

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA EKONOMICKÁ

Diplomová práce

Teorie zásob a její použití v podnikové sféře

Inventory Theory and its Usage in the Business Sphere

Bc. Michal Šťastný

Plzeň 2019

Zadání DP

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma:

„Teorie zásob a její použití v podnikové sféře“

vypracoval samostatně pod odborným dohledem vedoucího diplomové práce za použití pramenů uvedených v příložené bibliografii.

Plzeň dne 2. prosince 2019

.....

podpis autora

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval doc. RNDr. Ing. Ladislavu Lukášovi, CSc. za jeho odborné vedení a věcné připomínky, které mi pomohly lépe se zorientovat v dané problematice. Dále bych chtěl poděkovat jednateři společnosti Kebek s.r.o. Ing. Daliborovi Bekovi za ochotu poskytnout potřebné informace.

Obsah

Úvod	7
1 Metodologie	9
1.1 Výběr výzkumného tématu.....	9
1.2 Volba přístupu k výzkumu	9
1.3 Výběr vhodné strategie.....	10
1.3.1 Případová studie	10
1.3.2 Průřezová studie	11
1.3.3 Explorační, deskriptivní a explanační studie	11
1.4 Kvalitativní a kvantitativní výzkum.....	12
2 Představení podniku	14
2.1 Profil společnosti	14
2.2 Činnost společnosti Kebek s.r.o.....	15
2.3 Organizační struktura	17
2.4 Organizace zásob	19
2.4.1 Náklady na manipulaci a skladování zásob	20
2.4.2 Náklady na objednání	20
2.4.3 Náklady na nedostatek zásob	21
2.4.4 Nástroje k řízení zásob.....	22
2.4.5 Úroveň zásob.....	23
3 Modely řízení zásob	24
3.1 Statické modely.....	24
3.1.1 Statický stochastický model.....	25
3.2 Dynamické deterministické modely.....	27
3.2.1 EOQ model.....	27
3.2.2 POQ model.....	30
3.2.3 EOQ model s výpadky	34
3.2.4 Rozšířený EOQ model s výpadky	39
3.2.5 EOQ model s množstevní slevou	41
3.2.6 Bod vystavení objednávky	45
3.3 Dynamické stochastické modely	47
3.3.1 Q-systém	49
3.3.2 P-systém.....	56
4 Aplikace modelů v podniku Kebek s.r.o.	59

4.1 Sporadické artikly	59
4.1.1 Jediný dodavatelský zdroj	60
4.1.2 Více dodavatelských zdrojů	62
4.2 Nesporadické artikly	64
4.2.1 Q-systém	64
4.2.2 P-systém	68
4.3 Objednávky ze třetích zemí	71
4.4 Shrnutí poznatků a návrhy pro zlepšení	75
Závěr	78
Seznam použité literatury a dalších zdrojů	80
Seznam tabulek	82
Seznam obrázků	83
Seznam použitých zkratk	84
Seznam příloh	85
Příloha A: Abstrakt	86
Příloha B: Abstract	87

Úvod

Úspěšnost podniku nezávisí pouze na schopnosti získávat nové zakázky. Jedním ze všeobecně známých cílů firmy je maximalizace zisku. Jeho výše je ovlivněna nejen velikostí příjmu, ale stejně tak velikostí výdajů. Aby podnik využil svůj potenciál na maximum, musí mít dostatečné množství zboží pro všechny zákazníky, avšak nemůže si příliš vázat kapitál ve skladové dispozici. Je potřeba zásoby rozvrhnout tak, aby nedocházelo příliš často k výpadkům v dodávkách zákazníkům. Neméně důležité je nastavit jejich maximální hladinu. Bylo by snadné disponovat téměř neomezeným množstvím zásob, ze kterých by byli klienti uspokojováni. Podniky mají však omezené možnosti a proto je důležité zásoby řídit efektivně. K tomu je vhodné využít některých z modelů pro jejich optimalizaci.

Autor práce je zaměstnán v podniku KEBEK s.r.o., který je jedním z předních distributorů spojovacího materiálu na českém trhu, jako manažer nákupu. Jedním z jeho úkolů je sledování a optimalizace stavu zásob. K tomu využívá řadu nástrojů, z nichž nejdůležitějším je software navrhující objednávky. Autor spolupracuje s dodavatelem tohoto softwaru na dílčích systémových úpravách, aby plánovací modul splňoval představu podniku. Diplomová práce na téma řízení zásob je skvělou příležitostí, jak prozkoumat funkčnost systému, lépe mu porozumět a porovnat ho s teoretickými modely řízení zásob. Budou-li odhalena slabá místa v současném způsobu organizace objednávek v podniku, má autor možnost navrhnout a prosadit úpravy, které povedou k budoucí optimalizaci.

Hlavním cílem práce je navržení změn a cesty, kterou by měl podnik sledovat, vedoucí k zefektivnění systému řízení zásob. Tyto návrhy budou prezentovány vedení podniku a bude s vedoucími pracovníky diskutováno, zda sdílí názor autora a budou se optimalizací zabývat.

Aby bylo možné změny navrhnout, je potřeba rozdělit skladové artikly podniku do několika skupin podle jejich povahy, navrhnout pro každou skupinu vhodný model, kterým řídit objednávání jejich jednotlivých položek, a konfrontovat současný stav s teoretickými modely řízení zásob. Porovnání výsledků teoretických modelů a reálných návrhů plánovacího systému podniku je jedním z dílčích cílů práce.

Před samotným výpočtem je potřeba prostudovat odbornou literaturu a další zdroje, ve kterých autor nalezne podklady pro svá další rozhodnutí. Na jejich základě bude

sestavovat modely pro stanovené skupiny artiklů, které budou splňovat očekávání podniku. Dalším dílčím cílem práce bude doporučení modelů pro řízení zásob zohledňujících potřeby daného podniku.

Na začátku práce autor zvolí vhodný přístup ke svému výzkumu, cestu, kterou se vydá, aby mohl dojít k výše stanoveným cílům. Budou představeny různé možnosti a způsoby přístupu k výzkumu a vysvětleny rozdíly mezi nimi. Autor zhodnotí na základě stanovených cílů všechny možnosti a vybere tu, která bude pro dosažení cílů nejvhodnější.

Následně bude představen podnik, ve kterém autor výzkum provede. Bude popsána činnost podniku a všechny její dílčí aspekty, které mohou mít vliv jednak na stanovení skupin artiklů, stejně tak na samotné sestavení modelů vhodných k řízení zásob a objednávání. Následovat bude rešerše domácí i zahraniční literatury a vědeckých článků. Budou představeny základní teoretické modely a porovnány přístupy dalších autorů ke zvolenému tématu.

Po vyhodnocení potřeb podniku a prozkoumání možností řízení zásob budou skladové artikly, se kterými podnik obchoduje, rozděleny do již zmíněných skupin. Pro každou skupinu bude navržen vhodný model a na konkrétním příkladu budou vyhodnoceny výsledky. Ty poté budou porovnány s aktuálními návrhy plánovacího softwaru, který podnik využívá. Budou vysvětleny důvody rozdílů a autor se zamyslí nad tím, jakým způsobem by se měl podnik dále ubírat.

V závěru práce autor shrne výsledky šetření, zamyslí se nad nimi a představí oblasti, ve kterých má dle jeho názoru podnik rezervy a měl by se zaměřit na jejich další zkoumání. Vysvětlí rozdíly mezi jednotlivými přístupy a navrhne změny, které by měl podnik zvážit, touží-li po efektivním řízení zásob.

1 Metodologie

Saunders, Lewis a Thornhill (2003) definují výzkum v podniku a managementu jako systematické pozorování. Výstupem takového výzkumu by neměly být jen nálezy poskytující lepší porozumění, ale měl by také cílit na praktické manažerské problémy v podniku.

Výzkumný proces obvykle zahrnuje formulaci a stanovení tématu výzkumu, průzkum literatury, výběr strategie, sběr a analýzu dat a samotné zpracování (Saunders, Lewis & Thornhill, 2003). Výzkum není ve skutečnosti takto striktně rozdělen, výzkumník se často potřebuje opakovaně vracet do každé části, aby ji zaktualizoval díky novým zjištěním.

1.1 Výběr výzkumného tématu

Tato práce je pojata jako výzkumný projekt založený na praktické činnosti a specifickém podniku potřebnému ke sběru a analýze empirických dat. Autor se dohodl se svým zaměstnavatelem, že využije projektu k řešení konkrétního problému ve společnosti. Jelikož daný podnik se aktuálně potýká s vysokou a nežádoucí úrovní zásob, projevil jednatel podniku svůj zájem a výzkum podpořil.

1.2 Volba přístupu k výzkumu

Podle Saunderse et al. (2003) existují dva základní přístupy k výzkumu: prvním je deduktivní, ve kterém výzkumník vyvíjí určité teorie a/nebo hypotézy a vytváří výzkumnou strategii k ověření hypotéz; druhým je induktivní přístup, ve kterém výzkumník sbírá data a vyvíjí teorie jako výsledek analýzy dat.

Saunders et al. (2003) uvádí několik základních rozdílů mezi deduktivním a induktivním přístupem. Deduktivní přístup zahrnuje následující aspekty:

- vědecké principy,
- přesun od teorie k datům,
- potřebu vysvětlit kauzální vztah mezi proměnnými,
- sběr kvantitativních dat,
- aplikace ověření validity dat,
- vysoce strukturovaný přístup,
- nezávislost výzkumníka na tématu,

- nezbytnost výběru vzorku o dostatečné velikosti s ohledem na zobecnění závěrů,
- zatímco induktivní přístup zahrnuje tyto aspekty:
- pochopení významů, které lidé přisuzují událostem,
 - blízké porozumění kontextu výzkumu,
 - sběr kvalitativních dat,
 - více flexibilní strukturu, která dovolí důrazné změny ve výzkumu během jeho progresu,
 - uvědomění si, že výzkumník se stává součástí výzkumného procesu,
 - menší zájem o potřebu zobecnění.

S ohledem na výzkumné otázky a účel práce se autor rozhodl zvolit deduktivní přístup k výzkumu. V práci bude uveden přehled relevantních teorií, navrženy některé hypotézy, například že implikace získané z teorií by mohly pomoci zlepšit řízení zkoumaného podniku a jakým způsobem ho mohou zlepšit, a testování hypotéz a předpokladu, že skutečně fungují.

1.3 Výběr vhodné strategie

Saunders et al. (2003) představili 8 strategií, které mohou být využity ve výzkumné práci: experiment; dotazník; případová studie; zakotvená teorie; etnografie; akční výzkum; průřezová a podélná studie; explorační, deskriptivní a explanační studie.

1.3.1 Případová studie

S odkazem na Robsona (2002) Saunders et al. (2003) definují případovou studii jako strategii provádění výzkumu, která obsahuje empirické šetření konkrétního současného fenoménu v jeho kontextu se skutečným světem, za použití různých zdrojů pro dokazování.

Výzkumník se musí mít na pozoru kvůli potřebě více zdrojů. Není tím myšleno, že by musel mluvit s mnoha různými lidmi, ale že by se měl poohlédnout po různých typech důkazů: co lidé tvrdí, co dělají, co produkují, jaké dokumenty a záznamy ukazují.

Gillham (2000) přišel s následujícím seznamem šesti hlavních důkazů:

1. Dokumenty. Může jít o dopisy, politická stanoviska, regulace a příručky. Poskytují formální rámec, ke kterému může výzkumník uvést neformální realitu.

2. Záznamy. Jedná se o historické důkazy, které jdou zpět v čase, ale mohou být provázány se současnou situací. Mohou být dobře uloženy v počítačových souborech.
3. Rozhovory. Jde o výraz zahrnující různé cesty, kterými lidé mohou sdělovat informace.
4. Přímá pozorování. Ty jsou více obvyklým typem případové studie, kde je výzkumník přítomný ve zkoumaném prostředí v aktivním smyslu – možná tam dokonce pracuje, ale drží oči i uši otevřené a všímá si věcí, které by za běžných okolností přehlížel.

V této práci je zkoumána současná situace kolem řízení zásob ve společnosti KEBEK s.r.o., za použití různých důkazních zdrojů, jako jsou například rozhovory se zaměstnanci podniku, záznamy o nákupech a prodejkách z minulosti, výstupy z ERP a MRP systémů.

1.3.2 Průřezová studie

Prevalenční (průřezová) studie může být interpretována jako studie konkrétního fenoménu v konkrétním období (Saunders et al., 2003). V tomto smyslu je tento projekt průřezovým výzkumem, jelikož případová studie provedena v Kebeku zahrnuje rozhovory a pozorování provedené v krátkém období, ne delším než 3 měsíce.

1.3.3 Explorační, deskriptivní a explanační studie

Explorační studie

Explorační výzkum je prováděn tam, kde není mnoho známých skutečností o současném stavu, nebo nejsou k dispozici informace o podobných problémech či výsledky podobných výzkumů z minulosti (Sekaran, 2003). Saunders et al. (2003) však argumentují, že explorační studie jsou částečně přínosné i tam, kde se výzkumník snaží objasnit své chápání problému. Existují podle nich tři hlavní cesty provádění exploračního výzkumu:

- průzkum literatury,
- rozhovory s experty v oboru,
- realizace skupinových rozhovorů – focus group.

Tato práce vzhledem k výše uvedené definici zjevně není explorační studií.

Deskriptivní studie

Deskriptivní (popisná) studie je prováděna s cílem zajistit a popsat vlastnosti proměnných v určitých situacích a porozumět vlastnostem organizací, které následují určitou rutinní praxi (Sekaran, 2003). Deskriptivní studie se proto zaměřuje na poskytnutí určitého profilu nebo popsání relevantních aspektů z pohledu jednotlivce, organizace, odvětví či jiné perspektivy (Sekaran, 2003).

Strategie deskriptivní studie je využita v empirické části práce k objasnění kontextu případové studie, což zahrnuje například organizační strukturu podniku, jeho činnost a procesy apod.

Explanační studie

Podle Saunderson et al. (2003) může být studie, která vytváří kauzální vztahy mezi proměnnými, nazvána explanační. Klíčovým je zde výzkum situace nebo problému za účelem vysvětlení vztahu mezi proměnnými.

Sekaran (2003) dále rozděluje explorační výzkum na kauzální a korelační studie, ve kterých často odhalila, že to není jen jedna či více proměnných, které způsobují problémy v podnicích. Dále vysvětluje, že s ohledem na skutečnost, že po většinu času existuje množství faktorů ovlivňujících se navzájem a způsobujících řetězec problémů, měl by se výzkumník zaměřit raději na identifikaci kritických faktorů spojených s problémem, než na výzkum jednoduchých vztahů příčin a důsledků.

Autor si je vědom skutečnosti, že v Kebeku se vyskytuje mnoho proměnných, které se vzájemně ovlivňují a všechny mají vliv na úroveň zásob. Proto se rozhodl nepoužít jednoduchý přístup příčin a důsledků k hodnocení problému a návrhu řešení.

1.4 Kvalitativní a kvantitativní výzkum

Kvantitativní výzkum využívá techniky, které se vztahují spíše k číselným datům, kde výzkumníci pracují s měřitelnými proměnnými nebo koncepty a transformují je do specifických technik sběru dat (Grix, 2004). Grix (2004) dále s odkazem na Neumana (2000) uvádí, že techniky mohou produkovat přesné numerické informace, které mohou následně být vztaženy k empirickému zobrazení abstraktních konceptů.

Kvalitativní výzkum je pro změnu charakteristický snahou vyšetřit neoddělitelné vlastnosti zkoumaných objektů a snahou být ve své povaze více interpretačním (Grix,

2004). Silné stránky kvalitativních výzkumů mají kořeny v induktivním přístupu, zaměření na specifický fenomén nebo osoby a v důrazu spíše na slova než na čísla.

Sekaran (2003) uvádí, že případové studie obvykle poskytují spíše kvalitativní než kvantitativní data pro analýzu a vysvětlení. Nicméně v některých situacích je potřeba i v případových studiích vycházet z velkého množství numerických dat a využívat statistické metody. To je i případem tohoto výzkumného projektu. Jelikož jsou v této práci použity jak kvantitativní, tak kvalitativní metody, lze jej označit za výzkum smíšený.

2 Představení podniku

2.1 Profil společnosti

Tabulka 1: Základní údaje o podniku Kebek s.r.o.

Obchodní jméno	KEBEK s.r.o.
Den zápisu	23. 9. 1992
Sídlo	Pražská 5382 43001 Chomutov
IČ	47469366
DIČ	CZ47469366
Základní jmění	10.000.000 Kč
Registrace společnosti	Společnost zapsána u KS v Ústí nad Labem, oddíl C, vložka 7893
Jednatel společnosti	Ing. Dalibor Bek

Zdroj: Justice.cz, 2019

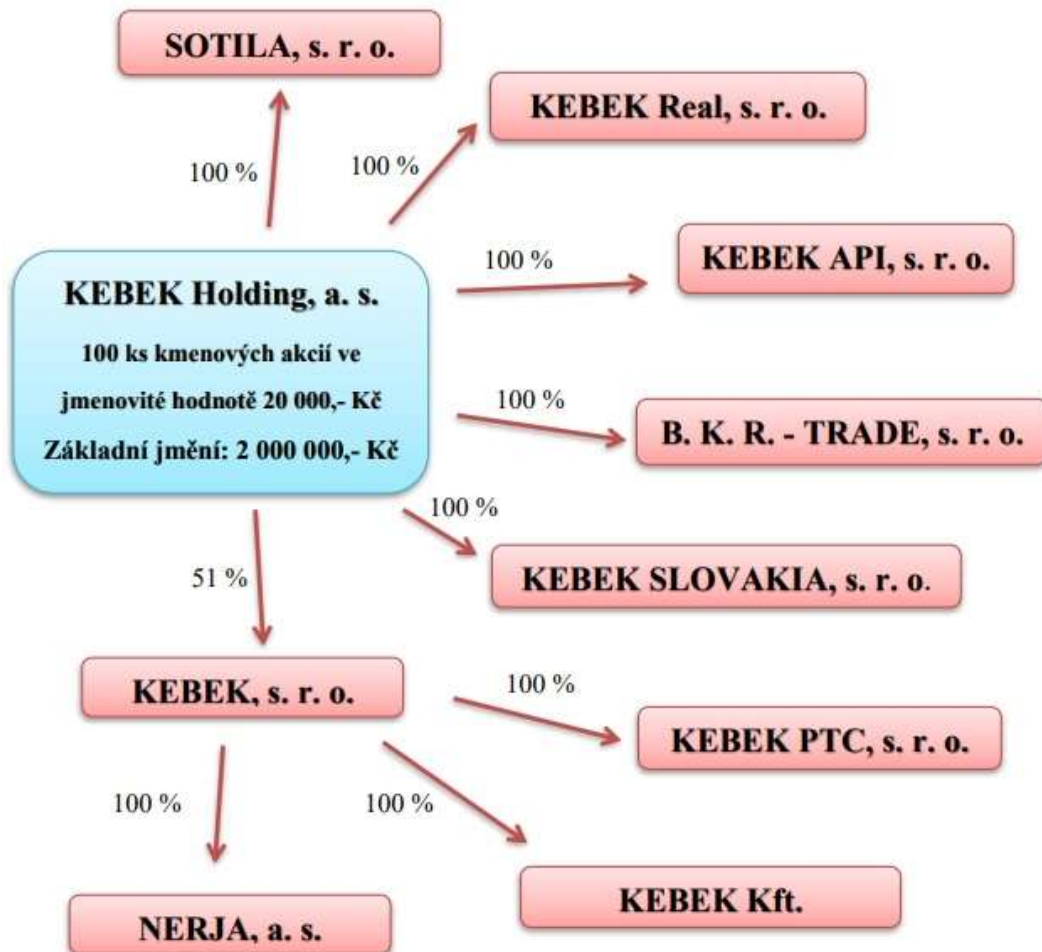
Zpracoval: Bc. Michal Šťastný

Společnost KEBEK s.r.o. je členem skupiny KEBEK HOLDING, a.s. Během světové ekonomické krize byla činnost Kebeku s ohledem na diverzifikaci rizika rozdělena do několika ostatních společností, které jsou sdruženy v rámci jednoho holdingu. Schéma propojení společností je patrné z obrázku 1.

Výrobní činnost tak nyní vykonává dceřiná firma Kebeku s.r.o. – KEBEK PTC s.r.o. Dovoz zboží z Asie zajišťuje KEBEK API s.r.o., který následně prodává dovozené zboží ostatním společnostem v Holdingu. Maloobchodní prodej probíhá prostřednictvím podniku SOTILA s.r.o., který disponuje 6 prodejny na různých lokalitách v České republice. V zahraničí je Holding aktivní na Slovensku (KEBEK SLOVAKIA s.r.o.) a v Maďarsku (KEBEK Kft.).

Tato práce je zaměřena na společnost KEBEK s.r.o., který je jedním z předních distributorů spojovacího materiálu na českém trhu.

Obrázek 1: Schéma propojení jednotlivých společností



Převzato: Výroční zpráva podniku Kebek Holding, a.s., 2018

2.2 Činnost společnosti Kebek s.r.o.

Hlavní činností podniku KEBEK s.r.o. je obchod se spojovacím materiálem, jako jsou šrouby, matice, podložky apod. Společnost se zaměřuje na koncové uživatele, kteří používají spojovací materiál při výrobě svých produktů. Typickým zákazníkem Kebeku je tak továrna realizující montáž výrobků, používající při tom desítky až stovky druhů šroubů. Taková firma řadí spojovací materiál mezi vstupy s nízkou hodnotou a velkým stupněm nahraditelnosti, z hlediska Kraljičovi definice (např. Day, 2002) se jedná o nekritické produkty.

Pro nekritické položky je podle Daye (2002) vhodné volit strategii outsourcingu. A to je služba, kterou dokáže Kebek nabídnout a jejíž obliba u koncových uživatelů spojovacího materiálu stále roste. Jedná se o tzv. KANBAN, který spočívá v převzetí řízení celého logistického toku spojovacího materiálu Kebekem. U koncových uživatelů tak disponuje společnost vlastními regály a to často přímo na výrobních stanovištích. V těch jsou umístěny zásobníky, vždy po dvou od každého druhu a rozměru materiálu. Zásobníky jsou vybaveny čárovým kódem, po jehož naskenování Kebek obdrží v ERP systému informaci o nutnosti přidat zásobník s daným artiklem do dalšího závozu. Z toho je zřejmé, že když dochází ke skenování prázdného zásobníku, je v regále stále k dispozici další zásobník s pojistnou zásobou. Tím je zajištěno, že zákazník nikdy nebude mít nedostatek materiálu.

Jelikož je po naskenování čarového kódu vytvořena v ERP systému i zákaznická objednávka, není nutné, aby ji klient zasílal. Vše je natolik zautomatizováno, že zákazník Kebeku může nákup spojovacího materiálu plně svěřit do rukou dodavatele a ušetřit díky takovému outsourcingu značnou část svých nákladů na provoz nákupního oddělení, ale i oddělení kontroly kvality. Řízení jakosti materiálu dodávaného kanbanem zajišťuje rovněž Kebek. Tím, že v oblasti spojovacího materiálu existují stovky standardů a tisíce jejich kombinací, není pro zákazníka snadné se v nich orientovat. Díky přenesení této činnosti na Kebek, který je specialistou v oboru, se zákazník může více věnovat svým pákovým, strategickým a úzkoprofilovým vstupům.

Kanban je u zákazníků natolik oblíben, že mnoho z nich po pozitivních zkušenostech požaduje po Kebeku outsourcing i dalších produktů, které je možné dodávat dvoj-zásobníkovým systémem. Jedná se většinou o drobné díly napříč celým produktovým spektrem, jako jsou plastové výlisky, výkovky, ale i elektronické součástky jako například mikrospínače. Z hlediska Kraljičovi matice jde opět o nekritické položky. Kebek je interně nazývá c-díly a lze uvést, že c-dílem je vše, co je dodáváno kanbanem, a zároveň se nejedná o spojovací materiál. V roce 2018 činil podíl c-dílů na tržbách Kebeku 11 % (Interní data podniku Kebek s.r.o., 2019).

Dalším oborem činnosti je distribuce komponentů pro výrobu a montáž vzduchotechnických zařízení. Část těchto produktů je vyráběna dceřinou společností Kebek PTC s.r.o., část je dodávána z externích zdrojů. Jedná se o segment, ve kterém společnost v roce 1992 zahájila své působení na českém trhu. Přestože se krátce na to stal

core businessem Kebeku spojovací materiál, podíl vzduchotechniky na celkovém obratu v poslední době opět narůstá. V roce 2018 činil 30 % (Interní data podniku Kebek s.r.o., 2019).

2.3 Organizační struktura

Podle Vochozky et al. (2012) je posláním organizování zajistit a určit činnosti lidí pro dosažení všeobecných společenských cílů. Důvod pro organizování vyplývá i z dělby práce. Tu je potřeba nějakým způsobem koordinovat. Zaměstnancům podniku jsou tak přiřazeny zodpovědnosti a pravomoci a organizační struktura je nástrojem této realizace.

Jestliže je smyslem organizování zajištění společenských cílů, pak lze organizaci ve firmě chápat také jako nástroj k dosažení firemních cílů. Vodáček a Vodáčková (1994) s odvoláním na Druckera (1973) uvádějí, že organizace je prostředkem k dosažení cílů, ne cílem sama o sobě.

Aby podnik úspěšně fungoval, měl by mít takovou organizační strukturu, která nejen že usnadňuje naplňování firemních cílů, ale také vytváří vhodné prostředí pro motivaci. Pouze dobře motivovaní pracovníci mohou dosahovat dobrých výkonů a efektivní rozdělení pracovních činností a vytvoření fungujících pracovních týmů motivaci posiluje.

Vochozka et al. (2012) představuje s odkazem na Dědinu (1996) tři základní typy organizačních struktur: struktury s liniovými vazbami, s funkcionálními vazbami a maticové struktury.

Mezi struktury s liniovými vazbami lze zařadit liniovou organizační strukturu. Ta je široce rozšířena a její podstata spočívá ve faktu, že každý zaměstnanec je úkolován pouze jedním nadřízeným. Další strukturou liniového typu je podle Vochozky et al. (2012) struktura štábní. Liniová struktura je v tomto případě zachována, ale vznikají jednotlivé štáby, které sami o sobě nemají rozhodovací pravomoci. Jejich existence je dána potřebou odlehčit jednotlivým útvarům. Příkladem štábu může být asistent vedoucího. Kombinace předchozích dvou struktur je pak liniově-štábní typ. Vzniká tam, kde liniové útvary delegují část svých rozhodovacích pravomocí na štáby.

Podle Vochozky et al. (2012) vychází struktury funkcionálního typu z potřeby dělení činností v rámci podniku podle funkcí. Můžeme se tak setkat například s funkcionálním typem organizační struktury, kde jsou odborné činnosti sdružovány do specializovaných útvarů. Jednotlivé útvary jsou pak podřízeny generálnímu řediteli. Může jít například

o útvar nákupu, prodeje, výroby atd. Podobně vypadá divizní organizační struktura, ve které generálnímu řediteli podléhají jednotlivé divize, z nichž může mít každá na starosti výrobu jiného produktu. Poslední organizační strukturou funkcionálního typu je procesní struktura. V té je podle Vochozky et al. (2012) společnost rozdělena na jednotlivé organizační jednotky podle fází výroby. Každá jednotka tak zodpovídá za svůj operační krok a po jeho dokončení postupuje meziproduct další operační jednotce, která procesně navazuje na předchozí.

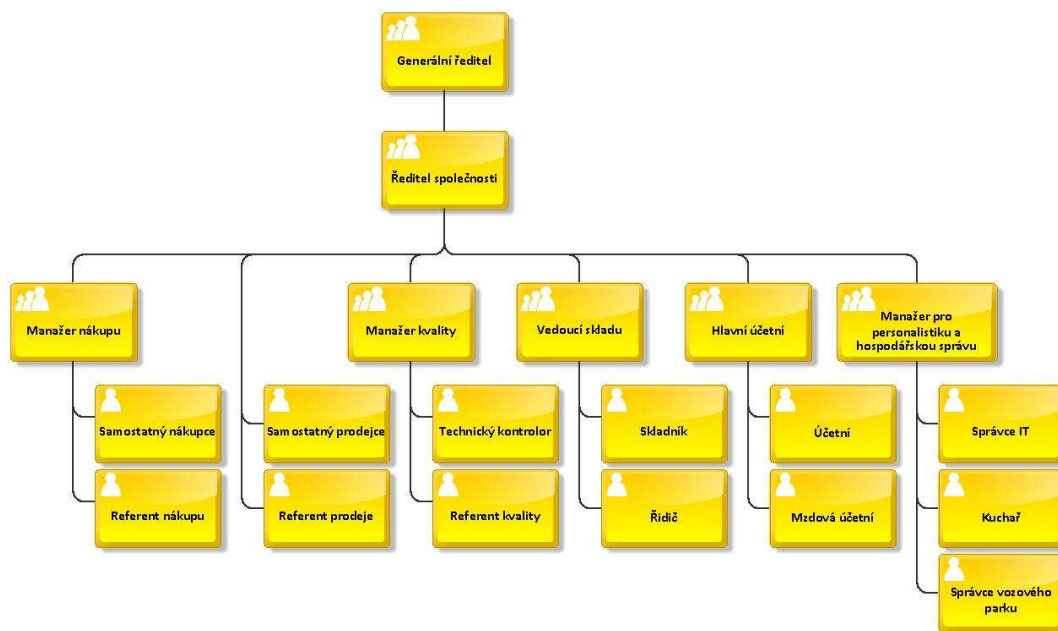
Protože organizační struktury liniového i funkcionálního typu naráží na své hranice, vznikají v praxi jejich kombinace – tzv. maticové struktury. V podstatě jde o to, že i když mají zaměstnanci svého liniového nadřízeného, mohou pracovat na určitých projektech napříč divizemi či organizačními jednotkami. Projekty mohou být řízeny jiným nadřízeným, např. projektovým manažerem. V takovém případě podléhá pracovník více než jednomu nadřízenému, což je smyslem maticové organizační struktury.

Nejvyšším orgánem v Kebeku je generální ředitel, který zároveň vykonává funkci jednatele. Jak bylo uvedeno výše, KEBEK s.r.o. je členem skupiny KEBEK HOLDING, a.s. Generální ředitel Kebeku neřídí jen tuto společnost, ale celé seskupení. V každé firmě ve skupině existuje samostatný ředitel společnosti, který je podřízen právě generálnímu řediteli celého holdingu.

Kebek je rozdělen do několika jednotlivých útvarů s vlastními vedoucími pracovníky, kteří jsou přímo podřízeni řediteli společnosti. Nákupní oddělení je řízeno manažerem nákupu, který vede tým 4 samostatných nákupců a 3 referentů nákupu. Oddělení prodeje není vedeno divizním manažerem, ale přímo ředitelem společnosti. Pracuje na něm 5 samostatných prodejců a 5 referentů prodeje. Oddělení řízení jakosti je vedeno manažerem kvality, skladníci jsou řízeni vedoucím skladu, účetní oddělení vede hlavní účetní. Další podpůrné procesy, jako jsou správa vozového parku, personalistika a kuchyně, řídí manažerka pro personalistiku a hospodářskou správu.

Ředitel společnosti úkoluje vedoucí pracovníky jednotlivých oddělení, kteří jsou zodpovědní za výsledky svého úseku. K plnění cílů využívají vedoucí pracovníci zaměstnance svých oddělení, delegují úkoly na ně a organizují jejich práci. Jednotliví vedoucí mají vlastní rozhodovací pravomoci v rámci svého oddělení. Štáby se v Kebeku nevyskytují. Podřízení dostávají příkazy pouze z jednoho nadřízeného místa. Podle definic organizačních struktur je možné strukturu v Kebeku zařadit mezi liniové typy.

Obrázek 2: Organizační struktura podniku Kebek s.r.o.



Zdroj: vlastní zpracování, 2019

Zpracoval: Bc. Michal Šťastný

2.4 Organizace zásob

Zásoby představují materiál nebo zboží držené organizací pro použití v budoucnu. Podle Andersona, Sweeneyho a Williamse (2003) mohou být takové zásoby tvořeny vstupním materiálem, nakupovanými díly, komponenty, meziprodukty, nedokončenou výrobou, dokončenou výrobou a dodávkami. KEBEK s.r.o. je ryze obchodní společností, výrobní funkci zajišťuje jeho dceřiná společnost KEBEK PTC s.r.o. Tato práce je zaměřena pouze na Kebek, proto v následujícím textu budou zásobami rozuměny jen nakupované díly.

Zásoby slouží ke krytí poptávky. Bez nich dochází k výpadkům v dodávkách zákazníkům a podnik nedosahuje maximální výše potenciálního obrátu. Příliš malá zásoba je podle Vochozky et al. (2012) sice nákladově příznivá, ale ohrožuje plynulost provozu a má negativní vliv na úroveň prodeje. Nedostatečná dispozice může navíc ohrozit vztahy se zákazníkem. Opožděná dodávka může mít negativní dopad na jeho výrobu a vyvolat potřebu zajistit si produkt z jiného zdroje. Tím je budoucí spolupráce ohrožena a otevírají se dveře konkurenčnímu dodavateli. Hlavní funkcí zásob v Kebeku je zajištění plynulého uspokojování zákaznických potřeb.

Na druhou stranu zásoby vážou kapitál, který nemůže podnik využít jinak, a připravuje se tak o možnost dalšího rozvoje. Finanční prostředky vynaložené na pořízení a držení zásob by mohly být investovány jiným způsobem, který by přinesl společnosti zisk. Taylor (2004) uvádí tři základní typy nákladů spojených se zásobami:

- náklady na manipulaci a skladování zásob,
- náklady na objednání,
- náklady na nedostatek zásob.

2.4.1 Náklady na manipulaci a skladování zásob

Skladovací a manipulační náklady představují cenu držení zásob ve skladu. Podle Taylora (2004) jejich výše závisí na velikosti zásob, případně i na délce období, po které jsou drženy na skladě. Závislost skladovacích a manipulačních nákladů na úrovni zásob podtrhují i Anderson et al. (2003) a dodávají, že jejich největší složkou je cena pořízení zásob. V případě cizího financování podle nich reprezentuje výši pořizovacích nákladů úrok požadovaný věřitelem. Při použití vlastních zdrojů mohou být vyjádřeny pomocí nákladů obětované příležitosti – podnik nemůže dané prostředky investovat do jiných projektů. Tak či onak, náklady v podobě úroku vždy u kapitálu vázaného v zásobách existují. „Náklady na kapitál jsou obvykle vyjádřeny jako procentní sazba z investovaného obnosu“ (Andersen et al., 2003, str. 481). Kebek aktuálně pro účely plánování objednávek s kapitálovými náklady nepracuje.

Další složkou skladovacích a manipulačních nákladů jsou náklady na držení zásob. Ty mohou představovat například cenu spotřebované elektřiny, vytápění, odpisy DHM, skladové pohyby. Podle Andersona et al. (2003) je vhodné je vyjádřit procentuálně a procentní bod přičíst k sazbě za pořízení zásob, čímž lze získat celkové náklady na manipulaci a skladování. Taylor (2004) sice mluví v první řadě o absolutním vyjádření nákladů na skladování, ale nakonec možnost relativního způsobu připouští. Je podle něj všeobecně předpokládáno, že celkové skladovací a manipulační náklady se v podnikové sféře pohybují mezi 10-40 %. V současnosti není v Kebeku při plánování objednávek počítáno ani s náklady na držení zásob.

2.4.2 Náklady na objednání

Dalším typem jsou náklady na vystavení a zpracování objednávky. Anderson et al. (2003) tvrdí, že jejich výše je považována za fixní bez ohledu na velikost objednaného množství.

Do nákladů na objednávku zahrnují např. náklady na přípravu objednávky, její zpracování, kontrolu faktury a její platbu, dopravní náklady či náklady na příjem zboží.

Vzhledem k tomu, že u dodavatelů lze vyjednat různé přepravní podmínky pro různé hodnoty objednávky, nelze souhlasit s faktem, že výše nákladů na objednávku je stejná při různých objednacích množstvích. Představme si případ, kdy nám dodavatel fakturující běžně náklady na dopravu ve výši 150 Kč na objednávku, nabídne dopravu zdarma při hodnotě objednávky nad 5.000 Kč, aby podpořil prodej. To se samozřejmě promítne do celkových objednacích nákladů a je potřeba to při rozhodování o velikosti objednávky zvážit. V Kebeku lze nalézt desítky takových případů. S různými dodavateli jsou sjednány různé dodací podmínky a je tak potřeba přistupovat k rozhodnutí o objednacím množství individuálně.

V Kebeku je cílem mít s dodavateli domluvený limit pro dopravu zdarma. To zjednodušuje následné hodnocení nákladů na objednání. Pokud bude každá objednávka dodána s nulovými náklady na přepravu, není potřeba cenu dopravy zahrnovat do výpočtů při rozhodování o objednávce. Strategický nákup v Kebeku vytváří dodací podmínky s dodavateli tak, aby byl limit pro dopravu zdarma snadno dosažitelný a bylo možné s jeho naplněním alespoň dvakrát do týdne počítat. Spolu s tím jsou s dodavateli sjednány expediční dny, ve většině případů také dvakrát v týdnu. Kontrola objednacího množství je v Kebeku součástí procesu přípravy objednávky. Operativní nákupce kumuluje do objednávky artikly před expedičním dnem tak, aby dosáhl limitu pro dopravu zdarma. Pokud se mu to nepodaří, kontroluje, zda je možné přidat do objednávky jiné artikly, navýšit množství u stávajících, akceptovat náklady na dopravu nebo přebjdnat položky u jiného zdroje.

2.4.3 Náklady na nedostatek zásob

Taylor (2004) uvádí oproti Andersonovi et al. (2003) ještě jeden typ nákladů a tím jsou náklady na nedostatek zásob. Výpadky vznikají z důvodu, že držet zásoby je nákladné a firmy se snaží jejich výši minimalizovat. Tyto náklady mohou mít podobu ušlého zisku z neprodaných jednotek, v některých případech mohou představovat pokutu od zákazníka za nedodaný materiál nebo náklady na zastavení výrobní linky v továrně zákazníka. Podle Taylora (2004) mohou opožděné dodávky také způsobit nespokojenost zákazníka a snížení hodnoty goodwill, což může vést k trvalé ztrátě zákazníka a budoucích prodejů.

Exaktní vyčíslení nákladů na nedostatek zásob je velmi obtížné a podle Taylora (2004) se často používá kvalifikovaný odhad. Kebek s výší těchto nákladů nepracuje, přesto je v podniku nežádoucí ohrozit zákazníka nedostatkem zásob. Za dostatečnou dispozici na jednotlivých artiklech je v podniku zodpovědné nákupní oddělení, které k tomuto účelu využívá řadu nástrojů.

2.4.4 Nástroje k řízení zásob

Zkoumaný podnik používá dva hlavní programové nástroje k předpovědi budoucí spotřeby a návrhu objednávek. Prvním z nich je ERP systém využívaný napříč celým podnikem. Kebek používá řešení s obchodním názvem Flores. V tomto systému jsou uloženy veškeré informace o jednotlivých položkách, zákaznících, historie objednávek přijatých i vydaných a mnoho dalšího. Ve Floresu jsou všechny informace snadno dohledatelné, avšak systém neobsahuje plánovací modul. Z podnikového ERP systému jsou všechna potřebná data exportována do MRP systému Planning Wizard.

Planning Wizard je plánovacím softwarem určeným k návrhu objednávek směrem k dodavatelům, vycházející z předpovědi budoucí spotřeby. Ta je založena právě na datech importovaných ze systému Flores. V prostředí MRP jsou na pozadí analyzovány historické prodeje všech artiklů, sečteny zákaznické objednávky a na základě aktuální dispozice a otevřených objednávek směrem k dodavatelům jsou vytvořeny návrhy dalších objednávek na jednotlivé dodavatele společnosti Kebek. Operativní nákupci denně stahují návrhy objednávek z Planning Wizardu a exportují je do Floresu. Tím úloha MRP systému končí a objednávky jsou dále řízeny v hlavním podnikovém ERP systému.

Kromě dat spojených s dostupným a potřebným množstvím je pro výpočty na pozadí MRP systému potřeba do něj dostat i další informace, jako jsou:

- nákupní cena,
- minimální objednávací množství,
- balení,
- dodací termín.

Tyto údaje jsou rozdílné u různých dodavatelů. Většinu obchodovaných položek dokáže Kebek zajistit z různých zdrojů, proto existuje na každém artiklu matice výše uvedených dat, ve které každý řádek odpovídá jednomu dodavateli. Zodpovědnost za správnost a úplnost těchto parametrů nesou strategičtí nákupci, kteří vyjednávají s dodavateli

konkrétní podmínky. Výsledkem těchto jednání bývají dodavatelské ceníky, které jsou následně importovány do Floresu a tím je zajištěna dostupnost kompletních informací, které Planning Wizard potřebuje k výpočtům.

2.4.5 Úroveň zásob

Hlídáním stavu zásob je v Kebeku pověřen manažer nákupu. Každé pondělí kontroluje úroveň jejich hladiny a analyzuje její vývoj. Vstupní data získává z kostek podnikového BI. Cílem společnosti je držet zásoby pod úrovní 80 mil. Kč.

Graf 1: Vývoj zásob na hlavním skladu v podniku Kebek s.r.o.



Zdroj: Interní data podniku Kebek s.r.o., 2019

Zpracoval: Bc. Michal Šťastný

Z grafu 1 je patrné, že hranice 80 mil. Kč byla v uplynulých dvou letech několikrát překročena. Jedním z důvodů jsou sezónní výkyvy. V době letních dovolených bývají továrny významných zákazníků na určitou dobu uzavřeny a Kebek tak nevydává ze skladu zboží pro ně určené. V té době dochází k nežádoucí akumulaci zásob. Podobná situace nastává na přelomu roku, kdy zákazníci mívají odstávky z důvodu vánočních dovolených.

3 Modely řízení zásob

Při rozhodování o objednávce je potřeba odpovědět na dvě základní otázky:

1. V jakém termínu objednat?
2. Jaké množství objednat?

Existují různé kvantitativní modely hledající odpovědi na výše uvedené otázky. Mají rozdílná použití s ohledem na vstupní data, která jsou k dispozici. Anderson et al. (2003) rozdělují modely do dvou základních kategorií. První z nich jsou modely deterministické, u kterých se předpokládá, že poptávka po předmětném zboží či materiálu je „konstantní, nebo téměř konstantní“ (Anderson et al., 2003, str. 480). Druhým typem jsou pravděpodobnostní, neboli stochastické modely, u nichž je velikost poptávky nejistá a fluktuální.

Oproti tomu Taylor (2004) vidí základní rozdělení v odlišném způsobu doplňování skladu, konkrétně rozlišuje dva typy:

- průběžné doplňování, kdy je velikost objednávky fixní,
- a periodické doplňování, kdy je fixní čas mezi jednotlivými objednávkami.

Tyto systémy popisují i Lukáš (2012) a Gros (2003), kteří je označují jako Q-systém v případě fixního množství, respektive P-systém v případě fixní periody. Oba rozlišují také deterministické a stochastické modely, stejně jako Anderson et al. (2003), přičemž Q a P systémy zahrnují mezi pravděpodobnostní. Lukáš (2012) jde v rozdělení ještě dále a primárně odlišuje modely statické a dynamické.

3.1 Statické modely

V případech, kdy jsou zásoby doručeny pouze jednou jedinou dodávkou, se hovoří o statistických modelech. Ty mohou být podle Lukáše (2012) dále rozděleny na deterministické a stochastické, podle toho, jaká je poptávka. V případě přesně známé poptávky a jedné jediné dodávky je úloha velmi jednoduchá – velikost objednávky je rovna deterministickému poptávanému množství. Oproti tomu situace, kdy není přesně známa poptávka a zásoby jsou dodány v jedné objednávce, je složitější a k určení optimální velikosti dodávky lze použít následující model.

3.1.1 Statický stochastický model

Předpokladem tohoto modelu je jediná objednávka, ze které bude pokryta poptávka v daném období. Na jeho konci je celé množství buď vyčerpáno, nebo může být prodáno se slevou. Typickým příkladem je sezónní zboží, jako například plavky. Před začátkem letní sezóny obchody naskladní jednorázově celé množství, ze kterého budou během následujícího období čerpat. Před koncem sezóny nabízejí plavky se slevou ve výprodejových akcích. Dalším příkladem běžně uváděným v literatuře jsou náhradní díly. Podle Grose (2003) bývá velmi výhodné nakoupit je pro dodávaný stroj či výrobní linku společně s tímto předmětem a připravit se tak na jejich potřebu během životnosti předmětu. Pozdější samostatné nákupy náhradních dílů bývají zpravidla dražší.

Anderson et al. (2003) uvádějí jako příklad i novinové výtisky. Přestože jsou noviny objednávané denně, jde o speciální typ sezónního zboží, jelikož druhý den nemůže být stejné vydání prodáno či drženo na skladě. Proto lze podle Andersona et al. (2003) objednávku novin považovat za statický stochastický model s denními sekvencemi. Každý den je potřeba vyřešit úlohu určení velikosti objednávky před začátkem vlastní periody.

Základním předpokladem tohoto modelu je možnost přiřadit každé možné velikosti poptávky určitou pravděpodobnost $P(D)$. Před začátkem období bude objednáno množství Q a po jeho skončení mohou nastat tři situace:

- $D = Q$ – poptávka přesně odpovídala objednanému množství,
- $D < Q$ – na skladě zbylo nevyužité množství $Q - D$ nebo
- $D > Q$ – k pokrytí poptávky chybělo množství $D - Q$.

Jestliže nastane odchylka poptávky od objednaného množství, jsou s ní spojené i náklady, které můžeme označit jako

- c_o – náklady na přebytečné množství a
- c_u – náklady na nedostatečné množství.

Pokud na konci sezóny zbyde na skladě neprodané množství, je potřeba nabídnout jej se slevou. Výše slevy může být v tomto případě nákladem na přebytek. Naopak nákladem na nedostatek se rozumí ušlý zisk z prodeje jednotek, které nejsou k dispozici. Z těchto nákladů je možné vyjádřit očekávanou ztrátu EL jako

$$EL(Q) = c_u P(D > Q), \quad (3.1)$$

$$EL(Q + 1) = c_o P(D \leq Q). \quad (3.2)$$

Výsledkem budou dvě různé hodnoty EL , z nichž bude preferována ta nižší. Následně je možné porovnat $EL(Q+1)$ s $EL(Q+2)$ a poté pokračovat dále vždy přidáním další jednotky. To by bylo ale zbytečně zdlouhavé a nákladné. Cílem je najít takové Q , jehož hodnota očekávané ztráty se rovná hodnotě očekávané ztráty sousedního $Q+1$. Tam se nachází optimální množství Q^* a rovnost je možné zapsat jako

$$EL(Q^* + 1) = EL(Q^*). \quad (3.3)$$

Jakmile nastane tento vztah, nemá již podle Andersona et al. (2003) smysl zvyšovat množství o další dodatečnou jednotku. Rovnice očekávané ztráty s využitím optimálního množství mohou být zapsány jako

$$EL(Q^*) = c_u P(D > Q^*), \quad (3.4)$$

$$EL(Q^* + 1) = c_o P(D \leq Q^*). \quad (3.5)$$

Protože platí vztah

$$P(D \leq Q^*) + P(D > Q^*) = 1, \quad (3.6)$$

můžeme zapsat

$$P(D > Q^*) = 1 - P(D \leq Q^*). \quad (3.7)$$

Použitím tohoto vyjádření může být rovnice 3.4 přepsána jako

$$EL(Q^*) = c_u [1 - P(D \leq Q^*)]. \quad (3.8)$$

Protože hledáme vztah z rovnice 3.3, můžeme do ní dosadit rovnice 3.5 a 3.8, čímž vznikne

$$c_o P(D \leq Q^*) = c_u [1 - P(D \leq Q^*)]. \quad (3.9)$$

Jednoduchým vyjádřením je možné dojít k závěru, že

$$P(D \leq Q^*) = \frac{c_u}{c_u + c_o}. \quad (3.10)$$

Výsledkem bude hodnota pravděpodobnosti, při které je Q optimální. Velikost Q je pak možné získat tím, že nalezneme hodnotu distribuční funkce, pro kterou je podmínka splněna. Podle Grose (2003) k tomu lze využít například excelovskou tabulku.

Anderson et al. (2003) dodávají, že ve statickém modelu hraje zlomek $c_u / (c_u + c_o)$ klíčovou roli při volbě optimálního množství. Pokud by platilo, že $c_u = c_o$, pak by byl zlomek roven $\frac{1}{2}$ a v takovém případě by optimální množství odpovídalo mediánu poptávky. Pravděpodobnost nedostatečné a přebytečné zásoby by tak byla shodně $P=0,5$. Ovšem pokud by $c_u < c_o$, bylo by doporučeno objednat menší množství. V takovém případě sice „menší množství poskytne vyšší pravděpodobnost nedostatku, nicméně se vyhneme dražším nákladům nadhodnocené poptávky a přebytku zásob“ (Anderson et al., 2003, str. 503). V opačném případě, tedy $c_u > c_o$ bude doporučena větší objednávka, protože náklady na nedostatek zásob jsou vyšší.

3.2 Dynamické deterministické modely

Doposud byly řešeny situace, kdy je celá zásoba dodána v jedné jediné objednávce. Mnohem častější jsou ale případy, kdy je sklad doplňován v průběhu období opakovaně. I tyto mohou mít poptávku buďto přesně známou nebo náhodnou, proto i dynamické modely je možné rozdělit na deterministické a stochastické.

U deterministických modelů se předpokládá poptávka definována konkrétní funkcí. Dalším předpokladem je podle Lukáše (2012) průběžné sledování stavu zásob a okamžitý přístup k souvisejícím informacím. Starší literatura zmiňuje problematičnost a vysoké náklady pro takové sledování, avšak v dnešní době disponují snad již všechny podniky evidencí skladu v reálném čase, povětšinou implementovanou v ERP systému.

3.2.1 EOQ model

Model optimální velikosti dodávky (economic order quantity model) je základním jedno-produktovým a podle Lukáše (2012) i nejznámějším modelem. Je použitelný tam, kde je poptávka konstantní, či téměř konstantní, a kde celé objednané množství každé dílčí objednávky je dodáno a naskladněno najednou. Předpoklad téměř konstantní poptávky podle Andersona et al. (2003) znamená, že můžeme poptávku na jednotlivá období

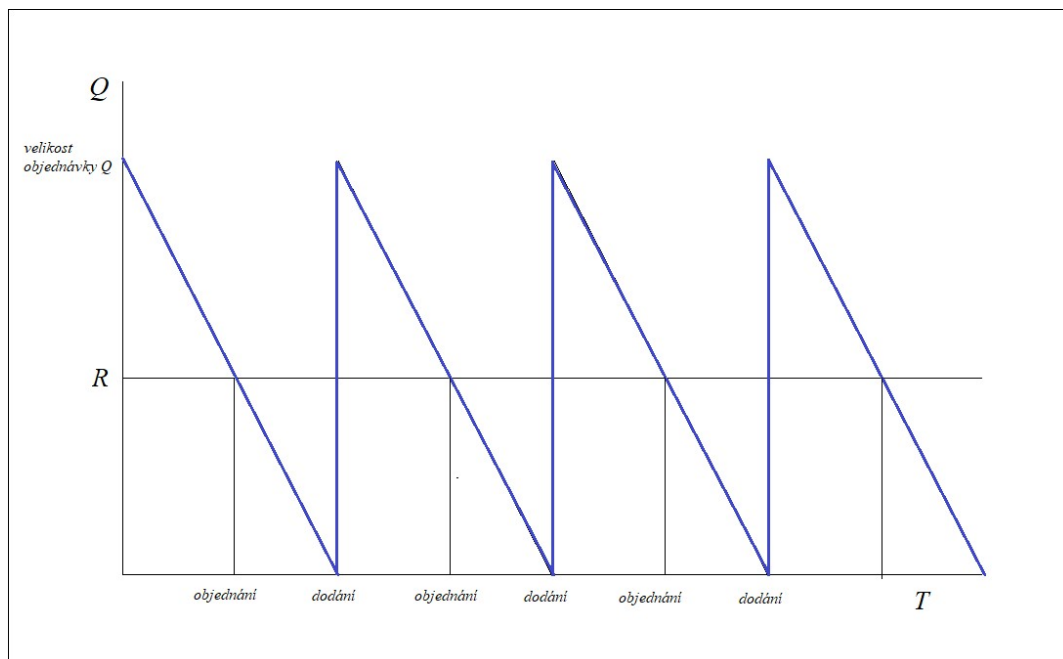
zprůměrovat, pokud je poptávané množství v jednotlivých obdobích podobné s nízkou variabilitou.

Podle Taylora (2004) jde o model s pevným objednacím množstvím, a když hladina zásob klesne na určitou úroveň, je toto množství objednáno. Úlohou EOQ modelu je tak určení optimální velikosti objednávky tak, aby byly minimalizovány související náklady.

Základní EOQ model pracuje s těmito předpoklady:

- deterministická poptávka,
- není povolen nedostatek zboží,
- dodací termín je konstantní pro všechny dodávky,
- objednané množství je dodáno najednou.

Graf 2: EOQ model



Zdroj: Taylor, 2004

Zpracoval: Bc. Michal Šťastný

Graf 2 zobrazuje výše uvedené předpoklady. Jakmile velikost zásob klesne na bod R , dochází k vystavení objednávky o velikosti Q . Rozdíl mezi datem objednání a datem dodání LT je konstantní a k dodání celého objednaného množství Q dojde vždy v okamžik, kdy se zásoby právě vyčerpají. Nedochozí tak k výpadkům z nedostatku zboží na skladě.

S modelem EOQ se pojí dva druhy nákladů. Prvním z nich jsou náklady na držení zásob C_H . Ty obsahují jak náklady na pořízení zboží, tak náklady na provoz skladu, a bývají vyjádřeny v jednotkách za určité časové období T , běžně 1 rok.

Díky předpokladům modelu EOQ lze snadno spočítat průměrnou výši zásob. Nikdy nebude na skladě vyšší množství než Q a zároveň nikdy nebude nižší než 0. Poptávka je konstantní, proto je její křivka rovná. Průměrné disponibilní množství tak bude $\frac{1}{2}Q$. Náklady na držení C_H v daném období T mohou být spočítány s využitím průměrného skladovaného množství a to tak, že se toto množství vynásobí jednotkovými náklady na držení zásob C_h .

$$C_H = \frac{1}{2}QC_h \quad (3.11)$$

Druhým typem nákladů v EOQ modelu jsou náklady na objednávky C_O , které se skládají z nákladů na vystavení a zpracování objednávky, její dodání a fakturaci. Teorie považuje tyto náklady za fixní a stejné pro každou dílčí dodávku, označme je C_o . Celkové náklady na objednávky C_O za období T tak budou součtem dílčích C_o . Pokud známe celkové poptávané množství D v období T , pak je jasné, že

$$C_O = \frac{D}{Q}C_o. \quad (3.12)$$

Celkové náklady TC budou v modelu EOQ vyjádřeny jako součet celkových nákladů na držení zásob a celkových nákladů na objednávky

$$TC = \frac{1}{2}QC_h + \frac{D}{Q}C_o. \quad (3.13)$$

Modely teorie zásob hledají odpovědi na otázku kdy a kolik zboží objednat. Cílem je minimalizace celkových nákladů, proto budeme hledat minimum křivky celkových nákladů TC a jejich první derivaci podle Q položíme rovnu nule

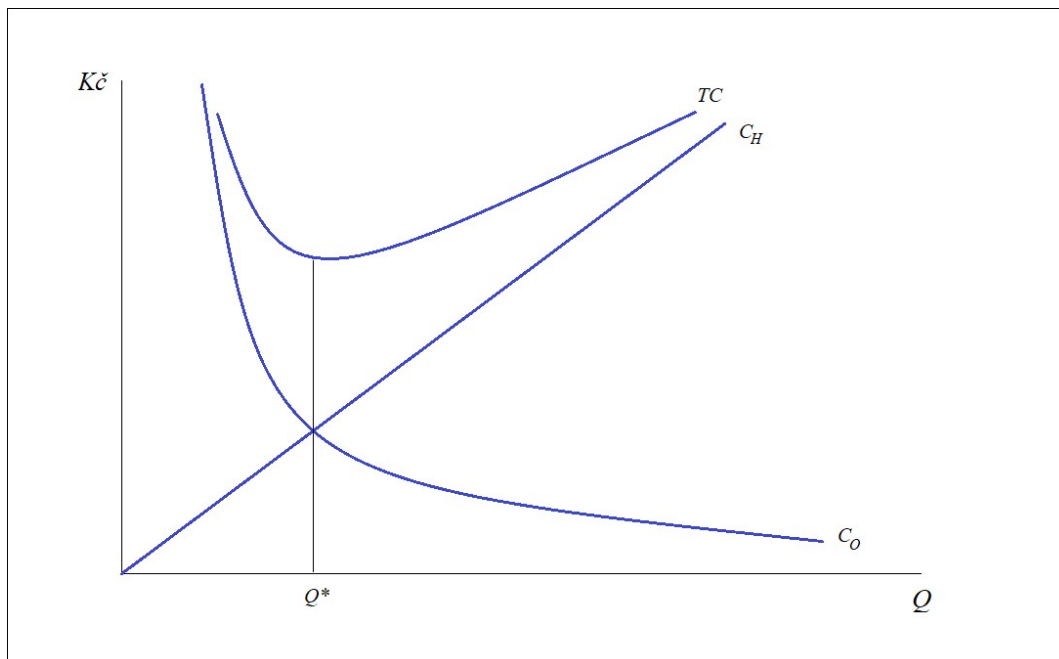
$$\frac{\partial TC(Q)}{\partial Q} = \frac{1}{2}C_h - \frac{D}{Q^2}C_o = 0. \quad (3.14)$$

Řešením je optimální velikost objednávky Q^* , tedy odpověď na otázku jaké množství objednat

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DC_o}{C_h}} \quad (3.15)$$

Jak je patrné z grafu 3, optimální množství se nachází v nejnižším bodě křivky celkových nákladů za dané období.

Graf 3: Náklady modelu EOQ



Zdroj: Taylor, 2004

Zpracoval: Bc. Michal Šťastný

Jakmile známe optimální velikost objednávky, je triviální získat dodací cyklus. Velikost poptávky je dána jako D , takže celkový počet dodávek bude D / Q^* . Jelikož existuje časové omezení T , bude období t mezi jednotlivými cykly

$$t = \frac{T}{D/Q^*} \quad (3.16)$$

3.2.2 POQ model

Lukáš (2012) nazývá tento typ modelem periodicky doplňovaných zásob s konečnou rychlostí doplňování, zahraniční literatura většinou používá označení „production lot size model“ (Taylor, 2004, str. 702), tedy model velikosti výrobní dávky. Rozdílem oproti EOQ modelu je opuštění podmínky dodání celé objednávky najednou. Ta je namísto toho

dodávána postupně a doplňování zboží probíhá simultánně s jeho výdejem. Typickým příkladem bude továrna, která si sama vyrábí polotovary. Místo dodání objednávky celého potřebného množství polotovaru ze skladu je zahájena výroba polotovaru a ten je dodáván na další operaci tak, jak je vyráběn.

Namísto nákladů na objednání Render a Stair (2000) hovoří o nákladech na zahájení výroby. Ty mohou zahrnovat seřízení stroje, mzdy operátorů, přípravu nástroje, ale i související administrativu. Lukáš (2012) doplňuje, že tyto náklady jsou fixní. Například Taylor (2004), ale i Anderson et al. (2003), nepředstavují nový typ nákladů, avšak stále používají i v POQ modelu náklady na objednání C_o . Přestože se za těmito náklady skrývají trochu jiné vlivy, jejich funkce je stejná – vyskytují se jednorázově při každé objednávce (zahájení výroby) a jejich výše je vždy fixní. I v této práci je tak použito stejné označení jako u EOQ modelu – náklady na objednání C_o . Výpočet celkových nákladů na objednání C_o je triviální – celkový počet objednávek lze získat jako D/Q a vynásobením jednotkovými náklady na objednávku C_o dostaneme

$$C_o = \frac{D}{Q} C_o. \quad (3.17)$$

Náklady na držení zásob C_H mají stejnou funkci jako v modelu EOQ, přestože výpočet jejich celkové výše za dané období T se liší. V předchozím typu teoretického modelu byly průměrné zásoby rovny polovině maximální výše zásob, tedy $Q/2$. V modelu POQ jsou však podle Taylora (2004) maximální zásoby nižší než Q z důvodu, že „objednané množství je vyčerpáno během období přijetí objednávky“ (Taylor, 2004, 702).

Za účelem definice průměrné zásoby budou použity dva parametry pro tento model jedinečné:

- p = rychlost výroby polotovaru (doplňování skladu) a
- d = rychlost úbytku ze skladu.

Obvykle se udávají v jednotkách ks za den. Například pokud období T je 311 pracovních dnů a celkové potřebné množství D je 10.000 ks, pak jednoduchým výpočtem

$$d = \frac{D}{T} \quad (3.18)$$

je možné dojít k řešení, že rychlost čerpání zásob ze skladu je 32 ks denně.

Rychlost výroby logicky musí být pro použitelnost modelu vyšší než rychlost úbytku zásob. Pokud by to bylo obráceně, docházelo by k výpadkům, které v POQ modelu přípustné nejsou.

Jestliže p je rychlost dodání ve dnech, pak množství Q bude dodáno za Q/p dnů. Například při $p = 5$ bude množství $Q = 100$ ks dodáno za 20 dnů. Celkové množství, které bude vyčerpáno během tohoto období, bude $(Q/p)d$. Například při $d = 2$ by bylo během výše uvedených 20 dnů vyčerpáno celkem 40 ks. Z toho je patrné, že maximální úroveň zásob I_{max} bude rovna velikosti objednávky ponížené o množství vydané během doby příjmu objednávky

$$I_{max} = Q - \frac{Q}{p}d, \quad (3.19)$$

jiným zápisem

$$I_{max} = Q \left(1 - \frac{d}{p}\right). \quad (3.20)$$

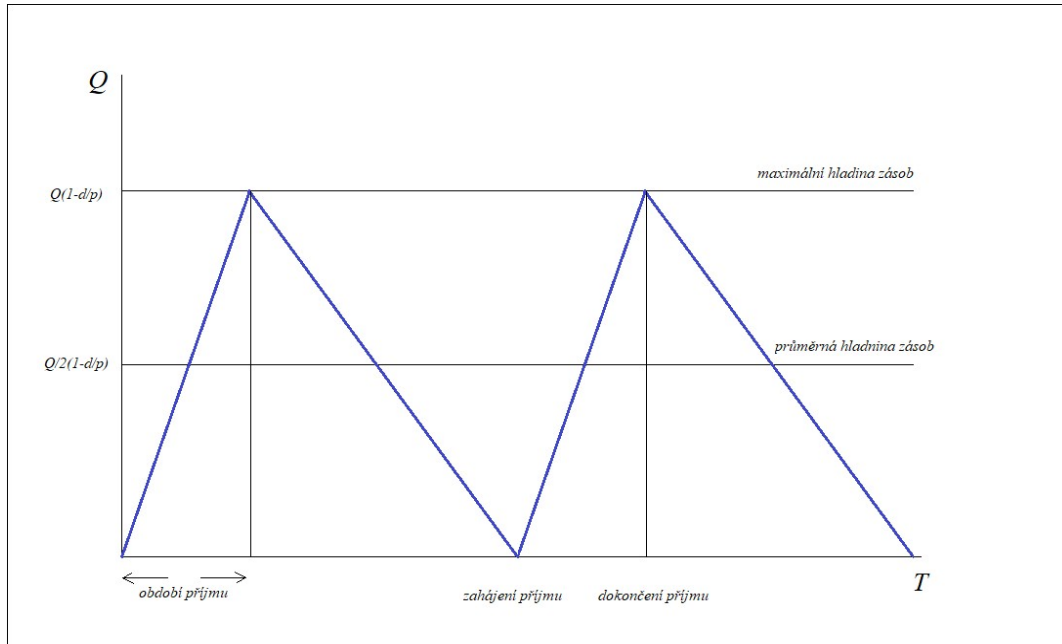
Z maximální úrovně zásob I_{max} lze snadno získat průměrná I_{avg} vydělením rovnice 2

$$I_{avg} = \frac{Q}{2} \left(1 - \frac{d}{p}\right) \quad (3.21)$$

a vynásobením jednotkovými náklady na držení C_h lze získat celkové náklady na držení zásob C_H během celého období T

$$C_H = \frac{Q}{2} \left(1 - \frac{d}{p}\right) C_h. \quad (3.22)$$

Graf 4: POQ model



Zdroj: Taylor, 2004

Zpracoval: Bc. Michal Šťastný

Jelikož již známe náklady na objednávky během období T i celkové náklady na držení zásob během období T , je zřejmé, že celkové náklady budou

$$TC = C_o \frac{D}{Q} + C_h \frac{Q}{2} \left(1 - \frac{d}{p}\right). \quad (3.23)$$

Celkové náklady jsou tedy funkcí dvou jiných nákladů, stejně jako tomu bylo u EOQ modelu. Nejnížší náklady budou v nejnižším bodě křivky TC a to je zároveň při takové úrovni Q , kde se protnou křivky C_o a C_h (viz graf 3). Položíme-li hodnoty nejnižších celkových nákladů na držení zásob a na objednávky rovny sobě samým, je možné jednoduchými úpravami rovnice získat optimální velikost objednávky (výrobní dávky) Q^* .

$$C_o \frac{D}{Q} = C_h \frac{Q}{2} \left(1 - \frac{d}{p}\right) \quad (3.24)$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2C_o D}{C_h \left(1 - \frac{d}{p}\right)}}$$

3.2.3 EOQ model s výpadky

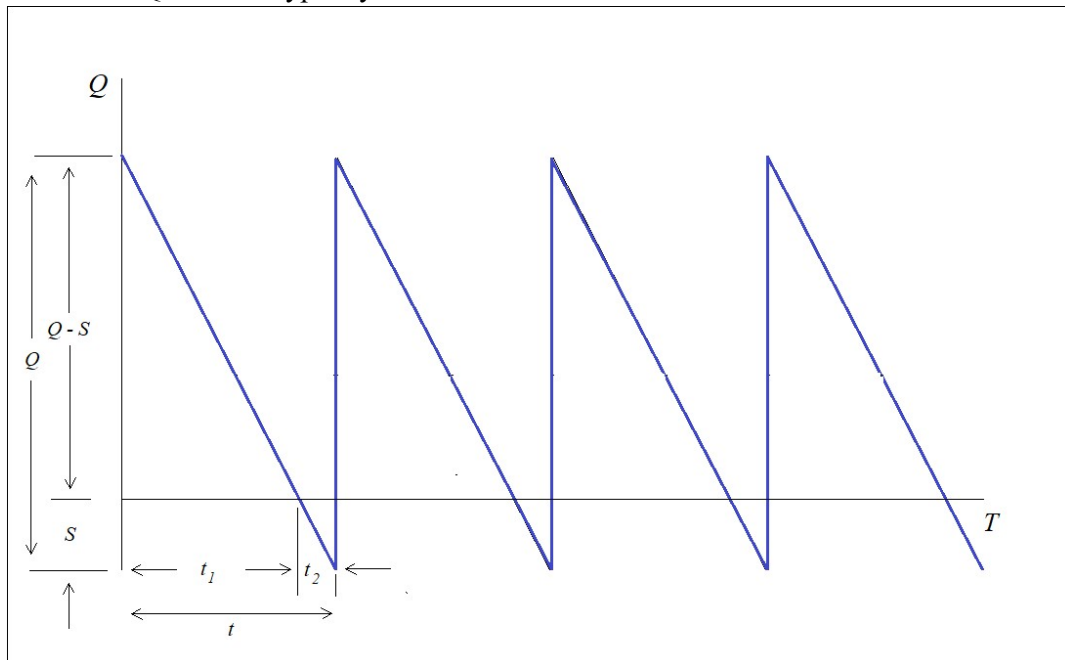
Výpadkem je myšlena poptávka, která nemůže být uspokojena. Výpadky jsou obvykle nežádoucí a podniky se snaží jim předcházet. Podle Andersona et al. (2003) však v některých případech mohou být ekonomicky výhodné. Může jít o situace, kdy náklady na držení (pořízení) zásob jsou příliš vysoké. Anderson et al. (2003) uvádí jako příklad autosalon. Nakoupení nových vozů všech značek by bylo nákladné. Často tak dochází k situacím, kdy si zákazník přijde pro vůz, který není aktuálně dostupný, ale zákazník je ochotný si několik týdnů počkat na jeho dodání.

Tento model vychází z modelu EOQ, avšak opouští jeho předpoklad nemožnosti výpadků. Nicméně předpokládá, že veškerá poptávka, která nemůže být vzhledem k výpadku uspokojena, bude pozastavena a toto zboží bude zákazníkům dodáno později. Lukáš používá označení „zadržaná poptávka“ (Lukáš, 2012, str. 45). Díky tomu je nakonec celá poptávka uspokojena. Jestliže pro celkovou výši zadržené poptávky bude použito označení S a pro objednané množství Q , pak je model charakteristický těmito vlastnostmi:

- „Existuje-li S zadržené poptávky když nová dodávka o velikosti Q dorazí, pak S zadržené poptávky je odesláno odpovídajícím zákazníkům, a zbývající $Q - S$ jednotky jsou uloženy do skladu. Proto je $Q - S$ maximální zásobou.
- Zásobovací cyklus T dnů je rozdělen do dvou odlišných fází: t_1 dnů, kdy jsou zásoby po ruce a objednávky jsou plněny, jakmile se objeví, a t_2 dnů, kdy se objevují výpadky a všechny nové objednávky jsou určeny na zadržanou poptávku“ (Anderson et al., 2003, str. 492).

Jelikož je v této práci použito T jako označení pro celé období fungování skladu, bude pro sumu t_1 a t_2 použito označení t .

Graf 5: EOQ model s výpadky

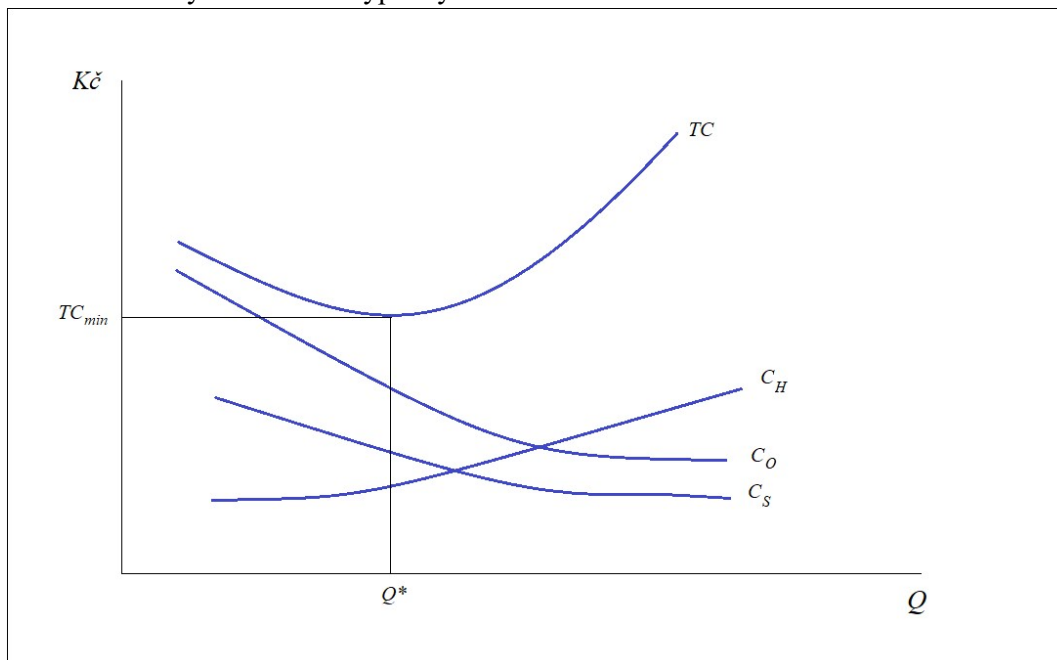


Zdroj: Taylor, 2004

Zpracoval: Bc. Michal Šťastný

Jak již bylo dříve uvedeno, náklady na nedostatek zásob (výpadky) C_S jsou tvořeny ušlým ziskem a ztrátou goodwillu. Podle Taylora (2004) jsou inverzní nákladům na držení zásob C_H . Roste-li množství v objednávce Q , tak rostou i C_H a naopak C_S klesají. Vztah mezi náklady na držení zásob a náklady na jejich nedostatek je patrný z grafu 6.

Graf 6: Náklady v modelu s výpadky



Zdroj: Taylor, 2004

Zpracoval: Bc. Michal Šťastný

Podle Andersona et al. (2003) se výše nákladů na nedostatek odvíjí od doby, po kterou zákazníci čekají na uspokojení zadržené poptávky, a proto je možné vyjádřit je jako náklady na každou nedodanou jednotku v čase. Tento způsob vyjádření v závislosti na čase je podobný způsobu vyjádření nákladů na držení zásob a díky tomu lze podobně spočítat i náklady na nedostatek zásob, jakmile je známa průměrná výše zadržené poptávky a náklad na nedodanou jednotku.

V grafu 5 jde vidět, že maximální úroveň zásob může být $Q - S$ a také, že trvá t_1 dnů, než bude tato zásoba kompletně vyčerpána. Průměrná výše zásob bude $(Q - S) / 2$. V období t_2 bude hladina zásob nulová a současně se očekává nedostatek zásob. Celkový cyklus tak bude $t = t_1 + t_2$ a průměrnou výši zásob je možné spočítat jako

$$\frac{1}{2} \frac{(Q - S)t_1 + 0t_2}{t_1 + t_2}, \quad (3.25)$$

neboli

$$\frac{1}{2}(Q - S)t_1 \quad (3.26)$$

Podle Andersona et al. (2003) je však možné vyjádřit délku cyklů i jinak a to s použitím rychlosti úbytku ze skladu d , která je vyjádřena v jednotkách za den.

$$t_1 = \frac{Q - S}{d} \quad (3.27)$$

Tedy, že maximální úroveň zásob bude vyčerpána za $(Q - S) / d$ dnů. Vzhledem k tomu, že množství Q je objednáváno v každém cyklu, pak délka cyklu musí být

$$t = \frac{Q}{d}. \quad (3.28)$$

Kombinací rovnic 3.26, 3.27 a 3.28 je možné vyjádřit průměrnou hladinu zásob následovně:

$$I_{avg} = \frac{\frac{1}{2}(Q - S)|((Q - S)/d|}{\frac{Q}{d}} = \frac{(Q - S)^2}{2Q}. \quad (3.29)$$

Průměrná úroveň zásob je tak závislá na dvou faktorech:

- na výši objednávacího množství Q a
- na maximální výši zadržené poptávky S .

Vzorec pro výpočet celkového množství objednávek v období T je identický se stejným vzorcem v modelu EOQ. Pokud D reprezentuje celkovou výši poptávky za celé období, bude počet objednávek spočítán jako D / Q .

Dalším krokem bude vyjádření průměrné výše zadržené poptávky. Protože je známo, že maximální výše nedostatku je S , může být použita stejná logika, jako byla pro definici průměrné úrovně zásob. Ta bude v období t_2 samozřejmě rovna $\frac{1}{2}S$ a jelikož neexistuje žádná zadržaná objednávka v čase t_1 , bude průměrná výše nedostatku zásob rovna

$$\frac{0t_1 + (\frac{S}{2})t_2}{t_1 + t_2}, \quad (3.30)$$

neboli

$$\frac{(S/2)t_2}{t} \quad (3.31)$$

Období t_2 je samozřejmě možné vyjádřit jako S/d a průměrnou výši zadržené poptávky je tak možné zapsat jako

$$\frac{\left(\frac{S}{2}\right)\left(\frac{S}{d}\right)}{Q/d} = \frac{S^2}{2Q} \quad (3.32)$$

Jakmile je známa průměrná výše zásob a průměrná výše poptávky, je velmi jednoduché spočítat související náklady. Celková výše nákladů na držení zásob C_H bude rovna průměrné úrovni skladu vynásobené jednotkovými náklady na skladování C_h

$$C_H = C_h \frac{(Q - S)^2}{2Q} \quad (3.33)$$

Analogicky je možné spočítat celkové náklady na nedostatek zásob C_S jako součin jejich průměrné výše a nákladů na jednotku C_s

$$C_S = C_s \frac{S^2}{2Q} \quad (3.34)$$

Celková výše nákladů na vystavení objednávek C_O je pak součin jejich celkového počtu během doby provozu skladu T a nákladů na jednu objednávku C_o

$$C_O = C_o \frac{D}{Q} \quad (3.35)$$

Spojením vzorců 3.33, 3.34 a 3.35 získáme kompletní výši celkových nákladů TC :

$$TC = C_h \frac{(Q - S)^2}{2Q} + C_s \frac{S^2}{2Q} + C_o \frac{D}{Q} \quad (3.36)$$

V modelu EOQ byly celkové náklady nejnižší při takové úrovni Q , při které se protnul křivky nákladů na objednávky a nákladů na držení zásob. Z Grafu 6 je ovšem patrné, že v EOQ modelu s výpadky jsou TC nejnižší při o něco nižší velikosti objednávky. Podle Taylora (2004) je jediným způsobem výpočtu optimální velikosti objednávky Q^* a optimální velikosti zadržené poptávky S^* diferenciální úprava rovnice celkových nákladů TC . Výsledkem jsou následující rovnice:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DC_o}{C_h} \times \frac{C_s + C_h}{C_s}}, \quad (3.37)$$

$$S^* = Q^* \frac{C_h}{C_h + C_s}. \quad (3.38)$$

Anderson et al. (2003) upozorňují na proporcionalitu optimální velikosti zadržené poptávky a poměru $C_h / (C_h + C_s)$. Ze vzorce je patrné, že když rostou náklady na skladování C_h , zvětšuje se rovněž hodnota celého zlomku a velikost plánovaného nedostatku zásob se také zvýší. Tento vztah vysvětluje, proč je položky s vysokou nákupní cenou a tím pádem i vysokými náklady na držení C_h ekonomicky výhodnější spravovat pomocí zadržené poptávky. Na druhou stranu jakmile rostou náklady na nedostatek zásob C_s , zlomek se zmenšuje a je plánováno uspokojovat poptávku více z vlastních zásob než ze zadržené poptávky. EOQ model s výpadky tak prozrazuje, že položky s potenciálně vysokou ztrátou goodwillu je vhodnější naskladnit a bránit výpadkům. Anderson et al. (2003) dokonce tvrdí, že v případě vysokých nákladů na nedostatek zásob by byly výsledky tohoto modelu velmi podobné výsledkům běžného EOQ modelu, který výpadky nedovoluje.

3.2.4 Rozšířený EOQ model s výpadky

Náklady na výpadek nemusí být jen lineární v čase. Mohou existovat také fixní náklady na zadržanou poptávku. Sphicas (2006) představil rovnici (3.39), která definuje model s výpadky rozšířený o fixní náklady na zadržanou poptávku:

$$EOQ_1 = \sqrt{\frac{2DC_o(C_h + C_s) - \pi^2 D^2}{C_h C_s}} \quad (3.39)$$

kde: D značí celkovou poptávku,

C_o jednotkové náklady na objednávku,

C_h jednotkové náklady na držení zásob,

C_s jednotkové lineární náklady na zadržanou poptávku a

Π jednotkové fixní náklady na zadržanou poptávku.

Platí-li $\Pi D \geq \sqrt{2DC_oC_h}$, jsou výpadky příliš drahé a pro optimální řešení bude použit základní model, označen jako EOQ_0 (3.15). V obráceném případě, pokud platí, že $\Pi D < \sqrt{2DC_oC_h}$, je zadržena poptávka atraktivní a optimální velikost dodávky by měla být spočítána podle vzorce EOQ_1 (3.39). Zde je důležité upozornit na skutečnost, že Sphicas (2014) používá v obou situacích operátory s neostrou nerovností. Tím by však nebyla zajištěna jednoznačnost jevů. Proto bude v této práci u atraktivních výpadků použita ostrá nerovnost, stejně jako ji Sphicas (2006) použil ve svém článku o lineárních a fixních nákladech na zadrženu poptávku.

Sphicas (2014) nebyl spokojen s tím, že je potřeba nejprve zjistit atraktivitu výpadku a teprve poté zvolit vhodný EOQ model. Výsledek modelu se zadrženu poptávku je tedy podmíněn atraktivitou výpadků. Proto hledal Sphicas (2014) řešení, jak dojít k výsledku za použití jedné univerzální rovnice. Postupně došel k tomu, že zavádí parametr β , který definuje jako

$$\beta = \max\left(0, 1 - \frac{\pi^2 D}{2C_o C_h}\right). \quad (3.40)$$

Tento parametr následně Sphicas (2014) používá ve vzorci, který je podle něj možné použít jako generalizaci klasických EOQ modelů.

$$EOQ_\beta = \sqrt{\frac{2DC_o}{C_h} \left(1 + \beta \frac{C_h}{C_s}\right)} \quad (3.41)$$

Pokud by platilo $\Pi D \geq \sqrt{2DC_oC_h}$, pak $\beta = 0$ a výsledek rovnice bude stejný, jako v případě EOQ_0 . V opačném případě, tedy když $\Pi D < \sqrt{2DC_oC_h}$, pak $\beta = \pi^2 D / 2C_o C_h$ a výsledek 3.42 bude stejný, jako v případě EOQ_1 . Z toho vyplývá, že stejnou rovnicí je možné v případě lineárních i fixních nákladů na výpadek použít jak pro atraktivní zadrženu poptávku, tak pro případ nevýhodného výpadku. Optimální veličiny lze pak podle Sphicase (2014) získat následujícími postupy.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2C_o D}{C_h}} \sqrt{1 + \beta \frac{C_h}{C_s}} \quad (3.42)$$

$$S^* = \frac{\sqrt{\frac{2C_o D}{C_h} \frac{C_h}{C_s}} \left(\sqrt{1 + \beta \frac{C_h}{C_s}} - \sqrt{1 - \beta} \right)}{1 + \frac{C_h}{C_s}} \quad (3.43)$$

$$TC^* = \frac{\sqrt{\frac{2C_o D}{C_h}} \left(\sqrt{1 + \beta \frac{C_h}{C_s}} + \frac{C_h}{C_s} \sqrt{1 - \beta} \right)}{1 + \frac{C_h}{C_s}} \quad (3.44)$$

3.2.5 EOQ model s množstevní slevou

Není neobvyklé, že dodavatelé motivují své zákazníky k vyššímu obratu poskytnutím množstevní slevy neboli nižší jednotkové ceny při nákupu vyššího množství. Typicky pak může nabídka slev vypadat podobně jako v tabulce 2.

Tabulka 2: Příklad množstevní slevy

Kategorie slev	MOQ	Sleva	Jednotková cena
1	0 ks	0 %	100 Kč
2	1.000 ks	2 %	98 Kč
3	3.000 ks	5 %	95 Kč

Zdroj: vlastní zpracování, 2019

Zpracoval: Bc. Michal Šťastný

Běžná cena je v tomto případě 100 Kč/ks. Při minimálním objednacím množství 1.000 ks již dodavatel nabízí výrobky za cenu o 2 % nižší. Pokud by zákazník odebral alespoň 3.000 ks v jedné dodávce, je výrobce ochoten prodat je po 95 Kč/ks. Ušetřit peníze může být pro zákazníka lákavé, avšak je potřeba myslet na to, že vyšší objednacím množství zároveň znamená vyšší náklady na držení zásob C_H . Při pohledu na tabulku 2 by se mohlo zdát, že nejvýhodnější je nákup 3.000 a více kusů. Co když ale budou náklady na jejich držení vyšší než sleva obdržena díky většímu odběrovému množství? To by znamenalo, že celkové náklady související se zásobami budou vyšší, než by mohli být při nákupu menšího množství. Pro určení, jaká velikost objednávky bude z hlediska minimalizace celkových nákladů optimální, je možné základní EOQ model rozšířit. Taylor (2004) přidává k celkovým nákladům TC ještě náklady na celkové poptávané množství, počítané jednoduše jako součin jednotkové ceny výrobku P a množství D .

$$TC = C_o \frac{D}{Q} + C_h \frac{Q}{2} + PD \quad (3.45)$$

Nákupní cena doposud nebyla součástí předchozích modelů, jelikož neměla skutečný vliv na hodnotu optimálního objednávacího množství. Taylor (2004) uvádí, že PD v uvedeném vzorci je konstantou a nezmění základní tvar křivky celkových nákladů. Z toho lze soudit, že optimální velikost objednávky bude stejná bez ohledu na cenu výrobku. Nicméně v případě existence množstevní slevy je tato vztažena k určité velikosti objednávky a odběratel musí vyhodnotit rozdíl mezi takovou slevou a potenciálně zvýšenými náklady na držení zásob. Proto cena výrobku ovlivňuje velikost objednávky v případě možnosti množstevní slevy.

Render a Stair (2000) a stejně tak Anderson et al. (2003) používají ve výpočtech náklady na skladování jako procento z ceny výrobku. Nemusí tomu tak být ale vždy. Proto Taylor (2004) kromě této možnosti uvažuje i situaci, kdy jsou jednotkové náklady na držení zásob konstantní. V této práci budou obě tyto varianty popsány na příkladu z tabulky 2.

Absolutní náklady na skladování

V tomto případě budou náklady na držení zásob konstantní, a proto bude podle Taylora (2004) optimální velikost dodávky vždy stejná bez ohledu na výši slevy. Přestože celková cena objednaného množství se bude s jeho velikostí snižovat, optimální velikost objednávky Q^* se nezmění. Tato velikost později vstoupí do výpočtu celkových nákladů TC a výsledek bude porovnán s celkovými náklady v případě vyššího MOQ.

Předpokládejme následující jednotkové náklady a roční poptávku:

- $C_o = 300 \text{ Kč}$,
- $C_h = 50 \text{ Kč}$,
- $D = 5.000 \text{ Kč}$.

Při použití vzorce pro výpočet optimálního množství ze základního EOQ modelu 3.15 bude

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \times 300 \times 5\,000}{50}} = 1732 \text{ ks} \quad (3.46)$$

Tato velikost splňuje 2% slevu z tabulky 2, proto bude nyní optimální množství 1.732 ks dosazeno do vzorce 3.45 a budou spočítány celkové náklady s nákupní cenou 98 Kč.

$$TC_{Q^*} = 300 \frac{5\,000}{1\,732} + 50 \frac{1\,732}{2} + 98 \times 5\,000 \quad (3.47)$$

$$TC_{Q^*} = 534\,166 \text{ Kč}$$

Protože při ještě vyšším množství, 3.000 ks, by dle tabulky 2 bylo možné dosáhnout další slevy, je potřeba nyní spočítat celkové náklady pro množství 3.000 ks:

$$TC_{3000} = 300 \frac{5\,000}{3\,000} + 50 \frac{3\,000}{2} + 95 \times 5\,000 \quad (3.48)$$

$$TC_{3000} = 550\,500 \text{ Kč.}$$

Jelikož $TC_{Q^*} < TC_{3000}$, bude nejvýhodnější stanovit jako objednávací množství 1.732 ks.

Relativní náklady na skladování

Pro výpočet optimální velikosti objednávky Q^* je možné použít vzorec ze základního EOQ modelu s menší úpravou. Jednotkové náklady na skladování C_h budou nahrazeny součinem WP , kde W je procentuální výše nákladů na držení zásob z jednotkové ceny P .

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DC_o}{WP}} \quad (3.49)$$

Další rozdíl oproti modelu s absolutními náklady na držení zásob podle Taylora (2004) je, že pro různé velikosti slev existuje různá velikost optimální dodávky. Bude-li existovat n počet rozdílných MOQ s různou cenou, bude pak existovat n počet objednávacích velikostí Q^* . Ty jsou určeny za použití upraveného vzorce pro velikost optimální objednávky 3.49.

Vzorec pro výpočet celkových nákladů bude muset také projít drobnou úpravou a náklady na skladování C_h budou rovněž nahrazeny součinem WP .

$$TC = C_o \frac{D}{Q} + WP \frac{Q}{2} + PD \quad (3.50)$$

Dosazením každého množství Q^* získaného z předchozího kroku do vzorce celkových nákladů 3.49 je pro každou úroveň slevy je samostatně spočítána velikost TC v souvislosti

s optimální velikosti objednávky. Výsledky jsou porovnány a výše Q^* s nejnižšími celkovými náklady je považována za nejvýhodnější.

V následujícím příkladu budou opět použita data z tabulky 2. Dalším předpokladem bude, že náklady na držení zásob budou odpovídat 20 % jednotkové ceny, tedy $W = 0,2$. Náklady na objednání a roční poptávka budou opět

- $C_o = 300 \text{ Kč}$,
- $D = 5.000 \text{ Kč}$.

Tabulka 3: Příklad množstevní slevy s relativními náklady na skladování

Kategorie slev	MOQ	Sleva	P	W x P
1	0 ks	0 %	100,00 Kč	20,00 Kč
2	1.000 ks	2 %	98,00 Kč	19,60 Kč
3	3.000 ks	5 %	95,00 Kč	19,00 Kč

Zdroj: vlastní zpracování, 2019

Zpracoval: Bc. Michal Šťastný

Prvním krokem bude výpočet optimálního množství pro všechny tři úrovně MOQ dosazením do vzorce 3.49.

$$Q^*_1 = \sqrt{\frac{2 \times 5\,000 \times 300}{20}} = 388 \text{ ks} \quad (3.51)$$

$$Q^*_2 = \sqrt{\frac{2 \times 5\,000 \times 300}{19,6}} = 391 \text{ ks} \quad (3.52)$$

$$Q^*_3 = \sqrt{\frac{2 \times 5\,000 \times 300}{19}} = 398 \text{ ks} \quad (3.53)$$

Jelikož Q^*_2 nedosahuje výše MOQ potřebné k získání slevy kategorie 2, bude upraveno tak, aby podmínku splnilo: $Q^*_2 = 1.000 \text{ ks}$.

Jelikož Q^*_3 nedosahuje výše MOQ potřebné k získání slevy kategorie 3, bude upraveno tak, aby podmínku splnilo: $Q^*_3 = 3.000 \text{ ks}$.

Dosazením do vzorce pro výpočet celkových nákladů 3.50 vzniknou tři různé velikosti TC .

$$TC_1 = 300 \frac{5\,000}{388} + 20 \frac{5\,000}{2} + 100 \times 5\,000 = 553\,865 \text{ Kč} \quad (3.54)$$

$$TC_2 = 300 \frac{5\,000}{1\,000} + 19,6 \frac{1\,000}{2} + 98 \times 5\,000 = 501\,300 \text{ Kč} \quad (3.55)$$

$$TC_3 = 300 \frac{5\,000}{3\,000} + 19 \frac{3\,000}{2} + 95 \times 5\,000 = 504\,000 \text{ Kč} \quad (3.56)$$

Po porovnání výsledků je zřejmé, že nejvýhodnější bude nastavit si objednávací množství jako 1.000 ks a využít tak slevové kategorie 2.

EOQ model s množstevní slevou počítá s různým minimálním objednávacím množstvím. Ve výše uvedeném příkladu je optimální úroveň dodávky 1.000 ks a celková roční poptávka 5.000 ks je násobkem tohoto výsledku. Pokud by ale bylo optimální množství 3.000 ks, po skončení období by zůstalo skladem množství $2Q - D^*$, v tomto případě 1.000 ks. Na stejný problém je možné narazit i v odborné literatuře, např. Taylor (2004) nebo Render a Stair (2000), a není dále řešen. S ohledem na nesoulad poptávaného a objednávacího množství lze pro úspěšnost modelu navrhnout předpoklad, že projekt bude po skončení období dále pokračovat bez časového omezení a D slouží pouze pro účely výpočtu optimálního množství.

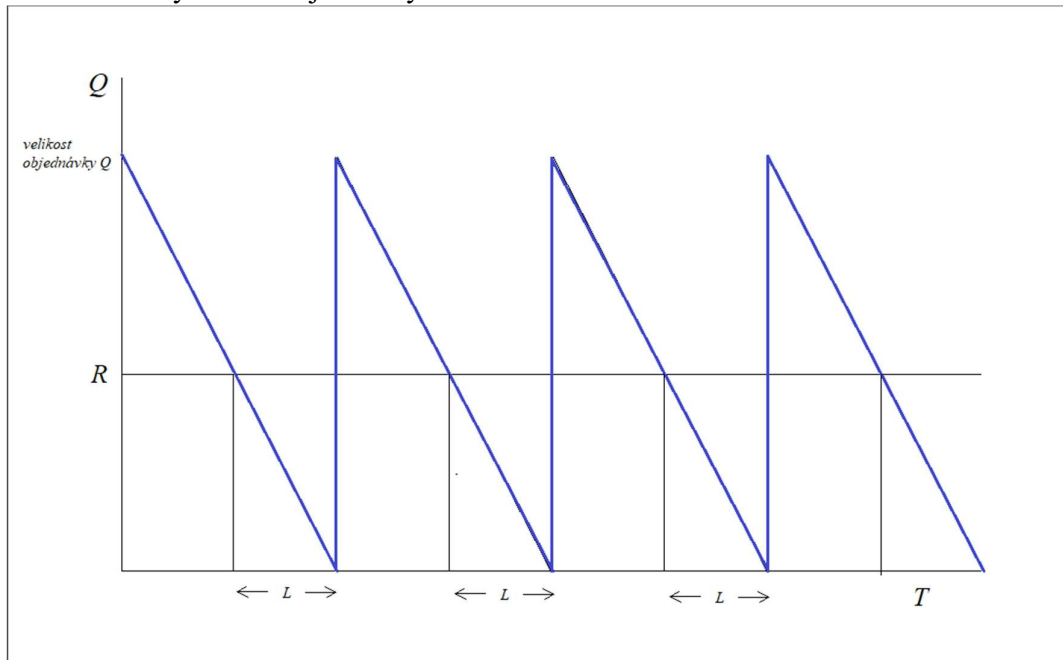
3.2.6 Bod vystavení objednávky

Doposud byla hledána odpověď jen na první otázku teorie zásob, tedy kolik zboží objednat. Jak již bylo dříve zmíněno, druhým problémem, který zbývá vyřešit, je kdy vystavit objednávku směrem k dodavateli. Již v základním modelu EOQ byl v grafu 2 představen bod vystavení objednávky R , ale doposud nebyl vyjádřen matematicky.

Protože je v modelech s průběžným doplňováním ze skladu stále čerpáno i v době vystavení objednávky, musí tato být dodavateli odeslána s předstihem, za předpokladu dodacího termínu L většího než 0. Je-li známa rychlost čerpání d , pak lze bod vystavení objednávky vyjádřit jednoduše jako

$$R = dL. \quad (3.57)$$

Graf 7: Bod vystavení objednávky



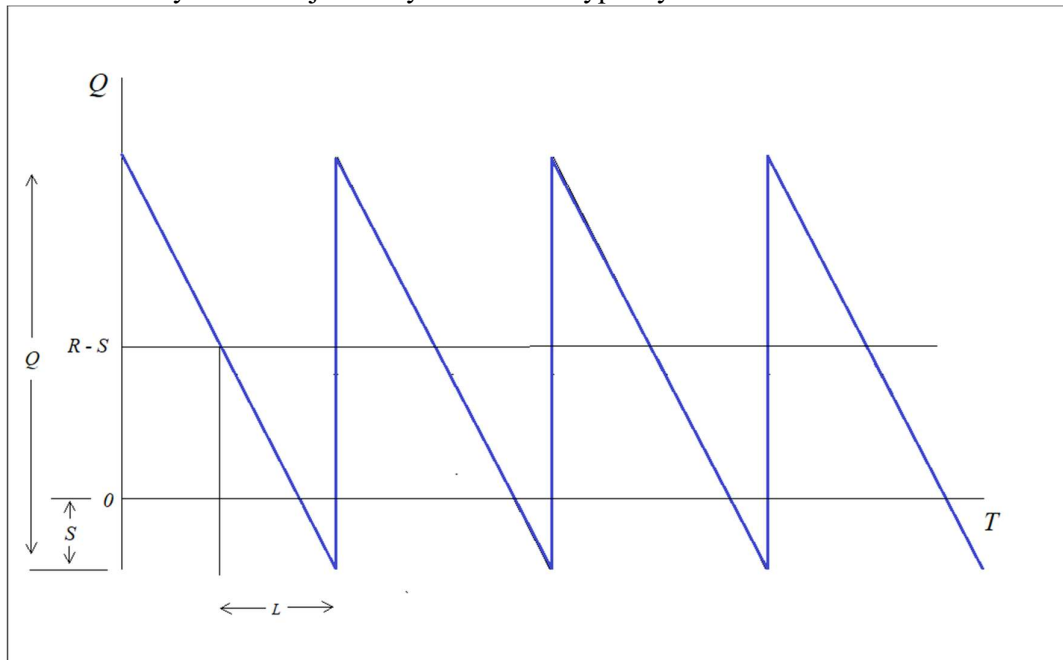
Zdroj: Taylor, 2004

Zpracoval: Bc. Michal Šťastný

Jakmile zásoby poklesnou na úroveň R , bude vystavena objednávka o velikosti Q a ta bude odeslána dodavateli. U deterministické poptávky s konstantní mírou d dojde při vystavení objednávky v bodě R k naskladnění právě v okamžik, kdy bude zásoba vyčerpána. Nedojde tak k nedostatku zásob.

V modelu se zadrženou poptávkou byly však výpadky povoleny, z čehož vyplývá, že není nutné ve všech případech objednat další zásobu již v bodě R , ale je možné v jistých situacích s vystavením další objednávky počkat o trochu déle. Po přidání zadržené poptávky S do grafu 7 je patrné, že optimální bude v modelu s povolenými výpadky vystavit objednávku ve chvíli, kdy skladové zásoby poklesnou na úroveň rozdílu bodu vystavení objednávky a velikosti zadržené poptávky $R - S$ (viz graf 8).

Graf 8: Bod vystavení objednávky v modelu s výpadky



Zdroj: Taylor, 2004

Zpracoval: Bc. Michal Šťastný

3.3 Dynamické stochastické modely

Doposud představené modely počítají všechny s předpokladem, že velikost poptávky je předem známa. V praxi se však mnohem častěji objevují situace, ve které dochází k výkyvům od předpokládané poptávky. Ta je u pravděpodobnostních modelů považována za náhodnou veličinu. Například pekař stojí každý den před rozhodnutím, kolik pečiva vyrobit. I kdyby za ním den předem jeho stálí zákazníci přišli s konkrétním požadavkem, vždy bude mít i jiné náhodné zákazníky, u kterých nezná jejich potřebu s předstihem. Podle Grose (2003) patří řízení zásob při nedeterministické poptávce k rozhodování v podmínkách rizika. Uvádí dva významné zdroje náhodných vlivů:

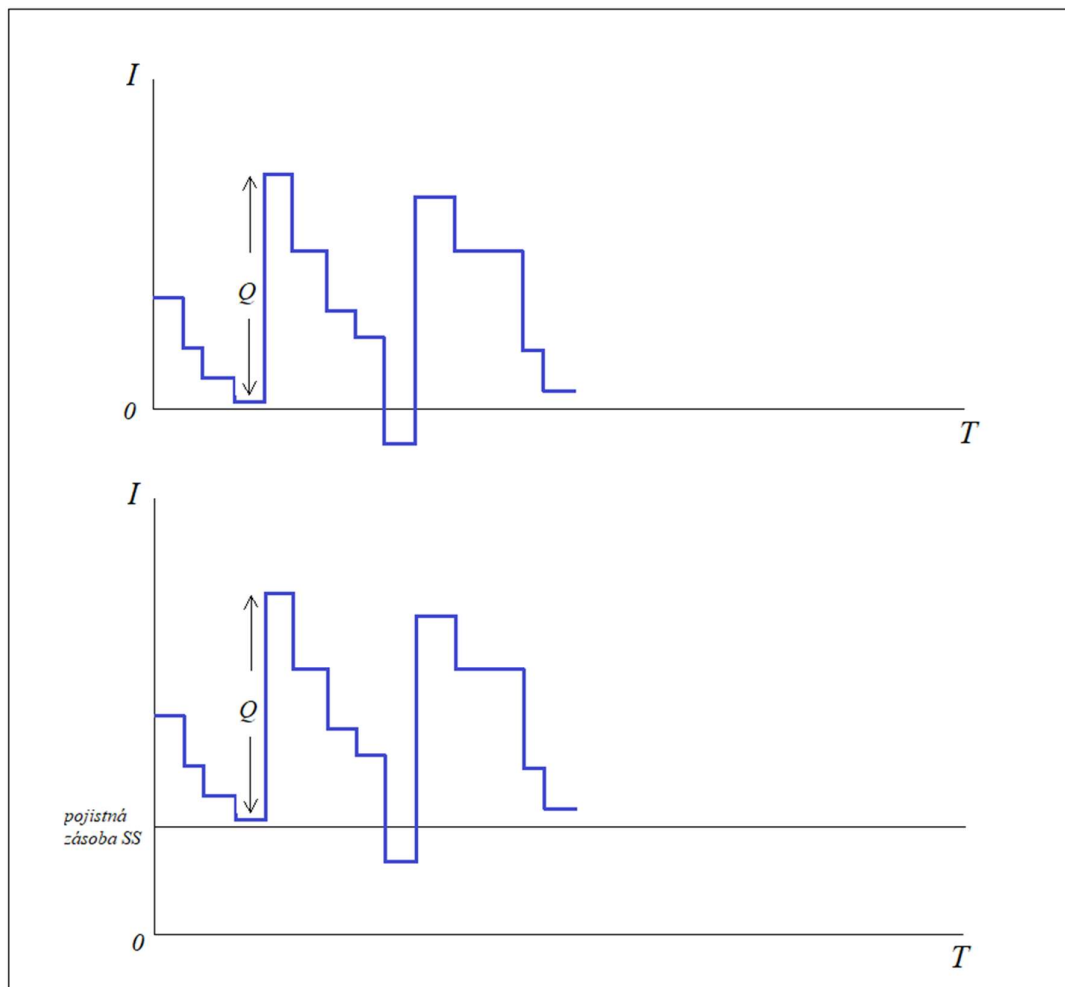
- „náhodné výkyvy v poptávce a
- náhodné výkyvy ve službách, které poskytují dodavatelé“ (Gros, 2003, str. 315).

První skupina samozřejmě představuje nejistotu v množství potřebném k uspokojení poptávky. Běžně v tržním prostředí není předem jasně známo, kolik zboží si zákazníci koupí. Podnik riskuje před každou objednávkou, že nenakoupí dostatečné množství a dojde tak k výpadku, se kterým jsou spojeny náklady na nedostatek zásob. Naopak

pokud by firma naskladnila zbytečně vysoké množství, bude si tím zvyšovat náklady na držení zásob. Racionálně uvažující firma se snaží náklady minimalizovat.

Nejistota ve službách dodavatelů zahrnuje riziko, že dodavatel nestihne splnit dodací termín či nemá požadované množství skladem. Opět tak může dojít k výpadkům a ohrožení vztahů se zákazníky. Podle Grose (2003) lze v některých případech rychle koupit chybějící množství z jiného zdroje, bývá to však spojeno s dodatečnými vícenáklady. Alternativní dodavatel může mít vyšší prodejní cenu, případně mohou existovat vyšší náklady na expresní dodávku ve zkráceném čase. Riziko nedostatečného množství je možné částečně eliminovat tvorbou tzv. pojistné zásoby.

Graf 9: Pojistná zásoba



Zdroj: Taylor, 2004

Zpracoval: Bc. Michal Šťastný

„Pojistná zásoba je dodatečná zásoba držená po ruce“ (Render & Stair, 2000, str. 223). Jinými slovy podnik svou běžnou zásobu permanentně zvýší o úroveň pojistné zásoby SS , která bude sloužit jako nárazník pro uspokojení poptávky ve výše uvedených případech výkyvů. V grafu 9 již nemá křivka úrovně zásob přímý tvar, jelikož není dána deterministicky, ale pravděpodobnostně. Z horní části grafu 9 je patrné, že bez pojistné zásoby by hladina zásob klesla pod nulu a došlo by tak ke krátkodobému výpadku zásob. Po přidání hladiny SS je tomuto výpadku zamezeno. Render a Stair (2000) v souvislosti s pojistnou zásobou doplňují, že bod vystavení objednávky R , použitý v deterministických modelech, bude díky přidání dodatečné permanentní zásoby posunut výše právě o úroveň SS . Tím dojde k vystavení objednávky Q o něco dříve.

$$R = dL + SS \quad (3.58)$$

Protože je ale poptávka stochastická, není možné vyjádřit d přesně. Taylor (2003) nahrazuje konstantní míru čerpání zásob d průměrnou mírou čerpání zásob \bar{d} .

$$R = \bar{d}L + SS \quad (3.59)$$

Samozřejmě ani pojistná zásoba nezaručuje, že nikdy k výpadku nedojde. V případě nejistoty může dojít i k situaci, kdy bude poptávka v některý okamžik tak vysoká, že vyčerpá celou pojistnou zásobu. Ta pouze snižuje pravděpodobnost jeho výskytu. Otázkou zůstává, jak velká má být pojistná zásoba, respektive při jaké úrovni zásob vystavit novou objednávku. Existuje několik přístupů a důležité je odlišit, zda jsou náklady na výpadek známé či nikoli.

3.3.1 Q-systém

Základním stochastickým modelem s dynamickým doplňováním zásob je tzv. Q-systém. Jeho předpokladem je, že velikost objednávky je konstantní a podnik se potřebuje rozhodnout, kdy objednávku odeslat dodavateli. Podle Andersona et al. (2003) je možné pro rozhodnutí o velikosti optimální dodávky využít stejný výpočet, jako u základního EOQ modelu (vzorec 3.15). Zůstává otázkou, kdy tuto objednávku vystavit. K tomu je možné využít již představený bod vystavení objednávky R a v následující části práce budou popsány různé přístupy k jeho získání, v závislosti na dostupnosti některých údajů.

V literatuře se někdy označuje úroveň, kdy zásoby poklesnou na bod R jako „signální hladina s “ (Lukáš, 2012, str. 95) a součet této hladiny a fixní velikosti objednávky Q jako

„maximální hladina S“ (Lukáš, 2012, str. 95). Použití Q-systémů je podle Lukáše (2012) vhodné zejména v případech, kdy dochází k podstatným výkyvům v poptávce a jen obtížně by se odhadovala budoucí spotřeba. Lukáš (2012) i Taylor (2004) se shodují na tom, že obvykle se s tímto typem modelu lze setkat u velkoobchodních skladů.

Znamé náklady na výpadek

Za předpokladu fixní velikosti objednávky Q^* a průběžného doplňování zásob (Q-systém) jsou objednávky vystavovány v bodě R . Jediný čas, kdy mohou nastat výpadky, je podle Rendera a Staira (2004) období během dodání L . Jedná se o dobu mezi vystavením a dodáním objednávky. Kromě nákladů na výpadky bude potřeba znát ještě pravděpodobnost poptávky. V následujícím příkladu bude pravděpodobnost popsána diskrétní distribuční funkcí.

Nejprve je potřeba definovat velikost očekávaných nákladů. Budeme předpokládat, že firma si spočetla, že její jednotkové náklady na výpadek jsou 150 Kč, a že náklady na držení zásob jsou 300 Kč na jednotku za rok. Podnik již také zná velikost optimální dodávky a došel k závěru, že toto množství bude během roku objednáno celkem pětkrát. Firma odhaduje průměrnou poptávku 100 ks během dodací lhůty L , a proto by si za podmínek deterministické poptávky stanovila bod vystavení objednávky R na úrovni zásob 100 ks. Pro stochastickou poptávku ovšem bude potřeba výpočet upravit. Pravděpodobnost poptávky je dána následující tabulkou (Tabulka 4).

Tabulka 4: Pravděpodobnost poptávky

Velikost poptávky	Pravděpodobnost
80 ks	0,1
90 ks	0,2
100 ks	0,4
110 ks	0,2
120 ks	0,1

Zdroj: vlastní zpracování, 2019

Zpracoval: Bc. Michal Šťastný

Cílem firmy je najít takovou pojistnou zásobu, díky které minimalizuje očekávané náklady. Nepůjde jen o náklady na nedostatek zásob. Bylo by snadné naskladnit si

extrémně vysoké množství a předejít tak výpadkům s téměř úplnou jistotou. To by ale vyvolalo obrovský nárůst nákladů na držení zásob. Podnik tedy bude hledat nejnižší celkové očekávané náklady *ETC*.

V případě, že podnik naskladní 100 ks, ale skutečná poptávka během dodací lhůty bude jen 90 ks, zůstane podniku 10 neprodaných kusů. Při ročních nákladech na držení jednotky 300 Kč vzniknou firmě z této situace roční náklady $C_H = 10 \times 300 = 3.000$ Kč. Pokud by očekávaná poptávka byla 100 ks a skutečná jen 80 ks, byly by tyto náklady ještě vyšší. Je-li skutečná poptávka nižší než očekávaná, nedojde k výpadku a neexistují tak náklady na nedostatek zásob C_S . V tomto případě tak platí, že celkové náklady jsou rovny součinu přebytku zásob a ročním nákladům na držení jednotky.

Pokud bude podnik očekávat spotřebu 100 ks během L , ale skutečná poptávka bude 110 ks, budou roční náklady na nedostatek zásob vypočteny jako $C_S = 10 \times 150 \times 5 = 7.500$ Kč, tedy jako součin velikosti neuspokojené poptávky, jednotkových nákladů na nedostatek zásob a počtu objednávek za rok. Při skutečné poptávce 120 ks by náklady byly ještě vyšší. Zároveň je evidentní, že při nedostatku zásob nemůže souběžně existovat přebytek zásob, tudíž ani dodatečné náklady na držení zásob C_H . Proto platí, že pokud je skutečná poptávka během dodací lhůty vyšší než očekávaná, jsou celkové náklady rovny celkovým nákladům na nedostatek zásob.

Stejným způsobem mohou být spočteny náklady pro každou kombinaci očekávané a skutečné poptávky. Pro uvedený případ je tak učiněno v tabulce 5.

Tabulka 5: Očekávané celkové náklady

Pravděpodobnost	0,1	0,2	0,4	0,2	0,1	
skutečná poptávka						
očekávaná poptávka	80	90	100	110	120	ETC
80	- Kč	7.500 Kč	15.000 Kč	22.500 Kč	30.000 Kč	15.000 Kč
90	3.000 Kč	- Kč	7.500 Kč	15.000 Kč	22.500 Kč	8.550 Kč
100	6.000 Kč	3.000 Kč	- Kč	7.500 Kč	15.000 Kč	4.200 Kč
110	9.000 Kč	6.000 Kč	3.000 Kč	- Kč	7.500 Kč	4.050 Kč
120	12.000 Kč	9.000 Kč	6.000 Kč	3.000 Kč	- Kč	6.000 Kč

Zdroj: vlastní zpracování, 2019

Zpracoval: Bc. Michal Šťastný

V tomto případě bude nejvýhodnější vystavit novou objednávku ve chvíli, kdy zásoba klesne na 110 ks, protože pro tuto úroveň jsou nejnižší celkové očekávané náklady *ETC*. Jestliže podnik klasickým způsobem uvažoval bod *R* při úrovni 100 ks, znamená to, že optimální pojistná zásoba bude 10 ks.

Neznámé náklady na výpadek

Ne vždy jsou však náklady na nedostatek zásob známy. Ve skutečnosti je velmi obtížné tyto náklady spočítat, jestliže by měly zahrnovat ztrátu goodwillu. Spokojenost zákazníků není snadné vyjádřit v peněžní hodnotě. Literatura proto uvádí další možnost definice pojistné zásoby a tou je využití úrovně zákaznických služeb. Taylor (2004) tento přístup dokonce označuje za „jednu z více oblíbených metod pro stanovení pojistné zásoby“ (Taylor, 2004, str. 716).

Úroveň zákaznických služeb je podle Rendera a Staira (2000) část období, ve které nedojde k přečerpání zásob, vyjádřená v procentech. Jinými slovy jde o pravděpodobnost, že nenastane výpadek. Pokud např. bude úroveň zákaznických služeb 95 %, znamená to, že v takovém případě existuje pravděpodobnost 0,95, že bude poptávka uspokojena, a pravděpodobnost 0,05, že dojde k výpadku. Zvolení úrovně zákaznických služeb je obvykle manažerským rozhodnutím a podle Taylora (2004) bere v úvahu náklady na držení pojistné zásoby, stejně jako náklady na nedostatek zásob. Tyto náklady jsou zohledněny, přestože nejsou přesně známy. Jde tedy spíše o kvalifikovaný odhad jejich potenciální úrovně.

Pro výpočet bodu vystavení objednávky a pojistné zásoby, které splňují kritérium určité úrovně zákaznických služeb, se doporučuje „předpokládat, že individuální poptávky během každého dne dodací lhůty jsou nejisté, nezávislé a mohou být popsány normálním rozdělením pravděpodobnosti“ (Taylor, 2004, str. 716). Průměrná poptávka během dodací lhůty je součtem průměrných denních poptávek pro všechny dny během dodací lhůty. Dalším způsobem výpočtu je součin dodací lhůty a průměrné rychlosti čerpání zásob $\bar{d}L$. Rozptyl je také sumou denních rozptylů během celého období L , jiným vyjádřením součin denních rozptylů a dodací lhůty ve dnech $\sigma_d^2 L$. Odmocninou rozptylu je pak možné získat směrodatnou odchylku

$$\sqrt{\sigma_d^2 L} = \sigma_d \sqrt{L}. \quad (3.60)$$

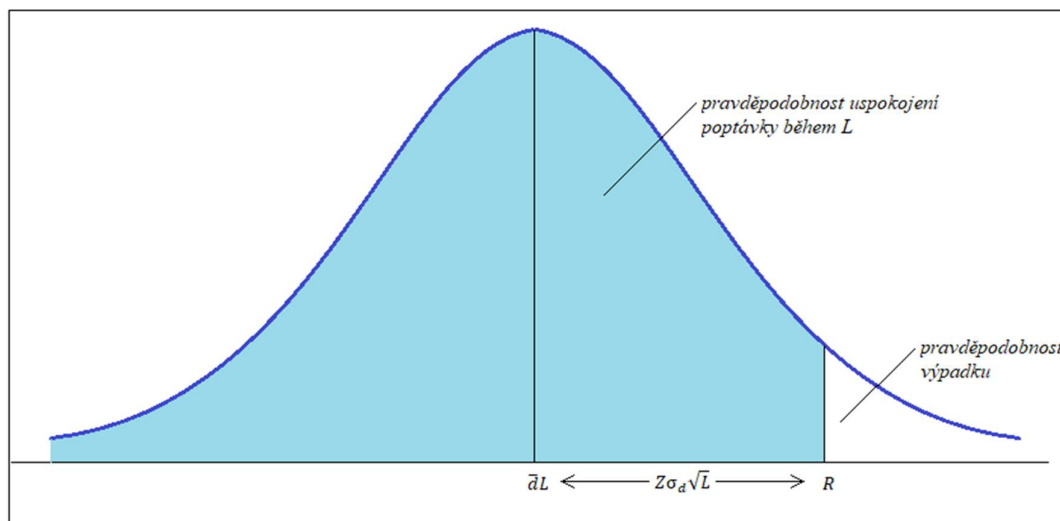
Pro určení velikosti pojistné zásoby je potřeba zjistit, jak daleko od střední hodnoty se bude tato zásoba nacházet. To souvisí s úrovní zákaznických služeb, které plánuje podnik dosáhnout. Například pro úroveň 95 % lze nalézt ve statistických tabulkách hodnotu parametru $Z = 1,65$. Ta udává, že vzdálenost od střední hodnoty je 1,65 směrodatných odchylek. Např. pro $\sigma = 10$ bude vzdálenost od střední hodnoty 16,5 jednotek. Součinem parametru Z a směrodatné odchylky během dodací lhůty je možné získat vzdálenost od střední hodnoty průměrné denní poptávky, což bude zároveň hodnota pojistné zásoby.

$$Z\sigma_d\sqrt{L} \quad (3.61)$$

Stanovit hladinu zásob, při které bude potřeba vystavit novou objednávku, lze pak jednoduše součtem celkové předpokládané poptávky během dodací lhůty a velikosti pojistné zásoby.

$$R = \bar{d}L + Z\sigma_d\sqrt{L} \quad (3.62)$$

Graf 10: Bod vystavení objednávky pro ÚZS



Zdroj: Taylor, 2004

Zpracoval: Bc. Michal Šťastný

Předchozí způsob počítá s výkyvem poptávky. Jak však bylo již dříve vysvětleno, kromě odchýlení skutečné spotřeby od očekávané může také dojít k problémům dodavatele a tím k výkyvu dodací lhůty L . Také pro tento případ je vhodné minimalizovat šanci výpadku za pomoci pojistné zásoby. Vzorec 3.61 bude potřeba upravit pro výpočet této zásoby a bodu vystavení objednávky pro odchylku od dodací lhůty. Rychlost čerpání zásob d

bude považována za konstantu, naopak L bude fluktuovat kolem průměru \bar{L} . Podnik z historických dat získá směrodatnou odchylku dodací lhůty σ_L a součinem této odchylky a denní poptávky $d\sigma_L$ lze získat „směrodatnou odchylku poptávky během dodací lhůty“ (Taylor, 2004, str. 718). Opět je potřeba zjistit, kolik směrodatných odchylek od střední hodnoty \bar{L} se výsledek nachází, což určuje parametr Z . Velikost pojistné zásoby se tak spočítá jako

$$Zd\sigma_L. \quad (3.63)$$

Bod vystavení objednávky se pak jednoduše získá jako součet pojistné zásoby a poptávky během průměrné dodací lhůty

$$R = d\bar{L} + Zd\sigma_L. \quad (3.64)$$

Ve většině případů nebude ani jedna z hlavních veličin konstantou, ale rychlost čerpání zásob i dodací lhůta budou náhodnými veličinami. Proto je potřeba získat směrodatnou odchylku obou těchto veličin, což bude odmocnina ze součtu rozptylu poptávky během dodací lhůty a rozptylu dodací lhůty pro denní poptávku. Vynásobením parametrem Z lze získat celkovou pojistnou zásobu pro výkyvy poptávky i dodací lhůty (Taylor, 2004).

$$Z\sqrt{\sigma_d^2\bar{L} + \sigma_L^2\bar{d}^2} \quad (3.65)$$

Objednávku bude nejlepší vystavit v době, kdy zásoby poklesnou na úroveň, která bude o součin průměrné denní poptávky a průměrné dodací lhůty nad pojistnou zásobou. Tím bude zajištěno, že ve většině případů dorazí objednávka ve chvíli, kdy se hladina zásob bude rovnat pojistné zásobě. Ta bude krýt výkyvy poptávky a dodací lhůty a úspěšnost vyhnutí se výpadku bude záviset na úrovni zákaznických služeb, kterou si podnik zvolí (do vzorce se promítne díky parametru Z).

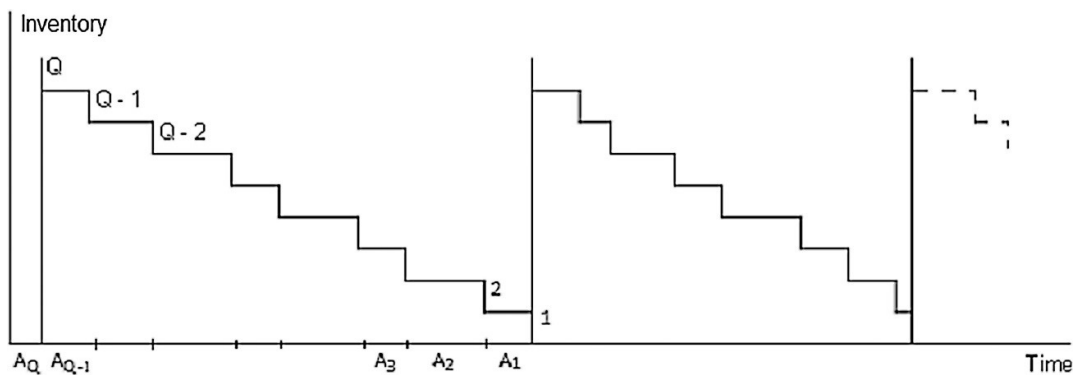
$$R = d\bar{L} + Z\sqrt{\sigma_d^2\bar{L} + \sigma_L^2\bar{d}^2} \quad (3.66)$$

Otázka, kdy vystavit novou objednávku, je tedy zodpovězena. Jak již bylo uvedeno, literatura uvádí použitelnost výpočtu optimální velikosti dodávky ze základního modelu EOQ i pro Q-systém. Nicméně, jedním z hlavních předpokladů běžného EOQ modelu je

deterministická a konstantní poptávka. Bude tedy opravdu vzorec 3.15 použitelný i pro Q-systém, kdy je rychlost čerpání zásob náhodnou veličinou?

Odpověď na tuto otázku hledali Maddah a Noueihed (2016). Tito autoři následují základní předpoklady EOQ modelu s výjimkou poptávky, kterou uvažují „generovanou renovačním stochastickým procesem“ (Maddah & Noueihed, 2016, str. 2). Velikost poptávky je v jejich příkladu vždy 1 ks a délka intervalu mezi prodeji je nezávislá náhodná proměnná se stejným rozdělením A_1, A_2, \dots , se střední hodnotou $E[A]$. Jednotkové náklady na držení zásob jsou C_h vyjádřené v USD/rok. Sklad začíná s nulovou zásobou, a jakmile vznikne zákaznický požadavek, je vystavena objednávka o velikosti Q , která je přes noc dodána. Náklady na objednání jsou konstantní, o velikosti C_o (Maddah & Noueihed, 2016).

Graf 11: EOQ s náhodnou délkou intervalu mezi prodeji



Převzato: Maddah & Noueihed, 2016

V tomto systému je celkový cyklus skladu náhodnou veličinou, která je dána sumou období mezi objednávkami (Maddah & Noueihed, 2016). Z toho vyplývá, že objednávka je vždy dodána okamžitě s nulovou dodací lhůtou L .

$$T = \sum_{i=1}^Q A_i \quad (3.67)$$

Celkové náklady na držení zásob během cyklu jsou podle Maddaha a Noueiheda (2016) také náhodnou proměnnou, dány vztahem

$$C_H(Q) = C_h \sum_{i=1}^{Q-1} iA_i. \quad (3.68)$$

Maddah a Noueihed (2016) dále došli k tomu, že celkové očekávané roční náklady jsou dány vztahem

$$TC(Q) = \frac{C_o}{QE[A]} + \frac{C_h(Q-1)}{2}. \quad (3.69)$$

Při pokusu Maddah a Noueihed (2016) navrhli, že roční poptávka bude $D = I / E[A]$, a dospěli k závěru, že optimální množství, respektive optimální náklady budou

$$Q^* = \sqrt{\frac{2C_o\bar{D}}{C_h}}, \quad (3.70)$$

$$TC = \sqrt{2C_o\bar{D}C_h} - \frac{C_h}{2}. \quad (3.71)$$

Tím Maddah a Noueihed (2016) dokázali, že EOQ model platí i v případě stochastické poptávky generované renovačním procesem a při nahrazení deterministické poptávky průměrnou poptávkou.

3.3.2 P-systém

Doposud byl řešen pravděpodobnostní model, ve kterém je objednávací množství fixní a je potřeba určit, kdy objednávku vystavit. V praxi se ale vyskytují, byť méně často, také případy, kdy je potřebné množství objednáváno v pravidelných intervalech, ale toto množství může v jednotlivých objednávkách kolísat. Literatura většinou uvádí jako příklad maloobchod s drogerií (např. Taylor, 2004). Obchodní zástupce jedenkrát za měsíc navštíví prodejnu a po inventuře svého zboží se rozhoduje, kolik jednotek doplnit s další objednávkou. V těchto případech lze předpokládat, že se jedná o komisní prodej a zboží je majetkem dodavatele až do jeho prodeje konečnému zákazníkovi. Jinak by obchodní zástupci navrhovali zbytečně vysoké objednávky, které by finančně zatěžovaly prodejnu.

Dalším důvodem pro volbu P-systému může být skutečnost, že podnik nedokáže monitorovat zásoby průběžně, nebo by takový monitoring byl spojen s velmi vysokými náklady. V některých firmách tak dochází ke kontrole stavu zásob periodicky a po této inventuře je vystavena objednávka. Perioda je konstantou, naopak objednávací množství Q je variabilní. Podle Lukáše (2012) se nejčastěji velikost objednávky rovná rozdílu maximální a aktuální hladiny zásob.

Nevýhodou P-systému je, že pokud bude objednané množství spotřebováno dříve, než bylo plánováno, může být výpadek podstatně delší než v předchozích modelech. Nová objednávka bude vystavena až v nové periodě a po celou dobu mezi nastáním výpadku a novou dodávkou nebude zboží pro zákazníky k dispozici. Náklady na nedostatek zásob tak mohou být výrazně vyšší. Podle Taylora (2004) je v případě fixní periody běžně potřeba vyšší pojistné zásoby než u Q-systému.

Nejprve je potřeba určit množství, které pokryje celou objednávací periodu t_p a zároveň čas mezi objednáním a dodáním zboží, tj. dodací lhůtu L . Rychlost čerpání zásob d je náhodnou veličinou, proto je potřeba získat historická data a na jejich základě stanovit průměrnou denní poptávku \bar{d} . Dodací lhůta bude, stejně jako objednávací perioda, považována v tomto modelu za konstantní. Množství, které bude průměrně potřeba k pokrytí celého takového období, lze vyjádřit jednoduše jako

$$\bar{d}(t_p + L). \quad (3.72)$$

Z historických dat podnik dále získá rozptyl denní poptávky, analogicky jako u Q-systému jen s tím rozdílem, že bude závislý nejen na dodací lhůtě, ale na součtu této lhůty a objednávací periody. Z rozptylu se vyjádří směrodatná odchylka denní poptávky a po jejím vynásobení parametrem Z bude získána velikost pojistné zásoby potřebné pro pokrytí období mezi inventurou a naskladněním nové dodávky. Konkrétní výše pojistné zásoby je opět závislá na úrovni zákaznických služeb, kterou se podnik rozhodl udržovat. Parametr Z lze pro normální rozdělení pravděpodobnosti, které pro tento případ je předpokládáno, získat ze statistických tabulek pro zvolenou hodnotu úrovně zákaznických služeb.

$$Z\sigma_d\sqrt{t_p + L} \quad (3.73)$$

Pro konečné rozhodnutí o velikosti objednávky je potřeba myslet i na aktuální zásobu v době inventury. Podnik bude potřebovat objednat dostatečné množství k pokrytí doby dodání a celé další periody a také případných výkyvů poptávky, ale jelikož má po ruce aktuální zásobu I , může o její úroveň objednávku ponížít. Objednávací množství tak bude rozdíl mezi součtem vzorců 3.72 a 3.73 a aktuální úrovní zásob.

$$Q = \bar{d}(t_p + L) + Z\sigma_d\sqrt{t_p + L} - I \quad (3.74)$$

Tento výpočet je použitelný v případě, kdy je dodací lhůta kratší než objednávací perioda. Nicméně Anderson et al. (2003) upozorňují na skutečnost, že tomu tak nemusí být vždy. V případě, kdy platí že $L > t_p$, je nová objednávka vystavena ve chvíli, kdy je předchozí ještě na cestě od dodavatele. Pokud tomu tak je, je potřeba zahrnout nedodanou objednávku Q_{n-1} do výpočtu a brát velikost předchozí objednávky jako dostupné množství, ze kterého bude čerpáno. Velikost nové objednávky tak bude ponížena o počet jednotek, které zbývá dodat.

$$Q_n = \bar{d}(t_p + L) + Z\sigma_d\sqrt{t_p + L} - I - Q_{n-1} \quad (3.75)$$

4 Aplikace modelů v podniku Kebek s.r.o.

Nákup zásob je složitým procesem, který je ovlivněn řadou proměnných veličin a omezujících podmínek. Kebek disponuje více než 17.000 různých skladových artiklů, které mají různé zákazníky s rozdílnými požadavky. Není možné přistupovat ke všem položkám stejným způsobem. Ve zkoumané společnosti dochází k nákupu zásob za různých podmínek a je potřeba rozlišit několik základních situací:

- nízký počet zákazníků pro daný produkt,
- vysoký počet zákazníků pro daný produkt,
- objednávky ze třetích zemí.

V první řadě je potřeba určit, zda je poptávka po zboží Kebeku deterministická či stochastická. Přestože společnost má se stálými odběrateli uzavřené smlouvy a zná tak jejich budoucí potřebu, u standardizovaných šroubů budou často existovat i nahodilí zákazníci s dopředu neznámou poptávkou. Management podniku došel k rozhodnutí, že pro artikly, u kterých existují v posledních 5 měsících minimálně 4 prodeje alespoň 4 různým zákazníkům, bude povoleno jejich řízení s možností naskladnit zásobu i pro jiné než smluvní zákazníky. U takových produktů je tedy poptávka považována za stochastickou.

Naopak artikly, které výše uvedené pravidlo nesplňují, není povoleno s ohledem na snižování kapitálu vázaného v zásobách držet skladem pro jiné zákazníky, než pro ty, se kterými má podnik uzavřenou smlouvu o jejich odběru. Toto je možné označit za deterministickou poptávku. Z definice logicky vyplývá, že sem budou patřit i všechny nově založené artikly. Společnost se tímto pravidlem brání vzniku neprodejných zásob, označovaných interně jako ležáky.

Rozhodnutí managementu společnosti o takovém odlišení položek bude v této práci respektováno a vhodné modely budou navrženy s ohledem na něj.

4.1 Sporadické artikly

V případech, kdy existuje k jedné položce jen málo zákazníků, je žádoucí naskladňovat zboží pouze pro smluvní zákazníky. K tomu je možné využít dynamické deterministické modely. Kebek spolupracuje s mnoha dodavateli a u běžných artiklů je většinou možné nakoupit je z různých zdrojů, ale také s různým minimálním objednacím množstvím MOQ. Dochází samozřejmě i k situacím, kdy je možné dodat výrobek pouze jednou

společností. Obě tyto situace bude potřeba rozlišit a navrhnout vhodný model pro každou z nich samostatně.

4.1.1 Jediný dodavatelský zdroj

Příkladem artiklu, který splní podmínky deterministické poptávky a jediného dodavatelského zdroje, bude v Kebeku typický c-díl, o kterých již bylo psáno dříve. Bude určen pro jednoho konkrétního zákazníka, který se smluvně zavázal ke konkrétní velikosti odběru během stanoveného období. Zároveň existuje jediný dodavatel, který má zákazníkem odsouhlasené vzorkování a není tak možné nakoupit artikl z jiných zdrojů. MOQ je konstantní. Pro výpočet optimálního množství je v takovém případě vhodné použít základní EOQ model (3.15).

Kebek aktuálně nepracuje s velikostí nákladů na skladování a nákladů na objednávku. Aby bylo možné spočítat optimální velikost dodávky, je potřeba nejprve určit oba tyto náklady, které mají na velikost Q^* vliv. Výše nákladů bude později použita i v dalších modelech.

Náklady na držení zásob C_H mají dvě složky – náklady kapitálu a náklady na provoz skladu. První z nich je možné stanovit pomocí váženého průměru nákladů kapitálu WACC (Kinslingerová, 2010):

$$WACC = r_e \frac{E}{C} + r_d \frac{D}{C} (1 - T) \quad (4.1)$$

kde: r_e značí náklady vlastního kapitálu,

E objem vlastního kapitálu,

C celkový kapitál,

r_d náklady na cizí kapitál,

D cizí úročený kapitál a

T sazbu daně z příjmu.

Konkrétní výpočet bude na základě dat z účetní závěrky Kebeku za rok 2018 (Justice.cz, 2019) a rozhovoru s jednatelem společnosti vypadat takto:

$$WACC = 0,07 \frac{4\,919}{209\,941} + 0,035 \frac{204\,128}{209\,941} (1 - 0,19) \quad (4.2)$$

$$WACC = 0,0292.$$

Náklady na kapitál tedy představují v Kebeku 2,92 %.

Druhou složkou nákladů na držení zásob je cena skladování. Celkové náklady na provoz skladu dosahují v Kebeku za uplynulých 12 měsíců průměrné hodnoty 979.619 Kč měsíčně (Interní data podniku Kebek s.r.o., 2019). Průměrná hodnota skladových zásob za stejné období byla 80.164.332 Kč (Interní data podniku Kebek s.r.o., 2019). Relativní náklad na skladování lze vyjádřit jako poměr těchto dvou hodnot, což je v případě Kebeku 1,22 %.

Celkové náklady na držení zásob C_H lze v podniku vyjádřit relativně jako 4,14 % z hodnoty zásob.

Náklady na objednávku je možné vyjádřit jako poměr nákladů na zaměstnance, kteří objednávky vystavují, přijímají a zpracovávají faktury, a průměrného počtu vystavených objednávek (Interní data podniku Kebek s.r.o., 2019). V Kebeku jednotkové náklady na objednávku C_o představují 190 Kč.

Vhodným příkladem pro návrh tohoto modelu bude artikl AQM0000101. Umí ho dodat pouze jeden dodavatel. Nákupní cena je 3,9541 Kč/ks, MOQ 800 ks a dodací lhůta je 35 dnů. Poptávka je dána smlouvou se zákazníkem na 12.375 ks měsíčně.

Velikost optimální dodávky je možné spočítat EOQ modelem upraveným pro relativní náklady na skladování (3.49):

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \times 12\,375 \times 190}{0,0414 \times 3,9541}} = 5\,360 \text{ ks.} \quad (4.3)$$

Nyní zbývá ještě zjistit, při jaké úrovni zásob je potřeba vystavit novou objednávku. Bod vystavení objednávky R byl představen v rovnici 3.57 a v daném příkladu lze počítat jako

$$R = \frac{12\,375}{30} \times 35 = 14\,438 \text{ ks.} \quad (4.4)$$

Podnikový MRP systém Planning Wizard navrhuje jiná čísla. To bylo možné předpokládat, jelikož společnost nepracuje s náklady na objednávky a na držení zásob. U této položky není navrhované množství konstantní, MRP ji tedy nevyhodnocuje za použití Q-modelu. Při bližším pohledu na navržené termíny objednávek lze shledat, že

rozdíl mezi nimi je 30 dnů s tolerancí 2 dnů. Tolerance je pravděpodobně dána zohledněním nepracovních dnů a výsledek tak připomíná P-model s objednáací periodou 30 dnů.

Tabulka 6: Návrh objednávek AQM0000101 z podnikového MRP

Datum objednání	Množství
30. 12. 2019	11.845 ks
27. 1. 2020	12.220 ks
26. 2. 2020	11.795 ks
30. 3. 2020	12.170 ks
27. 4. 2020	11.745 ks
27. 5. 2020	12.120 ks
29. 6. 2020	11.695 ks
28. 7. 2020	12.070 ks
27. 8. 2020	11.645 ks
28. 9. 2020	12.020 ks

Zdroj: Interní data podniku Kebek s.r.o., 2019

Zpracoval: Bc. Michal Šťastný

Jsou-li známy administrativní náklady objednávek, stejně jako náklady skladovací, a zároveň je možné snadno a rychle zobrazit aktuální stav zásob v jakémkoli okamžiku, bude lepší využít Q-systém, který související náklady zohledňuje. Z výše uvedeného příkladu je patrné, že pro podnik by bylo ekonomicky výhodnější 2,3 krát měsíčně objednat množství 5.360 ks než slepě sledovat nastavenou periodu a zatěžovat sklad vyšší zásobou jedenkrát měsíčně.

4.1.2 Více dodavatelských zdrojů

Je-li možné dodat artikl více než jedním dodavatelem, je pravděpodobné, že různí dodavatelé nabízí i různé obchodní podmínky. Jedná se zejména o cenu, ale také o minimální odběrové množství. Jako příklad v Kebeku je možné nalézt artikl SBB2000101. Umí ho dodat dva dodavatelé s velmi rozdílnou cenou, ale také zcela jiným MOQ. Dodací lhůta je u obou těchto firem 9 dnů.

Tabulka 7: Matice dodavatelských cen artiklu SBB2000101

Dodavatel	Jednotková cena	MOQ
D1	0,336 Kč	2.000 ks
D2	0,613 Kč	1.000 ks

Zdroj: Interní data podniku Kebek s.r.o., 2019

Zpracoval: Bc. Michal Šťastný

Původní předpoklady zůstávají zachovány – poptávka je dána deterministicky smlouvou se zákazníkem, jde o sporadickou položku, náklady na objednání a náklady na držení zásob zůstávají stejné. Artikel umí dodat dva dodavatele a platí, že vyšší množství je možné nakoupit za nižší cenu. K určení optimální strategie je vhodné využít EOQ model s množstevní slevou.

Nejprve bude pro každého z dodavatelů určeno optimální objednávací množství a následně budou porovnány celkové náklady obou případů. Měsíční poptávka činní 1.856 ks.

$$Q_1^* = \sqrt{\frac{2 \times 1\,856 \times 190}{0,414 \times 0,336}} = 2\,252 \text{ ks} \quad (4.5)$$

$$Q_2^* = \sqrt{\frac{2 \times 1\,856 \times 190}{0,414 \times 0,613}} = 1\,667 \text{ ks} \quad (4.6)$$

Optimální dodávky u obou variant odpovídají danému MOQ a není potřeba je dále upravovat. Je možné přistoupit k výpočtu celkových nákladů.

$$TC_1 = 190 \frac{1\,856}{2\,252} + 0,414 \times 0,336 \frac{2\,252}{2} + 0,336 \times 1\,856 \quad (4.7)$$

$$TC_1 = 936,84 \text{ Kč}$$

$$TC_2 = 190 \frac{1\,856}{1\,667} + 0,414 \times 0,613 \frac{1\,667}{2} + 0,613 \times 1\,856 \quad (4.8)$$

$$TC_2 = 1\,560,80 \text{ Kč}$$

Nová objednávka bude vystavena, jakmile zásoby klesnou na

$$R = \frac{1\,856}{30} \cdot 9 = 557 \text{ ks.} \quad (4.9)$$

Z výsledků je patrné, že nejnižší celkové náklady vzniknou z první varianty. V podnikovém MRP systému je opět odlišný výsledek a situace znovu naznačuje, že i u této položky je plánováno jako v P-modelu.

4.2 Nesporadické artikly

Dosavadní příklady se zabývaly řešením situací, ve kterých nenakupuje zkoumané položky tak velký počet zákazníků, aby bylo vhodné tvořit na nich zásobu převyšující plánovanou spotřebu. Poptávka v nich byla považována za deterministickou. Mnohem častěji je však v Kebeku možné vidět případy, ve kterých existuje na jednom artiklu několik stálých odběratelů, u kterých je jejich poptávka náhodnou veličinou.

V podkapitole 3.3 byly představeny dynamické stochastické modely se základním rozdělením na systémy s konstantním objednacím množstvím a flexibilní periodou a na druhé straně systémy s flexibilním množstvím a fixní periodou. Na konkrétním příkladu budou testovány oba tyto systémy a po jejich porovnání a analýze výsledků bude jeden z nich označen za vhodnější pro aktuální potřeby podniku.

4.2.1 Q-systém

Kebek nepracuje s náklady na nedostatek zásob, jelikož by bylo extrémně obtížné tyto náklady určit. Navíc u každého zákazníka by byla výše ztráty goodwillu odlišná. Proto bude testován pouze model bez známých nákladů na výpadek.

Testovaným příkladem bude artikl A1Z3000101, který v posledních 5 měsících odebrali více než 4 zákazníci. Existuje pro něj následující dodavatelská matice. Průměrná denní poptávka za posledních 6 měsíců je 1.014 ks, tj. celkem 182.520 ks za půl roku.

Tabulka 8: Matice dodavatelských cen artiklu A1Z3000101

Dodavatel	Dodací lhůta	Balení	Minimální množství	Nákupní cena	Měna
D1	9 dnů	500 ks	500 ks	0,2538	CZK
D2	9 dnů	500 ks	500 ks	0,2610	CZK
D3	9 dnů	500 ks	500 ks	0,2754	CZK

D4	9 dnů	500 ks	500 ks	0,2856	CZK
D5	9 dnů	100 ks	100 ks	0,3015	CZK
D6	30 dnů	5 ks	5 ks	0,3053	CZK
D7	9 dnů	250 ks	250 ks	0,3112	CZK
D8	60 dnů	1 ks	130.000 ks	0,3235	CZK
D9	9 dnů	500 ks	500 ks	0,3315	CZK
D10	9 dnů	500 ks	500 ks	0,3524	CZK
D11	9 dnů	500 ks	500 ks	0,3770	CZK

Zdroj: Interní data podniku Kebek s.r.o., 2019

Zpracoval: Bc. Michal Šťastný

Nejprve je potřeba spočítat optimální množství pro každého dodavatele, to v případě potřeby upravit na MOQ a následně zjistit pro každou variantu celkové náklady. Bude tedy opět použit model EOQ s množstevní slevou, jelikož existuje několik variant minimálního odběrového množství a ceny. Z tabulky 8 je patrné, že několik dodavatelů nabízí stejné MOQ, ale rozdílnou cenu. Je jasné, že nebude potřeba zjišťovat optimální množství pro každého z nich. Bude nutné zjistit ho pro každou alternativu MOQ s nejnižší nabídnutou cenou. V tabulce 8 jsou dotčené varianty vyznačeny tučně. Náklady na držení zásob budou opět použity relativní (4,14 %) a náklady na objednávku zůstávají 190 Kč.

$$Q_1^* = \sqrt{\frac{2 \times 182\,500 \times 190}{0,414 \times 0,2538}} = 25\,691 \text{ ks} \quad (4.10)$$

$$Q_5^* = \sqrt{\frac{2 \times 182\,500 \times 190}{0,414 \times 0,3015}} = 23\,570 \text{ ks} \quad (4.11)$$

$$Q_6^* = \sqrt{\frac{2 \times 182\,500 \times 190}{0,414 \times 0,3053}} = 23\,424 \text{ ks} \quad (4.12)$$

$$Q_7^* = \sqrt{\frac{2 \times 182\,500 \times 190}{0,414 \times 0,3112}} = 23\,201 \text{ ks} \quad (4.13)$$

$$Q_8^* = \sqrt{\frac{2 \times 182\,500 \times 190}{0,414 \times 0,3235}} = 22\,752 \text{ ks} \quad (4.14)$$

Jak je z výsledků vidět, čím vyšší je cena výrobku, tím nižší je optimální množství. Zde je důležité myslet na to, že optimální množství pro každou variantu je potřeba upravit na související MOQ, je-li Q^* nižší. Stejně tak je nezbytné zaokrouhlit objednávací množství podle balení dodavatele.

Tabulka 9: Návrh optimální velikosti objednávky artiklu A1Z3000101

Dodavatel	Q^*	Q^* po úpravě
D1	25.691 ks	25.500 ks
D5	23.570 ks	23.600 ks
D6	23.424 ks	23.425 ks
D7	23.201 ks	23.250 ks
D8	22.752 ks	130.000 ks

Zdroj: vlastní zpracování, 2019

Zpracoval: Bc. Michal Šťastný

Dodavatel 8 nabízí MOQ podstatně vyšší, než zbylé firmy. Důvodem je, že jde o výrobce bez zásob hotových výrobků a není pro něj efektivní zahajovat výrobu kvůli nižšímu množství. Ostatní dodavatelé dokáží dodat artikl ze svých skladových zásob. Mají proto i výrazně kratší dodací lhůtu, než Dodavatel 8.

Po zjištění optimálního objednávacího množství u všech dostupných variant je možné přistoupit k výpočtu celkových nákladů.

$$TC_1 = 190 \frac{182\,520}{25\,500} + 0,0414 \frac{25\,500}{2} + 0,2538 \times 182\,520 \quad (4.15)$$

$$TC_5 = 190 \frac{182\,520}{23\,600} + 0,0414 \frac{23\,600}{2} + 0,3015 \times 182\,520 \quad (4.16)$$

$$TC_6 = 190 \frac{182\,520}{23\,425} + 0,0414 \frac{23\,425}{2} + 0,3053 \times 182\,520 \quad (4.17)$$

$$TC_7 = 190 \frac{182\,520}{23\,250} + 0,0414 \frac{23\,250}{2} + 0,3112 \times 182\,520 \quad (4.18)$$

$$TC_8 = 190 \frac{182\,520}{130\,000} + 0,0414 \frac{130\,000}{2} + 0,3235 \times 182\,520 \quad (4.19)$$

Výsledky jsou přehledně zobrazeny v tabulce 10. Nejnižší celkové náklady během 6 měsíců budou v případě stanovení objednáčích množství 25.500 ks. Je to logické, protože jde o nejlevnějšího dodavatele a zároveň je splněno minimální objednáčích množství.

Tabulka 10: Celkové náklady objednávek artiklu A1Z3000101

Dodavatel	Q*	Q* po úpravě	Kč/ks	TC - 180 dnů
D1	25.691 ks	25.500 ks	0,2538 Kč	48.211,38 Kč
D5	23.570 ks	23.600 ks	0,3015 Kč	56.987,74 Kč
D6	23.424 ks	23.425 ks	0,3053 Kč	57.688,67 Kč
D7	23.201 ks	23.250 ks	0,3112 Kč	58.773,06 Kč
D8	22.752 ks	130.000 ks	0,3235 Kč	62.002,98 Kč

Zdroj: vlastní zpracování, 2019

Zpracoval: Bc. Michal Šťastný

Po stanovení optimální velikosti objednávky je možné přistoupit k hledání bodu vystavení objednávky. Z historických dat byla zjištěna směrodatná odchylka denní poptávky 1.606 ks. Průměrná dodací lhůta Dodavatele 1 je 9 dnů se směrodatnou odchylkou 2 dny. Parametry byly dosazeny do rovnice 3.66.

$$R = 1\,014 \times 9 + Z \sqrt{1\,016^2 \times 9 + 2^2 \times 1\,014^2} \quad (4.20)$$

Parametr Z byl volen ze statistických tabulek pro různé úrovně zákaznických služeb (ÚZS). Výsledky jsou přehledně zobrazeny v tabulce 11.

Tabulka 11: Různé ÚZS pro artikl A1Z3000101 pro Q-systém

ÚZS	Pojistná zásoba	Bod vystavení objednávky
99,997 %	20.853 ks	29.979 ks
95,000 %	8.624 ks	17.750 ks
90,000 %	6.690 ks	15.816 ks
80,000 %	4.390 ks	13.516 ks
70,000 %	2.718 ks	11.844 ks
60,000 %	1.307 ks	10.433 ks

Zdroj: vlastní zpracování, 2019

Zpracoval: Bc. Michal Šťastný

Je na rozhodnutí manažerů, jakou budou chtít mít jistotu v uspokojení zákaznické poptávky. Při pravděpodobnosti výpadku 0,003 % by činila velikost pojistné zásoby 20.853 ks, což je při jednotkové nákupní ceně 0,2538 Kč/ks celkem 5.292,49 Kč. Pokud by se vedoucí pracovníci rozhodli akceptovat vyšší riziko, tj. pravděpodobnost výpadku 5 %, byla by celková hodnota pojistné zásoby jen 2.188,77 Kč, což je o 59 % méně. To je již velký rozdíl. Proto je v praxi běžně 5% pravděpodobnost neuspokojení zákaznické poptávky akceptována, jinak by bylo v zásobách vázáno příliš velké množství kapitálu. Nejvyšší denní odběr byl ve sledovaném období 7.750 ks. Úroveň 95 % by poslední půl rok pokryla celý.

Na opačném konci, při úrovni zákaznických služeb 60 %, by pojistná zásoba pokryla při průměrném denním prodeji 1.014 ks pouze 1 den. Z historie podnikových prodejů lze vyčíst, že denní prodej tohoto artiklu za posledních 6 měsíců velmi často překračuje 1.307 ks. Nastavit ÚZS na 60 % by nebylo moudré. Úroveň zákaznických služeb vyjadřuje kompromis mezi pravděpodobností, že nastane výpadek, a objemem kapitálu vázaným v zásobách podniku.

4.2.2 P-systém

Nyní bude spočítáno optimální dodací množství pro případ, že by se podnik rozhodl používat model s fixní objednáací periodou a variabilním množstvím. Náklady na vystavení objednávky, stejně jako náklady na držení zásob, nejsou součástí takového

modelu. Perioda pro objednání bude v příkladu nastavena na 21 dnů. Opět budou zobrazeny výsledky pro různé úrovně zákaznických služeb. Průměrná denní poptávka je 1.014 ks se směrodatnou odchylkou 1.016 ks.

Nejprve je potřeba porovnat prodejní ceny daného artiklu, viz tabulka 8. Jelikož není v periodickém systému počítáno s vedlejšími náklady, není podstatné MOQ. Dodavatel bude vybrán jen na základě ceny, v tomto případě nabízí nejvýhodnější podmínky opět Dodavatel 1. Dodací lhůta je 9 dnů.

$$Q = 1\,014(21 + 9) + Z\sigma_d\sqrt{21 + 9} - I \quad (4.21)$$

Tabulka 12: Různé ÚZS pro artikl A1Z3000101 pro P-systém

ÚZS	Pojistná zásoba	Objednací množství
99,997 %	22.204 ks	52.624 – I ks
95,000 %	9.182 ks	39.602 – I ks
90,000 %	7.123 ks	37.543 – I ks
80,000 %	4.674 ks	35.094 – I ks
70,000 %	2.894 ks	33.314 – I ks
60,000 %	1.391 ks	31.811 – I ks

Zdroj: vlastní zpracování, 2019

Zpracoval: Bc. Michal Šťastný

Pozornému čtenáři jistě neunikne, že v základním P-modelu počítá pojistná zásoba jen s variabilitou rychlosti čerpání zásob. Zde lze vytknout, že by bylo vhodné pojistit si i chybu dodavatele, respektive odchylku od dodací lhůty. Jinak by v případě i drobného zpoždění dodávky hrozily výpadky. Vzorec pro P-systém bude tedy pro potřeby Kebeku rozšířen o pojistnou zásobu pro dodací lhůtu. Z historických dat je známé, že směrodatná odchylka Dodavatele 1 je 2 dny.

$$Q = \bar{d}(t_p + L) + Z\sqrt{\sigma_d^2(t_p + L) + \sigma_L^2\bar{d}^2} - I \quad (4.22)$$

Tabulka 13: Různé ÚZS pro artikl A1Z3000101 pro P-systém po úpravě

ÚZS	Pojistná zásoba	Objednacím množství
99,997 %	23.632 ks	54.052 – I ks
95,000 %	9.773 ks	40.193 – I ks
90,000 %	7.581 ks	38.001 – I ks
80,000 %	4.975 ks	35.395 – I ks
70,000 %	3.080 ks	33.500 – I ks
60,000 %	1.481 ks	31.901 – I ks

Zdroj: vlastní zpracování, 2019

Zpracoval: Bc. Michal Šťastný

Z výsledků je zřejmé, že v případě P-systému je u každé úrovně zákaznických služeb vyšší pojistná zásoba, než u modelu s konstantním objednacím množstvím. To je dáno samozřejmě tím, že stav skladu není kontrolován průběžně a do pojistné zásoby proto kromě dodací lhůty vstupuje také délka periody.

Nyní zbývá porovnat výsledky s návrhy MRP systému podniku. V tabulce 14 jsou přehledně tyto návrhy zobrazeny.

Tabulka 14: Návrh objednávek A1Z3000101 z podnikového MRP

Datum objednávky	Množství
4. 12. 2019	12.275 ks
25. 12. 2019	3.494 ks
21. 1. 2020	13.687 ks
3. 2. 2020	13.199 ks
25. 2. 2020	3.500 ks
17. 3. 2020	12.862 ks

Zdroj: Interní data podniku Kebek s.r.o., 2019

Zpracoval: Bc. Michal Šťastný

Jde vidět, že Kebek používá u tohoto artiklu P-systém s objednáací periodou 21 dnů. Objednáací množství není vypovídající, neboť není z tabulky jasné, jaká bude v době vystavení objednávky disponibilní zásoba. V systému Planning Wizard je však u artiklu A1Z3000101 vidět, že je počítáno s pojistnou zásobou 1.395 ks. Toto číslo je alarmující, jelikož by odpovídalo úrovni zákaznických služeb ještě nižší, než 60 %. Hrozí tak časté výpadky a po konzultaci se zaměstnanci podniku je možné potvrdit, že k těmto výpadkům v nedávné minulosti docházelo. Tato situace byla analyzována a došlo k nalezení příčiny.

Kebek používá v MRP systému dva typy zákaznických požadavků – kontrakty a zakázky. Kontraktem se rozumí dlouhodobá smlouva s měsíčním rozpadem. Zakázkou je jednorázová objednávka. Na tomto konkrétním artiklu existuje několik odběratelských smluv – kontraktů – ty jsou považovány za deterministické. Jednorázové odběry nejsou dopředu známy, jsou tedy stochastické. Celkové potřebné množství, navrhované k objednání, respektive k pojistné zásobě, je součtem deterministické poptávky a předpovědi stochastické. Tomu nelze nic vytknout. Problém je jinde – v exportu dat z ERP systému. Kebek v plánovacím MRP nevidí zůstatky na smlouvě v aktuálním kalendářním měsíci. Jinými slovy, Planning Wizard nepočítá s tím, že v daném měsíci ještě dojde k čerpání z kontraktů. Tím pádem je celkový návrh, respektive pojistná zásoba, značně podhodnocena. Jde o zásadní problém, který je potřeba urgentně řešit.

4.3 Objednávky ze třetích zemí

Kebek nenakupuje spojovací materiál pouze v Evropě. Významnou část dodávek tvoří zboží z asijských zemí, převážně z Čínské lidové republiky. Zásilky šroubů či matic bývají nejen objemné, ale zejména také těžké. Nebylo by rozumné volit pro takové dodávky leteckou přepravu. Sice by se značně zkrátil tranzitní čas, na druhou stranu by však enormně narostly náklady na dodávku zboží. Kebek proto dováží spojovací materiál za pomoci námořní přepravy. U svých dodavatelů nakupuje zpravidla na paritě FOB, což znamená, že prodejce na své náklady a na své riziko dopraví zboží do námořního přístavu, kde ho speditér zastupující odběratele převezme, a dodá ho až na místo určení, na riziko a náklady příjemce. Obvyklý tranzitní čas mezi přístavem v Šanghaji a přístavem v Hamburku je zhruba 42 dnů. K tomu je ale potřeba připočítat čas nezbytný k přepravě zboží z továrny výrobce do námořního přístavu, čas k celnímu odbavení na výstupu v Čínské lidové republice, poté samozřejmě také čas potřebný k vylodění kontejneru v Hamburku, k jeho železniční přepravě z Německa do České republiky, celnímu

odbavení zde a pak ještě k doručení do skladu Kebeku v Chomutově. Podnik pro plánování dodávek počítá s průměrnou dobou potřebnou k přepravě 60 dnů.

Doba nezbytná k přepravě kontejneru ovšem není jediná součást dodací lhůty objednávek z Asie. Kebek nakupuje u výrobců a ti nedrží na skladě zásobu hotových výrobků. Například továrna vyrábějící 3 druhy šroubů v průměru o rozsahu M4 – M30, což je 14 standardních průměrů, každý běžně o 15 různých délkách, by musela držet na skladě 630 různých šroubů. Jakmile se přidá například 8 různých typů materiálu, každý v 5 rozdílných povrchových úpravách, celkový počet různých šroubů držených na skladě by přesáhl 25 tisíc. Kdyby dodavatel držel jen 20 tun každého z nich, prostor potřebný k jejich uskladnění by byl až nepředstavitelný, stejně jako kapitál vázaný v takových zásobách.

Výrobci spojovacího materiálu proto obvykle zahajují výrobu až na základě přijaté objednávky. Jelikož mají naplánovanou výrobu již na dlouhou dobu dopředu, nově přichází zákaznické požadavky zařazují do výrobního programu až nakonec. To v některých případech znamená zahájení výroby objednávky odeslané Kebekem až za 120 dnů. Samotná výroba může včetně povrchové úpravy a balení trvat dalších 30 dnů. Celková doba mezi odesláním objednávky dodavateli a naskladněním daného materiálu se tak může protáhnout klidně i na 210 dnů.

Tak dlouhá doba dodání není jediným omezením u dodávek od přímých výrobců. Zahájení výroby určitého artiklu je pro výrobce spojené s přenastavením stroje, které může klidně trvat 3 dny. Není v jeho zájmu pracovat tak dlouho na přípravě a poté během několika málo hodin vyrobít celé objednané množství. Dalším omezením je materiál, který se prodává v cívkách o určité hmotnosti. Běžně se tak minimální objednávkové množství jednoho rozměru pohybuje kolem 500 kg. To může představovat 3.600 ks šroubů o průměru M16, nebo například 80.000 ks šroubů o průměru M6. Znatelně vyšší množství, než u evropských dodavatelů, kteří mají šrouby skladem, a nabízí je často v balení po 25 ks u průměru M16, respektive po 1.000 ks u šroubů o průměru M6.

Jelikož Kebek disponuje více než 17.000 rozdílnými skladovými artikly a velká část z nich je prodávána zákazníkům jen v řádu stovek kusů ročně, není v zájmu podniku nakupovat veškerý materiál v Asii, byť by to ve většině případů bylo za nižší jednotkovou cenu. Pokud by Kebek nakupoval pouze u výrobců, generoval by si tím vysokou zásobu

bez zákazníků, kteří by ji v dohledné době odebrali. Náklady na držení zásob by v takovém případě převýšily úsporu z jednotkové ceny.

Je jasné, že z výše uvedených důvodů je potřeba zařadit artikly nakupované v Asii do jiné skupiny, než běžné sporadické a nesporeadické položky. K této nové skupině bude nezbytné zaujmout jiný postoj, pokud jde o objednávání. Jelikož je daleko výhodnější posílat zboží v plných kontejnerech (tzv. FCL – full container load) než v paletových zásilkách (LCL – less than a container load) a mnozí výrobci ani LCL objednávky neakceptují, je potřeba kumulovat objednávky tak, aby bylo možné FCL objemu dosáhnout.

Pokud by byl stav zásob v Kebeku kontrolován každý den a objednávky navrhovány průběžně, vzhledem k nízkému počtu objednávek na Asii by nebylo v podniku možné dosáhnout naplnění kontejnerů několikrát v průběhu měsíce. Bude proto daleko lepší, když společnost bude kontrolovat stav jednou měsíčně a k tomu nejlépe poslouží P-systém.

Jako příklad bude použit artikl CFF4000101. Za posledních 6 měsíců došlo k prodeji celkem 663.666 ks tohoto šroubu, tj. průměrná denní poptávka byla 684,45 ks. Směrodatná odchylka byla u těchto prodejů zjištěna z historických dat podniku ve výši 5.796,12 ks. Celková dodací lhůta je 150 dnů se směrodatnou odchylkou 14,45 dnů.

Pro pojistnou zásobu SS bude opět potřeba brát v potaz nejen odchylku dodací lhůty, ale také odchylku poptávky:

$$SS = Z \sqrt{5\,796,12^2(30 + 150) + 14,45^2 \times 1\,684,45^2}. \quad (4.23)$$

Dodací lhůta je delší než objednávací perioda, proto bude nezbytné počítat i s nedodanými objednávkami. Podnik musí plánovat 150 dnů dopředu a to při objednávací periodě 30 dnů může znamenat 5 objednávek na cestě. Pro výpočet objednávacího množství tak bude použita veličina Q_u , která bude značit všechny nedodané objednávky.

$$Q_u = \sum_{i=1}^5 Q_{n-i} \quad (4.24)$$

Konečná varianta vzorce použitého pro výpočet objednávacího množství tak bude vypadat

$$Q_n = \bar{d}(t_p + L) + SS - I - Q_u. \quad (4.25)$$

Následující tabulka zobrazuje výsledky pro různé úrovně zákaznických služeb.

Tabulka 15: Různé ÚZS pro artikl CFF4000101

ÚZS	Pojistná zásoba	Objednací množství
99,997 %	325.128 ks	628.329 – I – Q_u ks
95,000 %	134.451 ks	437.652 – I – Q_u ks
90,000 %	104.302 ks	407.503 – I – Q_u ks
80,000 %	68.448 ks	371.649 – I – Q_u ks
70,000 %	42.373 ks	345.574 – I – Q_u ks
60,000 %	20.371 ks	323.572 – I – Q_u ks

Zdroj: vlastní zpracování, 2019

Zpracoval: Bc. Michal Šťastný

V případě úrovně zákaznických služeb 95 % by byla optimální velikost objednávky 437.652 ks mínus součet aktuální dispozice a nedodaných objednávek. Ve skutečnosti má v době výzkumu podnik na skladě zásobu 43.962 ks a dalších 393.200 ks je objednáno a dosud nedoručeno. Poslední objednávka byla vystavena přesně před 1 měsícem. Podle výsledků modelu by měl Kebek právě nyní objednat v případě 95% úrovně zákaznických služeb 490 ks.

$$Q_{95\%} = 437\,652 - 43\,962 - 393\,200 = 490 \text{ ks}. \quad (4.26)$$

Nákupci v Kebeku však nyní plánují vystavit podstatně vyšší objednávku, a to 154.200 ks. Jaké úrovni zákaznických služeb by taková objednávka odpovídala? Tabulka 15 bude nyní upravena a v posledním sloupci bude vypočtena velikost objednávky podle aktuálních dispozic podniku.

Tabulka 16: Různé ÚZS pro artikl CFF4000101 po úpravě

ÚZS	Pojistná zásoba	Objednací množství
99,997 %	325.128 ks	191.167 ks
95,000 %	134.451 ks	490 ks

90,000 %	104.302 ks	0 ks
80,000 %	68.448 ks	0 ks
70,000 %	42.373 ks	0 ks
60,000 %	20.371 ks	0 ks

Zdroj: vlastní zpracování, 2019

Zpracoval: Bc. Michal Šťastný

Na základě těchto dat by se dalo říci, že Kebek používá u daného artiklu úroveň zákaznických služeb někde mezi 95 a 99,997 %. Přesný výpočet by se dal provést tak, že by se nejprve získal parametr Z a poté by byla ve statistických tabulkách dohledána plocha pod křivkou normálního rozdělení.

$$Z = \frac{Q + Q_u + I - \bar{d}(t_p + L)}{\sqrt{\sigma_d^2(t_p + L) + \sigma_L^2 \bar{d}^2}} \quad (4.27)$$

$$Z = \frac{154\,200 + 393\,200 + 43\,962 - 1\,684,45(30 + 150)}{\sqrt{5\,796,12^2(30 + 150) + 14,45^2 \times 1\,684,45^2}}$$

$$Z = 3,54$$

Parametr $Z = 3,54$ odpovídá úrovni zákaznických služeb 99,98 %. V případě, že Kebek objedná tak, jak nákupci nyní plánují, bude s velmi vysokou pravděpodobností uspokojena poptávka všech zákazníků i při výkyvech. Pravděpodobnost, že dojde k výpadku je pouze 0,02 %. To je dobré z hlediska spokojenosti zákazníků, ovšem na druhé straně taková úroveň zákaznických služeb generuje velmi vysoké zásoby. Velikost ÚZS je manažerským rozhodnutím. Jelikož podnik se aktuálně snaží snížit kapitál vázaný v zásobách, lze vedení podniku doporučit zabývat se otázkou optimalizace nastavení povolené pravděpodobnosti výpadků.

4.4 Shrnutí poznatků a návrhy pro zlepšení

V předchozí části práce byly teoretické modely aplikovány na konkrétní příklady z praxe podniku. Všechny výsledky navržených modelů byly rozdílné oproti výstupům z podnikového MRP systému. Je vhodné se nyní zamyslet nad důvodem těchto rozdílů

a nad tím, zda by se měl podnik věnovat dále jejich analýze, případně jak by měl postupovat.

U skupiny sporadických artiklů s jedním dodavatelem bylo zjištěno, že podnik v současné době využívá pro návrhy objednávek P-systém bez pojistné zásoby. Objednávky jsou vystavovány s periodou 30 dnů. Absence pojistné zásoby není u této skupiny artiklů na škodu, jelikož poptávka po takových produktech je dána deterministicky. Pojistná zásoba by jen zvýšila stav skladu a kapitál v něm vázaný. Navíc by hrozilo, že v případě, že poptávka bude menší než navržená objednávka, by zůstal přebytek ležet na skladě bez dalšího pohybu.

Výsledky šetření problému skupiny sporadických artiklů nicméně naznačují, že by bylo výhodnější řídit tyto produkty za pomoci základního EOQ modelu. Objednávky by byly vystavovány častěji, ale celkové související náklady by byly nižší – v případě 30 denní periody je vázané zbytečně velké množství kapitálu v zásobách.

Podobné řešení lze navrhnout pro sporadické produkty s více dodavatelskými zdroji s tím rozdílem, že EOQ model bude nahrazen EOQ modelem s množstevní slevou. I zde však platí, že je výhodnější sledovat stav skladu průběžně a jednotlivé objednávky zasílat dodavatelům častěji než nyní, a to ve chvíli, kdy aktuální stav zásob poklesne na bod vystavení objednávky. V současné době podnik vystavuje objednávky jednou za 30 dnů, a proto musí objednat vyšší množství, které je pak delší dobu přítomno na skladě. Zbytečně se tím zvyšují náklady na držení zásob.

Další šetřenou skupinou byly nespořadické artikly, které se v podniku vyskytují nejčastěji. I ty podnik dnes objednává v periodickém systému. Namodelováním návrhů konkrétního artiklu v obou dynamických stochastických systémech vyšlo rovněž najevo, že P-systém vede k vyšší pojistné zásobě, potažmo vyššímu objednacímu množství, je-li zvolena příliš dlouhá perioda. I v tomto případě by bylo pro podnik výhodnější zamyslet se nad použitím Q-systému.

Jiná situace je u artiklů nakupovaných v Asii. Vzhledem k potřebě kumulace zboží pro naplnění kontejneru není možné vystavovat objednávky častěji než jednou měsíčně. Je tedy v pořádku, že zde podnik využívá periodický systém. Kebek ovšem při plánování objednávek do Asie používá tvrdě naprogramovanou poptávku bez připuštění výpadků. Úroveň zákaznických služeb na šetřeném příkladu odpovídá 99,98 %. Jedná se o velmi

vysokou pravděpodobnost uspokojení veškeré poptávky, která je však spojena s vysokou hladinou zásob. Vedení podniku lze doporučit zabývat se otázkou úpravy ÚZS.

Nebylo by vhodné nastavit úroveň zákaznických služeb shodně vysokou pro všechny skladové artikly. Jako zajímavé řešení se nabízí ještě jiné rozdělení artiklů, a to např. podle klasické ABC analýzy, podle vlivu na obrat podniku. Každé skupině je pak možné přidělit jinou úroveň zákaznických služeb, která má následně vliv na výši pojistné zásoby.

Podnik dokáže zkontrolovat aktuální stav zásob v jakémkoli okamžiku. Jediné, co brání zavedení Q-systému, je absence používání nákladů na držení zásob a nákladů na zpracování objednávek. Vedení podniku by se mělo zamyslet nad zavedením těchto parametrů a nad změnami v systému řízení zásob.

Závěr

Autor práce zvolil téma výzkumu blízké svému zaměření a provedl systematické pozorování v podniku KEBEK s.r.o. Zabýval se praktickými manažerskými problémy, zejména otázkou možnosti optimalizace systému řízení zásob v daném podniku. Jelikož je v něm zaměstnán, mohl využít přístupu k různým zdrojům pro sběr empirických dat. K samotnému výzkumu byl zvolen deduktivní přístup, kdy autor nejprve zkoumal odbornou literaturu a vědecké články. Na základě svých zjištění autor porovnával jednotlivé zdroje a přidal i vlastní kritiku.

Autor zjistil, že základní literatura zahrnuje do fixních nákladů na objednávku i náklady na přepravu objednávky. Ty však v mnoha případech závisí na velikosti objednávky a není vhodné počítat s nimi jako s konstantou. Zkoumaný podnik tento problém řeší tím, že preferuje nákupy u dodavatelů, u nichž je možné počítat se splněním limitu pro dopravu zdarma. Systémovějším řešením by však bylo zahrnout do MRP systému i související náklady na přepravu. Toho může podnik dosáhnout exportem historických dat z ERP systému a získat tak průměrnou cenu včetně dopravy od konkrétního dodavatele. Tím by se celkové náklady podniku na objednávání mohly snížit.

Během průzkumu odborné literatury se autor mimo jiné zarazil i nad tím, že v EOQ modelu s množstevní slevou není v použitých zdrojích zmínka o tom, že pro bezproblémovou aplikaci modelu je potřeba, aby celkové poptávané množství bylo násobkem výsledku optimálního objednáčím množství. Bez tohoto předpokladu by na konci skladového cyklu zůstala nevyužitá zásoba. Autor vyřešil tento nedostatek zavedením jiného předpokladu, a to neomezeným cyklem.

Další nedokonalostí, kterou autor pro potřeby podniku upravil, byla absence pojistné zásoby pro chybu dodavatele v případě modelu s konstantní periodou a fixním objednáčím množstvím. V použité literatuře se počítá v tomto modelu jen s odchylkou poptávky. Jelikož dodavatelé podniku, ve kterém byl výzkum proveden, mívají odchylky od dodací lhůty, rozhodl se autor klasický P-model upravit tak, aby vyhovoval okolnostem.

Jedním z dílčích cílů práce bylo navržení modelů k řízení zásob pro konkrétní potřeby podniku. Autor rozdělil nakupované zásoby do tří odlišných skupin a pro každou z nich sestavil jiný model, který splňuje související předpoklady. Modely byly testovány na konkrétních příkladech a výsledky byly porovnány s výstupy z podnikového MRP

systemu. Autor také testoval hypotézu, že podnik neplánuje objednávky efektivně. Tyto obavy již v minulosti projevil ředitel podniku a autor využil výzkumu k otestování této hypotézy. Byly prozkoumány různé důkazní zdroje a vyšlo najevo, že podnik má skutečně v systému řízení zásob jistá slabá místa.

Důležitým poznatkem je skutečnost, že z podnikového ERP nejsou exportovány zůstatky na kontraktech v aktuálním měsíci do MRP systému. Ten pak nemůže počítat s tím, že bude potřeba ještě uspokojit nějakou poptávku v témž měsíci a návrhy jsou podhodnoceny, což způsobuje výpadky a ohrožuje vztahy se zákazníky. Šetřením autor také zjistil, že podnik nepracuje při plánování objednávek s výší nákladů na držení zásob a s výší nákladů na vystavení a zpracování objednávky. Absence těchto nákladů je důvodem, proč podnik používá pouze P-systém.

Autor navrhuje vedení podniku zabývat se myšlenkou zavedení těchto nákladů a používáním Q-modelů. Pokud by změnou modelů došlo ke změně počtu vystavených objednávek, bude to mít vliv na výši nákladů na objednávky, jelikož ty jsou vyjádřeny jako poměr mezd pracovníků a počtu vystavených objednávek. Pokud by podnik neměl zájem implementovat do plánovacího modulu zmíněné náklady, jako alternativní cesta k zefektivnění systému řízení zásob se nabízí úprava objednací periody, respektive nastavení různé periody u rozdílných sortimentních skupin. Stejně tak bylo podniku navrženo pracovat s nastavením úrovně zákaznických služeb, např. podle ABC rozdělení položek.

V práci byla také testována hypotéza, že implikace z teorie může plánování zásob v podniku zefektivnit. Autor po průzkumu odborné literatury, důkazních zdrojů v podniku, zpracování a analýze dat tuto hypotézu nezemítl. Naopak navrhl systémové změny, které pomohou podniku ušetřit náklady spojené se skladovými zásobami. Všechny cíle práce je možné považovat za splněné.

Seznam použité literatury a dalších zdrojů

- Anderson, D. R., Sweeney, D. J., & Williams, T. A. (2003). *An Introduction to Management Science, Quantitative Approaches to Decision Making*. Mason: South-Western.
- Bacel, M., & Nazim, N. (2017). EOQ holds under stochastic demand, a technical note. *Applied Mathematical Modelling*, 45(1), 205-208. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2016.12.026>
- Day, M. (2002). *Gower handbook of purchasing management*. London: Chartered Institute of Purchasing & Supply.
- Dědina, J. (1996). *Podnikové organizační struktury teorie a praxe*. Praha: Victoria Publishing.
- Drucker, P. F. (1974). *Management: Tasks, Responsibilities, Practices*. New York: Harper & Row.
- Gillham, B. (2000). *Case Study Research Methods*. London: Continuum.
- Grix, J. (2004). *The Foundations of Research*. New York: Palgrave Macmillan.
- Gros, I. (2003). *Kvantitativní metody v manažerském rozhodování*. Praha: Grada Publishing.
- KEBEK holding, a.s. (2019, 27. srpen). *Výroční zpráva KEBEK holding, a.s. 2018*. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/vypis-sl-detail?dokument=58752932&subjektId=340327&spis=972553>
- KEBEK s.r.o. (2019, 23. srpen). *Výroční zpráva 2018*. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/content/download?id=604eba3ac76b45c78161cd9b74e9a793>
- Kinslingerová, E. (2010). *Manažerské finance*. Praha: C. H. Beck.
- Lukáš, L. (2012). *Pravděpodobnostní modely v managementu: teorie zásob a statistický popis poptávky*. Praha: Academica.
- Ministerstvo spravedlnosti České republiky (2019). *Justice.cz*. Cit. 16.11.2019, dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik-firma.vysledky?subjektId=656482&typ=PLATNY>
- Neuman, W. L. (2000). *Social Research Methods Qualitative and Quantitative Approaches*. Needham Heights: Allyn & Bacon.

Robson, C. (2002). *Real World Research: A Resource for Social Scientists and Practitioner-Researchers*. Oxford: Blackwell Publishers Ltd.

Render, B., & Stair, R. M. Jr. (1999). *Quantitative analysis for management*. New Jersey: Prentice-Hall.

Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2003). *Research Methods for Business Students*. Edinburgh: Pearson Education Limited.

Sekaran, U. (2003). *Research Methods For Business: A Skill Building Approach*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Sphicas, G. P. (2006). EOQ and EPQ with linear and fixed backorder costs: Two cases identified and models analyzed without calculus. *International Journal of Production Economics*, 100(1), 59-64. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2004.10.013>

Sphicas, G. P. (2014). Generalized EOQ formula using a new parameter: Coefficient of backorder attractiveness. *International Journal of Production Economics*, 155(1), 143-147. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.09.014>

Taylor, B. W. (2004). *Introduction to Management Science*. New Jersey: Pearson Education.

Vodáček, L., & Vodáčková, O. (1994). *Management: Teorie a praxe 80. a 90. let*. Praha: Management Press, Ringier ČR.

Vochozka, M., Mulač, P., Ezrová, H., Kafka, T., Mulačová, V., Opekarová, L., Pártlová, P., Tuček, J., & Váchal, J. (2012). *Podniková ekonomika*. Praha: Grada Publishing.

Seznam tabulek

Tabulka 1: Základní údaje o podniku Kebek s.r.o.	14
Tabulka 2: Příklad množstevní slevy	41
Tabulka 3: Příklad množstevní slevy s relativními náklady na skladování.....	44
Tabulka 4: Pravděpodobnost poptávky	50
Tabulka 5: Očekávané celkové náklady	51
Tabulka 6: Návrh objednávek AQM0000101 z podnikového MRP.....	62
Tabulka 7: Matice dodavatelských cen artiklu SBB2000101	63
Tabulka 8: Matice dodavatelských cen artiklu A1Z3000101	64
Tabulka 9: Návrh optimální velikosti objednávky artiklu A1Z3000101	66
Tabulka 10: Celkové náklady objednávek artiklu A1Z3000101	67
Tabulka 11: Různé ÚZS pro artikl A1Z3000101 pro Q-systém.....	68
Tabulka 12: Různé ÚZS pro artikl A1Z3000101 pro P-systém	69
Tabulka 13: Různé ÚZS pro artikl A1Z3000101 pro P-systém po úpravě	70
Tabulka 14: Návrh objednávek A1Z3000101 z podnikového MRP.....	70
Tabulka 15: Různé ÚZS pro artikl CFF4000101	74
Tabulka 16: Různé ÚZS pro artikl CFF4000101 po úpravě.....	74

Seznam obrázků

Obrázek 1: Schéma propojení jednotlivých společností	15
Obrázek 2: Organizační struktura podniku Kebek s.r.o.	19

Seznam použitých zkratk

a.s.	akciová společnost
apod.	a podobně
BI	business intelligence
DHM	dlouhodobý hmotný majetek
EOQ	economic order quantity
ERP	enterprise resource planning
FCL	full container load
FOB	free on board
ks	kusy
LCL	less than a container load
MOQ	minimal order quantity
MRP	material requirements planning
např.	například
POQ	production lot order quantity
s.r.o.	společnost s ručením omezeným
tj.	to je
tzv.	takzvaný
ÚZS	úroveň zákaznických služeb

Seznam příloh

Příloha A: Abstrakt

Příloha B: Abstract

Příloha A: Abstrakt

Šťastný, M. (2019). *Teorie zásob a její použití v podnikové sféře*. (Diplomová práce).
Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta ekonomická.

Klíčová slova: řízení zásob, modely, nákup, ekonomická velikost objednávky, pojistná zásoba, bod vystavení objednávky, úroveň zákaznických služeb

Diplomová práce na téma „Teorie zásob a její použití v podnikové sféře“ je zaměřena na zhodnocení systému řízení zásob v podniku KEBEK s.r.o. Autor za použití deduktivního přístupu nejprve zkoumá odbornou literaturu a představuje základní modely pro řízení zásob, aby následně navrhl vhodné modely pro použití v podniku. Modely jsou testovány na konkrétních příkladech z podnikové praxe a výsledky jsou porovnány s aktuálními návrhy plánovacího softwaru, který zkoumaný podnik využívá. Autor se zamýšlí nad důvodem rozdílů mezi návrhy a reálnými výstupy a navrhuje podniku aplikovat změny, které by vedly k optimalizaci systému řízení zásob.

Příloha B: Abstract

Šťastný, M. (2019). *Inventory Theory and its Usage in the Business Sphere*. (Master Thesis). University of West Bohemia. Faculty of Economics.

Key words: inventory management, models, purchasing, economic order quantity, safety stock, reorder point, service level

Master thesis with a topic “Inventory Theory and its Usage in the Business Sphere” is focused on the evaluation of the inventory management system of a company KEBEK s.r.o. Author, using the deductive approach, firstly researches the related bibliography to present the basic inventory control models to be able to suggest suitable models for the enterprise requirements. The models are later tested on the specific examples from the business praxis and the results are compared to the current outputs from the planning software used by the related enterprise. Author contemplates the reason of the results and outputs differences and suggests the changes to the enterprise which should be applied to optimize the inventory control system.