porovnám zásobu a distribuci ProLinie Citron za rok 2010



5.3.2 Zpracování a příprava dat pro vyhodnocení vhodnosti metod předpovědi

K vyhodnocování vhodnosti metod předpovědi budu používat data, která jsem popsala v kapitole 5.3.1. Jedná se nápoje 1,5l ProLinie Citron. Všechna ostatní data jsou uvedena v přílohách. Na ProLinii Citron postupně ukáži a porovnáím všechny metody: metodu klouzavých průměrů, exponenciální vyrovnání, Holtova metodu a metodu sezónních koeficientů.

5.3.2.1 Metoda klouzavého průměru

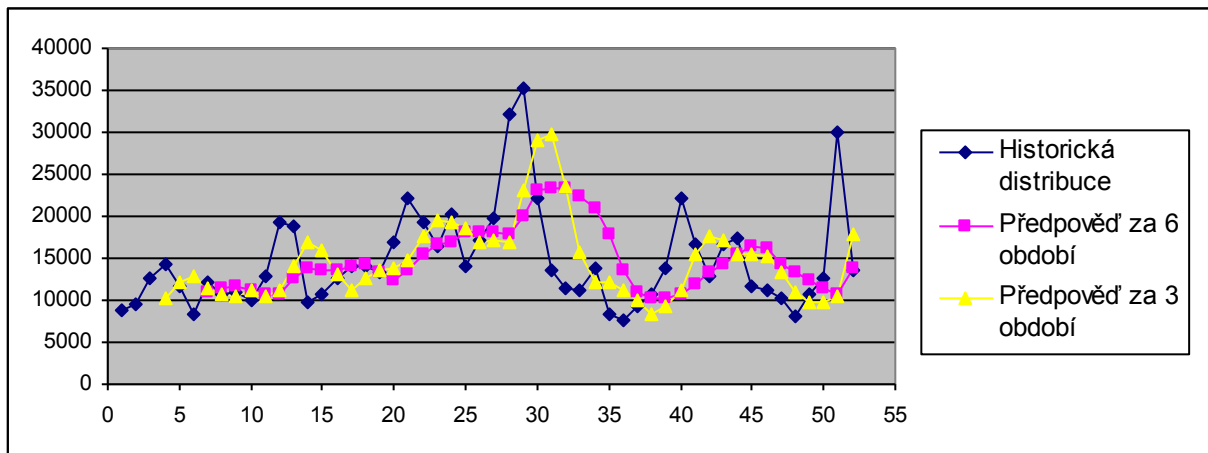
Jako první metodu jsem zvolila Klouzavé průměry. Východiskem pro tuto metodu je časová řada dosavadního vývoje poptávky (nahradila jsem jí časovou řadou s historickými daty o distribuci). Porovnávala jsem historická data s předpovědi a tu jsem prováděla za období 3 týdnů a 6 týdnů (subjektivní zvolení délky). Pomocí absolutní chyby jsem potom zjistila, které předpovědi jsou vhodnější (zda za období 3 nebo 6 týdnů). Prvně jsem vypočítala absolutní chybu pro každé období a to tak, že jsem odečetla od historické distribuce předpovědi za 3 období a za 6 období a následně jsem pro lepší přesnost udělala čtvercový součet absolutních chyb a z toho nejmenší součet (v tabulce č.4 znázorněno tučně) považuji za výsledek a jsou to klouzavé průměry za 3 období.

Tabulka č.4 Metoda klouzavého průměru

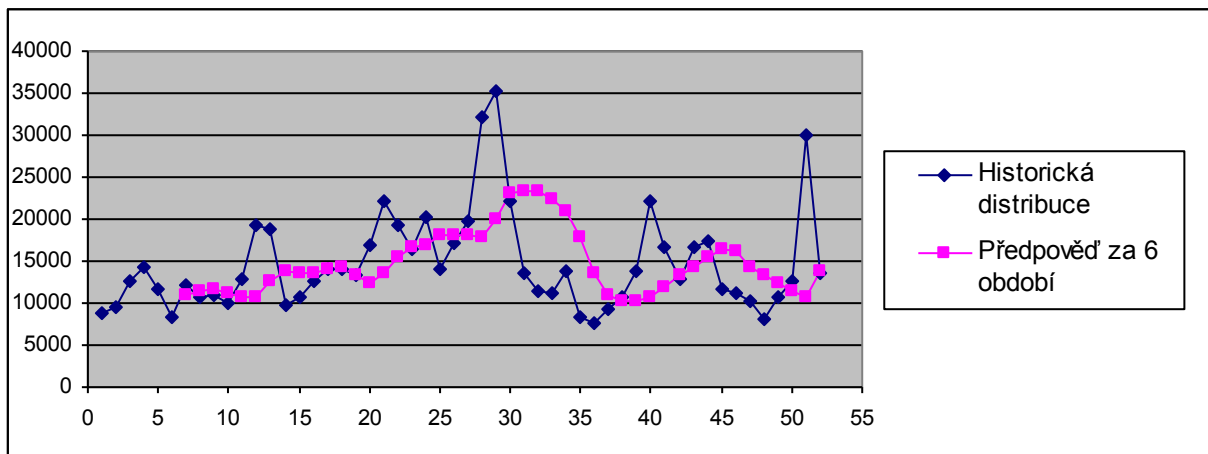
Týden	Historická distribuce	Předpověď za 6 období	Předpověď za 3 období	Absolutní chyba za 6 období		Absolutní chyba za 3 období	
1	8759						
2	9532						
3	12622						
4	14216		10304,33			3911,667	15301136,111
5	11580		12123,33			-543,333	295211,111
6	8307		12806,00			-4499,000	20241001,000
7	12078	10836,00	11367,67	1242,000	1542564,000	710,333	504573,444
8	10728	11389,17	10655,00	-661,167	437141,361	73,000	5329,000
9	10931	11588,50	10371,00	-657,500	432306,250	560,000	313600,000

10	9984	11306,67	11245,67	-1322,667	1749447,111	-1261,667	1591802,778	
11	12935	10601,33	10547,67	2333,667	5446000,111	2387,333	5699360,444	
12	19302	10827,17	11283,33	8474,833	71822800,028	8018,667	64299015,111	
13	18694	12659,67	14073,67	6034,333	36413178,778	4620,333	21347480,111	
14	9826	13762,33	16977,00	-3936,333	15494720,111	-7151,000	51136801,000	
15	10743	13612,00	15940,67	-2869,000	8231161,000	-5197,667	27015738,778	
16	12720	13580,67	13087,67	-860,667	740747,111	-367,667	135178,778	
17	14105	14036,67	11096,33	68,333	4669,444	3008,667	9052075,111	
18	13956	14231,67	12522,67	-275,667	75992,111	1433,333	2054444,444	
19	13428	13340,67	13593,67	87,333	7627,111	-165,667	27445,444	
20	17022	12463,00	13829,67	4559,000	20784481,000	3192,333	10190992,111	
21	22104	13662,33	14802,00	8441,667	71261736,111	7302,000	53319204,000	
22	19188	15555,83	17518,00	3632,167	13192634,694	1670,000	2788900,000	
23	16439	16633,83	19438,00	-194,833	37960,028	-2999,000	8994001,000	
24	20166	17022,83	19243,67	3143,167	9879496,694	922,333	850698,778	
25	14142	18057,83	18597,67	-3915,833	15333750,694	-4455,667	19852965,444	
26	17058	18176,83	16915,67	-1118,833	1251788,028	142,333	20258,778	
27	19860	18182,83	17122,00	1677,167	2812888,028	2738,000	7496644,000	
28	32037	17808,83	17020,00	14228,167	202440726,694	15017,000	225510289,000	
29	35124	19950,33	22985,00	15173,667	230240160,111	12139,000	147355321,000	
30	22236	23064,50	29007,00	-828,500	686412,250	-6771,000	45846441,000	
31	13530	23409,50	29799,00	-9879,500	97604520,250	-16269,000	264680361,000	
32	11460	23307,50	23630,00	-11847,500	140363256,250	-12170,000	148108900,000	
33	11304	22374,50	15742,00	-11070,500	122555970,250	-4438,000	19695844,000	
34	13842	20948,50	12098,00	-7106,500	50502342,250	1744,000	3041536,000	
35	8376	17916,00	12202,00	-9540,000	91011600,000	-3826,000	14638276,000	
36	7722	13458,00	11174,00	-5736,000	32901696,000	-3452,000	11916304,000	
37	9216	11039,00	9980,00	-1823,000	3323329,000	-764,000	583696,000	
38	10776	10320,00	8438,00	456,000	207936,000	2338,000	5466244,000	
39	13728	10206,00	9238,00	3522,000	12404484,000	4490,000	20160100,000	
40	22206	10610,00	11240,00	11596,000	134467216,000	10966,000	120253156,000	
41	16708	12004,00	15570,00	4704,000	22127616,000	1138,000	1295044,000	
42	12773	13392,67	17547,33	-619,667	383986,778	-4774,333	22794258,778	
43	16596	14234,50	17229,00	2361,500	5576682,250	-633,000	400689,000	
44	17274	15464,50	15359,00	1809,500	3274290,250	1915,000	3667225,000	
45	11622	16547,50	15547,67	-4925,500	24260550,250	-3925,667	15410858,778	
46	11105	16196,50	15164,00	-5091,500	25923372,250	-4059,000	16475481,000	
47	10242	14346,33	13333,67	-4104,333	16845552,111	-3091,667	9558402,778	
48	8082	13268,67	10989,67	-5186,667	26901511,111	-2907,667	8454525,444	
49	10829	12486,83	9809,67	-1657,833	2748411,361	1019,333	1039040,444	
50	12671	11525,67	9717,67	1145,333	1311788,444	2953,333	8722177,778	
51	30028	10758,50	10527,33	19269,500	371313630,250	19500,667	380276000,444	
52	13668	13826,17	17842,67	-158,167	25016,694	-4174,667	17427841,778	
					Celkem:	1896355146,61	Celkem:	1799474521,78

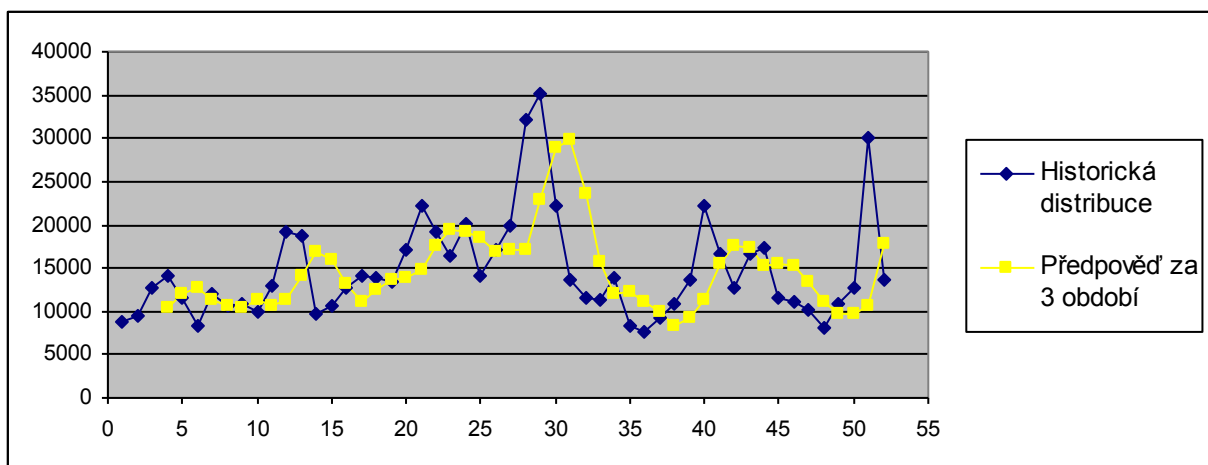
Graf č.4 Porovnání historické distribuce a klouzavých průměrů za období 3 a 6 týdnů:



Graf č.5 Porovnání historické distribuce a klouzavých průměrů za období 6 týdnů:



Graf č.6 Porovnání historické distribuce a klouzavých průměrů za období 3 týdnů:



5.3.2.2 Metoda exponenciálního vyrovnání

Jako další metodu jsem zvolila jednoduché exponenciální vyrovnání. Tato metoda odstraňuje problém, který nastal u metody klouzavých průměrů, konkrétně je to problém s volbou délky klouzavých průměrů (subjektivní metoda). Zde je výpočet každé hodnoty založen na všech minulých pozorováních řady. Předpověď provádím pomocí výpočtu (ten je popsán v teoretické části v kapitole 2.3.3.1) a volím si vyrovnávací konstantu α , pro kterou platí: $0 < \alpha < 1$. Volím ji subjektivní metodou a nejvhodnější by měla být ta, u které vyjde nejmenší součet relativních chyb a součet absolutních chyb.

➤ $\alpha = 0,9$

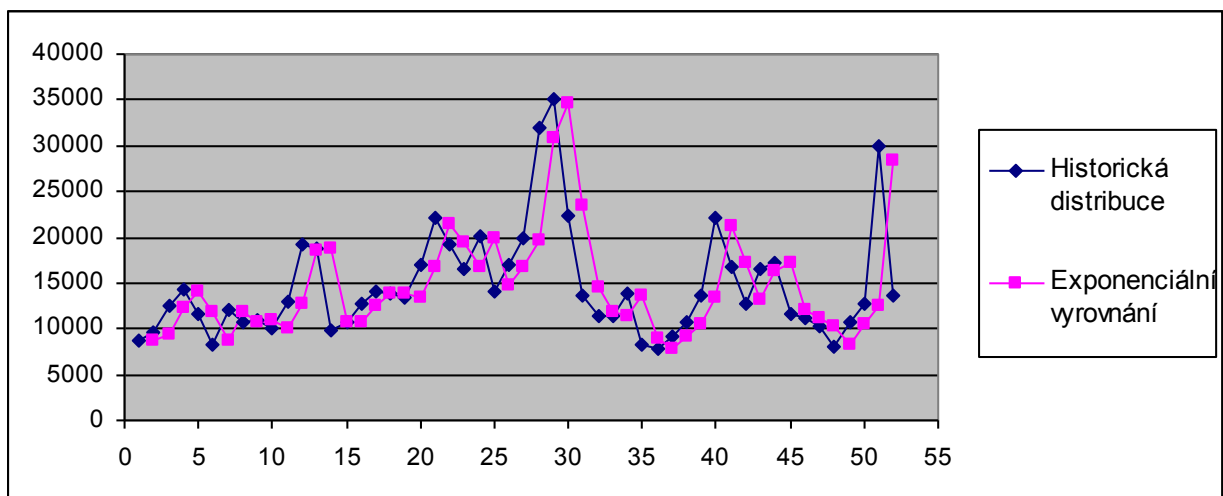
Vyrovnávací konstanta, u které mi vychází nejmenší součet relativních chyb a součet absolutních chyb. Budoucí předpověď, potom ale kopíruje opožděně data historické distribuce a to je nepřijatelné. Vše je znázorněno v tabulce č. 5 a grafu č.7.

Tabulka č.5 Exponenciální vyrovnání s vyrovnávací konstantou 0,9:

Týden	Historická distribuce	Exponenciální vyrovnání	Relativní chyba	Absolutní chyba	Čtvercový součet abs. chyb
1	8759				
2	9532	8759,000	0,08110	773,000	597529,000
3	12622	9454,700	0,25093	3167,300	10031789,290
4	14216	12305,270	0,13441	1910,730	3650889,133
5	11580	14024,927	0,21113	-2444,927	5977668,035
6	8307	11824,493	0,42344	-3517,493	12372754,895
7	12078	8658,749	0,28310	3419,251	11691275,555
8	10728	11736,075	0,09397	-1008,075	1016215,058
9	10931	10828,807	0,00935	102,193	10443,309
10	9984	10920,781	0,09383	-936,781	877558,172
11	12935	10077,678	0,22090	2857,322	8164288,584
12	19302	12649,268	0,34467	6652,732	44258845,625
13	18694	18636,727	0,00306	57,273	3280,222
14	9826	18688,273	0,90192	-8862,273	78539877,021
15	10743	10712,227	0,00286	30,773	946,961
16	12720	10739,923	0,15567	1980,077	3920706,008
17	14105	12521,992	0,11223	1583,008	2505913,465
18	13956	13946,699	0,00067	9,301	86,504
19	13428	13955,070	0,03925	-527,070	277802,703
20	17022	13480,707	0,20804	3541,293	12540756,167
21	22104	16667,871	0,24593	5436,129	29551501,775
22	19188	21560,387	0,12364	-2372,387	5628220,410

23	16439	19425,239	0,18166	-2986,239	8917621,615
24	20166	16737,624	0,17001	3428,376	11753762,884
25	14142	19823,162	0,40172	-5681,162	32275606,068
26	17058	14710,116	0,13764	2347,884	5512558,157
27	19860	16823,212	0,15291	3036,788	9222083,641
28	32037	19556,321	0,38957	12480,679	155767344,248
29	35124	30788,932	0,12342	4335,068	18792813,557
30	22236	34690,493	0,56010	-12454,493	155114401,158
31	13530	23481,449	0,73551	-9951,449	99031343,592
32	11460	14525,145	0,26746	-3065,145	9395113,455
33	11304	11766,514	0,04092	-462,514	213919,656
34	13842	11350,251	0,18001	2491,749	6208810,840
35	8376	13592,825	0,62283	-5216,825	27215264,593
36	7722	8897,683	0,15225	-1175,683	1382229,375
37	9216	7839,568	0,14935	1376,432	1894564,358
38	10776	9078,357	0,15754	1697,643	2881992,349
39	13728	10606,236	0,22740	3121,764	9745412,454
40	22206	13415,824	0,39585	8790,176	77267201,701
41	16708	21326,982	0,27645	-4618,982	21334998,013
42	12773	17169,898	0,34423	-4396,898	19332714,095
43	16596	13212,690	0,20386	3383,310	11446787,750
44	17274	16257,669	0,05884	1016,331	1032928,737
45	11622	17172,367	0,47757	-5550,367	30806572,705
46	11105	12177,037	0,09654	-1072,037	1149262,664
47	10242	11212,204	0,09473	-970,204	941295,159
48	8082	10339,020	0,27927	-2257,020	5094140,937
49	10829	8307,702	0,23283	2521,298	6356943,420
50	12671	10576,870	0,16527	2094,130	4385379,604
51	30028	12461,587	0,58500	17566,413	308578864,971
52	13668	28271,359	1,06843	-14603,359	213258085,380
		Celkem:	12,86927463	Celkem:	1487928365,027

Graf č.7 exponenciální vyrovnaní s vyrovnávací konstantou 0,9:



➤ $\alpha = 0,3$

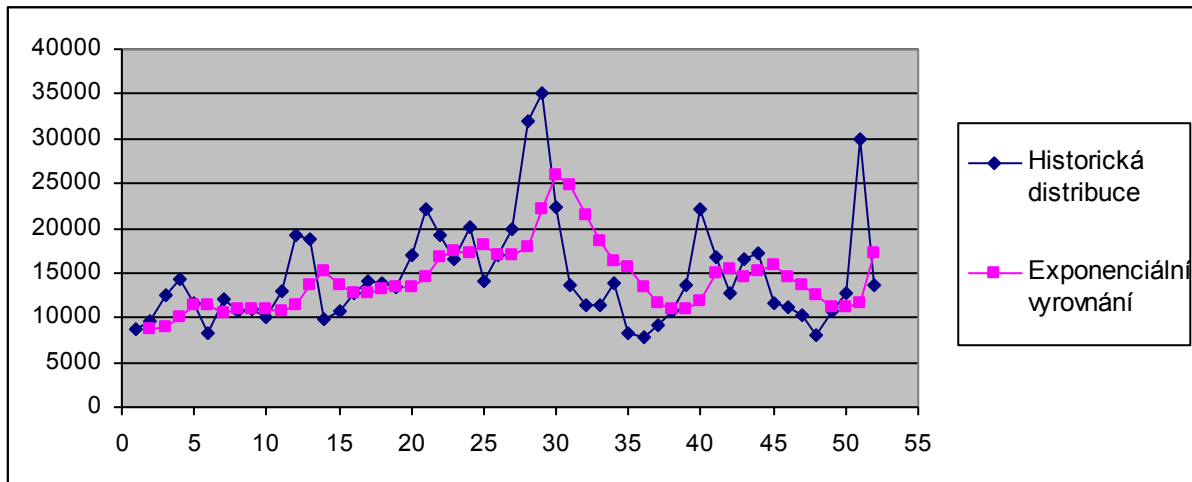
Vyrovňovací konstanta, u které mi nevychází nejmenší součet relativních chyb a součet absolutních chyb, ale budoucí předpověď, však vypadá mnohem lépe a je rozhodně realizovatelnější než u vyrovňovací konstanty 0,9. Jinak je hodnota 0,3 asi nejvhodnější co se týče tvaru křivky a součtu absolutních chyb a součtu relativních chyb. Vše je znázorněno v tabulce č.6 a grafu č.8.

Tabulka č.6 Exponenciální vyrovnání s vyrovňovací konstantou 0,3:

Týden	Historická distribuce	Exponenciální vyrovnání	Relativní chyba	Absolutní chyba	Čtvercový součet abs. chyb
1	8759				
2	9532	8759,000	0,08110	773,000	597529,000
3	12622	8990,900	0,28768	3631,100	13184887,210
4	14216	10080,230	0,29092	4135,770	17104593,493
5	11580	11320,961	0,02237	259,039	67101,204
6	8307	11398,673	0,37218	-3091,673	9558440,084
7	12078	10471,171	0,13304	1606,829	2581899,789
8	10728	10953,220	0,02099	-225,220	50723,879
9	10931	10885,654	0,00415	45,346	2056,284
10	9984	10899,258	0,09167	-915,258	837696,502
11	12935	10624,680	0,17861	2310,320	5337576,974
12	19302	11317,776	0,41365	7984,224	63747829,186
13	18694	13713,043	0,26645	4980,957	24809929,029
14	9826	15207,330	0,54766	-5381,330	28958716,373
15	10743	13592,931	0,26528	-2849,931	8122108,115
16	12720	12737,952	0,00141	-17,952	322,270
17	14105	12732,566	0,09730	1372,434	1883574,230
18	13956	13144,296	0,05816	811,704	658862,705
19	13428	13387,807	0,00299	40,193	1615,438
20	17022	13399,865	0,21279	3622,135	13119860,185
21	22104	14486,506	0,34462	7617,494	58026219,847
22	19188	16771,754	0,12592	2416,246	5838244,878
23	16439	17496,628	0,06434	-1057,628	1118576,519
24	20166	17179,339	0,14810	2986,661	8920141,269
25	14142	18075,338	0,27813	-3933,338	15471144,767
26	17058	16895,336	0,00954	162,664	26459,470
27	19860	16944,135	0,14682	2915,865	8502266,192
28	32037	17818,895	0,44380	14218,105	202154515,455
29	35124	22084,326	0,37125	13039,674	170033088,623
30	22236	25996,228	0,16911	-3760,228	14139318,014
31	13530	24868,160	0,83800	-11338,160	128553870,296
32	11460	21466,712	0,87319	-10006,712	100134283,884
33	11304	18464,698	0,63347	-7160,698	51275600,991
34	13842	16316,489	0,17877	-2474,489	6123095,076

35	8376	15574,142	0,85938	-7198,142	51813251,074
36	7722	13414,700	0,73721	-5692,700	32406828,021
37	9216	11706,890	0,27028	-2490,890	6204531,378
38	10776	10959,623	0,01704	-183,623	33717,323
39	13728	10904,536	0,20567	2823,464	7971949,291
40	22206	11751,575	0,47079	10454,425	109294998,759
41	16708	14887,903	0,10894	1820,097	3312754,505
42	12773	15433,932	0,20832	-2660,932	7080558,192
43	16596	14635,652	0,11812	1960,348	3842963,185
44	17274	15223,757	0,11869	2050,243	4203498,017
45	11622	15838,830	0,36283	-4216,830	17781652,018
46	11105	14573,781	0,31236	-3468,781	12032439,766
47	10242	13533,147	0,32134	-3291,147	10831645,365
48	8082	12545,803	0,55231	-4463,803	19925533,282
49	10829	11206,662	0,03488	-377,662	142628,428
50	12671	11093,363	0,12451	1577,637	2488937,703
51	30028	11566,654	0,61480	18461,346	340821285,882
52	13668	17105,058	0,25147	-3437,058	11813367,656
		Celkem:	13,66239307	Celkem:	1602944687

Graf č.8 Exponenciální vyrovnání s vyrovnávací konstantou 0,3:

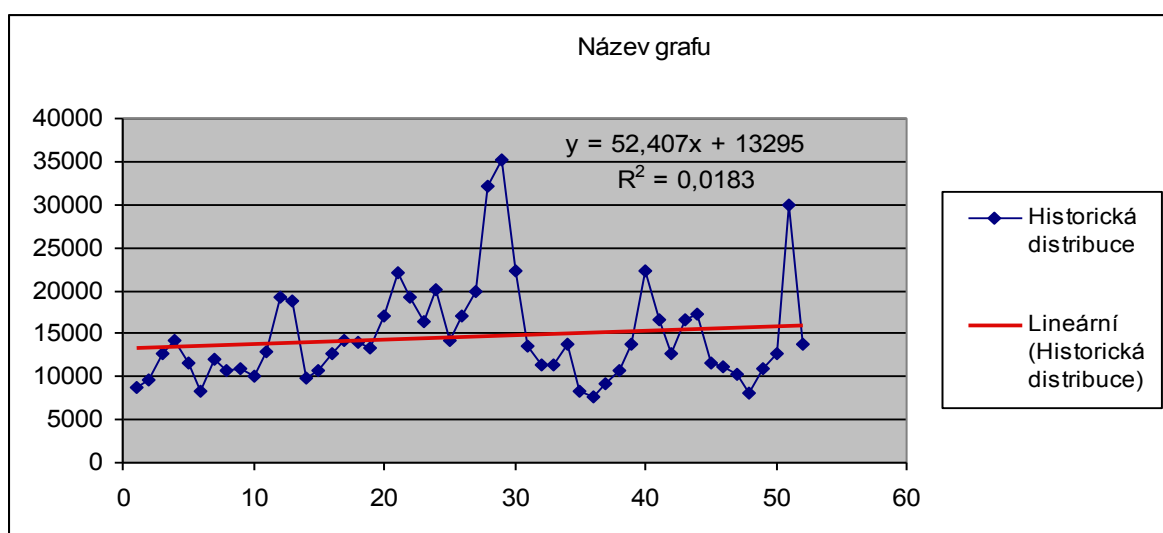


5.3.2.3 Holtova metoda

Jako třetí testovací metodu jsem zvolila Holtovu metodu. Ta se používá v případě, když se předpokládá, že poptávka obsahuje úroveň a trendovou složku, ale nemá skoro žádnou sezónní složku. Výpočet jsem prováděla přesně tak, jak jsem popsala v teoretické části v kapitole 2.3.3.1.

U Holtovy metody, aby se rekurentní vzorce daly použít, je třeba na začátku vyjádřit počáteční hodnoty konstant C_0 a T_0 . Obvykle se volí konstanta a směrnice regresní přímky proložené všemi daty standardní metodou nejmenších čtverců (znázorněno v grafu č.9)

Graf č.9 Proložení historické distribuce lineárním trendem:



Z grafu č.9 můžeme vyčíst $C_0 = 13295$ a $T_0 = 52,407$.

V dalším kroku si subjektivní metodou volím tzv. vyhlazovací konstanty α a β , pomocí součtu absolutních a relativních chyb dále určím nejvhodnější kombinaci. Problém je, že bohužel má časová řada je velmi krátká a jsou v ní náhodné výkyvy (objednávky týkající se promoci, které nejdou z běžných objednávek vyloučit). Křivka tím pádem není lineární a Holtova metoda nefunguje přesně jak by měla. Zkoušela jsem různě kombinovat vyhlazovací konstanty a došla jsem ke třem výsledkům.

➤ $\alpha=0,9$ a $\beta=0,1$

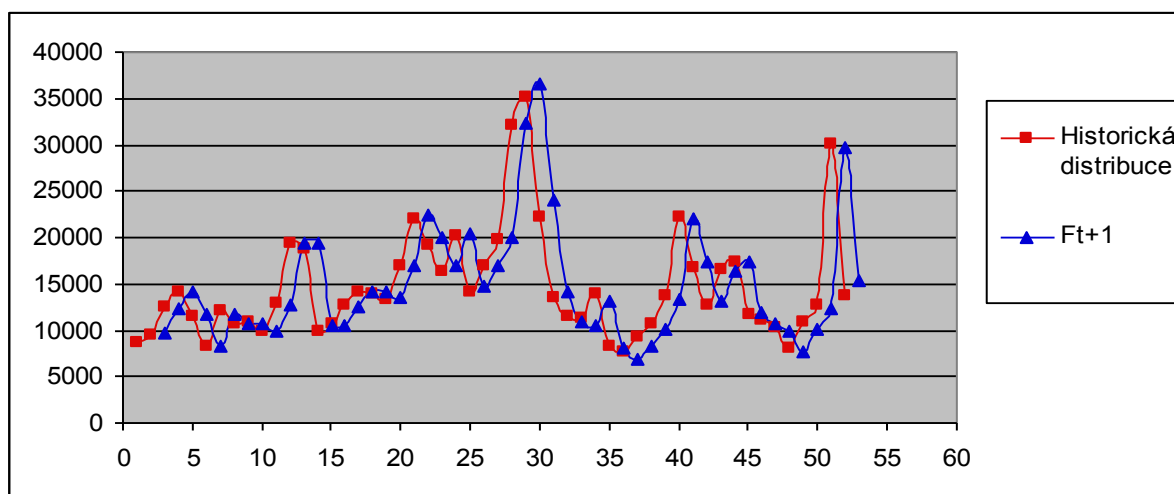
Nejlepšího výsledku součtu absolutních chyb a součtu relativních chyb jsem dosáhla u těchto konstant. Výsledky jsou znázorněny v tabulce č. 7. Součty jsou znázorněny tučně v posledním řádku tabulky. Bohužel, použití těchto konstant je ve skutečnosti nerealizovatelné, protože se nejedná o budoucí předpověď, ale o pouhé kopírování křivky historické distribuce (znázorněno v grafu č.10).

Tabulka č.7 Holtova metoda s vyhlazovacími konstantami $\alpha=0,9$ a $\beta=0,1$

Týden	Historická distribuce	Ct	Tt	Ft+1	Absolutní chyba	Čtvrcový součet abs. chyby	Relativní chyba
1	8759						
2	9532	9913,54	-290,98				
3	12622	12322,06	-21,03	9622,56	-2999,439	8996633,89	0,23764
4	14216	14024,50	151,32	12301,03	-1914,974	3667125,49	0,13471
5	11580	11839,58	-82,31	14175,82	2595,820	6738282,17	0,22416
6	8307	8652,03	-392,83	11757,28	3450,276	11904402,66	0,41535
7	12078	11696,12	-49,14	8259,20	-3818,804	14583260,32	0,31618
8	10728	10819,90	-131,85	11646,98	918,981	844525,84	0,08566
9	10931	10906,71	-109,98	10688,05	-242,949	59024,20	0,02223
10	9984	10065,27	-183,13	10796,72	812,723	660519,42	0,08140
11	12935	12629,71	91,63	9882,15	-3052,854	9319920,07	0,23602
12	19302	18643,93	683,89	12721,34	-6580,655	43305024,21	0,34093
13	18694	18757,38	626,84	19327,82	633,824	401732,34	0,03391
14	9826	10781,82	-233,40	19384,23	9558,227	91359710,11	0,97275
15	10743	10723,54	-215,88	10548,43	-194,573	37858,55	0,01811
16	12720	12498,77	-16,77	10507,66	-2212,341	4894453,57	0,17393
17	14105	13942,70	129,30	12481,99	-1623,007	2634152,81	0,11507
18	13956	13967,60	118,86	14072,00	115,997	13455,24	0,00831
19	13428	13493,85	59,60	14086,46	658,457	433566,16	0,04904
20	17022	16675,14	371,77	13553,44	-3468,558	12030892,41	0,20377
21	22104	21598,29	826,90	17046,91	-5057,089	25574149,18	0,22879
22	19188	19511,72	535,56	22425,20	3237,196	10479437,14	0,16871
23	16439	16799,83	210,81	20047,28	3608,277	13019660,99	0,21949
24	20166	19850,46	494,79	17010,64	-3155,360	9956297,27	0,15647
25	14142	14762,33	-63,50	20345,26	6203,259	38480417,76	0,43864
26	17058	16822,08	148,83	14698,83	-2359,173	5565696,13	0,13830
27	19860	19571,09	408,85	16970,91	-2889,090	8346843,09	0,14547
28	32037	30831,29	1493,98	19979,94	-12057,064	145372791,91	0,37635
29	35124	34844,13	1745,87	32325,27	-2798,726	7832864,92	0,07968
30	22236	23671,40	454,01	36589,99	14353,994	206037130,97	0,64553
31	13530	14589,54	-499,58	24125,41	10595,406	112262629,34	0,78310
32	11460	11723,00	-736,28	14089,96	2629,961	6916693,57	0,22949
33	11304	11272,27	-707,72	10986,72	-317,280	100666,75	0,02807

34	13842	13514,26	-412,75	10564,55	-3277,449	10741672,74	0,23678
35	8376	8848,55	-838,05	13101,50	4725,504	22330391,95	0,56417
36	7722	7750,85	-864,01	8010,50	288,504	83234,77	0,03736
37	9216	8983,08	-654,39	6886,84	-2329,161	5424991,10	0,25273
38	10776	10531,27	-434,13	8328,70	-2447,303	5989292,35	0,22711
39	13728	13364,91	-107,35	10097,14	-3630,860	13183144,37	0,26449
40	22206	21311,16	698,01	13257,56	-8948,438	80074547,95	0,40297
41	16708	17238,12	220,90	22009,16	5301,163	28102332,55	0,31728
42	12773	13241,60	-200,84	17459,02	4686,019	21958772,04	0,36687
43	16596	16240,48	119,13	13040,76	-3555,237	12639712,69	0,21422
44	17274	17182,56	201,43	16359,61	-914,392	836112,02	0,05293
45	11622	12198,20	-317,15	17383,99	5761,988	33200508,10	0,49578
46	11105	11182,60	-387,00	11881,05	776,047	602249,34	0,06988
47	10242	10297,36	-436,82	10795,61	553,609	306482,82	0,05405
48	8082	8259,85	-596,89	9860,54	1778,540	3163205,48	0,22006
49	10829	10512,40	-311,95	7662,96	-3166,035	10023779,02	0,29237
50	12671	12423,95	-89,60	10200,45	-2470,550	6103615,33	0,19498
51	30028	28258,63	1502,83	12334,35	-17693,652	313065306,02	0,58924
52	13668	15277,35	54,42	29761,47	16093,467	258999675,91	1,17746
				15331,77	Celkem:	1628658845	13,33797

Graf č.10 Holtova metoda s vyhlazovacími konstantami $\alpha=0,9$ a $\beta=0,1$



- $\alpha=0$ a $\beta=$ jakákoliv hodnota od 0 do 1, protože na výsledek už nemá žádný vliv (výsledek je neměnný)

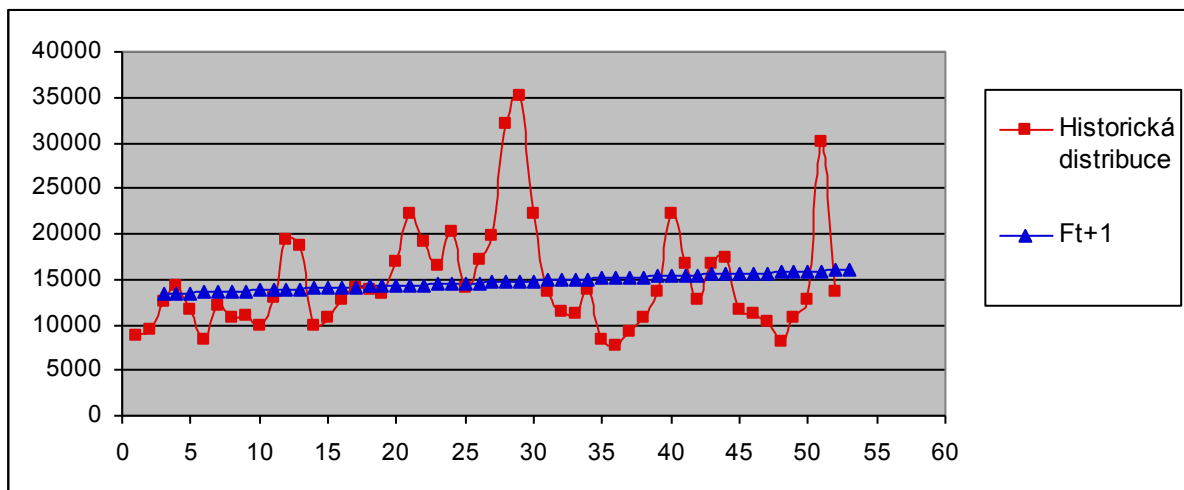
Druhého nejlepšího výsledku součtu absolutních chyb a součtu relativních chyb jsem dosáhla u těchto konstant. Výsledky jsou znázorněny v tabulce č. 8. Zde i vidíme skoro neměnné hodnoty u předpovědi F_{t+1} . Součty jsou znázorněny tučně v posledním řádku tabulky. Bohužel, použití těchto konstant je ve skutečnosti opět nerealizovatelné, budoucí předpověď v tomto případě funguje jako lineární trend. Jedná se o přímku s danou počáteční úrovní, která jen mírně, skoro neznatelně stoupá (znázorněno v grafu č.11).

Tabulka č.8 Holtova metoda s vyhlazovacími konstantami $\alpha=0$ a $\beta=0,5$

Týden	Historická distribuce	Ct	Tt	Ft+1	Absolutní chyba	Čtvercový součet abs. chyby	Relativní chyba
1	8759						
2	9532	13347,41	52,41				
3	12622	13399,81	52,41	13399,81	777,814	604994,62	0,06162
4	14216	13452,22	52,41	13452,22	-763,779	583358,36	0,05373
5	11580	13504,63	52,41	13504,63	1924,628	3704192,94	0,16620
6	8307	13557,04	52,41	13557,04	5250,035	27562867,50	0,63200
7	12078	13609,44	52,41	13609,44	1531,442	2345314,60	0,12680
8	10728	13661,85	52,41	13661,85	2933,849	8607469,95	0,27348
9	10931	13714,26	52,41	13714,26	2783,256	7746513,96	0,25462
10	9984	13766,66	52,41	13766,66	3782,663	14308539,37	0,37887
11	12935	13819,07	52,41	13819,07	884,070	781579,76	0,06835
12	19302	13871,48	52,41	13871,48	-5430,523	29490580,05	0,28135
13	18694	13923,88	52,41	13923,88	-4770,116	22754006,65	0,25517
14	9826	13976,29	52,41	13976,29	4150,291	17224915,38	0,42238
15	10743	14028,70	52,41	14028,7	3285,698	10795811,35	0,30585
16	12720	14081,11	52,41	14081,11	1361,105	1852606,82	0,10701
17	14105	14133,51	52,41	14133,51	28,512	812,93	0,00202
18	13956	14185,92	52,41	14185,92	229,919	52862,75	0,01647
19	13428	14238,33	52,41	14238,33	810,326	656628,23	0,06035
20	17022	14290,73	52,41	14290,73	-2731,267	7459819,43	0,16046
21	22104	14343,14	52,41	14343,14	-7760,860	60230947,94	0,35111
22	19188	14395,55	52,41	14395,55	-4792,453	22967605,76	0,24976
23	16439	14447,95	52,41	14447,95	-1991,046	3964264,17	0,12112
24	20166	14500,36	52,41	14500,36	-5665,639	32099465,28	0,28095
25	14142	14552,77	52,41	14552,77	410,768	168730,35	0,02905
26	17058	14605,18	52,41	14605,18	-2452,825	6016350,48	0,14379
27	19860	14657,58	52,41	14657,58	-5202,418	27065153,05	0,26195
28	32037	14709,99	52,41	14709,99	-17327,011	300225310,19	0,54084
29	35124	14762,40	52,41	14762,4	-20361,604	414594917,45	0,57971

30	22236	14814,80	52,41	14814,8	-7421,197	55074164,91	0,33375
31	13530	14867,21	52,41	14867,21	1337,210	1788130,58	0,09883
32	11460	14919,62	52,41	14919,62	3459,617	11968949,79	0,30189
33	11304	14972,02	52,41	14972,02	3668,024	13454400,06	0,32449
34	13842	15024,43	52,41	15024,43	1182,431	1398143,07	0,08542
35	8376	15076,84	52,41	15076,84	6700,838	44901229,90	0,80000
36	7722	15129,25	52,41	15129,25	7407,245	54867278,49	0,95924
37	9216	15181,65	52,41	15181,65	5965,652	35589003,79	0,64731
38	10776	15234,06	52,41	15234,06	4458,059	19874290,05	0,41370
39	13728	15286,47	52,41	15286,47	1558,466	2428816,27	0,11352
40	22206	15338,87	52,41	15338,87	-6867,127	47157433,23	0,30925
41	16708	15391,28	52,41	15391,28	-1316,720	1733751,56	0,07881
42	12773	15443,69	52,41	15443,69	2670,687	7132569,05	0,20909
43	16596	15496,09	52,41	15496,09	-1099,906	1209793,21	0,06628
44	17274	15548,50	52,41	15548,5	-1725,499	2977346,80	0,09989
45	11622	15600,91	52,41	15600,91	3978,908	15831708,87	0,34236
46	11105	15653,32	52,41	15653,32	4548,315	20687169,34	0,40957
47	10242	15705,72	52,41	15705,72	5463,722	29852258,09	0,53346
48	8082	15758,13	52,41	15758,13	7676,129	58922956,42	0,94978
49	10829	15810,54	52,41	15810,54	4981,536	24815700,92	0,46002
50	12671	15862,94	52,41	15862,94	3191,943	10188500,12	0,25191
51	30028	15915,35	52,41	15915,35	-14112,650	199166890,02	0,46998
52	13668	15967,76	52,41	15967,76	2299,757	5288882,26	0,16826
				16020,16	Celkem:	1690174986	14,61180

Graf č.11 Holtova metoda s vyhlazovacími konstantami $\alpha=0$ a $\beta=0,5$



➤ $\alpha=0,3$ a $\beta=0,1$

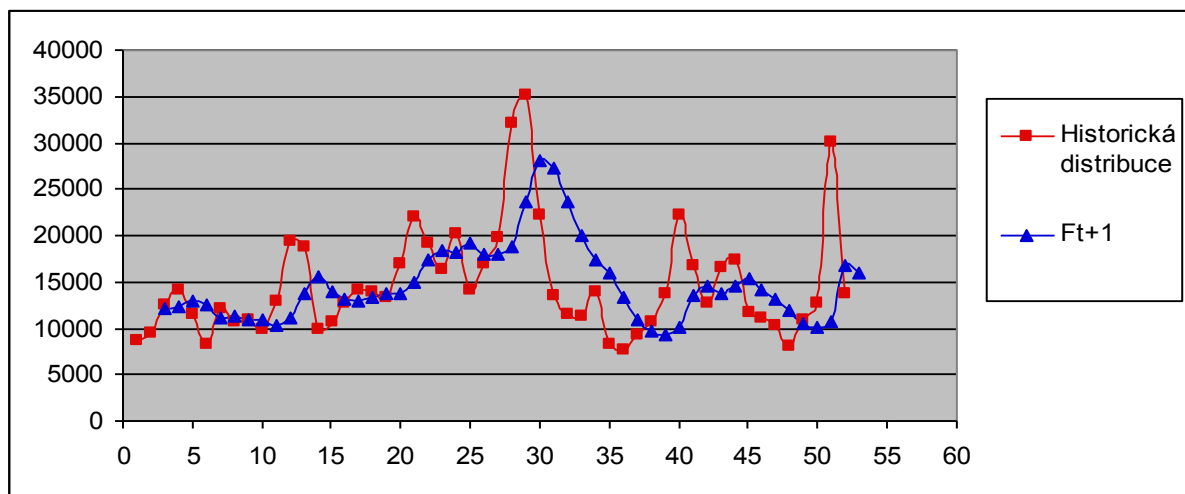
Třetí volba vyhlazovacích konstant je podle mého ideální volba. Sice nemá optimální parametry, jako nejmenší součty relativních chyb a součty absolutních chyb, ale když porovnáme součty s předešlými tak nejsou o tolik větší a tvar křivky je ze všech tří variant rozhodně nejlepší. Výsledky jsou znázorněny v tabulce č.9. Součty chyb jsou znázorněny tučně v posledním řádku tabulky. Pod tabulkou v grafu číslo 12 je vidět porovnání historické distribuce s předpovědí pomocí Holtovy metody.

Tabulka č.9 Holtova metoda s vyhlazovacími konstantami $\alpha=0,3$ a $\beta=0,1$

Týden	Historická distribuce	Ct	Tt	Ft+1	Absolutní chyba	Čtvercový součet abs. chyby	Relativní chyba
1	8759						
2	9532	12202,78	-62,06				
3	12622	12285,11	-47,62	12140,73	-481,270	231621,11	0,03813
4	14216	12831,05	11,74	12237,49	-1978,506	3914487,25	0,13917
5	11580	12463,95	-26,15	12842,78	1262,784	1594622,59	0,10905
6	8307	11198,56	-150,07	12437,80	4130,803	17063534,63	0,49727
7	12078	11357,34	-119,18	11048,49	-1029,507	1059885,31	0,08524
8	10728	11085,11	-134,49	11238,16	510,161	260263,82	0,04755
9	10931	10944,74	-135,08	10950,62	19,623	385,07	0,00180
10	9984	10561,96	-159,85	10809,66	825,658	681711,95	0,08270
11	12935	11161,98	-83,86	10402,11	-2532,887	6415514,64	0,19582
12	19302	13545,28	162,86	11078,12	-8223,882	67632228,63	0,42606
13	18694	15203,90	312,43	13708,14	-4985,862	24858816,32	0,26671
14	9826	13809,23	141,72	15516,33	5690,328	32379834,78	0,57911
15	10743	12988,57	45,48	13950,95	3207,951	10290950,96	0,29861
16	12720	12939,83	36,06	13034,05	314,049	98626,64	0,02469
17	14105	13314,63	69,93	12975,90	-1129,104	1274876,66	0,08005
18	13956	13555,99	87,08	13384,56	-571,438	326541,89	0,04095
19	13428	13578,55	80,63	13643,07	215,071	46255,47	0,01602
20	17022	14668,02	181,51	13659,18	-3362,825	11308590,34	0,19756
21	22104	17025,87	399,14	14849,53	-7254,467	52627290,66	0,32820
22	19188	17953,91	452,03	17425,02	-1762,982	3108107,19	0,09188
23	16439	17815,86	393,03	18405,95	1966,946	3868877,11	0,11965
24	20166	18796,02	451,74	18208,89	-1957,112	3830288,24	0,09705
25	14142	17716,03	298,57	19247,76	5105,760	26068788,19	0,36104
26	17058	17727,62	269,87	18014,60	956,598	915080,21	0,05608
27	19860	18556,24	325,74	17997,49	-1862,513	3468955,18	0,09378
28	32037	22828,49	720,39	18881,98	-13155,016	173054438,26	0,41062
29	35124	27021,42	1067,65	23548,88	-11575,117	133983334,42	0,32955
30	22236	26333,15	892,06	28089,07	5853,066	34258376,26	0,26322
31	13530	23116,64	481,20	27225,20	13695,201	187558540,93	1,01221
32	11460	19956,49	117,06	23597,84	12137,840	147327170,30	1,05915
33	11304	17442,69	-146,02	20073,55	8769,553	76905051,92	0,77579

34	13842	16260,27	-249,66	17296,66	3454,664	11934706,51	0,24958
35	8376	13720,22	-478,70	16010,60	7634,603	58287160,80	0,91149
36	7722	11585,67	-644,29	13241,52	5519,522	30465119,28	0,71478
37	9216	10423,77	-696,05	10941,38	1725,379	2976933,25	0,18722
38	10776	10042,20	-664,60	9727,72	-1048,282	1098895,07	0,09728
39	13728	10682,72	-534,09	9377,60	-4350,396	18925947,83	0,31690
40	22206	13765,84	-172,37	10148,64	-12057,364	145380036,85	0,54298
41	16708	14527,84	-78,93	13593,48	-3114,521	9700242,23	0,18641
42	12773	13946,13	-129,21	14448,90	1675,905	2808656,60	0,13121
43	16596	14650,65	-45,84	13816,93	-2779,074	7723253,96	0,16745
44	17274	15405,57	34,24	14604,81	-2669,187	7124561,26	0,15452
45	11622	14294,47	-80,29	15439,81	3817,809	14575666,24	0,32850
46	11105	13281,42	-173,57	14214,17	3109,172	9666952,65	0,27998
47	10242	12248,10	-259,54	13107,85	2865,851	8213104,53	0,27981
48	8082	10816,59	-376,74	11988,55	3906,551	15261142,91	0,48336
49	10829	10556,59	-365,07	10439,84	-389,155	151441,91	0,03594
50	12671	10935,37	-290,68	10191,52	-2479,475	6147798,13	0,19568
51	30028	16459,68	290,82	10644,68	-19383,315	375712904,69	0,64551
52	13668	15825,75	198,34	16750,50	3082,497	9501784,83	0,22553
				16024,09	Celkem:	1762069356	14,25881

Graf č.12 Holtova metoda s vyhlazovacími konstantami $\alpha=0,3$ a $\beta=0,1$



5.3.2.4 Metoda sezónních koeficientů

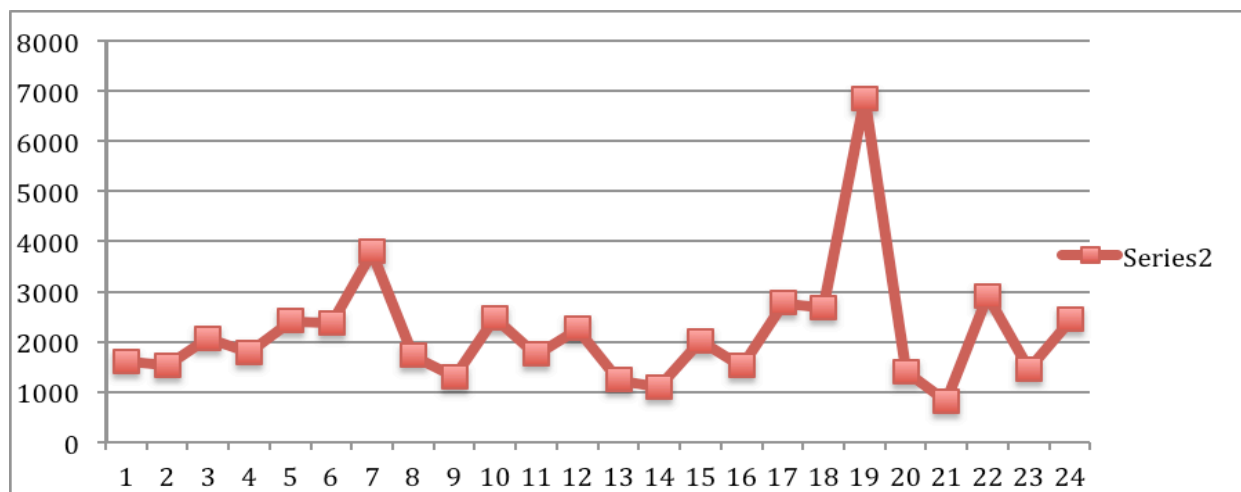
Poslední testovací metoda, kterou jsem vybrala je metoda sezónních koeficientů. Sezonní koeficienty jsem počítala za interval 1 roku. Počítala jsem je tak, že poptávku (historickou distribuci) v určitém měsíci jsem vydělila průměrnou poptávkou za sledované období (jeden rok). Sezónnost se vztahuje vždy na období jednoho roku. V tabulce číslo 10 jsou všechny údaje (Pr = průměr, Koef. = koeficient, Před. = Předpověď) a vypočítané hodnoty, dole je pak vypočítán koeficient a předpověď na další rok a vše je znázorněno v grafu číslo 13.

Tabulka č.10 Sezónní koeficienty

Měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Den												
1	810	1524	1176	3018	1236	3552	3258	930	984	4518	2940	1380
2	2303	2046	2748	1314	504	3378	2868	1014	1518	3030	2712	816
3	1836	3048	1331	1872	2670	2466	1416	3900	1326	756	2502	1470
4	624	2526	1860	1728	2004	1356	1776	2082	1236	4524	4008	1422
5	1062	1512	1848	0	1764	1620	3438	2388	1014	1548	2778	804
6	876	582	1524	2346	3594	252	3996	1794	720	4110	2292	1254
7	1248	342	444	2562	1524	1259	2766	1254	408	2982	42	1470
8	2111	1020	1092	1452	1458	2526	3432	1098	1452	3624	1872	1848
9	1008	1590	2400	1770	942	2544	2760	480	1590	4200	3378	2345
10	1217	1170	2076	1222	1158	3390	1290	2022	1578	1218	1548	1440
11	1890	1248	1242	474	2700	3930	2178	1818	1800	2184	1932	1320
12	1164	1371	1224	1236	1890	1512	2826	2598	174	1720	1050	1152
13	1056	1050	1164	730	2298	1278	6402	2022	930	2622	1200	1872
14	1086	858	786	2640	2700	2430	3294	1818	1284	3912	642	1650
15	1222	1716	2352	1853	2178	4134	4559	702	1956	3894	2088	1680
16	1560	2304	1806	1968	504	2592	3688	2106	1404	804	942	1080
17	1560	1512	1836	1992	1620	4044	6504	2022	1686	1572	2046	2346
18	732	2448	2112	324	2580	3090	4764	1362	972	2268	1794	1937
19	2256	1818	2117	1692	1602	2724	2706	1686	984	2304	1416	2106
20	2994	1380	1644	2850	2064	1152	3786	1122	1500	2370	1518	6462
21	2298	900	1068	2268	1860	4260	7686	2136	1734	1794	1301	3689
22	3708	1488	1824	2022	6012	1998	5970	870	1290	1992	1476	2837
23	1618	2028	2148	1512	1284	1896	6612	1044	2100	1751	1068	6882
24	2632	1674	2028	1434	2838	2244	4182	1170	1728	294	2070	4824
25	2892	1614	2166	942	3816	1728	4182	3204	1830	3252	1176	912
26	2526	1794	3780	1932	2850	1752	3846	1998	594	2004	2202	4422
27	0	1554	5664	2580	2700	264	4344	3630	468	2274	1392	3252
28	840	576	1692	3216	5322	1188	6186	1680	990	2082	858	3546
29			4632	3041	2190	2982	3024	1116	1188	3072	1452	2184
30			2770	1596	2388	3570	2892	450	2778	1680	738	1674

31			3360		6564		1014	1848		2232		102
Pr.	1611.8	1524.8	2061.7	1786.2	2413.4	2370.4	3795.0	1721.4	1307.2	2470.5	1747.8	2263.8
Koef.	0.767	0.726	0.981	0.850	1.149	1.128	1.806	0.819	0.622	1.176	0.832	1.077
Před.	1236.3	1106.4	2022.9	1518.4	2771.8	2673.9	6853.9	1410.2	813.2	2904.7	1453.7	2438.9

Graf č.13 Sezónní koeficienty:



V grafu vidíme průměrnou měsíční distribuci (na vertikální ose data 1 až 12) a dále pokračuje předpověď pomocí vypočítaných sezónních koeficientů na další rok (na vertikální ose data 13 až 24).

5.4 Vyhodnocení vhodnosti (přesnosti, spolehlivosti, plusy/mínusy) jednotlivých metod předpovědi poptávky na testovacích datech segmentu Nápoje v sortimentu Fast.

Použila jsem 3 typy objektivních kvantitativních forecastingových metod: Klouzavé průměry, jednoduché exponenciální vyrovnání a Holtovu metodu.

Metoda klouzavých průměrů se používá pro jednodušší odhalování trendu časové řady. Počítá se jako průměr stejného počtu za sebou jdoucích období, v mém případě jsem ukázala období 3 a 6 týdnů.

U realizace klouzavých průměrů si musíme dávat pozor na tyto složky:

- Vliv na trendovou složku

Klouzavé průměry by neměly mít účinek na trendovou složku, neboť mají za účel právě tuto složku modelovat. Bohužel však často klouzavé průměry mají na tuto složku rušivý vliv. Je tedy třeba aplikovat klouzavé průměry velmi uvážlivě.

- Vliv na sezónní složku

Obecně platí, že pokud je délka klouzavých průměrů kratší než délka sezóny, bude vyrovnaná řada opět obsahovat sezónní složku - možná se pouze změní některé parametry. Bude-li délka sezóny naopak menší než délka klouzavých průměrů, může to při určitých vhodně zvolených vahách klouzavého průměru vést k odstranění sezónní složky z vyrovnané řady. Hovoříme pak o tom, že provádíme sezónní očištění[14].

Jednoduché exponenciální vyrovnaní se používá pro časové řady, které nevykazují sezónnost a cykličnost. Dalo by se říci, že je to velice podobné metodě váženého klouzavého průměru, která dává mnohem větší důraz na data z nedávné minulosti a potlačuje data ze starší minulosti. U této metody používáme koeficient tlumení vyrovnaní α , to by mohla být také nevýhoda exponenciálního vyrovnaní, protože hodnoty α blíží se k nule mají větší vyhlazovací účinek a jsou méně citlivé na poslední změny. Bohužel neexistuje žádný formálně správný postup pro výběr α . Nejčastěji se konstanta určuje podle metody nejmenších čtverců a to podle hodnoty, která je po součtu minimální[15].

Holtova metoda se dá v praxi použít na většinu nesezónních časových řad s lokálním lineárním trendem. Nevýhodou je, že pokud ji použijeme na sezónní časovou řadu, nemůžeme pak očekávat spolehlivé výsledky. Holtova metoda používá rekurentní formule (to znamená, že z počátečních hodnot C_0 a T_0 získáme

nové pozorované hodnoty C_{t-1} a T_{t-1}) vycházející z myšlenky jednoduchého exponenciálního vyrovnávání k odhadu nejen úrovně, ale i směrnice trendu zkoumané časové řady. Výhodou tedy je, že její vzorce jsou stále velice názorné a výpočetně nenáročné[16].

Metoda sezónních koeficientů se počítá se pro takové zboží, jehož poptávka závisí na roční době (měsíci, období apod.). Jedná se například o nápoje jako pivo, limo apod. Je založena na výkyvech uvnitř roku v určitých měsících (čtvrtletích). Ideální kvůli vyloučení náhodných jevů je, vždy počítat s průměrnými hodnotami alespoň 3 až 5 let, jinak není metoda tak přesná jak by měla být.

6 Závěr

Cílem mé diplomové práce bylo analyzovat současné řízení zásob ve zvolené organizaci a optimalizovat řízení zásob, zpracovat přehled metod předpovědi poptávky, metody aplikovat na získaná data a následně doporučit, které metody jsou nejvhodnější.

Pro svou práci jsem si zvolila organizaci Ahold, a.s., a zde jsem se domluvila při konzultaci na jakém sortimentu budu forecasting provádět. Zvolili jsme rychloobrátkový spotřební zboží se sortimentu Fast nápoje od dodavatelů Poděbradka, a.s., a Coca-Cola HBC. Všechna data jsem si připravila a zvolila metody, na kterých jsem je později testovala.

Nynější forecasting v Aholdu pro běžné objednávky funguje jako tištěná objednávková sestava. Tuto činnost zařizuje každý den osoba pro to zvolená a to na principu dat z minulých objednávek a svého odhadu s pomocí MS Excelu. Objednávky jsou potom nepřesné, proces je velice zdlouhavý a nepřesný, neefektivní řízení zásob, atd. a tomu by se dalo předejít pomocí vhodnějšího systému.

Data jsem zpracovala a začala je testovat na metodách klouzavých průměrů, exponenciálního vyrovnání a Holtově metodě. V průběhu testování jsem zjistila, že dostupná data nejsou dostatečně kvalitní na to, abych metody mohla realizovat a aplikovat na současný stav forecastingů v Aholdu. Hlavní problém je v tom, že časová řada je krátká a jsou v ní výrazné náhodné výkyvy (ty jsou zapříčiněny hlavně promocemi, které z dat nelze odstranit a pracovat se musí s nimi). Myslím, že pro návrh nového forecastingů v Aholdu, by byla potřeba testovat data, která by byla z období alespoň tří let a nebyla by společná s daty z promoci.

7 Literatura

- [1] Gros, I.: Logistika. Praha: VŠCHT, 1996, ISBN: 80-7080-262-6
- [2] Lambert, D.M.; Stock, J.R.; Ellram, L.M.: Logistika. Computer Press, Praha, 2000, ISBN: 80-7226-221-1
- [4] Demand planning v praxi [online]. 2004 [cit. 2011-02-21]. Dostupné z WWW: <http://www.systemonline.cz/clanky/demand-planning-v-praxi.htm>
- [5] Design systému pro přepověď poptávky [online]. 2004 [cit. 2011-02-21]. Dostupné z WWW: <http://www.ewizard.cz/dokumenty/design-systemu-pro-predpoved-poptavky.html>
- [6] ŠTŮSEK, J.: Logistický management. První, Praha: Česká Zemědělská Univerzita, 2005, ISBN 80-213-1259-9
- [7] O společnosti [online]. 2010 [cit. 2011-02-21]. Dostupné z WWW: <http://www.albert.cz/o-nas/o-spolecnosti/index.html>
- [8] Ahold Czech Republic, a. s., [online]. 2011 [cit. 2011-02-21]. Dostupné z WWW: <http://tema.novinky.cz/ahold-czech-republic-a-s->
- [9] Key facts [online]. 2011 [cit. 2011-02-21]. Dostupné z WWW: <http://www.ahold.com/en/about/key-facts>

- [10] Řízení zásob [online], [cit. 2011-02-19]. Dostupné z WWW:
<http://www.google.cz/url?sa=t&source=web&cd=1&ved=0CBcQFjAA&url=http%3A%2F%2Fmoodle.vsb.cz%2Farchiv%2Fmod%2Fresource%2Fview.php%3Fid%3D17456&rct=j&q=strategick%C3%A9%20c%C3%A9%20d%C5%99%C3%ADzen%C3%AD%20z%C3%A1sob&ei=IVWPTd-IDMTrsgaJ0sX8CQ&usg=AFQjCNEo7iUuOrNhpwY5xuKg7ciU9JdhvA&cad=rja>
- [11] PTÁČEK, S.: Logistika. 1. vydání, Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 1998, ISBN: 80-7078-550-0
- [12] Lukoszová X.: Směry zlepšování procesů v podnikovém nákupu. Logistika, Praha, 2008, roč. 13, číslo 2
- [13] Metody extrapolace časových řad [online]. 2008 [cit. 2011-03-15]. Dostupné z WWW:
http://www.mdcr-vyzkum.cz/YYYY/ePROJEKTY/Soubory/MyPrilohy/1F81A-047-120/08-01_MDP_priloha-32-02-extrapolace-cas-rad_2008-09-19_Ha.pdf?D=16.6.2009&T=11:01:22&VarIdS=945239366&VarUziv=jh_admin&VarUzivId=35&VarId=1F81A/047/120&VarZpravaRok=2008&VarZpravaTyp=PEZ&VarIDz=6841&VarRecCount=19&VarVsTyp=_VSNPVMDCRTP32008
- [14] Metoda klouzavých průměrů [online]. [cit. 2011-04-03]. Dostupné z WWW:
<http://iastat.vse.cz/casovky/casovky8.htm>
- [15] Exponential smoothing [online]. 2011 [cit. 2011-04-05]. Dostupné z WWW:
http://en.wikipedia.org/wiki/Exponential_smoothing

- [16] Hanzák, T.: Dekompoziční metody pro časové řady s nepravidelně pozorovanými hodnotami. [s.l.], 2007, 79 s., Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze.
- [17] interní zdroje společnosti Ahold, a.s.