

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta mechatroniky a mezioborových inženýrských studií

Studijní program: B 2612 – Elektrotechnika a informatika

Obor: 1802R022 – Informatika a logistika

Vytvoření ekonomického modelu a zjištění optimálního množství výrobků na skladě

Economic model origination and optimal number of the products in the store estimation

Bakalářská práce

Autor: Tomáš Masopust

Vedoucí BP: Ing. Jan Kamenický

Konzultanti: Ing. Josef Chudoba
Ing. Jaroslav Zajíček

Rozsah práce:

stran	slov	obrázků	grafů	tabulek	pramenů	příloh
37	4397	13	4	6	9	2

V Liberci dne 14. 5. 2008



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta mechatroniky a mezioborových inženýrských studií

Ústav řízení systémů a spolehlivosti

Akademický rok: 2007/08

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno a příjmení: **Tomáš Masopust**

studijní program: B 2612 – Elektrotechnika a informatika

obor: 1802R022 – Informatika a logistika

Vedoucí ústavu Vám ve smyslu zákona o vysokých školách č.111/1998 Sb. určuje tuto bakalářskou práci:

Název tématu: **Vytvoření ekonomického modelu a zjištění optimálního množství výrobků na skladě**

Zásady pro vypracování:

1. Získání dat o poruchovosti a pohotovosti vstřikovacího stroje a formy, potřebných pro tvorbu modelu.
2. Tvorba kvalitativního modelu skladového hospodářství podniku.
3. Kvantifikace modelu pomocí získaných dat o provozní spolehlivosti zařízení a ekonomických dat o podniku.
4. Stanovení optimálního počtu náhradních dílů na skladě, vyhodnocení ekonomického modelu a interpretace dosažených výsledků.



Rozsah grafických prací: dle potřeby dokumentace

Rozsah průvodní zprávy: cca 40 stran

Seznam odborné literatury:

[1] Fuchs P., Vališ D., Chudoba J., Kamenický J., Zajíček J.: *Řízení spolehlivosti*, skripta Liberec 2006

[2] Fuchs P., Vališ D., Chudoba J., Kamenický J., Zajíček J.: *Bezporuchovost a životnost, Techniky analýzy bezporuchovosti*, učební text Liberec 2005

[3] Žižka M., *Vybrané statě z operačního výzkumu*, skripta, Liberec 2002

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jan Kamenický

Konzultant: Ing. Josef Chudoba

Ing. Jaroslav Zajíček

Zadání bakalářské práce: 5.10.2007

Termín odevzdání bakalářské práce: **16. 5. 2008**

L.S.

.....
Vedoucí RSS

.....
Děkan

V Liberci dne



Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou 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 bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou 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.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce.

V Liberci dne 14. 5. 2008

.....
podpis



Poděkování

Děkuji Ing. Janu Kamenickému za jeho odborné vedení, cenné připomínky a rady, které mi byly velkým přínosem při zpracování bakalářské práce.

Dále děkuji Doc. RNDr. Miroslav Kouckému, CSc. za cenné rady při výpočtech a za překlad anotace do anglického jazyka děkuji slečně Barboře Kulíkové.



Anotace

Cílem této bakalářské práce je stanovení optimálního počtu výrobků (plastových nárazníků) na skladě firmy Cadence Innovation k.s. tak, aby riziko neuspokojení zákazníka bylo co nejmenší a zároveň se minimalizovaly náklady na skladování. Práce se zabývá nárazníky pro jeden konkrétní typ vozu.

Zásoba hotových výrobků na skladě má zabezpečit uspokojení zákazníka (firmu Škoda auto a.s.) v případě výskytu nežádoucích událostí, jako je např. porucha na systému výroby plastových výstřiků nebo nehoda nákladního automobilu vezoucího výrobky k zákazníkovi.

V první části práce je uveden popis systému na výrobu plastových výstřiků a zpracování dat o jeho poruchovosti. Další část se zabývá způsobem stanovení pojistné zásoby a jejího významu pro podnik. Následně jsou nalezeny faktory ovlivňující velikost pojistné zásoby a jejich výpočet. V závěrečné části jsou stanoveny velikosti pojistné zásoby podle míry rizika neuspokojení zákazníka.

Klíčová slova: spolehlivost, poruchovost, pojistná zásoba, interval spolehlivosti, hustota pravděpodobnosti



Abstract

Point of this bachelor work is definition optimal number of the products (plastic fenders) in the store of company Cadence Innovation so that risk not satisfaction customer should be the smallest and same minimize inventory costs. The work puts mind to fenders for one specific type of car.

The reserve complete products in the store should safe satisfaction customer (firm "Škoda auto") in case appearance undesirable occurrences, such as for example break-down on system on production plastic injects or accident truck carrying products to customer.

In first part is description of system on production plastic injects and data processing about his breakdown rate. Next part is about method destination safety stock and its meaning for company. Subsequently are found factors influencing quantity safety stock and their calculation. In final part is defined total safety stock with view on exposure unsatisfied customer.

Keywords: reliability, failure rate, safety stock, confidence interval, probability density function



Obsah

0	Úvod	10
1	Cadence Innovation	11
1.1	Popis podniku	11
1.2	Výrobní proces	11
2	Systém na výrobu plastových výstřiků	13
2.1	Šnekový vstřikovací stroj	13
2.2	Vstřikovací forma	15
2.3	Poruchy systému na výrobu plastových výstřiků	16
2.3.1	<i>Blokové diagramy s poruchami šnekového vstřikovacího stroje</i>	<i>16</i>
2.3.2	<i>Blokové digramy s poruchami vstřikovací formy</i>	<i>18</i>
2.4	Data o poruchovosti systému na výrobu plastových výstřiků	20
2.4.1	<i>Zpracování dat o poruchovosti</i>	<i>20</i>
2.4.2	<i>Tabulka dat poruchovosti systému</i>	<i>20</i>
3	Teorie zásob	23
3.1	Význam zásob	23
3.2	Náklady spojené s existencí zásob	23
3.2.1	<i>Náklady na pořízení zásob</i>	<i>24</i>
3.2.2	<i>Skladovací náklady</i>	<i>24</i>
3.2.3	<i>Náklady z nedostatku zásoby</i>	<i>24</i>
3.3	Pojistná zásoba	25
3.3.1	<i>Metody stanovení pojistné zásoby</i>	<i>25</i>
4	Stanovení pojistné zásoby	27
4.1	Pojistná zásoba v závislosti na poruchovosti systému na výrobu plastových výstřiků	27
4.2	Pojistná zásoba v závislosti na kolísání poptávky	29



4.3	Pojistná zásoba v závislosti na logistice dopravy.....	30
5	Stanovení optimálního počtu dílů na skladě	33
6	Závěr	35
7	Literatura	36
8	Seznam příloh	37



0 Úvod

Úkolem této bakalářské práce je stanovení optimálního počtu hotových výrobků na skladě firmy Cadence Innovation k.s. Pro analýzu byly vybrány dodávky plastových nárazníků do automobilky Škoda v Mladé Boleslavi pro jeden konkrétní typ vozu.

Tato zásoba hotových výrobků na skladě má zabezpečit uspokojení zákazníka (firmu Škoda auto a.s.) v případě výskytu nežádoucích událostí, jako je např. porucha systému na výrobu plastových výstřiků nebo nehoda nákladního automobilu vezoucího výrobky k zákazníkovi.

Tento úkol je řešen v několika kapitolách. První kapitola popisuje podnik Cadence Innovation k.s. a proces výroby a distribuce hotových výrobků k zákazníkovi. Ve druhé kapitole je popsán systém na výrobu plastových výstřiků, jeho rozdělení na jednotlivé funkční bloky a zpracování dat o poruchovosti. V další kapitole je popsána teorie zásob, jejich význam pro podnik, náklady s nimi spojené a metody stanovení pojistné zásoby proti nežádoucím událostem. V dalších kapitolách jsou stanoveny faktory ovlivňující velikost pojistné zásoby a jejich výpočet.

Cílem je stanovení optimálního počtu výrobků na skladě pro jeden konkrétní typ vozu, aby riziko neuspokojení zákazníka bylo co nejmenší a zároveň se minimalizovaly náklady na skladování.



1 Cadence Innovation

1.1 Popis podniku

Firma Cadence Innovation k.s. byla založena v roce 1946, provozuje závody ve Spojených státech, Francii, Maďarsku a České republice. Firma Cadence Innovation k.s. je výrobce a vývojový dodavatel plastových výrobků a systémů pro automobilový průmysl. Jejími hlavními výrobky jsou lakované nárazníky, kokpity a přístrojové desky, dveřní výplně a mřížky chladiče. Tyto výrobky dodává do automobilek Škoda, Audi, VW, Opel, Suzuki a TPCA.

Tato práce se zabývá libereckou pobočkou firmy, která dodává díly do automobilek Škoda v Mladé Boleslavi, Vrchlabí a Kvasinách.

Pro analýzu byly vybrány dodávky plastových nárazníků do automobilky v Mladé Boleslavi pro jeden konkrétní typ vozu.

1.2 Výrobní proces

V liberecké pobočce podniku Cadence Innovation k.s. je zaveden osmihodinový třísměnný pracovní provoz po dobu pěti dnů v týdnu od pondělí do pátku, 240 dní v roce. To znamená, že stroje pracují 5760 hodin za rok. Dodávky materiálu uvnitř podniku jsou řízeny systémem KANBAN. Komplety se dodávají systémem JIT (Just In Time) přímo na montážní linky.

Systém na výrobu plastových výstřiků se skládá ze dvou hlavních částí: vstřikovacího stroje a vstřikovací formy. Ve firmě jsou použity středně velké vstřikovací stroje o uzavírací síle 4000 kN. Pro každý typ nárazníků se používá pouze jedna forma, což je zdůvodněno její vysokou pořizovací cenou, která se může pohybovat až v řádech desítek milionů korun. Forma se dá použít na jakémkoli vstřikovacím stroji.

Při provozu systému na výrobu plastových výstřiků mohou nastat poruchy. Tyto poruchy jsou vždy spojeny s určitou časovou prodlevou ve výrobě, která může ohrozit



včasné uspokojení poptávky zákazníka. Aby se toto riziko minimalizovalo, udržuje si podnik určitou zásobu hotových výrobků na skladě.

Hotové výrobky jsou po opuštění výrobní linky přímo nakládány do nákladních automobilů a expedovány k zákazníkovi nebo jsou uloženy ve skladě hotových výrobků.



2 Systém na výrobu plastových výstřiků

Systém na výrobu plastových výstřiků se skládá ze dvou hlavních částí: vstřikovacího stroje a vstřikovací formy, které se dále rozdělují na jednotlivé funkční bloky.

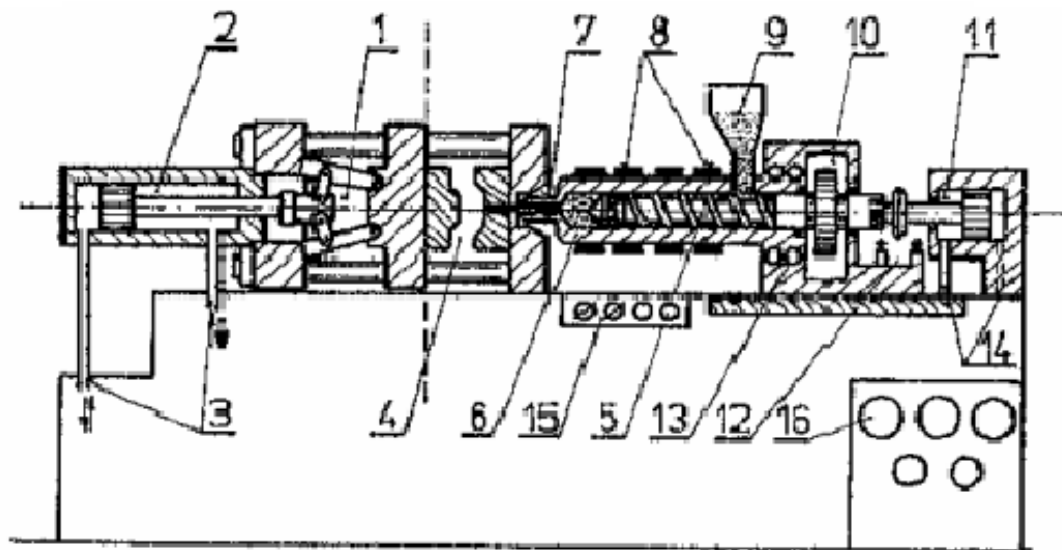
2.1 Šnekový vstřikovací stroj

Šnekový vstřikovací stroj slouží ke vstříknutí roztaveného plastu do vstřikovací formy. Stroj se skládá ze vstřikovacího mechanismu, uzavíracího systému, regulační a řídicí soustavy.

Vstřikovací mechanismus zajišťuje správné dávkování plastového granulátu ze zásobníku do tavicí komory, jeho roztavení (plastifikaci) na vstřikovací teplotu, vstříknutí taveniny do vstřikovací formy, provedení dotlaku a zajištění přisunutí a odsunutí tavicí komory ke vstřikovací formě. Skládá se ze šneku, hydraulického motoru pro pohon šneku, tavicí komory, trysky tavicí komory a násypky.

Uzavírací systém slouží k těsnému uzavření vstřikovací formy během vstřikování taveniny a zajišťuje pohyby nutné k vyhození hotového výrobku ze vstřikovací formy. Hlavními částmi uzavíracího systému jsou kloubový uzavírací mechanismus a hydraulický válec s pístem.

Regulační a řídicí soustava zajišťuje automatický nebo poloautomatický provoz systému a dodržení správných parametrů technologie výroby, jako je vstřikovací teplota taveniny a teplota rozehráté vstřikovací formy, vstřikovací tlak, vstřikovací rychlost a čas jednotlivých částí vstřikovacího cyklu. Regulační soustavu tvoří část zajišťující přívod a odvod kapaliny od čerpadla, regulace hydraulického systému stroje a odporové topení. Řídicí soustava se skládá z ovládacího panelu a koncových spínačů.



- 1 - kloubový uzavírací mechanismus, 2 - hydraulický válec s pístem, 3 - přívod a odvod kapaliny od čerpadla, 4 - vstříkovací forma, 5 - šnek, 6 - tavící komora, 7 - tryska tavící komory, 8 - odporové topení, 9 - násypka, 10 - hydraulický motor, 11 - hydraulický válec s pístem pro axiální pohyb šneku, 12 - koncové spínače pro nastavení pohybu šneku, 13 - chladicí kanály, 14 - přívod hydraulické kapaliny, 15 - ovládací panel, 16 - regulace hydraulického systému stroje

Obrázek 1: Schéma šnekového vstříkovacího stroje

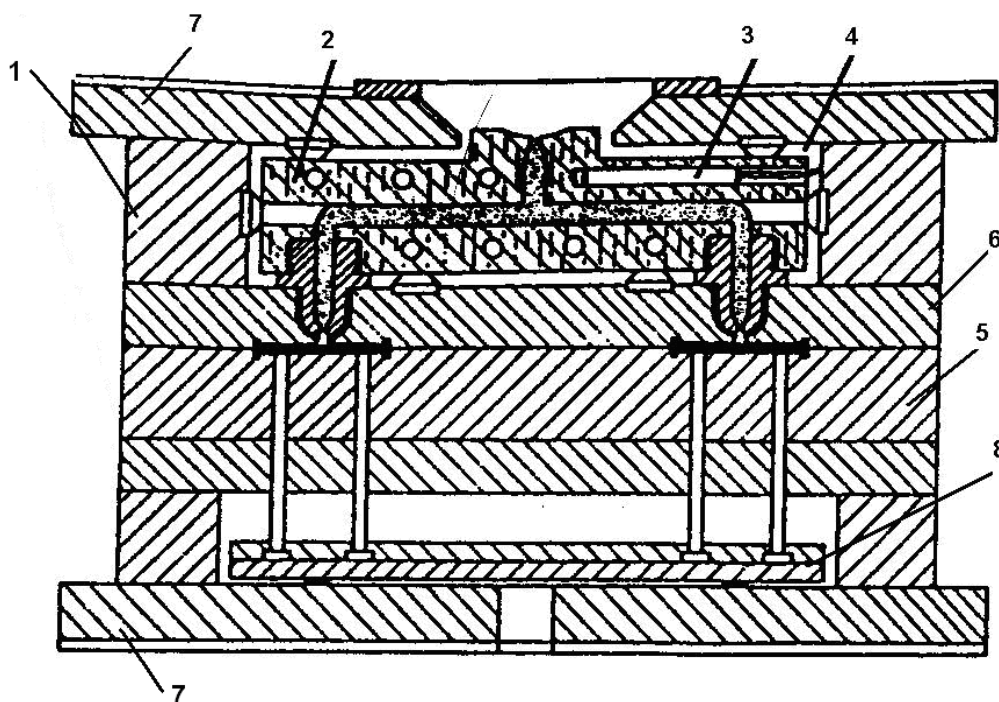


2.2 Vstřikovací forma

Funkcí vstřikovací formy je dát tavenině požadovaný tvar a přivést ji do stavu, kdy je schopna si tento získaný tvar udržet, což se provádí ochlazením. Po zatuhnutí taveniny lze výstřík vyjmout z formy.

Vstřikovací formy jsou velmi komplikovaná technická zařízení, která musí odolávat vysokým tlakům, musí poskytovat výstříky o přesných rozměrech, musí umožnit snadné vyjmutí výstříku a přitom musí pracovat automaticky. Jejich konstrukce a výroba jsou proto náročné jak na odborné znalosti, tak i na finanční náklady.

Formu rozděluje dělicí rovina na dvě části. Na pevnou část, na které bývá nejčastěji tvárnice (záleží na druhu formy), upínací deska s izolační deskou a šrouby, topná deska s vtokovou soustavou, vytápěním a chlazením. Pohyblivou část tvoří tvárník, upínací deska a vyrážecí deska s vyhazovačem, který se skládá z vyrážecích kolíků a hydrauliky k jejich pohybu.



1 - topná deska, 2 - blok vyhřívacích rozváděcích kanálků, 3 - elektrické vytápění bloku, 4 - vzduchová mezera, 5 - tvárník, 6 - tvárnice, 7 - upínací deska, 8 - vyrážecí deska

Obrázek 2: Schéma vstřikovací formy

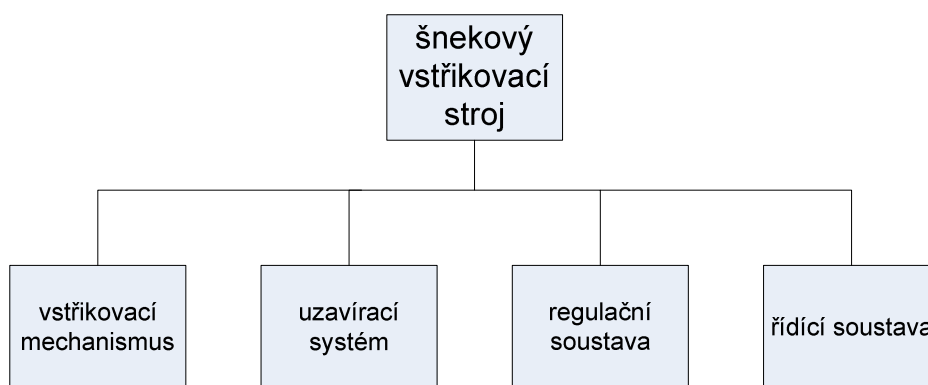


2.3 Poruchy systému na výrobu plastových výstřiků

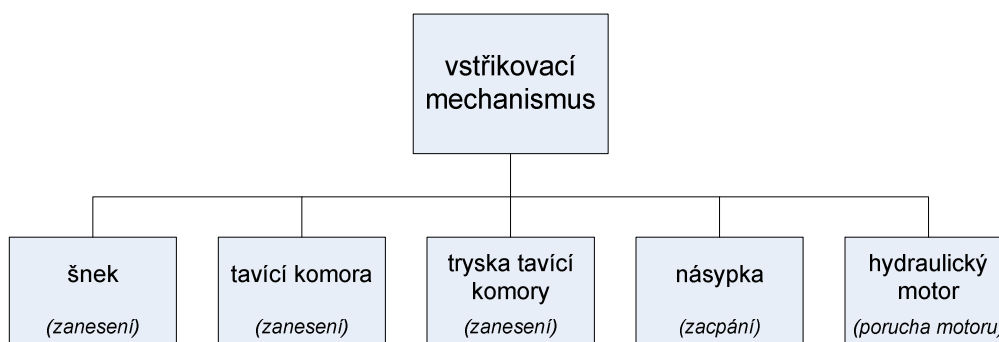
Během provozu systému na výrobu plastových výstřiků dochází k různým poruchám na jeho jednotlivých částech. Systém se rozdělí pomocí blokových diagramů na jednotlivé funkční bloky a druhy poruch, ke kterým u nich dochází.

2.3.1 Blokové diagramy s poruchami šnekového vstřikovacího stroje

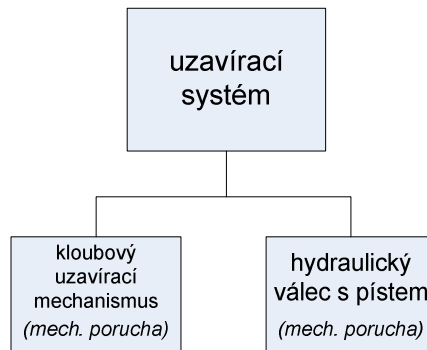
Znázornění stromů poruch šnekového vstřikovacího stroje, které rozvíjejí logiku nástupu poruchy.



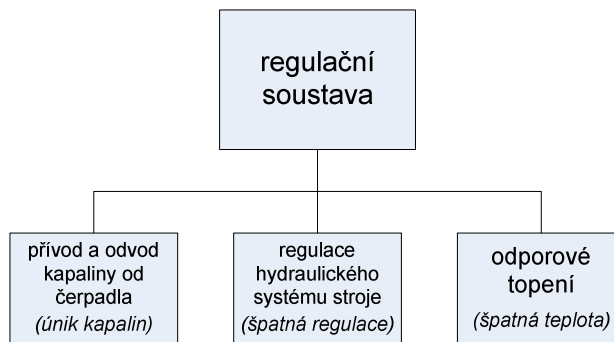
Obrázek 3: Funkční bloky šnekového vstřikovacího stroje



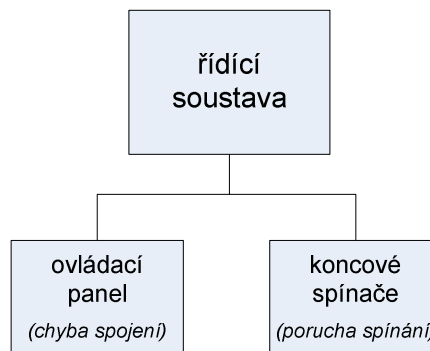
Obrázek 4: Funkční bloky vstřikovacího mechanismu



Obrázek 5: Funkční bloky uzavíracího systému



Obrázek 6: Funkční bloky regulační soustavy

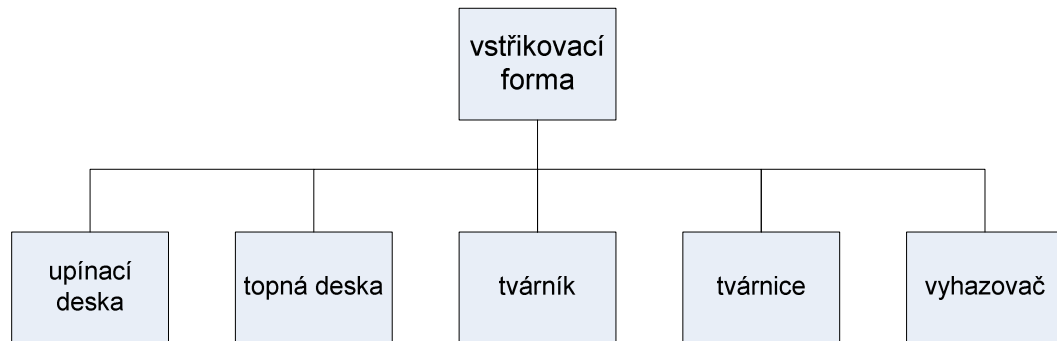


Obrázek 7: Funkční bloky řídicí soustavy

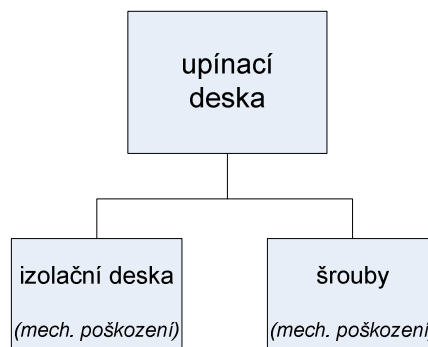


2.3.2 Blokové digramy s poruchami vstřikovací formy

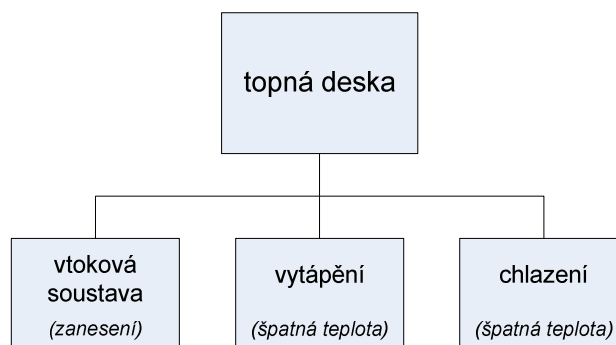
Znázornění stromů poruch vstřikovací formy, které rozvíjejí logiku nástupu poruchy.



Obrázek 8: Funkční bloky vstřikovací formy



Obrázek 9: Funkční bloky upínací desky



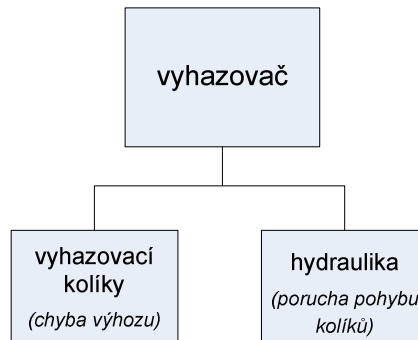
Obrázek 10: Funkční bloky topné desky



Obrázek 11: Tvárník



Obrázek 12: Tvárnice



Obrázek 13: Funkční bloky vyhazovače



2.4 Data o poruchovosti systému na výrobu plastových výstřiků

Jako vstupní data poruchovosti byla dána intenzita poruch λ a střední doba do opravy MTTR (Mean Time To Repair) jednotlivých funkčních bloků systému.

2.4.1 Zpracování dat o poruchovosti

Celková roční doba provozu systému je 5760 hodin. Ze známé intenzity poruch jednotlivých funkčních bloků λ se vypočte střední doba provozu mezi poruchami MTBF (Mean Time Between Failures), ze které se následně vypočítá četnost poruch za rok (5760 hodin).

Střední doba mezi poruchami MTBF se vypočte dle vzorce:

$$MTBF = \frac{1}{\lambda} [h] \quad (1)$$

Četnost poruch za rok se vypočítá ze vztahu:

$$\text{četnost} = \frac{5760}{MTBF} \quad (2)$$

2.4.2 Tabulka dat poruchovosti systému

Tabulka 1: Tabulka dat poruchovosti

číslo bloku	název bloku	druh poruchy	intenzita poruchy [h^{-1}]	doba do opravy [h]	četnost poruch za rok (5760h)
1. VSTŘIKOVACÍ STROJ					
1.1 vstřikovací mechanismus					
1.1.1	šnek	zanesení	4,50E-05	3,5	2,59E-01
1.1.2	tavící komora	zanesení	4,50E-05	2	2,59E-01
1.1.3	tryska tavící komory	zanesení	6,80E-05	3,5	3,92E-01
1.1.4	násypka	zacpání	5,70E-05	5,5	3,28E-01
1.1.5	hydraulický motor	porucha motoru	1,10E-04	3	6,34E-01



1.2 uzavírací systém					
1.2.1	kloubový uzavírací mechanismus	mechanická porucha	4,10E-05	1,5	2,36E-01
1.2.2	hydraulický válec s pístem	mechanická porucha	3,20E-05	1	1,84E-01
1.3 regulační soustava					
1.3.1	přívod a odvod kapaliny od čerpadla	únik kapalin	7,90E-05	1	4,55E-01
1.3.2	regulace hydraulického systému stroje	špatná regulace	7,90E-05	8	4,55E-01
1.3.3	odporové topení	špatná teplota	6,30E-05	2	3,63E-01
1.4 řídicí soustava					
1.4.1	ovládací panel	chyba spojení	1,10E-05	11,5	6,34E-02
1.4.2	koncové spínače	porucha spínání	1,10E-05	2,5	6,34E-02
2. VSTŘIKOVACÍ FORMA					
2.1 upínací deska					
2.1.1	izolační deska	mechanické poškození	8,90E-06	1	5,13E-02
2.1.2	šrouby	mechanické poškození	1,00E-06	9	5,76E-03
2.2 topná deska					
2.2.1	vtoková soustava	zanesení	1,30E-04	6,5	7,49E-01
2.2.2	vytápění	špatná teplota	2,70E-04	11,5	1,56E+00
2.2.3	chlazení	špatná teplota	3,10E-04	26	1,79E+00
2.3 tvárník					
2.3	tvárník	mechanické poškození	2,10E-04	15,5	1,21E+00



2.4 tvárnice					
2.4	tvárnice	mechanické poškození	3,30E-04	5,5	1,90E+00
2.5 vyhazovač					
2.5.1	vyhazovací kolíky	chyba výhozu	1,20E-04	8	6,91E-01
2.5.2	hydraulika	porucha pohybu kolíků	4,60E-04	9,5	2,65E+00



3 Teorie zásob

3.1 Význam zásob

Zásoby jsou důležitou oblastí hospodaření a výroby, neboť výše finančních prostředků vázaných v zásobách se pohybuje v průměru okolo 20% celkových aktiv u výrobních podniků a okolo 50% celkových aktiv u obchodních podniků. Náklady na skladování představují asi 25 % až 35 % jejich nominální hodnoty.

Finanční prostředky, vázané v zásobách, nepřináší podniku žádný užitek. Je tedy snahou každého podniku maximálně snížit náklady na skladování, protože i relativně malé snížení zásob může znamenat významný ekonomický efekt pro podnik. Ovšem na druhé straně, není-li podnik schopen uspokojit poptávku zákazníka z důvodu nedostatku zásob, mohou mu vzniknout nemalé ztráty.

Hlavním cílem každého podniku je tedy určit optimální výši zásob. Tímto úkolem se zabývá i tato bakalářská práce.

3.2 Náklady spojené s existencí zásob

Základním metodickým přístupem k řízení zásob je optimalizační přístup, využívající matematicko–statistické metody teorie zásob. Hlavním kritériem při použití optimalizačních metod je minimalizace celkových nákladů na pořízení a udržování zásob, přičemž musí být zajištěno plné krytí předvídaných potřeb s určitou mírou rizika i odchylek v průběhu dodávek a čerpání ze zásoby. Míra rizika je také jedna z částí optimalizace.

Zásoba se udržuje na takové úrovni, při které jsou náklady na pořízení, skladování a udržování zásob minimální a zároveň jsou minimální i náklady při nekrytí, neúplném krytí nebo zpožděném krytí potřeb.

Při praktickém provádění optimalizace zásob se náklady na její tvorbu dělí na tři základní skupiny.



3.2.1 Náklady na pořízení zásob

Do této skupiny patří náklady, které souvisí s každou objednávkou a tím tedy i s každým doplněním skladu. Jedná se o náklady, které nesouvisí s tím, jaká je velikost objednávky, a proto se někdy označují jako fixní náklady. Tyto náklady zahrnují přípravu objednávky, její vystavení a odeslání, zpracování dokumentace, likvidaci faktury, fixní náklady dodavatele apod.

3.2.2 Skladovací náklady

Jsou náklady, vztahující se ke každé jednotce zásoby udržované na skladu po určité jednotkové časové období. Tyto náklady mohou zahrnovat podíl na pronájmu skladovacích prostor, pojištění, manipulaci, spotřebu energie apod.

Stejně tak ale mohou skladovací náklady zahrnovat ohodnocení vázanosti peněžních prostředků v zásobách, které by se daly použít v jiné ekonomické oblasti, jde o tzv. náklady ztracené příležitosti. Vzhledem k tomu, že tyto náklady závisí na objemu skladovaných zásob, označují se jako náklady variabilní.

3.2.3 Náklady z nedostatku zásoby

Jedná se o náklady, které vznikají v důsledku neuspokojení poptávky. Může to být penále za pozdě dodané zboží odběrateli, ušlý zisk za nerealizovaný obchod nebo ztráta související s přerušением výroby při nedostatku polotovarů.

Mnohé z těchto položek lze kvantifikovat, ale jiné, jako např. ztráta dobrého jména firmy, lze kvantifikovat jen obtížně.



3.3 Pojistná zásoba

Pojistná zásoba má za úkol tlumit náhodné výkyvy jednak na straně vstupu (ve velikosti a intervalu dodávek) a jednak na straně výstupu (ve velikosti a intervalu čerpání zásoby). Reálně nelze vytvořit pojistnou zásobu, která by zabezpečovala uspokojení poptávky se 100%ní jistotou. Toto kritérium by splňovala pouze nekonečně vysoká pojistná zásoba.

3.3.1 Metody stanovení pojistné zásoby

Při stanovení pojistné zásoby se nejčastěji vychází z předpokladu normálního rozdělení zkoumané veličiny.

Pojistná zásoba se určí pomocí hustoty pravděpodobnosti a intervalu spolehlivosti, tj. intervalu, ve kterém s vysokou, předem zvolenou pravděpodobností leží hodnota hledaného parametru zkoumané veličiny. Protože při určování pojistné zásoby se hledají jen odchylky nahoru (tj. zmenšující zásobu), tak se pro určení velikosti pojistné zásoby použije jednostranný interval spolehlivosti s horní limitou.

Určujícím parametrem intervalu spolehlivosti je rozptyl zkoumané veličiny, respektive její směrodatná odchylka, který může, ale nemusí být známý.

Výpočet jednostranného intervalu spolehlivosti při známém rozptylu, respektive směrodatné odchylce:

$$\left(-\infty; \mu + u_{1-\alpha} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right) \quad (3)$$

kde μ je aritmetický průměr zkoumané normálně rozdělené veličiny s rozptylem σ^2 , respektive směrodatnou odchylkou σ , ve výběru rozsahu n , $u_{1-\alpha}$ je kvantil normovaného normálního rozdělení (viz. příloha 1), α je hladina významnosti, která se vypočte podle vzorce:

$$\alpha = 1 - IS \quad (4)$$

kde IS je zvolený interval spolehlivosti.



Výpočet jednostranného intervalu spolehlivosti při neznámém rozptylu respektive směrodatné odchylce:

$$\left(-\infty; \mu + t_{1-\alpha} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \quad (5)$$

kde μ je aritmetický průměr zkoumané normálně rozdělené veličiny s vypočteným výběrovým rozptylem s^2 , respektive směrodatnou odchylkou s , který se vypočte podle vzorce:

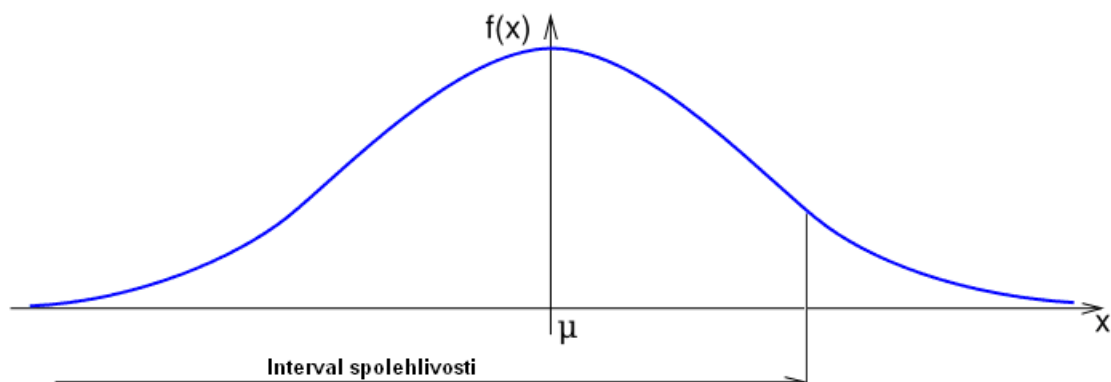
$$s^2 = \frac{n \cdot \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}{n(n-1)} \quad (6)$$

ve výběru rozsahu n , $t_{1-\alpha}$ je kvantil Studentova t-rozdělení (viz.. příloha 2) při $n-1$ stupních volnosti (toto číslo udává řádek v tabulce, kde se nalezne příslušný kvantil), na hladině významnosti α .

Hustota pravděpodobnosti je dána vztahem:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (7)$$

Graf hustoty pravděpodobnosti se znázorněným jednostranným intervalem spolehlivosti:



Graf 1: Hustota pravděpodobnosti



4 Stanovení pojistné zásoby

Velikost pojistné zásoby v podniku Cadence Inovation k.s. ovlivňují tři hlavní faktory: poruchovost systému na výrobu plastových výstřiků, kolísání denních poptávek firmy Škoda auto a.s. a logistika dopravy do firmy Škoda auto a.s. Podnik Cadence Inovation k.s. má uzavřenou smlouvu s firmou Škoda auto a.s. na dodání 300 000 ks plastových nárazníků za rok.

4.1 *Pojistná zásoba v závislosti na poruchovosti systému na výrobu plastových výstřiků*

Systém na výrobu plastových výstřiků musí za rok vyrobit 300 000 ks plastových nárazníků. Při 240 pracovních dnech za rok a 8 hodinovém třísměnném pracovním provozu je počet nárazníků vyrobených za jednu hodinu cca 52.

Systém je v poruše, pokud alespoň jeden z jeho funkčních bloků je v poruše, což ve spolehlivosti modelujeme jako sériové zapojení prvků v systému. Na každém z bloků dochází k poruše s určitou pravděpodobností, která je vyjádřena jako četnost poruch za rok. Jednotlivé funkční bloky mají různou dobu do opravy (viz Tabulka 1).

Pojistná zásoba pokrývá dobu, po kterou bude systém v poruše, tj. dobu do opravy systému. Pro určení pojistné zásoby se použije jednostranný interval spolehlivosti s neznámým rozptylem podle vztahu (5).

Každý z jednotlivých funkčních bloků má jinou četnost poruch, proto je třeba četnost poruch zohlednit ve výpočtu. Pro výpočet výběrového rozptylu se použije vztah (6), který se upraví pro zohlednění četnosti poruch.

Výpočet výběrového rozptylu v závislosti na četnosti poruch:

$$s^2 = \frac{\sum n_a \cdot \sum x_a^2 \cdot n_a - (\sum x_a \cdot n_a)^2}{\sum n_a (\sum n_a - 1)} = \frac{14,29 \cdot 2141,53 - 20144,12}{14,29 \cdot 13,29} = \underline{55,07}$$

$$s = \sqrt{s^2} = \underline{7,42}$$

kde n_a je četnost poruch a x_a doba do opravy jednotlivých funkčních bloků systému.

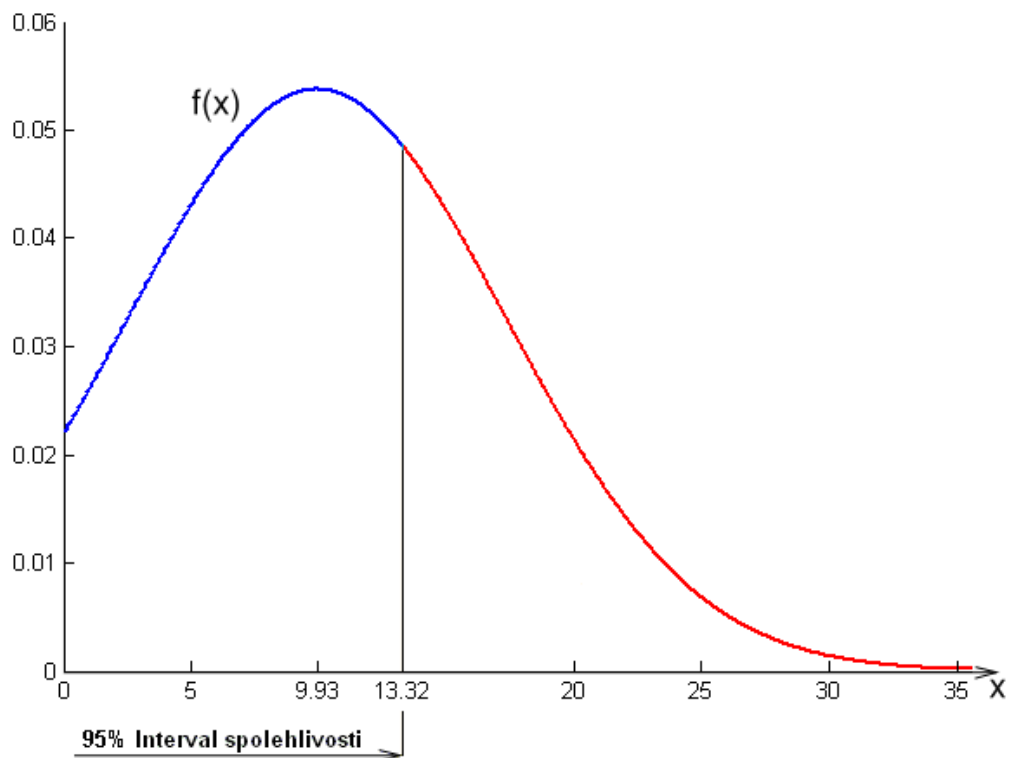


Výpočet aritmetického průměru doby do opravy v závislosti na četnosti poruch:

$$\mu = \frac{\sum x_a \cdot n_a}{\sum n_a} = \frac{141,93}{14,29} = \underline{9,93} \text{ hodin}$$

Výpočet 95 % intervalu spolehlivosti:

$$\left(0; \mu + t_{1-\alpha} \cdot \frac{s}{\sqrt{\sum n_a}} \right) = \left(0; 9,93 + 1,72 \cdot \frac{7,42}{\sqrt{14,29}} \right) = (0; 13,32)$$



Graf 2: 95% interval spolehlivosti pro dobu do poruchy systému

Tabulka 2: Tabulka velikosti pojistné zásoby podle intervalu spolehlivosti

Interval spolehlivosti [%]	doba do opravy systému [hodin]	velikost pojistné zásoby (kusů nárazníků)
90	12,53	652
95	13,32	693
97,5	14,03	730
99	14,90	775
99,5	15,52	807



4.2 Pojistná zásoba v závislosti na kolísání poptávky

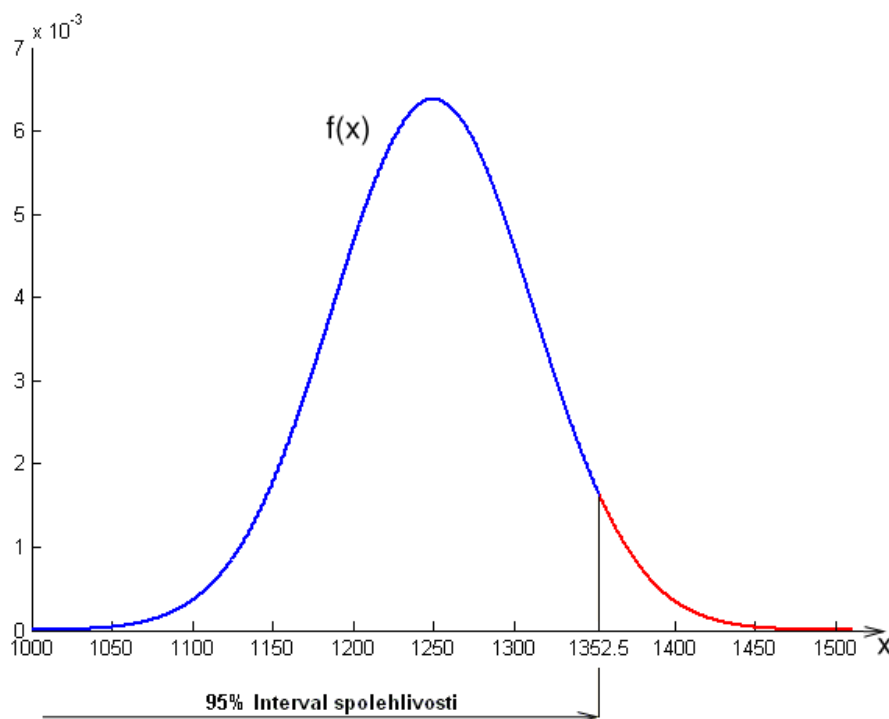
Poptávka firmy Škoda činí pevně stanovených 300 000 ks nárazníků ročně. Dodávky nárazníků do závodu Škoda se uskutečňují jednou denně. Průměrná denní poptávka tedy činí 1250 ks nárazníků (za 240 pracovních dní). Velikost denní poptávky kolísá průměrně mezi -5% a +5%.

Pojistná zásoba pokrývá kolísání poptávky směrem nahoru. Pro určení pojistné zásoby se použije jednostranný interval spolehlivosti se známým rozptylem podle vztahu (3). Nebyly k dispozici údaje o velikosti poptávky v jednotlivých dnech, tj. nebyl známý výběrový rozsah n , proto se s ním ve výpočtu nepracuje.

Výpočet 95 % intervalu spolehlivosti:

$$(0; \mu + u_{1-\alpha} \cdot \sigma) = (-\infty; 1250 + 1,64 \cdot 62,5) = (0; 1352,5),$$

kde μ je průměrná denní poptávka a σ směrodatná odchylka, tj. 5% z průměrné denní poptávky



Graf 3: 95% interval spolehlivosti pro kolísání poptávky



Tabulka 3: Tabulka velikosti pojistné zásoby podle intervalu spolehlivosti

interval spolehlivosti [%]	počet nárazníků [ks]	velikost pojistné zásoby (kusů nárazníků)
90	1330	80
95	1352,5	103
97,5	1372,5	123
99	1395,625	146
99,5	1411,25	162

4.3 *Pojistná zásoba v závislosti na logistice dopravy*

Dodávka dílů z firmy Cadence Innovation k.s. do automobilky Škoda v Mladé Boleslavi se uskutečňuje pomocí nákladních automobilů. Dodávky do automobilky Škoda se provádí na tzv. „odvoláky“, což jsou objednávky, ve kterých je stanoveno požadované množství nárazníků a další specifikace, např. barva. Podle uzavřené smlouvy je firma Cadence Innovation k.s. povinná tuto objednávku uspokojit do 24 hodin, od přijetí „odvoláku“. Při nesplnění této objednávky hrozí firmě Cadence Innovation k.s. až několikamilionové pokuty.

„Odvoláky“ se přijímají zpravidla jednou denně, takže jednou za 24 hodin je vypraven nákladní automobil s díly. Průměrná doba vypravení nákladního automobilu se odhaduje na 6 hodin. Doprava dílů se uskutečňuje po rychlostní komunikaci na trase Liberec (Cadence Innovation k.s.) – Turnov – Mladá Boleslav (Škoda auto a.s.), v délce 58 km. Intenzita dopravy na této trase je přibližně 25000 aut denně a v roce 2005 se na ní stalo 176 dopravních nehod.

Bezproblémovou dodávku dílů do automobilky mohou ovlivnit tři základní dopravní situace:

V prvním případě je to nehoda náhodného automobilu, která způsobí zablokování komunikace. Tato situace neovlivní velikost pojistné zásoby, protože se nepředpokládá, že by zablokování dopravy trvalo déle než 18 hodin a v důsledku toho došlo k neuspokojení objednávky.



V druhém případě se jedná o poruchu nákladního automobilu vezoucího díly. Tento případ také neovlivní velikost pojistné zásoby, díly jsou jednoduše přeloženy a dopraveny do automobilky náhradním nákladním automobilem.

Ve třetím případě se jedná o nehodu nákladního automobilu vezoucího díly, při které dojde k jejich zničení nebo poškození. Z důvodu této předpokládané ztráty dílů dojde k navýšení pojistné zásoby.

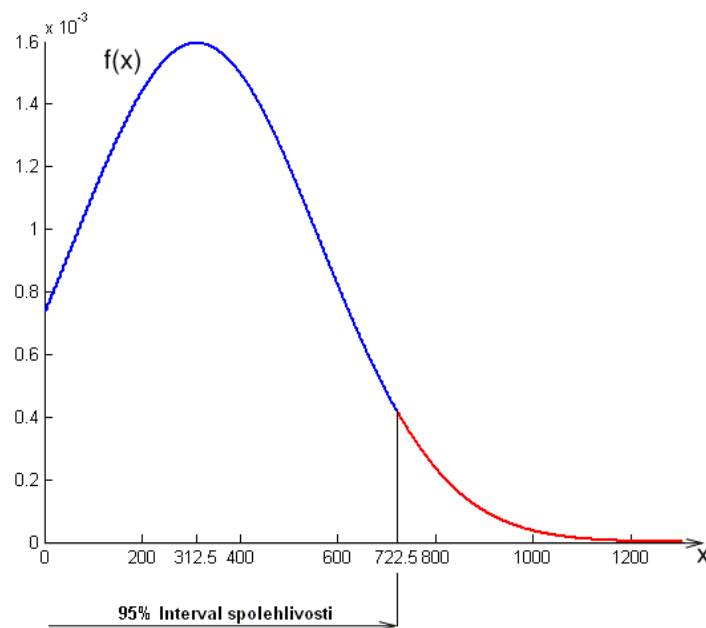
Předpokládá se, že při nehodě dojde ke zničení nebo poškození jedné čtvrtiny převážených dílů +/- 20%. Celkový počet převážených dílů je cca 1250, předpokládá se tedy, že dojde ke ztrátě 312,5 dílů.

Pro určení pojistné zásoby se použije jednostranný interval spolehlivosti se známým rozptylem podle vztahu (3) a stejný postup jako u stanovení pojistné zásoby v závislosti na kolísání poptávky.

Výpočet 95 % intervalu spolehlivosti:

$$(0; \mu + u_{1-\alpha} \cdot \sigma) = (-\infty; 312,5 + 1,64 \cdot 250) = (0; 722,5)$$

kde je μ předpokládaný počet poškozených dílů a σ směrodatná odchylka, tj. 20% převážených dílů



Graf 4: 95% interval spolehlivosti pro logistiku dopravy



Tabulka 4: Tabulka velikosti pojistné zásoby podle intervalu spolehlivosti

interval spolehlivosti [%]	počet nárazníků [ks]	velikost pojistné zásoby (kusů nárazníků)
90	632,5	633
95	722,5	723
97,5	802,5	803
99	895	895
99,5	957,5	958



5 Stanovení optimálního počtu dílů na skladě

Pravidelné objednávky dílů jsou nakládány do nákladních automobilů přímo z výrobní linky a expedovány do firmy Škoda auto. Pro firmu Cadence Innovation k.s. je tento způsob časově i ekonomicky hospodárnější, protože se díly nemusí ukládat na sklad. Počet dílů na skladě tvoří tedy pouze pojistná zásoba.

Celkovou pojistnou zásobu tvoří tři dílčí pojistné zásoby. Jsou to: pojistná zásoba v závislosti na poruchovosti systému na výrobu plastových výstřiků, na kolísání denních poptávek firmy Škoda auto a na logistice dopravy do firmy Škoda auto. Každá dílčí pojistná zásoba pokrývá výpadky s určitou pravděpodobností, tj. podle daného intervalu spolehlivosti.

Celková pojistná zásoba (viz Tabulka 5) je dána součtem dílčích pojistných zásob, zajišťuje uspokojení objednávky v případě poruchy systému na výrobu plastových výstřiků, zvýšené poptávky i nehody nákladního automobilu, při které dojde ke zničení části nákladu.

Celkovou pojistnou zásobu nejvíce zvyšuje zásoba z důvodu nehody nákladního automobilu, ke které dojde jen s velmi malou pravděpodobností. Stanovením pojistné zásoby bez zohlednění nehody nákladního automobilu (viz Tabulka 6) se sníží náklady na skladování přibližně na polovinu. Možná ztráta dílů při nehodě by se dala pokrýt zbylou pojistnou zásobou, pokud by současně nedošlo k poruše na systému výroby plastových výstřiků.

Tabulka 5: Celková pojistná zásoba

interval spolehlivosti [%]	pojistná zásoba v závislosti na poruchovosti syst. [ks]	pojistná zásoba v závislosti na kolísání poptávky [ks]	pojistná zásoba v závislosti na logistice dopravy [ks]	celková pojistná zásoba [ks]
90	652	80	633	1365
95	693	103	723	1519
97,5	730	123	803	1656
99	775	146	895	1816
99,5	807	162	958	1927



Tabulka 6: Pojistná zásoba bez zohlednění logistiky dopravy

interval spolehlivosti	pojistná zásoba v závislosti na poruchovosti syst.	pojistná zásoba v závislosti na kolísání poptávky	celková pojistná zásoba
[%]	[ks]	[ks]	[ks]
90	652	80	732
95	693	103	796
97,5	730	123	853
99	775	146	921
99,5	807	162	969



6 Závěr

Velikost zásoby hotových výrobků, která by najednou pokryla všechny nežádoucí události, tj. poruchu na systému výroby plastových výstřiků, zvýšenou denní poptávku firmy Škoda auto a.s. a nehodu na nákladním autě vezoucím výrobky do firmy Škoda auto a.s., a to s 99,5 % pravděpodobností, činí 1927 výrobků.

Pokud by bylo požadováno snížení nákladů na skladování, tj. zmenšení zásoby hotových výrobků, tak se jako nejpříjemnější možnost jeví nedržení zásoby proti nehodě nákladního automobilu převážejícímu výrobky, čímž se sníží náklady na skladování přibližně o polovinu. Riziko vyplývající z nedržení této zásoby je velmi nízké, protože tato nežádoucí událost nastane jen s velmi malou pravděpodobností. Možná ztráta dílů při nehodě by se dala pokrýt zbylou pojistnou zásobou, pokud by současně nedošlo k poruše na systému na výrobu plastových výstřiků. Velikost pojistné zásoby s 99,5 % intervalem spolehlivosti, tj. pravděpodobností pokrytí nežádoucích událostí v 99,5 % případů, je 969 výrobků.

Náklady na skladování by se daly také zmenšit použitím sníženého intervalu spolehlivosti (viz tabulka 5 a 6), které s sebou ale nese zvýšené riziko neuspokojení zákazníka.

Velikost zásoby hotových výrobků při jejím čerpání se dá doplnit z hotových výrobků při snížené poptávce nebo mimořádnou pracovní směnou.



7 Literatura

- [1] Fuchs P., Vališ D., Chudoba J., Kamenický J., Zajíček J.: *Řízení spolehlivosti*, skripta, Liberec 2006
- [2] Fuchs P., Vališ D., Chudoba J., Kamenický J., Zajíček J.: *Bezporuchovost a životnost, Techniky analýzy bezporuchovosti*, učební text, Liberec 2005
- [3] Žižka M.: *Vybrané statě z operačního výzkumu*, skripta, Liberec 2002
- [4] Lenfeld, P.: *Plasty, technologie zpracování plastů*, Kostal Jince, 2005
- [5] Krebs J.: *Teorie zpracování nekovových materiálů*, TUL, Liberec 2001
- [6] Kužel J.: *Využití stromu poruchových stavů pro výrobu a logistiku Cadence Innovation k.s.*, BP, Liberec 2007
- [7] ČSN IEC 1078 *Metody analýzy spolehlivosti*, 1993
- [8] <http://cs.wikipedia.org> , [online] [cit. 24.4.2008]
- [9] <http://www.cadenceinnovation.cz>, [online] [cit. 12.5.2008]



8 Seznam příloh

Příloha 1: Tabulka kvantilů rozdělení $N(0,1)$

Příloha 2: Tabulka kvantilů rozdělení T

**Příloha 1:** Tabulka kvantilů rozdělení $N(0,1)$

Kvantily rozdělení $N(0,1)$										
	0	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009
0,5	0,00000	0,00251	0,00501	0,00752	0,01003	0,01253	0,01504	0,01755	0,02005	0,02256
0,51	0,02507	0,02758	0,03008	0,03259	0,03510	0,03761	0,04012	0,04263	0,04513	0,04764
0,52	0,05015	0,05266	0,05517	0,05768	0,06020	0,06271	0,06522	0,06773	0,07024	0,07276
0,53	0,07527	0,07778	0,08030	0,08281	0,08533	0,08784	0,09036	0,09288	0,09540	0,09791
0,54	0,10043	0,10295	0,10547	0,10799	0,11052	0,11304	0,11556	0,11809	0,12061	0,12314
0,55	0,12566	0,12819	0,13072	0,13324	0,13577	0,13830	0,14084	0,14337	0,14590	0,14843
0,56	0,15097	0,15351	0,15604	0,15858	0,16112	0,16366	0,16620	0,16874	0,17128	0,17383
0,57	0,17637	0,17892	0,18147	0,18402	0,18657	0,18912	0,19167	0,19422	0,19678	0,19934
0,58	0,20189	0,20445	0,20701	0,20957	0,21214	0,21470	0,21727	0,21983	0,22240	0,22497
0,59	0,22755	0,23012	0,23269	0,23527	0,23785	0,24043	0,24301	0,24559	0,24817	0,25076
0,6	0,25335	0,25594	0,25853	0,26112	0,26371	0,26631	0,26891	0,27151	0,27411	0,27671
0,61	0,27932	0,28193	0,28454	0,28715	0,28976	0,29238	0,29499	0,29761	0,30023	0,30286
0,62	0,30548	0,30811	0,31074	0,31337	0,31600	0,31864	0,32128	0,32392	0,32656	0,32921
0,63	0,33185	0,33450	0,33716	0,33981	0,34247	0,34513	0,34779	0,35045	0,35312	0,35579
0,64	0,35846	0,36113	0,36381	0,36649	0,36917	0,37186	0,37454	0,37723	0,37993	0,38262
0,65	0,38532	0,38802	0,39073	0,39343	0,39614	0,39886	0,40157	0,40429	0,40701	0,40974
0,66	0,41246	0,41519	0,41793	0,42066	0,42340	0,42615	0,42889	0,43164	0,43440	0,43715
0,67	0,43991	0,44268	0,44544	0,44821	0,45099	0,45376	0,45654	0,45933	0,46211	0,46490
0,68	0,46770	0,47050	0,47330	0,47610	0,47891	0,48173	0,48454	0,48736	0,49019	0,49302
0,69	0,49585	0,49869	0,50153	0,50437	0,50722	0,51007	0,51293	0,51579	0,51866	0,52153
0,7	0,52440	0,52728	0,53016	0,53305	0,53594	0,53884	0,54174	0,54464	0,54755	0,55047
0,71	0,55338	0,55631	0,55924	0,56217	0,56511	0,56805	0,57100	0,57395	0,57691	0,57987
0,72	0,58284	0,58581	0,58879	0,59178	0,59477	0,59776	0,60076	0,60376	0,60678	0,60979
0,73	0,61281	0,61584	0,61887	0,62191	0,62496	0,62801	0,63106	0,63412	0,63719	0,64027
0,74	0,64335	0,64643	0,64952	0,65262	0,65573	0,65884	0,66195	0,66508	0,66821	0,67135
0,75	0,67449	0,67764	0,68080	0,68396	0,68713	0,69031	0,69349	0,69668	0,69988	0,70309
0,76	0,70630	0,70952	0,71275	0,71599	0,71923	0,72248	0,72574	0,72900	0,73228	0,73556
0,77	0,73885	0,74214	0,74545	0,74876	0,75208	0,75541	0,75875	0,76210	0,76546	0,76882
0,78	0,77219	0,77557	0,77897	0,78236	0,78577	0,78919	0,79262	0,79605	0,79950	0,80296
0,79	0,80642	0,80990	0,81338	0,81687	0,82038	0,82389	0,82742	0,83095	0,83450	0,83805
0,8	0,84162	0,84520	0,84879	0,85239	0,85600	0,85962	0,86325	0,86689	0,87055	0,87422
0,81	0,87790	0,88159	0,88529	0,88901	0,89273	0,89647	0,90023	0,90399	0,90777	0,91156
0,82	0,91536	0,91918	0,92301	0,92686	0,93072	0,93459	0,93848	0,94238	0,94629	0,95022
0,83	0,95417	0,95812	0,96210	0,96609	0,97009	0,97411	0,97815	0,98220	0,98627	0,99036
0,84	0,99446	0,99858	1,00271	1,00686	1,01103	1,01522	1,01943	1,02365	1,02789	1,03215
0,85	1,03643	1,04073	1,04505	1,04939	1,05374	1,05812	1,06252	1,06694	1,07138	1,07584
0,86	1,08032	1,08482	1,08935	1,09390	1,09847	1,10306	1,10768	1,11232	1,11699	1,12168
0,87	1,12639	1,13113	1,13590	1,14069	1,14551	1,15035	1,15522	1,16012	1,16505	1,17000
0,88	1,17499	1,18000	1,18504	1,19012	1,19522	1,20036	1,20553	1,21073	1,21596	1,22123
0,89	1,22653	1,23186	1,23723	1,24264	1,24809	1,25357	1,25908	1,26464	1,27024	1,27587
0,9	1,28155	1,28727	1,29303	1,29884	1,30469	1,31058	1,31652	1,32251	1,32854	1,33462
0,91	1,34076	1,34694	1,35317	1,35946	1,36581	1,37220	1,37866	1,38517	1,39174	1,39838
0,92	1,40507	1,41183	1,41865	1,42554	1,43250	1,43953	1,44663	1,45381	1,46106	1,46838
0,93	1,47579	1,48328	1,49085	1,49851	1,50626	1,51410	1,52204	1,53007	1,53820	1,54643
0,94	1,55477	1,56322	1,57179	1,58047	1,58927	1,59819	1,60725	1,61644	1,62576	1,63523
0,95	1,64485	1,65463	1,66456	1,67466	1,68494	1,69540	1,70604	1,71689	1,72793	1,73920
0,96	1,75069	1,76241	1,77438	1,78661	1,79912	1,81191	1,82501	1,83842	1,85218	1,86629
0,97	1,88079	1,89570	1,91103	1,92684	1,94313	1,95996	1,97737	1,99539	2,01409	2,03352
0,98	2,05375	2,07485	2,09693	2,12007	2,14441	2,17009	2,19729	2,22621	2,25713	2,29037
0,99	2,32635	2,36562	2,40892	2,45726	2,51215	2,57593	2,65207	2,74779	2,87817	3,09025

**Příloha 2:** Tabulka kvantilů rozdělení T

Kvantily rozdělení T					
	0,9	0,95	0,975	0,99	0,995
1	3,0777	6,3137	12,7062	31,8210	63,6559
2	1,8856	2,9200	4,3027	6,9645	9,9250
3	1,6377	2,3534	3,1824	4,5407	5,8408
4	1,5332	2,1318	2,7765	3,7469	4,6041
5	1,4759	2,0150	2,5706	3,3649	4,0321
6	1,4398	1,9432	2,4469	3,1427	3,7074
7	1,4149	1,8946	2,3646	2,9979	3,4995
8	1,3968	1,8595	2,3060	2,8965	3,3554
9	1,3830	1,8331	2,2622	2,8214	3,2498
10	1,3722	1,8125	2,2281	2,7638	3,1693
11	1,3634	1,7959	2,2010	2,7181	3,1058
12	1,3562	1,7823	2,1788	2,6810	3,0545
13	1,3502	1,7709	2,1604	2,6503	3,0123
14	1,3450	1,7613	2,1448	2,6245	2,9768
15	1,3406	1,7531	2,1315	2,6025	2,9467
16	1,3368	1,7459	2,1199	2,5835	2,9208
17	1,3334	1,7396	2,1098	2,5669	2,8982
18	1,3304	1,7341	2,1009	2,5524	2,8784
19	1,3277	1,7291	2,0930	2,5395	2,8609
20	1,3253	1,7247	2,0860	2,5280	2,8453
21	1,3232	1,7207	2,0796	2,5176	2,8314
22	1,3212	1,7171	2,0739	2,5083	2,8188
23	1,3195	1,7139	2,0687	2,4999	2,8073
24	1,3178	1,7109	2,0639	2,4922	2,7970
25	1,3163	1,7081	2,0595	2,4851	2,7874
26	1,3150	1,7056	2,0555	2,4786	2,7787
27	1,3137	1,7033	2,0518	2,4727	2,7707
28	1,3125	1,7011	2,0484	2,4671	2,7633
29	1,3114	1,6991	2,0452	2,4620	2,7564
30	1,3104	1,6973	2,0423	2,4573	2,7500
31	1,3095	1,6955	2,0395	2,4528	2,7440
32	1,3086	1,6939	2,0369	2,4487	2,7385
33	1,3077	1,6924	2,0345	2,4448	2,7333
34	1,3070	1,6909	2,0322	2,4411	2,7284
35	1,3062	1,6896	2,0301	2,4377	2,7238
36	1,3055	1,6883	2,0281	2,4345	2,7195
37	1,3049	1,6871	2,0262	2,4314	2,7154
38	1,3042	1,6860	2,0244	2,4286	2,7116
39	1,3036	1,6849	2,0227	2,4258	2,7079
40	1,3031	1,6839	2,0211	2,4233	2,7045
41	1,3025	1,6829	2,0195	2,4208	2,7012
42	1,3020	1,6820	2,0181	2,4185	2,6981
43	1,3016	1,6811	2,0167	2,4163	2,6951
44	1,3011	1,6802	2,0154	2,4141	2,6923
45	1,3007	1,6794	2,0141	2,4121	2,6896
46	1,3002	1,6787	2,0129	2,4102	2,6870
47	1,2998	1,6779	2,0117	2,4083	2,6846
48	1,2994	1,6772	2,0106	2,4066	2,6822
49	1,2991	1,6766	2,0096	2,4049	2,6800
50	1,2987	1,6759	2,0086	2,4033	2,6778
51	1,2984	1,6753	2,0076	2,4017	2,6757
52	1,2980	1,6747	2,0066	2,4002	2,6737
53	1,2977	1,6741	2,0057	2,3988	2,6718
54	1,2974	1,6736	2,0049	2,3974	2,6700
55	1,2971	1,6730	2,0040	2,3961	2,6682