TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Ekonomická fakulta

Optimalizace řízení zásob náhradních dílů vybraného podniku

Diplomová práce

Studijní program: N6208 – Ekonomika a management
Studijní obor: 6208T085 – Podniková ekonomika

Autor práce: **Bc. David Stěhulka**
Vedoucí práce: Ing. Eva Šlaichová, Ph.D.

Liberec 2016

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Ekonomická fakulta
Akademický rok: **2015/2016**

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Bc. David Stěhulka**
Osobní číslo:	**E14000237**
Studijní program:	**N6208 Ekonomika a management**
Studijní obor:	**Podniková ekonomika**
Název tématu:	**Optimalizace řízení zásob náhradních dílů vybraného podniku**
Zadávající katedra:	**Katedra podnikové ekonomiky a managementu**

Zásady pro vypracování:

1. Teoretická východiska zaměřená na charakteristiku a řízení zásob.
2. Situační analýza řízení zásob náhradních dílů ve vybraném podniku.
3. Popis a identifikace zjištěných nedostatků logistiky náhradních dílů.
4. Návrhy jednotlivých variant řešení, ekonomické zhodnocení navrhovaných změn.
5. Celkové shrnutí poznatků, doporučení postupu realizace navrhovaných změn.

Rozsah grafických prací:	**dle potřeby dokumentace**
Rozsah pracovní zprávy:	**65 normostran**
Forma zpracování diplomové práce:	**tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

SIXTA, Josef a Miroslav ŽIŽKA. Logistika - metody používané pro řešení logistických projektů. Brno: Computer Press, 2009. ISBN 978-80-251-2563-2.
TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. Řízení výroby a nákupu. Praha: Grada Publishing, 2007. ISBN 978-80-247-1479-0.
LEGÁT, Václav. Management a inženýrství údržby. Praha: Professional Publishing, 2013. ISBN 978-80-7431-119-2.
HUISKONEN, Janne a Annastiina KERKKÄNEN. Potential development targets in spare part logistics. International Journal of Procurement Management. 2013, 6(5): 544-560. ISSN 1753-8440.
HUISKONEN, Janne. Maintenance spare parts logistics: Special characteristics and strategic choices. International Journal of Production Economics. 2001, 71(1-3): 125-133. ISSN 0925-5273.
Elektronická databáze článků ProQuest

Vedoucí diplomové práce:	**Ing. Eva Šlaichová, Ph.D.** Katedra podnikové ekonomiky a managementu
Konzultant diplomové práce:	**Ing. Jiří Hnízdo** jednatel, společnost Ronal CR s.r.o.
Datum zadání diplomové práce:	**30. října 2015**
Termín odevzdání diplomové práce:	**31. května 2017**

doc. Ing. Miroslav Žižka, Ph.D.
děkan

Technická univerzita v Liberci
Ekonomická fakulta
L.S.

prof. Ing. Ivan [illegible], CSc.
vedoucí katedry

V Liberci dne 30. října 2015

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum: 2. 5. 2016

Podpis:

Anotace

Diplomová práce je zaměřena na téma optimalizace řízení zásob náhradních dílů ve vybraném podniku. V rešeršní části je vysvětlen pojem řízení zásob, náklady a rizika s ním spojené, modely řízení zásob, diferenciace zásob, stanovení řídících hladin zásob a význam optimalizace zásob náhradních dílů pro podnik pohybující se ve vysoce konkurenčním prostředí. V analytické části je detailně popsán způsob řízení zásob náhradních dílů ve vybraném podniku s důrazem na zavedené procesy, výši skladových zásob, dostupnost náhradních dílů a náklady s tím spojenými. Ve třetí kapitole jsou shrnuty nedostatky stávajícího řízení zásob náhradních dílů. V poslední části je popsán návrh řešení.

Klíčová slova

Kritičnost položky, modely řízení zásob, náhradní díly, náklady, pojistná zásoba, predikce, řízení zásob, segmentace, spotřeba, standardizace.

Annotation

This thesis is focused on topics of optimization of spare parts inventory in a selected company. The theoretical part explains the concept of inventory management, costs and risks associated with that, inventory management models, differentiation of inventory, determination managing inventory levels and the importance of optimizing spare parts inventory for a company operating in a highly competitive environment. The practical part describes in detail the concept of spare parts inventory management in the selected company with a focus on established processes, the inventory level, parts availability and costs associated with that. In the third chapter the weaknesses in the current spare parts inventory management are summarized. In the last part there are some recommendations for optimization.

Key Words

Consumption, costs, criticality, inventory management, prediction, safety stock, segmentation, spare parts, standardisation.

Poděkování

Rád bych touto cestou vyjádřil poděkování Ing. Evě Šlaichové, Ph.D. za její cenné rady a trpělivost při vedení mé diplomové práce.

Obsah

Seznam obrázků **10**
Seznam tabulek **12**
Seznam zkratek **13**
Úvod **15**
1. Teoretická východiska zaměřená na charakteristiku a řízení zásob **17**
1.1 Obecná charakteristika zásob **17**
1.2 Klasifikace zásob **19**
1.3 Řízení zásob **21**
1.3.1 Náklady spojené s existencí zásob 22
1.3.2 Rizika spojená s řízením zásob náhradních dílů 23
1.3.3 Charakter poptávky po dané položce zásob 24
1.3.4 Segmentace a diferenciované řízení zásob 24
1.3.5 Systémy řízení zásob 29
1.3.6 Modely řízení zásob 33
1.3.7 Pojistná zásoba 35
1.3.8 Vybrané metody stanovení pojistné zásoby 40
1.3.9 Ukazatele řízení zásob 45
1.3.10 Specifické znaky řízení zásob náhradních dílů 46
1.3.11 Principy řízení zásob ND 52
1.4 Standardizace **53**
2. Situační analýza řízení zásob náhradních dílů ve vybraném podniku **56**
2.1 Charakteristika podniku **56**
2.2 Procesní řízení podniku **57**
2.2.1 Proces údržba 58
2.2.2 Proces nakupování 58
2.2.3 Proces řízení rizik/nepředvídaných událostí 59
2.2.4 Proces trvalé zlepšování 60
2.3 Plánování údržby **60**
2.4 Evidence a standardizace ND **61**
2.5 Řízení zásob ND **62**
2.5.1 Segmentace zásob 63
2.5.2 Hladinové řízení zásob 64
2.5.3 Pořízení zásob 65

2.5.4 Příjem zboží ... 66
2.5.5 Rozvoj dodavatelů ... 67
2.5.6 Hodnocení kritičnosti dílu ... 67
2.5.7 Vybrané ukazatele řízení zásob náhradních dílů ... 69
2.6 Skladování ... 71
3. Popis a identifikace zjištěných nedostatků logistiky náhradních dílů ... 73
4. Návrh řešení, ekonomické zhodnocení navrhovaných změn. ... 76
4.1 Standardizace ... 77
4.2 Centralizace ... 78
4.3 Propojení materiálového plánování s plánováním údržby ... 79
4.4 Diferenciované řízení zásob ... 81
4.5 Skladování ... 85
4.6 Ekonomické zhodnocení ... 85
Závěr ... 89
Seznam použité literatury ... 91
Seznam příloh ... 93

Seznam obrázků

Obrázek 1 – Náklady spojené s řízením zásob 23
Obrázek 2 – Lorenzova křivka 26
Obrázek 3 – Matice ABC/XYZ 28
Obrázek 4 – Q-systém řízení zásob 30
Obrázek 5 – Bipolární nákladová struktura 31
Obrázek 6 – P-systém řízení zásob 32
Obrázek 7 – Časový průběh stavu zásob statického modelu 33
Obrázek 8 – Časový průběh stavu zásob dynamického modelu se signální objednací hladinou 34
Obrázek 9 – Pojistná zásoba a odchylky v průběhu pohybu zásob 35
Obrázek 10 – Interval nejistoty pořízení zásob ND 37
Obrázek 11 – Normální rozdělení poptávky 38
Obrázek 12 – Závislost pojistného faktoru K na stupni úplnosti dodávky α 39
Obrázek 13 – Bootstrapping - příklad spotřeby za 6 měsíců 45
Obrázek 14 – Stochastická předpověď spotřeby: histogram četností spotřeb 45
Obrázek 15 – Rozhodovací diagram klasifikace kritičnosti 51
Obrázek 16 – Procesní mapa 57
Obrázek 17 – Proces údržba 58
Obrázek 18 – Proces nakupování 59
Obrázek 19 – Proces trvalé zlepšování 60
Obrázek 20 – ukázka správy kmene ND v podnikovém SW 61
Obrázek 21 – Správa kmene ND pro oblast řízení zásob 62
Obrázek 22 – ABC analýza podskupiny ND 63
Obrázek 23 – Informační maska skladových zásob 65
Obrázek 24 – Distribuční řetězec ND 65
Obrázek 25 – Kombinované hodnocení dodavatele 67
Obrázek 26 – Graf OEE analýza 68
Obrázek 27 – Vývoj zásob ND 69
Obrázek 28 – Segmentace zásob dle obratovosti 70
Obrázek 29 – Segmentace zásob ND v množství dle obratovosti 70

Obrázek 30 – Skladová etiketa 71
Obrázek 31 – sklad ND 72
Obrázek 32 – Spare parts info Continental 74
Obrázek 33 – Proces řízení zásob ND 77
Obrázek 34 – Změna distribučního řetězce ND – virtuální sklad ND 78
Obrázek 35 – Zásoby vybraného dílu v koncernu 79
Obrázek 36 – Plán potřeby ND v systému EAM 80
Obrázek 37 – Seznam ND pro vybrané zařízení 80
Obrázek 38 – Hodnocení kritičnosti zařízení 81
Obrázek 39 – Hodnocení rizikových kritérií náhradních dílů 82
Obrázek 40 – Plánovací nástroj řízení zásob ND 84

Seznam tabulek

Tabulka 1 – Bodovací tabulka pro stanovení koeficientu pojistné zásoby 42
Tabulka 2 – Tabulka koeficientu jištění pro výpočet pojistné zásoby 42
Tabulka 3 – Kategorie kritérií kritičnosti dle Molenaers 50
Tabulka 4 – Klasifikace kritičnosti ND dle Molenaers 52
Tabulka 5 – Porovnání nákladů na pořízení a udržování zásob 810.1220.389 87
Tabulka 6 – Úspory nákladů na skladování při zavedení navržených opatření 87
Tabulka 7 – Celkové úspory nákladů po zavedení navržených opatření 88

Seznam zkratek

BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví pracovníků
BZ	Bezpečnostní zásoba
DP	Diplomová práce
EAM	Řízení údržby (*Enterprise Asset Management*)
EIS	Podnikový informační systém (*Enterprise Information System*)
EOQ	Optimální objednací množství (*Economic Order Quantities*)
ERP	Plánování podnikových zdrojů (*Enterprise Resource Planning*)
IMS	Integrovaný manažerský systém
MJ	Měrná jednotka
MRP	Plánovaní potřeby materiálu (*Material Requirements Planning*)
ND	Náhradní díl
obr.	Obrázek
odd.	Oddělení
OEE	Celková efektivita zařízení (*Overall Equipment Eficiency*)
PZ	Pojistná zásoba
SCM	Supply Chain Management
SMI	Pomaluobrátkové zásoby (*Slow-Moving Inventory*)
SZ	Skladová zásoba
W15	Výrobní závod W15 Jičín
W17	Výrobní závod W17 Pardubice
ŽP	Životní prostředí

Značení veličin použité ve vzorcích a grafech

α	stupeň úplnosti dodávky (také míra obsluhy)
c_s	náklady na udržování a skladování
c_z	náklady z nedostatku zásob
K	pojistný faktor
k_j	koeficient jištění
$\bar{p}$	průměrná velikost spotřeby za jednotku času
M_{pl}	plánovaná roční spotřeba
Q	spotřeba v jednotkách za sledované období
σ_c	celková směrodatná odchylka
σ_p	směrodatná odchylka velikosti potřeby (spotřeby, poptávky)
σ_{tn}	směrodatná odchylka intervalu nejistoty
t_c	délka dodávkového cyklu
t_p	délka pořizovací lhůty
$\bar{t_p}$	průměrná délka pořizovací lhůty
x	velikost dávky
x_b	běžná zásoba
x_{max}	maximální zásoba
x_{min}	minimální zásoba
x_o	objednací zásoba
x_p	pojistná zásoba

Úvod

Diplomová práce se zabývá řízením zásob náhradních dílů ve vybraném podniku, který působí 23 let na českém trhu jako dodavatel automobilového průmyslu. Podnik je součástí nadnárodní společnosti, která je světovým leaderem ve výrobě disků kol z hliníkových slitin pro osobní automobily.

Automobilový průmysl je sektorem, kde probíhá ostrý konkurenční boj. Na jedné straně se trvale zvyšují kvalitativní a technické požadavky na výrobky, ceny vstupních materiálů a práce, na straně druhé jsou dodavatelé vystavováni stálému tlaku na snižování cen svých výrobků. Pokud si firmy v takovémto dynamickém konkurenčním prostředí chtějí zachovat svoji konkurenční výhodu a přežít, jsou nuceny efektivněji využívat veškeré své zdroje a věnovat pozornost optimalizaci svých procesů. Údržba a s ní spojené řízení zásob náhradních dílů hraje významnou roli v především oborech s nepřetržitým provozem, jako jsou těžký průmysl, energetika, strojírenství a také v automobilovém průmyslu. Efektivní řízení zásob náhradních dílů může takovým firmám přinést významné úspory provozních nákladů. Obtížnost řízení zásob náhradních dílů spočívá v potřebě správně synchronizovat předpověď potřeby náhradních dílů, řízení rizik, optimalizaci zásob, nákup a skladování.

Hlavním cílem diplomové práce bylo navrhnout managementu firmy konkrétní opatření k optimalizaci řízení zásob náhradních dílů a snížení nákladů.

Sekundárním cílem bylo vytvoření konkrétních metodických postupů, které bude možno ve formě metodických pokynů implementovat do operativního řízení podniku.

K dosažení těchto cílů bude zmapován současný způsob řízení zásob náhradních dílů, analyzována slabá místa a navrženo optimalizační řešení.

Pro zpracování diplomové práce byl zvolen následující postup. Rešerše dostupné literatury vycházející především z primárních pramenů, sběr dostupných dat o stávajícím procesu řízení zásob náhradních dílů vybraného podniku za využití sekundárních interních zdrojů, především vnitropodnikových informačních systémů a místního šetření včetně pohovorů se specialisty údržby, nákupu a controllingu, popis stávajících procesů, analýza a identifikace nedostatků, stanovení cílů, návrhy opatření a ekonomické vyhodnocení.

Práce je zpracována ve 4 hlavních kapitolách. V rešeršní části je popsána základní charakteristika zásob, systémy a modely řízení zásob, náklady a rizika s tím spojené. Ve vztahu k náhradním dílům se věnuje specifickým znakům řízení jejich zásob, především charakteru spotřeby a hodnocení kritičnosti dílů, dále ukazatelům řízení zásob a metodám stanovení pojistných zásob.

Druhá část diplomové práce popisuje stávající systém řízení zásob náhradních dílů vybraného podniku, tzn. evidenci a standardizaci náhradních dílů, vznik potřeby v procesu údržby, diferenciaci zásob, hladinové řízení, pořízení zásob, jejich skladování a vyhodnocování. To vše v rámci zavedeného procesního řízení.

Závěr práce je věnován popisu slabých míst současného způsobu řízení zásob náhradních dílů a návrhu jeho optimalizace, který spočívá ve standardizaci náhradních dílů a metod jejich řízení, centralizaci řízení zásob v ČR, vypracování metodiky stanovení pojistných zásob a objednacích množství a přepracování konceptu skladování.

1. Teoretická východiska zaměřená na charakteristiku a řízení zásob

Teorii zásob lze charakterizovat jako souhrn matematických metod používaných k modelování a optimalizaci zásob různých položek s cílem zabezpečit plynulý chod podniku. (Sixta, 2009)

Na problematiku řízení zásob je nutné nahlížet jako na multidisciplinární obor. Oblast řízení zásob je dnes chápána především jako součást logistiky. Protože jsou však zásoby nedílnou součástí podniku a prostupují celou jeho činností, přesahuje tato problematika i do dalších oborů: finančního řízení podniku, účetnictví, controllingu, řízení výroby, řízení údržby, exaktních metod řízení podniku, matematiky, statistiky, simulačních metod aj.

„Politika zásob je považována za jakési „epicentrum“ rozhodování nákupu. Zde dochází často ke střetu zájmů a kritérií různých útvarů podniku.“ (Tomek, 2007, s. 297)

Logistika se zabývá operativním řízením zásob, které má dopady nejen do výrobních procesů podniku, ale i do z hlediska této práce důležitého podpůrného procesu řízení údržby. Účetnictví se věnuje především oceňování zásob a jejich správnému vykazování v rámci oběžného majetku podniku. Finanční řízení podniku s controllingem se zabývá zajištěním zdrojů pro financování zásob a jejich optimálním využitím. Exaktní metody nabízejí doporučení řízení zásob v souvislosti s jejich hlavními charakteristikami za použití matematických a statistických metod. Stále častěji jsou pro odhady optimální výše konkrétních zásob využívány simulační metody.

1.1 Obecná charakteristika zásob

Zásoby jsou důležitou částí hospodaření podniku. Z účetního hlediska patří mezi krátkodobý, neboli oběžný majetek podniku. Většinou jsou jeho nejméně likvidní částí a vážou značné zdroje podniku. Podle Sixty se pohybuje výše vázaného kapitálu v zásobách ve výrobních podnicích okolo 16 % a v obchodních podnicích okolo 20 % (Sixta, 2009, s. 61).

Snížení objemu zásob může podniku přinést značný ekonomický efekt ve zmenšení umrtveného kapitálu a snížení dalších rizik spojených s držením zásob. Je nutné si ovšem uvědomit, že nedostatek zásob naopak může vést ke vzniku významných ztrát, které až mohou ohrožovat existenci podniku, jako jsou například ztráta zákazníků, ztráta trhů, snížení tržeb nebo smluvní pokuty a sankce. Minimalizace zásob tedy automaticky neznamená minimalizaci celkových nákladů na zásoby (Sixta, 2009).

Bez dostatečné úrovně zásob nelze zabezpečit plynulý chod provozu podniku, což lze považovat za hlavní funkci zásob.

Kromě toho plní zásoby v podniku několik dalších funkcí:

- **geografickou funkci**, spočívající v tom, že lokalita výroby a spotřeby mohou být odlišné a umožňující optimalizaci výrobních kapacit z hlediska zdrojů surovin, energií a pracovníků,
- **vyrovnávací a technologickou funkci**, která zajišťuje plynulost výrobního procesu v případě kapacitního nesouladu mezi výrobními operacemi, umožňuje výrobu v ekonomicky výhodných dávkách, pomáhá překlenovat časové kolísání výroby a spotřeby a umožňuje eliminovat výkyvy na straně vstupu i výstupu výrobního procesu a zásobovacího řetězce,
- **spekulativní funkci**, spočívající v spekulativním pořízení zásob za nižší cenu za účelem dosažení mimořádného zisku v případě jejich spotřeby při cenovém růstu, či prodeje ostatním subjektům za vyšší cenu (Sixta, 2009).

Negativní dopad zásob spočívá především v tom, že váží značné množství kapitálu a dále v tom, že spotřebovávají další práci a prostředky spojené s jejich skladováním, manipulací, a udržováním a přinášejí riziko jejich znehodnocení (poškození, ztráta, ztráta záruk) a dále pak nepoužitelnosti a neprodejnosti.

Velikost zásob by tedy měla být na jedné straně co nejmenší, aby se minimalizovaly náklady spojené s jejich udržováním, na druhé straně co největší, aby byla zajištěna maximální pohotovost dodávek. Tato dvě hlediska jsou zřetelně protichůdná, proto je potřeba volit určitý kompromis, kterým se zabývá teorie zásob (Sixta, 2009).

1.2 Klasifikace zásob

Zásoby lze klasifikovat podle mnoha hledisek. Autor se zaměřuje především na základní členění zásob ve vztahu k řízení zásob náhradních dílů.

Zásoby lze členit podle:

- stupně zpracování,
- účetních předpisů,
- funkčního hlediska,
- použitelnosti.

Podle stupně zpracování se zásoby dělí do těchto skupin:

- **výrobní zásoby**, tj. zejména suroviny, nakupované díly a polotovary používané při výrobě, pomocná a režijní materiály, náhradní díly, nástroje, obaly,
- **zásoby nedokončené výroby**, tj. polotovary vlastní výroby a nedokončené výrobky,
- **zásoby hotových výrobků**, tj. zásoby dokončené výroby určené k dodávkám odběratelům,
- **zásoby zboží**, tj. výrobků nakoupených za účelem dalšího prodeje (Tomek, 2014).

Z účetního hlediska se zásoby dělí do dvou hlavních skupin:

- **nakupované zásoby**, mezi které patří nakupovaný materiál a zboží,
- **zásoby vlastní výroby**, tj. nedokončená výroba, polotovary vlastní výroby a výrobky.

Z hlediska operativního řízení zásob má největší význam funkční členění zásob. Z tohoto hlediska lze hovořit o běžné obratové zásobě, pojistné zásobě, technické zásobě, havarijní zásobě.

- **Běžná (obratová) zásoba** je taková část zásob, která kryje potřeby mezi dvěma dodávkami. Její stav v průběhu dodávkového cyklu (období mezi dvěma

dodávkami) kolísá mezi maximální zásobou ihned po dodávce a minimální zásobou těsně před dodávkou následující.

- **Pojistná zásoba** slouží k pokrytí odchylek jak na straně dodávek (velikost a interval dodávek), tak na straně spotřeby (velikost a interval spotřeby materiálu).
- **Technická zásoba** kryje potřebu materiálu danou technologickými požadavky. Typickým příkladem je vysychání dřeva.
- **Sezónní zásoba** slouží k pokrytí sezónních odchylek mezi spotřebou a produkcí, případně k předzásobení sezónní spotřeby.
- **Havarijní (strategická) zásoba** se vytváří tam, kde by nedostatek materiálu mohl způsobit závažné problémy a to většinou ve výrobních provozech. Jejím účelem je minimalizovat ztráty a zajistit přežití firmy v případě nečekaných jevů v zásobování. Příkladem mohou být náhradní díly v energetice. (Tomek, 2014)

Z hlediska použitelnosti se zásoby rozlišují na:

- **zásoby použitelné**, které se běžně spotřebovávají či prodávají a jsou předmětem řízení zásob,
- **zásoby nepoužitelné**, u kterých není pravděpodobné, že budou moci být v podniku dále využity, případně prodány. Tyto zásoby vznikají v důsledku změn výrobních programů, změn technologického vybavení, nebo v důsledku chyby odhadu spotřeby či prodeje.

Při řízení zásob se sleduje několik základních úrovní zásob:

- **maximální zásoba (x_{max})** je nejvyšší úroveň zásob, které je dosaženo v okamžiku příchodu nové dodávky na sklad,
- **minimální zásoba (x_{min})** je nejnižší úroveň zásoby v okamžiku těsně před příchodem nové dodávky, v praxi bývá často totožná s pojistnou zásobou,
- **signální (objednací) stav zásob (x_o)** představuje takovou výši zásob, kdy je nutné vystavit objednávku tak, aby se v okamžiku naskladnění zboží okamžitá zásoba rovnala zásobě minimální,
- **okamžitá zásoba** v praxi je zpravidla vyjádřena jako aktuální velikost skladové zásoby (fyzická zásoba). Případně je možno využívat dispoziční zásobu, která se

vypočítá tak, že od fyzické zásoby se odečte rezervované, ale ještě nevydané množství a přičte se objednané, ale dosud nenaskladněné množství,

- **průměrná zásoba** se zpravidla stanovuje jako aritmetický průměr denní zásoby za nejčastěji roční období (Sixta, 2009).

1.3 Řízení zásob

Jak uvádí Synek (2011), lze řízení zásob charakterizovat jako soubor řídících činností (analýzu, rozhodování, kontrolu a hodnocení), jejichž smyslem je nalézt a zajistit takovou výši zásob jednotlivých materiálových druhů, aby byl zajištěn plynulý průběh výrobního procesu při optimální vázanosti kapitálu, spotřebě dodatečné práce a přijatelném stupni rizika.

Strategické řízení zásob představuje řízení objemu a zdrojů financí potřebných k dlouhodobému financování zásob a v této diplomové práci (dále jen DP) se jím autor dále nezabývá.

Operativní řízení zásob představuje naproti tomu pořizování, udržování a řízení konkrétních položek zásob.

Operativní řízení zásob se zabývá řízením:

- průměrné výše zásob,
- okamžikem objednání nové dodávky,
- velikostí nové dodávky,
- pojistnými zásobami,
- optimalizací zásob.

Základním úkolem řízení zásob je minimalizace celkových nákladů spojených s existencí zásob.

Řízení zásob ve vztahu na plynulý průběh výrobního procesu při optimální vázanosti kapitálu ovlivňují především následující faktory:

- nákupní strategie,
- pružnost dodavatelů,
- úroveň logistických procesů podniku,
- úroveň technické přípravy a plánování v podniku,
- rozsah sortimentu,
- úroveň řízení,
- charakter a trend spotřeby (Synek, 2011).

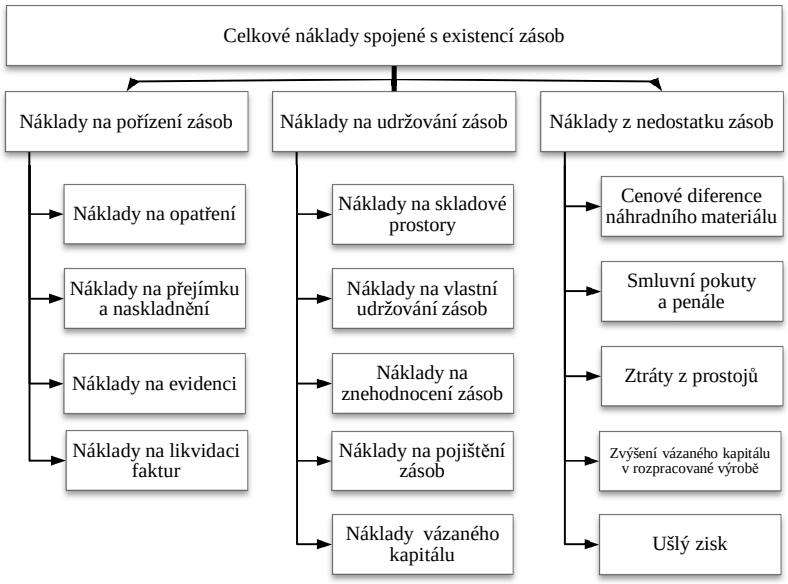
Při objemu běžně skladovaných položek zásob a stále se zvyšujících požadavků na jejich řízení je nutné zdůraznit nezastupitelnou úlohu kvalitního softwarového řešení řízení zásob. Důležitá jej jeho provázanost do ostatních oblastí řízení podniku jako například plánování výroby, plánování údržby, účetnictví a controlling. Bez kvalitního softwarového řešení zásoby prakticky nelze efektivně řídit.

1.3.1 Náklady spojené s existencí zásob

Při praktickém řízení zásob se náklady na jejich udržování dělí do 3 hlavních skupin:

- **náklady opatřovací**, charakterizované jako náklady na objednání od okamžiku zjištění potřeby až do realizace objednávky ve formě příjmu zboží,
- **náklady skladovací**, které jsou náklady na skladování, udržování, manipulaci, úroky, ztráty ze skladování zásob,
- **náklady z nedostatku**, tj. zejména ztráty z prostoje kapacit, cenové diference, pokuty a ušlý zisk.

Zařazení různých podskupin nákladů spojených s pořízením a udržováním zásob do výše uvedených kategorií je uvedeno na obr. 1.



Obrázek 1 – Náklady spojené s řízením zásob
Zdroj: vlastní zpracování podle Sixty (2010, s. 100)

Podle Sixty (2009) se v praxi často některé náklady spojené s řízením zásob podrobně nesledují a podceňují, což vede k chybným rozhodnutím při optimalizaci zásob.

1.3.2 Rizika spojená s řízením zásob náhradních dílů

S ohledem na velké množství faktorů ovlivňujících řízení zásob náhradních dílů (dále jen ND) existuje vysoká pravděpodobnost, že v případě nekoncepčního přístupu, dojde k jejich selhání. Selhání řízení zásob ND mají zpravidla procesní charakter a provázejí je následující rizika:

- nepřiměřeně vysoká hodnota skladových zásob,
- rostoucí, ale neopodstatněný trend nárůstu zásob,
- vysoký podíl neprodejných, neefektivních položek,
- nedostatečná zásoba a deficity některých položek,
- zvýšení nákladů na skladování,
- zvýšení nákladů na objednávání,
- časté využívání expresních objednávek.

Tato selhání vedou k růstu nákladů na udržování zásob a jsou předmětem optimalizace řízení zásob ND.

1.3.3 Charakter poptávky po dané položce zásob

Charakter poptávky určuje metodu řízení konkrétní položky zásob. Poptávka po určité položce zásob se svým charakterem dělí v podstatě na dva základní typy:

Závislá poptávka je typická pro materiál a suroviny používané pro výrobu konečného výrobku. Poptávku lze přesně stanovit na základě plánované spotřeby většinou ve formě kusovníků v podnikovém plánovacím systému, anglicky *Enterprise Resource Planning - ERP* (dále jen ERP). V případě ND se jedná o poptávku v rámci plánované údržby.

Nezávislá poptávka je charakteristická tím, že nemá přímý vztah k výrobě konečného produktu, nebo jiné plánované aktivitě podniku (například plánované údržbě). Pro uspokojení nezávislé poptávky podnik stanovuje pojistnou zásobu na základě odhadu budoucí spotřeby. Typickým příkladem nezávislé poptávky je poptávka po ND v případě reaktivní údržby (oprav po poruše).

1.3.4 Segmentace a diferenciované řízení zásob

Skladová zásoba běžného podniku se běžně skládá z tisíců položek. Není proto efektivní věnovat všem položkám stejnou pozornost (Sixta, 2009).

Přesné a efektivní řízení zásob vyžaduje jejich segmentaci podle vhodných kritérií. V praxi se obvykle provádí kombinace několika vyhodnocení, například:

- ABC analýza,
- XYZ analýza,
- Segmentace dle četnosti spotřeby (identifikace nízkoobrátkových zásob),
- Segmentace dle hodnocení kritičnosti položky,
- Segmentace dle dostupnosti položky,
- Segmentace dle charakteru spotřeby (sporadická spotřeba, …).

Segmentace zásob umožňuje diferencovaný přístup k jejich řízení a hospodárné využívání zdrojů podniku. Podle klasifikace zásob se volí modely jejich řízení, četnost kontroly správnosti nastavení základních parametrů pro jejich hladinové řízení a predikci spotřeby. Těmito parametry jsou například dodací lhůta, dávka, stupňovité ceny, charakter spotřeby (četnost a množství), doba použitelnosti dílu, záruční lhůty a podobně.

Analýza ABC

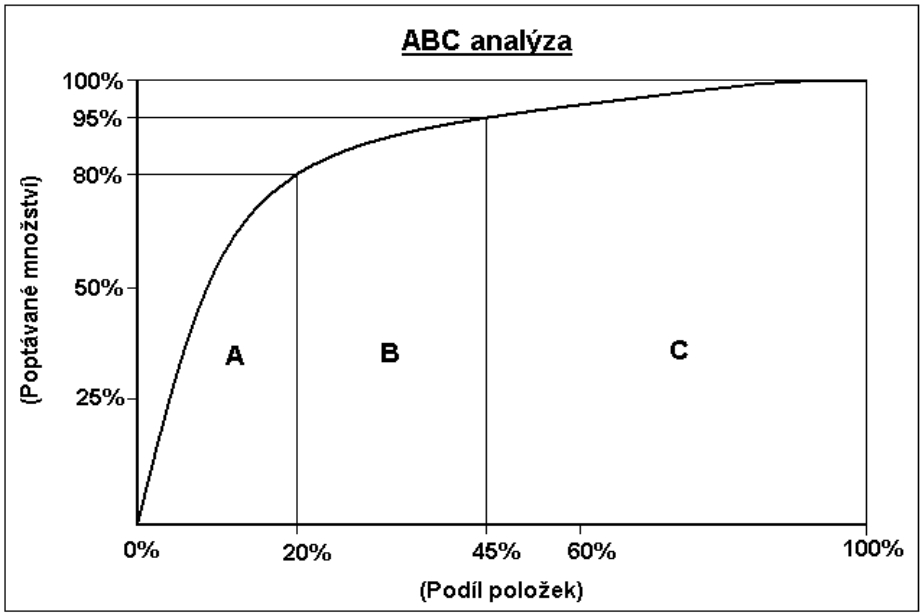
Analýza ABC vychází z tzv. Paretova pravidla, podle kterého často zhruba 80 % důsledků vyplývá z přibližně 20 % počtu možných příčin, viz obr. 2. V oblasti řízení zásob to znamená, že malá část položek představuje většinu hodnoty spotřeby. Při řízení zásob je potom potřeba koncentrovat pozornost na omezený počet skladových položek, či dodavatelů (Sixta , 2009, s. 66).

Kategorie A představuje přibližně 20 % položek zásob, které tvoří zhruba 80 % spotřeby a váží největší objem kapitálu. Tyto položky je důležité trvale sledovat, stanovit exaktní metody řízení jejich zásob, optimalizovat dodávkový cyklus, velikost dávky a velikost pojistné zásoby. Pravidlem také bývá nejvyšší stupeň zabezpečení proti deficitu pohotové zásoby, neboli pokrytí požadavků s určenou pravděpodobností (logistický servis).

Kategorie B zahrnuje dalších přibližně 15 % hodnoty spotřeby zásob. K řízení těchto zásob se používají méně složité metody, jejich dodávky jsou méně časté. Velikost dodávek i pojistná zásoby bývá zpravidla vyšší, než u kategorie A.

Kategorie C označuje méně důležité položky, jejichž spotřeba činí zbývajících 5 % z celkové hodnoty. Pro řízení těchto zásob se používají jednoduché metody. Doporučuje se použít metodu 2 zásobníků, případně P-systém objednávání. Pojistná zásoba se jednoduše stanovuje na základě průměrné spotřeby předchozího období obvykle s vyšší rezervou, aby nebylo nutné tyto položky často objednávat (Sixta, 2009). V praxi nebývá neobvyklé, že se pojistná zásoba této kategorie stanovuje odhadem a materiál se objednává teprve v okamžiku potřeby.

V některých pramenech je také zmiňována **kategorie D**, což jsou položky zásob bez obratu. Může se jednat například o strategickou havarijní zásobu materiálu a náhradních dílů, nebo o nepotřebné zásoby, které je vhodné z důvodu nákladů na skladování prodat, či zlikvidovat (Tomek, 2007).



Obrázek 2 – Lorenzova křivka
Zdroj: Sixta (2009, s. 67)

Analýzu ABC lze aplikovat při řízení zásob náhradních dílů následujícími způsoby:

- **ABC analýza skladových zásob ND dle hodnoty**

  Jedná se o základní vyhodnocení a klasifikaci veškerých zásob v podniku včetně zásob náhradních dílů. Na základě této analýzy se koncentrujeme na nákladově nejnáročnější položky.

- **ABC analýza spotřeby ND dle hodnoty**

  Tato ABC analýza, která je u běžných materiálů poměrně efektivní, může být v případě ND zavádějící. Důvodem je to, že některé kritické ND jsou spotřebovány pouze sporadicky a jsou v tomto případě klasifikovány v kategorii C a D.

- **ABC analýza spotřeby a zásob ND dle množství**

  Tato analýza se v případě řízení zásob ND provádí pouze orientačně a to z toho důvodu, že některé ND, typicky např. spojovací materiál, mohou být spotřebovávány v obrovských množstvích při současně nízké pořizovací ceně.

Dalším dělení podle obratovosti zásob je dělení na nízkoobratové a bezobratové zásoby.

- **Nízkoobratové zásoby (slow movers)**

  U náhradních dílů se v praxi sledují takové zásoby, kde rychlost jejich obratu je větší než 1 až 2 roky podle charakteru provozu. Často se jedná o zbytky zásob výběhových dílů. V takovém případě je vhodné posoudit jejich likvidaci.
- **Bezobratové zásoby**

  Někdy je tato skupina zásob uváděna jako kategorie D rozšířené ABC analýzy. U zásob ND s rychlostí obratu nad 2 roky hrozí nebezpečí zastarání a nepoužitelnosti zásob. Jedná se často o díly, které byly vyhodnoceny jako kritické. Bezobratové zásoby je nutné periodicky kontrolovat, v případě zastarání odprodat či zlikvidovat.

Analýza XYZ

Analýza XYZ zohledňuje přesnost předpovědi poptávky. Zásoby se rozdělují do skupin podle toho, jaká je u jednotlivých položek možnost přesné předpovědi poptávky / spotřeby. Přesnost předpovědi je charakterizovaná jako vysoká, střední a nízká.

- **Kategorie X** představuje položky s rovnoměrným, nebo snadno prognózovatelným průběhem poptávky.
- **Kategorie Y** jsou položky se střední přesností předpovědi poptávky.
- **Kategorie Z** reprezentuje položky se zcela nepravidelným průběhem poptávky.

V praxi se často kombinuje metoda ABC s metodou XYZ. Vzniká tak matice o 9 polích, na základě které lze odvodit strategii řízení zásob, viz obr. 3. Položky AX, BX, příp. AY představují položky vhodné pro metodu just-in-time (JIT). Největší optimalizační potenciál skýtají položky AX, BX, AY. Zvláštní pozornost zasluhují položky AY, AZ, BZ, které jsou obtížně řiditelné, ale mohou představovat vysokou hodnotu zásob.

Kategorie	A	B	C
X	Vysoká hodnota spotřeby	Prostřední hodnota spotřeby	Nižší hodnota spotřeby
	Vysoká kvalita prognózy	Vysoká kvalita prognózy	Vysoká kvalita prognózy
Y	Vysoká hodnota spotřeby	Prostřední hodnota spotřeby	Nižší hodnota spotřeby
	Střední kvalita prognózy	Střední kvalita prognózy	Střední kvalita prognózy
Z	Vysoká hodnota spotřeby	Prostřední hodnota spotřeby	Nižší hodnota spotřeby
	Nižší kvalita prognózy	Nižší kvalita prognózy	Nižší kvalita prognózy

Obrázek 3 – Matice ABC/XYZ
Zdroj: vlastní zpracování

Hodnocení kritičnosti materiálu pro provoz

Kritičnost položky je doplňující hodnocení k nákladové segmentaci zásob. V případě ND toto hodnocení hraje klíčovou roli. Jedná se o základní rozdělení na kritické a nekritické náhradní díly. Obecně lze za kritickou položku zásob označit takovou položku, u které náklady z nedostatku zásob převyšují náklady na držení zásob.

Pomocnými prostředky pro stanovení kritických ND je analýza úzkého místa kapacit technologií podniku a analýza dostupnosti zařízení OEE (anglicky *Overall Equipment Eficiency*, dále jen OEE). Přesto je tato analýza více subjektivní, než analýza ABC. V praxi je patrný trend manažerů výroby a údržby zařazovat položky do kategorií s vyšší důležitostí.

Zásoby se dle kritičnosti dělí na:

- Velmi důležité položky.
- Důležité položky.
- Středně důležité položky.
- Málo důležité položky.

Podle zařazení do jednotlivých kategorií se volí vhodný model řízení zásob a požadovaná míra obsluhy.

Segmentace dle dostupnosti položky

Dostupnost položky ovlivňuje především, jestli se jedná o speciální, nebo běžný výrobek, dále potom počet vhodných dodavatelů a délka pořizovací lhůty.

Segmentace dle charakteru spotřeby

Podle charakteru spotřeby se zásoby dělí na položky s běžnou spotřebou a na položky se sporadickou spotřebou.

1.3.5 Systémy řízení zásob

Systémy řízení zásob se přizpůsobují charakteru poptávky.

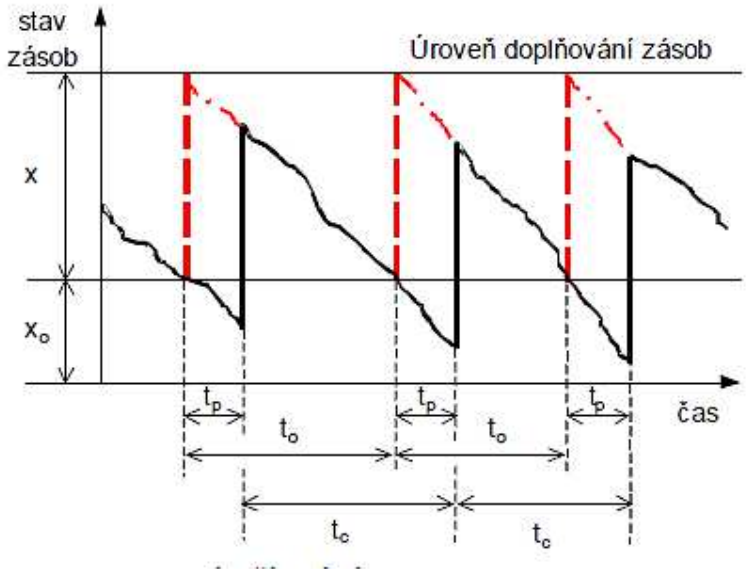
Řízení zásob v podmínkách jistoty, které se uplatňuje v případě závislé poptávky, se řídí plánem. V případě materiálových zásob jde většinou o výrobní plán, v případě zásob ND o plán údržby. Cílem je zabezpečit správné množství materiálu nebo ND s dostatečným, nikoliv však příliš dlouhým, předstihem před plánovanou spotřebou. V praxi se lze setkat s pojmem „řízení zásob potřebou“.

Řízení zásob v podmínkách nejistoty se uplatňuje v případě nezávislé (neplánované) poptávky, pro kterou je typické, že se musí předpovídat. Chyby předpovědi je vhodné eliminovat pojistnou zásobou, jejímž stanovením se zabývá řada autorů a vybrané metody stanovení pojistné zásoby (dále jen PZ) jsou popsány v kapitole 1.3.7. V praxi se lze setkat s pojmem „řízení zásob spotřebou“.

Spotřeba zásob v podmínkách nejistoty je neplánovaná, má pravděpodobnostní charakter a dochází ke kolísání zásob kolem střední hodnoty. K vyrovnání kolísání se prakticky používají 2 systémy řízení zásob, kdy se buď přizpůsobuje interval dodávek, nebo velikost dodávek.

Q-systém (Fixed Order Quantity Model)

Cílem Q-systému je objednávat takové množství, kde jsou náklady na pořízení a skladování zásob nejnižší. Kolísání poptávky je vyrovnáváno přizpůsobením frekvence objednávek, termín objednání se odvozuje z postupné spotřeby položky zásob, viz obr. 4. Menší objednací množství vede ke zvýšení počtu dodávek a tím k růstu nákladů na pořízení. Naopak vyšší objednací množství vede k růstu skladových zásob a růstu nákladů na skladování.



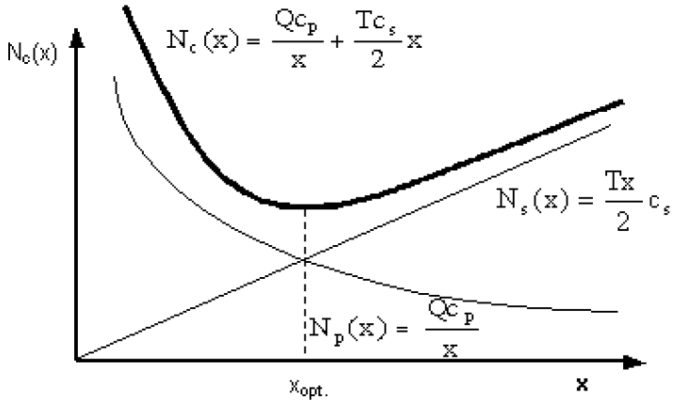
Obrázek 4 – Q-systém řízení zásob
Zdroj: Sixta (2009, s. 68)

Náklady na pořízení zásob lze vyjádřit ze vztahu (1), náklady na skladování ze vztahu (2). Součtem těchto nákladových položek je funkce celkových nákladů (3), grafické znázornění je na obr. 5.

$$N_p x = \frac{Q}{x} c_p \tag{1}$$

$$N_s x = \frac{x}{2} T_c \tag{2}$$

$$N_c x = \frac{Q}{x} c_p + \frac{x}{2} T_c \tag{3}$$



Obrázek 5 – Bipolární nákladová struktura
Zdroj: Sixta (2009, s. 80)

Optimální objednací množství se nejčastěji stanovuje pomocí Harrisova-Wilsonova vzorce (4).

$$x_{opt} = \sqrt{\frac{2Qc_p}{Tc_s}} \tag{4}$$

V případě ND, u kterých hrozí, že náklady z nedostatku zásob výrazně převýší náklady na skladování, je vhodné využít upravený výpočet (5) pro model s nedostatkem zásob.

$$x_{opt} = \sqrt{\frac{2Qc_p}{Tc_s}} \sqrt{\frac{c_z}{c_s + c_z}} \tag{5}$$

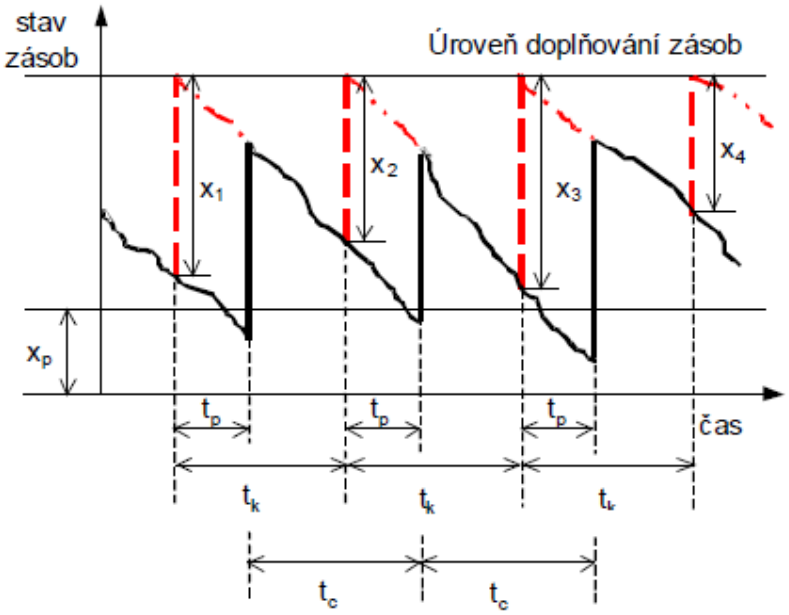
Dle zkušeností autora bývá stanovení optimální velikost dodávky v podnikové praxi složité, protože často nejsou k dispozici potřebná data, především všechny složky nákladů na pořízení, nákladů na skladování a nákladů z nedostatku zásob.

Q-systém řízení zásob lze doporučit pro vysokonákladové položky zásob. Výhodou je nižší průměrná zásoba ve srovnání s P-systémem.

P-systém (fixed time period model)

Jak z názvu vyplývá, systém je založen na principu, že v určenou, pevně stanovenou, periodu je objednáváno nestejné množství zásob, které pokrývá kolísání zásob, viz obr. 6. Jedná se tedy o systém s periodickým sledováním a pořizováním zásob. V praxi lze tento

systém doporučit pro méně důležité položky zásob kategorie C, především pak pro položky, které lze sdružit do jedné dodávky od určitého dodavatele. Protože ale objednané množství musí pokrýt poptávku na celou další periodu, je zpravidla úroveň pojistných zásob P-systému vyšší, než u Q-systému.



Obrázek 6 – P-systém řízení zásob
Zdroj: Sixta (2009, s. 69)

Systém dvou zásobníků (two – bin system)

Alternativou k P-systému a Q-systému řízení zásob je Systém dvou zásobníků, kdy existují buď fyzicky, nebo evidenčně 2 různě velké zásobníky pro určitou položku zásob. Větší plní funkci zajištění běžné obratové zásoby a menší pojistné zásoby. Vyčerpání zásob většího zásobníku znamená automatický pokyn pro vystavení objednávky. Poptávka po položce zásob do doby příjmu na sklad je pokryta pojistnou zásobou menšího zásobníku.

Dalším hlediskem pro dělení systémů řízení zásob může být počet řídících ukazatelů neboli hladin řízení zásob. Podle toho se dělí na:

- jednohladinové – kontrolní výše zásob je stanovena jedním ukazatelem, např. pojistnou zásobou,

- dvouhladinové – v praxi nejčastěji systém „mini – maxi“, kdy je stanovena minimální a maximální úroveň zásob,
- vícehladinové – představuje kombinaci více ukazatelů, např. mini – maxi s pojistnou zásobou a plánovanou potřebou generovanou ERP (Tomek, 2007).

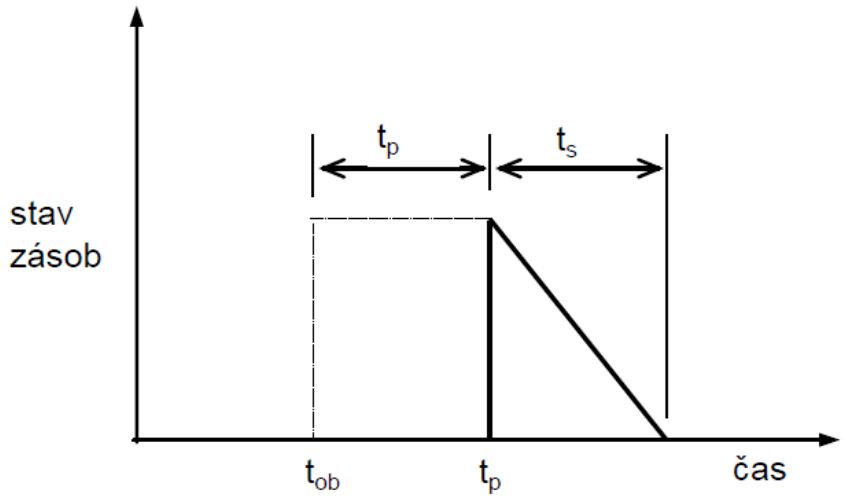
1.3.6 Modely řízení zásob

V praxi se lze setkat se s širokou škálou specifických situací, na které teorie zareagovala celou řadou modelů.

Základní členění modelů řízení zásob podle způsobu doplňování zásob je na:

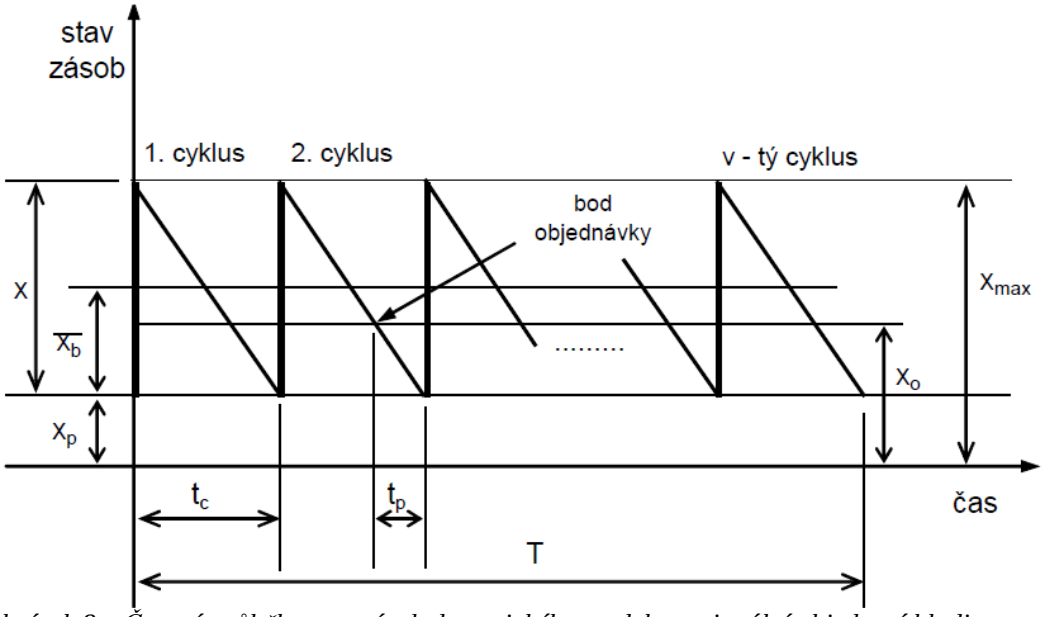
- statické modely řízení zásob a
- dynamické modely řízení zásob.

Statické modely jsou charakteristické tím, že pořízení zásoby se realizuje jednou dodávkou bez možnosti dalšího doplnění, viz obr. 7. Při řízení zásob ND tento model prakticky nenajde využití.



Obrázek 7 – Časový průběh stavu zásob statického modelu
Zdroj: Sixta (2009, s. 73)

Dynamické modely se naopak týkají položek, které jsou vedeny na skladě a pravidelně se doplňují, viz obr. 8.



Obrázek 8 – Časový průběh stavu zásob dynamického modelu se signální objednací hladinou
Zdroj: Sixta (2009, s. 64)

Další členění modelů řízení zásob je založeno na charakteru poptávky a rozlišují se:

- **Deterministické modely**, které jsou založeny na přesně známých charakteristikách poptávky, dodací lhůty a skladových zásob.
- **Stochastické modely** vycházející z pravděpodobnostního charakteru poptávky, příp. délky pořizovací lhůty.
- **Nedeterministické modely**, kde není známo nic o spotřebě či poptávce.

Z hlediska četnosti výskytu v praxi převládají dynamické modely řízení zásob. Ve vztahu k řízení zásob ND jsou typické dynamické, stochastické modely, které vychází z historických skutečností, kalkulují s určitou mírou rizika a vedou k výsledku s určitou pravděpodobností. Nedeterministické modely jsou využívány zřídka především v případě řešení nových problémů, mohou být řešeny pomocí simulací.

Účelem této práce není zmapovat veškeré metody popsané pro řízení zásob. Autor se bude nadále věnovat v kapitole 1.3.8 pouze vybraným představitelům metod v praxi použitelných pro řízení zásob ND a pokusí se popsat jejich výhody a nevýhody.

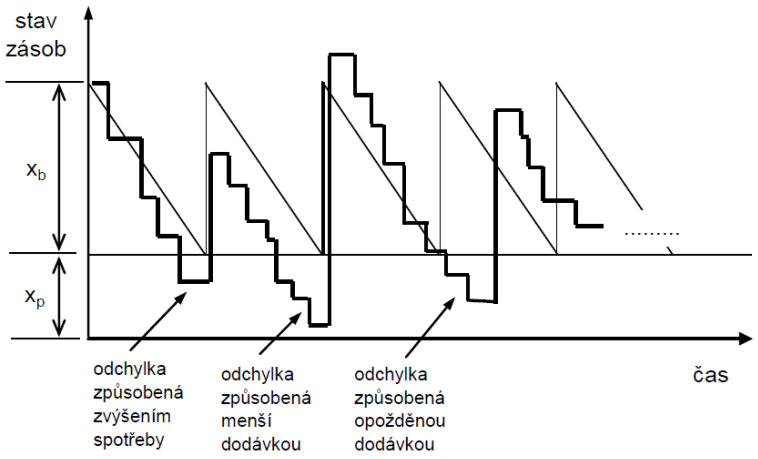
1.3.7 Pojistná zásoba

V případě řízení zásob v podmínkách nejistoty nejsou spotřeba, dodávka a dodací lhůta ND absolutně determinovány, mají pravděpodobnostní charakter a dochází k jejich kolísání.

Z toho důvodu se v praxi často rozšiřuje vypočtená optimální obratová zásoba o dodatečnou pojistnou zásobu, která má za úkol pokrývat 2 základní druhy odchylek:

- odchylky na straně vstupu (zpoždění dodávek, odchylka množství, vadné dodávky),
- odchylky na straně výstupu (vyšší, než očekávaná potřeba) (Sixta, 2009).

Vyrovnávací funkci pojistné zásoby dobře ilustruje obrázek 9.



Obrázek 9 – Pojistná zásoba a odchylky v průběhu pohybu zásob
Zdroj: Tomek (1999, s. 194)

Odchylky v zásobovacím a odbytovém procesu mohou vést ke zvýšení, nebo naopak snížení stavu zásob oproti plánovanému stavu. Pojistná zásoba může tyto odchylky pokrýt pouze do určité míry.

Výpočet pojistné zásoby je ovlivněn řadou faktorů. Mezi nejdůležitější patří:

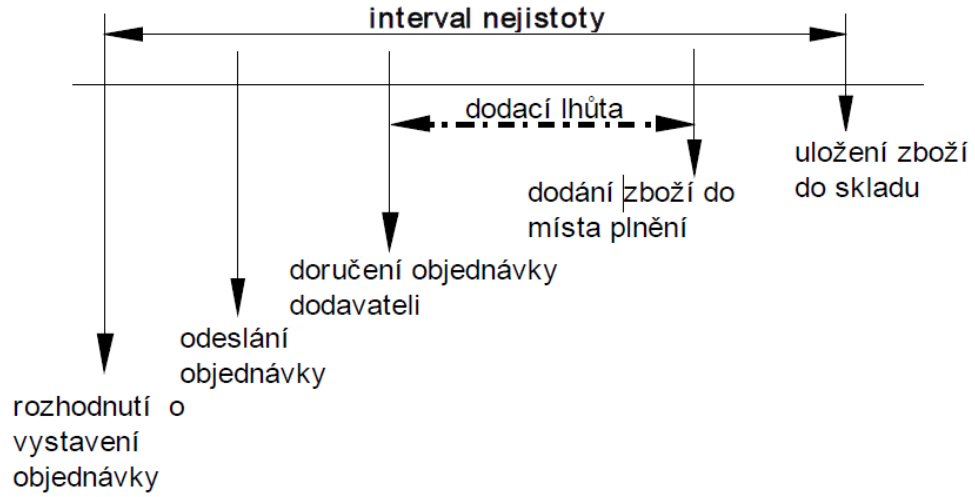
- spolehlivost zabezpečení proti vzniku nedostatku zásob,
- délka intervalu nejistoty,
- intenzita odchylek.

Spolehlivost zabezpečení udává, jak pojistná zásoba chrání podnik před neplánovaným vyčerpáním zásoby a v praxi se měří pomocí 2 ukazatelů:

- Stupně úplnosti dodávky α (někdy také značen míra obsluhy, zákaznický servis), který udává pravděpodobnost, že v rámci jednoho cyklu nedojde k vyčerpání zásoby.
- Stupně pohotovosti dodávky β (někdy značen jako míra plnění dodávek), který lze definovat jako pravděpodobnost, že objednávku položky lze plně uspokojit ihned po jejím uplatnění ze skladové zásoby.

S rostoucí spolehlivostí zabezpečení roste pojistná zásoba nadproporcionálně, velmi vysoký stupeň spolehlivosti zabezpečení může být dosažen jen za cenu extrémně vysoké pojistné zásoby a tomu odpovídajících nákladů (Sixta, 2009).

Délka intervalu nejistoty je definována okamžikem, kdy byla naposledy známa skutečná velikost zásoby ND, respektive okamžikem rozhodnutí o pořízení ND a okamžikem, kdy je ND uložen na sklad, viz obr. 10. V praxi bývá nejdelší složkou intervalu nejistoty dodací lhůta.

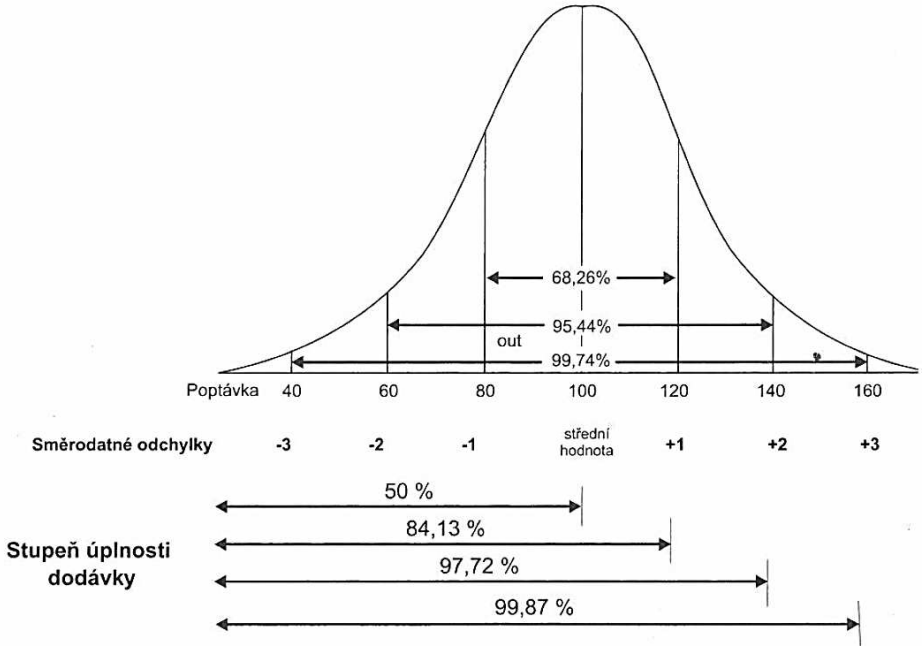


Obrázek 10 – Interval nejistoty pořízení zásob ND
Zdroj: Sixta (2009, s. 115)

Intenzita odchylek je intenzita kolísání faktorů ovlivňujících velikost pojistné zásoby. Měří se nejčastěji pomocí rozptylu a směrodatných odchylek velikosti spotřeby, dodávek a intervalu nejistoty. S rostoucí intenzitou odchylek se zvětšuje i pojistná zásoba (Sixta, 2009).

Při výpočtu pojistné zásoby se vychází z předpokladu normálního rozdělení náhodných veličin spotřeby, dodávek a intervalu nejistoty, který je však vhodné potvrdit příslušným testem (např. Chí-kvadrát test dobré shody).

Jak lze dobře dokumentovat z obrázku 11, pokud lze popsat kolísání poptávky normálním rozdělením, pokryla by pojistná zásoba ve výši 2 směrodatných odchylek poptávku z 95,44 %. Protože pro stanovení pojistné zásoby je rozhodující pouze odchylka zmenšující zásobu, tak pojistná zásoba ve výši 2 směrodatných odchylek ve skutečnosti pokryje 97,72 % poptávek



Obrázek 11 – Normální rozdělení poptávky
Zdroj: Sixta (2009, s. 106)

Pojistnou zásobu lze vypočítat jako určitý K-násobek, kde K se nazývá pojistný faktor, celkové směrodatné odchylky σ_c a platí pro ni obecný vztah:

$$x_p = K\sigma_c \qquad (6)$$

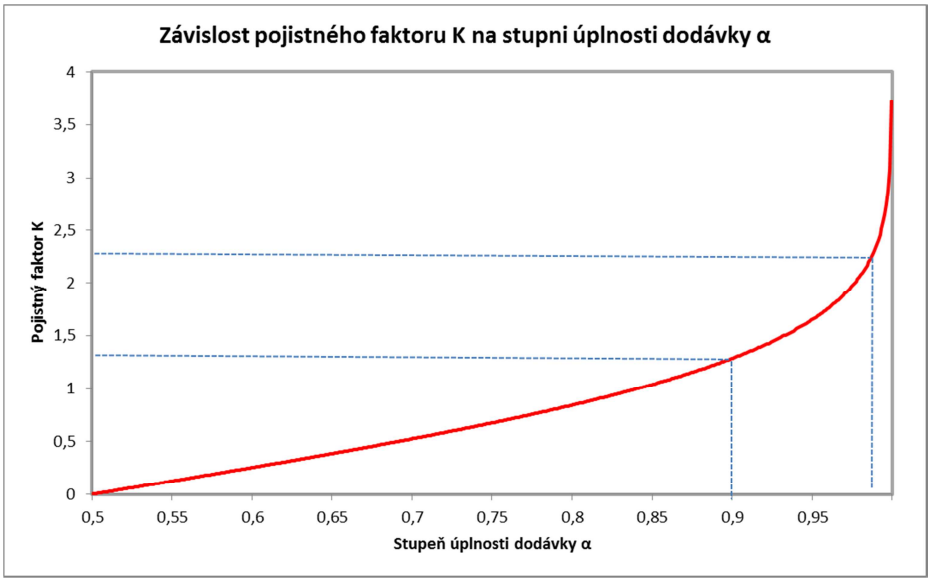
Z uvedeného vztahu vyplývá, že výši pojistné zásoby ovlivňují pojistný faktor a celková směrodatná odchylka.

Pojistný faktor zajišťuje ve výpočtu požadovanou spolehlivost zabezpečení proti odchylkám. V zásadě se nechá stanovit 2 metodami:

- **autonomně**, bez nákladového kritéria, kdy se vychází ze zkušenosti managementu, v případě nedostatku dat je tento způsob jediný možný,
- **nákladovým způsobem**, který vychází z předpokladu, že při optimálním stupni zabezpečení jsou náklady na udržování zásob plně kompenzovány eliminací nákladů z nedostatku zásob. Nákladově optimální stupeň úplnosti dodávky pak lze stanovit z výrazu 7.

$$\alpha = 1 - \frac{c_s x}{c_z Q} \qquad (7)$$

Hodnotu pojistného faktoru lze potom zjistit pomocí běžného statistického softwaru, nebo dohledat ve statistických tabulkách (viz příloha A).



Obrázek 12 – Závislost pojistného faktoru K na stupni úplnosti dodávky α
Zdroj: vlastní zpracování dle Sixty (2009, s. 112)

Z obrázku 12 je patrné, že vztah stupně zabezpečení dodávky a pojistného faktoru není lineární. Vyšší stupeň zabezpečení znamená nadproporcinální růst nákladů na udržování zásob. Jako efektivní pro řízení zásob ND se jeví v závislosti na charakteru položky pojistný faktor v intervalu 1,3 – 2,3, který odpovídá 90% - 99% stupni úplnosti dodávky.

Pro výpočet pojistné zásoby existuje nepřeberné množství metod. To je způsobeno tím, že je zpravidla velmi obtížné nalézt univerzální metodu, která by postihla všechny zdroje nejistoty a zároveň by byla v praxi dobře aplikovatelná z hlediska náročnosti zpracování a dostupnosti podnikových dat.

Stanovení normy velikosti pojistné zásoby nemůže být jednorázový výpočet. Velikost pojistné zásoby je třeba periodicky aktualizovat v závislosti na změnách vstupních veličin. Dle zkušenosti autora je optimální normu PZ automaticky propočítat při každém překročení jakékoliv hladiny řízení zásob.

1.3.8 Vybrané metody stanovení pojistné zásoby

Stanovení správné pojistné zásoby je těžištěm řízení zásob. Metody stanovení pojistné zásoby se v posledních 30 letech rychle vyvíjely. To je dáno především pokrokem v oblasti elektronických a počítačových systémů sledování a řízení zásob.

Metody pro stanovení PZ lze v podstatě shrnout do následujících kategorií:

- Intuitivní stanovení PZ.
- Jednoduché výpočetní metody.
- Exaktní matematické a statistické metody.
- Simulační metody.

Další část této práce se bude věnovat vybraným zástupcům metod stanovení PZ.

Metoda stanovení poptávky na úrovni 50 % poptávky během pořizovací lhůty (M1)

Tuto metodu popsal Gordon Graham v roce 1987. Jedná se o jednoduché stanovení pojistné zásoby ve výši 50 % z průměrné spotřeby (poptávky) za průměrné období nejistoty.

$$x_p = 0{,}5\bar{p}\bar{t}_p \qquad (8)$$

Tato metoda je poměrně nepřesná, nezohledňuje variabilitu na straně poptávky ani zásobovacího řetězce. Jak dále Graham uvádí, požadavky na spolehlivost zabezpečení je případně možné u kritických dílů měnit zvýšením koeficientu pojistné zásoby např. o 20 %.

Metoda byla poplatná své době, kdy nebylo snadno dostupné softwarové a hardwarové řešení řízení zásob a podniky nedisponovaly přesnými informacemi o stavu a průběhu řízení zásob. Řízení zásob se touto metodou velmi zjednodušuje, ovšem na úkor přesnosti a nákladovosti.

Metoda podle koeficientu jištění (M2)

Podstatou této metody je stanovení pojistné zásoby na základě koeficientu jištění z příslušné tabulky (tab. 1). Koeficient jištění se vyhledává zpravidla na základě konkrétní bodovací škály kritérií určujících pojistnou zásobu, viz tab. 2. Pojistná zásoba se pak vypočítá ze vztahu (9).

$$Z_p = M_{pl} * k_j \qquad (9)$$

Výhodou této metody je, že je velmi jednoduchá a nevyžaduje zvláštní matematické, či statistické znalosti, ani softwarové vybavení. Nevýhodou je, že není možné pokrýt jednou univerzální bodovací škálou celou šíři faktorů ovlivňujících řízení zásob a je nutné mít zpracované různé varianty bodovací škály, případně koeficientů jištění pro specifické případy.

S ohledem na to, že tato metoda spoléhá z části na subjektivní hodnocení kritérií a ani koeficient jištění nemusí přesně vystihovat krátkodobé odchylky v zásobovacím řetězci, lze ji spíše doporučit pro méně důležité položky kategorie C (Tomek, 2007).

Tabulka 1 – Bodovací tabulka pro stanovení koeficientu pojistné zásoby

Bodovací kritérium	K základu 50 připočítáváme body				
	1	3	5	7	9
Zdroje nákupu					
Možnosti a počet náhradních zdrojů	více zdrojů, možno zajistit i v maloobchodě	několik dodavatelů i odběratelů	jeden dodavatel, ale možnost výpomoci jiných odběratelů	jeden dodavatel bez možnosti výpomoci	jen z dovozu
Spolehlivost a úplnost dodávek	bez odchylek v dodávkovém cyklu i v dodávkách	jen menší odchylky v dodávkovém cyklu a v dodávkách (+- 15 až 20 %)	jen menší odchylky v dodávkovém cyklu (+- 15 až 20 %)	i větší odchylky v dodávkovém cyklu a v dodávkách	značně velká nespolehlivost dodavatele
Pružnost a operativnost	dodavatel vždy operativně vypomůže	dodavatel převážně vyjde vstříc mimořádným požadavkům	dodavatel v 50 % případů vyhoví (neplánované dodávky, dodávky před termínem, výpomoci)	dodavatel vypomůže jen v menším počtu případů	dodavatel nepřistupuje na neplánované dodávky
Spotřeba					
Charakter spotřeby	plynulá, pravidelná, stabilní a rytmická	pravidelná, ale kolísání velikosti	drobné kolísání ve výši a rytmu spotřeby 20 %	poměrně méně pravidelná spotřeba	nepravidelná spotřeba, silné kolísání ve výši a rytmu
Zaměnitelnost materiálu	možná záměna z vlastních zdrojů	zpravidla možná záměna z vlastních zdrojů	zpravidla možná záměna z cizích zdrojů	záměna možná, ale náročná na čas a řešení	záměna nemožná
Důsledky nepokrytí spotřeby	minimální	nevýznamné	průměrné	větší	mimořádně velké
Plánovatelnost	výborná	dobrá	průměrná	obtížnější	velmi obtížná

Zdroj: Tomek (2007, s. 126)

Tabulka 2 – Tabulka koeficientu jištění pro výpočet pojistné zásoby

Skupina zásob		A	A/B	B	C	D
Frekvence dodávek za rok		12	6	4	2	1
Dodávkový cyklus v měsících		1	2	3	6	12
Varianta	**Počet bodů**	**Koeficient při výpočtu z roční spotřeby**				
1.	do 59	0,006	0,008	0,017	0,025	0,050
2.	60-69	0,011	0,016	0,033	0,050	0,100
3.	70-74	0,017	0,025	0,050	0,075	0,150
4.	75-79	0,024	0,033	0,067	0,100	0,200
5.	80-84	0,028	0,042	0,083	0,125	0,250
6.	85-89	0,033	0,050	0,100	0,150	0,300
7.	90-94	0,039	0,058	0,117	0,175	0,350
8.	95-97	0,044	0,067	0,133	0,200	0,400
9.	98 a více	0,050	0,075	0,150	0,225	0,450

Zdroj: Tomek (2007, s. 127)

Metoda stanovení pojistné zásoby pomocí směrodatné odchylky velikosti potřeby a délky pořizovací lhůty a průměrné velikosti potřeby (M3)

Jedná se o jednoduchou, přibližnou metodu, protože směrodatné odchylky poptávky se sčítají, přičemž v praxi se mohou z části zastupovat (10). Navíc není zohledněno možné kolísání dodávek. Z toho důvodu je tato metoda vhodná spíše po položky kategorie B a C.

$$x_p = K(\sigma_p + \bar{p}\sigma_{tn}) \tag{10}$$

Metoda stanovení pojistné zásoby pomocí směrodatné odchylky velikosti potřeby a délky pořizovací lhůty a průměrné velikosti potřeby a dodací lhůty (M4)

Tato metoda se vypořádává s nedostatky metody předchozí, uvažuje společný vliv kolísání poptávky a délky intervalu nejistoty, viz výraz (11). Zároveň část PZ pro krytí výkyvů v dodávkách zastupuje PZ pro krytí výkyvů v poptávce. Jedná se o poměrně komplexní metodu, která je pro vyšší náročnost výpočtu vhodná aplikovat na položky kategorie A a kritické položky zásob.

$$x_p = K\sqrt{\bar{t_n}\sigma_p^2 + \bar{p}^2\sigma_{tn}^2} \tag{11}$$

Podmínkou aplikace této metody je, že vlastní dodávky nejsou významným zdrojem nejistoty.

Metoda stanovení pojistné zásoby pomocí směrodatné odchylky velikosti potřeby během pořizovací lhůty; zjednodušený výpočet pro zcela nahodilou poptávku (M5)

Tato metoda je vhodná pro položky s nestacionární poptávkou, což může být typický případ ND. Využívá exponenciální vyrovnání s konstantou γ pro popis časové řady. Vyrovnávací konstanta γ může obecně nabývat hodnoty v intervalu $\langle 0, 1\rangle$, přičemž čím vyšší hodnota konstanty, tím se poptávka chová víc nestacionárně. Optimální hodnota konstanty se určí například dle kritéria průměrné čtvercové chyby MSE.

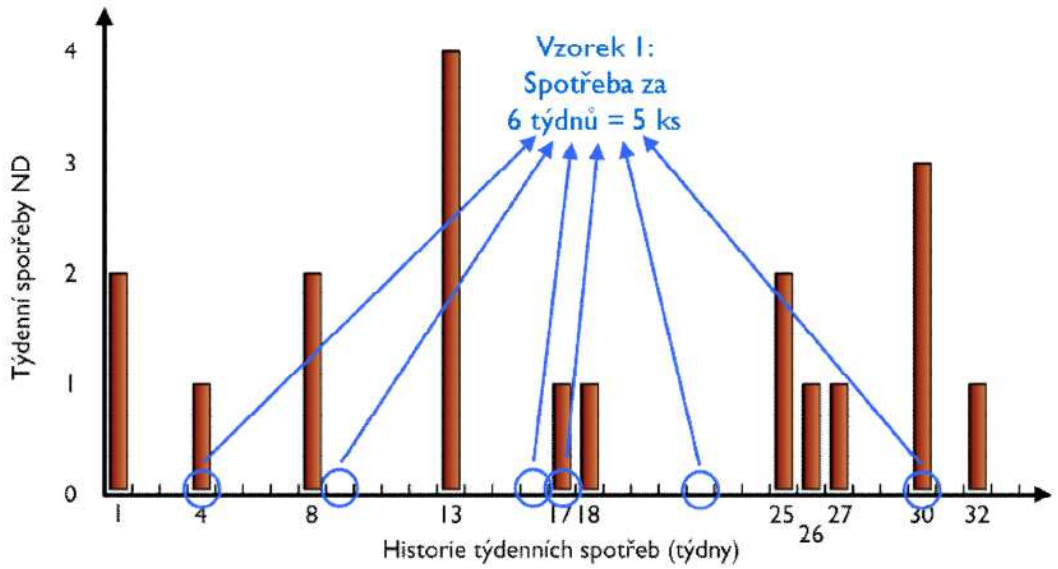
$$x_p = K\sigma_p \sqrt{t_n}\sqrt{1 + \gamma(t_n - 1) + \gamma^2 \frac{t_n + (t_n+1)(2t_n+1)}{6}} \tag{12}$$

Výhodou této metody je, že nejmladší údaje o poptávce mají nejvyšší váhu, tzn. více ovlivňují budoucí vývoj (odhad poptávky) než pozorování starší (Seger, 1995) . Dalším přínos této metody je ten, že v případě nestacionární poptávky se výrazně zvyšuje hladina bezpečnostní zásoby (dále jen BZ).

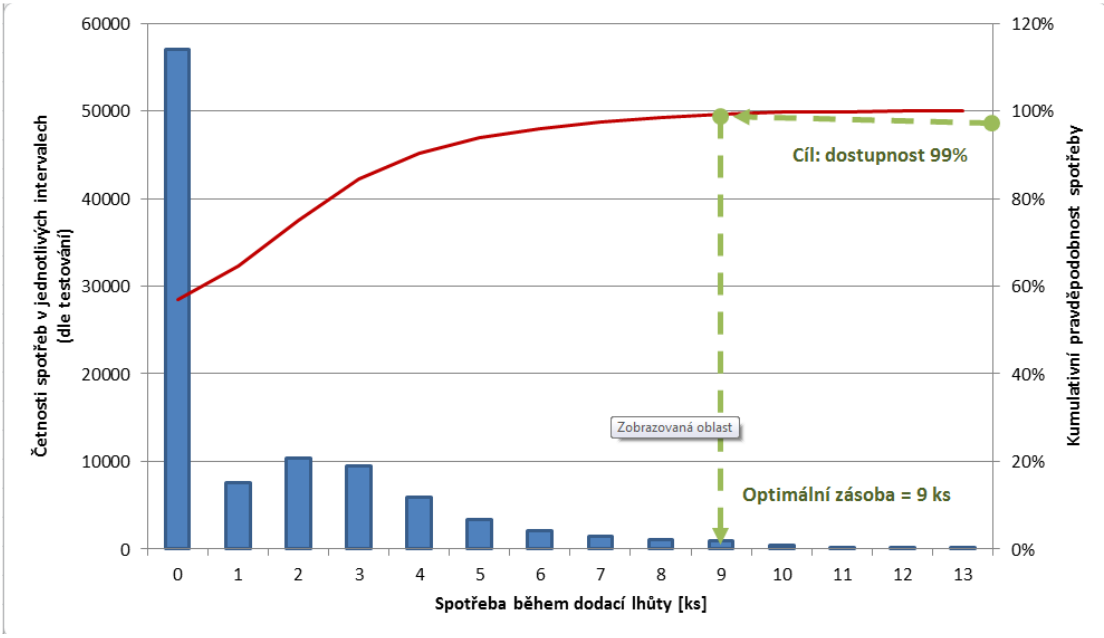
Metoda stanovení pojistné zásoby pomocí stochastické předpovědi budoucí potřeby náhodným vzorkováním – Bootstrapping (M6)

Tuto patentovanou metodu navrhli v roce 2002 autoři Willemain a Smart. Jedná se o simulační statistickou metodu vhodnou pro položky se sporadickou spotřebou a dlouhou dodací lhůtou. Oproti nejpopulárnější metodě nákladového řízení zásob ND pomocí optimálního objednacího množství, anglicky *Economic Order Quantities – EOQ* (dále jen EOQ), které zjednodušeně vychází z předpokladu, že poptávka je ve všech obdobích nezávislá normálně rozdělená, metoda Bootstrapping tento předpoklad nevyžaduje (Willemain, 2004). V Čechách se touto metodou zabývá především Tomáš Hladík. Metoda spočívá v náhodném testování spotřeb v předchozím období. Na příkladu uvedeném na obr. 13 je znázorněna spotřeba vybraného dílu za předchozích 6 měsíců. S ohledem na to, že jeho dodací lhůta je 6 týdnů, je náhodným výběrem testována spotřeba právě v 6 týdenních obdobích. V tomto konkrétním případě byla stanovena spotřeba ve vzorku č. 1 na 5 ks. Tento postup se opakuje minimálně 10 000 krát, doporučuje se 100 000 vzorkování.

Výsledek testování 100 000 vzorků je v podobě histogramu četností spotřeb prezentován na obrázku 14. Podle požadovaného stupně spolehlivosti zabezpečení lze pak z distribuční funkce, která je kumulací relativních četností v histogramu, určit optimální výši zásoby.



Obrázek 13 – Bootstrapping - příklad spotřeby za 6 měsíců
Zdroj: Grenčík (2013, s. 122)



Obrázek 14 – Stochastická předpověď spotřeby: histogram četností spotřeb
Zdroj: vlastní zpracování dle Grenčíka (2013, s. 123)

1.3.9 Ukazatele řízení zásob

Ukazatele řízení zásob poskytují informace o tom, jak efektivně jsou zásoby řízeny. Mezi základní ukazatele patří rychlost obratu zásob (RO) a doba obratu zásob (DO).

$$RO = \frac{celková\ spotřeba}{průměrná\ zásoba} \quad (13)$$

Rychlost obratu udává, kolikrát za rok se průměrná zásoba spotřebuje.

$$DO = \frac{360}{RO} = \frac{průměrná\ zásoba}{jednodenní\ spotřeba} \quad (14)$$

Doba obratu udává, za kolik dní se průměrná zásoba spotřebuje.

S ohledem na specifičnost ND je využití těchto ukazatelů pro řízení zásob nedostatečné a zavádějící.

Kromě těchto ukazatelů se v podnikové praxi sledují trendy celkového objemu zásob ND, a jejich průřezů jako např. zásob bezobrátkových (nízkoobrátkových dílů).

1.3.10 Specifické znaky řízení zásob náhradních dílů

„Spare parts are the lifeblood of operational reliability and plant capacity.“ (Slater, 2012), neboli: *Náhradní díly jsou životní mízou provozní spolehlivosti a kapacity podniku.*

Řízení zásob náhradních dílů je specifické především požadavkem na jejich dostupnost. Zatímco u běžných materiálových zásob se požadovaná dostupnost pohybuje na úrovni 95 %, cílem řízení zásob ND je zajistit prakticky 100% dostupnost kritických ND (Hladík, 2009).

Zvláštním znakem náhradních dílů je jejich sporadická spotřeba, která je často kombinována s dlouhou dodací lhůtou a vysokou pořizovací cenou. V některých specifických případech se ND díly spotřebovávají sporadicky, ale ve velkých dávkách stovek až tisíců kusů, typicky se jedná o ND pro opravy větších technologických celků, např. dopravníkových systémů. Tento typ poptávky se označuje anglicky lumpy demand.

Další důležitou charakteristikou je veliká diverzita znaků pro řízení ND (Huiskonen, 2001). Jako 4 hlavní charakteristiky řízení ND jím byly definovány:

- Hodnota ND.
- Specifičnost ND.
- Charakter poptávky.
- Kritičnost ND.

Hodnota ND a především vysoká pořizovací cena ND v kombinaci s dlouhou dodací lhůtou a často špatně predikovatelnou spotřebou zvyšuje náklady na udržování zásob a je jedním z hlavních důvodů požadavku vedení firem na efektivní řízení zásob ND.

Specifičnost ND je kritérium, které určuje dostupnost položky. ND se dělí na:

- běžně dostupné,
- speciální,
- na zakázku.

Je zřejmé, že u dílů vyráběných na zakázku hrozí větší riziko výpadku dodávek a delší pořizovací lhůta. Požadovaný stupeň zabezpečení musí být vyšší. Někteří autoři uvádějí ještě jako další atribut specifičnosti ND dostupnost výkresové dokumentace, případně jiné technické specifikace (Kerkkänen, 2013).

Charakter poptávky ND je faktor ovlivňující způsob řízení jejich zásob. Podle druhu poptávky po ND a s ní úzce provázanou předpovědí spotřeby lze náhradní díly rozdělit na 3 základní soubory:

- První soubor jsou náhradní díly se spotřebou, která je plánována v rámci plánované údržby. Tyto jsou řízeny tažnými způsoby na principu závislé poptávky a je poměrně snadné je pořídit s dostatečným, ale co nejkratším, předstihem před termínem spotřeby.
- Druhý soubor jsou náhradní díly s běžnou poptávkou a poměrně konstantní spotřebou. Pro tyto díly existuje celá řada statistických metod užívaných pro jejich

řízení (např. klouzavé průměry, exponenciální vyrovnání, metody pracující se směrodatnými odchylkami zdrojů variabilit).

- Třetí soubor je charakteristický nahodilou, sporadickou spotřebou. Většinou se jedná spotřebu z důvodu poruchy zařízení a reaktivní údržby. Poptávka po těchto dílech není dopředu přesně známa. Řízení takovýchto ND je poměrně obtížné, používají se některé vybrané stochastické metody předpovědi poptávky, případně simulační metoda Smart-Willemain (Bootstrapping).

Kritičnost ND, někdy také **rizikovost ND**, je kritérium, které charakterizuje dopady deficitu ND na provoz podniku.

Téma **stanovení kritičnosti** pro je oblast řízení zásob ND klíčové, protože řízení zásob ND za pomoci pouze běžné segmentace, například ABC analýzy, není pro ND se sporadickou spotřebou dostačující.

Náklady z nedostatku kritického dílu mohou výrazně převyšovat náklady na skladování tohoto dílu. Z toho důvodu mohou být běžné kontrolní nástroje jako např. ABC-analýzy, pro řízení zásob ND nedostatečné. V praxi existuje značné množství kritérií pro posouzení kritičnost dílů. (Huiskonen, 2001)

V hodnocení kritičnosti je možné uplatnit 2 přístupy:

- **Expertní hodnocení**, kdy provozní specialisté (obvykle pracovníci údržby, případně výrobních útvarů nebo Supply Chain Managementu (dále jen SCM)) vyhodnotí na základě svých zkušeností kritičnost ND. Důležité je podotknout, že i toto hodnocení je nutné provádět pomocí nějaké metodiky, nikoliv intuitivně, což často vede k trendu výrazného předzásobení.
- **Kvantitativní výpočet**, kdy je kritičnost ND vyhodnocována z údajů dostupných v podnikovém informačním systému.

Podle Grenčíka (2013) je vhodné oba tyto způsoby kombinovat.

Huiskonen (2001) doporučuje posuzovat kritičnost ND ze dvou perspektiv:

- **procesní**, kdy porucha a nedostatek ND může vést k vážným dopadům na podnik ve smyslu ekonomických ztrát, škod na zdraví a životech zaměstnanců, případně škod na životním prostředí a
- **řídící**, která se přímo nevztahuje k poruše ND, ale k obtížnému zajištění okamžité dostupnosti ND v případě jeho nedostatku.

Na základě posouzení těchto kritérií Huiskonen rozlišuje 3 kategorie kritičnosti ND:

1. porucha musí být opravena a náhradní díly by měly být okamžitě dodány,
2. porucha může být tolerována s dočasnými opatřeními po krátkou dobu, během které mohou být ND dodány,
3. porucha není rozhodující pro proces, může být opravena a náhradní díly mohou být dodány za delší dobu.

Vícekriteriálním hodnocením kritičnosti ND se zabývá také Molenaers (2012). Pro hodnocení kritičnosti stanovila 6 kritérií:

- **Kritičnost zařízení**, kdy zařízení byla na základě vyhodnocení důsledků jejich výpadků a četnosti poruch rozdělena do 6 tříd A až F.
- **Pravděpodobnost výpadku** je riziko poruchy ND.
- **Pořizovací lhůta** je definována jako interval nejistoty, tzn. od okamžiku zjištění potřeby po okamžik, kdy bude ND k dispozici.
- **Počet potenciálních dodavatelů** je počet dodavatelů, kteří jsou schopni specifický díl dodat.
- **Dostupnost technické specifikace** popisuje kvalitu dokumentace ND (CAD výkresy, kusovníky, materiálová specifikace, objednací text).
- **Typ údržby** je rozdělení na preventivní, nebo reaktivní údržbu.

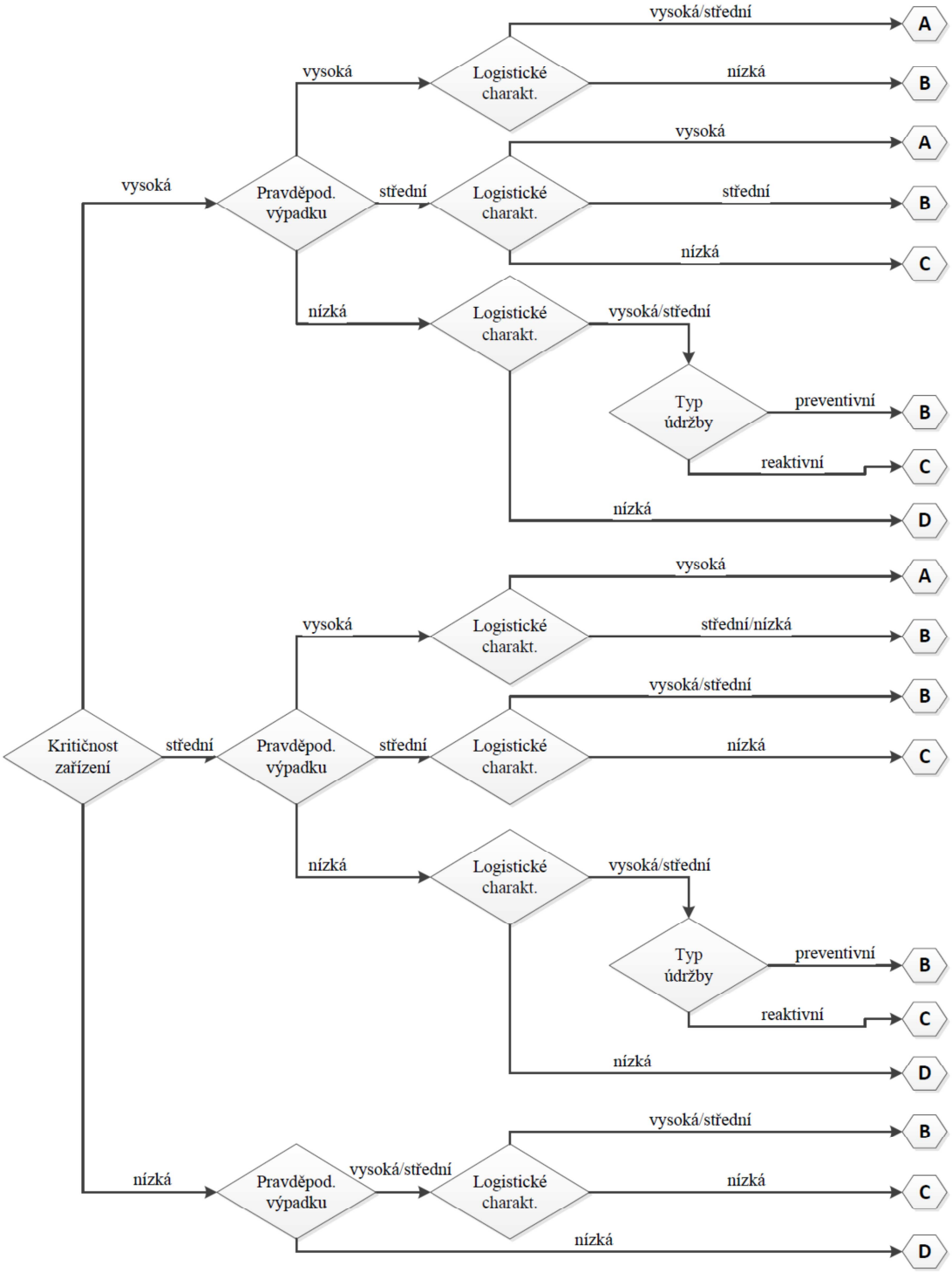
Pro každé kritérium jsou definovány 3 kategorie důležitosti (viz tab. 3).

Tabulka 3 – Kategorie kritérií kritičnosti dle Molenaers

Kritéria kritičnosti	Kategorie důležitosti znaku		
	vysoká	střední	nízká
Kritičnost zařízení	třída A,B	třída B,C	třída E,F
Pravděpodobnost poruchy zařízení	>= 1 rok	>=1/5 roku a < 1rok	< 1/5 roku
Pořizovací lhůta ND (interval nejistoty)	> 1 měsíc	> 2 dny a =< 1 měsíc	=< 2 dny
Počet dodavatelů	pouze 1	> 1 a =< 3	< 3
Dostupnost technické specifikace	není	všeobecná specifikace	detailní specifikace

Zdroj: Molenaers (2012)

Takto definovanou klasifikaci znaků kritičnosti ND lze použít v rozhodovacím diagramu, případně v rozhodovací kostce a následně určit stupeň kritičnosti ND. Výsledkem je rozčlení dílů do 4 stupňů kritičnosti – viz tab. 4.



Obrázek 15 – Rozhodovací diagram klasifikace kritičnosti
Zdroj: vlastní zpracování dle Molenaers (2012)

Tabulka 4 – Klasifikace kritičnosti ND dle Molenaers

Kritičnost	Popis
1: vysoká	• Nedostupnost položky způsobuje nepřijatelný stav, buď provozní, nebo s ohledem na bezpečnost, nebo životní prostředí. • Okamžitá dodávka materiálu je nutná. • Riziko v procesu zajištění a skladování není tolerováno.
2: střední	• Nedostupnost položky způsobuje nepřijatelný stav, buď provozní, nebo s ohledem na bezpečnost, nebo životní prostředí. Následky mohou být korigovány, nebo kontrolovány. • Materiál by měl být dodán v krátké době. • Riziko v procesu zajištění a skladování je kalkulováno.
3: nízká	• Nedostupnost položky způsobuje přijatelný stav, buď provozní, nebo s ohledem na bezpečnost, nebo životní prostředí. • Dodávka materiálu po delší době je přípustná. • Riziko v procesu zajištění a skladování je odůvodněné.
4: žádná	• Nedostupnost materiálu nemá žádný dopad na procesy, bezpečnost, životní prostředí. • Dodávka materiálu po dlouhé době je přípustná. • Riziko v procesu zajištění a skladování je běžné.

Zdroj: Molenaers (2012)

Podle Legáta (2013) je kritický takový ND, u kterého jsou náklady na deficit vyšší než náklady na skladování.

Porovnáním multikriteriálních metod hodnocení kritičnosti ND se zabýval také Van Horenbeek (2013). Jako další kritéria rizikovosti ND uvádí metodu skladování, plánování údržby, náklady z deficitu ND, provozní náklady, náklady na údržbu a způsob řízení zásob.

1.3.11 Principy řízení zásob ND

Podle Grenčíka (2013, s. 115) je všeobecným cílem řízení zásob náhradních dílů v údržbě optimalizace (snížení) úrovně zásob při současném zachování (anebo zlepšení) dostupnosti položek na skladě.

Řízení zásob ND se od řízení zásob jiných materiálů liší především charakterem spotřeby a požadavkem na dostupnost ND a platí pro ně několik základních pravidel.

Základním předpokladem pro řízení a analýzu zásob ND je jejich detailní evidence. To znamená přehledné a dostupné informace o aktuálních skladových zásobách všech ND, jejich hodnotě, historii výdejů, požadavků, příjmů, objednávek, dodacích lhůt, o použití v jednotlivých zařízeních, substitutech, případně o náhradě jinými ND apod.

Je nutné oddělit ND pro plánovanou a neplánovanou údržbu. V rámci plánované údržby jsou zásoby ND řízeny tažným způsobem na základě množstevních a sortimentních požadavků ND dle plánu oprav a odstávek. Dodávky ND lze v tom případě plánovat běžnými MRP systémy (anglicky *Material Requirements Planing*, dále jen MRP), případně zajišťovat dodávky Just-in-time (JIT), nebo systém dvou zásobníků KANBAN. V případě nezávislé poptávky po ND je nutné zvolit vhodnou metodu předpovědi spotřeby ND.

Jako velmi důležité se ukazuje propojení systému řízení zásob se systémem plánování údržby, případně dalšími systémy jako např. diagnostickými programy upřesňujícími požadavky na ND, finanční programy poskytujícími analýzy nákladů a spotřeb ND atd. V systému řízení zásob je vedena přesná evidence o stavu zásob pro každý ND, dodacích termínech, cenách, dodavatelích apod. Plán údržby by měl kromě termínů oprav obsahovat také opravárenské postupy propojené na kusovníky ND. Propojením těchto systémů umožňuje provádět komplexní analýzu řízení zásob ND a optimalizovat výši zásob s ohledem na zvýšení podílu ND řízených na principu závislé poptávky a zvýšení přesnosti předpovědi spotřeby u zbývajících ND řízených na principu nezávislé poptávky.

Samostatnou kapitolou při řízení ND je správa opravovaných dílů. Opravené díly je vhodné začlenit do materiálového plánování, aby se zamezilo duplicitnímu objednávání nových dílů a opravovaných dílů.

1.4 Standardizace

„Standardizaci lze v širším slova smyslu definovat jako systematicky uskutečňované úsilí o výběr, sjednocení a účelnou stabilizaci jednotlivých řešení či prvků, jejich kombinací a vztahů celého hodnototvorného řetězce firmy. Standardizace má potlačovat nežádoucí různorodost, která by mohla způsobit nesoulad částí a celku systémů a negativně ovlivňovat efektivnost jejich chování a využití.“ (Synek, 2011, s. 209)

Podle Tomka (2007, s. 147) má standardizace řadu pozitivních přínosů pro organizaci a řízení podniku:

- racionální organizování výrobní, technické, ekonomicko-obchodní a jiné činnosti firmy,
- sjednocení informací a zajištění jejich jednoznačné vypovídací schopnosti,
- efektivní využití zdrojů,
- ekonomika všech procesů zajišťujících výrobu,
- uplatnění automatizace řízení,
- transparentnost evidence z hlediska spotřeby jednotlivých výrobních činitelů,
- zkracování dodacích lhůt v důsledku zkracování průběžných dob přípravy výroby.

V oblasti ND je vhodné zaměřit se na standardizaci v následujících oblastech:

- materiálový standard, který je navázán na standard strojů a zařízení a přestavuje typizaci a unifikaci strojů a zařízení a používaných ND,
- nomenklaturní standard neboli standard kódů, číselníků, popisů ND,
- metodický standard, který představuje metodiku řízení zásob ND, pracovních, logistických a kontrolních postupů a zodpovědností.

Kvalitní a úplná identifikace a evidence skladovaných položek ND spolu s dostupností potřebných informací o ND je předpokladem pro efektivní řízení zásob údržby. Identifikace ND by měla zabránit duplicitě identických dílů vedených pod různými skladovými čísly. (Grenčík, 2013, s. 115)

Podle Gagera (2009) standardizace a normalizace ND pomocí zavedení jednotného kódovacího systému s normalizovanou nomenklaturou výrazně zvyšuje efektivitu řízení zásobovacího řetězce ND za současného snížení objemu zásob. Společnosti, které očistily svá data, dosáhly až 12% snížení počtu duplicitně vedených náhradních dílů.

Důležité je zavedení standardu pro správu kmene veškerých dílů v podnikovém informačním systému. Pod tímto standardem lze chápat normalizaci názvu a popisu ND včetně systému číslování a dělení do tříd a kategorií. Tento standard umožní zachytit mechanismy správy zásob ND, umožní měřit a řídit zásoby, snadnější vyhledávání

a správu již zavedených dílů a snižuje nebezpečí vícenásobného zadání identických dílů s např. mírně odlišným popisem do podnikového systému.

Standardizace náhradních dílů umožňuje také zavedení kusovníků ND pro jednotlivé technologie a následné efektivnější řízení jejich sloučené potřeby. Kusovníky ND ve spojení s plánováním údržby umožní jednodušší plánování spotřeby části ND na principu závislé poptávky.

Nezanedbatelnou výhodou standardizace dat ND je možnost elektronického propojení řízení zásob ND doposud oddělených skladů, případně poboček, což většinou vede k poklesu pojistných a celkových skladových zásob za současného zvýšení spolehlivosti zabezpečení.

2. Situační analýza řízení zásob náhradních dílů ve vybraném podniku

V následující kapitole byla provedena analýza ve vybraném podniku z pohledu aktuálního stavu řízení zásob náhradních dílů.

2.1 Charakteristika podniku

Firma Ronal CR s.r.o. je dceřinou společností firmy Ronal Group a zabývá se výrobou a prodejem kol z lehkých hliníkových slitin pro osobní automobily.

Firma byla založena v roce 1993 jako společný podnik firmy SOCIETE DE DEVELOPPEMENT TECHNIQUE ET INDUSTRIEL S.A. z Lucemburska a Agrozet a.s. Jičín. Od roku 1996 je jediným vlastníkem firmy Ronal CR skupina Ronal Group. Od té doby se datuje výrazný rozvoj firmy v České Republice. Z původně malého pilotního projektu ve východní Evropě se 100 zaměstnanci se stal úspěšný projekt se dvěma výrobními závody, více jak 1 100 zaměstnanci, výrobní kapacitou přes 4 000 000 kusů ročně a plánovaným ročním obratem více jak 6 mld. Kč.

Současným stoprocentním vlastníkem Ronalu CR je švýcarská společnost Ronal AG - RONALGROUP. Skupina Ronal Group se v Evropě stala s více jak 30% podílem na trhu největším výrobcem a dodavatelem hliníkových kol pro osobní automobily. Vedení firmy sídlí ve Švýcarsku a výrobní závody jsou v České Republice, Polsku, Německu, Španělsku, Itálii, Portugalsku, Mexiku a Tchaj-wanu. Firma se zaměřuje především na velkosériové dodávky v segmentu OEM (Original Equipment Manufacturer) přímo automobilkám. Menší část své produkce v řádu jednotek procent prodává jako dovybavení osobních vozidel pod vlastními obchodními značkami Ronal a Speedline přímo koncovým zákazníkům.

Mezi klíčové zákazníky výrobních závodů v České Republice patří renomované evropské automobilky, především pak koncern VW, BMW, Daimler (Mercedes Benz), Ford a nově i v ČR velmi perspektivní Hyundai a Kia.

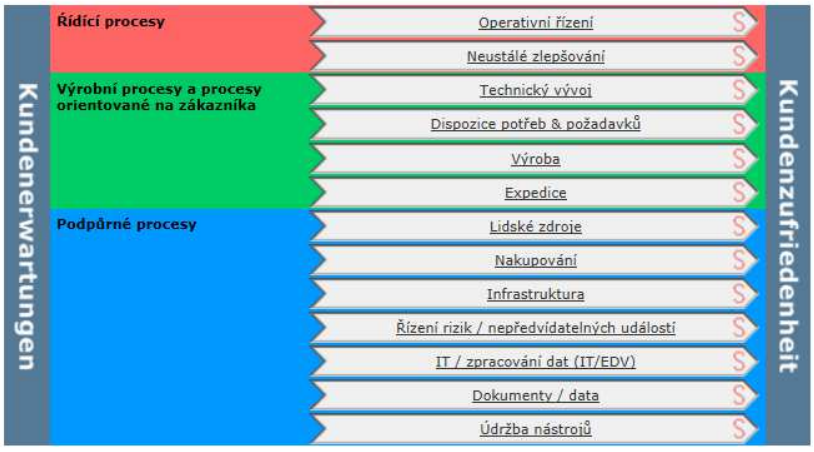
Firma Ronal je certifikována podle ISO TS 16949 a ISO 14001. Kromě toho ročně absolvuje přibližně 30 zákaznických auditů

2.2 Procesní řízení podniku

Ve skupině Ronal je zavedeno procesní řízení. Cílem je optimalizovat a standardizovat procesy ve všech pobočkách a tím docílit jejich vyšší stabilitu a kvalitu a následně vyšší spokojenost zákazníků při současné optimalizaci nákladů. V konečném důsledku je cílem zachování, či získání další konkurenční výhody.

Jak je patrné z obr. 16, jsou procesy rozděleny do 3 hlavních skupin: Řídící procesy, výrobní procesy a procesy orientované na zákazníka a podpůrné procesy. Hlavní procesy jsou dále členěny na podprocesy a ty na jednotlivé pracovní činnosti.

Z důvodu standardizace a koordinovaného řízení procesů ve všech výrobních podnicích skupiny je vždy stanoven jeden koncernový vlastník procesu, který je ve spolupráci s týmem specialistů zodpovědný za popis, zavedení, správu a případné změny konkrétního procesu. Podobnou roli má na národní úrovni lokální vlastník procesu, který je zodpovědný za zapracování národních specifik a odlišností do koncernového procesu.

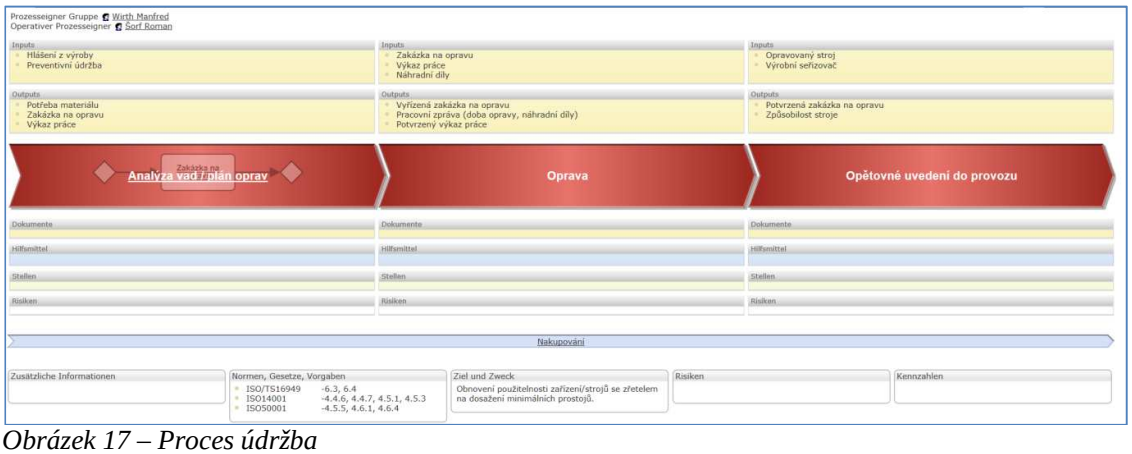


Obrázek 16 – Procesní mapa
Zdroj: Vnitropodnikový informační systém IMS

Tématu této DP se dotýkají konkrétně tyto procesy: údržba, nakupování, proces řízení rizik a nepředvídatelných událostí a proces neustálého zlepšování.

2.2.1 Proces údržba

V procesu údržba je determinována potřeba náhradních dílů, která je potom vstupem do podprocesu zásobování v procesu nakupování. Proces nakupování je tedy podpůrný proces procesu údržba, viz obr. 17. Potřeba náhradních dílů vzniká jak v rámci plánované údržby (preventivní a profylaktické), tak i v rámci neplánovaných oprav. Pro plánování a řízení údržby je v koncernu aktuálně zaváděn nový informační systém EAM (anglicky *Enterprice Asset Management*, dále jen EAM).



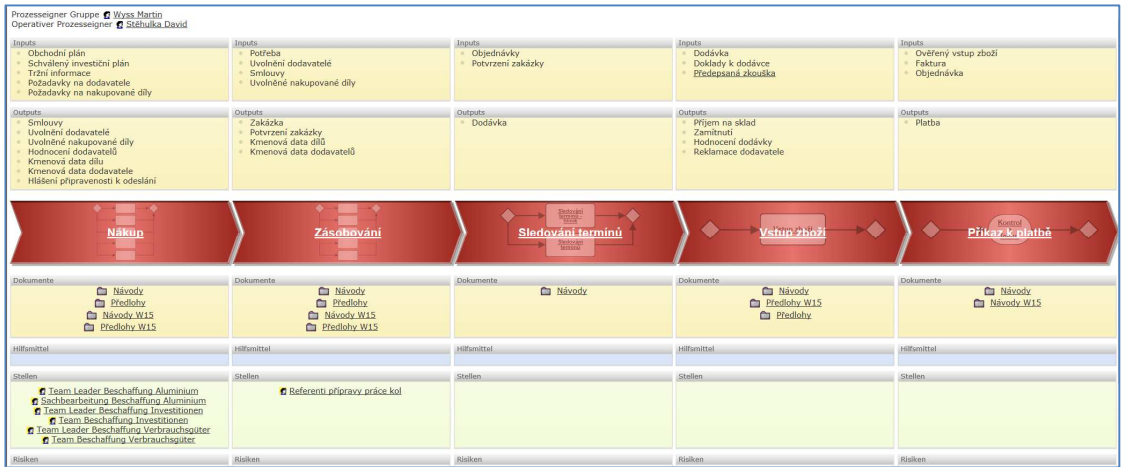
Obrázek 17 – Proces údržba
Zdroj: Vnitropodnikový informační systém IMS

2.2.2 Proces nakupování

V tomto procesu je řízena správa, klasifikace a vyhodnocení skladových zásob, skladování a manipulace s náhradními díly a také jejich pořízení včetně správy a hodnocení dodavatelů, alternativních dodavatelů, substitutů, dodacích lhůt, vadných dodávek a podobně, viz obr. 18. V této oblasti je používán software Xpert (XPPS).

V procesu nakupování probíhá skutečné řízení zásob. Na základě dostupných informací jsou optimalizovány náklady na pořízení zásob s ohledem na plynulý chod podniku. Konkrétně se jedná o stanovení optimálního objednacího množství, signální zásoby,

sledování a vyhodnocování skladových zásob, správu dat, jednání s dodavateli, jednání s ostatními podniky ve skupině.



Obrázek 18 – Proces nakupování
Zdroj: Vnitropodnikový informační systém IMS

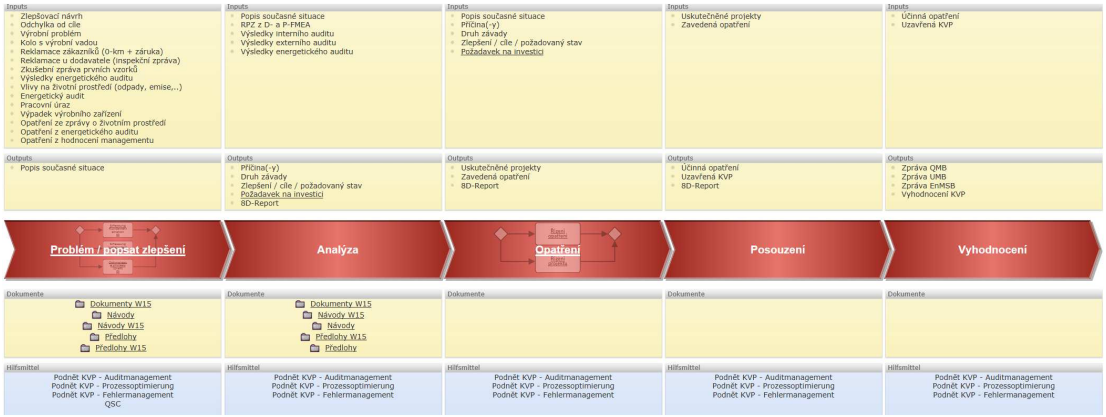
Vstupem do procesu nákupu je identifikace potřeby buď na základě podkročení signální hladiny ve skladu, nebo na základě hlášení potřeby pro plánovanou údržbu. Následuje standardní proces výběru dodavatele, objednání, potvrzení zakázky a termínu dodání, přejímka a příjem zboží na sklad. Signální zásoba není nastavována automaticky, její nastavení probíhá v případě prvního pořízení ND na základě doporučení dodavatele technologie a specialisty údržby. Pozitivně lze hodnotit proces sledování kvality a včasnosti dodávek a rozvoj a hodnocení dodavatelů.

2.2.3 Proces řízení rizik/nepředvídaných událostí

V tomto procesu je v metodickém návodu „Vnitropodnikový havarijní plán“ detailně popsán algoritmus jednotlivých činností v případě mimořádné situace, či selhání řízení zásob náhradních dílů a jejich nedostatku. Úkolem je zajistit okamžitou nápravu a v rámci oddělení SCM (Supply Chain Management) informovat oddělení řízení výroby, které může zajistit přeplánování výroby, převedení výrobního projektu do jiného výrobního závodu a v případě předpokládaného skluzu dodávky informovat zákazníka.

2.2.4 Proces trvalé zlepšování

V rámci tohoto procesu jsou řešeny inkrementální inovace. V procesu jsou popsány jednotlivé činnosti pro zavádění zlepšovacích opatření – evolučních inovací v podniku od identifikace problému nebo zlepšovacího návrhu, přes analýzu, návrh, posouzení a zavedení opatření, až po vyhodnocení jeho úspěšnosti.



Obrázek 19 – Proces trvalé zlepšování
Zdroj: Vnitropodnikový informační systém IMS

Z výše uvedeného je patrné, že podnik věnuje značné úsilí zavedení procesního řízení do praxe. V podniku jsou zavedeny i další mechanismy jako např. interní audity, které přispívají k optimalizaci podnikových procesů.

2.3 Plánování údržby

Podnik se nachází ve fázi těsně před implementací nového softwaru pro plánování údržby EAM. Plány oprav v rámci preventivní i reaktivní údržby jsou bohužel stále spravovány pomocí tabulkových a databázových aplikací MS Office. Podobně tak i kusovníky ND. Propojení těchto informací se stávajícím ERP systémem prakticky neexistuje.

Sledování poruch, jejich četností a příčin je prováděno podobným způsobem.

Z toho důvodu je pro manažery údržby přístup k informacím o stavu, spotřebě, příčinách a četnostech poruch ND poměrně obtížný.

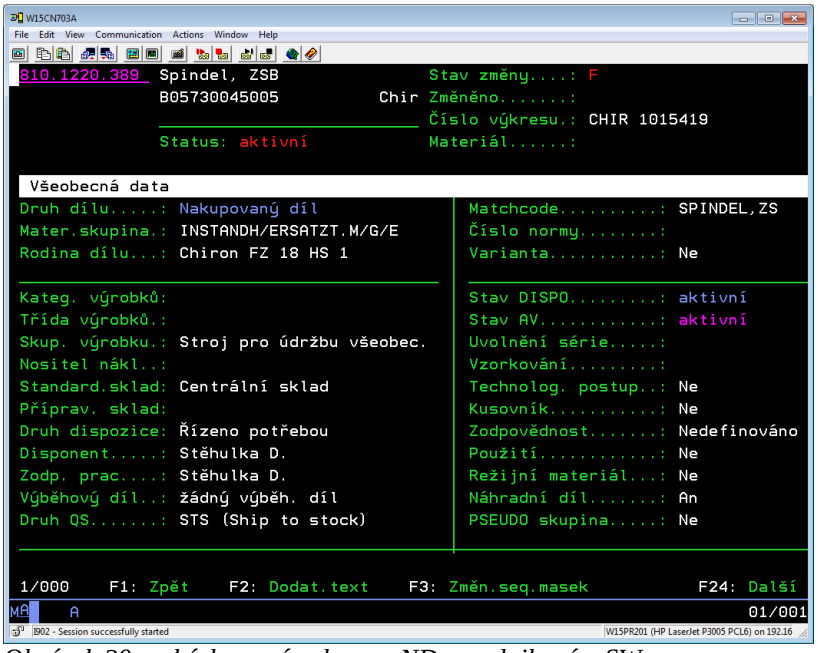
2.4 Evidence a standardizace ND

V evidenci ND udělal podnik v posledních letech značný pokrok. V rámci přípravy na implementaci EAM a snahy o zlepšení řízení zásob byla zavedena norma pro správu kmenových dat ND. Každý ND je zadán do podnikového informačního systému s jedinečným identifikačním číslem.

V současné době je v kmenových datech v kategorii díly pro údržbu evidováno přes 20 000 položek, z toho je přibližně 5 000 položek v ČR aktivních v posledních 5 letech.

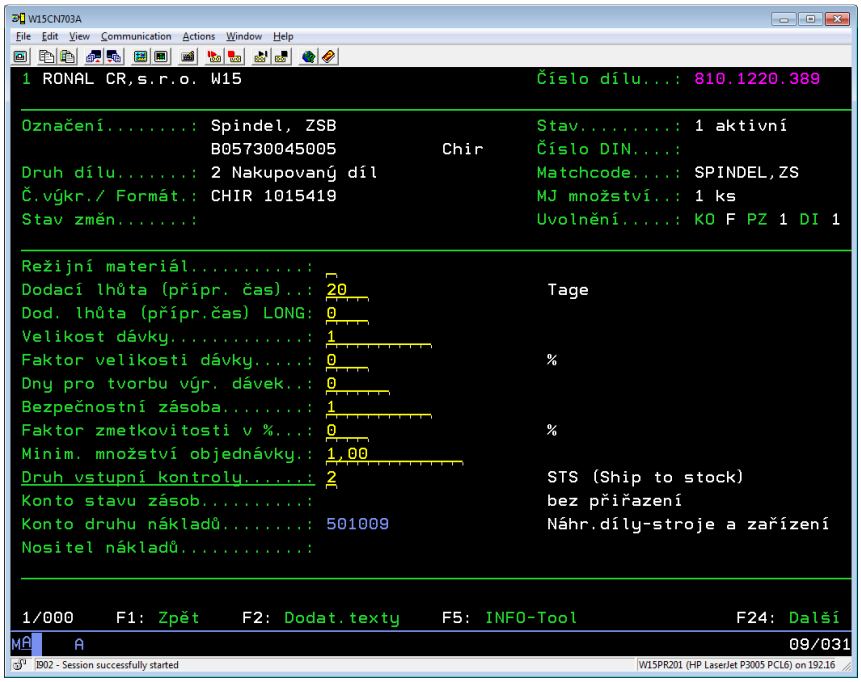
Pro další možnost segmentace dílů byly definovány kategorie výrobků Materiálová skupina, Skupina výrobků, Rodina dílů.

Důležitým krokem pro standardizaci dat ND je centrální správa kmene dílů, kmene dodavatelů a kontraktů ve výrobním závodě v Jičíně. Tato centralizace zajišťuje jednotný přístup ke správě dat a zamezuje chybnému, či opakovanému zakládání identických ND. Kromě toho umožňuje oddělení (dále jen odd.) nákupu vyjednávat smlouvy s dodavateli na objemy dodávek pro celou ČR.



Obrázek 20 – ukázka správy kmene ND v podnikovém SW
Zdroj: Podnikový informační systém

Kromě centrálně spravovaných dat pro celou ČR, viz obr. 20, jsou některá data specifická pro jednotlivé výrobní závody spravována odděleně na závodové úrovni. Příkladem mohou být logistické charakteristiky jako např. dodací lhůta, velikost dávky, BZ, minimální objednací množství atd., viz obr. 21.



Obrázek 21 – Správa kmene ND pro oblast řízení zásob
Zdroj: Podnikový informační systém

Specialisté zodpovědní za správu kmenových dat dílů se také pokouší o čištění dat od duplicitně zadaných položek.

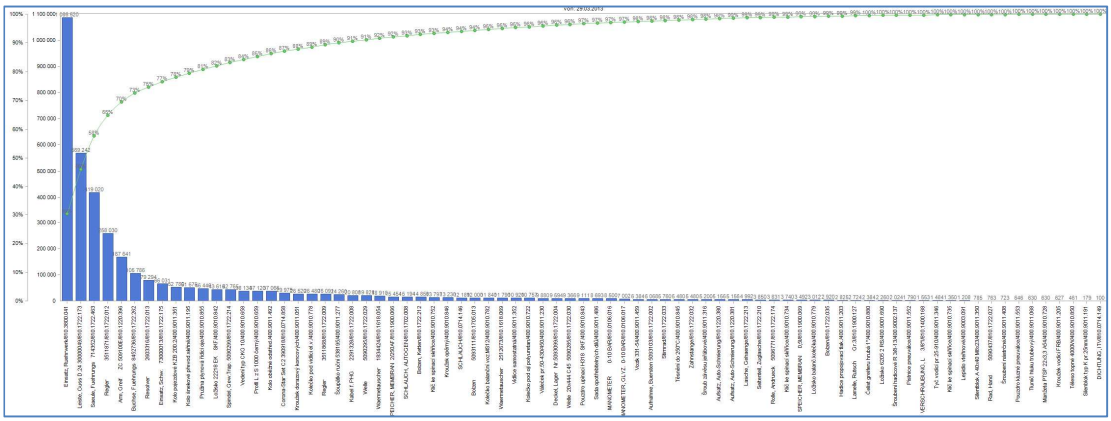
2.5 Řízení zásob ND

Řízení zásob ND má v kompetenci oddělení zásobování ve spolupráci s odd. údržby. Zodpovědnost nese odd. zásobování, které zabezpečuje funkci servisního oddělení pro výrobní a provozní oddělení. K tomuto modelu se podnik rozhodl z toho důvodu, že řízení zásob ND oddělením údržby se ukázalo jako neefektivní a to především z důvodu nadměrného předzásobení.

2.5.1 Segmentace zásob

V podniku jsou zásoby ND segmentovány do kategorií A, B a C podle hodnoty jejich spotřeby v posledních 12 měsících. Návrh této klasifikace lze automaticky generovat v ERP. Na základě požadavků specialistů údržby jsou některé rizikové díly překlasifikovány do vyšší kategorie.

Kromě toho je možná v podnikovém informačním systému EIS (anglicky *Enterprise Information System*, dále jen EIS) provádět průřezové ABC analýzy dle mnoha kritérií jako např. materiálová skupina, dodavatel, nákladové středisko apod. Tyto analýzy slouží jako podklad k jednání s dodavateli a kontrolu výše skladových zásob vybraných podskupin ND a umožňují koncentrovat pozornost na omezený počet důležitých položek a zpřesnit jejich řízení.



Obrázek 22 – ABC analýza podskupiny ND
Zdroj: Vnitropodnikový informační systém EIS

Bezobratové zásoby, někdy uváděné jako kategorie D rozšířené ABC analýzy jsou vyhodnocovány dávkově jednou za půl roku, konkrétně u náhradních dílů zásoby bez obratu s lhůtou delší než 24 měsíců a orientačně také kategorii A bez obratu v posledních 12 měsících.

2.5.2 Hladinové řízení zásob

Podnik používá hladinové řízení zásob se signální hladinou nazývanou bezpečnostní zásoba. Tato zásoba pokrývá pojistnou zásobu a zásobu potřebnou pro interval pořízení ND, viz obr. 8.

Požadavek na pořízení materiálu a ND může vzniknout v odd. údržby v následujících případech:

- instalace nové technologie, kdy údržba prověří doporučení dodavatele na pořízení 1. sady ND a u vybraných ND navrhne BZ,
- potřeba dosud nepoužitého ND pro stávající technologii,
- náhrada výběhového nebo nevhodného ND za jiný,
- naplánování opravy s požadavkem na určitý ND,
- porucha zařízení.

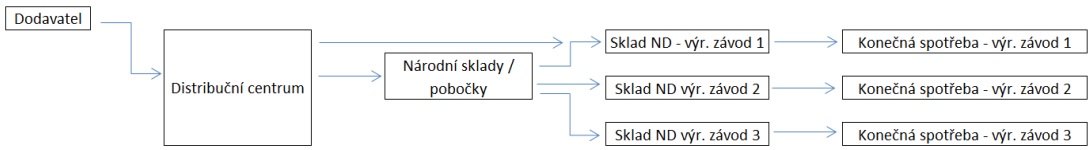
V prvních třech případech oddělení zásobování zajistí zaevidování nového dílu do ERP, zároveň provede výběrové řízení dodavatele, schválení dodavatele, zjistí dodací lhůtu, cenu, minimální objednací množství, alternativní dodavatele apod. Zároveň na základě kvalifikovaného odhadu spotřeby a kritičnosti dílu specialisty údržby a zjištěných dodacích lhůt, spolehlivosti dodavatele nastaví bezpečnostní zásobu a ND objedná. U již existujícího ND je elektronicky zaevidován požadavek na pořízení ND s množstvím a požadovaným dodacím termínem. Zásobování tento požadavek převezme a zpracuje.

Požadavky na pořízení ND pro plánovanou údržbu je nutné v ERP pořizovat manuálně s dostatečným předstihem vzhledem k dodacím lhůtám, které jsou v ERP spravovány. V tomto okamžiku systém plánování údržby EAM není automaticky propojen s ERP. Z toho důvodu také nelze rezervovat objednané ND pro konkrétní servisní zakázku.

Automatický požadavek na pořízení dílu vzniká v případě poklesu stavu zásob pod signální úroveň zvanou bezpečnostní zásoba. Kromě bezpečnostní zásoby je ve výpočtu zohledněn aktuální stav skladu, objednané množství, rezervované množství pro jinou zakázku, zablokované množství, velikost dávky, pořizovací lhůta.

Obrázek 23 – Informační maska skladových zásob
Zdroj: Podnikový informační systém

Nastavení signální hladiny zásob ND pro objednávání, stejně jako vlastní objednávání ND, probíhá v současné době spíše decentrálně, tzn., až na výjimky vyhodnocuje každý z výrobních závodů spotřebu dílů samostatně, viz obr. 24.



Obrázek 24 – Distribuční řetězec ND
Zdroj: vlastní zpracování dle Molenaers (2012)

Skladové zásoby ND jsou pravidelně vyhodnocovány v šestiměsíčních intervalech. Prověřuje se hodnota skladových zásob, obratovost, nastavení bezpečnostní zásoby.

2.5.3 Pořízení zásob

Požadavek na pořízení ND je ověřen, a pokud obsahuje všechny věcné a formální náležitosti a současně je schválen, přistupuje zásobování k vlastnímu pořízení ND. Na základě platného, pravidelně aktualizovaného kontraktu v ERP je vystavena písemná objednávka. Ke každé objednávce je vyžadováno písemné potvrzení zakázky, pokud není doručeno do 3 pracovních dní, je automaticky upomínáno. V případě odchylky potvrzeného termínu od požadovaného termínu dodání, mohou být tyto změny akceptovány a zaneseny do ERP, nebo je objednávka stornována a ND je zajištěn u náhradního dodavatele.

V případě opakovaného pořízení ND nákup vystavuje objednávku na základě platného, pro celou ČR centrálně spravovaného kontraktu. Tento kontrakt obsahuje mimo jiné popis ND, objednací číslo, v případě potřeby technickou normu, číslo výkresu, velikost objednací dávky, cenu, běžnou dodací lhůtu apod. Pokud je kontrakt neplatný, zastaralý, či pokud nebyl požadovaný ND zatím pořizován, provádí odd. nákupu, pokud je to možné, výběrové řízení u alespoň 3 dodavatelů na základě specifikací předaných specialisty údržby. Kontrakty s dodavateli jsou vyjednávány na objem dodávek platný pro celou ČR.

Při objednávání ND není k dispozici automatický nástroj pro návrh optimálního objednacího množství. Nákupčí vychází z návrhu bezpečnostní zásoby, který je v ERP spravován 1 až 2 krát ročně s ohledem na důležitost ND, z velikosti objednací dávky, stupňovitých cen, velikosti předchozích objednávek a spotřeby za posledních 24 měsíců.

2.5.4 Příjem zboží

Příjem zboží probíhá fyzicky v hlavním skladě, zboží je převzato do přejímacího blokovacího prostoru, je zkontrolována úplnost dodávky (fyzická i dokumentační), nepoškozenost obalů a zboží a stanovený druh kontroly jakosti. Podle kontrolního plánu jsou přípustné 4 stupně kontroly jakosti:

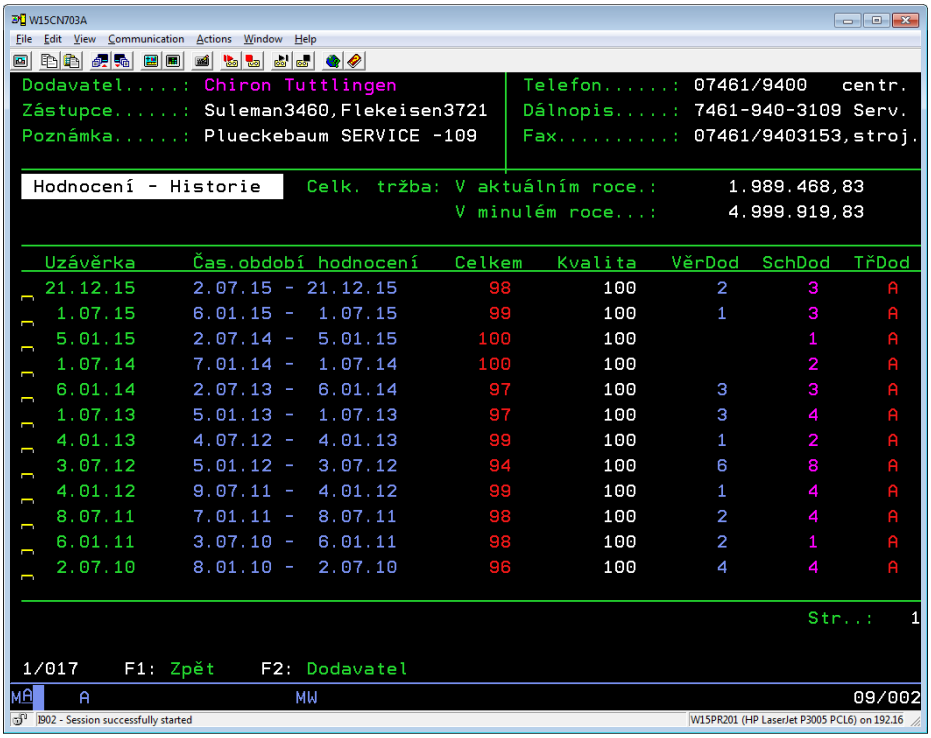
- bez kontroly jakosti,
- STS (Ship To Stock), materiál je naskladněn, v případě pozdějšího zjištění vady, odchylky jakosti je dodatečně snížena známka jakosti,
- Skip Lot – v určeném intervalu jsou náhodně vybírány dodávky ke kontrole jakosti,
- se 100% kontrolou jakosti.

V praxi je nejčastěji využívána možnost STS, nebo 100% kontrola. Kontrolou jakosti může být například přeměření parametrů elektrických motorů na kontrolní stolici. Po provedeném hodnocení jakosti je zboží odblokováno, je vytištěna etiketa s čárovým kódem, zboží je označeno a naskladněno na určenou skladovou adresu. Zároveň proběhne evidenční příjem zboží. V případě manuálního vystavení požadavku na pořízení ND provozním oddělením, je neprodleně informován odpovědný pracovník.

2.5.5 Rozvoj dodavatelů

V rámci tlaku na zlepšování výkonu dodavatelů provádí podnik pololetní kombinované hodnocení dodavatelů, které se skládá z kvalitativního hodnocení a hodnocení spolehlivosti dodávek. Cíl je spolupracovat pouze s dodavateli kategorie A. Pokud stávající dodavatel není schopen dostát těmto požadavkům v horizontu 2 let, je nahrazen.

Důsledné dodržování těchto pravidel vede k výchově a zlepšování dodavatelů a minimalizaci odchylek na straně dodávek ND. Více jak 99 % stávajících dodavatelů dosahuje hodnocení A. Ukázka takového hodnocení v ERP je na obr. 28.



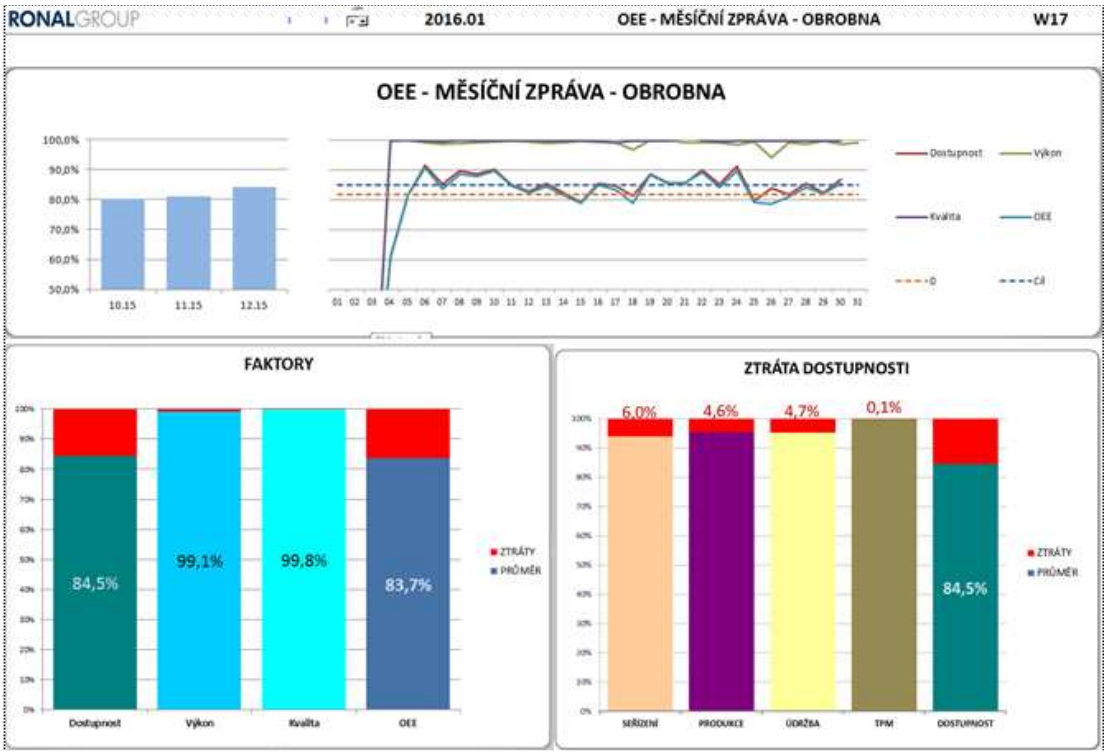
Obrázek 25 – Kombinované hodnocení dodavatele
Zdroj: Podnikový informační systém

2.5.6 Hodnocení kritičnosti dílu

Hodnocení kritičnosti ND a návrh bezpečnostních zásob jsou prováděny víceméně intuitivně na základě zkušeností specialistů údržby. Neexistuje metodika pro stanovení kritičnosti. Díly jsou klasifikovány ve třech kategoriích: A, B a C. Kategorie A je nejkritičtější s vážnými dopady v případě nedostatku ND na ekonomiku podniku,

bezpečnost a ochranu zdraví při práci (dále jen BOZP) a životní prostředí (dále jen ŽP). Stanovení kritičnosti ND a návrh BZ řeší údržba především na základě traumatických zkušeností z minulosti bez bližší analýzy a exaktní metody stanovení BZ.

Podnik provádí řadu podpůrných analýz, například analýzu OEE, analýzu poruch důležitých zařízení a analýzu úzkých míst (Bottleneck analýza), které ale nejsou automaticky propojeny do ERP na konkrétní ND.



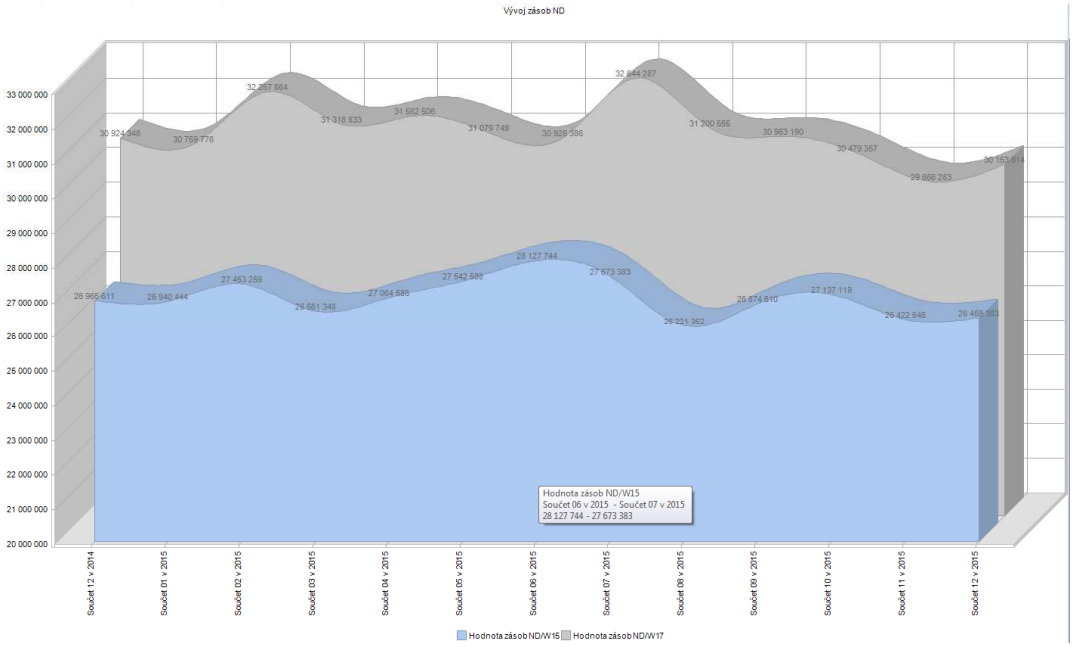
Obrázek 26 – Graf OEE analýza
Zdroj: Vnitropodnikový informační systém

V případě dodávek ND dochází poměrně často k situaci, že konkrétní ND je možno zajistit pouze u jednoho dodavatele. Tato skutečnost není doposud zohledněna v hodnocení kritičnosti ND.

S ohledem na nedostatečné hodnocení kritičnosti ND nelze ani diferenciaci zásob považovat za uspokojivou. Prakticky využívána je analýza ABC, která ovšem není pro řízení ND dostačující s ohledem na to, že kritické díly bývají často z důvodu jejich sporadické spotřeby zařazeny v kategorii C a D.

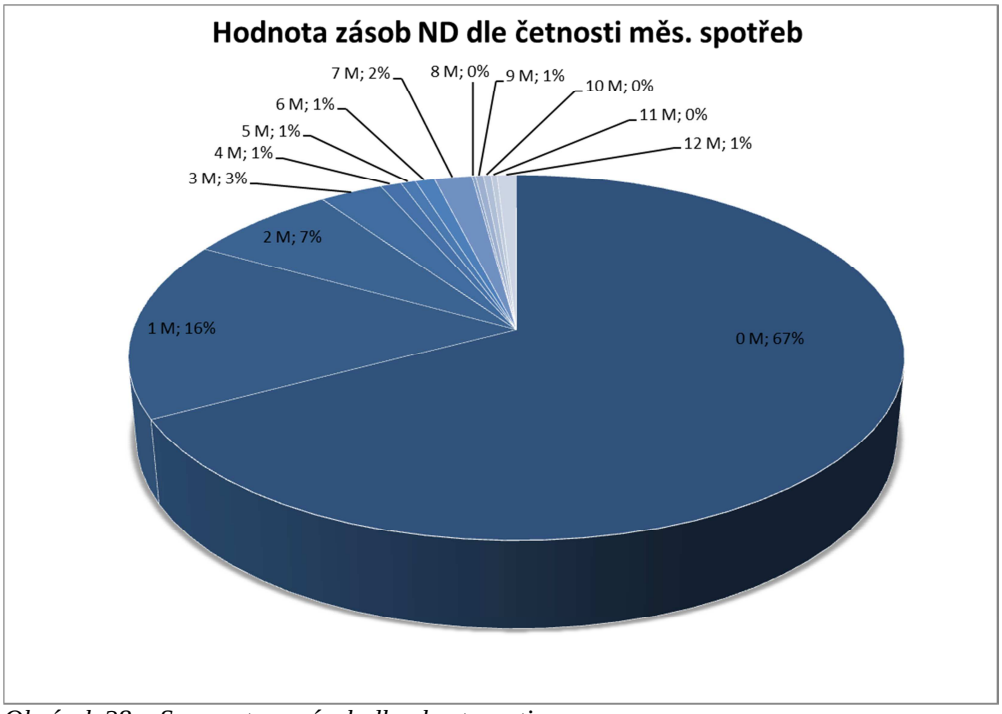
2.5.7 Vybrané ukazatele řízení zásob náhradních dílů

Podnik sleduje celkové hodnoty zásob ND, a periodicky vyhodnocovány zásoby bez obratu 24 měsíců. Celkové hodnoty zásob ND nevykazují rostoucí trend (obr. 27). To je bezesporu pozitivní zjištění. Celková hodnota zásob ND se u obou výrobních závodů v ČR pohybuje mezi 50 a 60 milióny korun. Dostupnost ND dílů se ve sledovaném období 12 měsíců pohybovala na úrovni 97 %. Otázkou zůstává, jestli hladina zásob některých ND není nastavena příliš vysoká a u jiných nedochází naopak k deficitům.

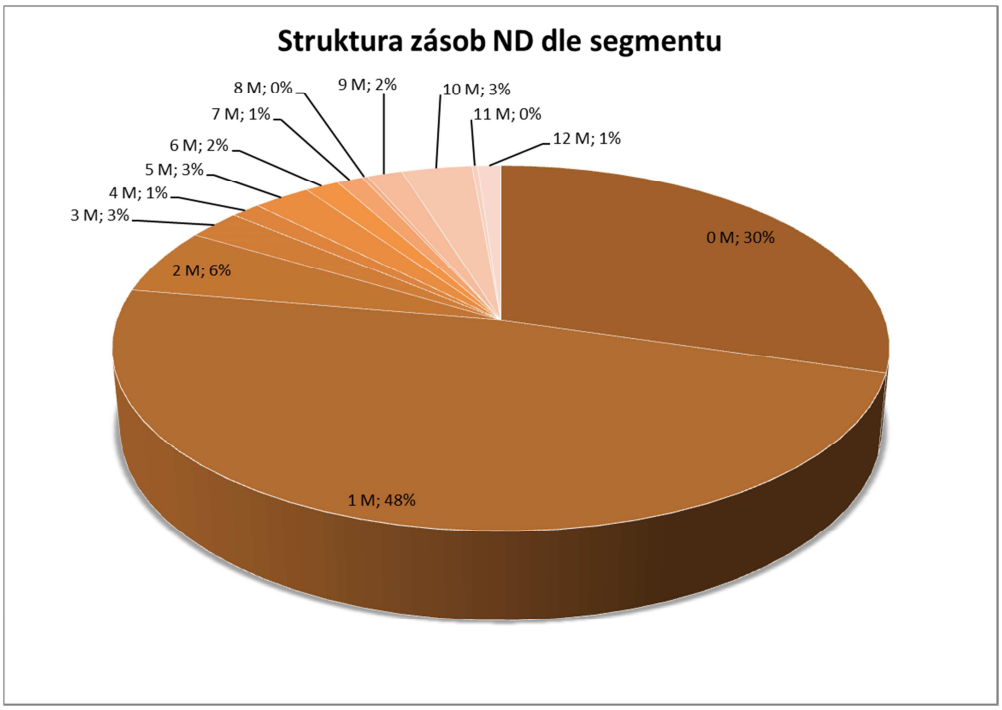


Obrázek 27 – Vývoj zásob ND
Zdroj: Podnikový informační systém

Při analýze nízkoobrátkových zásob (anglicky *Slow-Moving Inventory*, dále jen SMI) a hodnoty zásob dle obratovosti za posledních 12 měsíců se projevuje charakteristická vlastnost náhradních dílů, kdy vytipované kritické ND jsou často velmi nákladné a jejich spotřeba je pouze sporadická. To dokládá i to, že nákladově se díly, které neměly žádnou potřebu v minimálně posledních 12 měsících, podílí na celkových zásobách ND 67 % (obr. 28), zatímco tento segment vyjádřený v množství činí pouze 30 % (obr.29).



Obrázek 28 – Segmentace zásob dle obratovosti
Zdroj: Podnikový informační systém, vlastní zpracování



Obrázek 29 – Segmentace zásob ND v množství dle obratovosti
Zdroj: vlastní zpracování

2.6 Skladování

Náhradní díly jsou skladovány především v hlavním materiálovém skladě. Je to sklad s řízeným přístupem. Mimo pracovní dobu skladníků je sklad ve zvláštním režimu přístupný i pracovníkům údržby z důvodu možnosti odebrání dílu v případě poruchy zařízení 24 hodin denně.

Každý ND je opatřen etiketou s čárovým kódem, identifikačním číslem, dvoujazyčným popisem dílu, a lokací (obr. 30). Pomocí přenosných terminálů se provádí on-line evidence odběrů zboží ze skladu, případně hlášení mimořádné potřeby pro oddělení nákupu a jsou k dispozici i základní informace o pojistné zásobě, skladové zásobě, objednaném množství a spotřebě za posledních 24 měsíců.

Obrázek 30 – Skladová etiketa
Zdroj: vlastní zpracování

Sklad je organizovaný jako klasický konvenční sklad vybavený policovými regály a přihrádkovými skříněmi s řízeným (pevným) místem ukládání dílů, viz obr. 31. Výhodou je lepší přehlednost a dohledatelnost uložení ND, možnost skladování ND v logických blocích např. podle použití a přidělení zodpovědnosti za tyto oblasti konkrétním specialistům. Nevýhodou je nižší prostorová využitelnost skladu, která se pohybuje kolem 10 % objemu obestavěného prostoru skladu (Sixta, 2010, s. 153).

S ohledem na požadavek uživatelů je stále vedena podružná evidence zásob na skladových kartách, která ovšem slouží pouze jako doplňující informace.

Obrázek 31 – sklad ND
Zdroj: vlastní zpracování

Část ND je udržována i v provozních skladech. Opravené ND jsou skladovány ve skladu údržby bez evidence v ERP.

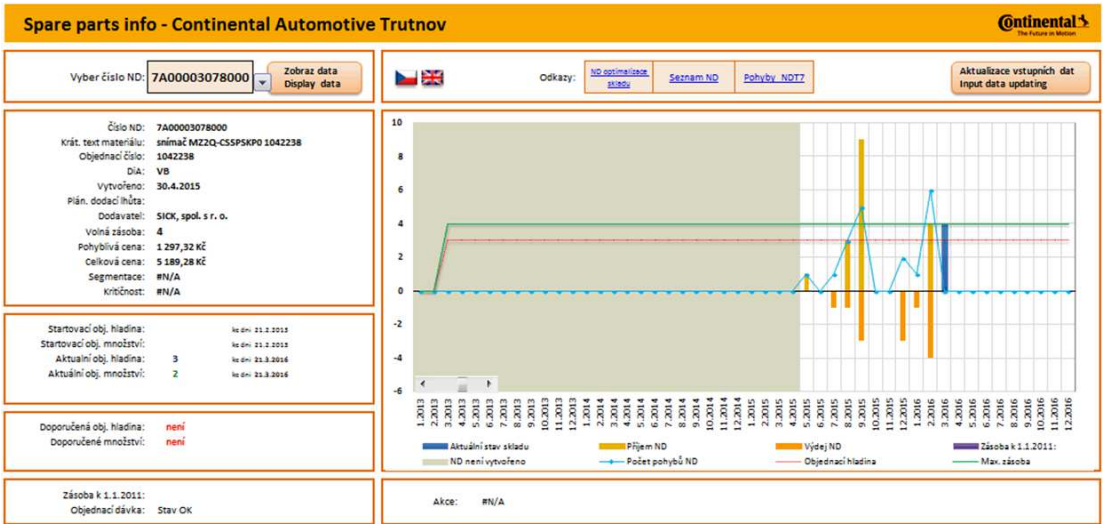
3. Popis a identifikace zjištěných nedostatků logistiky náhradních dílů.

Jako největší slabinu údržby lze hodnotit nedostatečnou SW podporu řízení a plánování údržby. Zatím se podniku nepodařilo implementovat plánovaný systém řízení údržby EAM. Plánování údržby je bohužel z části stále řešeno pomocí tabulek MS-Excel, ty jsou funkční pouze do té míry, do jaké jsou v nich pořizována data z provozu. Ruční přepisování provozních dat do tabulek je trvalý zdroj chyb a v dnešní době nepřijatelný a dávno překonaný způsob pořizování dat. Bez exaktních metod řízení a správných dat nelze očekávat výrazné zlepšení v této oblasti. Spíše naopak, nároky na údržbu se s ohledem na rostoucí požadavky na produktivitu podniku stále zvyšují a lze očekávat celkové zhoršení situace. Bez sofistikovaného systému řízení údržby propojeného do dalších podnikových systémů je velmi obtížné detailně plánovat údržbu a potřebu ND.

Hodnocení kritičnosti dílů probíhá spíše intuitivně, není vypracována vhodná metodika. Stává se, že na základě nějaké traumatické zkušenosti z minulosti, kdy ND chyběl, bývá bez další analýzy rozhodnuto, že ND díl musí být skladem, případně je navýšena bezpečnostní zásoba.

Schvalovací proces požadavků údržby ze strany managementu je spíše formální, není k dispozici vhodný nástroj pro přehledné souhrnné zobrazení základních informací potřebných ke schválení pořízení ND. Zároveň manažeři údržby necítí zodpovědnost za úroveň zásob ND. Oddělení controllingu sice provádí měsíční vyhodnocování celkové spotřeby ND, nicméně toto plošné hodnocení není schopné odhalit případné anomálie u jednotlivých ND.

Jako názorný příklad takového nástroje uvádím informační systém firmy Continental a.s. v Trutnově, viz obr. 32.



Obrázek 32 – Spare parts info Continental
Zdroj: Informační systém Continental a.s.

V procesu nákupu je slabinou samotný vstup do tohoto procesu, tím mám na mysli hlášení potřeby. Potřeba hlášená manažery údržby je často nadhodnocená a vede ke vzniku SMI. Korekce hladinového řízení zásob ze strany nákupu neprobíhá on-line a v dostatečné míře. Neexistuje automatický návrh hladiny řízení zásob (signální a bezpečnostní zásoba) ani optimálního objednacího množství, který by aktualizován při každé změně týkající se řízení zásob (spotřeba, dodací lhůta, spolehlivost dodavatele, apod.). Dalším nedostatkem je decentralizované řízení zásob ND v ČR a nevyužití potenciálů s tím spojených. Každý výrobní závod sice používá identické kontrakty z ERP, ale svůj postup při pořizování ND koordinuje se druhým závodem jen zřídka.

V oblasti skladování se jeví jako problém chyby v evidenci způsobené neřízeným přístupem údržby do skladu v nočních hodinách a jejich nekázní při hlášení spotřeby. Dalším nešvarem je snaha některých pracovníků údržby udržovat část zásob ND přímo v provozu a mimo evidenci. Dochází pak k poškozování a ztrátám ND, duplicitnímu předzásobení, ale také ke ztrátě povědomí o takto skladovaných ND u samotných pracovníků údržby. Pro tento druh skladování ND se zažil výstižný pojem „veverčí skládky“. Podobný problém je s opravenými ND, které se skladují mimo evidenci v ERP v provozním skladu údržby.

Obecně lze jako nedostatek nazvat celkovou roztříštěnost informací, nesnadný přístup k nim. V podniku jsou pořizovány tisíce dat, která ale nejsou správným způsobem vyhodnocována a neposkytují podporu pro rozhodování zodpovědných pracovníků.

Hlavním nedostatkem procesního řízení je nedostatečné zapojení zaměstnanců a managementu na všech úrovních do těchto procesů. Vrcholový management sice klade důraz na procesní řízení firmy, ale na nižších úrovních řízení se lze stále setkat s případy, kdy si zaměstnanci hledají vlastní, nesystémovou „českou“ cestu a na procesní řízení nahlížejí jako na zbytečnou byrokracii. Na nejnižších úrovních nejsou někteří zaměstnanci s procesy a jejich jednotlivými činnostmi řádně seznámeni, neznají vazby na další procesy a činnosti.

4. Návrh řešení, ekonomické zhodnocení navrhovaných změn.

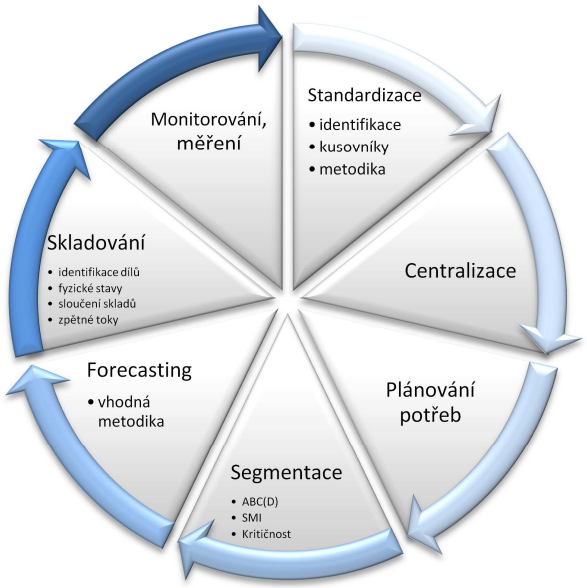
Návrh řešení spočívá v optimalizaci celého procesu řízení zásob ND, tzn. od okamžiku vzniku poptávky, případně odhadu spotřeby do okamžiku spotřeby ND a zaměřuje se na odstranění zjištěných nedostatků v těchto oblastech:

- standardizace procesů řízení a katalog ND,
- centralizace řízení zásob ND,
- plánování údržby včetně potřeby ND,
- segmentace zásob a vyhodnocení kritičnosti ND,
- odhad potřeby ND vhodnou metodikou (pokud nelze plánovat),
- automatizované hladinové řízení zásob,
- zpřesnění systému skladování a evidence,
- monitoring procesů,
- zajištění vhodné softwarové podpory.

Návrh se nezabývá vlastním řízení a plánováním údržby, tzn. četnostmi a druhem oprav, životností a sortimentem používaných ND v jednotlivých zařízeních.

Je nutné zvolit procesní přístup k řízení zásob ND, dílčí, izolované změny jednotlivých činností nemohou vést k požadovanému výsledku, kterým je optimalizace nákladů na udržování zásob ND při minimálně stejném, nebo vyšším stupni zabezpečení.

Grafické znázornění navržené optimalizace procesu řízení zásob ND je znázorněno na obr. 33.



Obrázek 33 – Proces řízení zásob ND
Zdroj: vlastní zpracování

4.1 Standardizace

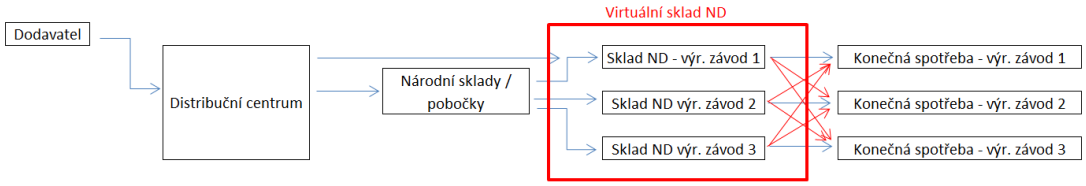
S cílem standardizovat kmenová data ND byl autorem vytvořen návrh metodického pokynu na vytvoření technického, nomenklaturního standardu ND a správu jejich dat. Tento pokyn obsahuje kromě návodu, jak jednotlivá datová pole vyplňovat, také doplňující informace o použití dat v dalších programech, což zaměstnancům usnadňuje orientaci v problematice správy dat a zvyšuje účinnost tohoto opatření. Kmen dat každého dílu obsahuje 85 parametrů rozdělených do podkategorií jako např. normování, logistika, řízení jakosti apod. Každou podkategorii spravuje tomu určený specializovaný útvar.

Správa kmene dat ND, dodavatelů a kontraktů je centralizována na centrále podniku v ČR. Lze předpokládat, že tento způsob správy kmenových dat, dat dodavatelů a kontraktů zamezí duplicitě zadávaní stejných položek. Dále probíhá v rámci kontroly kontraktů, skladových zásob ND a přípravy kusovníků ND pro jednotlivá zařízení čištění stávajících dat. Ve spolupráci s centrálou koncernu je tento metodický pokyn zaváděn ve všech podnicích skupiny Ronal. Cílem je sjednotit nomenklaturu ND v celém koncernu a tím zvýšit dostupnost ND pro jednotlivé výrobní podniky (obr. 35).

Dalším opatřením v oblasti standardizace ND je zavedení seznamu ND (kusovníků) pro všechny instalované zařízení. Porovnáním kusovníků identických zařízení v různých výrobních závodech lze provést kontrolu evidence a dočištění databáze ND v ERP od duplicitně vedených položek.

4.2 Centralizace

Hlavním návrhem v oblasti centralizace je zavedení projektu „**Virtuální sklad náhradních dílů**“. Jedná se o propojení informačních systémů jednotlivých výrobních závodů, které umožní využít decentrálně skladované náhradní díly pro centrální řízení zásob ND, viz obr. 34.



Obrázek 34 – Změna distribučního řetězce ND – virtuální sklad ND
Zdroj: vlastní zpracování

V rámci tohoto projektu může jakýkoliv výrobní podnik v případě nedostatku náhradního dílu zkontrolovat skladovou zásobu v jiných sesterských podnicích a případně si díl obratem vyžádat, viz obr. 35. To výrazně zlepšuje dostupnost náhradních dílů ve skupině a snižuje riziko nedostatku ND. V České Republice, kde jsou 2 výrobní závody v dosahu přibližně 1 hodiny. V první etapě je nutné sloučit v rámci ČR řízení především sporadicky používaných a cenově nákladných náhradních dílů a tím snížit celkové náklady na jejich udržování (obr. 34). V další etapě je vhodné sloučit řízení ND také se třemi polskými výrobními závody v dosahu přibližně 3 hodin od českých výrobních závodů.

Coverage and Turnover

Plant	**(All)**	
Product Categorie	(All)	(All)
Product Class	(All)	(All)
Product Group	(All)	(All)
Material Group	(All)	(All)
Part Family	(All)	(All)
Part	810.1220.389	Spindel, ZSB

Last update of report: 14. 4. 2016 15:12:06

		WH Stock	Goods out per month (Av. of last 12 month)	Coverage (in days)	Turnover
Plant	**Part**				
W03/W20	810.1220.389 - Spindel, ZSB	0,00	0,08	undefined	
W05	810.1220.389 - Spindel, ZSB	1,00	0,08	360,00	1,00
W10	810.1220.389 - Spindel, ZSB	3,00	0,33	270,00	1,33
W14	810.1220.389 - Spindel, ZSB	1,00	0,33	90,00	4,00
W15	810.1220.389 - Spindel, ZSB	1,00	0,08	360,00	1,00
W17	810.1220.389 - Spindel, ZSB	2,00	0,58	102,86	3,50
Summe gesamt		**8,00**	**1,50**	**160,00**	**2,25**

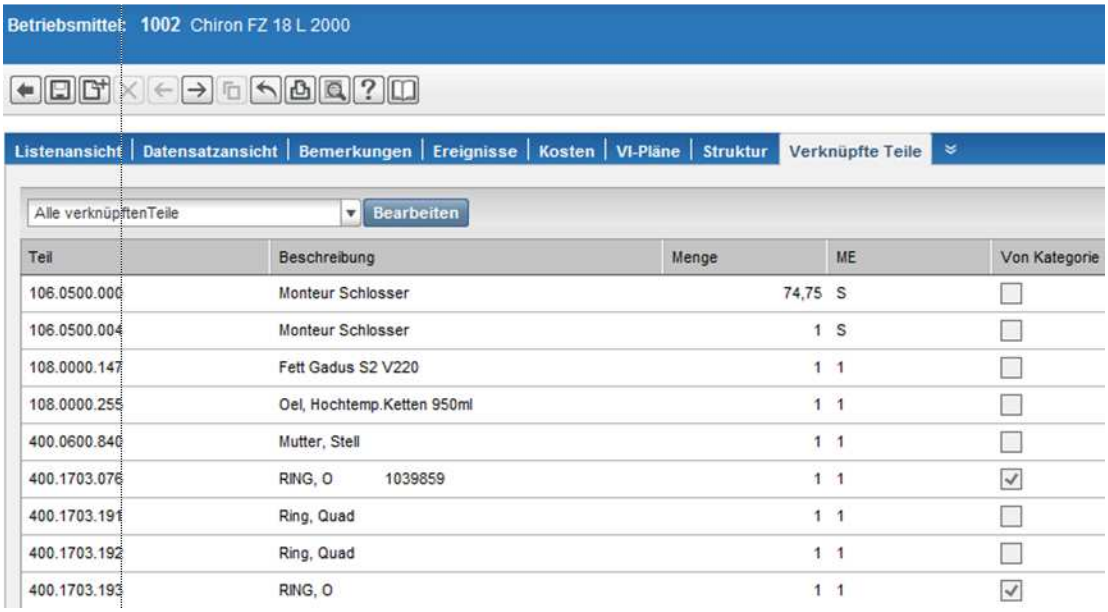
Obrázek 35 – Zásoby vybraného dílu v koncernu
Zdroj: podnikový informační systém

Dalším pozitivním aspektem centralizace je využití silnější vyjednávací pozice a množstevních slev v okamžiku sloučení poptávky.

4.3 Propojení materiálového plánování s plánováním údržby

Automatické propojení systémů plánování údržby a řízení materiálových zásob je nutné z důvodu redukce chybovosti ručního zadávání dat, zmenšení prodlení při předání a zamezení ztrát informací.

V systému plánování údržby EAM je pro každé zařízení spravován mimo jiné také plán preventivní a profylaktické údržby, kdy je ke konkrétnímu datu přiřazen konkrétní servisní úkon včetně plánu potřeby ND, viz obr. 36.



Obrázek 36 – Plán potřeby ND v systému EAM
Zdroj: podnikový informační systém EAM

Propojení s databází ND v ERP (obr. 37) lze uskutečnit právě na základě definovaného standardu kmene dílů.

ET-Liste
Werk 015(1)
Teilefamilie 1030 Chiron FZ 18 HS 1

Poslední aktualizace reportu: 23.04.2016 09:18:34

Teil	Teil	Matchcode	Bezeichnung 1	Bezeichnung 2	Zeichnungs-Nummer	Datum ltz. Abgang	Datum ltz. Zugang
400.1703.194	RING, O	RING,O	RING, O	H51149704601 100x3 Chir	CHIR 1040055	30.05.2012	30.10.2013
400.1703.196	Ring, Quad	RING,QUAD	Ring, Quad	H51216110101 Chir	CHIR H51216110101	31.05.2010	05.03.2003
810.0107.160	VENTIL, DROSSEL-R.	VENTIL,DRO	VENTIL, DROSSEL-R.	H59788000000 Chir	CHIR 1043916		14.06.2012
810.0107.163	Ventil, Pneum. Festo	VENTIL,PNE	Ventil, Pneum. Festo	H59790380000 VL/03-3,3-SA8	CHIR H59790380000	24.10.2013	09.08.2012
810.0107.190	Ventil, Koaxial	VENTIL,KOA	Ventil, Koaxial	H69790130001 SPBH15 Chir	CHIR 1046414	11.01.2013	24.01.2013
810.0107.191	Ventil, Koaxial	VENTIL,KOA	Ventil, Koaxial	H59795530000 5VMK15N Chir	CHIR 1044043	31.03.2016	09.11.2012
810.0107.192	Ventil, 2/2-Wege	VENTIL,WEG	Ventil, 2/2-Wege	H59781060000 55420D Chir	CHIR 1043878	31.03.2016	23.09.2011
810.0400.483	Lager, Rillenkugel	LAGER,RILL	Lager, Rillenkugel	H50046670100 619092Z Chir	CHIR 1039689		28.11.2013
810.0800.121	Motor, ZSB	MOTOR,ZSB	Motor, ZSB	B05360200101 halbfert Chir	CHIR 1009696	18.08.2011	18.08.2011
810.0800.195	Motor, ZSB	MOTOR,ZSB	Motor, ZSB	B05360211019 Chir	CHIR 1161800	20.11.2013	27.06.2012
810.0800.198	Motor, ZSB	MOTOR,ZSB	Motor, ZSB	B05730189006 Chir	CHIR 1015544	12.03.2015	16.04.2015
810.1220.158	Greifer, ZSB	GREIFER,ZS	Greifer, ZSB	B05721023006 Chir	CHIR 1014852	22.02.2016	19.06.2015
810.1220.310	Scheibe, Zahn	SCHEIBE,ZA	Scheibe, Zahn	HE5385210101 spindels Chir	CHIR 1046829		15.10.2007
810.1220.362	Halter	HALTER	Halter	H58060430000 Spruehp Chir	CHIR 1041768	09.05.2013	04.07.2012
810.1220.389	Spindel, ZSB	SPINDEL,ZS	Spindel, ZSB	B05730045005 Chir	CHIR 1015419	10.11.2015	04.12.2015
810.1220.616	Verbindung	VERBINDUNG	Verbindung	H68240740000 Chir	CHIR H68240740000	24.04.2012	03.07.2012
810.1220.802	Buchse	BUCHSE	Buchse	HE5311020400 Chir	CHIR 1046788	13.02.2012	12.01.2012
810.2400.023	Greifer, ZSB	GREIFER,ZS	Greifer, ZSB	B05721023006 Chir	CHIR 1014852	11.06.2014	30.09.2013
810.2400.025	Huelse, Nadel	HUELSE,NAD	Huelse, Nadel	H50024000100 HK30202 Chir	CHIR 1039630	29.10.2013	14.07.2004
810.2400.026	Lager, Axial-Schr. 1039789	LAGER, AXI	Lager, Axial-Schr. 1039789	Chir. H50428890100	H50428890100	11.11.2010	14.07.2004

Obrázek 37 – Seznam ND pro vybrané zařízení
Zdroj: podnikový informační systém EIS

Propojení systému plánování údržby EAM s materiálovým plánováním ERP umožní slučování potřeb ND pro jednotlivá zařízení a plánování dodání správného množství ND s krátkým předstihem před termínem spotřeby. Zároveň umožní snížit úroveň bezpečnostní

zásoby bez negativního dopadu na dostupnost položky z důvodu snížení kolísání neplánované poptávky po ND.

4.4 Diferenciované řízení zásob

Návrh řešení vychází ze segmentace portfolia ND. Cílem segmentace je efektivně rozdělit portfolio ND na skupiny, které mají odlišné požadavky na dostupnost, plánování a řízení zásob. V jednotlivých segmentech jsou navrženy odlišné výše stupně zabezpečení dodávek a tomu odpovídající pojistné a celkové skladové zásoby.

Pro segmentaci portfolia ND byla vypracována metodika vycházející z multikriteriálního hodnocení, v němž kombinuje hodnocení kritičnosti zařízení, rizikovosti ND, četnosti spotřeby, dostupnosti ND a dodacích lhůt. Kritičnost zařízení, ve kterém je konkrétní ND instalován, lze vyhodnotit dle matice na obr. 38, výsledkem je zařazení zařízení do 3 kategorií: A – vysoká rizikovost, B – střední rizikovost, C – nízká rizikovost zařízení. Další kritéria pro hodnocení rizikovosti ND jsou zařazeny do matice hodnocení rizikových faktorů ND, viz obr. 39.

Pravděpodobnost výskytu negativního jevu	
1	vznik negativního jevu téměř vyloučený
2	vznik negativního jevu možný, zřídkavý
3	vznik negativního jevu opakovaně během životnosti zařízení

Důsledek výpadku zařízení	
zanedbatelný	zanedbatelná porucha systému, bez finančních ztrát
významný	významné poškození systému, finanční ztráty
kritický	rozsáhlé ztráty ve výrobě, významné finanční ztráty

Matice rizik			
Pravěpodobnost výskytu / důsledek jevu	zanedbatelný	významný	kritický
1 - velmi nízká/nízká	1	2	3
2 - střední	2	4	6
3 - vysoká / velmi vysoká	3	6	9

Vyhodnocení kritičnosti zařízení	
Kategorie	Bodové hodnocení
A - vysoká	1-2
B - střední	3-5
C - nízká	6-9

Obrázek 38 – Hodnocení kritičnosti zařízení
Zdroj: vlastní zpracování

Matice hodnocení kritérií rizikovosti ND				
Riziková kritéria		Závažnost rizikového kritéria		
		vysoká	**střední**	**nízká**
Kritičnost zařízení		kategorie A	kategorie B	kategorie C
Pravděpodobnost poruchy ND		< 3 měsíce	>= 3 měsíce a =< 1rok	> 1 rok
Logistické char.	Pořizovací lhůta ND (interval nejistoty)	> 1 měsíc	> 3 dny a =< 1 měsíc	< 3 dny
	Počet dodavatelů	pouze 1	>1 a =< 3	> 3
	Dostupnost technické specifikace	není	všeobecná specifikace	detailní specifikace

Obrázek 39 – Hodnocení rizikových kritérií náhradních dílů
Zdroj: vlastní zpracování

Vlastní klasifikace kritičnosti ND se provede dosazením takto vyhodnocených kritérií do rozhodovacího diagramu na obr. 15. Výsledkem je segmentace náhradních dílů do 4 kategorií:

- A – klíčové položky pro chod podniku podle zvolených kritérií,
- B – důležité položky s významným dopadem na chod podniku,
- C – méně důležité položky bez zásadního vlivu,
- D – nedůležité položky zásob.

Pro každou kategorii byl stanoven požadavek na spolehlivost zabezpečení proti odchylkám:

- Kategorie A – 99 %,
- Kategorie B – 95 %,
- Kategorie C – 90 %,
- Kategorie D – bez PZ.

Požadavek na spolehlivost zabezpečení je podkladem pro stanovení pojistného faktoru pro výpočet pojistné zásoby. Pro ověření metod stanovení PZ z kapitoly 1.3.8 a určení vhodné metody pro vybraný podnik byly uvedené metody aplikovány na 3 vybrané ND s odlišným charakterem spotřeby a kritičností dílu.

V příloze A byly aplikovány metody výpočtu pojistných zásob z kapitoly 1.3.8. na 3 vybrané náhradní díly kategorie A, B, C. S ohledem na složitost a přesnost výpočtu a dostupnost potřebných dat v podnikovém ERP byla jako nejvhodnější metoda

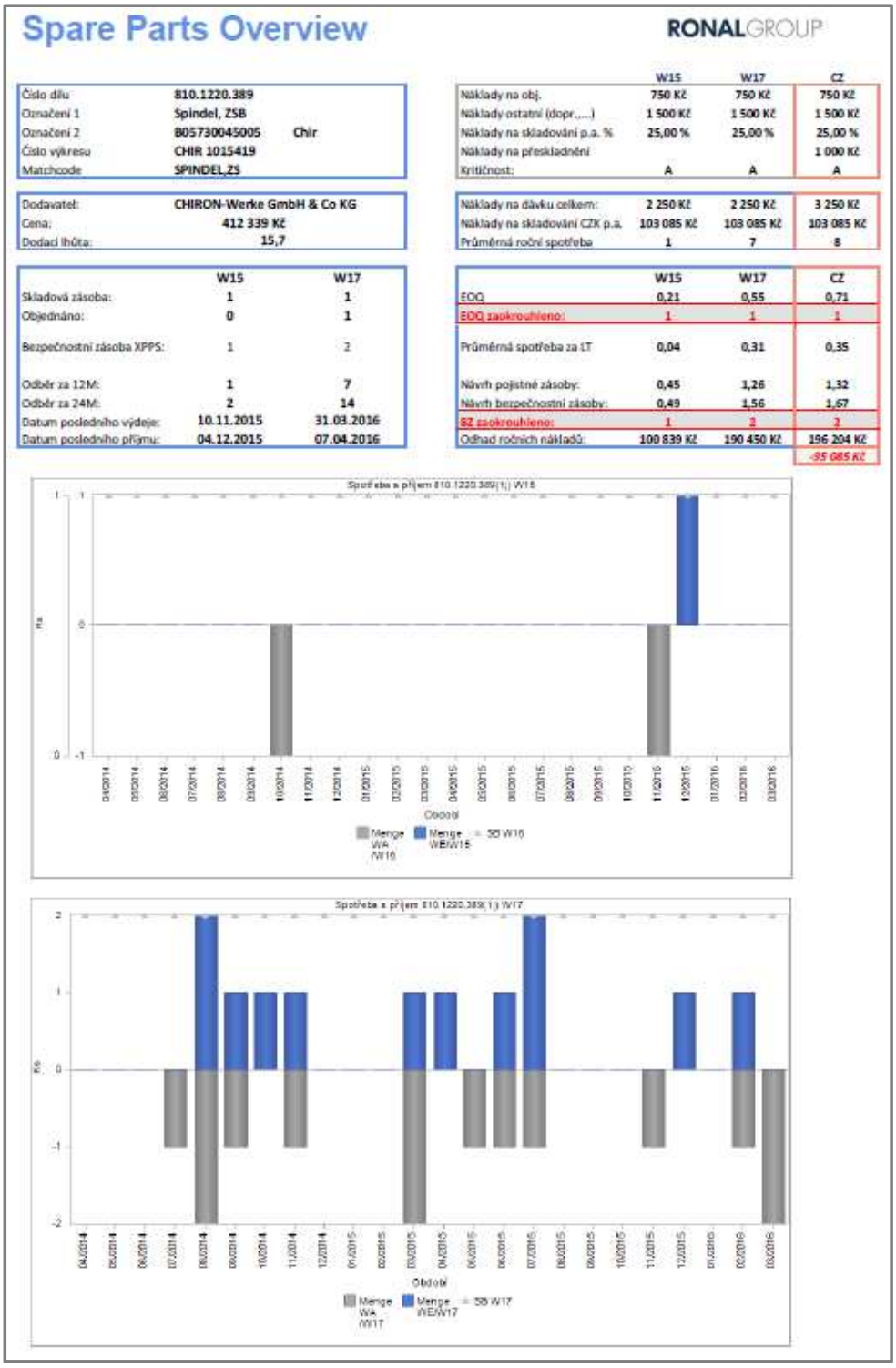
pro výpočet pojistné zásoby zvolena metoda M4, která zohledňuje průměrné velikosti potřeby a dodací lhůty ND vč. jejich kolísání.

Dalším krokem pro automatizované řízení zásob ND je stanovení signální objednací zásoby podle výrazu (15).

$$x_o = x_p + \bar{p} * \bar{t}_p \qquad (15)$$

V okamžiku poklesu zásoby ND pod úroveň signální zásoby ERP generuje automaticky ve schránce nákupu požadavek na pořízení ND. Velikost objednací dávky autor doporučuje stanovit pomocí Harrisova-Wilsonova vzorce (4).

Výpočet optimální objednací dávky a pojistné zásoby společně se základními informacemi o ND autor připravil jako speciální report v podnikovém informačním systému EIS, viz obr. 40. Tento plánovací nástroj nabízí specialistům nákupu a údržby ucelené informace o spotřebě ND, jeho ceně, dodací lhůtě, dodavateli, kategorizaci atd. a především automaticky vypočítává pojistnou zásobu, objednací zásobu a optimální velikost objednací dávky. Po zadání identifikačního čísla ND proběhnou veškeré výpočty automaticky za využití informací z podnikového informačního systému EIS.



Obrázek 40 – Plánovací nástroj řízení zásob ND
Zdroj: vlastní zpracování

4.5 Skladování

Návrhem opatření v oblasti skladování je zavedení centrálního skladu náhradních dílů s řízeným přístupem a jasnými pravidly pro příjem, skladování a vydávání náhradních dílů. Tento proces zajistí správnou evidenci a nakládání s náhradními díly a mimo jiné také umožní vyhodnocovat obrátkovost, stav zásob a podobně.

Je potřeba zamezit neřízenému skladování náhradních dílů mimo informační systém ve výrobních provozech, údržbě, provozních skladech apod. Na tento způsob skladování se nelze spolehnout. Často dochází ke ztrátě, poškození, nebo naopak nevyužití takto „skladovaných“ dílů. Z pohledu autora se jedná o bezúčelné plýtvání prostředky.

Běžnou praxí je používání čárových, nebo QR kódů, nebo jiných datových nosičů přímo na náhradních dílech, které umožňuje lepší řízení, sledování umístění dílů ve skladu, online evidenci pohybů dílů pomocí scannerů a obecně jednodušší a přesnější přístup do podnikového informačního systému.

Jako vhodné řešení pro skladování ND lze doporučit automatický vertikální skladovací systém. Kromě úspory místa donutí tento systém uživatele přesně plánovat odběr ND z hlavního skladu, sníží se jejich neplánovaný odběr pouze z důvodu zahlédnutí položky při oděru jiných ND a jejich následné neevidované skladování v údržbě.

Dalším opatřením je vytvoření skladu opravených ND s evidencí v ERP. Evidence veškerých ND (opravených i nových) umožní zpřesnit materiálové plánování, zamezí duplicitnímu objednávání nových dílů v případě možnosti využití opravených dílů a také zpřesní informace o spotřebě konkrétních ND, které jsou důležité pro správné nastavení hladiny PZ.

4.6 Ekonomické zhodnocení

Lze předpokládat, že zavedením navržených opatření podnik docílí významných úspor nákladů v oblasti správy a řízení náhradních dílů. Je nutné vycházet z toho, že podnik udržuje zásoby ND v České republice na úrovni 50 až 60 miliónů Kč. S ohledem na

nedávný přechod podniku na režim nepřetržité výroby lze očekávat další nárůst skladových zásob ND z důvodu předpokládaných vyšších zrát z deficitu ND a s tím spojeným požadavkem na vyšší dostupnost ND.

V odborné literatuře se uvádí, že standardizací a vyčištěním kmene dílů od duplicitních položek lze snížit skladové zásoby ND až o 12 % (Gager, 2009). První pročištění dat v podnikovém ERP již proběhlo v březnu 2016 a vedlo k odhalení 280 duplicitně vedených položek, což odpovídá přibližně 5,6 % z evidovaných aktivních položek ND. Další redukci duplicitních ND lze očekávat v důsledku křížové kontroly kusovníků ND u instalovaných zařízení v obou výrobních závodech v ČR. Tuto redukci autor odhaduje na 2 %, což při celkovém objemu zásob 60 miliónů Kč a průměrných ročních nákladech na skladování ve výši 25 % z pořizovací ceny dílu představuje úsporu 300 000,-- Kč ročně.

Větší ekonomický dopad ve smyslu úspory nákladů představuje centralizace řízení zásob ND v České republice. Jak vyplývá z analýzy na obr. 28, přibližně 67 % ND dle hodnoty nemělo v posledních 12 měsících žádnou spotřebu. S ohledem na to, že podnik pravidelně vyhodnocuje bezobratové zásoby a nevyužitelné zásoby likviduje, lze s vysokou pravděpodobností předpokládat, že se jedná o vytipované kritické ND se sporadickou spotřebou. Z analýzy spotřeby těchto dílů vyplynulo, že 71 % těchto ND je používaných v obou výrobních závodech v ČR. Zbylých 29 % jsou specifické ND používané především v novějším výrobním závodě s ohledem na generační obměnu technologií.

Jak vyplývá z porovnání výpočtu nákladů na udržování zásob ND samostatně pro každý závod a centrálně pro Českou republiku, lze při centrálním řízení drahých ND se sporadickou spotřebou alespoň v jednom výrobním závodě šetřit až jednu třetinu nákladů na jejich udržování, konkrétně u dílu 810.1220.389 na obr. 40 činí očekávaná úspora 95 085,-- Kč ročně, což je přibližně 32,64 %, viz tab. 5. U levnějších ND je procentuálně vyjádřená úspora nákladů nižší, protože do celkových nákladů je nutné započítat i náklady na manipulaci a přeskladnění ND mezi jednotlivými závody, konkrétně u dílu 810.0800.123 z přílohy B (obr. A7) činí tato úspora 8,6 %. U nejlevnějších ND jako např. u dílu 400.9002.426 náklady na manipulaci a přeskladnění převyšují úsporu nákladů při centrálním řízení zásob ND (obr. A11).

Tabulka 5 – Porovnání nákladů na pořízení a udržování zásob 810.1220.389

Závod	Roční spotřeba	Interval nejistoty	PZ	BZ	EOQ	Náklady na pořízení a udržování zásob
W15 Jičín	1	16	0,45	1	1	100 839 Kč
W17 Pardubice	7	16	1,26	2	1	190 450 Kč
ČR decentr. řízení	8	16	1,71	3		291 289 Kč
ČR centr. řízení	8	16	1,32	2	1	196 204 Kč

Zdroj: vlastní zpracování

Celkový efekt centralizace řízení zásob ND lze očekávat kolem 20 % úspory nákladů a to především u ND sporadicky používaných v obou závodech. Finančně vyčísleno činí tato úspora přibližně 1 450 000,-- Kč ročně, což je 9,7 % z celkových nákladů na udržování zásob ND.

Dalším ekonomicky vyhodnotitelným dopadem tohoto optimalizačního návrhu je předpokládané snížení nadlimitních zásob a optimalizace výše skladových zásob navazující na plánovací nástroj v EIS (obr. 40). Provedenou kontrolou aktuálního nastavení bezpečnostních zásob (objednací zásoba) pomocí tohoto nástroje bylo zjištěno, že BZ jsou v ERP nastaveny většinou vyšší, než by bylo optimum. To je způsobeno hlavně snahou údržby zamezit deficitu zásob ND na základě intuitivního odhadu spotřeby s automaticky vyšší rezervou. U některých prověřovaných ND s nízkou spotřebou byly nastaveny až pětinásobné BZ, v průměru byly zásoby ND nastaveny přibližně 20 % nad optimem. S ohledem na to, že u některých ND naopak nemusí být v současnosti nastavena chybně žádná BZ, snížení nadlimitních BZ bude probíhat postupně a bude nadále analyzováno, lze očekávat celkovou úsporu nákladů ve výši 7,5 %.

Rekapitulace možných úspor nákladů na skladování ND je uvedena v tab. 6.

Tabulka 6 – Úspory nákladů na skladování při zavedení navržených opatření

Opatření	Úspora nákladů	Úspora %
Redukce duplicitně vedených položek	300 000 Kč	2,0%
Centralizace řízení zásob ND	1 450 000 Kč	9,7%
Optimalizace bezpečnostních zásob	1 125 000 Kč	7,5%
Celkem:	**2 875 000 Kč**	**19,2%**

Zdroj: vlastní zpracování

V oblasti pořizování zásob ND, bylo zjištěno, že méně nákladné ND jsou často objednávány v dávkách menších, než je optimální objednací množství. Například u již zmíněného dílu 400.9002.426 (obr. A11) bylo v uplynulém roce vystaveno v závodě Jičín 12 objednávek, Nákladově optimálních by bylo 5 objednávek, úspora nákladů na pořízení ND by v tomto případě činila 5 250,-- Kč, což je téměř 42 %. Tento závěr ovšem není možné zobecňovat. Celkově bylo v roce 2015 vystaveno v obou výrobních závodech téměř 13 000 objednávek. Lze předpokládat, že využitím navrženého výpočtu optimálního objednacího množství lze redukovat počet objednávek o minimálně 1 000 ks, což činí necelých 8 % z celkového objemu objednávek. Při průměrných nákladech na pořízení, vstupní kontrolu a naskladnění zboží ve výši 1 050,-- Kč za 1 objednávku lze optimalizací objednacích množství docílit úsporu nákladů ve výši 1 050 000,-- Kč.

Obtížně vyhodnotitelný je ekonomický přínos tohoto návrhu ve smyslu snížení nákladů z nedostatku ND s ohledem na standardizaci dílů, propojení evidence skladů ND, možnou výpomoc sesterských výrobních závodů v případě nedostatku ND a zkrácení období nejistoty.

Rekapitulace celkových úspor nákladů na pořízení a skladování zásob ND při zavedení výše uvedených optimalizačních opatření je uvedena v tab. 7. V oblasti nákladů na pořízení zásob lze docílit úsporu ve výši 1 050 000,-- Kč, což je přibližně 7,7 % stávajících nákladů. V oblasti nákladů na skladování lze docílit úsporu ve výši přibližně 2 875 000,-- Kč ročně, což znamená úsporu ve výši 19,2 % stávajících nákladů. Celková úspora 3 925 000,-- Kč činí přibližně 13,7 % ze současných celkových nákladů na pořízení a udržování zásob ND.

Tabulka 7 – Celkové úspory nákladů po zavedení navržených opatření

Druh nákladů	**Současný stav**	**Navržená úspora**	**Úspora %**	**Optimalizované náklady**
Náklady na pořízení zásob	13 650 000 Kč	1 050 000 Kč	7,7%	12 600 000 Kč
Náklady na udržování zásob	15 000 000 Kč	2 875 000 Kč	19,2%	12 125 000 Kč
Celkem	**28 650 000 Kč**	**3 925 000 Kč**	**13,7%**	**24 725 000 Kč**

Zdroj: vlastní zpracování

Závěr

Diplomová práce se věnuje problematice řízení a optimalizace zásob náhradních dílů. Tato oblast je pro výrobní podniky velmi důležitá z důvodu stále se zvyšujícího konkurenčního tlaku a vysokých nákladů spojených s chybami řízení zásob ND.

Hlavním cílem diplomové práce bylo navrhnout managementu firmy opatření k optimalizaci řízení zásob náhradních dílů a snížení nákladů. Sekundárním cílem bylo vytvoření konkrétních metodických postupů, které bude možno implementovat do operativního řízení podniku ve formě metodických návodů. K dosažení těchto cílů byla provedena rešerše odborné literatury, zmapován současný způsob řízení zásob náhradních dílů ve vybraném podniku, analyzována slabá místa a navrženo optimalizační řešení.

V rešeršní části byly popsány zásoby obecně, náklady a rizika spojená s řízením zásob, systémy a modely jejich řízení. Zvláštní pozornost pak byla věnována specifickým znakům řízení zásob náhradních dílů, především hodnocení kritičnosti a charakteru spotřeby položky, které mají zásadní vliv na stanovení pojistné zásoby. Stanovení kritičnosti položky a pojistné zásoby je stěžejní téma řízení zásob ND.

V analytické části byl představen vybraný podnik, popsána jeho historie až do současnosti. Další část se podrobně věnuje procesnímu řízení podniku a popisu procesů spojených s řízením zásob ND.

Ve třetí kapitole jsou identifikovány nedostatky stávajícího způsobu řízení zásob ND, kterými jsou především intuitivní způsob řízení zásob, nedostatečné využití dostupných dat pro segmentaci, řízení a exaktní stanovení výše zásob ND, nepřesná evidence, nedostatečný systém plánování údržby a jeho propojení na materiálové plánování.

Čtvrtá kapitola je věnována návrhu řešení zjištěných nedostatků a jeho ekonomickému zhodnocení. Návrh spočívá ve standardizaci ND, centralizaci jejich řízení, propojení evidenčních systémů jednotlivých podniků koncernu a vytvoření společného virtuálního skladu ND, oddělení ND s plánovanou spotřebou od ND s neplánovanou spotřebou, stanovení kritičnosti a následné segmentaci ND a určení optimální výše zásob ND. Klíčovou roli pro určení optimální výše zásob ND hraje stanovení pojistné zásoby.

Pro ověření různých metod stanovení pojistné zásoby bylo vybráno 5 jejich zástupců, které byly testovány na 3 skladových položkách s různou kritičností a charakterem spotřeby. Jako nejvhodnější byla s ohledem vysokou stabilitu dodávek a složitost výpočtu vyhodnocena metoda M4, která stanovuje PZ pomocí směrodatné odchylky velikosti potřeby a délky pořizovací lhůty a průměrné velikosti potřeby a dodací lhůty. Výsledkem kapitoly 4 bylo zjištění, že v případě centralizace, vyčištění dat a správného nastavení PZ lze dosáhnout významného snížení zásob ND a nákladů s tím spojených.

Hlavním přínosem této práce je vypracování metodiky pro hodnocení, predikci a řízení zásob náhradních dílů. Především se jedná o vypracování nomenklaturního standardu a dále návrhu zřízení společného koncernového virtuálního skladu ND, centralizovaného řízení ND, metodiky stanovení kritičnosti a segmentace ND a automatizovaného plánovacího nástroje pro stanovení pojistných a objednacích hladin zásob a nákladově optimálních objednacích množství.

Výsledkem navržených optimalizačních opatření je zjednodušené a přesnější řízení zásob ND. Náhradní díly budou přesně evidovány, skladovány na vhodných místech, bude zamezeno duplicitnímu vedení položek, o veškerých pohybech budou vedeny záznamy, na základě kterých bude možno lépe vyhodnocovat jevy spojené s řízením zásob, predikovat budoucí spotřebu a stanovovat optimální výši skladových zásob ND, což podniku umožní realizovat téměř 14% úsporu nákladů na pořízení a udržování těchto zásob.

Seznam použité literatury

GAGER, Andy. Sklad náhradních dílů může být zázračná zbraň. *Řízení a údržba průmyslového podniku* [online]. Český Těšín: Trade Media International, s. r. o., 2009, (5), 32-35 [cit. 2016-03-19]. ISSN 1803-4535. Dostupné z: http://www.udrzba-cspu.cz/images/casopis_rizeni_udrzba/rizeni-udrzba-07.pdf

GRENČÍK, Juraj. *Manažérstvo údržby: Synergia teórie a praxe*. 1. vyd. Košice: Beki design, 2013. ISBN 9788089522033.

HLADÍK, Tomáš. Efektivní řízení zásob náhradních dílů v údržbě. In: *Logio.cz* [online]. Praha: 2009 [cit. 2015-12-07]. Dostupné z: http://www.logio.cz/wp-content/uploads/2009/11/efektivni-rizeni-zasob-nahradnich-dilu-v-udrzbe.pdf

HUISKONEN, Janne. Maintenance spare parts logistics: Special characteristics and strategic choices. *International Journal of Production Economics*. 2001, **71**(1-3), 125-133. DOI: 10.1016/S0925-5273(00)00112-2. ISSN 09255273. Dostupné také z: http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0925527300001122

KERKKÄNEN, Annastiina a Janne HUISKONEN. Potential development targets in spare part logistics. *International Journal of Procurement Management*. 2013, (5), 544-. DOI: 10.1504/IJPM.2013.056171. ISSN 1753-8432. Dostupné také z: http://search.proquest.com/docview/1671596991?accountid=17116

LEGÁT, Václav. *Management a inženýrství údržby*. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2013. ISBN 978-80-7431-119-2.

MOLENAERS, An, Herman BAETS, Liliane PINTELON a Geert WAEYENBERGH. Criticality classification of spare parts: A case study. *International Journal of Production Economics*. 2012, (2), 570-578. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.08.013. ISSN 0925-5273.
Dostupné také z: http://search.proquest.com/docview/1136554737?accountid=17116

SEGER, Jan a Richard HINDLS. *Statistické metody v tržním hospodářství*. 1. vyd. Praha: Victoria Publishing, 1995. ISBN 8071870587.

SIXTA, Josef a Václav MAČÁT. *Logistika - teorie a praxe*. První. Brno: Computer Press, 2010. ISBN 80-251-0573-3.

SIXTA, Josef a Miroslav ŽIŽKA. *Logistika: Metody používané pro řešení logistických projektů*. Brno: Computer Press, 2009. ISBN 978-80-251-2563-2.

SLATER, Philipp. Six Tips to Improve Spare Parts Management. *Maintenance & asset management* [online]. **2012,** (6), 40-42 [cit. 2016-03-16]. Dostupné z: http://www.maintenanceonline.co.uk/maintenanceonline/content_images/Pages%2040,%2041,%2042.pdf

SYNEK, Miloslav a KOLEKTIV. *Manažerská ekonomika*. 5., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada Publishing, 2011. ISBN 9788024734941.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada Publishing a.s., 2014. ISBN 978-80-247-4486-5.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby a nákupu*. První. Praha: Grada Publishing a.s., 2007. ISBN 978-80-247-1479-0.

VAN HORENBEEK, Adriaan, Jasmine BURÉ, Dirk CATTRYSSE, Liliane PINTELON a Pieter VANSTEENWEGEN. Joint maintenance and inventory optimization systems: A review. *International Journal of Production Economics*. **2013**(2), 499-508. DOI: 10.1016/j.ijpe.2012.04.001.
Dostupné také z: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527312001466

WILLEMAIN, Thomas, Charles SMART a Henry SCHWARZ. A new approach to forecasting intermittent demand for service. *International Journal of Forecasting*. **2004** (3), 375-387. DOI: 0.1016/S0169-2070(03)00013-X. Dostupné také z: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016920700300013X

Seznam příloh

Příloha A – Aplikace metod stanovení pojistné zásoby pro vybrané položky 94

Příloha B – Kvantily normovaného normálního rozdělení (uP) 111

Příloha A – Aplikace metod stanovení pojistné zásoby pro vybrané položky

V kapitole 1.3.8 byly popsány některé metody pro stanovení pojistné zásoby. Pro praktické ověření těchto metod byly vybrány 3 konkrétní ND z podnikové praxe. Záměrně byl vybrán vždy jeden představitel A, kategorie B a kategorie C. Charakteristiky spotřeby a dodávek jsou uvedeny v tab. 5 a 6.

A.1 Vřeteno Chiron 810.1220.389

Označení: Hlavní vřeteno CNC Chiron FZ 18

Identifikační číslo: 810.1220.389

Pořizovací cena: 12 200,-- €/ks

Klasifikace dle ABC/XYZ: AY

Jedná se specifický ND používaný v CNC obráběcím stroji automatizované obráběcí linky, dostupný pouze u výrobce zařízení. V případě poruchy dojde k odstavení celé linky a výpadku 8 % celkové výrobní kapacity závodu.

Obrázek A1 - Vřeteno 810.1220.389
Zdroj: vlastní zpracování

Spotřeba ND a spolehlivost dodávek je charakterizována v tabulkách A1 a A2.

Tabulka A1- Měsíční spotřeby 810.1220.389

Závod	Datum																							
	04/2014	05/2014	06/2014	07/2014	08/2014	09/2014	10/2014	11/2014	12/2014	01/2015	02/2015	03/2015	04/2015	05/2015	06/2015	07/2015	08/2015	09/2015	10/2015	11/2015	12/2015	01/2016	02/2016	03/2016
W15	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0
W17	0	0	0	-1	-2	-1	0	-1	0	0	0	-2	0	-1	-1	-1	0	0	0	-1	0	0	-1	-2
CZ	0	0	0	-1	-2	-1	-1	-1	0	0	0	-2	0	-1	-1	-1	0	0	0	-2	0	0	-1	-2

Zdroj: Podnikový informační systém

Tabulka A2 – Průběh dodávek 810.1220.389

Termintreue Lieferant/Teil [W15 + W17]

Teil: **810.1220.389 Spindel, ZSB**
Bestelldatum von: **01.04.2014**

Autor: StehulkaD
Poslední aktualizace reportu: 09.04.2016 11:02:11

Werk	Teil	Austell datum	AB-Datum	Bestelldatu	Datum bestäti	WE - Datum	Bestell Menge	Liefer Menge	Abw. Menge	Abw. Menge %	Wunsch termin	Abw. Bestätigt /Wunsch	Abw. WE /Bestätigt	Lieferfrist:
W15	810.1220.389	10.11.2015	04.12.2015	24.11.2015	09.12.2015	04.12.2015	1,00	1,00		0,00 %	14	15	-5	24
W17	810.1220.389	23.07.2014	23.06.2014	06.08.2014	30.07.2014	01.08.2014	1,00	1,00		0,00 %	14	-7	2	9
		04.08.2014		18.08.2014	18.08.2014	11.08.2014	1,00	1,00		0,00 %	14		-7	7
		11.08.2014	27.08.2014	25.08.2014	17.09.2014	29.09.2014	1,00	1,00		0,00 %	14	23	12	49
		29.09.2014	29.09.2014	06.10.2014	06.10.2014	01.10.2014	1,00	1,00		0,00 %	7		-5	2
		14.11.2014	19.11.2014	21.11.2014	21.11.2014	25.11.2014	1,00	1,00		0,00 %	7		4	11
		12.03.2015		16.03.2015	16.03.2015	16.03.2015	1,00	1,00		0,00 %	4			4
		23.03.2015	24.03.2015	06.04.2015	06.04.2015	01.04.2015	1,00	1,00		0,00 %	14		-5	9
		28.05.2015	29.05.2015	04.06.2015	04.06.2015	05.06.2015	1,00	1,00		0,00 %	7		1	8
		16.06.2015	02.07.2015	19.06.2015	07.07.2015	14.07.2015	1,00	1,00		0,00 %	3	18	7	28
		17.07.2015		24.07.2015	24.07.2015	31.07.2015	1,00	1,00		0,00 %	7		7	14
		27.11.2015		11.12.2015	11.12.2015	04.12.2015	1,00	1,00		0,00 %	14		-7	7
		28.01.2016	01.02.2016	05.02.2016	05.02.2016	05.02.2016	1,00	1,00		0,00 %	8			8
		29.03.2016	06.04.2016	30.03.2016	07.04.2016	07.04.2016	1,00	1,00		0,00 %	1	8		9
Celkový průměr										**0,00 %**	**9,14**	**4,07**	**0,29**	**13,50**

Zdroj: Podnikový informační systém

V tabulkách A3 až A7 je proveden výpočet PZ metodami M1 až M5 z kapitoly 1.3.8. Porovnání výsledků je uvedeno v tabulce A8.

Tabulka A3 - Výpočet PZ podle M1

Výrobní závod		Jičín	Pardubice	ČR
Veličina	MJ	Velikost	Velikost	Velikost
Průměrná měsíční spotřeba	ks	0,083	0,583	0,667
Průměrná délka pořizovací lhůty	měsíc	0,417	0,448	0,445
Pojistná zásoba	**ks**	**0,017**	**0,131**	**0,148**
PZ po zaokrouhlení	**ks**	**1**	**1**	**1**

Zdroj: vlastní zpracování

Při výpočtu PZ metodou M2 byla specialisty nákupu a údržby obou výrobních závodů stanoven koeficient jištění pomocí bodovacích kritérií z tabulky 1, viz tab. 9.

Tabulka A4 - Výpočet PZ dle M2

Výrobní závod		Jičín	Pardubice	ČR
Veličina	**MJ**	**Velikost**	**Velikost**	**Velikost**
Plánovaná roční spotřeba	ks	1,0	7,0	8,0
Počet bobů dle Tab. 1	N/A	91,0	86,0	89,0
Frekvence dodávek	ks	1,0	5,0	6,0
Koeficient jištění	N/A	0,350	0,100	0,050
Pojistná zásoba	**ks**	**0,350**	**0,700**	**0,400**
PZ po zaokrouhlení	**ks**	**1**	**1**	**1**

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka A5 - Výpočet PZ dle M3

Výrobní závod		Jičín	Pardubice	ČR
Veličina	**MJ**	**Velikost**	**Velikost**	**Velikost**
Pojistný faktor	N/A	2,326	2,326	2,326
Průměrná měsíční spotřeba	ks	0,083	0,583	0,667
Směrodatná odchylka velikosti potřeby	ks	0,282	0,717	0,761
Směrodatná odchylka intervalu nejistoty	měsíc	0,443	0,357	0,360
Pojistná zásoba	**ks**	**0,485**	**1,953**	**2,188**
PZ po zaokrouhlení	**ks**	**1**	**2**	**3**

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka A6 - Výpočet PZ dle M4

Výrobní závod		Jičín	Pardubice	ČR
Veličina	**MJ**	**Velikost**	**Velikost**	**Velikost**
Pojistný faktor	N/A	2,326	2,326	2,326
Průměrná měsíční spotřeba	ks	0,083	0,583	0,667
Směrodatná odchylka velikosti potřeby	ks	0,282	0,717	0,761
Průměrný interval nejistoty	měsíc	0,450	0,481	0,460
Směrodatná odchylka intervalu nejistoty	měsíc	0,443	0,357	0,360
Pojistná zásoba	**ks**	**0,449**	**1,255**	**1,324**
PZ po zaokrouhlení	**ks**	**1**	**2**	**2**

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka A7 - Výpočet PZ dle M5

Výrobní závod		Jičín	Pardubice	ČR
Veličina	**MJ**	**Velikost**	**Velikost**	**Velikost**
Pojistný faktor	N/A	2,326	2,326	2,326
Průměrná měsíční spotřeba	ks	0,083	0,583	0,667
Směrodatná odchylka velikosti potřeby	ks	0,282	0,717	0,761
Průměrný interval nejistoty	měsíc	0,450	0,481	0,460
Směrodatná odchylka intervalu nejistoty	měsíc	0,443	0,357	0,360
Vyrovnávací konstanta	N/A	0,750	0,750	0,750
Pojistná zásoba	**ks**	**0,415**	**1,115**	**1,140**
PZ po zaokrouhlení	**ks**	**1**	**2**	**2**

Zdroj: vlastní zpracování

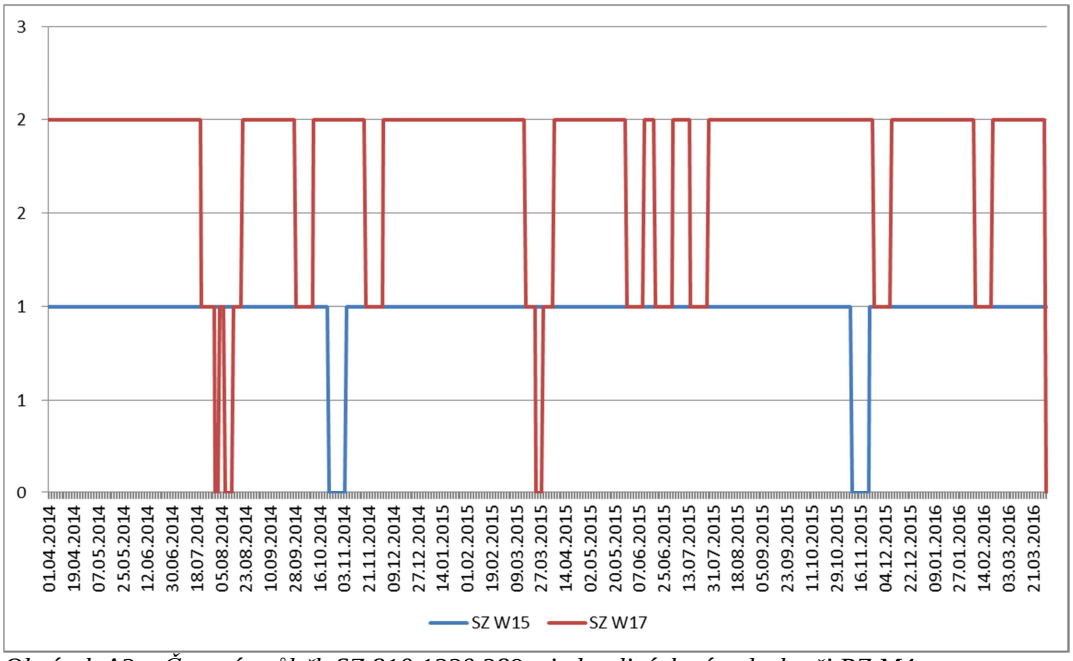
Tabulka A8 – Porovnání PZ metodou M1-M5 pro 810.1220.389

Výrobní závod	Jičín	Pardubice	ČR centr. říz.	ČR decentr. říz.
Metoda	**PZ**	**PZ**	**PZ**	**PZ**
M1	1,0	1,0	1,0	2,0
M2	1,0	1,0	1,0	2,0
M3	1,0	2,0	3,0	3,0
M4	1,0	2,0	2,0	3,0
M5	1,0	2,0	2,0	3,0

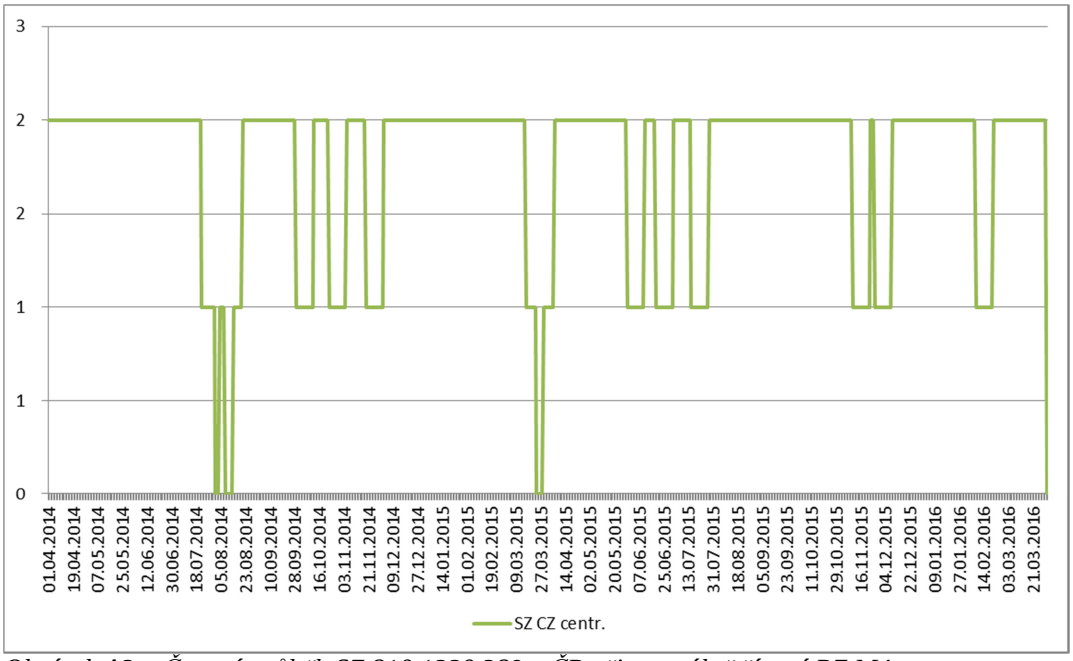
Zdroj: vlastní zpracování

Jako nejvhodnější metoda pro stanovení PZ byly určeny metody M4 a M5. Časový průběh zásob ND při stanovení PZ metodou M4 při decentrálním řízení zásob za 24 měsíců je uveden na obr. A2, při centrálním řízení na obr. A3.

Praktická aplikace metody M4 pro výpočet pojistné zásoby a výpočet bezpečností zásoby společně s optimální objednací dávkou je uveden na obr. 40 DP.



Obrázek A2 – Časový průběh SZ 810.1220.389 v jednotlivých závodech při PZ M4
Zdroj: vlastní zpracování



Obrázek A3 – Časový průběh SZ 810.1220.389 v ČR při centrálně řízené PZ M4
Zdroj: vlastní zpracování

Jak vyplývá z obr. A2 a A3, je dostupnost tohoto ND kategorie A při navrženém stanovení pojistné a bezpečnostní zásoby metodou M4 v případě centrální i decentrální správy zásob ND na úrovni 100 %.

B.2 Motor otáčení drapáku 810.0800.123

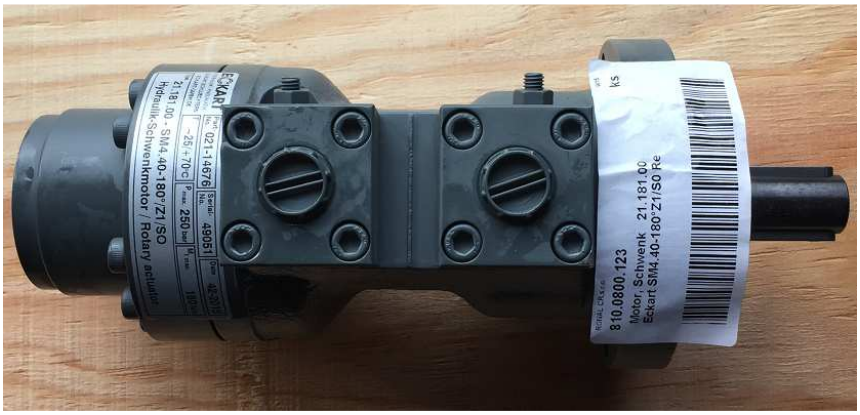
Označení: Motor otáčení drapáku

Identifikační číslo: 810.0800.123

Pořizovací cena: 33.400,- CZK/ks

Klasifikace dle ABC/XYZ: BY

Tento motor (obr. A4) manipulačního zařízení licího stroje je dostupný pouze u výrobce zařízení. Výpadek stroje ohrozí přibližně 3 % celkové výrobní kapacity závodu.



Obrázek A4 – Motor drapáku 810.0800.123
Zdroj: vlastní zpracování

Spotřeba ND a spolehlivost dodávek je charakterizována v tabulkách A9 a A10.

Tabulka A9 - Měsíční spotřeby 810.0800.123

	Datum																							
Závod	04/2014	05/2014	06/2014	07/2014	08/2014	09/2014	10/2014	11/2014	12/2014	01/2015	02/2015	03/2015	04/2015	05/2015	06/2015	07/2015	08/2015	09/2015	10/2015	11/2015	12/2015	01/2016	02/2016	03/2016
W15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
W17	0	-1	-2	0	0	-2	-1	-3	0	-1	0	-2	-1	-2	-3	0	-1	-2	0	-3	0	0	-3	0
CZ	0	-1	-2	0	0	-2	-1	-3	0	-1	0	-2	-1	-2	-3	0	-1	-2	0	-3	0	0	-3	-1

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka A10 – Průběh dodávek 810.0800.123

Termintreue Lieferant/Teil [W15 + W17]

Teil: **810.0800.123 Motor, Schwenk 21.181.00** Autor: StehulkaD
Bestelldatum von: **01.04.2014** Poslední aktualizace reportu: 09.04.2016 11:02:49

Werk	Teil	Austell datum	AB-Datum	Bestelldatu	Datum bestäti	WE - Datum	Bestell Menge	Liefer Menge	Abw. Menge	Abw. Menge %	Wunsch termin	Abw. Bestätigt /Wunsch	Abw. WE /Bestätigt	Lieferfrist:
W15	810.0800.123	20.08.2015	25.08.2015	03.09.2015	12.10.2015	21.10.2015	4,00	4,00		0,00 %	14	39	9	62
W17	810.0800.123	28.05.2014	05.06.2014	11.06.2014	25.07.2014	29.07.2014	3,00	3,00		0,00 %	14	44	4	62
		11.09.2014	24.09.2014	26.09.2014	12.11.2014	21.11.2014	3,00	3,00		0,00 %	15	47	9	71
		21.11.2014	20.01.2015	05.12.2014	16.01.2015	15.01.2015	3,00	3,00		0,00 %	14	42	-1	55
		19.01.2015	16.02.2015	26.02.2015	03.04.2015	07.04.2015	3,00	3,00		0,00 %	38	36	4	78
		13.04.2015	23.04.2015	27.04.2015	16.06.2015	11.06.2015	3,00	3,00		0,00 %	14	50	-5	59
		29.06.2015	27.08.2015	13.07.2015	17.08.2015	21.08.2015	3,00	3,00		0,00 %	14	35	4	53
		21.08.2015	26.08.2015	04.09.2015	04.09.2015	01.09.2015	3,00	3,00		0,00 %	14		-3	11
		23.11.2015	04.12.2015	07.12.2015	22.01.2016	22.01.2016	3,00	3,00		0,00 %	14	46		60
		01.02.2016	05.02.2016	15.02.2016	31.03.2016	05.04.2016	2,00	2,00		0,00 %	14	45	5	64
		23.02.2016	26.02.2016	08.03.2016	04.04.2016	05.04.2016	3,00	3,00		0,00 %	14	27	1	42
Celkový průměr										**0,00 %**	**16,27**	**37,36**	**2,45**	**56,09**

Zdroj: vlastní zpracování

V tabulkách A11-A15 jsou uvedeny výpočty metodami M1-M5. V tabulce A16 je porovnání PZ vypočtených jednotlivými metodami pro decentralizované i centralizované řízení zásob ND v ČR.

Tabulka A11 - Výpočet PZ podle M1

Výrobní závod		**Jičín**	**Pardubice**	**ČR**
Veličina	**MJ**	**Velikost**	**Velikost**	**Velikost**
Průměrná měsíční spotřeba	ks	0,042	1,125	1,167
Průměrná délka pořizovací lhůty	měsíc	1,870	1,870	1,870
Pojistná zásoba	**ks**	**0,039**	**1,052**	**1,091**
PZ po zaokrouhlení	**ks**	**1**	**2**	**2**

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka A12 - Výpočet PZ podle M2

Výrobní závod		**Jičín**	**Pardubice**	**ČR**
Veličina	**MJ**	**Velikost**	**Velikost**	**Velikost**
Plánovaná roční spotřeba	ks	1,0	7,0	8,0
Počet bobů dle Tab. 1	N/A	83,0	83,0	83,0
Frekvence dodávek	ks	1,0	5,0	6,0
Koeficient jištění	N/A	0,250	0,083	0,042
Pojistná zásoba	**ks**	**0,250**	**0,581**	**0,336**
PZ po zaokrouhlení	**ks**	**1**	**1**	**1**

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka A13 - Výpočet PZ podle M3

Výrobní závod		Jičín	Pardubice	ČR
Veličina	**MJ**	**Velikost**	**Velikost**	**Velikost**
Pojistný faktor	N/A	1,645	1,645	1,645
Průměrná měsíční spotřeba	ks	0,042	1,125	1,167
Směrodatná odchylka velikosti potřeby	ks	0,204	1,154	1,129
Směrodatná odchylka intervalu nejistoty	měsíc	0,443	0,357	0,360
Pojistná zásoba	**ks**	**0,217**	**2,529**	**2,587**
PZ po zaokrouhlení	**ks**	**1**	**3**	**3**

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka A14 - Výpočet PZ podle M4

Výrobní závod		Jičín	Pardubice	ČR
Veličina	**MJ**	**Velikost**	**Velikost**	**Velikost**
Pojistný faktor	N/A	1,645	1,645	1,645
Průměrná měsíční spotřeba	ks	0,042	1,125	1,167
Směrodatná odchylka velikosti potřeby	ks	0,204	1,154	1,129
Průměrný interval nejistoty	měsíc	1,903	1,903	1,903
Směrodatná odchylka intervalu nejistoty	měsíc	0,587	0,587	0,587
Pojistná zásoba	**ks**	**0,465**	**2,835**	**2,799**
PZ po zaokrouhlení	**ks**	**1**	**3**	**3**

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka A15 - Výpočet PZ podle M5

Výrobní závod		Jičín	Pardubice	ČR
Veličina	**MJ**	**Velikost**	**Velikost**	**Velikost**
Pojistný faktor	N/A	1,645	1,645	1,645
Průměrná měsíční spotřeba	ks	0,042	1,125	1,167
Směrodatná odchylka velikosti potřeby	ks	0,204	1,154	1,129
Průměrný interval nejistoty	měsíc	1,903	1,903	1,903
Směrodatná odchylka intervalu nejistoty	měsíc	0,587	0,587	0,587
Vyrovnávací konstanta	N/A	0,700	0,700	0,700
Pojistná zásoba	**ks**	**0,792**	**4,480**	**4,384**
PZ po zaokrouhlení	**ks**	**1**	**5**	**5**

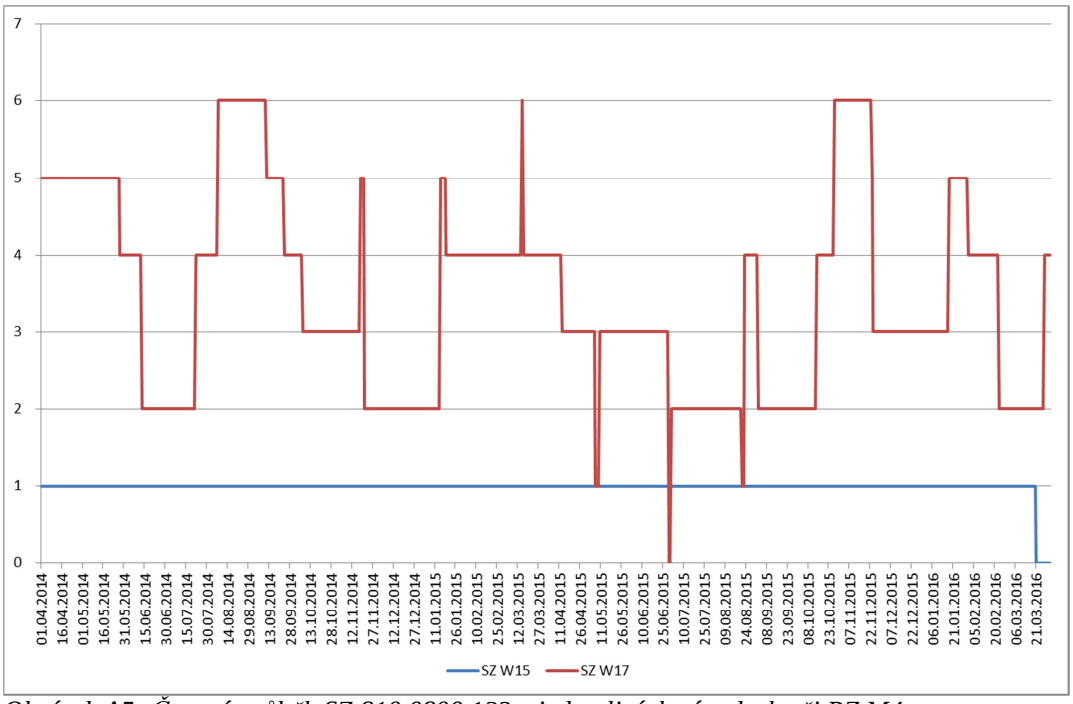
Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka A16 – porovnání PZ stanovených metodou M1-M5

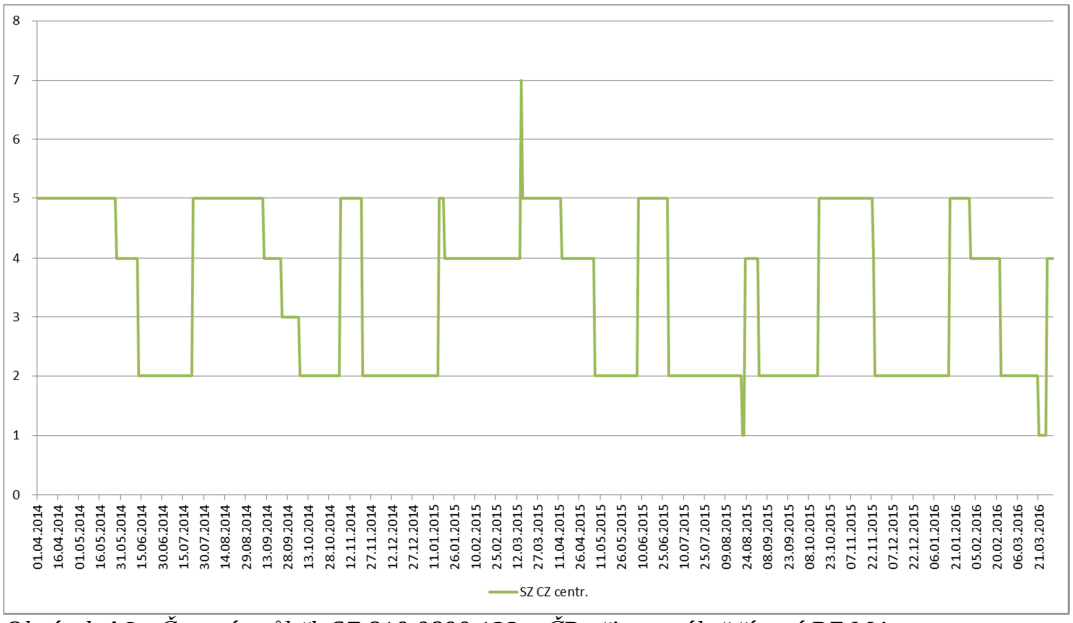
Výrobní závod	Jičín	Pardubice	ČR centr. ř.
Metoda	**PZ**	**PZ**	**PZ**
M1	1,0	2,0	2,0
M2	1,0	1,0	1,0
M3	1,0	3,0	3,0
M4	1,0	3,0	3,0
M5	1,0	5,0	5,0

Zdroj: vlastní zpracování

Jako nejvhodnější metoda pro stanovení PZ byla určena metody M4. Časový průběh zásob ND při stanovení PZ metodou M4 při decentrálním řízení zásob za 24 měsíců je uveden na obr. A5, při centrálním řízení na obr. A6.



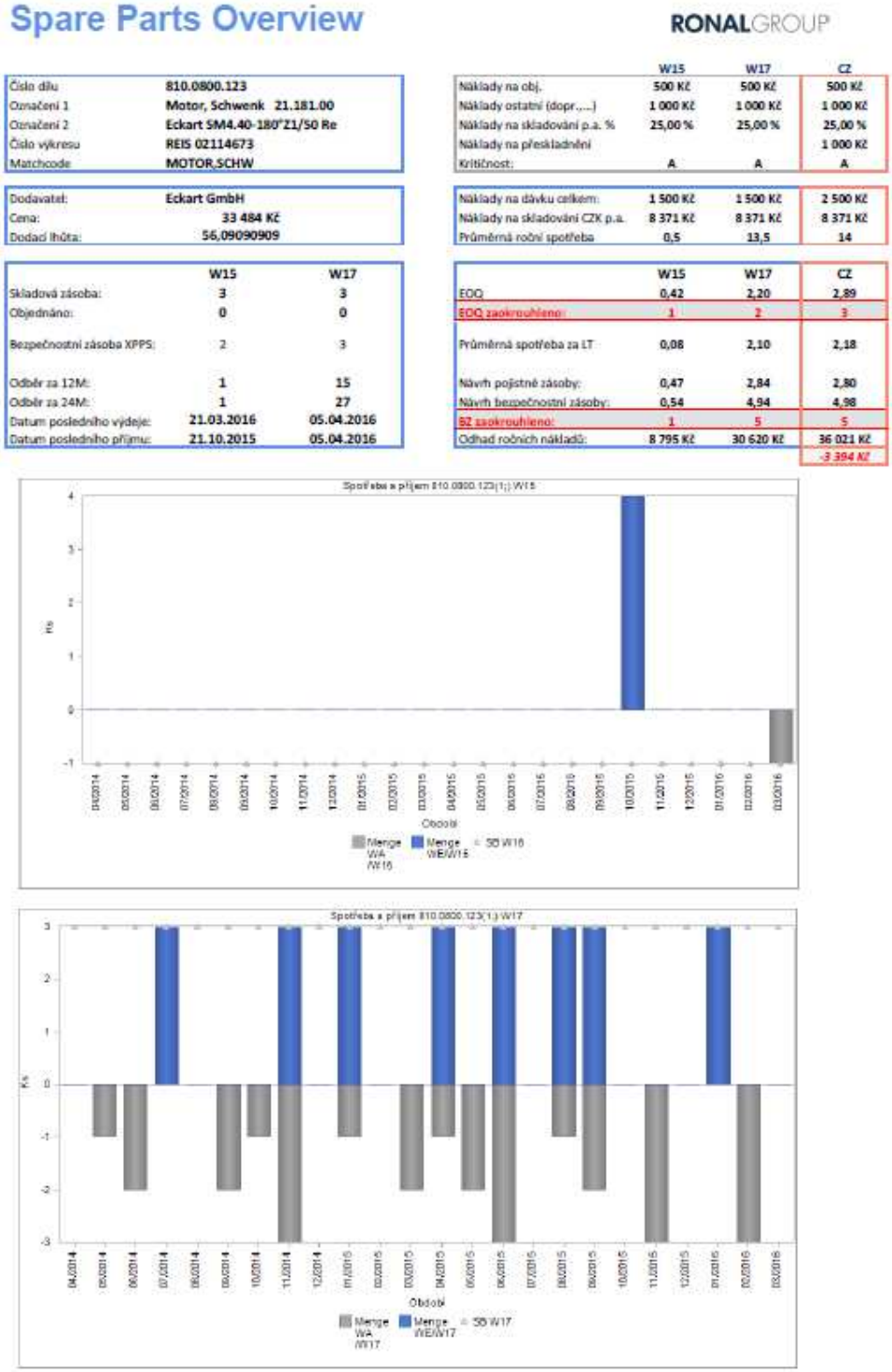
Obrázek A5- Časový průběh SZ 810.0800.123 v jednotlivých závodech při PZ M4
Zdroj: vlastní zpracování



Obrázek A6 - Časový průběh SZ 810.0800.123 v ČR při centrálně řízené PZ M4
Zdroj: vlastní zpracování

Dostupnost tohoto ND při navrženém stanovení pojistné a bezpečnostní zásoby metodou M4 v případě centrální i decentrální správy zásob ND zůstává na úrovni 100 %.

Aplikace metody M4 pro výpočet pojistné zásoby a výpočet bezpečností zásoby společně s optimální objednací dávkou je uveden na obr. A7.



Obrázek A7 – plánovací nástroj pro řízení zásob ND
Zdroj: vlastní zpracování

B.3 Rychlospojka 400.9002.426

Označení: Rychlospojka pneu

Identifikační číslo: 400.9002.426

Pořizovací cena: 119,-- CZK

Klasifikace dle ABC/XYZ: CY

Jedná se o běžný ND dostupný u více jak 5 dodavatelů, v případě výpadku nahraditelný dalšími typy ND, bez negativního dopadu na výrobní kapacity a ekonomiku podniku.

Obrázek A8 – Rychlospojka pneumatická 400.9002.426
Zdroj: vlastní zpracování

Spotřeba ND a spolehlivost dodávek je charakterizována v tabulkách A9 a A10.

Tabulka A16 - Měsíční spotřeby 400.9002.426

	Datum																						
Závod	04/2014	05/2014	06/2014	07/2014	08/2014	09/2014	10/2014	11/2014	12/2014	01/2015	02/2015	03/2015	04/2015	05/2015	06/2015	07/2015	08/2015	09/2015	10/2015	11/2015	12/2015	01/2016	02/2016	03/2016
W15	-38	-28	-1	-7	-37	-32	-23	-50	-30	-16	-8	-41	-25	-10	-14	-11	-55	-20	-25	-22	-23	-20	-27	-33
W17	0	-20	-8	-10	0	0	0	0	0	0	-10	-20	0	0	-1	0	0	0	-29	0	0	-3	-10	-7
CZ	-38	-48	-9	-17	-37	-32	-23	-50	-30	-16	-18	-61	-25	-10	-15	-11	-55	-20	-54	-22	-23	-23	-37	-40

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka A17 – Průběh dodávek 810.0800.123

Termintreue Lieferant/Teil [W15 + W17]

Teil: **400.9002.426 Rychlospojka hadicová 9 mm** Autor: StehulkaD

Bestelldatum von: **01.04.2014** Poslední aktualizace reportu: 09.04.2016 11:03:32

Werk	Teil	Austell datum	AB-Datum	Bestelldatu	Datum bestäti	WE - Datum	Bestell Menge	Liefer Menge	Abw. Menge	Abw. Menge %	Wunsch termin	Abw. Bestätigt /Wunsch	Abw. WE /Bestätigt	Lieferfrist:
W15	400.9002.426	04.04.2014	04.04.2014	18.04.2014	18.04.2014	22.04.2014	50,00	50,00		0,00 %	14		4	18
		22.05.2014	22.05.2014	05.06.2014	05.06.2014	10.06.2014	30,00	30,00		0,00 %	14		5	19
		15.08.2014	15.08.2014	22.08.2014	22.08.2014	25.08.2014	30,00	30,00		0,00 %	7		3	10
		12.09.2014	12.09.2014	26.09.2014	26.09.2014	23.09.2014	30,00	30,00		0,00 %	14		-3	11
		09.10.2014	09.10.2014	16.10.2014	16.10.2014	22.10.2014	30,00	30,00		0,00 %	7		6	13
		11.11.2014	11.11.2014	18.11.2014	18.11.2014	18.11.2014	30,00	30,00		0,00 %	7			7
		26.11.2014	26.11.2014	10.12.2014	10.12.2014	15.12.2014	30,00	30,00		0,00 %	14		5	19
		05.01.2015	05.01.2015	12.01.2015	12.01.2015	19.01.2015	30,00	30,00		0,00 %	7		7	14
		20.02.2015	20.02.2015	06.03.2015	06.03.2015	09.03.2015	30,00	30,00		0,00 %	14		3	17
		31.03.2015	31.03.2015	14.04.2015	14.04.2015	17.04.2015	30,00	30,00		0,00 %	14		3	17
		04.05.2015	04.05.2015	11.05.2015	11.05.2015	14.05.2015	30,00	30,00		0,00 %	7		3	10
		07.07.2015	07.07.2015	14.07.2015	14.07.2015	17.07.2015	50,00	50,00		0,00 %	7		3	10
		17.08.2015	17.08.2015	31.08.2015	31.08.2015	27.08.2015	50,00	50,00		0,00 %	14		-4	10
		26.10.2015	26.10.2015	02.11.2015	02.11.2015	27.10.2015	50,00	50,00		0,00 %	7		-6	1
		15.12.2015	15.12.2015	05.01.2016	05.01.2016	08.01.2016	50,00	50,00		0,00 %	21		3	24
		25.02.2016		07.03.2016	07.03.2016	02.03.2016	30,00	30,00		0,00 %	11		-5	6
W17	400.9002.426	21.03.2014	24.03.2014	04.04.2014	04.04.2014	03.04.2014	20,00	20,00		0,00 %	14		-1	13
		29.05.2014	29.05.2014	12.06.2014	12.06.2014	16.06.2014	30,00	30,00		0,00 %	14		4	18
		05.03.2015	05.03.2015	19.03.2015	19.03.2015	25.03.2015	20,00	20,00		0,00 %	14		6	20
		26.03.2015	26.03.2015	09.04.2015	09.04.2015	09.04.2015	20,00	20,00		0,00 %	14			14
		06.10.2015	06.10.2015	20.10.2015	20.10.2015	26.10.2015	20,00	20,00		0,00 %	14		6	20
		26.02.2016	26.02.2016	11.03.2016	11.03.2016	09.03.2016	20,00	20,00		0,00 %	14		-2	12
Celkový průměr										**0,00 %**	**11,95**		**1,82**	**13,77**

Zdroj: vlastní zpracování

V tabulkách A18-A22 jsou uvedeny výpočty metodami M1-M5. V tabulce A23 je porovnání PZ vypočtených jednotlivými metodami pro decentralizované i centralizované řízení zásob ND v ČR.

Tabulka A18 - Výpočet PZ podle M1

Výrobní závod		**Jičín**	**Pardubice**	**ČR**
Veličina	**MJ**	**Velikost**	**Velikost**	**Velikost**
Průměrná měsíční spotřeba	ks	24,833	4,917	29,750
Průměrná délka pořizovací lhůty	měsíc	0,429	0,539	0,459
Pojistná zásoba	**ks**	**5,329**	**1,325**	**6,829**
PZ po zaokrouhlení	**ks**	**6**	**2**	**7**

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka A19 - Výpočet PZ podle M2

		Jičín	Pardubice	ČR
Veličina	**MJ**	**Velikost**	**Velikost**	**Velikost**
Plánovaná roční spotřeba	ks	300,0	60,0	360,0
Počet bobů dle Tab. 1	N/A	69,0	71,0	69,0
Frekvence dodávek	ks	8,0	3,0	11,0
Koeficient jištění	N/A	0,016	0,050	0,016
Pojistná zásoba	**ks**	**4,800**	**3,000**	**5,760**
PZ po zaokrouhlení	**ks**	**5**	**3**	**6**

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka A20 - Výpočet PZ podle M3

Výrobní závod		**Jičín**	**Pardubice**	**ČR**
Veličina	**MJ**	**Velikost**	**Velikost**	**Velikost**
Pojistný faktor	N/A	1,282	1,282	1,282
Průměrná měsíční spotřeba	ks	24,833	4,917	29,750
Směrodatná odchylka velikosti potřeby	ks	13,389	8,032	15,355
Směrodatná odchylka intervalu nejistoty	měsíc	0,196	0,120	0,183
Pojistná zásoba	**ks**	**35,204**	**7,539**	**41,739**
PZ po zaokrouhlení	**ks**	**36**	**8**	**42**

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka A21 - Výpočet PZ podle M4

Výrobní závod		**Jičín**	**Pardubice**	**ČR**
Veličina	**MJ**	**Velikost**	**Velikost**	**Velikost**
Pojistný faktor	N/A	1,282	1,282	1,282
Průměrná měsíční spotřeba	ks	24,833	4,917	29,750
Směrodatná odchylka velikosti potřeby	ks	13,389	8,032	15,355
Průměrný interval nejistoty	měsíc	0,463	0,572	0,492
Směrodatná odchylka intervalu nejistoty	měsíc	0,196	0,120	0,183
Pojistná zásoba	**ks**	**13,240**	**7,826**	**15,474**
PZ po zaokrouhlení	**ks**	**14**	**8**	**16**

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka A22 - Výpočet PZ podle M5

Výrobní závod		Jičín	Pardubice	ČR
Veličina	**MJ**	**Velikost**	**Velikost**	**Velikost**
Pojistný faktor	N/A	1,405	1,405	1,405
Průměrná měsíční spotřeba	ks	24,833	4,917	29,750
Směrodatná odchylka velikosti potřeby	ks	13,389	8,032	15,355
Průměrný interval nejistoty	měsíc	0,463	0,572	0,492
Směrodatná odchylka intervalu nejistoty	měsíc	0,196	0,120	0,183
Vyrovnávací konstanta	N/A	0,700	0,700	0,700
Pojistná zásoba	**ks**	**12,079**	**8,633**	**14,574**
PZ po zaokrouhlení	**ks**	**13**	**9**	**15**

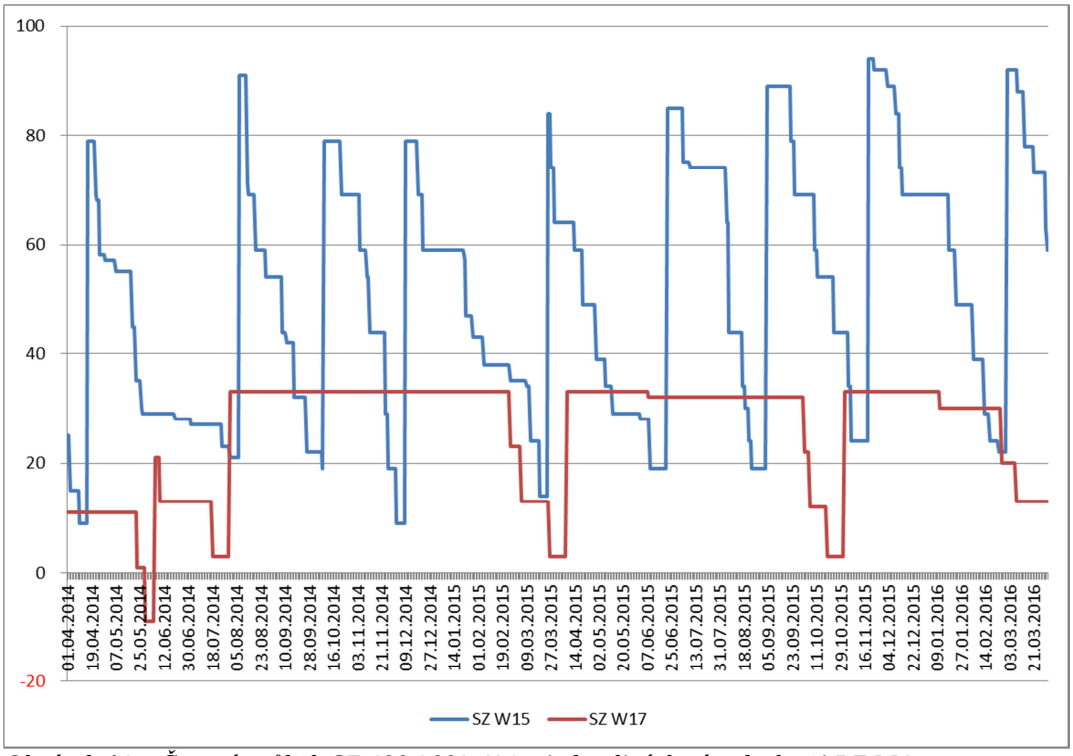
Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka A23 – porovnání PZ stanovených metodou M1-M5

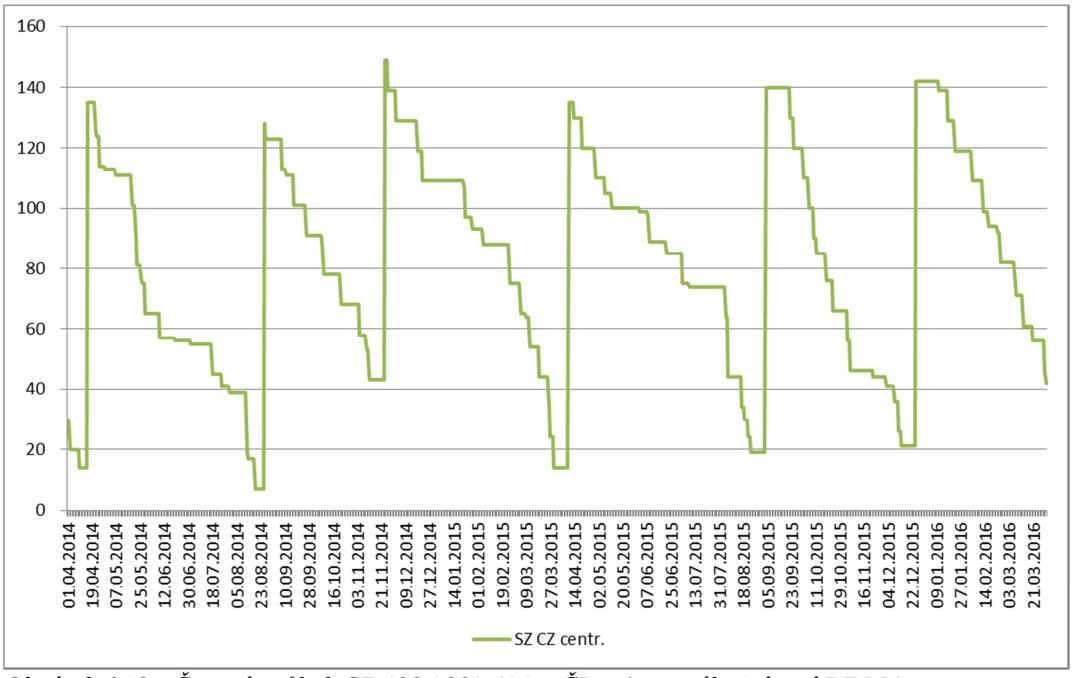
Výrobní závod	Jičín	Pardubice	ČR centr. ř.
Metoda	**PZ**	**PZ**	**PZ**
M1	6	2	7
M2	5	3	6
M3	36	8	42
M4	14	8	16
M5	13	9	15

Zdroj: vlastní zpracování

Jako nejvhodnější metoda pro stanovení PZ byla určena metody M4. Časový průběh zásob ND při stanovení PZ metodou M4 při decentrálním řízení zásob za 24 měsíců je uveden na obr. A8, při centrálním řízení na obr. A9.

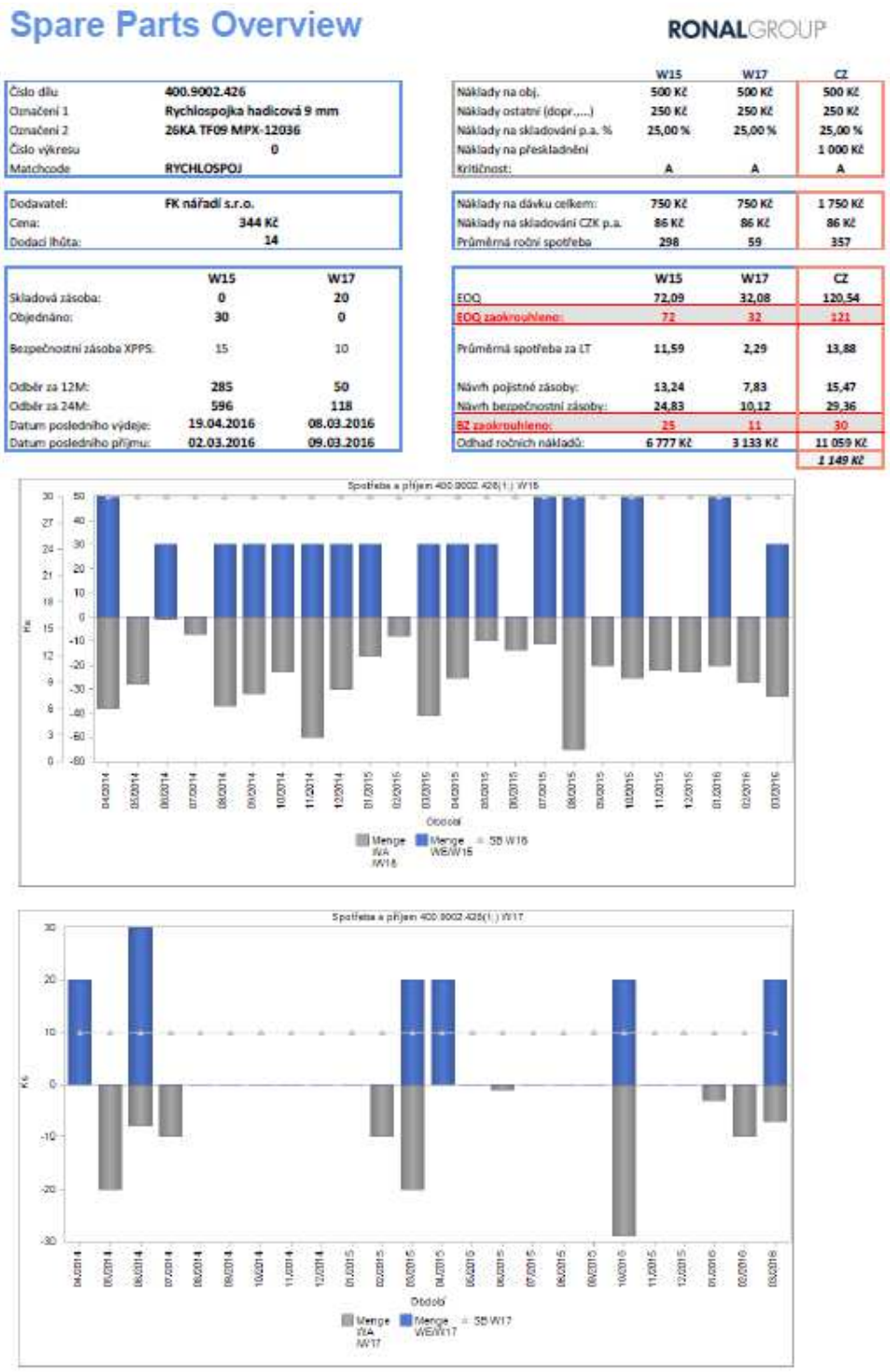


Obrázek A9 - Časový průběh SZ 400.9002.426 v jednotlivých závodech při PZ M4
Zdroj: vlastní zpracování



Obrázek A10 - Časový průběh SZ 400.9002.426 v ČR při centrálně řízené PZ M4
Zdroj: vlastní zpracování

Aplikace metody M4 pro výpočet pojistné zásoby a výpočet bezpečností zásoby společně s optimální objednací dávkou je uveden na obr. A11.



Obrázek A11 – plánovací nástroj pro řízení zásob ND
Zdroj: vlastní zpracování

Příloha B – Kvantily normovaného normálního rozdělení (uP)

Tab. B1 - Kvantily normovaného normálního rozdělení (uP)

P	u_P	P	u_P	P	u_P	P	u_P
0,50	0,000	0,75	0,674	0,950	1,645	0,975	1,960
0,51	0,025	0,76	0,706	0,951	1,655	0,976	1,970
0,52	0,050	0,77	0,739	0,952	1,665	0,977	1,995
0,53	0,075	0,78	0,772	0,953	1,675	0,978	2,014
0,54	0,100	0,79	0,806	0,954	1,685	0,979	2,034
0,55	0,126	0,80	0,842	0,955	1,695	0,980	2,054
0,56	0,151	0,81	0,878	0,956	1,706	0,981	2,075
0,57	0,176	0,82	0,915	0,957	1,717	0,982	2,097
0,58	0,202	0,83	0,954	0,958	1,728	0,983	2,120
0,59	0,228	0,84	0,994	0,959	1,739	0,984	2,144
0,60	0,253	0,85	1,036	0,960	1,751	0,985	2,170
0,61	0,279	0,86	1,080	0,961	1,762	0,986	2,197
0,62	0,305	0,87	1,126	0,962	1,774	0,987	2,226
0,63	0,332	0,88	1,175	0,963	1,787	0,988	2,257
0,64	0,358	0,89	1,227	0,964	1,799	0,989	2,290
0,65	0,385	0,90	1,282	0,965	1,812	0,990	2,326
0,66	0,412	0,905	1,311	0,966	1,825	0,991	2,366
0,67	0,440	0,910	1,341	0,967	1,838	0,992	2,409
0,68	0,468	0,915	1,372	0,968	1,852	0,993	2,457
0,69	0,496	0,920	1,405	0,969	1,866	0,994	2,512
0,70	0,524	0,925	1,440	0,970	1,881	0,995	2,576
0,71	0,553	0,930	1,476	0,971	1,896	0,996	2,652
0,72	0,583	0,935	1,514	0,972	1,911	0,997	2,748
0,73	0,613	0,940	1,555	0,973	1,927	0,998	2,878
0,74	0,643	0,945	1,598	0,974	1,943	0,999	3,090

Zdroj: Seger (1995, s. 415)