

VYSOKÁ ŠKOLA EKONOMICKÁ V PRAZE
Fakulta financí a účetnictví
Katedra financí a oceňování podniku
Finance

Optimalizace skladových zásob vybrané obchodní společnosti

Autor diplomové práce: Bc. Koranda František

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Holečková Jaroslava, Ph.D.

Rok obhajoby: 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Optimalizace skladových zásob vybrané obchodní společnosti vytvořil samostatně a všechny citace jsou v textu řádně vyznačeny.

V Praze dne:

Podepsán Bc. František Koranda

Poděkování

Chtěl bych tímto poděkovat vedoucí práce paní Jaroslavě Holečkové a oponentce paní Petře Hrbkové.

Dále bych chtěl poděkovat rodině za povzbuzení a podporu.

Abstrakt

Práce popisuje historický vývoj řízení skladových zásob a logistiky a aktuální trendy v oboru.

Dále práce obsahuje metodické základy analýzy a optimalizace skladových zásob obchodních společností, základy statistické analýzy časových řad a predikce.

Další částí práce je analýza procesů týkajících se logistiky a skladových zásob ve vybrané společnosti, analýza ABC založena na Paretově pravidlu a optimalizace řízení zásob pomocí „Economic Order Quantity, service level a statistické predikce.

Pro vypracování práce byl využit kancelářský balíček Office, skriptovací jazyk Python, přesněji distribuce Anaconda a další nástroje.

Abstract

This thesis contains methodical basis of analysis of stocks and logistic processes of for-profit corporations. The thesis also contains short history of logistics and summary of contemporary trends and challenges of now-a-days logistics. The thesis contains basics of statistical analysis of time series. The thesis also consists of analysis of logistical processes in given for-profit corporation, so called „ABC analysis” of its stocks. Optimization of the stocks using Economic Order Quantity, Service Level and statistical prediction.

The thesis was created with the Microsoft Office package, Python scripting language, Anaconda distribution and other.

Obsah

Úvod	1
Historický vývoj ve 20. století.....	1
Externí vlivy působící na organizaci.....	2
Změny v charakteru poptávky po výrobcích a možné přístupy výrobců.....	3
Metodické přístupy k optimalizaci skladových zásob	3
Optimalizace skladových zásob v praxi	4
Zadání a cíle práce	4
1 Metodická část	6
1.1 Vymezení základních pojmů	6
1.1.1 Logistika.....	6
1.1.2 Dodavatelsko-odběratelský řetězec (supply chain)	6
1.1.3 Zásoby a jejich řízení.....	6
1.1.4 Důvody pro držení zásob	7
1.2 Oceňování zásob.....	7
1.2.1 Oceňování pořizovací cenou	8
1.2.2 Oceňování průměrnou váženou cenou	8
1.2.3 Oceňování FIFO.....	8
1.2.4 Oceňování LIFO.....	9
1.2.5 Oceňování vlastními náklady.....	9
1.3 Náklady spojené s držením zásob a důvody k jejich řízení.....	9
1.3.1 Stav zásob	10
1.3.2 Klasifikace druhů zásob	11
1.3.3 Základní druhy zásob (výrobní proces).....	11
1.3.4 Klasifikace zásob dle použitelnosti	12
1.3.5 Typy zásob podle typu skladu.....	13
1.4 Organizační struktury logistických center	15
1.5 Materiálně technické zabezpečení.....	15

1.6	Optimalizace skladových zásob	16
1.6.1	Které položky držet na skladě?	16
1.6.2	Kdy objednávat nové položky?	17
1.6.3	Kolik máme v rámci jedné objednávky objednávat jednotek?	17
1.7	Typy poptávky	17
1.8	Ekonomická velikost objednávky	18
1.9	Modely pro známou poptávku	20
1.9.1	Proměnlivé ceny	20
1.9.2	Proměnlivé náklady	21
1.9.3	Konstantní míra produkce	21
1.9.4	Ztráty z neuspokojené poptávky	21
1.9.5	Další možné vlastnosti zásob	22
1.10	Modely pracující s nejistotou	22
1.10.1	Nejistota v poptávce – základní model pro diskrétní veličiny	23
1.10.2	Nejistota v poptávce – krátkodobé nedostatky	24
1.10.3	Ekonomická velikost objednávky pro diskrétní poptávku a povolené nedostatky	24
1.10.4	Minimální úroveň služby (Service Level)	25
1.11	Analýza ABC a její využití	26
1.11.1	Lorenzova křivka	28
1.11.2	Skupina A kritické položky	28
1.11.3	Skupina B	28
1.11.4	Skupina C	29
1.11.5	Další skupiny (skupina D)	29
1.11.6	Naznačení postupu ABC analýzy	29
1.12	Způsob odhadu poptávky	30
1.12.1	Expertní a kvalitativní odhad	31
1.12.2	Kvantitativní a statistické metody	31
1.12.3	Kauzální předpovědi	32

1.12.4	Metoda nejmenších čtverců	32
1.12.5	Koeficient determinace	33
1.12.6	ARIMA (Auto Regressive Integrated Moving Average)	33
1.12.7	SARIMA (Seasonal Auto Regressive Integrated Moving Average)	34
1.12.8	Hodnocení modelů	34
1.12.9	Projekční předpovědi.....	34
1.12.10	Využití software pro modelování	34
2	Praktická část.....	35
2.1	O společnosti	35
2.2	Organizace Společnosti	35
2.3	Organizace logistických středisek ve Společnosti.....	36
2.3.1	Skladové hospodářství.....	36
2.3.2	Typy objednávek v ERP	36
2.3.3	Příjem a výdej zboží	37
2.3.4	Zavádění nových skladových položek.....	37
2.3.5	Doobjednávání skladových zásob.....	37
2.3.6	Plánování a optimalizace dodávek	38
2.3.7	Vyřazování kmenových karet	38
2.3.8	Výrobní plán	38
2.4	Finanční analýza skladových zásob.....	38
2.4.1	Zásoby vývoj (tis. Kč)	39
2.4.2	Doba obratu zásob	40
2.4.3	Finanční analýza zásob – shrnutí	41
2.5	Kategorizace skladových položek	41
2.5.1	Dostupná data	41
2.5.2	Účtové skupiny	42
2.6	ABC analýza	43
2.6.1	Volba kategorií.....	43

2.6.2	Rozhodná veličina.....	43
2.6.3	Podíly na rozhodné veličině.....	44
2.6.4	Hodnota položek skladem	45
2.6.5	Kategorie C – vývoj a struktura	45
2.6.6	ABC analýza shrnutí.....	47
2.7	Analýza možnosti využití modelů pro řízení zásob Společnosti	47
2.7.1	Náklady na skladování	48
2.7.2	Náklady na dopravu.....	48
2.7.3	Analyzovaná data	48
2.8	Položka I.....	49
2.8.1	Náklady na skladování Položka I.....	50
2.8.2	EOQ 1 – povolené nedostatky +známá + krátká dodací doba.....	50
2.8.3	Položka I. – statistická analýza poptávky.....	53
2.8.4	Kombinace předpovídané poptávky a EOQ 1.....	53
2.8.5	Service level – Položka I.....	54
2.9	Položka II.....	56
2.9.1	Náklady na držení položky Položka II.	57
2.9.2	EOQ – Položka II.....	57
2.9.3	EOQ – optimalizace	58
2.9.4	Náklady spojené s EOQ.....	59
2.9.5	Service level – Položka II.....	59
2.9.6	Service level – náklady.....	61
2.10	Položka III.....	61
2.11	Optimalizace Položka III.....	63
2.11.1	EOQ + ROL – Položka III.	63
2.11.2	Service level – Položka III.....	64
2.11.3	Položka III. - náklady	65
	Závěr	67

Příloha	69
Položka I. - EOQ a reálná poptávka v roce 2017 (vlastní zpracování)	69
Položka I. - EOQ a reálná poptávka v roce 2018 (vlastní zpracování)	69
Položka I. – rozklad na sezónní, trendovou a reziduální složku (vlastní zpracování)	70
Položka I. – předpověď a 95% intervaly spolehlivosti pro předpověď pomocí zvoleného modelu SARIMA (vlastní zpracování).....	70
Položka II. – rozklad na sezónní, trendovou a reziduální složku (vlastní zpracování)	71
Položka III. – rozklad na sezónní, trendovou a reziduální složku (vlastní zpracování)	71
Seznam tabulek	72
Seznam rovnic	73
Seznam obrázků	74
Bibliografie	75

Úvod

Optimalizace skladových zásob obchodní společnosti řeší dvě základní a současně protichůdné otázky:

- jak uspokojit poptávku bez nutnosti čekat na dodání neúměrně dlouhou dobu (minimalizace nedostatků) a
- jak minimalizovat náklady spojené s držením skladových zásob.

I když se obě otázky zdají jednoduché, jejich řešení v reálném životě není snadné. Při podrobnějším zkoumání zjišťujeme, že existují různé druhy poptávky i mnoho důvodů, proč držet skladové zásoby. Poptávka je ovlivňována celou řadou faktorů, které v podstatě nelze předpovídat. Nižší náklady na skladování mohou být příčinou častějších nedostatků, které způsobují nárůst nákladů nedostatku a podobně.

Optimalizace skladových zásob proto zpravidla nemá jedno správné řešení, protože například nižší skladové zásoby mohou být vykoupeny častějšími nedostatky a naopak. Vždy je proto třeba optimalizaci vnímat v širším kontextu a reflektovat požadavky jednotlivých zainteresovaných stran, sledovat situaci na trhu, spolupracovat s důležitými dodavateli a odběrateli, hledat nejvhodnější způsob uskladnění zásob, nerozšiřovat skladovaný sortiment bez zvážení důsledků takového procesu. S optimalizací skladových zásob je proto spojena celá řada činností, pro něž se vžil obecnější pojem logistika.

Historický vývoj ve 20. století

Přesto, že slovo logistika bylo poprvé použito až v 19. stol (Jomini, 1830, str. 74), sahá historie logistiky mnohem dále. Velké armády bez propracované a funkční logistiky nebyly zpravidla úspěšné. Logistika jako taková byla právě proto historicky nejvíce spojena s vojenstvím, ale důležitá byla a stále je vždy, když se někde soustředí mnoho lidí pohromadě.

S rozvojem průmyslové výroby se logistika stala jedním z klíčových faktorů pro fungování průmyslových provozů, protože se neustále zvyšoval objem surovin a počet součástí, které tyto podniky spotřebovávaly. V přístupu k řízení skladových zásob lze vypozaovat dva po sobě následující přístupy.

V první fázi docházelo k hromadění zásob, tj. k nárůstu počtu skladových položek, ale také k nárůstu objemu zadrženého kapitálu ve skladových zásobách.

Tento přístup umožnil průmyslovým podnikům předcházet výpadkům ve výrobě způsobeným nedostatkem skladových zásob a zabránil případnému řetězení výpadků v rámci dodavatelsko –

odběratelského řetězce. Zvláště náchylné jsou v tomto podniky s pásovou výrobou a velmi komplexními výrobky např. výrobci automobilů. (Roos, Womack, & Daniel, 1991, stránky 10-12)

Hromadění zásob bylo charakteristické pro americké automobilky před druhou světovou válkou, které budovaly obrovské skladové komplexy a hromadily velké množství základních surovin, ale i konečných výrobků.

Zaměření amerických automobilek na eliminaci nedostatků otevřelo prostor konkurenci, která využila slabiny tohoto přístupu – obrovských nákladů na držení skladových zásob. Některé japonské automobilky se začaly cíleně zaměřovat na minimalizaci nebo na úplnou eliminaci nutnosti držení skladových zásob, což jim umožnilo v konečném důsledku snížit ceny svých automobilů a automobilky s tradičním přístupem k řízení skladových zásob se dostaly do velkých problémů.

Pro tento trend se vžilo označení lean supply management a just in time management. V rámci tohoto přístupu je omezení zásob dosahováno větší kooperací mezi jednotlivými, na sebe navazujícími, průmyslovými provozy a optimalizací celkového pracovního postupu. (Roos, Womack, & Daniel, 1991)

Průkopníkem v tomto směru je japonská Toyota, která dokázala revolučním způsobem přeorganizovat svoji produkci, snížit skladové zásoby a vytvořit podmínky pro rychlou výrobu přesně specifikovaných vozů až na základě požadavků zákazníků. (Roos, Womack, & Daniel, 1991) Ostatním výrobcům nezbylo nic jiného, než podobný systém nakonec také vybudovat a nahradit jim prostou pásovou výrobu.

Externí vlivy působící na organizaci

V průběhu 20.let také došlo k velkým změnám na politicko-ekonomické scéně. Došlo k vytvoření rozsáhlých celních unií, což umožnilo přesunout průmyslovou výrobu z rozvinutých částí Evropy a Severní Ameriky do Asie a využít tamní levnou pracovní sílu. Zároveň bylo možné obsloužit logistické potřeby z centralizovaných center, což umožnilo dále snížit náklady.

V současné době dochází k v podstatě obrácenému procesu. V první řadě je v rozvinutém světě kladen velký důraz na ekologii. Silniční nákladní doprava je proto přísně regulována, jsou uvalovány dodatečné spotřební daně na pohonné hmoty. Nové motory musí splňovat stále přísnější emisní normy. Nákladní doprava se musí podřizovat časovým omezením a zákazu provozu v určitých časech.

Současně se nedaří rozvíjet infrastrukturu v Evropě ani Severní Americe a provoz je komplikován častými dopravními zácpami a mnoha různými omezeními. To vše nákladní dopravu trvale zdražuje a současně zhoršuje spolehlivost celého systému.

Další problémem by se mohla stát nevyzpytatelná izolacionistická politika USA.

V současné době je tedy pro hladké fungování logistických řetězců nutné pečlivě analyzovat rizika, kterým je celý řetězec vystaven a reflektovat novou situaci. To vyžaduje po odbornících a manažerech otevřeně o nových problémech informovat své nadřízené, tak aby oni mohli přijmout strategická rozhodnutí, jak se s komplikovanou situací nejlépe vypořádat. Více viz (Rushton, Croucher, & Baker, 2010, stránky 63-66).

Změny v charakteru poptávky po výrobcích a možné přístupy výrobců

Vyjma toho, že došlo k přesunu výrobních provozů z Evropy a Severní Ameriky do Asie, změnily se také požadavky spotřebitelů na podobu finálních výrobků. Došlo k rozšíření možností specifikací, a to si vynutilo změnu ve způsobu držení zásob a celkové filozofii nastavení logistických řetězců.

Na jedné straně to vedlo k prodloužení výrobních řetězců, kdy na finálním výrobku spolupracuje větší množství firem, které dodávají jednotlivé části a provádí produkční mezikroky. Tyto dlouhé výrobní řetězce je nutné efektivním způsobem řídit a zajistit podmínky, ve kterých dokáží jejich jednotlivé články dlouhodobě fungovat.

Dalším faktorem je zkrácení životních cyklů výrobků. Spotřební elektronika má často životní cyklus kratší než jeden rok. Hodnota takových skladových zásob, proto velmi rychle klesá. Výrobci musí být schopni dodat konečným spotřebitelům produkty v krátkém čase po uvedení a zajistit téměř okamžitou dodací lhůtu. Zároveň musí být schopni velmi přesně odhadnout celkový objem poptávky po určitém výrobku.

Pokud se jim to nepodaří, musí nést ztráty způsobené zastaráváním neprodaných zásob, o které již po velmi krátké době nemusí mít potenciální zákazníci zájem. (Rushton, Croucher, & Baker, 2010, stránky 66-68)

Metodické přístupy k optimalizaci skladových zásob

V rámci této práce budeme prozkoumávat problém optimalizace skladových zásob. Přesněji, klasifikaci skladových zásob a optimalizaci nákladů na držení skladových zásob. Optimalizace nákladů úzce souvisí také s definovanou schopností uspokojovat poptávku po zásobách z dostupných zásob.

Existuje celá řada přístupů ke klasifikacím skladových zásob. V případě klasifikace zásob je velmi důležité vždy vyhodnocovat k jakému účelu má daný způsob klasifikace sloužit. Může se například jednat o účetní evidenci, interní klasifikaci součástí nebo výrobků atd. Pro potřeby této práce bude klíčové rozdělení pomocí tzv. ABC analýzy, která slouží k rozdělení skladových zásob dle důležitosti dle zvolené rozhodné veličiny. Toto rozdělení pak je možné využít pro optimalizační úlohy.

V případě optimalizace nákladů hledáme ekonomickou velikost objednávky, kterou odvozujeme z minima nákladů spojených se zásobami. V nejjednodušším případě jsou na jedné straně rostoucí skladovací náklady, které je možné zpravidla snížit jen za cenu rostoucích nákladů na dopravu.

U definované schopnosti uspokojovat poptávku vycházíme z toho, že známe její pravděpodobnostní rozdělení a dle tohoto očekávání nastavíme vhodným způsobem minimální úroveň skladových zásob. Pokud skladová zásoba dosáhne tohoto limitu je vytvořena nová objednávka.

Velmi častá je také kombinace obou výše uvedených přístupů, kdy hledáme optimum nákladů při definované úrovni služby, které můžeme zákazníkům poskytnout

Optimalizace skladových zásob v praxi

V praktické části této práce bude provedena analýza současného stavu řízení zásob ve společnosti

Bude provedena krátká finanční analýza ukazatelů s přímou vazbou na řízení zásob jako obratovost, nákladovost atd.

Dále bude provedena ABC analýza zásob, která poslouží k nalezení důležitých skladových položek a na základě této analýzy budou zvoleny položky, které budou v další části práce využity k posouzení vhodných přístupů pro optimalizaci skladových zásob v konkrétním případě zvolené společnosti.

Na zvolených skladových položkách budou otestovány nejrůznější verze modelů pro optimalizaci skladových nákladů a zajištění určité úrovně služby zákazníkům ze skladových zásob. Budou porovnávány jednotlivé verze modelů a jejich kombinace. Důkladným způsobem bude vyhodnocen jejich vliv na celkové náklady a případné nedostatky. Dále bude otestována možnost využití statistického modelu pro odhad poptávky.

Zadání a cíle práce

Práce bude rozdělena dvě části. Metodickou část, která bude popisovat základní přístupy k řízení a optimalizaci zásob. Dále bude práce obsahovat část praktickou, která se bude skládat

z podrobného popisu procesů ve společnosti. Analýzu stávajícího stavu. Aplikace metody ABC a vyhodnocení její účinnosti. Na vybraných položkách bude podrobným způsobem provedeno vyhodnocení účinnosti jednotlivých metod řízení skladů z pohledu redukce nákladů a spolehlivosti používaných modelů.

Cílem práce je tedy jednak analyzovat procesy navázané na řízení zásob ve vybrané obchodní společnosti. Identifikovat možná slabá místa, vyhodnotit možnosti využití jednotlivých přístupů pro optimalizaci skladových zásob v případě konkrétních skladových položek a pak také navrhnout možná zlepšení celého procesu ve společnosti.

1 Metodická část

1.1 Vymezení základních pojmů

Vzhledem k překotnému rozvoji tohoto odvětví došlo k vytvoření mnoha synonym a různých definic pro to samé. V rámci úvodních odstavců byly pojmy využívány volně, ale pro další práci je nutné je přesně vymezit, aby nedocházelo k nejasnostem.

1.1.1 Logistika

$$\textit{Logistika} = \textit{řízení skladových zásob} + \textit{distribuce}$$

Pro potřeby této práce bude slovo logistika chápána v širším slova smyslu a bude zahrnovat jak řízení materiálu (skladových zásob) tak i konečnou distribuci k zákazníkům.¹ (Rushton, Croucher, & Baker, 2010, str. 4)

1.1.2 Dodavatelско-odběratelský řetězec (supply chain)

$$\textit{Dodavatelско} - \textit{odběratelský řetěz} = \textit{Dodavatelé} + \textit{logistika} + \textit{zákazníci}$$

V rámci dodavatelско-odběratelských řetězců je klíčové sdílení informací mezi jednotlivými články, které musí být schopny navzájem kooperovat výrobu, skladování, převoz a konečnou dodávku hotových výrobků.

Dále je nutné efektivně nastavit zpětný transport prostředků, které je možné využívat opakovaně, například transportní kontejnery apod.

1.1.3 Zásoby a jejich řízení

Většinou se při zmínce o slově zásoby vybaví budova plná skladových regálů se zbožím, palet nebo nejrůznějších beden s materiálem. V této podobě jsou zásoby zjevné, ale skutečnost je komplikovanější. V komerční společnosti mohou zásoby nabývat nepřeberného množství podob a představují vše od zásoby čaje ve firemní kuchyňce až po zásobu šroubů v dílnách. Pro potřeby této práce bude slovo zásoby využíváno v prvním uvedeném významu, tedy jako obsah regálů, beden a palet ve skladu společnosti.

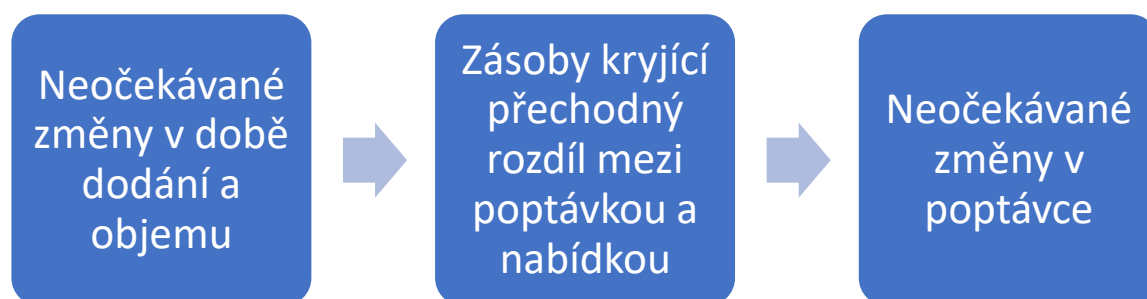
¹ V rámci Společnosti je pojem logistika nahrazen zkratkou MTZ – materiálně technické zabezpečení.

1.1.4 Důvody pro držení zásob

Je jasné, že ne všechny zásoby jsou pro fungování společnosti stejně důležité. Když dojde zásoba čaje v kuchyňce, nic zásadního se nestane, sekretářka nakoupí čaj nový a firmu dočasný nedostatek nijak nepostihne. Pokud stejná situace nastane u šroubů v dílně, může být důsledek mnohem závažnější, protože kvůli tomu bude nutné dočasně přerušit výrobu a počkat na dodání šroubů dalších. Je proto vhodné takovou zásobu průběžně doobjednávat a kontrolovat počet šroubů skladem. Více v (Waters, 2003, stránky 3-4)

Jak je zvyše uvedeného příměru zřejmé, důvodů pro držení zásob je celá řada. Jedná se zejména o zajištění plynulého přísunu materiálu do výroby i uspokojení poptávky zákazníků po výrobcích a zboží nabízeného společností v co nejkratší době. Dále může nutnost držet zásoby vyplývat ze smluvních vztahů, kdy například výrobce nebo servisní společnost musí držet určité množství náhradních dílů pro starší typy výrobků nebo přístrojů. Zásoby tvoří jakýsi stabilizační zásobník, který zajišťuje vyrovnávání nahodilých výpadků v zásobování a variability poptávky.

Nakonec je nutné si uvědomit, že neexistuje univerzální hladina zásob pro všechny společnosti, ale naopak se množství držných zásob pro jednotlivé odvětví i firmy může značně lišit. Vychází to z povahy a prostředí jejich podnikání a podnikové kultury.



Obrázek 1 Funkce zásob (vlastní zpracování)

Obecně vzato lze tedy zásoby popsat jako bezpečnostní polštář, který pokrývá cycklické nebo nahodilé změny v dodacích lhůtách a dostupném objemu určité položky. Optimální velikost je dána celou řadou faktorů a bude jí věnována značná část této práce.

1.2 Oceňování zásob

Oceňování zásob je optimalizační problém, který nemá jedno nejlepší řešení, ale pro konkrétní situaci vždy pouze řešení nejvhodnější. Existuje pět základních způsobů, které vycházejí z účetních standardů:

- pořizovací cena,

- vážená průměrná cena,
- FIFO,
- LIFO,
- vlastními náklady.

1.2.1 Oceňování pořizovací cenou

Oceňování pořizovací cenou je velice intuitivní metoda, ale není vhodná pro oceňování zásob, kterých máme na skladě velké množství a zejména pak pro zásoby, u kterých není možné rozlišit jednotlivé položky od sebe. Ocenění pořizovací cenou je v takovém případě velmi pracné a nákladné. Z tohoto důvodu se spíše využívá pro hodnotné skladové položky, např. automobily.

1.2.2 Oceňování průměrnou váženou cenou

Průběžně je vypočítávána průměrná cena zásob na skladě. Na základě pořizovacích cen jednotlivých dodávek. V případě vyskladnění jsou skladové položky oceněny průměrnou hodnotou všech položek na skladě. Přeceňování může probíhat s každou novou dodávkou nebo periodicky.

1.2.3 Oceňování FIFO



Obrázek 2 FIFO (vlastní zpracování)

Zkratka pro anglické „*first in first out*“. Položky vydané ze skladu jsou oceňovány hodnotou položek, které byly naskladněné poslední. Výhodné v případě že rostou ceny. Na skladě účtne držíme nejstarší, nejlevnější položky a zákazníkům prodáváme dražší nové. Zvedají se nám tak ukazatele aktivity a platíme nižší daň z příjmu. Využití této metody má za následek defacto podcenění skladových zásob, kvůli ocenění starými cenami. Je potřeba si uvědomit, že v konečném důsledku v inflační ekonomice FIFO snižuje zisk.

České účetní standardy tuto metodu nepovolují.

1.2.4 Oceňování LIFO



Obrázek 3 LIFO (vlastní zpracování)

Z anglického „last in first out“. Vyskladněné zásoby oceňujeme pořizovací cenou nejstarších zásob na skladě. Zásoby na skladě jsou oceněny nejvyššími „novými“ cenami. Tato metoda snižuje velikost daňově uznatelných nákladů, snižuje ukazatele aktivity, ale zvyšuje zisk.

Tato metoda je povolena Českými účetními standardy.

1.2.5 Oceňování vlastními náklady

Ocenění vlastních výrobků na základě přímých nákladů (např. pořizovací ceny) a nepřímých nákladů ve výrobě. Pro využití této metody musí být přesně stanoven způsob přepočtení nepřímých nákladů na jednotku skladových zásob.

Více (Waters, 2003, stránky 48 - 49) a ČUS (č.707, 2016)

1.3 Náklady spojené s držením zásob a důvody k jejich řízení

S držením zásob jsou spojeny značné náklady, což je důvod, proč je potřebné jejich celkovou hodnotu minimalizovat. Nákladů je celá řada jedná se např. o:

- *jednotkovou cenu* – stanovenou dle zvolené oceňovací metody,
- *transakční náklady objednávky* – bylo by nesprávné počítat pouze s cenou za dopravu, vytvoření objednávky zabere určitý čas, jsou k tomu potřeba telekomunikační prostředky atd.,
- *skladovací náklady* – zahrnují náklady na financování skladových položek, náklady na skladovací prostory, vybavení, úložné nádoby a palety, pojištění, přesuny, administraci, pojištění a případné ztráty, vyznačují se velkou variabilitou a mohou tvořit 19 až 35 % jednotkové ceny ročně,

- *náklady nedostatku* – těžko vyčíslitelné, pokud organizace nemá dostatek položek určitého zboží skladem, nemusí být schopna uspokojit poptávku, nese náklady ušlé příležitosti, může ale také platit smluvní pokutu, ztratit pozici na trhu atd.

Více např. (Waters, 2003, stránky 52 - 53)

1.3.1 Stav zásob

V ideálním světě by údaj o okamžité zásobě byl vždy znám, ve skutečnosti tomu tak zpravidla není. Okamžitá zásoba nemusí odpovídat počtu skladových položek z několika důvodů. Nejčastěji je rozdíl tvořen nejruznějšími chybami, a to ať na straně dodavatelů, tak při vyskladňování. Dále se může část skladových položek vlivem nevhodného skladování znehodnotit nebo ztratit. Tyto rozdíly je možné kvantifikovat při inventuře, ale ta zpravidla probíhá jen jednou nebo párkrát za rok.

Dále je nutné rozlišovat mezi fyzickou zásobou a zásobou disponibilní.

Fyzická zásoba představuje skutečný počet skladových položek, který je v daném místě k dispozici.

Disponibilní zásoba zohledňuje, kolik kusů je již objednáno a kolik naopak rezervováno. Disponibilní zásoba se zmenšuje již objednávkou odběratele nebo naopak zvyšuje při očekávané dodávce zboží.

Pro vyhodnocení vázanosti finančních prostředků v zásobách je klíčová průměrná fyzická zásoba, která se vypočte ze zůstatků jednotlivých skladových položek k určitým časovým úsekům, např. pro jeden kalendářní rok.

Rychlost obratu n_0 , lze pro potřebu zásoby P a průměrnou fyzickou zásobu Z zapsat:

$$n_0 = \frac{P}{Z}$$

Rovnice 1 Rychlost obratu zásoby

Dále dobu obratu t_0 vypočteme

$$t_0 = \frac{365 \times Z_0}{P}$$

Rovnice 2 Doba obratu zásoby

(Horáková Helena, 1998, stránky 80 - 83)

1.3.2 Klasifikace druhů zásob

Existuje mnoho komplementárních způsobů klasifikace zásob. Každý je užitečný pro něco jiného, a plní svůj specifický účel. Od základních druhů klasifikace procesu výroby až po specifické typy zásob pro určení nejvhodnějšího logistického modelu.

1.3.3 Základní druhy zásob (výrobní proces)

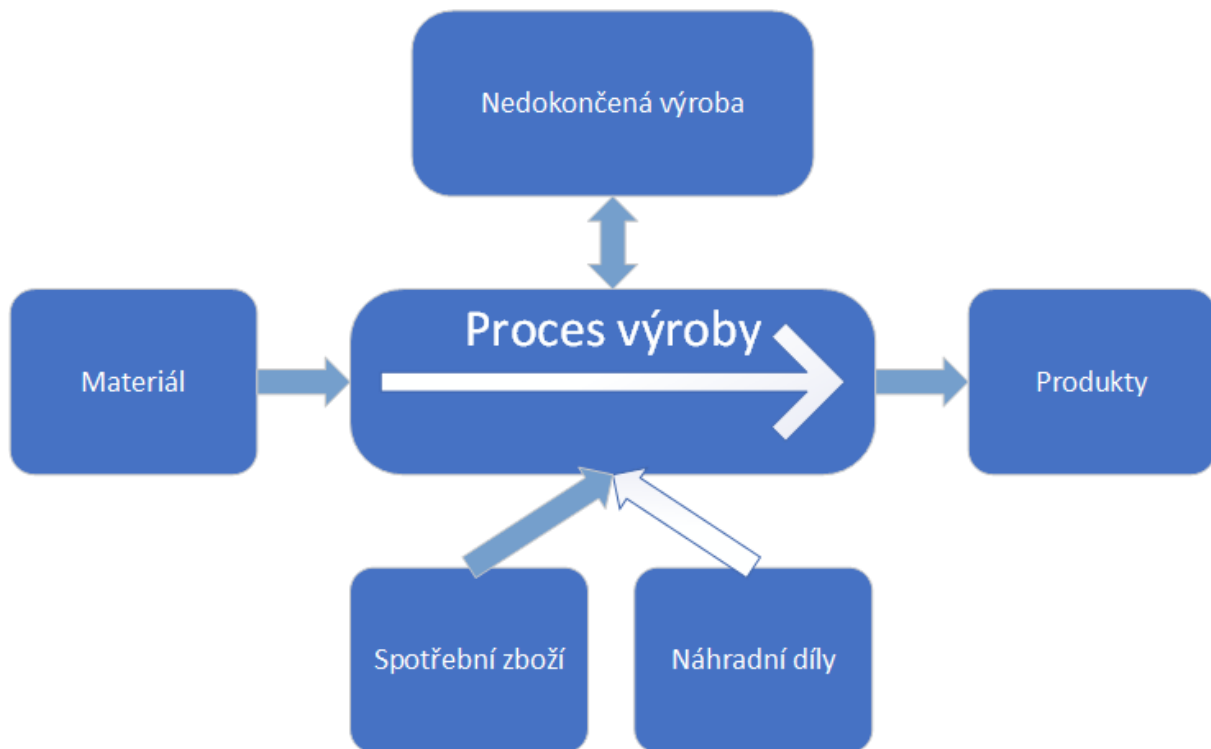
Existuje celá řada třídění a klasifikace skladových položek. Typicky jsou rozlišovány alespoň tyto typy:

- *materiál*, zásoby určené k dalšímu zpracování,
- *nedokončená výroba* – materiál, který byl již určitým způsobem opracován, ale není připraven k prodeji, byl znovu „naskladněn, např. kvůli technologické přestávce,
- *produkty* – dokončené produkty společnosti určené k prodeji.

Rozdělení jen na tyto tři kategorie je pro většinu firem příliš hrubé a je proto dále doplňováno o alespoň další dvě kategorie:

- náhradní díly,
- *spotřební zboží* (mazací oleje, drobné kancelářské potřeby, čistý papír atd.)

Příslušnost do jednotlivých kategorií je vždy nutné vyhodnocovat z pohledu určité konkrétní společnosti. Spediční společnost bude zásobu oleje brát jako materiál, ale rafinerie bude většinu oleje ve svých skladech klasifikovat jako produkt určený k prodeji. Dále dochází v rámci běžného procesu ve firmě k překvalifikaci jednotlivých typů zásob. Viz obrázek níže (Waters, 2003, str. 25)



Obrázek 4 typy zásob – proces (vlastní zpracování a (Waters, 2003, str. 10))

Jak je z obrázku zřejmé, proces klasifikace zásob je proces dynamický. Zásoby jsou překlasifikovávány opakovaně. Materiál je ve výrobě dále zpracováván. Nedokončená výroba může být několikrát zařazena a opět vyřazena z výroby. Při výrobě je spotřebováváno spotřební zboží, které ale zpravidla není možné na rozdíl od materiálu přiřadit ke konkrétnímu výrobku. Ve výjimečných případech může být potřeba využít také náhradní díly.

1.3.4 Klasifikace zásob dle použitelnosti

- **Použitelné zásoby** – takové zásoby, u kterých je racionální předpokládat, že je bude možné v budoucnu využít,
- **Nepoužitelné zásoby** – existuje předpoklad, že zásoby nebude možné v budoucnu již využít, protože zásoby například znehodnotily povětrnostní vlivy nebo zastaraly. Je ekonomicky výhodné takové zásoby vyřadit a prodat nebo jinak zlikvidovat, protože i když tento úkon může přinést jednorázovou ztrátu, uvolní likvidace místo na skladě a sníží náklady spojené se skladováním zásob.

Více viz (Horáková Helena, 1998, str. 76)

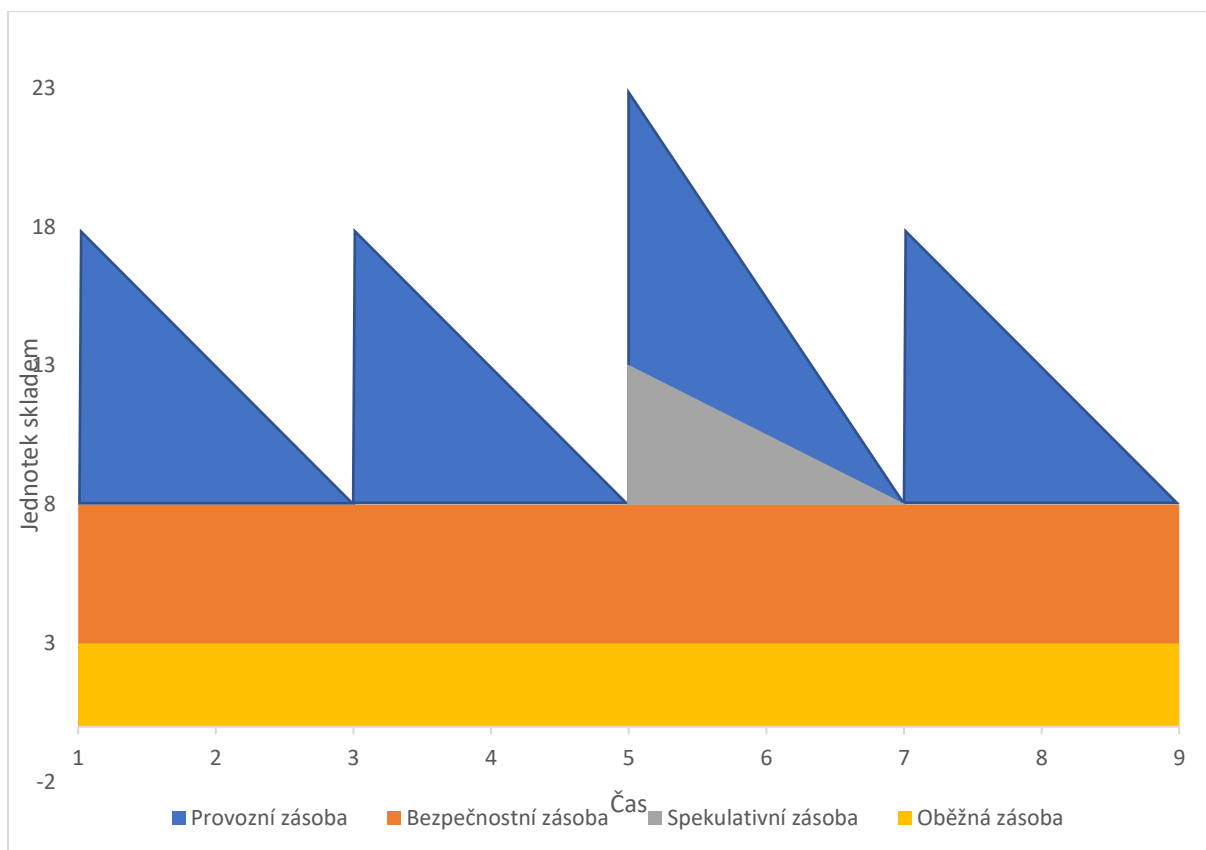
1.3.5 Typy zásob podle typu skladu

V rámci každé firmy existuje několik typů skladů. Část zásob je držena v centrálním skladě, ale protože by nebylo praktické každou jednotlivou položku vyskladňovat z tohoto skladu tvoří se ve firmě více druhů jednotlivých zásob. Na základě toho je dle Rusthona klasifikovat takto:

- *materiál, komponenty, obalový materiál* – tento typ zásob je využíván převážně ve výrobě,
- *nedokončená výroba* – část zásob, která byla již částečně opracována, ale není připravena k prodeji a čeká na další výrobní procesy,
- *produkty* – dokončené výrobky společnosti, které jsou připraveny k prodeji,
- *zboží na cestě* - zboží, které je dodáváno na jednotlivé provozovny, prodejny nebo již konkrétním zákazníkům,
- *zboží na prodejnách* – zboží na jednotlivých prodejnách,
- *náhradní díly* – speciální kategorie, která se typicky dále dělí na:
 - *spotřební zboží* – matky, šrouby, těsnění,
 - *pravidelný servis* – motorový olej, rozvody, klínové řemeny.

Dále lze zásoby dělit na

- *provozní zásoba* – zásoba v jednotlivých provozovnách,
- *oběžnou zásoba* – zásoba absorbovaná v rámci provozního cyklu,
- *bezpečnostní zásoba* – hranice stanovující minimum, při kterém musí být zásoba neprodleně navýšena,
- *spekulativní zásoba* – zásoba nakoupená v rámci spekulací např. kvůli očekávanému nárůstu ceny sezónního zboží.



Obrázek 5 typy zásob – vývoj v čase (vlastní zpracování)

Více viz (Rushton, Croucher, & Baker, 2010, stránky 175-176)

Podnik drží oběžnou zásobu na úrovni 0 až 3 jednotek, pokud oběžná zásoba klesne na nulu, dále podnik drží 5 jednotek bezpečnostní zásoby. Nová objednávka je tvořena vždy ve chvíli, kdy poklesne stav skladových jednotek na 8. Objednává se vždy 10 kusů. Dále může podnik tvořit spekulativní zásobu, například pokud se zboží vyznačuje určitou sezónností. V tomto případě například v pátém období vytvořil podnik objednávku na 13 jednotek namísto obvyklých 10, protože předpokládal, že poptávka v následujících dvou obdobích bude vyšší.

Sezónní zásoba může mít různý charakter. Například musí být postupně vytvářena, aby bylo možné uspokojit sezónní nárůst poptávky v určité části roku. V neposlední řadě společnosti evidují také zásobu havarijní. ² (Gustav & Vávrová, 2007, str. 121)

² Ta není v obrázku zobrazena.

1.4 Organizační struktury logistických center

Logistika je ze své podstaty multidisciplinární obor, protože musí zajistit zásobování celé organizace a všech jejích částí. Navíc i požadavky na jednotlivé procesy jsou značné

Na základě výrobního plánu je nutné objednat dostatečné množství surovin nebo součástek nakupovaných od třetích stran, ale zároveň musí být výrobní plán sestavován tak, aby byl logisticky zvládnutelný. Podobně je potřeba sladit výdej prodaných výrobků s časem, který je potřeba pro výrobu. Dalším faktorem je samotné uspořádání skladu, které musí být funkční jak z pohledu výroby, tak logistiky.

Podobná situace nastává u interakce s marketingem. Balení musí zároveň odpovídat požadavkům marketingových expertů, ale být i dostatečně odolné a kompaktní tak, aby nezvedalo náklady na skladování a dopravu.

V našem zjednodušeném pohledu je třetí stranou celého procesu finanční oddělení, které na jedné straně hledá, jak zásoby financovat a současně jak je možné zásoby snížit. S rostoucím objemem zásob se zvyšují náklady na financování a rostou také rizika s tím spojená. V neposlední řadě je pak třeba nějakým způsobem rozdělit náklady logistického oddělení mezi výnosová střediska. Tento problém je často spíše politický než finanční, protože je téměř nemožné najít klíč, kterým by bylo toto rozdělení bezproblémově provést.

Schematicky lze výše popsané vztahy znázornit zhruba takto:



Obrázek 6 Interakce logistiky ve společnosti (vlastní zpracování)

1.5 Materiálně technické zabezpečení

V rámci Společnosti je logistika řízena přes středisko Materiálně technické zabezpečení (MTZ), které zajišťuje zásobování výrobě, stavebním projektům a vyřizuje objednávky zákazníků.

1.6 Optimalizace skladových zásob

Optimalizace skladových zásob je složitý problém, který řeší mnoho protichůdných požadavků. Marketingové oddělení vyžaduje co nejširší sortiment nabízeného zboží a nejkratší dodací lhůty. Controllingové oddělení vyžaduje, aby MTZ mělo co nejnižší náklady a dodržovalo stanovený plán nákladů. Při vyvažování takto protichůdných požadavků je nutné počítat s nepředvídatelnou poptávkou ze strany zákazníků, aktuálními možnostmi dodávek z výroby, s řádným a bezpečným uložením atd.

Proto existuje nepřeberné množství modelů zohledňujících nejrůznější typy poptávky po zásobách, způsobů objednávání apod. V praxi se nicméně ukazuje, že je obtížné i za pomoci velmi sofistikovaných metod přesně odhadnout poptávku, a naopak že vývoj mezních nákladů za další uloženou nebo chybějící jednotku na skladě je relativně plochý a úspory pramenící z využití sofistikovanějších metod mohou být za určitých podmínek nízké.

V případě Společnosti nejsou modely pro řízení skladových zásob vůbec využívány. Společnost se spoléhá na expertní odhady, což je běžná praxe, ale za určitých podmínek může být tento způsob značně neefektivní. Zpravidla povede k nastavení zbytečně vysokých skladových zásob, které budou neúměrně nákladné.

Dále je také velice náročné posuzovat každou skladovou položku zvlášť a vyhodnocovat vhodnost jednotlivých typů logistických modelů. Největší péči je proto vhodné věnovat jednotkám z určitého úhlu pohledu nejdůležitějším.

V rámci většiny modelů pro optimalizaci skladových zásob jsou řešeny tři základní otázky:

1. které položky držet na skladě,
2. kdy vytvářet novou objednávku,
3. jak má být jedna objednávka velká?

1.6.1 Které položky držet na skladě?

Držení skladových položek je nákladné, a proto je třeba jejich objem, pokud možno minimalizovat. Je nutné udržovat stavy existujících skladových položek na rozumné úrovni. Zbytečně nepřidávat nové skladové položky. Sklad pravidelně čistit od nepotřebných položek, které jen zabírají místo. Tato otázka je řešena zpravidla nepřímou a není součástí základních modelů pro řízení skladových zásob.

1.6.2 Kdy objednávat nové položky?

První možností je zadávat nové objednávky periodicky – po uplynutí určitého času překontrolujeme stav položky skladem a v případě zjištění nedostatku této položky objednat další. Objednávané množství zhruba odpovídá prodaným položkám a předpokládané poptávce. Další možností je průběžná kontrola stavu skladových položek a v případě dosažení dolní meze objednání předem stanoveného objemu položek nových. Výkyvy v poptávce jsou kompenzovány častějšími objednávkami. Třetí možností je přizpůsobení skladové zásoby odhadnutelné poptávce (Vánoce, zakázka velkého rozsahu atd.).

1.6.3 Kolik máme v rámci jedné objednávky objednávat jednotek?

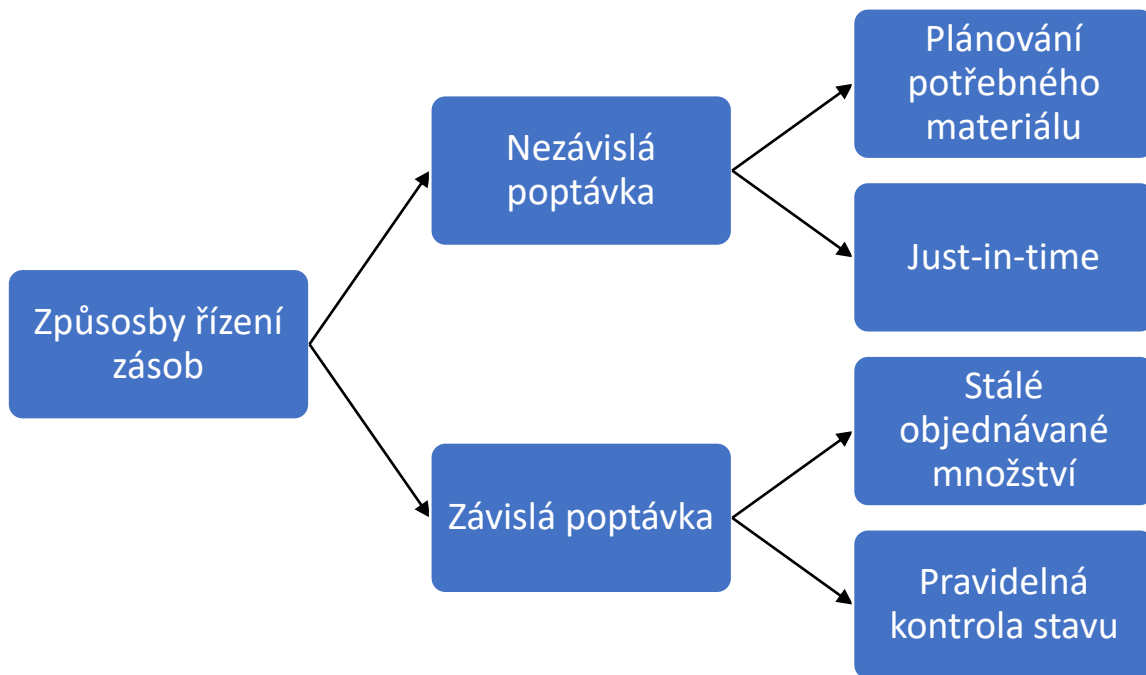
Tvořením velkých objednávek je možné snížit náklady spojené s dopravou, ale zároveň velké objednávky zvyšují průměrné množství položek na skladě, a tedy i množství vázaného kapitálu. Je proto nutné hledat optimum mezi dvěma extrémy.

1.7 Typy poptávky

Všechny výše zmíněné otázky mají společnou vazbu na poptávku. Odhad poptávky je pro správnou optimalizaci skladových zásob klíčový.

Existují dva základní typy poptávky:

- Závislá poptávka – taková poptávka je závislá na ostatních položkách na skladě. Jedná se například o skladové položky prodávané v tzv. sestavách nebo jiné komplementy ve spotřebě.
- Nezávislá poptávka – poptávka po skladové položce není závislá na jiných položkách. Skládá se z mnoha individuálních poptávek jednotlivých zákazníků.



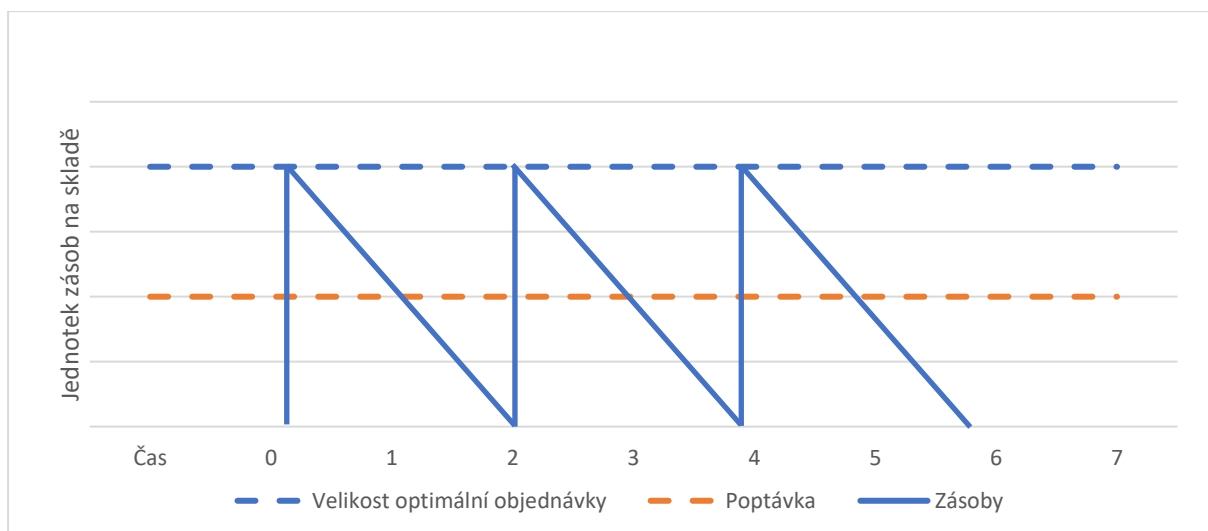
Obrázek 7 Základní typy řízení zásob převzato z (Waters, 2003, str. 58)

1.8 Ekonomická velikost objednávky

Ekonomická velikost objednávky (EOQ – economic order quantity) je model zjednodušeného systému řízení zásob. Je to jeden z nejvíce používaných modelů. Poprvé byl formulován F. Harrisem nebo jeho asistenty (Harris, 1915, stránky 48 - 52)

Model pracuje s následujícími zjednodušeními:

- poptávka je předem známa a je konstantní v čase,
- ceny jsou známy a nemění se,
- krátkodobý nedostatek není povolen,
- objednávky jsou okamžité,
- není možné objednávat více položek zároveň,
- velikost objednávky neovlivňuje cenu,
- každá dodávka je realizována v rámci jedné transakce.



Obrázek 8 Economic Order Quantity (vlastní zpracování)

Model nepočítá s tím, že by docházelo k nedostatku, proto jsou zásoby vždy minimálně 0. Naskladnění probíhá přesně ve chvíli, kdy je vytvořena objednávka, není proto nutné držet bezpečnostní rezervu. Poptávka je konstantní. Čas mezi jednotlivými objednávkami je také stále stejný.

Model hledá za těchto podmínek takovou velikost a frekvenci objednávky, kdy jsou celkové náklady nejnižší. Výsledný vztah lze popsat:

$$Q_o = \sqrt{\frac{2 \times RC \times D}{HC}}$$

Rovnice 3 Economic order quantity – velikost optimální objednávky

Kde:

Q_o – optimální velikost objednávky, RC – náklady objednání, D – poptávka, HC – náklady skladování.

Celkové náklady v modelu odpovídají:

$$TC = UC \times D + \frac{RC \times D}{Q} + \frac{HC \times Q}{2}$$

Rovnice 4 Economic Order quantity – celkové náklady

Kde:

TC – celkové náklady, UC – jednotkové náklady, Q – počet kusů v jedné objednávce.

Q_0 je jediná část vzorce, kterou má podnik plně pod kontrolou. Nastavená velikost určuje, jak často bude podnik vytvářet objednávky a v závislosti na poptávce i velikost průměrné zásoby.

Zjednodušující model EOQ je pro některé společnosti nedostačující, protože neodpovídá v předpokladech skutečnosti, proto existuje celá řada modelů komplexnějších, které lépe vystihují konkrétním požadavky společnosti.

1.9 Modely pro známou poptávku

Existuje nepřeberné množství modelů pro známou poptávku. V této podkapitole budou zmíněny pouze ty nejvyužívanější.

Modely pro známou poptávku vycházejí z předpokladu, že proměnné jsou jisté a známé. Mluvíme také o deterministických modelech řízení zásob. Dále pak rozvíjí tento jednoduchý model a odstraňují některé příliš zjednodušující předpoklady.

1.9.1 Proměnlivé ceny

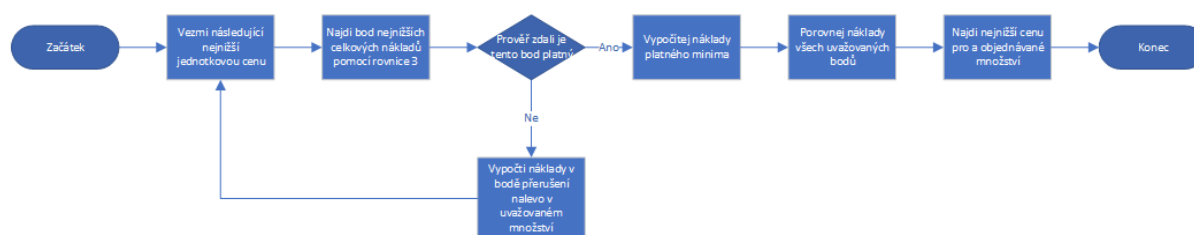
Jedná se např. o model pracující s proměnlivými cenami. Objednáním většího množství zboží najednou je možné dosáhnout množstevní slevy. Jednotková cena se s rostoucím objednaným množstvím snižuje a naopak.

V takovém případě je křivka pro optimální objednané množství složena z více křivek se schody v místech, kdy dochází ke změně jednotkové ceny. Při kalkulaci objednaného množství vyjdeme z kalkulace optimálního množství EOQ a vždy ověříme, zdali jsou pro dané množství celkové náklady minimální a zároveň, zdali se nacházíme na křivce, která je vypočtena na základě ceny pro konkrétní množství.

Musíme rozlišovat mezi minimem nákladů, které je odpovídající danému objednanému množství a vyloučit minima, která odpovídají objednaným množstvím vyšším nebo nižším.

(Waters, 2003, stránky 100-103)

Algoritmus lze schematicky zapsat takto:



Obrázek 9 Vývojový diagram – nejnižší cena převzato z (Waters, 2003, str. 103) a vlastní zpracování

Cena se snižuje s objednávaným množstvím, ale její výše je podmíněna celkovou velikostí objednávky. Při hledání optimální velikosti objednávky je tedy nutné opakovaně prověřovat, zdali velikost objednávky koresponduje s cenou pro dané množství a zdali se nacházíme v minimu celkových nákladů. Vypočteme optimální množství pro jednotlivé ceny a prověříme, zda při objednávaném množství dosáhneme na konkrétní cenu.

1.9.2 Proměnlivé náklady

Podobným způsobem se dají do kalkulace zahrnout rostoucí náklady na dopravu. Vytvoříme kalkulace pro všechny ceny dopravy a zvolíme množství s nejnižšími náklady a zároveň odpovídající dopravovanému množství. (Waters, 2003, str. 110)

1.9.3 Konstantní míra produkce

V případě, že existuje konstantní omezená míra produkce, je velice vzácné, že poptávka přesně odpovídá produkci, a to jak v množství, tak čase. Je proto nutné držet určité množství těchto výrobků na skladě, aby bylo možné výkyvy v poptávce uspokojovat. Pokud je dlouhodobě poptávka vyšší, je nutné navýšit míru produkce nebo zvednout cenu. Pokud je naopak dlouhodobě nižší, je nutné začít vyrábět něco jiného, protože hromadění skladových zásob je v tomto případě dále neekonomické. Výpočet optimální velikosti skladové zásoby je velmi podobný jako v případě EOQ, výsledný vztah pro velikost skladové zásoby je:

$$Q_o = \sqrt{\frac{2 \times RC \times D}{HC}} \times \sqrt{\frac{P}{P - D}}$$

Rovnice 5 Optimální skladová zásoba pro konstantní produkci

Kde Q_o – optimální velikost zásob, RC – náklady objednání, D – poptávka, HC – náklady skladování, P – míra produkce a D – poptávka.

V momentě dosažení Q_o dochází k přerušení produkce. Produkce je opětovně zahájena, když zásoba klesne na úroveň minima. Více (Waters, 2003, stránky 113 - 115)

1.9.4 Ztráty z neuspokojené poptávky

Pokud zákazník není na dodání zboží, které není „skladem“, ochoten čekat, má firma z takto neuspokojené poptávky ztráty. Pokud jsou zisky z takovýchto prodejů menší než náklady na vytvoření další objednávky a držení dodatečné skladové zásoby, může pro firmu ekonomicky výhodné část poptávky neuspokojovat a pracovat s plánovaným nedostatkem.

Pro potřeby této práce budeme u tohoto modelu dále předpokládat, že je dodávka okamžitá.

$$Q_o = \sqrt{\frac{2 \times RC \times D \times (HC + SC)}{HC \times SC}}$$

Rovnice 6 Optimální velikost objednávky a dovolené nedostatky

$$T_o = \sqrt{\frac{2 \times RC \times D \times HC}{SC \times (SC + HC)}}$$

Rovnice 7 Velikost nedostatku za období

$$T_1 = \frac{Q_o - T_o}{D}$$

$$T_2 = \frac{T_o}{D}$$

$$T = T_1 + T_2$$

Rovnice 8 Doba jedné periody

Kde Q_o velikost jedné objednávky, T_o velikost nedostatku v jedné periodě, T_1 doba, než se vyčerpá jedna objednávka, T_2 doba kdy v periodě trvá nedostatek a T celková doba nedostatku.

1.9.5 Další možné vlastnosti zásob

Dalším krokem v omezení vstupních podmínek a vytvořením realističtějších modelů je promítnutí nejrůznějších omezení, které se k jednotlivým skladovým položkám váží. Může se jednat o prodej skladových položek v sestavách. Objednávání většího množství položek od stejného dodavatele. Maximální kapacity dodávek, které může být za určitou dobu zpracováno apod. Dalším omezením může být maximální kapacita skladů nebo maximální množství vázaných prostředků v zásobách.

1.10 Modely pracující s nejistotou

Při řízení zásob je třeba pracovat s různou mírou nejistoty v jednotlivých činnostech, kterými se řízení zásob zabývá. Nejistota je způsobena variabilitou, kterou jsou jednotlivé faktory charakterizovány.

Z pohledu obchodní společnosti se jedná zejména o nejistotu v poptávce zákazníků, která je ovlivňována faktory, které nemohou společnosti sledovat ani ovlivnit. Dále se nejistota projevuje v konečné délce dodání jednotlivých objednávek apod.

U nejistých proměnných sice neznáme dopředu jejich hodnotu, ale můžeme vycházet z předpokladu, že bude odpovídat určitému pravděpodobnostnímu rozdělení.

Tradičním způsobem, jak se s nejistotou vypořádat, bylo nastavení norem, které definovaly určitý interval přijatelnosti. Problémem tohoto přístupu bylo to, že se nezaměřoval na příčinu nejistoty, ale až na důsledek.

Za metodologicky správnější přístup k řízení nejistoty je pokládáno řízení a regulace variability, tedy vytvoření takových podmínek, které vedou k co nejnižším odchylkám v kvalitě a dostupnosti výrobků a služeb.

Tento přístup selhává v případě, že míru nejistoty organizace nemůže u určitého jevu ovlivnit. Typickým příkladem je nejistota ve velikosti poptávky, ceny pořizovaného zboží a materiálu. Dalším problémem jsou politicko-sociologické a přírodní jevy, které mají na konečné fungování logistiky v organizaci klíčový vliv, ale jsou zcela mimo kontrolu společnosti.

Mezi nejisté veličiny, které společnosti nemají pod kontrolou jsou typicky řazeny:

- poptávka složená z mnoha individuálních objednávek, individuální objednávky podléhají neznámým faktorům,
- ceny zboží a materiálu, ale např. i dopravné apod.,
- dodací lhůty při objednávání ale i při dodání, vliv mohou hrát také živelné katastrofy, kvalita dopravní infrastruktury atd.

V konečném důsledku jsou pro modely založené na pravděpodobnosti nejdůležitější dodací lhůty, protože variabilitu poptávky je možné pokrýt větší nebo dřívější objednávkou. V případě, že dojde k neočekávanému prodloužení dodací lhůty, může zatím dojít k vyčerpání skladových zásob, které ale není možné již nijak vykrýt. Lze proto říci, že nejdůležitějším faktorem pro řízení zásob je variabilita dodacích lhůt.

(Waters, 2003, stránky 147-149)

1.10.1 Nejistota v poptávce – základní model pro diskrétní veličiny

Rozlišujeme dva základní modely poptávky, krátkodobé a dlouhodobé. Modely pro známou poptávku se snažily minimalizovat náklady v dlouhém období. Jednotlivými periodami a případnými výkyvy se nezabývaly. Ve skutečnosti ale dochází velmi často k tomu, že poptávka se v čase mění. Kdybychom se řídili pouze její dlouhodobou průměrnou podobou, docházelo by v sezónních špičkách k nedostatkům. Naopak mimo sezónu bychom drželi zbytečně vysokou zásobu, která bude využita až za nějaký čas.

Marginální analýzou můžeme dospět ke vztahu:

$$Pp(D \geq Qo) > \frac{UC - SV}{SP - SV} > Pp(D \geq Qo + 1).$$

Rovnice 9 Nejistá poptávka

Kde: Pp – pravděpodobnost, D – poptávka, Qo – objednávané množství, UC – jednotkový náklad, SV – výnosy v případě prodeje do šrotu a SP – prodejní cena.

Zápis odpovídá maximu funkce marginálních výnosů. Vycházíme z toho, že s rostoucím nakupovaným množstvím klesá pravděpodobnost, že bude možné vše prodat a část skladových zásob bude nutné prodat jako šrot. Důležitým předpokladem je, že známe pravděpodobnostní rozdělení poptávky a poptávka je spojitá.

(Waters, 2003, stránky 154-159)

1.10.2 Nejistota v poptávce – krátkodobé nedostatky

Tento model vychází z modelu uvedeného výše, rozšiřuje ho o povolené krátkodobé nedostatky. Dalšími předpoklady jsou relativně nízká skladová zásoba a její obnovování vždy až ve chvíli, kdy jsou skladové zásoby již využity. Tento přístup je vhodný např. pro zásobu náhradních dílů.

Vztah lze vyjádřit takto:

$$Pp(D \leq Ao) \geq \frac{SC}{HC + SC} \geq Pp(D \leq Ao - 1).$$

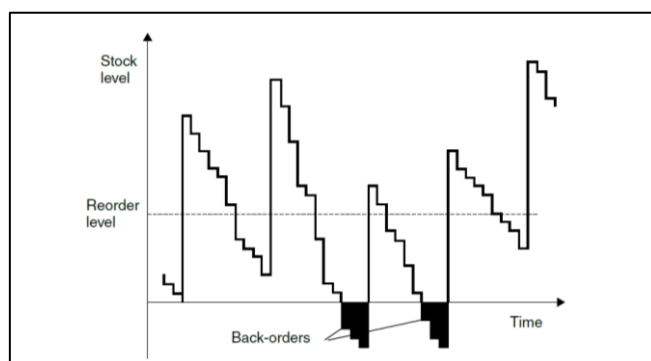
Rovnice 10 Nejistá poptávka a nedostatky

Kde D – poptávka, Ao – průměrná objednávka, SC – náklady nedostatku, HC – skladovací náklady.

Problém tohoto modelu je, že není snadné určit náklady nedostatku. V některých případech by bylo možné vyjít například ze smluvních pokut, kterými si odběratel váže dodavatele, který je po určitou dobu zavázán zajišťovat servis dodaného zboží.

(Waters, 2003, stránky 160 - 164)

1.10.3 Ekonomická velikost objednávky pro diskrétní poptávku a povolené nedostatky



Rovnice 11 Ekonomická velikost objednávek a nedostatky (Waters, 2003, str. 166)

Stejně tak jako u modelu pro spojitou poptávku bez povolených nedostatků dochází k postupným poklesům skladové zásoby, ty jsou ale na rozdíl od modelů se spojitou poptávkou skokové, podobně jako dodávky. Rozdíl mezi poptávkou a dodávkami je jen ve velikosti jednotlivých transakcí. Model níže rovnou pracuje s předpokladem, že část poptávky krátkodobě nemusíme být schopni pokrýt. V tomto případě bude zboží dodávat až na objednávku, respektive ve chvíli, kdy objednané zboží naskladníme.

Úpravami dostaneme dva ekvivalentní vztahy:

$$Q = \sqrt{\frac{2 \times D}{HC} \left[RC + SC \times \sum_{D=ROL}^{\infty} (D - ROL) \times Pp(D) \right]}$$

$$\frac{HC \times Q}{SC \times D} = \sum_{D=ROL}^{\infty} Pp(D).$$

Rovnice 12 Ekonomická velikost objednávky pro diskrétní poptávky a povolené nedostatky

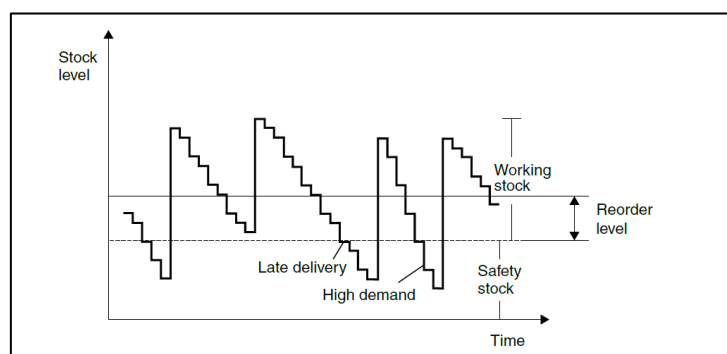
Kde: Q – optimální velikost objednávky, D – poptávka, HC – skladovací náklady, RC – náklady dodávky, SC – náklady nedostatku, ROL – úroveň vytvoření nové objednávky, Pp – pravděpodobnost.

Při výpočtu je vhodné použít ekonomickou velikost objednávky jako výchozí hodnotu Q a pak iterativním způsobem odhadnou optimální hodnotu ROL a Q

(Waters, 2003, stránky 166-167)

1.10.4 Minimální úroveň služby (Service Level)

Jiný metodologický přístup je stanovení minimální úrovně služby. V tomto případě je stanovena kvóta, že například 95 % objednávek musí vždy být obslouženo ze skladových zásob a 5 % jich může být obslouženo až na objednávku.



Rovnice 13 Minimální úroveň poskytované služby převzato z (Waters, 2003, str. 171)

V návaznosti na hodnoty těchto veličin stanovíme tři úrovně zásob – pracovní, objednávací a bezpečnostní.

Pracovní zásoba pokrývá poptávku na stanovené minimální úrovni. Objednávací zásoba slouží jako zásobník v případě zdržení objednávky a bezpečnostní zásoba vykrývá neobvykle vysokou poptávku.

Za předpokladu, že je odchylka dodací lhůty a poptávky normální, lze stanovit úroveň vytvoření objednávky takto:

$$ROL = LT \times D + Z \times \sigma \times \sqrt{LT}.$$

Rovnice 14 úroveň vytvoření objednávky pro jisté dodací lhůty

Kde: ROL – úroveň vytvoření objednávky, LT – dodací lhůta, D – poptávka, Z – z hodnota kvantilu normálního rozdělení, σ – směrodatná odchylka poptávky.

(Waters, 2003, stránky 170-175)

Pokud bychom počítali s nejistotou v dodacích lhůtách i poptávce, museli bychom do výpočtu zahrnout směrodatnou odchylku dodacích lhůt σ_{LT} a směrodatnou odchylku poptávky σ_D a vypočítat směrodatnou odchylku celého systému σ_{LTD} :

$$\sigma_{LTD} = \sqrt{LT \times \sigma_D^2 + D^2 \times \sigma_{LT}^2}.$$

Rovnice 15 směrodatná odchylka při nejistotě v dodacích lhůtách

1.11 Analýza ABC a její využití

Výběr vhodného modelu je náročný proces a zpravidla není ekonomicky výhodné věnovat se výběru modelu pro každou jednotlivou skladovou položku. Navíc je křivka nejnižších nákladů kolem optima relativně plochá a není tedy nezbytně nutné přesně znát optimální skladové množství u položek, které tvoří malou část skladových zásob a společnost na nich není příliš závislá.

ABC analýza může posloužit jako užitečný metodologický nástroj, jak tuto selekci provést. Tento relativně jednoduchý přístup, založený na *Paretově pravidlu*.³ Vede k rozdělení skladových položek na nejdůležitější, méně důležité a skladové položky ostatní. Rozdělení je provedeno na základě

³ Paretovo pravidlo je ekonomická zákonitost, které říká, že 20 % příčin způsobuje 80 % výsledků, prvně formulováno v (Pareto, 1897).

vybrané rozhodné veličiny, kterou může být např. obrat tvořený položkou, nebo podíl hodnoty skladové položky na celkové hodnotě zásob. Může se také jednat o kombinaci více rozhodných kritérií.

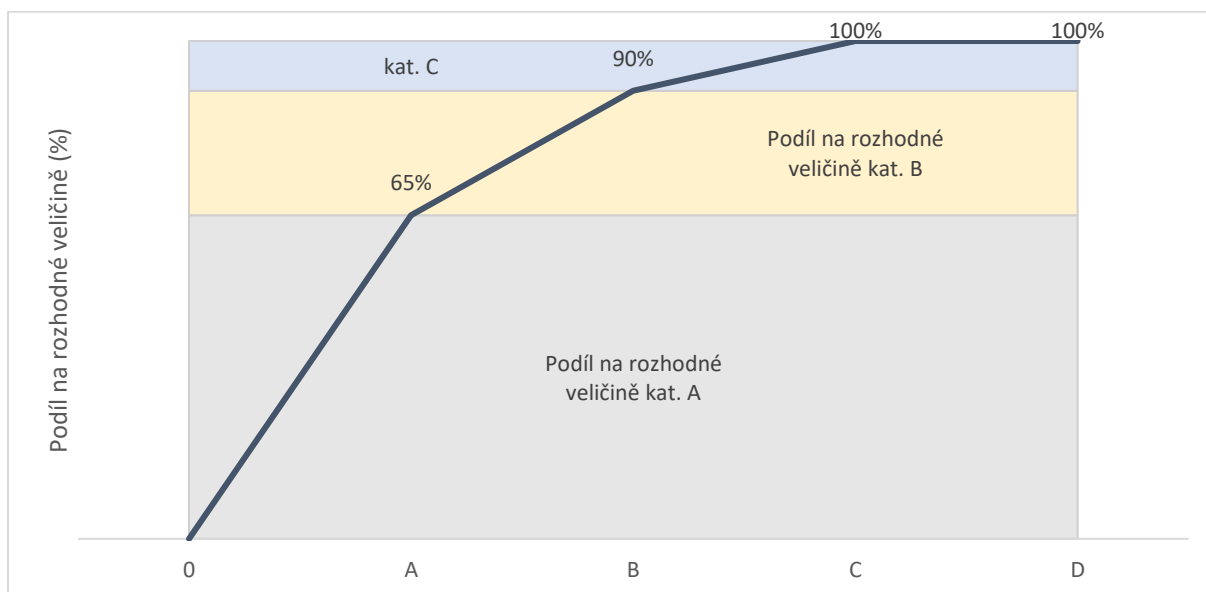
(Horáková & Kubát, 1999, str. 192) argumentují, že pro rozdělení do jednotlivých kategorií je vhodné využít celkové náklady nebo výnosy spojené s konkrétní skladovou položkou za rok, dále namítá, že není vhodné využívat průměrný stav položky na skladě, protože tento úhel pohledu nijak nepracuje s případně špatně nastavenou hodnotou bezpečnostní rezervy na skladě a nutným vlivem na průměrný stav takovéto položky. V tomto se rozchází s Líbalem (Líbal & Kubát, 1994), který považuje využití průměrného stavu za vhodné.

Důležité je dle mého názoru vždy zvážit celkovou efektivitu fungování skladového hospodářství. Pokud je možné předpokládat, že jsou skladové zásoby přiměřené a nevznikají přebytečné nevyužitelné zásoby, je možné využít pro kategorizaci i průměrný stav zásob. Pokud naopak vznikají nevyužitelné zásoby, je tento přístup nevhodný. Dalším faktorem je typ samotných zásob, protože zásoba klíčového náhradního dílu může být velmi vysoká, přesto bude vytvářet pouze malý obrat. Naopak zásoba rychloobrátkového zboží, které je sice velmi důležité, co se pohledu přes obrat týká, se může jevit při pohledu přes průměrný stav jako málo významná. Pohled jen přes obrat nebo jen přes průměrnou zásobu v tomto případě nedokáže odhalit důležitost jednotlivých položek.

(Bartmann & Beckmann, 1992, str. 12) navrhuje pro klasifikaci využít objem prodeje měřený pomocí kupní, a nikoliv podle prodejní ceny.

Autoři se nicméně shodují na tom, že délka období pro rozdělení do jednotlivých skupin by měla být 12 měsíců, protože se tím vyloučí sezónní vlivy, které by v případě kratšího období rozhodování zkreslovaly.

1.11.1 Lorenzova křivka



Obrázek 10 Lorenzova křivka (Vlastní zpracování)

Při zobrazení pomocí Lorenzovi křivky může vypadat rozložení jednotlivých kategorií a jejich podílů zhruba takto.

Největší podíl má kategorie A, menší ale pořád důležitou část zastává kategorie B. Nejmenší podíl má kategorie C:

U celkového počtu položek je ale situace opačná, skladových položek v kategorii A je nejméně, a naopak položek v kategorii C nejvíce.

1.11.2 Skupina A kritické položky

Tyto položky zpravidla tvoří mezi 65 % až 80 % kumulované rozhodné veličiny, ale představují pouze 15 % až 20 % celkových zásob. Položky lze z pohledu vybrané rozhodné veličiny považovat za kritické a je vhodné využívat pro jejich řízení nejsložitější metody. Je nutné přesně sledovat dodací lhůty, plánovanou spotřebu a často také provádět inventuru velikosti skutečné zásoby.

1.11.3 Skupina B

Tyto položky jsou v porovnání s položkami ze skupiny A méně důležité. Nicméně není možné je ignorovat. Bezpečnostní rezervu je možné stanovit pomocí jednoduchého modelu nebo pomocí expertního odhadu. Objednací interval může být cca. týden až čtrnáct dní.

1.11.4 Skupina C

Tyto položky jsou nejméně důležité. Bezpečnostní zásobu lze určit pomocí aritmetického průměru a inventarizace může probíhat pouze na roční bázi. Důležité je zde monitorovat zásoby nepotřebné, tedy takové, které vykazují velmi malou aktivitu a ukazuje se vhodnější, než je dále držet skladem, je prodat nebo sešrotovat, aby se uvolnilo místo dalším položkám.

Dalším aspektem pak je, jak do budoucna zabránit tomu, aby k tvorbě „zbytečných“ zásob docházelo. Je důležité správně nastavit zodpovědnost marketingového a logistického oddělení, které v tomto směru budou v konfliktu. Marketingové oddělení se bude zasazovat o co nejširší sortiment, kdežto logistické oddělení si při správně nastavených zodpovědnostech bude hlídat spíše náklady a nízkou úroveň zásob.

1.11.5 Další skupiny (skupina D)

Skupinu C je dále možné dle potřeby dělit. V případě Společnosti bude vytvořena ještě skupina D, která zahrnuje kmenové karty v evidenci, které ve sledovaném období nezaznamenaly žádnou aktivitu (příjem, vyskladnění ani nebyly evidovány žádné položky skladem).

1.11.6 Naznačení postupu ABC analýzy

Poř. č.	ID číslo pol.	Název	Spotřeba	Kumulovaná spotřeba	Kumulovaná % spotřeba	Datum posledního výdeje
1			$C_1 \times P_1$	$C_1 \times P_1$	$\frac{100}{\sum C \times P} \times C_1 \times P_1$	
...						
I			$C_i \times P_i$	$\sum_{k=1}^i C_k \times P_k$	$\frac{100}{\sum C \times P} \times \sum_{k=1}^i C_k \times P_k$	
N			$C_n \times P_n$	$\sum C \times P$	100	
...						
Σ			$\sum C \times P$			

Tabulka 1 Naznačení postupu ABC analýzy převzato z (Horáková Helena, 1998, str. 194)

1.12 Způsob odhadu poptávky

Odhad budoucí poptávky je pro proces řízení zásob naprosto klíčový. Zpravidla jsou pro odhad využívány statistické modely založené na historických datech, případně odvozené ze známého pravděpodobnostního rozdělení poptávky.

Odhad poptávky může být zhotovován pro různé časové úseky.

1. Dlouhodobý odhad poptávky pracuje s časovým rámcem několik let. Velký důraz na něj kladou podniky, které mají kapitál vázaný na dlouhou dobu.
2. Střednědobý odhad poptávky pracuje s časovým rámcem řádově 3 měsíce až 1 rok. Jedná se o operativní plán, který například slouží k sestavení výrobního plánu v závislosti na odhadované poptávce.
3. Krátkodobý plán – nejdetailnější, soustředí se na jednotlivé dodavatele/odběratele. Může sloužit k plánování cest jednotlivých nákladních automobilů apod.

Časový úsek, na který je odhad sestavován, určuje metodu pro modelování využitelnou. Na základě dlouhodobých odhadů jsou dělána strategická rozhodnutí, ale není možné pro odhad využít historická data, protože velmi rychle přestanou být relevantní. Zároveň je vhodné věnovat modelování určité úsilí. Naopak při plánování jednotlivých cest je možné využít model jednodušší.

Metody odhadu poptávky dělíme následujícím způsobem:



Obrázek 11 Způsoby odhadu poptávky (Waters, 2003, str. 234) a vlastní zpracování

1.12.1 Expertní a kvalitativní odhad

Kvalitativní způsoby odhadu poptávky jsou využívány ve chvíli, kdy není k dispozici dostatek historických dat nebo když se zavádí nový produkt. Metody založené na úsudku dotyčného experta a na jeho schopnosti korektně předvídat budoucnost mohou být málo spolehlivé. Velmi problematické je také vyhodnocování správnosti takových odhadů. Mezi základní metodologické přístupy lze zařadit: odhad založený na osobních zkušenostech, panelovou diskuzi, průzkumy trhu, porovnání s historií a Delphiho metodu.⁴

(Waters, 2003, stránky 229-237)

1.12.2 Kvantitativní a statistické metody

Dle způsobu odvozování očekávaných veličin dělíme přístupy k odhadu na:

1. projekční metody – založené na extrapolaci historických časových řad pomocí regresní funkce,

⁴ Panelu expertů je předložen dotazník. Odpovědi dotazníku jsou vyhodnoceny a následně jsou agregované výsledky sděleny panelu a je provedeno další dotazníkové šetření.

2. kauzální metody – založené na analýze klíčových faktorů a jejich vlivu na velikost budoucí poptávky.

U projekčních metod je dále nutné zkoumat typ konkrétní časové řady. Mezi základní typy lze zařadit:

- konstantní,
- trendové a
- sezónní.

$$\text{Poptávka} = \text{modelová složka} + \text{reziduální složka}$$

1.12.3 Kauzální předpovědi

Hledáme závislosti mezi proměnnými, kterými je možné vysvětlit budoucí vývoj sledované proměnné. Může se jednat například o vývoj ekonomiky (vyjádřený např. růstem hrubého domácího produktu) a velikosti poptávky.

Pokud pracujeme pouze s jednou závislou proměnnou a lineárním trendem, je možné vztah vyjádřit pomocí lineární regrese.

$$\text{závislá proměnná} = a + b \times \text{nezávislá proměnná}.$$

Kde a představuje konstantu, nebo také průsečík s osou y . Dále b představuje sílu lineární závislosti závislé (vysvětlované) a nezávislé (vysvětlující) proměnné.

1.12.4 Metoda nejmenších čtverců

Často využívanou metodou odhadu koeficientu závislosti je metoda nejmenších čtverců, založená na minimalizaci součtu čtvercové chyby.

Mějme závislost:

$$y = a + b \times x$$

kde y je vysvětlovaná proměnná, a je průsečík s osou y , b je koeficient závislosti, nebo také sklon směrnice a x je vysvětlující proměnná.

Pak lze koeficient odvodit následujícím vztahem, který vychází z minima čtvercové chyby modelu:

$$b = \frac{n \times \sum(x \times y) - \sum x \times \sum y}{n \times \sum x^2 - (\sum x)^2}.$$

Rovnice 16 metoda nejmenších čtverců

Průsečík s osou y :

$$a = \frac{\sum y}{n} - b \times \frac{\sum x}{n}.$$

Rovnice 17 dopočet průsečíku s osou y

1.12.5 Koeficient determinace

Koeficient determinace vychází z koeficientu korelace, který popisuje sílu lineární závislosti mezi dvěma proměnnými. Jedná se o bezrozměrné číslo, které je odvozeno z kovariance:

$$\rho_{X,Y} = \frac{\text{cov}(X,Y)}{\sigma_X \sigma_Y}$$

Rovnice 18 kovariance

Koeficient determinace pak lze získat:

$$r^2 = (\rho_{X,Y})^2$$

Rovnice 19 koeficient determinace

Čím více se blíží koeficient determinace 1, tím větší část rozptylu se daří lineárnímu modelu vysvětlit a model se vyznačuje nižšími chybami.

Základní model je možné rozšířit o více vysvětlujících proměnných. Namísto lineárního vztahu lze využít například exponenciální trend apod.

Dále je nutné identifikovat sezónnost a případně další vlastnosti časové řady.

1.12.6 ARIMA (Auto Regressive Integrated Moving Average)

Skupina modelů využívající pro pochopení vlastností a sestavování předpovědí hodnot časových řad kombinaci autoregresní části, integrační části a klouzavého průměru.

Zpravidla je nejprve provedena integrace modelu, což by mělo časovou řadu stacionarizovat.

V dalším kroku je nalezena vhodná lineární kombinace minulých a současných hodnot vysvětlující proměnné.

V posledním kroku je využit klouzavý průměr pro vysvětlení chyb reziduální složky.

Značíme:

$$ARIMA(p, d, q)$$

Rovnice 20 ARIMA

p-je počet období, které využíváme v autoregresní funkci, d je stupeň integrace a q řád klouzavého průměru.

(Artl & Arltová, 2009, stránky 39-40)

1.12.7 SARIMA (Seasonal Auto Regressive Integrated Moving Average)

Výše uvedený model je rozšířen o sezónní složku, která se znovu skládá z části s autoregresní, s klouzavým průměrem a částí integrační.

Zapisujeme:

$$SARIMA(p, d, q), (P, D, Q)t$$

Rovnice 21 SARIMA

p -je počet období, které využíváme v autoregresní funkci, d je stupeň integrace a q řád klouzavého průměru. P je počet období autoregresivní funkce sezónní složky, D je stupeň integrace sezónní složky, Q je počet období v klouzavém průměru sezónní složky a t je počet období v sezóně.

Více např. (Artl & Arltová, 2009, stránky 43-45)

1.12.8 Hodnocení modelů

Existuje celá řada kritérií, jak hodnotit modely ze skupiny SARIMA. Pro účely této práce bylo zvoleno Akaike information criterion (AIC).

1.12.9 Projekční předpovědi

Při projekčních předpovědích využíváme historické údaje pro předpověď budoucích hodnot. Předpověď může být založena na průměru historických hodnot, klouzavém průměru, exponenciálním vyhlazování a na základě sezónnosti a trendu.

1.12.10 Využití software pro modelování

Sestavení modelu bude provedeno v programovacím jazyce Python, který nabízí celou řadu specializovaných balíčků pro práci s tabulkovými daty, časové řady i modelování časových řad NumPy, Pandas, Matplotlib a další.

V Python bude provedena aditivní dekompozice časové řady na trendovou, sezónní a reziduální složku. Dále bude proveden tzv. grid search hyperparametrů⁵ modelů ze skupiny SARIMA, pro prvotní vyhodnocení bude využito AIC kritérium. Dále budou vybrané modely testovány na

⁵ Grid search je algoritmus, který postupně prochází matici hyperparametrů a vytváří modely pro jednotlivé jejich hodnoty. Z důvodu snížení výpočetní náročnosti byly hodnoty hyperparametrů omezeny do intervalu $\langle 0; 2 \rangle$.

vlastnosti reziduí. Následně bude provedena předpověď poptávky ex post a ověření predikčních schopností zvoleného modelu

2 Praktická část

2.1 O společnosti

Společnost se zabývá projekcí, vývojem, výrobou, montážemi a údržbou systémů trakčního vedení pro městskou trolejbusovou, tramvajovou a drážní dopravu. Dále se zabývá vývojem a výrobou řídicích systémů pro městskou hromadnou dopravu.

Společnost v současné době zaměstnává kolem 300 zaměstnanců. Obrat Společnosti v roce 2018 činil přibližně 800 mil. Kč.

2.2 Organizace Společnosti



Obrázek 12 Organizační struktura Společnosti (vlastní zpracování)

Společnost je organizována do sedmi skupin podle typu aktivity.

Nejdůležitější střediska, co se do obratu a příspěvku k zisku týká, jsou Kontrolní systémy, MHD a Železnice.

Mechanická výroba zabezpečuje potřeby výše zmíněných středisek po materiálu, pro kompletaci stavebních prací a v případě záručního i pozáručního servisu. Dále je část produkce této skupiny prodávána odběratelům přes webové stránky Společnosti nebo na základě smluvních kontraktů.

Polsko je do určité míry nezávislá skupina, ale v současné době nemá vlastní výrobní areál a je proto v tomto směru odkázána na produkci Pražské centrály. S Pražskou centrálou spolupracuje i na jiných úrovních.

Projekční skupina zajišťuje inženýrské práce a vytváří projektovou dokumentaci pro ostatní skupiny a zákazníky společnosti.

Ve skupině Centrální služby jsou sdružena nákladová střediska, která poskytují služby ostatním členům skupiny. Tyto střediska by nebylo efektivní duplikovat v jednotlivých skupinách.

2.3 Organizace logistických středisek ve Společnosti

Součástí skupiny Centrální služby je středisko Materiálně technické zabezpečení (MTZ), které zabezpečuje zásobování ostatních středisek a uspokojuje poptávky zákazníků firmy.

Ve Společnosti mají menší speciální sklady také jednotlivé dílny, těmi se ale v této práci nebudeme zabývat. Další části práce budou věnovány výhradně skladům v rámci střediska MTZ, které co se do účetní hodnoty i počtu výdejků a objednávek nejdůležitější a tvoří zásadní část obratu zboží i zadržených prostředků.

2.3.1 Skladové hospodářství

Celý zásobovací řetězec v rámci Společnosti je relativně komplexní. Pro proces efektivního řízení je nutné vzít v úvahu mnoho často protichůdných požadavků a vypořádat se s nedostatkem informací dostupných v informačním systému.

Od roku 2016 je agenda obchodních skladů integrována do ERP systému a je plně elektronická. Zadávání jednotlivých transakcí bylo prováděno manuálně. Od roku 2019 je v provozu systém řízení zásob pomocí čárových kódů, který je využíván zejména při příjmu a výdeji skladových zásob.

2.3.2 Typy objednávek v ERP

V ERP systému jsou rozlišovány tyto typy objednávek:

- objednávka interní,
- objednávka externí,
- zákaznická objednávka interní,
- zákaznická objednávka externí.

Objednávka interní je vytvářena na základě zákaznických objednávek. V případě, že skladový referent zjistí, že je nějakého výrobku nedostatek na pokrytí současných objednávek, vytvoří interní objednávku u příslušného výrobního střediska Společnosti.

Interní nebo externí objednávku vytváří skladový referent ve chvíli, kdy zjistí hrozící nedostatek určité skladové položky. K tomu využívá speciální pohledovou šablonu dostupnou v ERP systému.

Objednávka externí slouží k pokrytí hrozícího nedostatku zásob materiálu nebo zboží. Objednávky interní a externí znamenají tok zboží a materiálu do obchodního skladu.

Zákaznická objednávka interní a externí na rozdíl od objednávek představuje budoucí tok zboží ze skladu Společnosti. Zákaznická objednávka interní vzniká na základě potřeb jiných částí Společnosti (např. MHD a Železnice) při realizaci stavebních projektů apod.

Zákaznická objednávka externí představuje především prodej zboží, materiálu a výrobků třetím stranám.

2.3.3 Příjem a výdej zboží

Evidence skladových položek je v dnešní době plně elektronická. Skladník na příjmu nebo výdeji zadá příslušné počty a objemy přijímaného a vydávaného zboží jsou zaneseny do speciálního čtecího zařízení, které je připojeno bezdrátově přímo do ERP systému a po načtení čárového kódu příslušné kmenové karty je pohyb okamžitě zanesen i do tohoto systému.

2.3.4 Zavádění nových skladových položek

O zavádění nových skladových položek rozhoduje obchodní oddělení, které na základě domnělé poptávky vytvoří na příslušné zboží objednávku. Tu dále zpracovává oddělení MTZ. Zpravidla jsou vytvářeny objednávky na nové kmenové karty až ve chvíli, kdy existuje nějaká forma smlouvy nebo závazného příslibu objednávky a příslušný pracovník má poptávku zajištěnu. V případě, že se zboží nepodaří prodat zamýšleným způsobem, je pro něj hledáno náhradní využití.

2.3.5 Doobjednávání skladových zásob

Referenti skladu MTZ průběžně hlídají disponibilní zásoby skladové položky na skladě a v případě, že zásoby poklesnou pod stanovenou úroveň, vytvoří objednávku. Minimální zásoba skladové položky je nastavená buď na základě smluvních požadavků, kdy například Společnost musí držet určité minimální množství náhradních dílů nebo výrobků pro záruční opravy a smluvní servis nebo je minimální zásoba stanovena ad hoc na základě zkušeností a minulé poptávky.

2.3.6 Plánování a optimalizace dodávek

Společnost si dopravu skladových položek na staveniště nebo k zákazníkům zajišťuje zpravidla sama. V případě, že to není možné, využívá dopravní služby nabízené třetími stranami. Tak se děje například v případě dopravy do zahraničí, která vyžaduje jinou formu dopravy než pomocí nákladních automobilů apod. Pokud na jedno místo směřuje ve stejnou dobu více objednávek, je doprava spojena. Optimalizace vytížení vozového parku nebo hledání optimální velikosti jednotlivých dodávek není cíleně sledována ani kontrolována, protože netvoří zásadní položku nákladů.

2.3.7 Vyřazování kmenových karet

Při nahrazování starého výrobku výrobkem novějším dochází k tzv. změnovému řízení, kdy po splnění všech podmínek a získání příslušných certifikací je možné kompletně nahradit starý výrobek výrobkem novým. V rámci změnového řízení je buď přebytečná zásoba starých výrobků vyřazena nebo rozprodána.

Dále je pravidelně jednou ročně prováděna kompletní inventura skladu a nevyužitelné zásoby jsou v rámci inventury vyřazeny a náklady na pořízení jsou účetně odepsány.

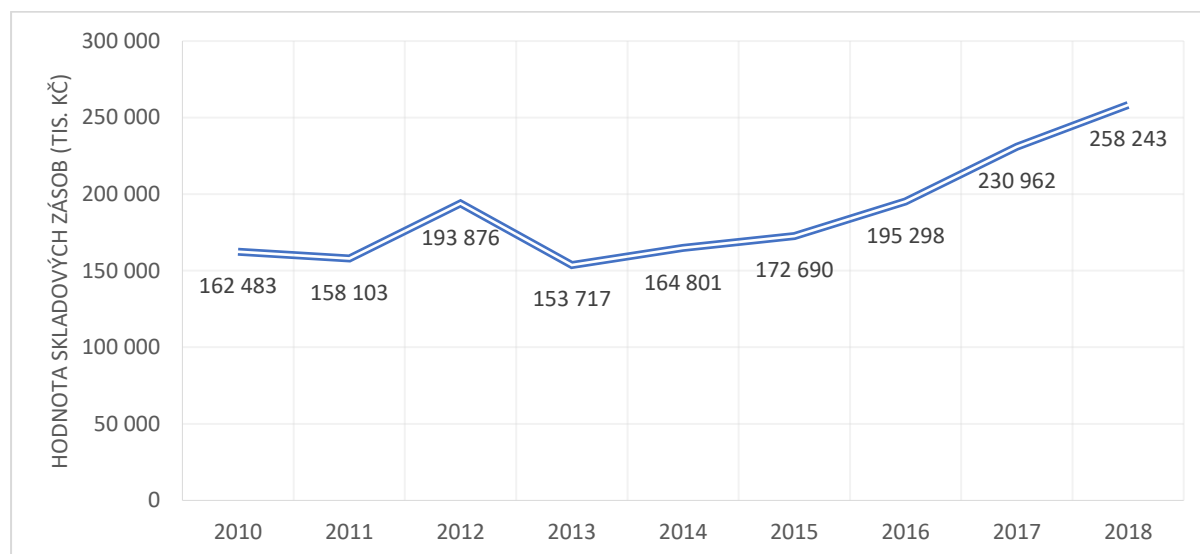
2.3.8 Výrobní plán

Výrobní plány sestavují vedoucí pracovníci jednotlivých výrobních středisek a dílenských úseků. Výrobní plán je sestavován s ohledem na výrobní kapacity produkčních oddělení a v závislosti na poptávce po výrobcích Společnosti. Při zadání výrobního plánu jsou na základě specifikací jednotlivých výrobků zadány do systému objednávky interní na jednotlivé součástky výrobků.

2.4 Finanční analýza skladových zásob

Společnost eviduje ve svém katalogu zhruba 23000 položek. Částečně se jedná o nevyužívané položky, které byly do katalogu nahrány v rámci nastavování databází při přechodu ze starého informačního systému. Intenzivně využívaných je jen zhruba 3000 skladových položek.

2.4.1 Zásoby vývoj (tis. Kč)



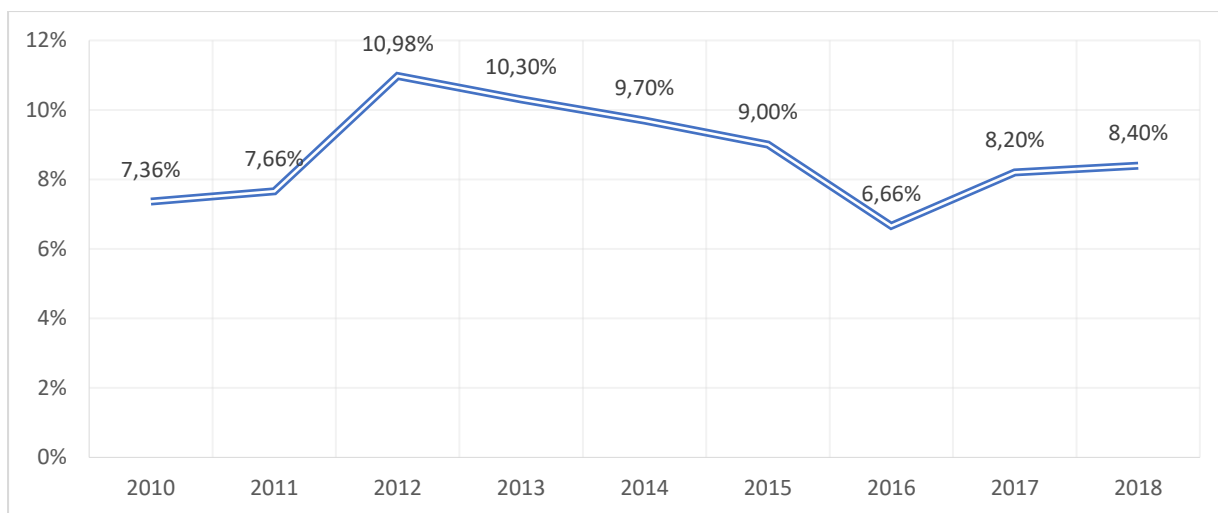
Obrázek 13 Zásoby vývoj (vlastní zpracován, data z výročních zpráv)

Zásoby Společnosti v posledních letech setrvale rostou. Pokles jejich stavu nastal pouze mezi roky 2010 a 2011. Pokles v relativním vyjádření dělal cca 3 %. Velmi výrazný pokles nastal mezi roky 2012 a 2013 o cca 21 %. Vývoj byl způsobený navýšením zásob důsledkem vlastní činnosti v předcházejícím období a následnému rozpuštění v roce 2013.

Od roku 2013 zásoby ve Společnosti setrvale rostou. Mezi roky 2013 a 2014 o cca. 7 %, v následujícím období o zhruba 5 %. V posledních třech letech pak došlo vždy k růstu zásob o více než 10 %. Mezi roky 2017 a 2018 došlo k nárůstu téměř o 19 %.

Nákladovost zásob⁶

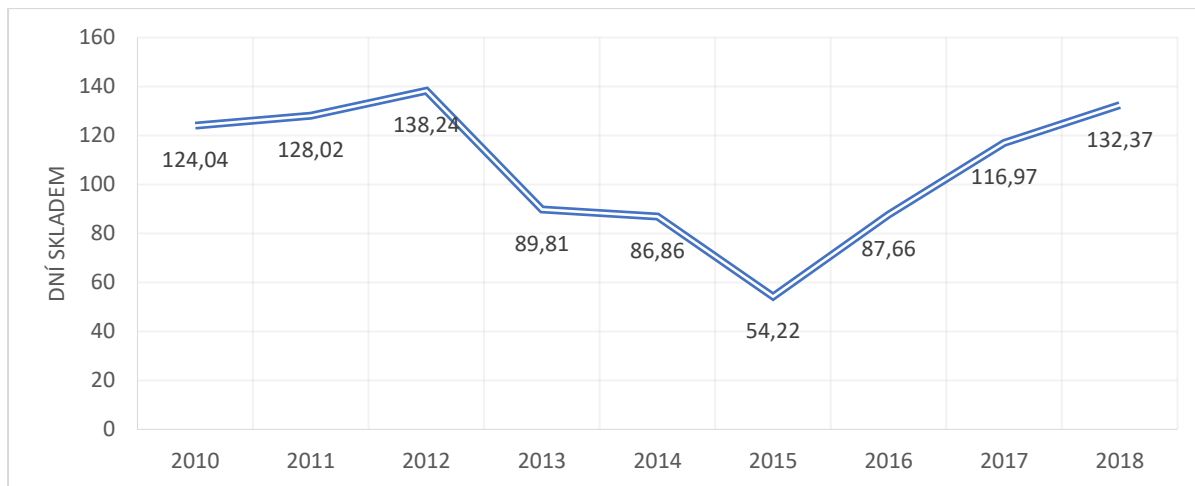
⁶ $Nákladovost\ spotřebovaného\ zboží = \frac{Náklady\ vynaložené\ na\ prodané\ zboží}{Výnosy}$ Více viz (Marek & Kolektiv, 2006)



Obrázek 14 Nákladovost prodaných skladových položek – porovnání

V porovnání s celkovým vývojem zásob nákladovost prodaných skladových položek spíše klesá. Nejvyšší nákladovost Společnost zaznamenala v roce 2012. Zde došlo k plošnému útlumu celého odvětví a s tím souvisejícímu zpomalení aktivity Společnosti. Nákladovost prodaných skladových položek v tomto roce vzrostla z důvodu relativně vysokých fixních nákladů a poklesu výnosů Společnosti.

2.4.2 Doba obratu zásob⁷



Obrázek 15 doba obratu zásob (vlastní zpracování)

V prvních obdobích docházelo k mírnému nárůstu doby obratu zásob. Mezi roky 2010 a 2011 o cca. 3 %. Mezi roky 2011 a 2012 o asi 8 %. Mezi roky 2013 a 2014 došlo k rekordnímu poklesu o

⁷ Doba obratu zásob = $\frac{\text{Zásoby}}{\frac{\text{Výnosy}}{365}}$

více jak 35 %. Mezi roky 2013 a 2014 doba obratu stagnovala. Nejvyšší pokles doby obratu nastal v mezi léty 2014 a 2015, kdy došlo k poklesu o 38 %. Od roku 2015 následoval vytrvalý nárůst doby obratu zásob. Mezi roky 2015 a 2016 došlo k nárůstu o 62 % (!), následující rok o 33 % a mezi roky 2017 a 2018 o 13 %.

Trend je tedy patrný a lze ho interpretovat více méně negativně. Částečně je nárůst doby obratu způsoben vývojem nových technologií a nárůstu dlouhodobě vázaných zásob ve výrobě.

2.4.3 Finanční analýza zásob – shrnutí

Celkový objem zásob Společnosti kolísá, nicméně za poslední tři roky došlo k výraznějšímu nárůstu zásob, a je proto vhodné dále analyzovat, co nárůst způsobilo.

Nákladovost zásob se zdá být setrvalá a nelze v tomto ukazateli vyzorovat výraznější trend.

V posledních obdobích Společnost zaznamenala výraznější nárůst v době obratu zásob. Doba obratu zásob se blíží úrovni v roce 2012. Tento rok byl pro Společnost rokem výjimečně slabého hospodářského výsledku. V té době to bylo zapříčiněno z největší části krizí českého stavebnictví. (Research, 2019)

Stejně vysvětlení nelze použít pro rok 2018, protože v tomto roce celý stavební sektor rostl (Český statistický úřad, 2019). Nárůst doby obratu byl tedy způsoben spíše změnami v rámci Společnosti.

2.5 Kategorizace skladových položek

2.5.1 Dostupná data

Analýza byla provedena nad daty exportovanými ze systému přes speciální šablonu, která z údajů o příjmech a výdejích skladových položek dopočítá celkový obrat dané položky a další relevantní veličiny za dané období.

Poslední prodaná cena se bohužel neukládá, a byla proto nahrazena cenou poslední prodané položky aktuální, která pro analýzu byla využita.

Název	Popis
Kmenová karta	Umělý jedinečný identifikátor sloužící k identifikaci
Název	Název kmenové karty
Dodavatel	Název dodavatele
Stav počátek	Stav skladové zásoby na počátku sledovaného období

Přijato celkem	Skladové položky naskladněné v průběhu sledovaného období
Vydáno celkem	Vydané položky ve sledovaném období
Stav na konci	Stav skladové položky na konci sledovaného období
Průměrná cena	Vážená průměrná cena za jednotku
Sklad	Číslo skladu
Účtová skupina	Viz výše.
Poslední cena	Cena poslední prodané položky

Tabulka 2 Popis položek (vlastní zpracování)

Spotřeba byla oceněna průměrnou cenou za konkrétní období. Pro rok 2016 byla z výdejků vypočtena průměrná cena spotřeby a tou byl násoben počet spotřebovaných jednotek, v následujících obdobích byl postup analogický.

Dále byla data z šablony doplněna o datum poslední transakce k 11.07.2019. Datum posloužilo k identifikaci skladových položek, které na skladu leží déle než 180 dní a lze je označit za tzv. ležáky.

Způsobem naznačeným v *tabulce 1* byla dopočítána hodnota rozhodné veličiny – spotřeba oceněná průměrnou cenou vyskladněných položek. Dle této veličiny byly položky srovnány od nejvyšší hodnoty po hodnotu nejnižší. Nakonec byla dopočítána kumulovaná hodnota rozhodné veličiny a její procentuální vyjádření, dle kterého byla provedena klasifikace do jednotlivých skupin.

2.5.2 Účtové skupiny

Ucelený systém kategorizace skladových položek nebyl v době sepsání této práce k dispozici. V rámci účetního systému jsou evidovány ke každé kmenové kartě pouze účtové skupiny jednotlivých skladových položek. Viz níže:

Účetní kategorie	Položek v kategorii v 2018	Položek v kategorii 2017	Položek v kategorii 2016
DOPR	14	0	14
MATR	12 376	12 376	12 382
VV	32 058	32 058	32 080
(prázdné)	1 834	1 834	1 834
Celkový součet	46 292	46 270	46 320

Tabulka 3 Počet položek v účtových skupinách pro sklady 91 a 92 (vlastní zpracování)

DOPR: představuje jednotlivé typy dopravy poskytované Společností. Typy odpovídají typům vozidel, které má Společnost k dispozici. Převážně se jedná o užitkové vozy a menší nákladní vozy.

MATR: položky nakupované od externích dodavatelů, které jsou přeprodávány třetím stranám.

VV: vlastní výrobky představují nejpočetnější skupinu, která tvoří největší obraty. Zároveň je v této skupině také nejvíce kmenových karet, které nejsou využívány.

Položky bez účtových skupin jsou pak položky, kde nebyla dodělána kategorizace, protože nejsou a nebyly využívány a kategorizace by byla bezpředmětná.

2.6 ABC analýza

2.6.1 Volba kategorií

Společnost má v katalogu kmenových karet zboží a služeb velké množství položek. V rámci informačního systému jsou nové položky v agendě kmenové karty zboží a materiálu tvořeny vazbou sklad + kmenová karta a s každým novým skladem tak dochází k multiplikaci celkového počtu skladových položek.

Pokud bychom odstranili vazbu sklad + kmenová karta například vytvořením speciálního parametru, bylo by možné počet kmenových karet snížit na asi 23 000.

Počty kmenových karet v tabulce výše odpovídají dvěma analyzovaným skladům (91 a 92).

Větší množství z těchto položek nezaznamenalo za sledované období 2016 až 2018 žádný pohyb ani Společnost neviduje žádné tyto položky skladem. Obvyklá kategorizace skladových zásob proto byla rozšířena o kategorii D, kam byly tyto položky zařazeny.

V rámci ABC analýzy tedy budou vytvořeny kategorie A, B, C a D.

2.6.2 Rozhodná veličina

Volba rozhodné veličiny již byla diskutována výše. Po uvážení relevantních skutečností a po konzultaci s vedoucím oddělení MTZ byl zvolen jako rozhodná veličina následující vztah:

$$\text{počet vydaných kusů} \times \text{průměrná cena}.$$

Tento přístup řeší problém zbytečných nákupů a zároveň není náchylný na špatně nastavenou minimální zásobu, při které je tvořena další objednávka a například průměrná hodnota takové skladové zásoby je v tomto případě velmi vysoká.

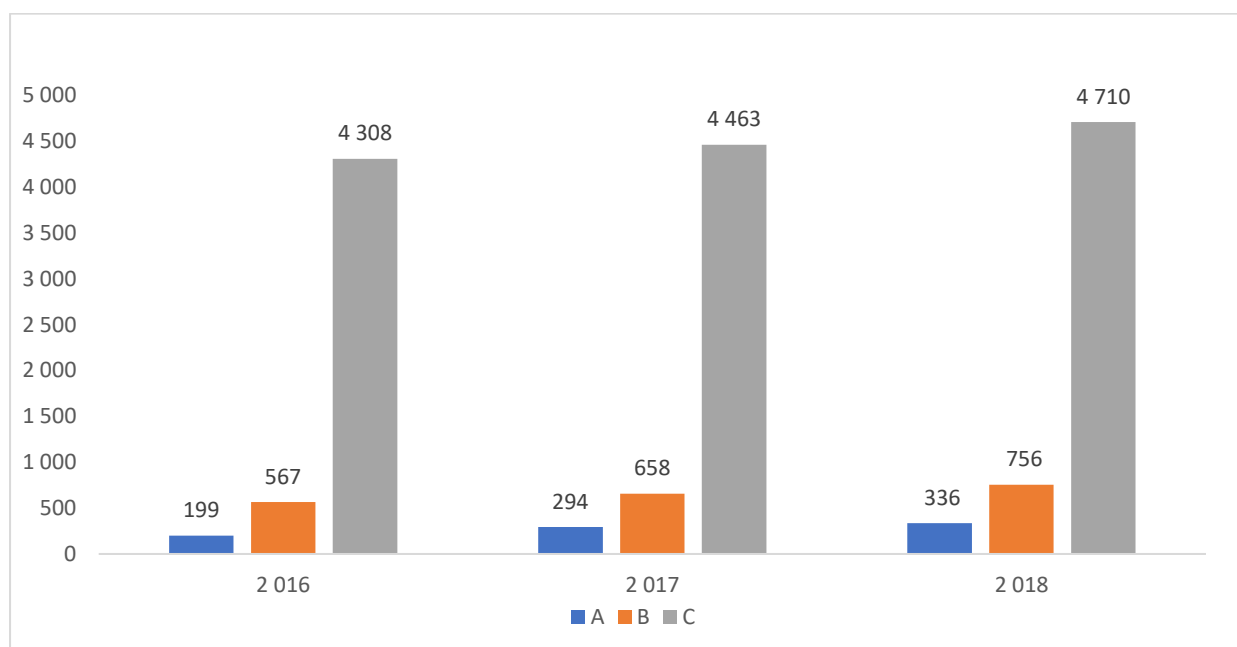
2.6.3 Podíly na rozhodné veličině

Skupinu A zahrnuje položky, které tvoří celkem 65 % kumulovaného součtu rozhodné veličiny. V literatuře jsou využívány i vyšší hodnoty, ale vzhledem k relativně rozsáhlému sortimentu Společnosti byl zvolen koeficient nižší, tak aby byly do této kategorie zařazeny pouze položky skutečně důležité.

Skupina B zahrnuje položky do 90 % kumulovaného součtu rozhodné veličiny.

Do skupiny C byly zařazeny zbývající položky, na kterých došlo k nějakému pohybu a které tvoří zbývajících 10 % kumulovaného součtu rozhodné veličiny.

Skupina D pak představuje položky, na kterých nedošlo ve sledovaném období k žádnému pohybu ani Společnost neeviduje žádné položky skladem.



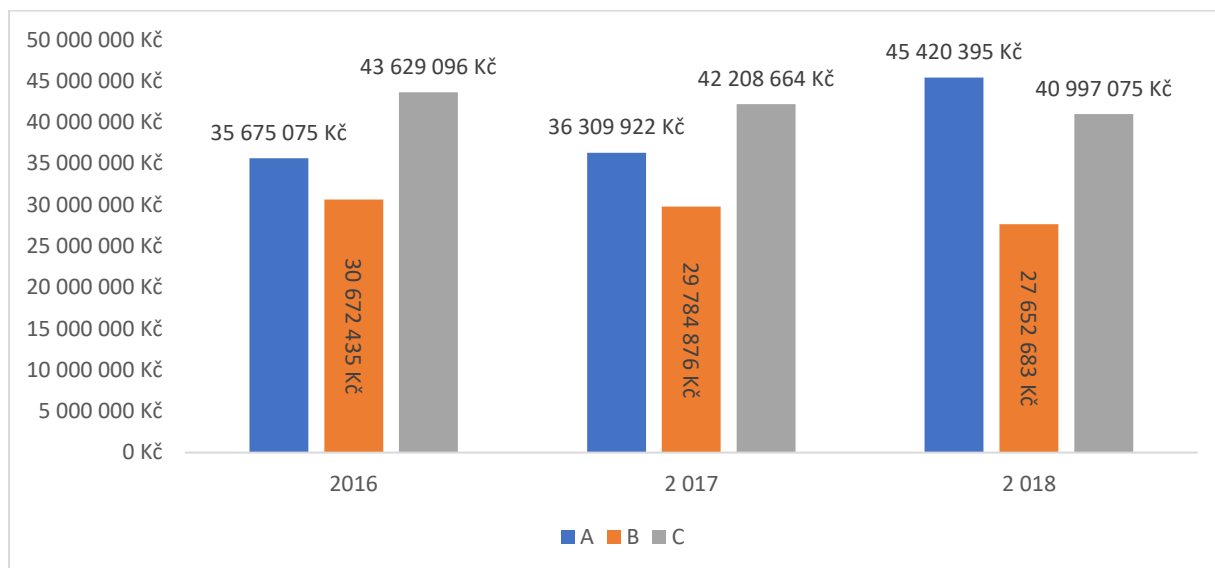
Obrázek 16 Počet položek v kategoriích (vlastní zpracování)

Vývoj počtů položek v jednotlivých kategoriích byl ovlivněn strukturou zakázek v roce 2016, kdy velká část obrátu byla vytvořena prodejem malého počtu položek, které vytvořily velkou část obrátu, a v důsledku se proto snížil v roce 2016 počet položek v kategorii A i kategorii B. V absolutním vyjádření se počet položek mezi roky 2016 a 2017 zvýšil o 95 tj. o 48 %. Mezi obdobími následujícími přibýlo v kategorii A dalších 42 položek tedy 14 %.

Podobný vývoj nastal i u kategorie B. Mezi roky 2016 a 2017 v této kategorii přibýlo 91 položek (16 %) a mezi roky 2017 a 2018 dalších 98 položek.

Rostl také počet položek v kategorii C. Mezi roky 2016 a 2017 o 155 tj. o 4 % a mezi roky 2017 a 2018 o 6 %.

2.6.4 Hodnota položek skladem



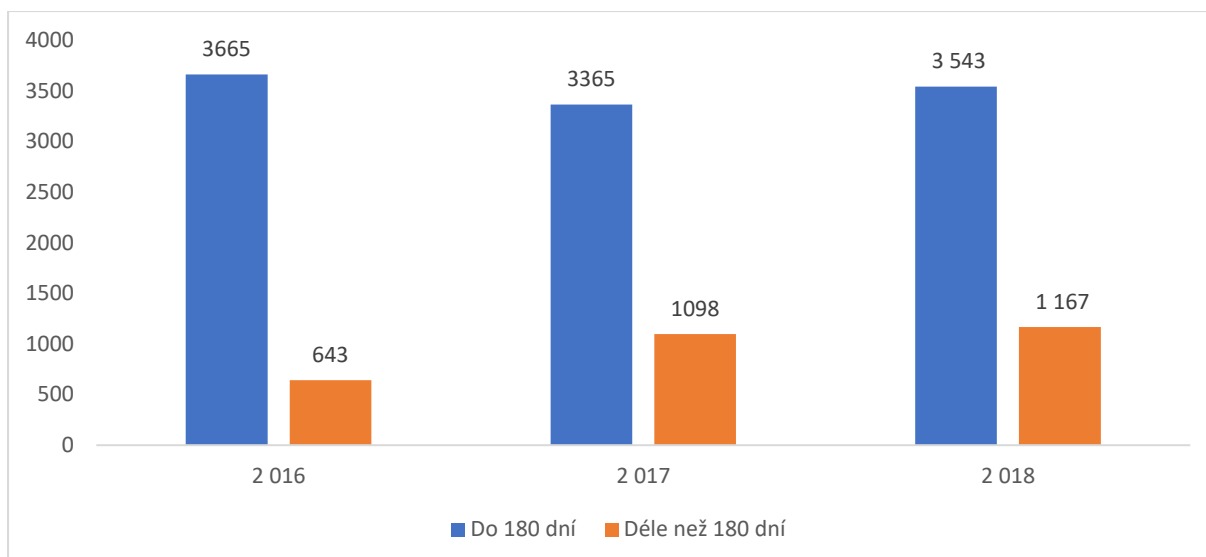
Obrázek 17 Hodnota položek skladem sklady 91 a 92 (vlastní zpracování)

I přesto, že kategorii A náleží 65 % spotřebovaných skladových položek, neodpovídá tomu hodnota položek držených skladem. V souladu s literaturou danými očekáváními dochází k situaci, kdy Společnost drží velké množství položek, na kterých není schopná tvořit příliš velký obrat. Efektivnější alokace prostředků by umožnila Společnosti snížit hodnotu skladových zásob a s tím spojených nákladů na jejich obhospodařování.

Hodnota zásob v součtu v hlavním skladu Společnosti zůstává konstantní a ve sledovaném období se mění jen relativně málo, což je v rozporu s předešlým zjištěním, o zpomalujícím se obratu účetních zásob a narůstající celkové částce zásob držených Společností. Částečně je to dáno klesajícím obratem, dále jsou rostoucí náklady způsobeny rozšiřováním skladových zásob evidovaných mimo sklady MTZ, zejména skladu elektrodílny.

2.6.5 Kategorie C – vývoj a struktura

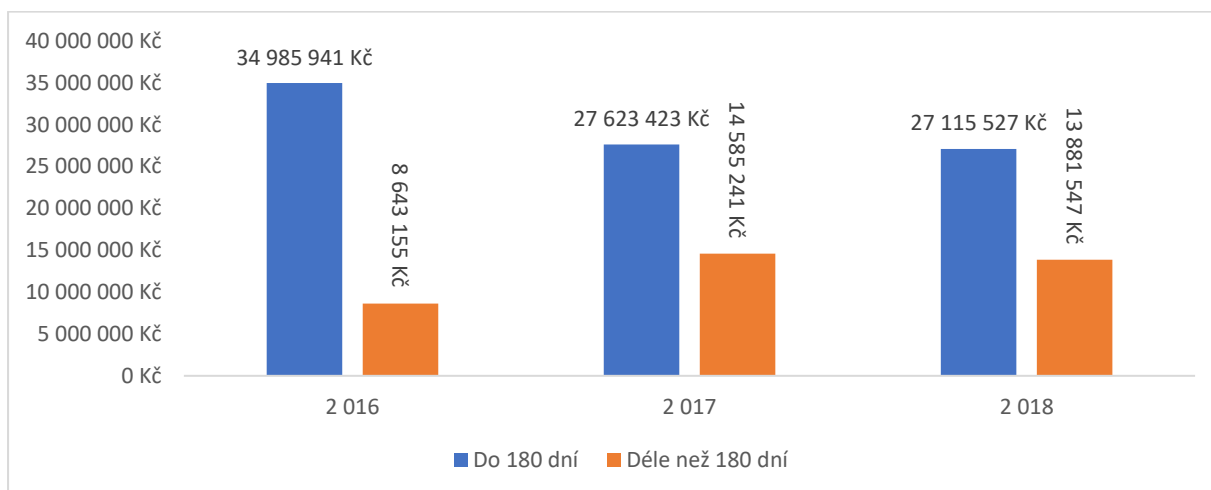
Z pohledu efektivnosti je dále velmi důležitá struktura kategorie C. Účetní hodnota položek spadajících do této kategorie je relativně stálá, ale pohled na využívanost položek kategorie C prozrazuje jiný problém a sice přibývajícím počet položek ležících na skladě bez využití.



Obrázek 18 Počet položek skladem déle než 180 dní (vlastní zpracování)

Obrat zásob Společnosti mezi roky 2016 až 2018 výraznějším způsobem klesal. Je proto důležité se podrobnějším způsobem zaměřit na kategorii C, tedy na položky vyznačující se nejnižší aktivitou.

Pokud z kategorie C vybereme položky, které leží ladem déle než 180 dní, zjistíme, že se jejich počet ve sledovaném období neustále zvyšoval. Mezi roky 2016 a 2017 došlo k nárůstu o 71 %. Mezi roky 2017 a 2018 o dalších 6 %. Zatímco počet položek „normálních“ spíše mírně klesal.



Obrázek 19 Hodnota položek skladem déle než 180 dní (vlastní zpracování)

Hodnota položek skladem déle než 180 dní také rostla. Mezi roky 2017 a 2018 došlo k nárůstu o 69 %. Mezi roky 2017 a 2018 se hodnota položek skladem déle než 180 dní o asi 5 % snížila. Dále je dobré si povšimnout toho, že se výrazným způsobem zvýšil poměr zásob kategorie C „normálních“. Největší změna nastala mezi roky 2016 a 2017, kdy došlo k poklesu hodnoty

skladových položek v této kategorii o 21 %, zatímco skladové položky ležící ladem zaznamenaly rekordní růst.

2.6.6 ABC analýza shrnutí

Úvodní analýza skladových zásob Společnosti ukázala, že Společnost ve dvou hlavních skladech drží stabilní množství skladových položek a toto množství se výraznějším způsobem nezvyšuje. Změny v počtech skladových položek v jednotlivých kategoriích jsou způsobeny především měnícím se obratem skladových položek, kdy postupně klesal obrat některých nejdůležitějších skladových zásob a s tím postupně rostl počet položek v prvních dvou kategoriích.

Nejproblematictější se z pohledu struktury zásob jeví rostoucí objem „ležáků“, tedy nevyužitelných skladových zásob. Nárůst nastal zejména mezi roky 2016 a 2017 a lze ho označit za výrazný.

Společnost by proto měla nastavit procesy, jak efektivním způsobem sledovat, kdo je za objednání skladových položek zodpovědný a proč je ho na skladě takové množství. U velké části položek nedošlo k pohybu déle než jeden rok. Racionální by bylo takto dlouhou dobu držet pouze některé důležité náhradní díly. Pokud se jedná o normální zboží nebo výrobky, je pravděpodobné, že takové skladové položky jsou nevyužitelné a jediným vhodným řešením by byl prodej těchto položek do šrotu nebo jejich odepsání a následná fyzická likvidace.

K té ale zjevně pravidelně nedochází a v konečném důsledku proto rostou skladové zásoby nevyužitelných skladových položek, které nemá z ekonomického pohledu smysl dále skladovat.

Dále ABC analýza ukázala na nedostatečnou existující kategorizaci skladových zásob Společnosti, kdy k účtovacím skupinám by měly být doplněny další kategorie. Mohlo by se jednat například o kategorie zmiňované v kapitole číslo 3.5.5. Velmi vhodné by bylo zavést zejména kategorie: (Popřípadě určit kategorii dle oboru činnosti Společnosti, kam náleží a určit zodpovědnou osobu, kdo bude nést odpovědnost za efektivní čerpání a nakupování položek).

- materiál,
- komponenta,
- obalový materiál,
- náhradní díly.

2.7 Analýza možnosti využití modelů pro řízení zásob Společnosti

Vzhledem k velkému množství položek skladem bude analyzováno jen omezené množství vybraných nejdůležitějších položek, případná další analýza může být provedena později.

Obecně řečeno je poptávka po výrobcích Společnosti do velké míry nahodilá a v rámci jednotlivých měsíců se nedá vypožarovat sezónnost ani není možné identifikovat jednoznačný trend ve vývoji celkových tržeb a obratu Společnosti a obratu jednotlivých skladových položek.

Dále je důležité zmínit, že poptávka po skladových položkách této Společnosti je charakteristická jednorázový výprodejem skladu v rámci jednoho období, který se v dalších obdobích již neopakuje. Tato situace souvisí s realizací velkých staveb, které se dlouho připravují a nejsou pravidelně se opakujícím jevem.

2.7.1 Náklady na skladování

Náklady na skladování lze v případě Společnosti relativně obtížně vyčíslit, protože nejsou evidovány vztahové veličiny, které by to přímo a přesně umožnily. Nicméně jsou sledovány celkové náklady oddělení MTZ, které zahrnují především náklady na obhospodařování skladových zásob. S určitým zjednodušením lze předpokládat, že odpovídají nákladům na skladování.

Jako vztahová veličina bude použita hodnota zásob v evidenci skladových uzávěrek ke konci příslušného roku, která poslouží pro odhad skladovacích nákladů.

Rok	Celkové náklady MTZ	Hodnota skladových zásob k 31.12. (pouze 91 a 92)	Náklady na uskladnění
2016	21 448 477,91 Kč	109 978 622,23 Kč	20 %
2017	23 214 067,00 Kč	108 305 478,47 Kč	21 %
2018	25 238 491,15 Kč	114 072 170,00 Kč	23 %

Tabulka 4 Náklady na skladování (vlastní zpracování)

V souladu s údaji uváděných v literatuře se náklady pohybují zhruba na 20 % hodnoty skladovaného majetku za rok. Problémem nicméně může být rostoucí míra těchto nákladů. Největší měrou k tomu přispívají rostoucí osobní náklady a také se projevil vliv některých jednorázových účetních operací.

2.7.2 Náklady na dopravu

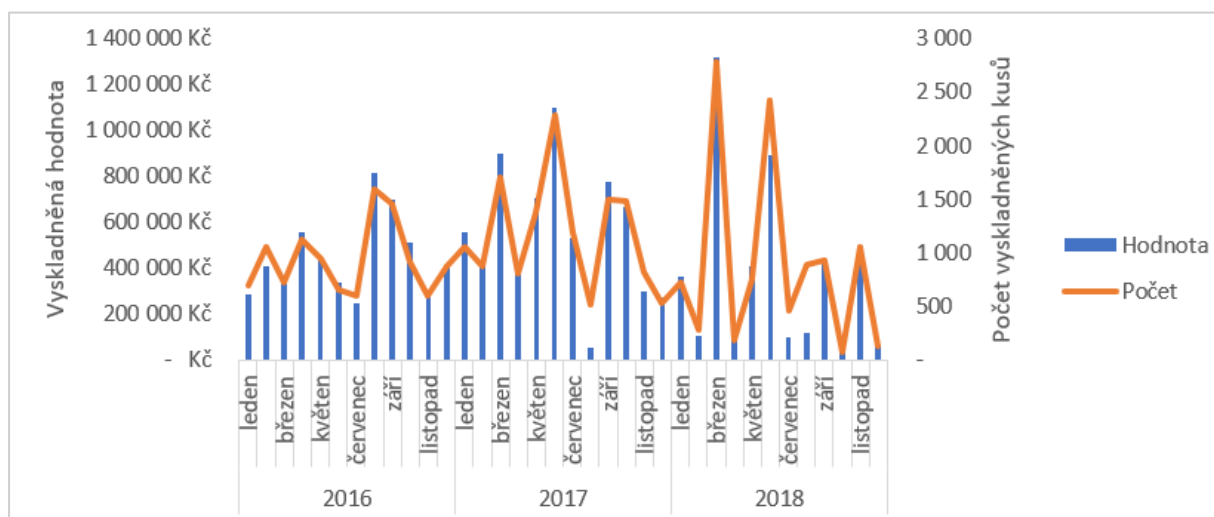
Vzhledem k tomu, že analýza bude provedena pouze na omezeném vzorku vybraných nejdůležitějších skladových položek, budou náklady na dopravu vyčteny přímo z účetního deníku, protože v době sepsání práce nebyly náklady pro jednotlivé objednávky v ucelené formě k dispozici.

2.7.3 Analyzovaná data

Data o poptávce byla získána exportem dat o zákaznických objednávkách interních a týkajících se pouze skladů 91 a 92.

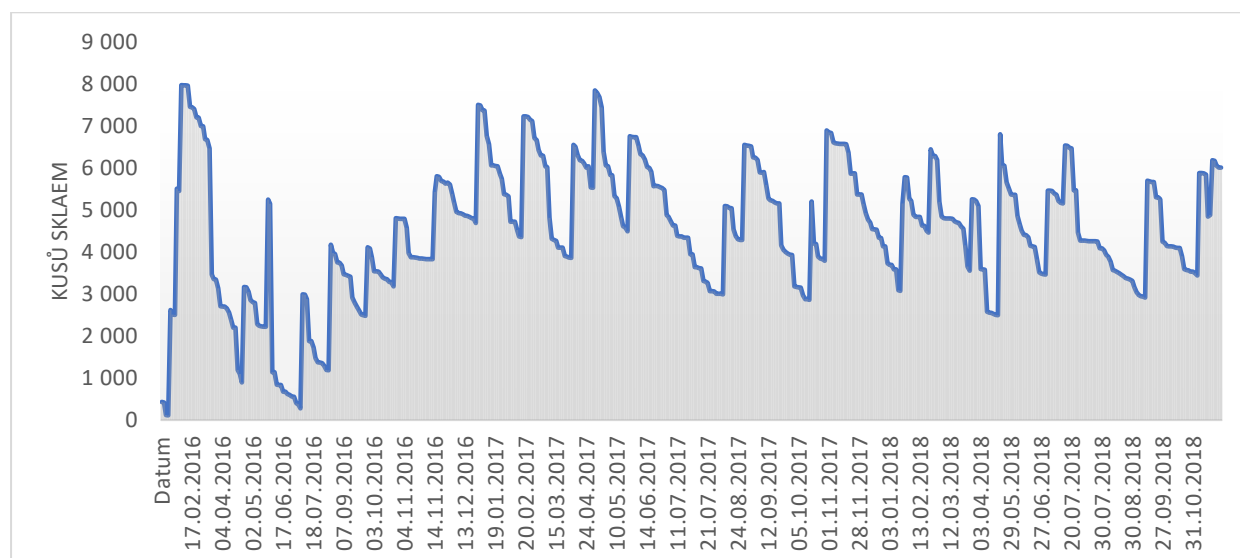
Z dat byla vytvořena kontingenční tabulka a graf. Poptávka v jednotlivých měsících byla využita pro další analýzu a poslouží jako základ pro odhad optimální velikosti skladové zásoby a optimální velikosti objednávky. V rámci této práce nebude prováděna analýza všech skladových položek, protože jich je velké množství, navíc kvůli relativně nízkému počtu transakcí s nimi by to dost dobře ani nebylo možné.

2.8 Položka I.



Obrázek 20 Položka I. vyskladněné kusy a hodnota spotřebovaných skladových položek (vlastní zpracování)

Kmenová karta Položka I. je dlouhodobě jedna z neúspěšnějších položek Společnosti a je ve všech třech sledovaných letech v top 10 výrobcích dle objemu spotřeby (*spotřebované kusy × pořizovací cena*). Struktura poptávky po této položce je relativně pravidelná, což je pro skladové položky Společnosti spíše neobvyklé.



Obrázek 21 Vývoj stavu skladu Položka I. (vlastní zpracování)

Jak již bylo výše popisováno, systém monitoringu skladových zásob je ve Společnosti založen na kontinuální kontrole stavu skladů přes speciální šablonu, obsahující takové skladové položky, které nemají dostatečnou minimální úroveň. Důsledkem je, že ve sledovaném období nedošlo k poklesu skladové zásoby na 0, pokud nepočítáme počáteční období, kde pokles byl způsoben spíše než nedostatkem zavedením nového evidenčního systému.

Při pohledu na obrázek skladu Položka I. se ukazuje, že nastavená minimální úroveň u této položky je relativně vysoká, vzhledem k vyskladněnému objemu za období mezi příjemkami.

Takto vysoká skladová zásoba by dávala smysl jen v případě, že objednáci lhůta konkrétní skladové položky je dlouhá a nepravidelná nebo je Společnost vystavena velkým postihům v případě, že není schopna zajistit promptní dodání této položky.

2.8.1 Náklady na skladování Položka I.

Průměrná hodnota skladové zásoby v roce 2016 činila asi 1 159 268,5 Kč. Když uvažujeme náklady na skladování ve výši 20 %, je s těmito položkami spojen náklad 231 853,6 Kč ročně.

Pokud vezmeme rok 2017 dělá hodnota skladovaných zásob asi 1 777 949 Kč. Pokud uvažujeme náklady na skladování ve výši 21 %, byly s touto položkou v roce 2017 spojeny náklady ve výši přibližně 373 369 Kč.

V roce 2018 pak hodnota zásob průměrně činila 1 471 224 Kč. I přesto, že se průměrná hodnota zásob snížila stále náklady na skladování činily asi 338 381,5 Kč.

Zároveň ale pohled do účetního deníku prozrazuje, že náklady na dopravu v případě této skladové položky se pohybují v rozmezí 2500 až 3000 Kč za jednu dodávku, což není v porovnání s celkovými skladovacími náklady tak vysoká částka a vyšší počet dodávek za rok by mohl snížit celkové skladovací náklady.

2.8.2 EOQ 1 – povolené nedostatky +známá + krátká dodací doba

V úvodním návrhu skladové politiky pro tuto položku počítáme s mnoha zjednodušujícími předpoklady:

- přechodně je možné tolerovat nedostatky, nedostatky v zásobě jsou uspokojovány až ve chvíli, kdy dojde k naskladnění skladových položek,
- poptávka je známá na rok dopředu (celkové množství),
- dodací lhůta je krátká,

- chováme se jako by byla poptávka konstantní a nebylo nutné držet žádnou pojistnou zásobu, zároveň jsou objednávky tvořeny periodicky. Perioda odpovídá době, za kterou je objednávka spotřebována konstantní poptávkou.

V takovém případě celkem nepřekvapivě dochází k výrazné úspoře nákladů na držení zásob (HC) i celkových nákladů se skladovým hospodářstvím spojených.

Název parametru (zkratka)	2016	2017	2018
HC	20 % PC ročně	21 % PC ročně	23 % PC ročně
SC	40 % PC ročně	40 % PC ročně	40 % PC ročně
RC	3 000 Kč za dodávku	3 000 Kč za dodávku	3 000 Kč za dodávku
D	11 238	14 227	11 405

Tabulka 5 vstupní data pro EOQ 1 (vlastní zpracování)

Výpočet hodnot je popsán výše, náklady plynoucí z nedostatku zboží skladem a nutnosti čekat na dodávku jsou určeny spíše arbitrárně, v realistickém scénáři by byly pravděpodobně vyšší, protože MTZ musí zajistit dostatek materiálu, zboží a součástek zejména pro stavební projekty, kde jsou velmi přísné časové plány a vysoké pokuty a penále spojené s jejich nedodržením, případně by také mohlo docházet k přerušení výroby a montáže jednotlivých sestav.

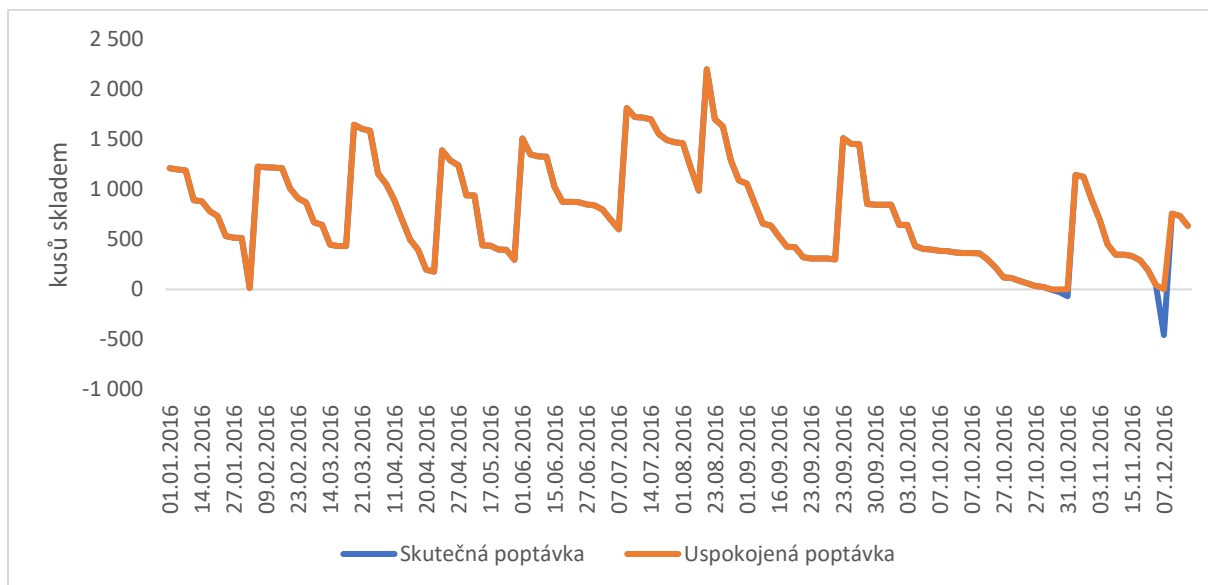
Částka 3 000 Kč za dopravu odpovídá nejvyšším částkám účtovaných výhradním dodavatelem této skladové položky Společnosti za dopravu ve sledovaném období.

	2016	2017	2018
Q_o	1 212	1 364	1 222
T_o	404	456	407
T₁	26	23	26
T₂	11	12	13
T	37	35	39

Tabulka 6 výsledky EOQ 1 (vlastní zpracování)

Využití modelu popsaného výše vede k výrazné úspoře nákladů, ale zároveň se zvýší frekvence nedostatků a nutnosti čekat na opětovné dodání skladové položky.

Pro ilustraci obrázek za rok 2016 pro skutečnou strukturu poptávky a modelovou zásobovací strategií.⁸



Obrázek 22 Položka I. EOQ a reálná poptávka v roce 2016 (vlastní zpracování)

Model dovolující nedostatky vedl k nedostatku celkem dvakrát a vždy na relativně krátkou dobu. Náklady nedostatku tedy nejsou příliš vysoké a ve výsledku dochází ke značnému snížení celkových nákladů na držení této položky. Podobné výsledky přinesla aplikace modelu i v dalších letech.

V roce 2016 celkové náklady při využití tohoto modelu činily 89 833 Kč, což je o 61 % méně než v původním stavu, v roce 2017 by využití metody plánování snížilo náklady o 72 % na celkem 103 154 Kč a v roce 2018 by došlo ke snížení nákladů o 73 % na celkem 90 116,7 Kč.

Úspory spojené s využitím modelu by byly relativně vysoké, ale problém je v poměrně nízkých nákladech nedostatku, které by ve skutečnosti pravděpodobně byly výrazně vyšší. Zároveň by snížení nákladů bylo nižší, protože velká část nákladů střediska MTZ jsou náklady fixní. Skladovací náklady jsou z velké míry složeny z osobních nákladů a režijních nákladů na prostory, které sklad využívá. Snížit skladovací náklady by tak bylo možné až ve chvíli, kdy by se podařilo výrazným

⁸ Stav skladu na začátku roku byl považován za 0. K 1.1.2016 došlo k naskladnění objednávky odpovídající Q_0 . Grafy pro následující roky 2017 a 2018 viz příloha

způsobem omezit celkový objem zásob a strukturu zásobovacích řetězců ve Společnosti v delším časovém období.

2.8.3 Položka I. – statistická analýza poptávky

Společnost zaznamenala ve sledovaném období relativně hodně transakcí a teoreticky by tedy bylo možné pro modelování poptávky využít některý ze statistických modelů.

Využití statistických modelů komplikuje to, že se nepodařilo prokázat normalitu rozložení poptávky, takže je třeba k výsledkům předpovědí a nastavení bezpečnostních zásob a úrovní objednávek přistupovat obezřetně.

Pro analýzu byly tržby agregovány po měsících. Následně byla provedena analýza těchto souhrnů.

Hledání vhodného modelu bylo provedeno pomocí výše zmiňovaného algoritmu „grid search“.

Z modelů pak byl vybrán model s nejvhodnějšími vlastnostmi.

Dle AIC i dalších kritérií se jako slibný model jevil $SARIMA(2,2,1)(2,0,0)_{12}$ aplikovaný na měsíční součty vyskladněných skladových položek v předcházejících obdobích. Předpověď na rok 2018 bude využívána v následující modelační části.⁹

2.8.4 Kombinace předpovídané poptávky a EOQ 1

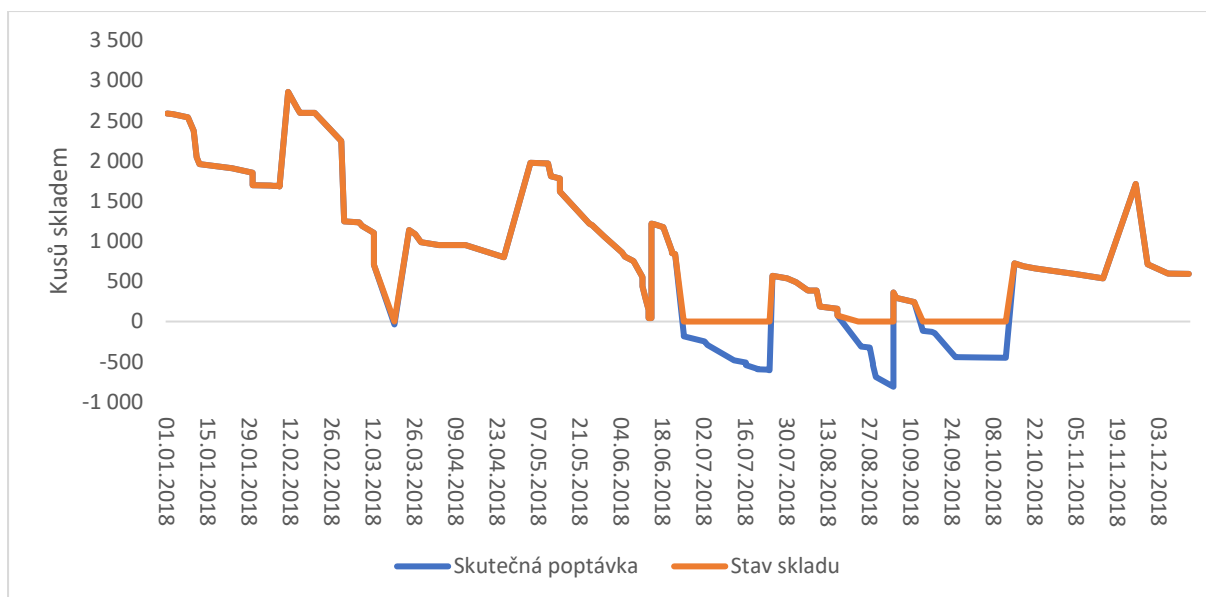
Využití výše zmíněného modelu SARIMA umožnilo odstranění jednoho nerealistického předpokladu o známé poptávce na rok dopředu.

Dle tohoto modelu budeme na rok 2018 počítat s celkovou poptávkou 10 577 kusů. Dosazením dostaneme $Q_0 = 1176$, $T_0 = 392$, $T = 41$.

Systém objednávání je stejný jako v předešlých letech, tedy první objednávka za dodavatelem je přijata 01.01.2018 a každá další objednávka je vytvořena po 41 dnech.

Pokud výsledný model promítneme do skutečných zákaznických objednávek za daný rok je výsledkem následující graf.

⁹ Více viz příloha části týkající se položky Položka I..



Obrázek 23 Položka I. 2018 – modelace poptávky + efekt ve skutečnosti (vlastní zpracování)

Zdá se, že Společnost by v takovém případě držela příliš nízkou skladovou zásobu, což by vedlo k opakovaným nedostatkům. To je u klíčové položky jen těžko tolerovatelné. V další části práce se pokusíme o aplikaci tzv. Service Level, tedy definujeme úroveň služeb, které Společnost musí být schopna poskytnout ze skladových zásob.

V tomto případě také výrazným způsobem narostly náklady nedostatku, které by dosáhly cca. 10 000 Kč. Tato skladová položka by nebyla dostupná celých 79 dní.

2.8.5 Service level – Položka I.

Kombinací EOQ s dovolenými nedostatky a předpověďmi pomocí modelu SARIMA docházelo poměrně často k nedostatkům. To je u kriticky důležité položky jen těžko tolerovatelné. Do uvažování proto zahrneme ROL^{10} , úroveň, kdy je vytvářena nová objednávka. Protože neznáme pravděpodobnostní rozdělení poptávky, nebudeme se snažit o iterativní optimalizaci velikosti ROL a Q . Vyjdeme z předpokladů $Q=ROL$ a odpovídající service levelu na zvolené míře spolehlivosti (90 %)

Dále upustíme od řízení zásobování dle konstantní – teoretické poptávky. Objednávky budeme vytvářet vždy ve chvíli, kdy dojde k poklesu poptávky pod požadovanou úroveň ROL , nikoliv pravidelně každých X dní.

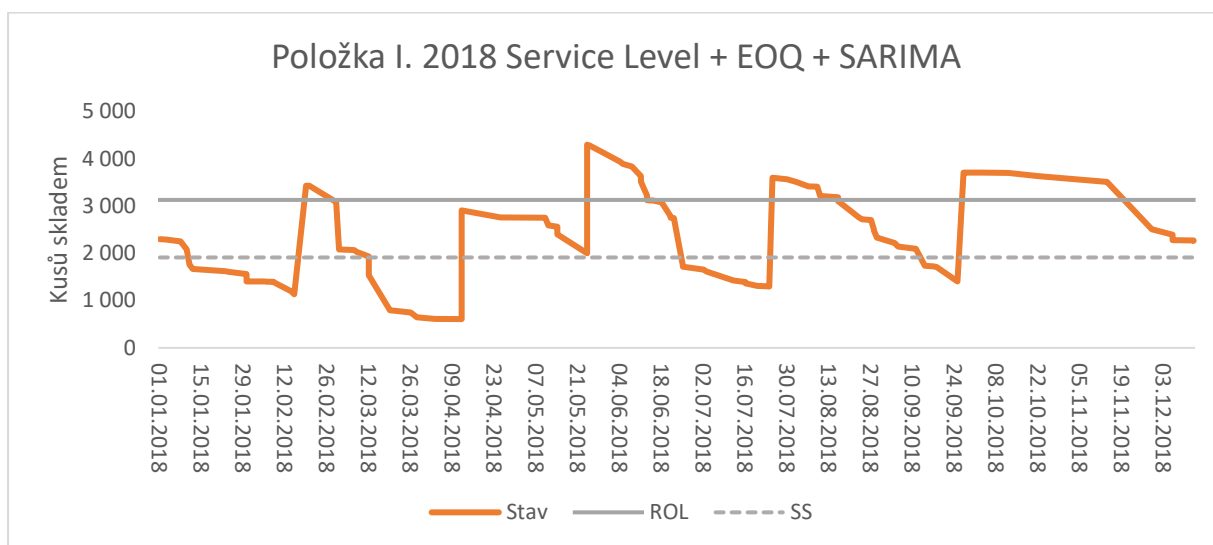
¹⁰ Re-order level

LT	29 dní
D	42
Z	1,28
σ	1262 kusů

Tabulka 7 parametry pro výpočet ROL (vlastní zpracování)

Výsledkem kalkulace je ROL na úrovni 3129 kusů. Dále dopočteme optimální množství objednávaných skladových položek. Pro kalkulaci využijeme jednoduchou EOQ.

EOQ (bez povolených nedostatků) odpovídá 2299 kusům.



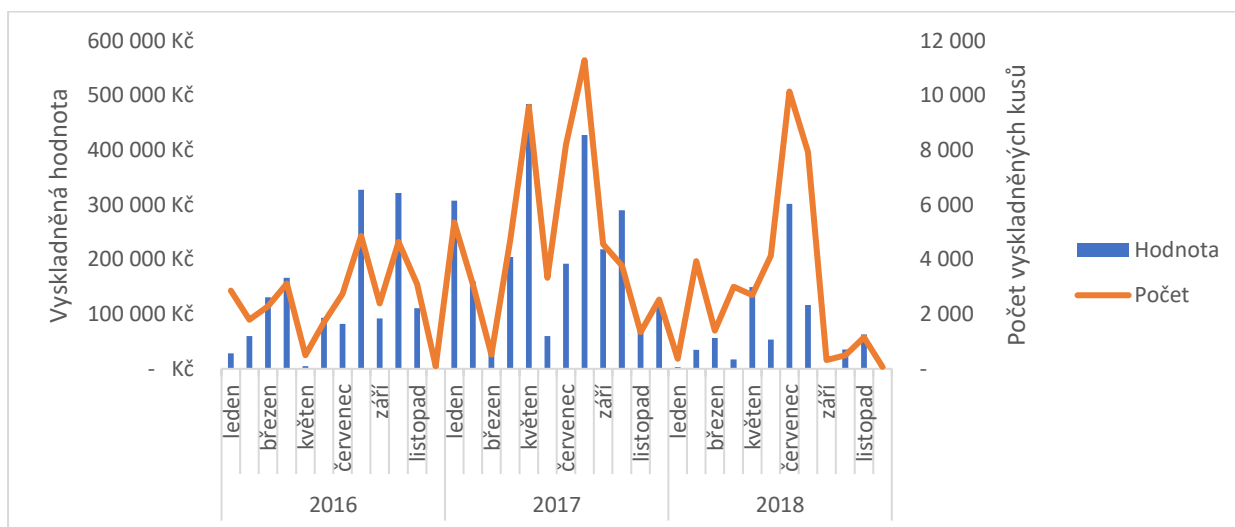
Obrázek 24 Položka I. řízení skladových zásob pomocí Service Level + EOQ

Řízení skladových zásob pomocí odhadu poptávky přes model SARIMA v kombinaci se service levelem pro určení ROL a odvození velikosti pomocí modelu EOQ se ukázalo jako relativně efektivní způsob řízení zásob.

Ve sledovaném období nedošlo v žádném okamžiku k nedostatku a k neschopnosti Společnosti plnit objednávky zákazníků.

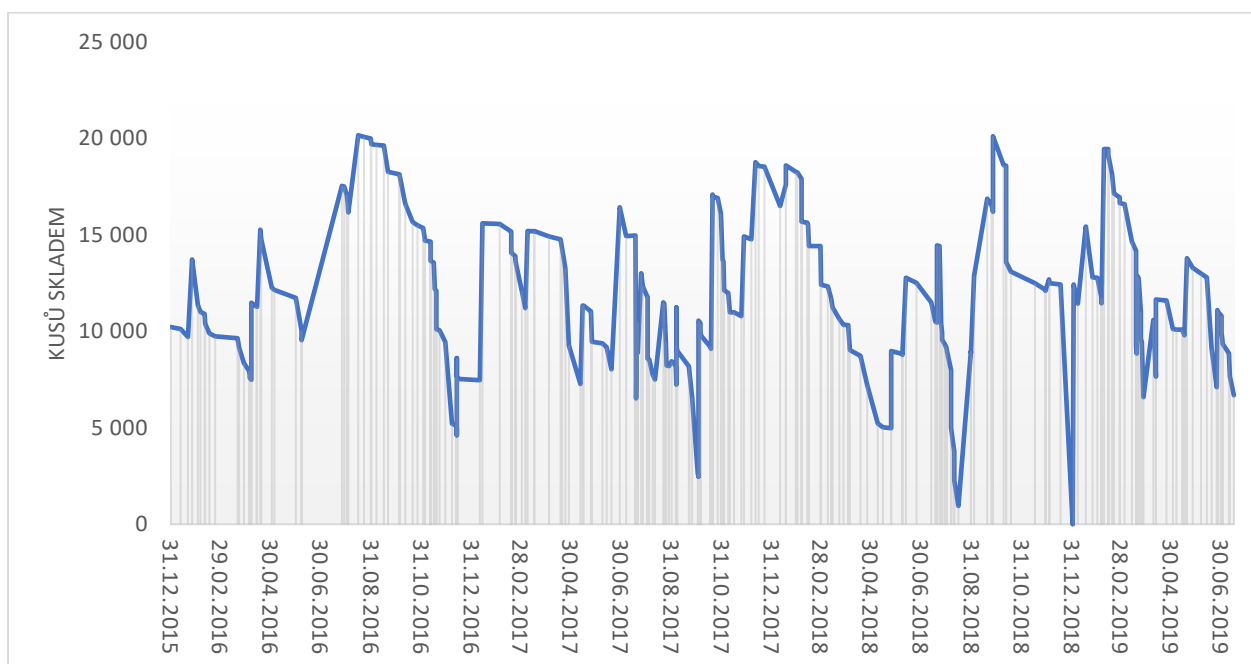
Zároveň se podařilo značným způsobem snížit průměrnou skladovou zásobu drženou Společností. Využití této metody by vedlo ke snížení nákladů o zhruba 78 % na celkových 190 254 Kč, tedy asi o 148 127 Kč.

2.9 Položka II.



Obrázek 25 Vyskladněná hodnota a počet kusů Položka II. (vlastní zpracování)

Poptávka po skladové položce Položka II. je také velmi nahodilá. Na první pohled není zřetelný žádný trend. Náznak sezónnosti by se dal nalézt v druhé části roku. Největší obrat nastal u položky v roce 2017.



Obrázek 26 Stav skladu Položka II. (vlastní zpracování)

Na rozdíl od položky Položka I. dochází v úrovni stavové zásoby k mnohem vyšším výkyvům a není tak stabilní. V případě, že se by se jednalo o položku, kde by byl případný nedostatek nežádoucí, by bylo vhodné navýšit zásobu této skladové položky, tak aby pokryla případný výkyv v poptávce.

2.9.1 Náklady na držení položky Položka II.

	2016	2017	2018
Průměrný stav skladu	12 770	11973,9	11482
Roční náklad	20 % PC	21 % PC	23 % PC
Cena	42,93	41,88	41,81
Celkové roční náklady	109 643,2 Kč	105 308,1 Kč	110 414,4 Kč

Tabulka 8 Náklady Položka II. porovnání (vlastní zpracování)

Náklady na tuto skladovou položku byly ve sledovaném období stabilnější. Náklady se měnily jen o jednotky procent. Mezi roky 2016 a 2017 došlo k poklesu o téměř 4 %, v následujícím roce ale došlo k opětovnému nárůstu o cca. 5 %.

2.9.2 EOQ – Položka II.

U této skladové položky budeme rovnou předpokládat, že nedostatky jsou nežádoucí a nedovolené. Využijeme proto formu EOQ bez dovolených nedostatků.

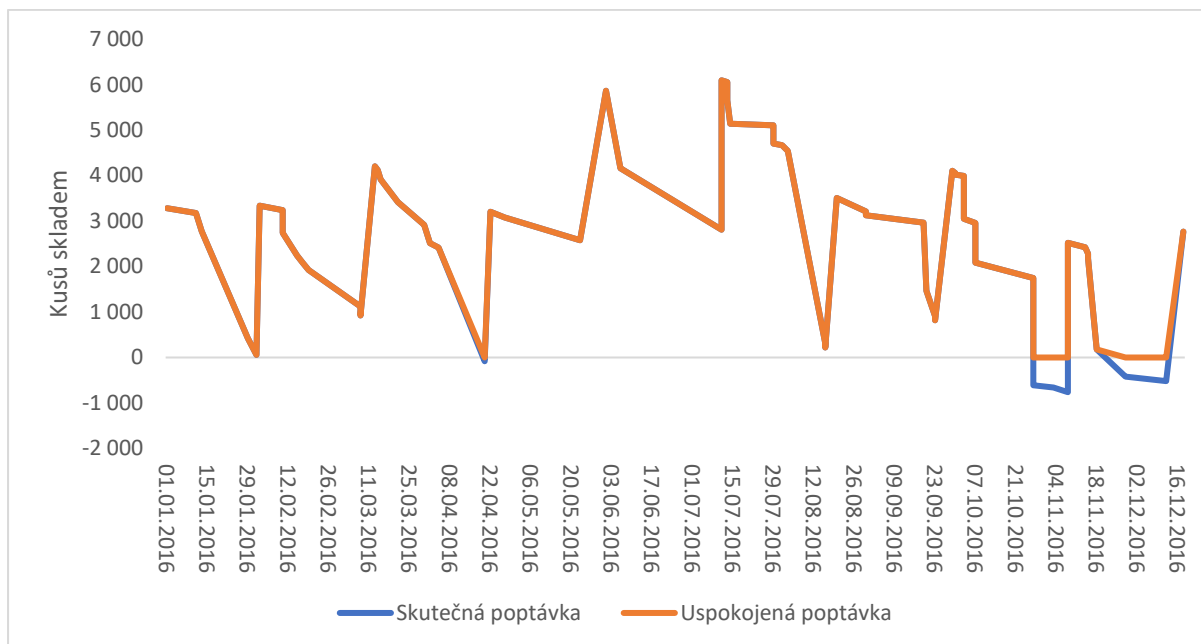
Při nákladech na skladování v roce 2016 8,58 Kč ročně (HC), velikosti roční poptávky v roce 2016 30 094 j a minimální objednáci době 7 dnů je $EOQ_{2016}=3286$ j.

Při konstantní poptávce by objednávky za výše uvedených podmínek byla spotřebována každých 40 dnů, což je také délka jedné periody.

Vzhledem k tomu, že víme, že poptávka není konstantní pokusíme se na začátku roku 2016 vytvořit určitou bezpečnostní rezervu, která odpovídá jedné EOQ ¹¹. Ta by v případě konstantní poptávky mohla být vytvořena například zadáním první objednávky v roce 2016 o sedm dní dříve, než by odpovídalo délce jedné periody.

¹¹ j jako jednotek

V nejjednodušší podobě s předpoklady uvedenými výše, by dopadlo využití modelu popsaného výše následovně.



Obrázek 27 2016 EOQ Položka II. ilustrace (vlastní zpracování)

Ani vytvoření určité rezervy nestačilo k vykrytí nedostatků. Problematický je systém vytváření objednávek, který neodpovídá skutečné povaze poptávky. Další roky již nebyly modelovány.

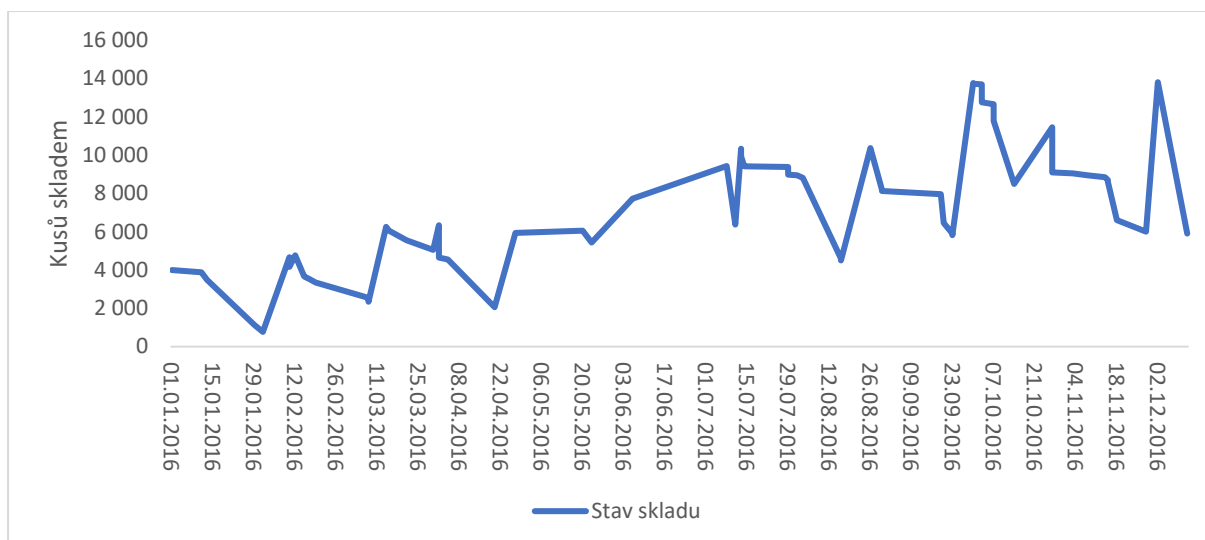
2.9.3 EOQ – optimalizace

Model v základní podobě měl dva zásadní nedostatky:

1. poptávka není konstantní, ale dochází ke značným výkyvům,
2. EOQ neodpovídá velikosti jednoho balení, které je 4000 j.

Částečné odstranění prvního problému by mohlo být zajištěno přes vytváření objednávek vždy ve chvíli, kdy skladová zásoba klesla pod stanovenou úroveň, což je systém podobný systému, který společnosti využívá v současnosti.

Zároveň namísto 3286 j budeme v tomto případě objednávat 4000 j, což odpovídá velikosti jednoho balení a je to objem, který nám dodavatel je ochotný dodat. Spíše náhodou není tento objem příliš vzdálený objemu stanoveným pomocí EOQ.



Obrázek 28 EOQ 2016 Položka II. + optimalizace (vlastní zpracování)

Změna objednacích strategie vedla k eliminaci nedostatků v tomto roce. V dalších letech se ale ukázala jako nedostatečná, protože v nich docházelo k mnohem větším výkyvům v poptávce. V další části práce přidáme tedy ještě bezpečnostní zásobu, která má za úkol pokrýt neočekávané výkyvy.

2.9.4 Náklady spojené s EOQ

První varianta EOQ vychází pro Společnost nejlaciněji. Průměrně by Společnost držela na skladě pouze 2 747 jednotek, což je snížení o více jak 78 % oproti skutečnému stavu. Tato jednoduchá optimalizace ale vedla ke dvěma přechodným nedostatkům, kdy mohly objednávky být uspokojovány až po opětovném naskladnění položky.

Zajímavé je, že se náklady optimalizované EOQ v podstatě neliší od nákladů první varianty. Je to způsobeno především rozdílnými náklady nedostatku.

2.9.5 Service level – Položka II.

V další verzi modelu se zaměříme na vytvoření ROL a zkusíme odhadnout parametry modelů dle poptávky roku předešlého. Pro rok 2017 vyjdeme z roku 2016 a pro rok 2018 z roku 2017. Vzhledem k charakteru poptávky se autorovi práce nepodařilo nalézt použitelný statistický model.

Ke zpoždění v dodání této skladové položky došlo pouze v jednom případě. Není třeba tedy počítat se směrodatnou odchylkou dodací lhůty. Objednací lhůtu znovu stanovíme na 7 dnů, což je minimum z dodací lhůty z objednávek od dodavatele této položky, které se vyskytlo v dodacích lhůtách nejčastěji.

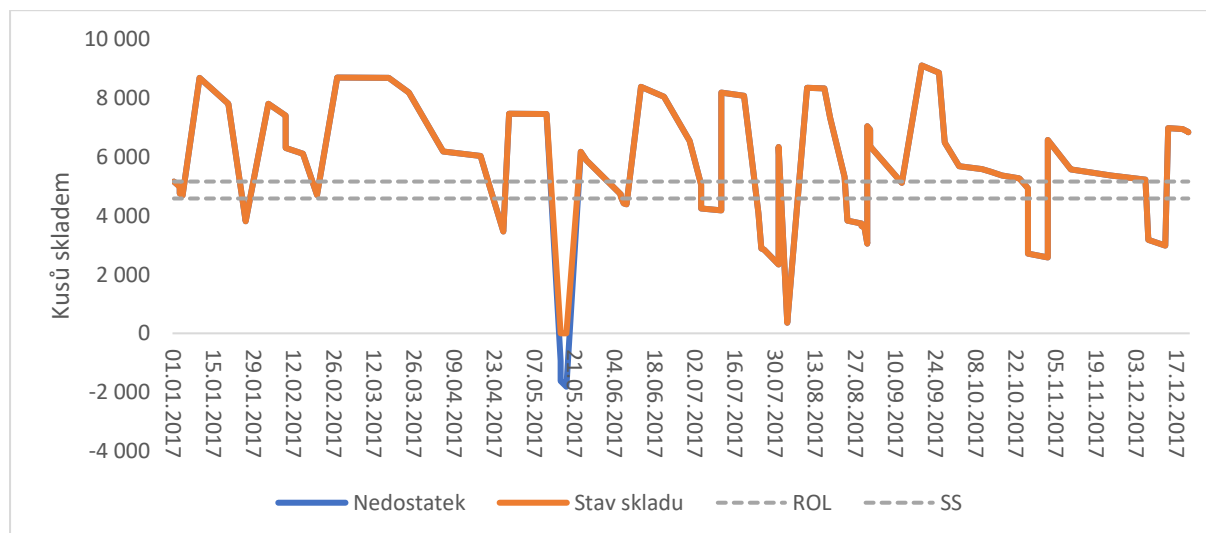
Budeme vycházet z toho, že je poptávka z normálního rozdělení a že je možné stanovit úroveň SS pomocí kvantilů normálního rozdělení odpovídajícímu stanovené úrovni zabezpečení poptávky. Nová objednávka je tvořena ve chvíli, kdy poklesne skladová zásoba na ROL. Uvažujme požadavek na uspokojení 90 % poptávky ze skladové zásoby.

σ	LT	D	Z
1355	7 dní	30 094	1,28

Tabulka 9 parametry pro výpočet ROL a SS u Položka II. (vlastní zpracování)

Dosazením těchto hodnot do vzorce pro ROL dostáváme hodnotu 5167 j. Z toho SS představuje 4590. Zbytek je zásoba na pokrytí průměrné poptávky za dobu dodávky tedy 577 j.

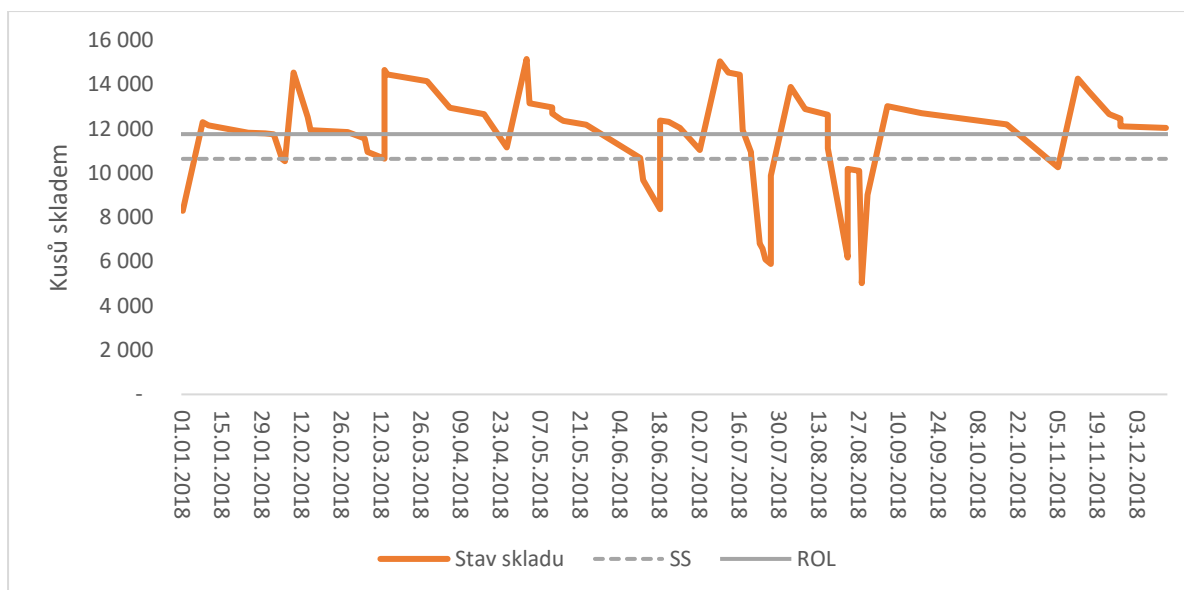
Výsledkem této zásobovací politiky by byl následující průběh zásob.



Obrázek 29 2017 ROL + simulace objednávek (vlastní zpracování)

Mezi roky 2016 a 2017 nastal velký rozdíl v celkovém objemu prodaných skladových položek i velikosti rozptylu poptávky. To vedlo ke stanovení nedostatečné míry SS a velká objednávka 8400 j způsobila přechodný nedostatek.

Na druhou stranu je ale možné předpokládat, že takto velká objednávka byla podána s dostatečným předstihem a bylo by možné případně doobjednat jedno balení od dodavatele navíc a v čas.



Obrázek 30 2018 ROL simulace (vlastní zpracování)

Pokud v simulaci pokračujeme do roku 2018 a využijeme stejnou metodiku, vede to k výraznému navýšení zejména SS zásoby, která vzroste na 10646 kusů, ROL je celkem 11764 j. Nová úroveň zajistí dostatečnou zásobu ve všech obdobích a nedojde k žádnému případu nedostatku.

2.9.6 Service level – náklady

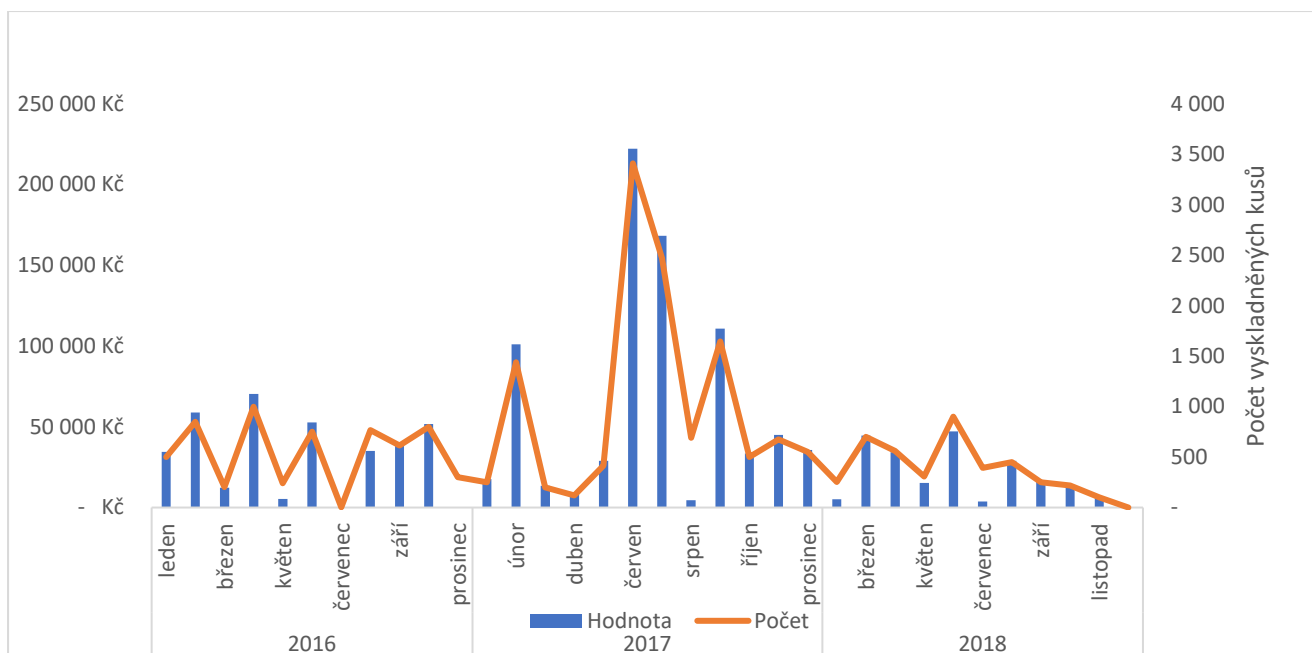
V roce 2017 se využitím této metody zvýšil roční průměr z 3286 j na 5159 j. Což je stále výrazně méně, než kolik položek držela Společnost skladem v realitě. V roce 2017 činili náklady na skladování 105 308 Kč a v námi uvažované variantě byly náklady pouze 65 304 Kč. To je snížení o zhruba 38 %.

Pro rok 2018 to již neplatí, protože v roce 2017 výrazným způsobem narostl rozptýl poptávky a bylo proto nutné zvýšit SS. V důsledku se roční HC zvýšili na 121 207 Kč, což je o 10 793 Kč více, než byly skladovací náklady ve skutečnosti. Snížení nákladů by mohlo umožnit snížení pojistné zásoby v první polovině roku, kdy byla aktivita nižší a navýšení pojistné zásoby v druhé polovině roku.

Otázkou ale zůstává, zdali v roce 2018 neměla Společnost u této skladové položky zásoby příliš nízké.

2.10 Položka III.

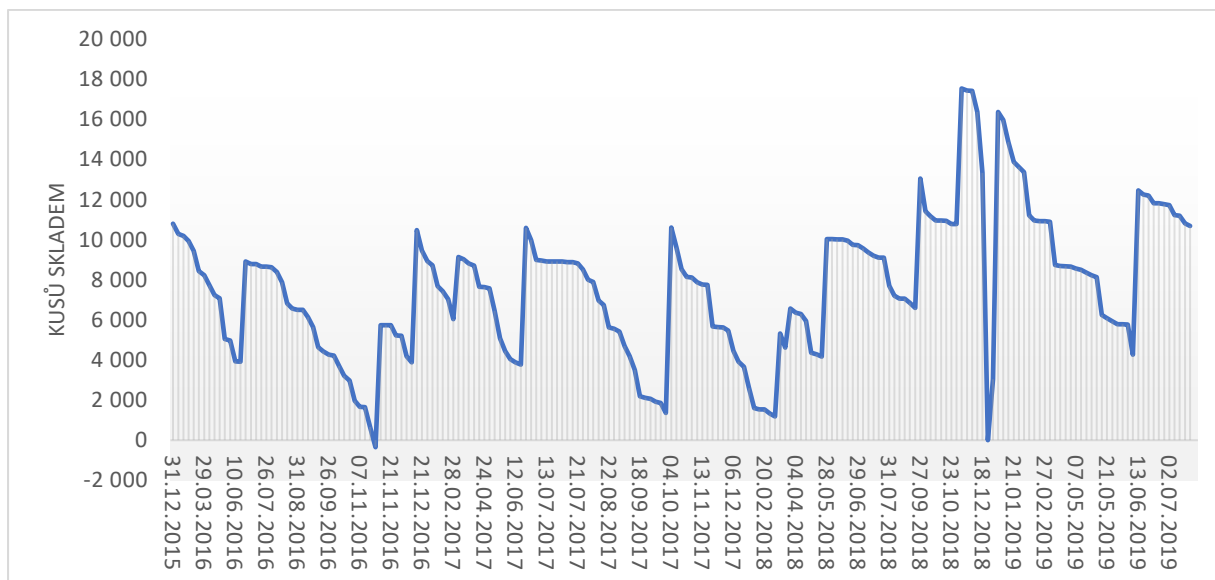
Tato skladová položka má pro Společnost typický průběh poptávky, který má v jednom roce výrazný vrchol. V následujících letech dochází k útlumu a obrat generovaný touto skladovou položkou je nižší.



Obrázek 31 Vyskladněný objem a hodnota Položka III. (vlastní zpracování)

Vysoký jednorázový výprodej skladu se pochopitelně podepsal i na skladové zásobě, která tím byla kompletně vyčerpána. Z vývoje skladové zásoby je patrné, že zásobování probíhá méně častými nákupy většího množství této skladové položky.

Objednávání této skladové položky probíhá zpravidla na začátku roku a objednávka je následně rozdělena do více dodávek.



Obrázek 32 Stav skladu Položka III. (vlastní zpracování)

Pokud se podíváme na skladové zásoby, nepodepsaly se neobvykle velké vyskladněné objemy v roce 2017 dlouhodobým nedostatkem této skladové položky. Nedostatek se podařilo vyrovnat doobjednáním skladové položky dodatečnou objednávkou v červnu 2017.

	2016	2017	2018
Průměrná zásoba	7 133	6 759	7 426
HC	20 %	21 %	23 %
Náklady na skladování	68 991 Kč	69 392 Kč	84 869 Kč

Tabulka 10 Položka III. základní údaje (vlastní zpracování)

Průměrný počet jednotek skladem se ve sledovaném období příliš neměnil. V roce 2017 došlo k poklesu asi o 5 % a následně došlo k nárůstu o 10 %. Podobným způsobem se vyvíjely i náklady na skladování. Vyšší nárůst nákladů na skladování v roce 2018 byl způsoben společným efektem nárůstu nákladů na skladování a růstem pořizovací jednotkové ceny této položky.

2.11 Optimalizace Položka III.

Poptávka po této skladové položce nebyla ve sledovaném období rovnoměrná a pokud bychom pro optimalizaci využili model s tímto předpokladem, došlo by k nedostatku, což je u důležité skladové položky těžko tolerovatelné. Proto pro optimalizaci využijeme model s ROL a model založený na Service Level.

2.11.1 EOQ + ROL – Položka III.

Podobně jako v předešlých případech využijeme pro optimalizaci jednoduchý EOQ model s ROL, kdy nebudeme počítat se směrodatnou odchylkou poptávky ani dodací lhůty. Nové objednávky budou vytvářeny ve chvíli, kdy by skladová zásoba poklesla pod úroveň ROL. Velikost objednávky bude odpovídat EOQ. Dále budeme předpokládat, že známe poptávku vždy na jeden celý rok dopředu.

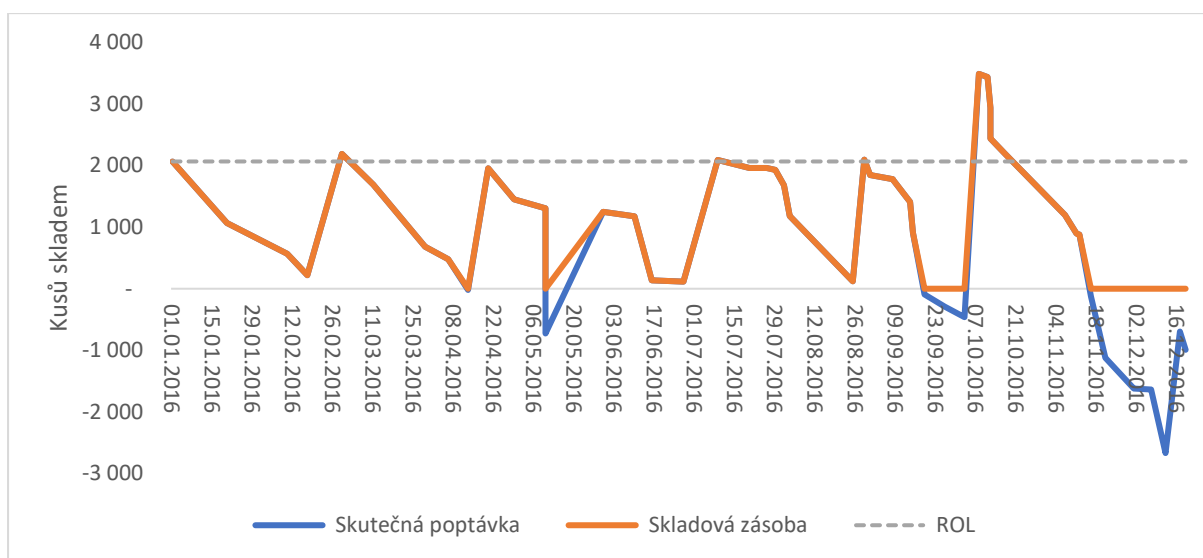
Dodací doba této skladové položky se ve sledovaném období postupně prodlužovala, jako dodací lhůta byla zvolena doba 40 dnů, která odpovídá dodacím lhůtám z roku 2018.

Protože se autorovi práce nepodařilo dohledat cenu dopravy této skladové položky byla cena dopravy stanovena na 1000 Kč.

Pro jednotlivé úrovně ceny vychází parametry modelu následovně:

EOQ a velikost skladovacích nákladů	2 016	2 017	2 018
EOQ	1 975	4 416	6 245
ROL	2067	2 844	1 363

Tabulka 11 Položka III. výsledky kalkulací (vlastní zpracování)



Obrázek 33 Položka III. 2016 - EOQ – ROL (vlastní zpracování)

Pokud uvažovanou zásobovací strategií promítneme do dat za rok 2016, dochází velmi často k nedostatkům, které jsou dlouhotrvající a dá se předpokládat, že by nastávaly i v dalších letech.

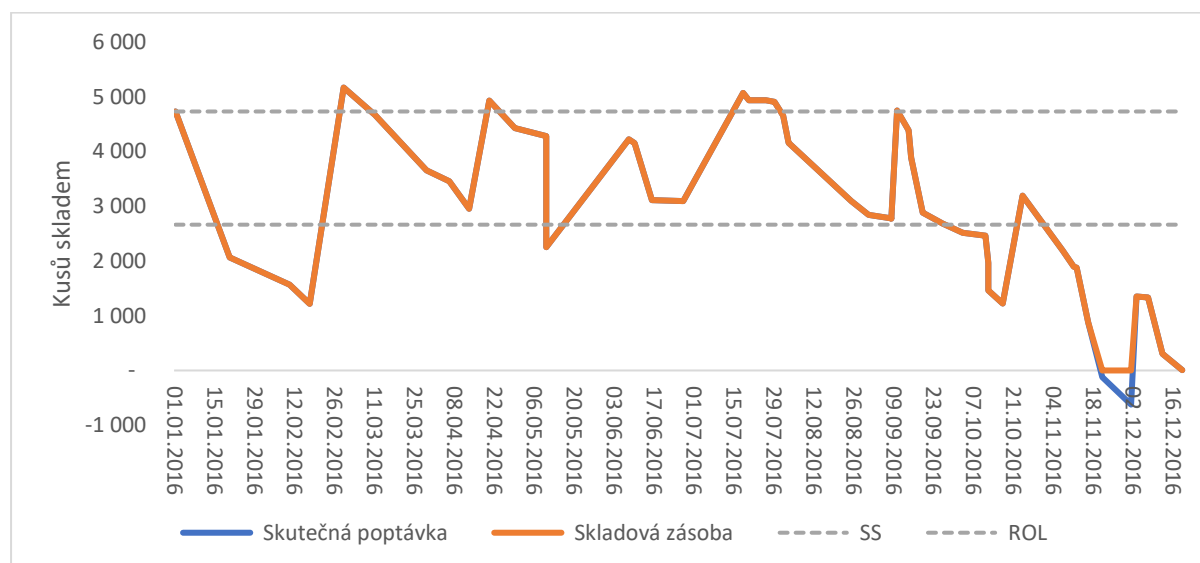
Uvažovaný model se proto zdá jako zcela nevhodný. Tato zásobovací strategie by sice vedla k omezení nákladů na držení skladové položky, ale bylo by nutné počítat se značnými náklady na nedostatek této skladové položky a delší období, by oddělení MTZ nebylo schopné plnit požadavky ostatních oddělení a externích zákazníků.

Je zřejmé, že zvolená metoda je pro tuto skladovou položku nevhodná. Pro zajištění dostatečné skladové zásoby využijeme dále metodu pracující se service level. Velikost jednotlivých objednávek bude odpovídat EOQ.

2.11.2 Service level – Položka III.

Stejně tak jako u předešlých položek platí, že rozdělení poptávky neodpovídá normálnímu rozdělení a je proto nutné brát výsledky následné simulace s určitou rezervou.

Pokud zachováme předpoklad, že je poptávka po skladových položkách stále známá, měsíční směrodatná odchylka poptávky pro rok 2016 je 329. SS odpovídá pro rok 2016 2663 jednotkám, pokud k SS připočteme zásobu na dodací lhůtu ROL odpovídá 4730.



Obrázek 34 Položka III. 2016 EOQ – ROL – Service Level 90 % (vlastní zpracování)

Zohledněním směrodatné odchylky došlo k omezení nedostatků. Dále byla jednou vytvořena objednávka ve velikosti dvou EOQ tedy 3950, protože již v době vytvoření objednávky by nestačila dodávka k dorovnání skladové zásoby na úroveň ROL.

K nedostatku došlo ve sledovaném období pouze jednou na konci roku 2016.

Náklady na držení zásob by se v tomto případě výrazným způsobem snížily oproti výchozímu stavu. Pokud bychom Service Level nastavili na vyšší úroveň, bylo by možné nedostatky plně eliminovat, ale vzrostly by také náklady na skladování, a to zřejmě velmi výrazně.

Problematické by bylo řízení zásob tímto způsobem v roce 2017, kdy došlo k výraznému výkyvu poptávky, které by nebylo možné pokrýt z bezpečnostní zásoby Společnosti.

Problematická se také ukázala být předpověď pomocí modelu SARIMA, protože výkyv v roce 2017 způsobil velmi nepřesnou předpověď pro rok 2018. Podobně jako u předešlé skladové položky se autorovi nepodařilo najít žádný použitelný model a předpověď pomocí SARIMA nebyla využita.

2.11.3 Položka III. - náklady

Pokud se zaměříme na náklady na skladování položky, došlo v obou uvažovaných variantách k velkému poklesu. Pokud bychom abstrahovali od nákladů nedostatku, v roce 2016 by náklady na skladování v případě využití metody EOQ a ROL tvořily pouze 9 330 Kč. V druhém případě se Service Level na úrovni 90 % by náklady byly 26 086 Kč.

V obou případech by ale došlo k nedostatku, který by mohl znamenat velké ztráty pro společnost.

Závěr

Analýza procesů spojených s logistikou a řízením skladových zásob ukázala na složitost celého řetězce v rámci Společnosti. Pro další části práce byla tato analýza důležitá zejména pro posouzení možnosti využití přechodných nedostatků.

Analýza ABC ukázala zejména na vzrůstající objem nepoužitelných skladových zásob, který by bylo vhodné vyřešit. Nepoužitelné zásoby odepsat a zamezit v budoucnu tvoření dalších. Dále analýza ABC ukázala na nedostatek jiných druhů klasifikace ve Společnosti, víc viz kapitola o klasifikaci.

Optimalizace skladových zásob pomocí metod Economic Order Quantity a Service Level byla relativně komplikovaná. Z důvodu nahodilosti poptávky a nenormality jejího pravděpodobnostního rozdělení nebylo využití statistických modelů příliš efektivní a spolehlivé.

U položky Položka I., která se ve sledovaném období vyznačovala relativně stabilní poptávkou, vedla kombinace Economic Order Quantity, Service Level a statistického modelu pro předpověď poptávky k relativně velkým úsporám, zároveň ale nedocházelo k nedostatkům.

Je proto možné tvrdit, že u části skladových položek existuje prostor pro snížení nákladů s položkami spojenými, pokud by byl využíván sofistikovanější způsob řízení zásob.

U položek II. a III. se výraznějším způsobem projevila charakteristická nahodilost poptávky po skladových položkách Společnosti. To se projevilo na spolehlivosti jednotlivých modelů a snížilo to jejich případnou spolehlivost.

Spolehlivějších výsledků by se dalo dosáhnout, pokud by se podařilo poptávku rozdělit a přistupovat k řízení skladových zásob na základě typu poptávky. Poptávka po skladových položkách se v případě Společnosti skládá ze tří základních složek:

1. spotřeba materiálu a součástek dílnami společnosti,
2. zásobování stavebních projektů,
3. poptávka zákazníků po skladových položkách.

Pokud se na typy poptávky podíváme z pohledu optimalizace skladových zásob, v případě spotřeby materiálu a součástek dílnami je situace relativně jednoduchá. Při vytváření objednávek je možné vycházet z výrobních plánů a v případě spolehlivosti dodavatelů by z tohoto důvodu nemuselo být třeba držet v podstatě žádné zásoby

U stavebních projektů je situace podobná jako u spotřeby materiálu a součástek dílnami. Poptávka po skladových zásobách je známá dopředu a je možné tvořit objednávky až ve chvíli, kdy jsou skladové zásoby potřeba.

Do velké míry tak celý proces opravdu funguje. Pro efektivnější fungování by bylo relativně snadné pro tuto část poptávky využít metody pro Economic Order Quantity.

Poslední částí poptávky po skladových zásobách je poptávka zákaznická. Ta je nahodilá a není známa dopředu. V tomto případě je nutné opravdu držet určité množství materiálů a výrobků skladem. Tato část skladových zásob by mohla být řízena pomocí metodického přístupu service level nebo kombinace EOQ a service level.

Také by se nabízelo využití specializovaného software, který by celý proces značným způsobem zjednodušil. Kombinace, v jaké autor využíval skriptovací jazyk Python a tabulkový procesor Excel, byla málo efektivní. Společnost by mohla vyvinout řešení vlastní, které by odpovídalo přesně jejím požadavkům nebo využít řešení dostupná na trhu například NetSuite od Oracle, který nabízí možnosti sledovat stavy skladů v jednotlivých lokacích, úrovně vytvoření objednávky apod. Více viz (Oracle, 2019)

Dále nebylo možné využít některé pokročilejší modely, protože nebylo možné určit jednotlivé parametry. To vedlo k nutnosti využívat odhadů důležitých parametrů, protože nejsou v ERP sledovány.

Jedná se zejména o tzv. o Holding Cost, tedy náklady na skladování, kde pro jejich odhad musela být využita aproximace přes jejich pořizovací hodnotu a stav na konci roku. V tomto případě by bylo vhodné sledovat náklady na skladování určité měrné jednotky za jednotku času.

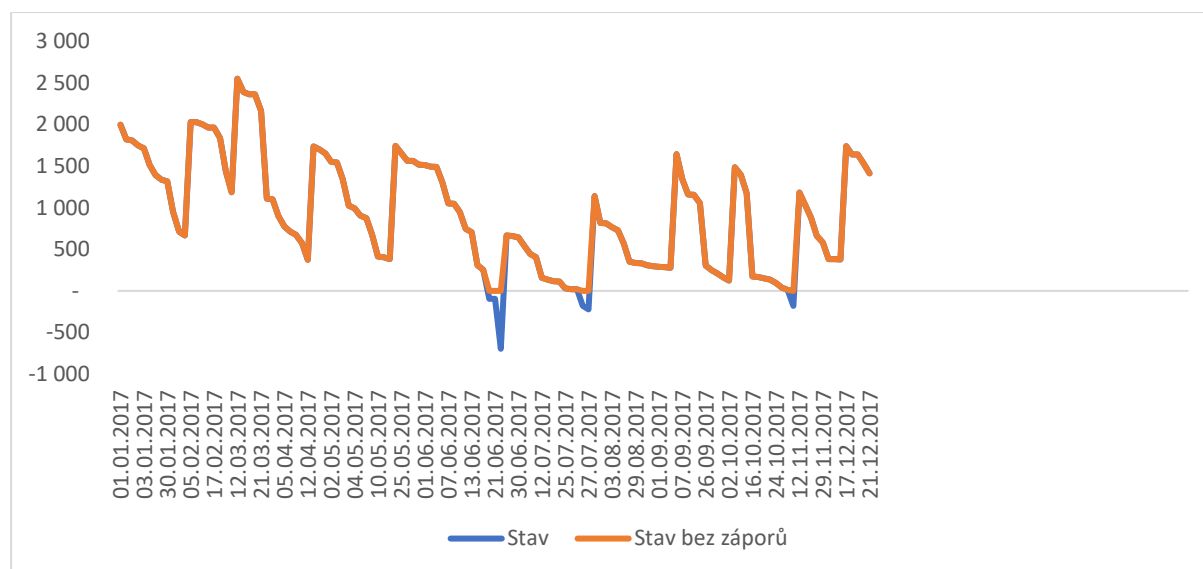
Dále by určitě měly být sledovány minimální dodací lhůty nakupovaného materiálu a zboží. Odchyly od smluvních dodacích lhůt a schopnost dodavatelů dodací lhůty plnit v závislosti na části roku. V tomto případě by také bylo možné využít principy supply chain managementu a integrace mezi dodavatelem a odběratelem.

Důležitým údajem jsou náklady na dopravu, které by měly být pro jednotlivé dodavatele také systematickým způsobem sledovány.

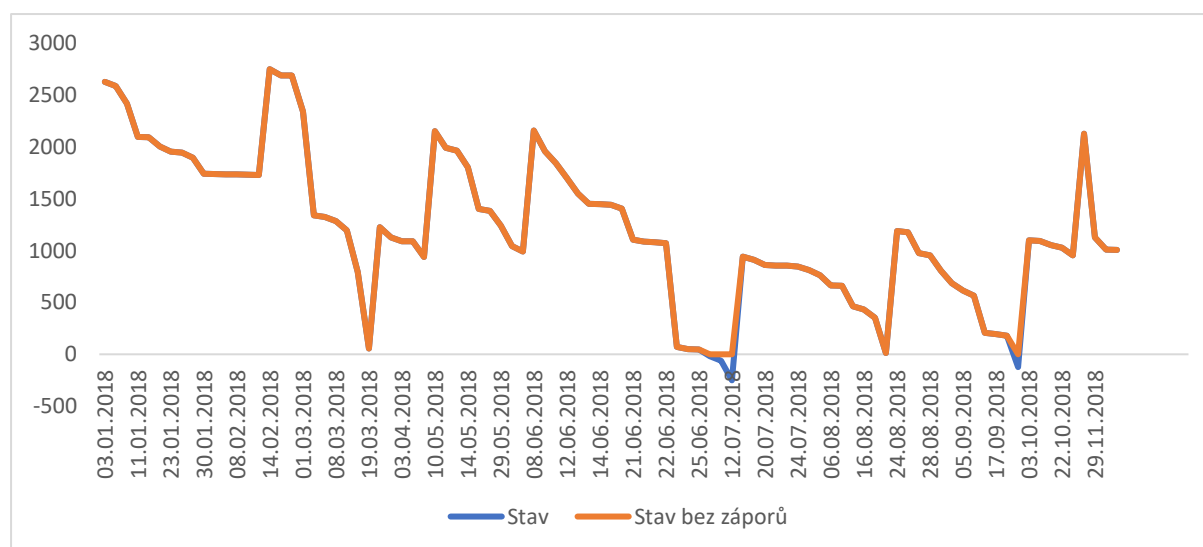
Další oblastí, na kterou by se Společnost měla zaměřit, je kvalita dokumentace informačního systému a funkcionalit, které nabízí, protože v systému v současné době existuje velké množství funkcí, ke kterým, pokud je autorovi známo, neexistuje v podstatě žádná dokumentace.

Příloha

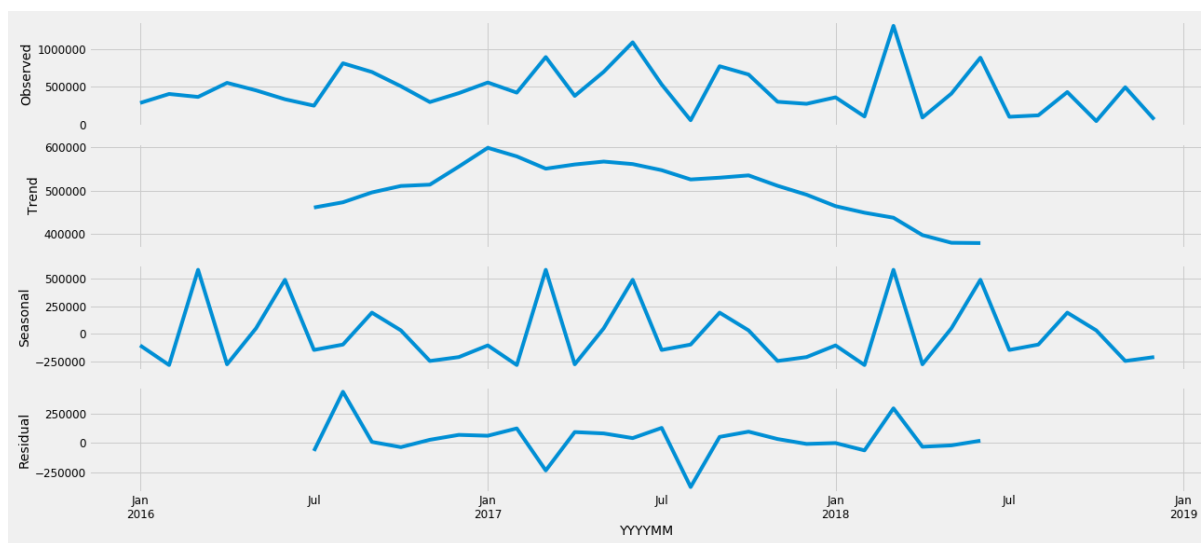
Položka I. - EOQ a reálná poptávka v roce 2017 (vlastní zpracování)



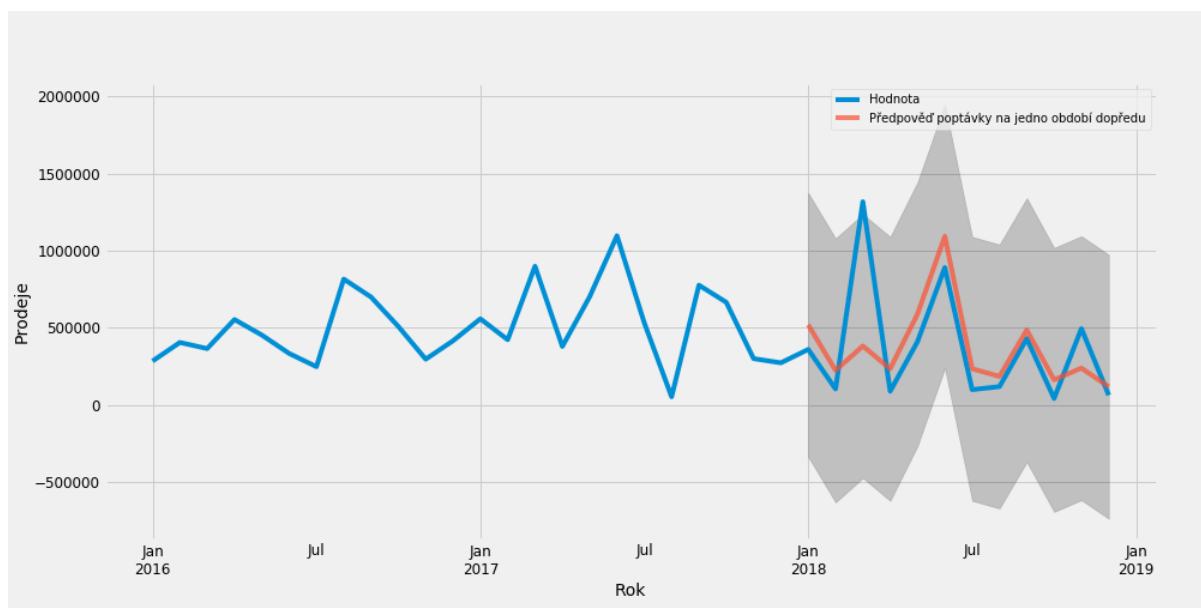
Položka I. - EOQ a reálná poptávka v roce 2018 (vlastní zpracování)



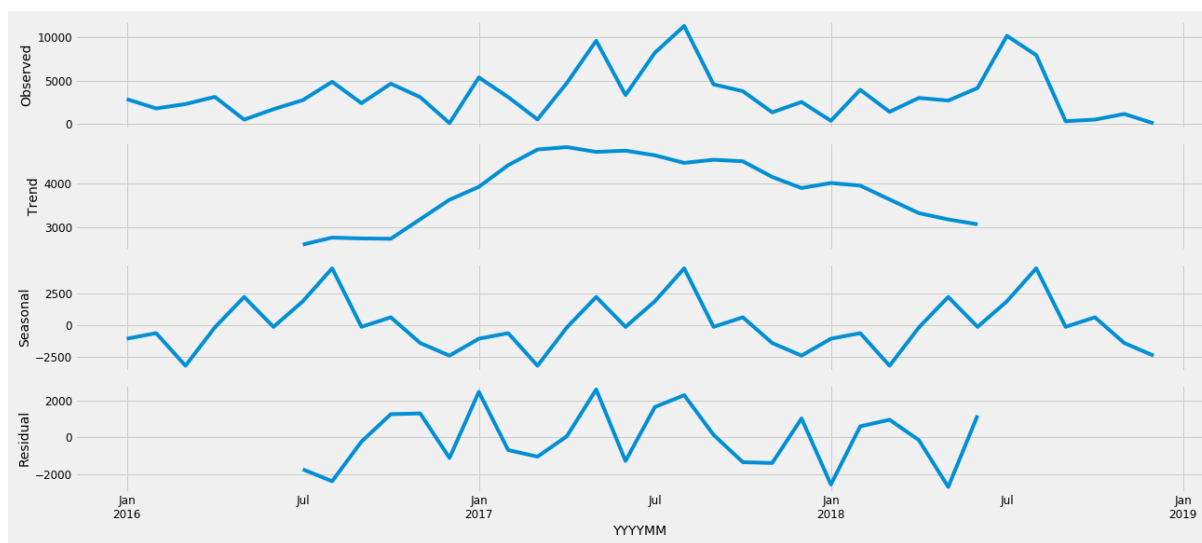
Položka I. – rozklad na sezónní, trendovou a reziduální složku (vlastní zpracování)



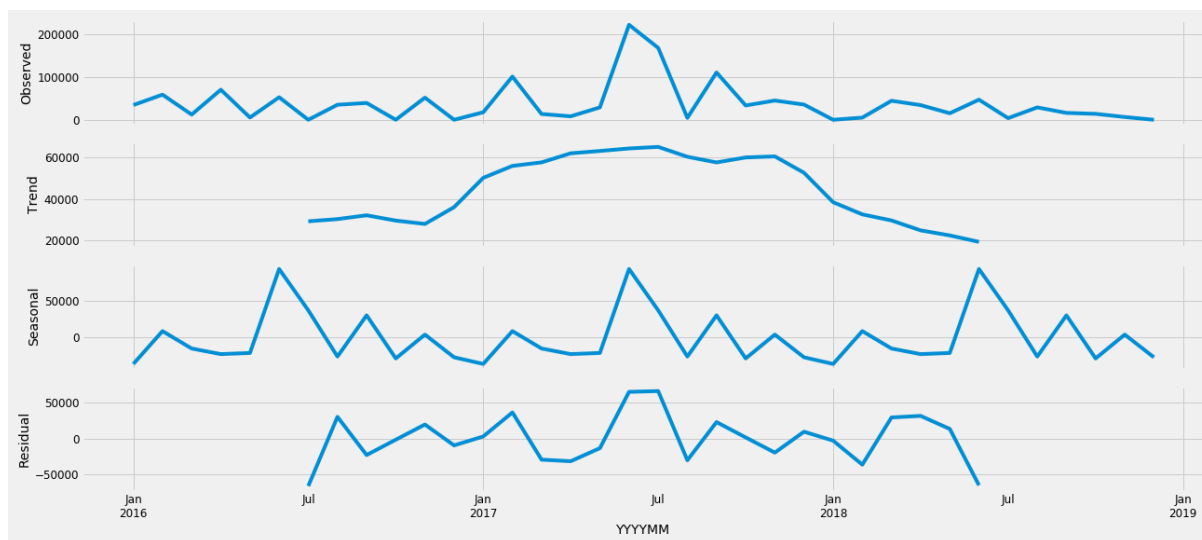
Položka I. – předpověď a 95% intervaly spolehlivosti pro předpověď pomocí zvoleného modelu SARIMA (vlastní zpracování)



Položka II. – rozklad na sezónní, trendovou a reziduální složku (vlastní zpracování)



Položka III. – rozklad na sezónní, trendovou a reziduální složku (vlastní zpracování)



Seznam tabulek

Tabulka 1 Naznačení postupu ABC analýzy převzato z (Horáková Helena, 1998, str. 194)	30
Tabulka 2 Popis položek (vlastní zpracování).....	42
Tabulka 3 Počet položek v účtových skupinách pro sklady 91 a 92 (vlastní zpracování).....	42
Tabulka 4 Náklady na skladování (vlastní zpracování).....	48
Tabulka 5 vstupní data pro EOQ 1 (vlastní zpracování)	51
Tabulka 6 výsledky EOQ 1 (vlastní zpracování).....	51
Tabulka 7 parametry pro výpočet ROL (vlastní zpracování)	55
Tabulka 8 Náklady Položka II. porovnání (vlastní zpracování)	57
Tabulka 9 parametry pro výpočet ROL a SS u Položka II. (vlastní zpracování).....	60
Tabulka 10 Položka III. základní údaje (vlastní zpracování)	63
Tabulka 11 Položka III. výsledky kalkulací (vlastní zpracování).....	64

Seznam rovnic

Rovnice 1 Rychlost obratu zásoby	10
Rovnice 2 Doba obratu zásoby	10
Rovnice 3 Economic order quantity – velikost optimální objednávky	19
Rovnice 4 Economic Order quantity – celkové náklady	19
Rovnice 5 Optimální skladová zásoba pro konstantní produkci.....	21
Rovnice 6 Optimální velikost objednávky a dovozené nedostatky	22
Rovnice 7 Velikost nedostatku za období.....	22
Rovnice 8 Doba jedné periody	22
Rovnice 9 Nejistá poptávka	24
Rovnice 10 Nejistá poptávka a nedostatky	24
Rovnice 11 Ekonomická velikost objednávek a nedostatky (Waters, 2003, str. 166).....	25
Rovnice 12 Ekonomická velikost objednávky pro diskrétní poptávky a povolené nedostatky	25
Rovnice 13 Minimální úroveň poskytované služby převzato z (Waters, 2003, str. 171)	26
Rovnice 14 úroveň vytvoření objednávky pro jisté dodací lhůty	26
Rovnice 15 směrodatná odchylka při nejistotě v dodacích lhůtách.....	26
Rovnice 16 metoda nejmenších čtverců	32
Rovnice 17 dopočet průsečíku s osou y	33
Rovnice 18 kovariance	33
Rovnice 19 koeficient determinace	33
Rovnice 20 ARIMA	33
Rovnice 21 SARIMA	34

Seznam obrázků

Obrázek 3 Funkce zásob (vlastní zpracování)	7
Obrázek 4 FIFO (vlastní zpracování).....	8
Obrázek 5 LIFO (vlastní zpracování).....	9
Obrázek 6 typy zásob – proces (vlastní zpracování a (Waters, 2003, str. 10))	12
Obrázek 7 typy zásob – vývoj v čase (vlastní zpracování).....	14
Obrázek 12 Interakce logistiky ve společnost (vlastní zpracování).....	15
Obrázek 8 Základní typy řízení zásob převzato z (Waters, 2003, str. 58)	18
Obrázek 9 Economic Order Quantity (vlastní zpracování).....	19
Obrázek 10 Vývojový diagram – nejnižší cena převzato z (Waters, 2003, str. 103) a vlastní zpracování.....	20
Obrázek 11 Lorenzova křivka (Vlastní zpracování)	28
Obrázek 13 Způsoby odhadu poptávky (Waters, 2003, str. 234) a vlastní zpracování.....	31
Obrázek 2 Organizační struktura Společnosti(vlastní zpracování).....	35
Obrázek 14 Zásoby vývoj (vlastní zpracován, data z výročních zpráv)	39
Obrázek 15 Nákladovost prodaných skladových položek – porovnání	40
Obrázek 16 doba obratu zásob (vlastní zpracování).....	40
Obrázek 17 Počet položek v kategoriích (vlastní zpracování).....	44
Obrázek 18 Hodnota položek skladem sklady 91 a 92 (vlastní zpracování)	45
Obrázek 19 Počet položek skladem déle než 180 dní (vlastní zpracování).....	46
Obrázek 20 Hodnota položek skladem déle než 180 dní (vlastní zpracování).....	46
Obrázek 21 Položka I. vyskladněné kusy a hodnota spotřebovaných skladových položek (vlastní zpracování).....	49
Obrázek 22 Vývoj stavu skladu Položka I.(vlastní zpracování)	49
Obrázek 23 Položka I. EOQ a reálná poptávka v roce 2016 (vlastní zpracování).....	52
Obrázek 24 Položka I. 2018 – modelace poptávky + efekt ve skutečnosti (vlastní zpracování)	54
Obrázek 25 Položka I. řízení skladových zásob pomocí Service Level + EOQ	55
Obrázek 26 Vyskladněná hodnota a počet kusů Položka II. (vlastní zpracování)	56
Obrázek 27 Stav skladu Položka II. (vlastní zpracování).....	56
Obrázek 28 2016 EOQ Položka II. ilustrace (vlastní zpracování)	58
Obrázek 29 EOQ 2016 Položka II. + optimalizace (vlastní zpracování)	59
Obrázek 30 2017 ROL + simulace objednávek (vlastní zpracování).....	60
Obrázek 31 2018 ROL simulace (vlastní zpracování)	61
Obrázek 32 Vyskladněný objem a hodnota Položka III. (vlastní zpracování).....	62

Obrázek 33 Stav skladu Položka III. (vlastní zpracování)	62
Obrázek 34 Položka III. 2016 - EOQ – ROL (vlastní zpracování).....	64
Obrázek 35 Položka III. 2016 EOQ – ROL – Service Level 90 % (vlastní zpracování)	65

Bibliografie

- Artl, J., & Arltová, M. (2009). *Ekonomické časové řady*. Praha: Professional Publishing.
- Bartmann, D., & Beckmann, M. J. (1992). *Inventory Control Models and Methods*. Berlin: Springer-Verlag.
- č.707, Č. ú. (2016). *Zásoby*.
- Český statistický úřad. (01. 08 2019). Načteno z czso.cz: <https://www.czso.cz/csu/czso/cri/stavebnictvi-prosinec-2018>
- Gustav, T., & Vávrová, V. (2007). *Řízení výroby a nákupu*. Praha: Grada.
- Harris, F. (1915). *Operations and Cost (Factory Management Series)*. Chicago: A. W. Shaw Co.
- Horáková, H., & Kubát, J. (1999). *Řízení zásob*. Praha: Profess Consulting s. r. o.
- Industry Reports 24. (10. 7 2019). *Fourth Party Logistics Market 2018*. Načteno z <https://industryreports24.com/95313/fourth-party-logistics-market-2018-shows-growth-market-opportunities-and-forecast-2018-2023-major-companies-c-h-robinson-worldwide-ltd-accenture-consulting-xpo-logistics-inc-4pl-insights/>
- Jomini, B. d. (1830). *Tablea Analytique des pricipales combinaisnos De La Guerre*. Paris.
- Líbal, V., & Kubát, J. (1994). *ABC logistiky v podnikání*. Praha: NADATUR s. r. o.
- Marek, P., & Kolektiv. (2006). *Studijní průvodce financemi podniku*. Praha: Ekopress.
- Oracle. (01. 08 2019). *Oracle.com*. Načteno z Oracle NetSuite: <https://www.netsuite.com/portal/products/erp/warehouse-fulfillment/inventory-management.shtml>
- Pareto, V. (1897). *Cours d'Économie Politique*. Lausanne: F. Rouge.
- Research, C. (10. 07 2019). *Svaz podnikatelů ve stavebnictví*. Načteno z sps.cz: http://www.sps.cz/RDS/_PDFDoc_2012/Kvalitativni-studie-ceskeho-stavebnictvi-2012.pdf

Roos, D., Womack, J., & Daniel, J. (1991). *The Machine That Changed The World: The Story of Lean Production*. Harper Perennial.

Rushton, A., Croucher, P., & Baker, P. (2010). *The Handbook of Logistics and Distribution Management 4th Edition*. London: Kogan Page Limited.

Waters, D. (2003). *Inventory Control and Management*. Chichester: Wiley.