

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**

**Ekonomická fakulta**

**Katedra řízení**

---

**Studijní program: N6208 Ekonomika a management**

**Studijní obor: Řízení a ekonomika podniku**

# **Diplomová práce**

## **Implementace analýzy FMEA v rámci logistické technologie Just-in-Sequence**

**Vedoucí diplomové práce:**

**Ing. Radek Toušek, Ph.D.**

**Autor:**

**Bc. Václav Franěk**

---

**České Budějovice 2013**

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Václav FRANĚK**  
Osobní číslo: **E11780**  
Studijní program: **N6208 Ekonomika a management**  
Studijní obor: **Řízení a ekonomika podniku**  
Název tématu: **Implementace analýzy FMEA v rámci logistické technologie Just-in-Sequence**  
Zadávací katedra: **Katedra řízení**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cíl práce:

Návrh systému implementace analýzy FMEA v rámci logistické technologie Just-in-Sequence u vybraného zkoumaného subjektu z oblasti průmyslové výroby.

Metodika práce:

Prostudovat literární prameny ve vztahu k logistickým technologiím a analýze FMEA. Po stanovení teoreticko-metodologických východisek je nezbytné získat podkladová data prostřednictvím řízených rozhovorů, přímého zúčastněného pozorování, zpracování údajů z provozní evidence zkoumaného subjektu. Po utřídění získaných dat se soustředit na implementaci FMEA do uceleného rámce technologie Just-in-Sequence včetně návrhů pro zvýšení efektivity tohoto procesu a ekonomických dopadů navrhovaných změn. Závěrem se pokusit o interpretaci zobecnělých poznatků pro praxi.

Rámcová osnova:

1. Úvod,
2. Literární přehled,
3. Metodický postup (cíl a metodika práce),
4. Charakteristika zkoumaného subjektu,
5. Výsledky (analýza),
6. Diskuze (komparace a syntéza),
7. Závěr,
8. Přehled použité literatury,
9. Přílohy.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**

Rozsah pracovní zprávy: **50-70 str.**

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

**BAZALA, J. a kol.** *Logistika v praxi. Praktická příručka manažera logistiky.* Praha: Verlag Dashöfer, 2003. ISBN 80-86229-71-8.

**DRAHOTSKÝ, I. a B. ŘEZNIČEK.** *Logistika. Procesy a jejich řízení.* Brno: Computer Press, 2003. ISBN 80-7226-521-0.

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

**NENADÁL, J., NOSKIEVIČOVÁ, D., PETŘÍKOVÁ, R., PLURA, J., TOŠENOVSKÝ, J.** *Moderní management jakosti - principy, postupy, metody.* Praha: Management Press, 2008. ISBN 978-80-7261-186-7.

**PERNICA, P.** *Logistika pro 21. století. Supply Chain Management. 1. - 3. díl.* Praha: Radix, 2005. ISBN 80-86031-59-4.

**SIXTA, J. a M. ŽIŽKA.** *Logistika. Používané metody.* Brno: Computer Press, 2009. ISBN 978-80-251-2563-2.

**VANĚČEK, D.** *Logistika.* České Budějovice: Ekonomická fakulta JU, 2008. ISBN 80-7040-323-3.

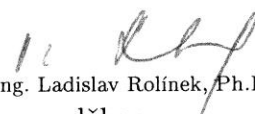
*Logistika.* Praha: Economia. ISSN 1211-0957.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Radek Toušek, Ph.D.**


Katedra řízení

Datum zadání diplomové práce: **15. února 2012**

Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2013**

  
doc. Ing. Ladislav Rolínek, Ph.D.  
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
EKONOMICKÁ FAKULTA  
L.S.  
Průmyslová 13 (25)  
37139 České Budějovice

  
doc. Ing. Darja Holátová, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 15. února 2012

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové, a to v nezkrácené podobě – v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Ekonomickou fakultou - elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích 24. 6. 2013

Bc. Václav Franěk

.....

Chtěl bych poděkovat Ing. Radkovi Touškovi, Ph.D. za odborné vedení mé diplomové práce. Paní Lence Bednářové, vedoucí projektového týmu na oddělení logistiky ve společnosti Robert Bosch České Budějovice, s.r.o. a panům Mgr. Michalu Krejčímu a Michalu Malému z téže společnosti za ochotu a výbornou spolupráci. V neposlední řadě bych chtěl také poděkovat panu Ing. Pavlu Pufferovi za možnost zpracování této diplomové práce ve společnosti Robert Bosch České Budějovice, s.r.o.

# Obsah

1. Úvod.....	3
2. Literární přehled.....	5
2.1. Logistika .....	5
2.2. Logistika a její specifika v automobilovém průmyslu.....	5
2.3. Logistika a zásoby .....	6
2.4. Metoda Just-in-Time.....	9
2.5. Metoda Just-in-Sequence.....	10
2.6. Analýza možností vzniku vad a jejich následků (FMEA).....	12
2.6.1. Historie FMEA .....	13
2.6.2. FMEA v automobilovém průmyslu.....	13
2.6.3. Účel a cíle analýzy .....	14
2.6.4. FMEA návrhu produktu a návrhu procesu .....	15
2.6.5. Postup Analýzy FMEA .....	16
2.6.6. Analýza a hodnocení současného stavu .....	18
2.6.7. Návrh opatření.....	21
2.6.8. Hodnocení stavu po realizaci opatření .....	21
3. Metodický postup.....	23
3.1. Cíl a obsah práce.....	23
3.2. Metody sběru dat .....	23
3.3. Metodika práce .....	23
4. Charakteristika zkoumaného subjektu .....	26
4.1. Robert Bosch v České republice.....	26
4.2. Robert Bosch v Českých Budějovicích .....	27
5. Výsledky .....	30
5.1. Výrobek .....	30

5.2.	Dodavatel nádrží.....	32
5.3.	Představení metody JIS v RBCB.....	33
5.3.1.	Původní proces .....	33
5.3.2.	Nový proces.....	34
5.3.3.	Porovnání obou variant .....	34
5.4.	Materiálový tok.....	36
5.5.	Analýza FMEA.....	40
5.5.1.	Příprava .....	40
5.5.2.	Strukturální analýza.....	41
5.5.3.	Analýza a hodnocení současného stavu .....	43
6.	Návrhy opatření a diskuze .....	49
7.	Závěr .....	55
8.	Summary .....	58
9.	Zdroje.....	59
10.	Seznam obrázků a tabulek.....	63
11.	Seznam příloh.....	64

# 1. Úvod

Svět se mění. Čím dál více se na světovém ekonomickém růstu podílejí rozvojové země. Tento fakt spolu se snižováním dopravních nákladů a liberalizací politiky v různých částech světa vede k nárůstu zahraničních investic a mezinárodních obchodních toků. Globalizace přináší určité benefity, ale na druhou stranu Evropě přináší tvrdou konkurenci například ze strany nízkonákladových ekonomik jako je Indie nebo Čína nebo státech založených na inovacích jako jsou USA.

V tomto turbulentním prostředí, kde nabídka vysoce převyšuje poptávku, mají šanci uspět pouze flexibilní společnosti, které rychle reagují na změny a získají konkurenční výhodu oproti soupeřům na trhu.

V automobilovém průmyslu hraje stále větší roli pro přežití logistika. Schopnosti pružného řízení materiálových a informačních toků se přikládá velký význam pro úspěšný budoucí růst. Automobiloví výrobci musí plánovat dodávky několika tisíc dílů, které dohromady vytvářejí několikanásobně více kombinací hotových výrobků. Modelová rozmanitost a čas mezi objednávkami materiálu po jeho dodání je klíčový faktor pro výrobní proces a trh automobilů. Dodavatelský řetězec automobilového průmyslu musí být řízen velice flexibilně a efektivně.

Z výše uvedených důvodů se v automobilovém průmyslu napříč celým dodavatelským řetězcem uplatňují principy štíhlé výroby. Ty mají za cíl maximalizovat hodnotu pro zákazníka s minimálním plýtváním, tedy s minimálními náklady. Základním pilířem štíhlé výroby je metoda Just-in-Time a její rozšířená verze Just-in-Sequence, které společně s ostatními principy slouží k dosažení požadovaných cílů.

Hesla náklady, rychlost a spolehlivost jsou důležité složky konkurenceschopnosti. Být konkurenceschopný totiž znamená vyrábět kvalitní výrobky v co možná nejkratším čase s vynaložením minimálních nákladů. Na druhou stranu jsou tyto tři slova v moderním pojetí spojena s pojmem jakost a právě i předchozí formulací lze jakost vyjádřit.

V současné době se uznává, že v konečné jakosti výrobků hraje větší roli předvýrobní etapa, než samotný výrobní proces. Proto se pozornost stále více ubírá právě k této předvýrobní fázi.



Ekonomicky efektivnější je předcházet problémům s jakostí již v předvýrobních etapách, kdy se vada nedostane k dalšímu článku, jímž je výroba nebo až konečný zákazník.

Existují různé metody a nástroje, které předcházejí jakostním problémům již v předvýrobních etapách. Jedním z nich je metoda FMEA, jejíž implementací lze dosáhnout požadovaných cílů.

## 2. Literární přehled

### 2.1. Logistika

Funkční logistika musí přispívat ke zvyšování pružnosti ve firmě, ke snižování nákladů ale také ke zlepšování jakosti.

Souhrnně lze uvést následující definici:

„Logistika je řízení materiálového, informačního i finančního toku s ohledem na včasné splnění požadavků finálního zákazníka a s ohledem na nutnou tvorbu zisku v celém toku materiálu. Při plnění potřeb finálního zákazníka napomáhá již při vývoji výrobku, výběru vhodného dodavatele, odpovídajícím způsobem řízení vlastní realizace potřeby zákazníka (při výrobě výrobku), vhodným přemístěním požadovaného výrobku k zákazníkovi a v neposlední řadě i zajištěním likvidace morálně i fyzicky zastaralého výrobku“ (Sixta, Mačát, 2005).

### 2.2. Logistika a její specifika v automobilovém průmyslu

Koncem 20. století nazval Peter Drucker (1993) automobilový průmysl „průmysl průmyslů“. Dodnes je stále automobilový průmysl světovou největší výrobní činností, který zahrnuje okolo padesáti miliónů nových automobilů každý rok. Čím dál tím více lidí vlastní automobil a přesto si ne dost dostatečně lidé uvědomují jejich důležitost v každodenním životě.

Nahlídne-li se na automobilový průmysl z jiného úhlu pohledu, je zřejmé, že automobilový průmysl je pro lidstvo mnohem důležitější. V minulém století změnil dvakrát od základu nejen výrobní proces, ale v konečném důsledku změnil i myšlení a způsob života.

Od roku 1885, kdy Karl Benz vyrobil historicky první automobil, prošel automobilový průmysl bouřlivým vývojem. V počátcích, kdy byly automobily po století produkovány ruční výrobou, prošel automobilový průmysl revolucí po 1. světové válce. Henry Ford a Alfred Sloan z General motors změnili koncept výroby z ruční výroby, která byla praktikována zvláště v evropských zemích, na hromadnou výrobu. Následkem toho Spojené státy brzy dominovaly nejen produkcí automobilů, ale také celému globálnímu hospodářství. Úspěch hromadné výroby tkvěl v tom, že bylo vyráběno velké množství standardizovaných

automobilů. Stroje na výrobu těchto automobilů byly přitom velice drahé a náchylné na přerušení provozu. Proto byly přidávány různé druhy pojistek (extra dodavatelé, pracovníci a místo), aby byla zajištěna plynulá produkce. Tímto způsobem výroby se výrobci snažili udržovat stejný design, co nejdéle to bylo možné. Výsledkem byly nízké náklady, ale za cenu nízké variantnosti ať už výrobků, tak i pracovní náplně zaměstnanců (Womack, Jones, Roos, 2007).

Po 2. světové válce Eiji Toyoda a Taiichi Ohno z Toyota Motor Company vyvinuli koncept štíhlé výroby. Díky tomu, že tento převratný koncept kopírovaly další japonské automobilky, došlo k růstu japonského automobilového průmyslu na dnešní pozici. Na rozdíl od hromadné výroby, štíhlá výroba využívala výhod rukodělné výroby i výhod hromadné výroby. Vyhýbá se jak vysokým nákladům rukodělné výroby, tak strnulosti hromadné výroby. Jako největší rozdíl oproti výrobě hromadné se uvádí změna v uvažování, zatímco hromadná výroba se spokojila s přístupem „dostatečně dobré“, štíhlá výroba má sklony dosahovat dokonalosti (Womack, Jones, Roos, 2007).

### 2.3. Logistika a zásoby

Rozhodování v oblasti zásob patří mezi nejriskantnější činnost v oblasti logistiky. Projevují se jak pozitivním, tak negativním způsobem. Výše finančních prostředků vázaných v zásobách není nevýznamná. Pohybuje se mezi 10 a 20 procenty aktiv podniku. Je zřejmé, že i malá změna zásob, může znamenat výrazný ekonomický efekt (Gross, 1996).

Mezi pozitivní význam zásob ve firmě se mohou řadit následující faktory:

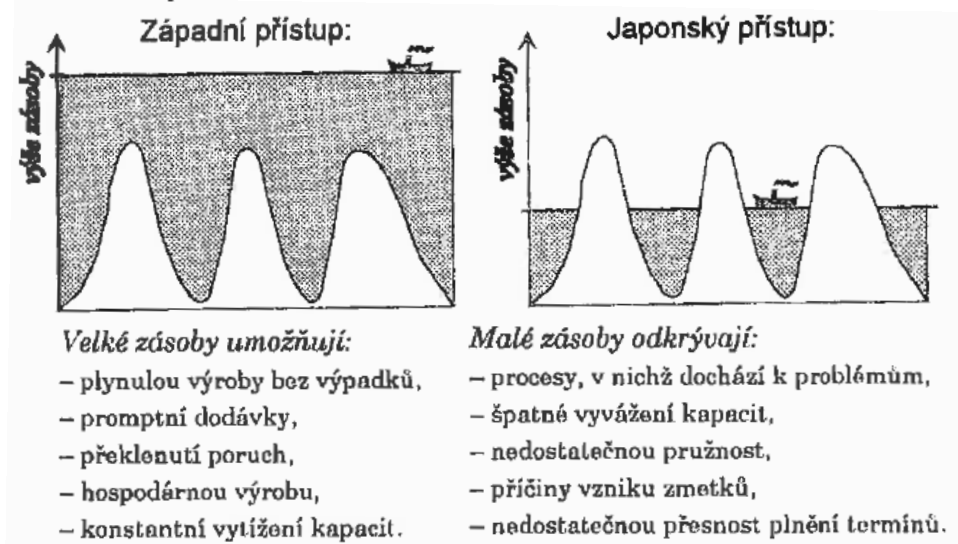
- řešení nesouladu mezi výrobou a spotřebou, zejména z hlediska časového, místního, kapacitního a sortimentního;
- krytí nepředvídaných poruch a výkyvů ve výrobním procesu, pokrývají výkyvy v poptávce a při doplňování zásoby;
- uskutečnění technologických a přírodních procesů ve vhodných dávkách (Horáková, Kubát, 1998).

Negativní význam zásob spočívá v tom, že zásoby váží kapitál, který by mohl být využit jiným způsobem. Nesou s sebou riziko znehodnocení, riziko nepoužitelnosti a možné neprodejnosti. Dále také spotřebovávají další práci a prostředky. V konečném důsledku může znamenat kapitál vázaný v zásobách omezení investic do technického a technologického rozvoje a tím pádem ohroží konkurenceschopnost podniku.

Každá společnost musí řešit dvě protichůdná hlediska ve vztahu k řízení zásob. Za prvé by měla být velikost zásob co nejnižší, právě z důvodu vázání velkého množství kapitálu. Na straně druhé stojí fakt držení velkého množství zásob kvůli dostatečné pohotovosti dodávek. Důležité je zvolit správný kompromis a proto také patří otázka řízení zásob mezi strategická rozhodnutí (Horáková, Kubát, 1998).

V minulosti byla vysoká hladina zásob brána jako pozitivní. Vyjadřovala potenciál a možnosti společnosti (jeden z faktorů mohl být v tom, že poptávka převyšovala nabídku). Současné moderní koncepce vycházejí z filozofie japonských výrobců, kteří zastávají názor, že „zásoby jsou příčinou všeho zla ve výrobě“. Na obr. 1 je vidět rozdíl mezi těmito dvěma přístupy. Autor je zde nazývá „Západní“ a „Japonský“ přístup (Nenadál, 2002).

**Obr. 1: Různé pohledy na funkci zásob v podniku**



Zdroj: Horáková, Kubát (1998)

Bílé skály představují problémy. Problémy mohou být různého druhu, jak je znázorněno na obr. 2. Pro odstranění těchto problémů může být využito následujících metod:

- vyšší zásoby;
- řídicí systémy;
- zmenšení či odstranění problémů.

**Obr. 2: Zásoby kryjí problémy**



Zdroj: Nenadál (2002)

### **Vyšší zásoby**

Prvním způsobem řešení problémů je udržovat vysoké zásoby. Skály zůstanou hluboko pod hladinou a loď bude nerušeně plout. Nevýhody tohoto způsobu jsou problémy s držením vysoké hladiny zásob.

### **Řídicí systémy**

Druhý způsob spočívá ve využití řídicích systémů. Ve schématu by to vypadalo tak, že loď bude obeplouvat skály, které vyčnívají nad hladinu. Vyplývá z toho delší trasa, kterou musí loď urazit, a proto toto řešení nebude optimální variantou.

### **Zmenšení či odstranění problémů**

Třetí variantou je řešení a zmírňování problémů. Ve schématu by to vypadalo tak, že i při nízké hladině vody by skály byly skryty pod ní a loď by mohla nerušeně plout. Tato varianta je využívána hlavně při výrobě metodou Just-in-Time (dále jen JIT) (Horáková, Kubát, 1998). Právě třetí varianta představuje moderní koncepci plánování a řízení výroby a je využívána v automobilovém průmyslu.

## 2.4. Metoda Just-in-Time

JIT je souborem zásad, nástrojů a technik, které firmě umožňují vyrábět a dodávat výrobky v malých množstvích, s krátkými dodacími lhůtami a podle jedinečných potřeb zákazníků. Systém JIT vytváří správné položky ve správný čas a ve správných množstvích. Síla systému JIT spočívá v tom, že umožňuje citlivě reagovat na každodenní změny v poptávce zákazníků (Liker, 2007).

Existuje ale mnoho různých definic, které nahlíží na JIT z různých pohledů:

- Výrobní strategie, která výrazně snižuje výrobní náklady a zlepšuje kvalitu prostřednictvím eliminace ztrát a efektivnějšího využití zdrojů podniku (Sohal, Ramsay, Samson, 1993).
- Filozofie založená na principu „dostat správné materiály na správné místo ve správnou dobu (Banejee, Golhar, 1993).
- Program, který se zaměřuje na eliminaci činností, které nepřidávají hodnotu, a to v rámci všech operací podniku; cílem je výroba vysoce kvalitních výrobků (nulový výskyt vad), vysoká úroveň produktivity, nižší stav zásob a rozvíjení dlouhodobých vztahů s ostatními články dodávkového řetězce (Gunipero, Law, 1990).

Základní filozofií systému je vyrábět jen to co je potřebné a tak efektivně, jak je to jen možné (Gros, 1996)

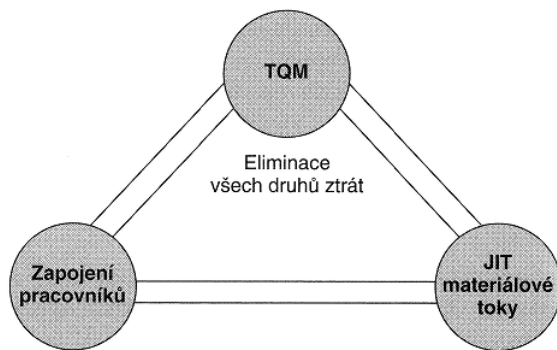
Společnost Toyota identifikovala problémy týkající se dodávek a kvality výrobků tím, že snížila zásoby. Vzhledem k tomu, že byly minimální pojistné zásoby, dříve skryté problémy vyplávaly na povrch a společnost je byla nucena řešit (Lambert, 2005).

Jak je tedy vidět, hlavní charakteristika JIT spočívá v tom, že klade důraz na odstranění příčin vzniku zásob a tím zajišťuje velmi nízké zásoby materiálů, nedokončené výroby i hotových výrobků. „Základnu pro dosahování cíle JIT tvoří široké zapojení pracovníků do procesu řešení problémů a neustálého zlepšování, požadavek vysoké, stabilně dosahované jakosti v celém podniku (TQM) a JIT-materiálové toky (skupinová technologie, harmonizace

vytěžování všech zdrojů, synchronizace opatření, krácení časů na přípravu, přestavování a seřizování strojů, systém tahu) (Nenadál, 2002).

Základní kameny JIT jsou zobrazeny na obr. 3:

**Obr. 3: Základní kameny JIT a vazby mezi nimi**



Zdroj: Nenadál (2008)

Metoda JIT vyžaduje stabilní úroveň požadované jakosti. Jelikož systém funguje s minimálními zásobami, špatná kvalita materiálu by znamenala komplikace ve výrobě. Na druhou stranu systém JIT nevyžaduje plné využití kapacity výrobní linky, ale v případných prostojích je chápán prostor pro neustálé zlepšování (Nenadál, 2008).

## 2.5. Metoda Just-in-Sequence

Pokud se podíváme do historie, první úspěšné implementace JIS systému produkce a dodávání materiálu je spojena se společností Toyota, která popisuje, jak dodavatel sedaček vyvinul schopnost dodávat produkt ve správném pořadí (Ordat.com, 2013).

Principy logistiky JIT a Just-in-Sequence (dále JIS) dodávek vytvořili výrobci automobilů s cílem eliminovat nadbytečné zásoby komponent v montážním závodě. Rostoucí poptávka, ale i konkurenční prostředí, kladou stále větší nároky na výrobce a tak společnostem v automobilovém průmyslu nezbývá, než soustředit veškeré své úsilí na hledání stále sofistikovanějších inovací na všech stupních životního cyklu výroby automobilů (Schwob, Choc, 2007).

JIS je přístup k výrobě, kde komponenty na montážní linku dorazí v určitém pořadí v momentě kdy je jich potřeba a ne dříve. Tato metoda je tedy extrémní variantou metody JIT. Z toho plyne, že vhodný pro tuto metodu může být komponent výroby JIT u kterého chce společnost minimalizovat množství zásob tohoto komponentu na skladě, snížit tím skladovací náklady a zefektivnit provoz. Tento přístup umožňuje podniku být pružnější a efektivnější (Smith, 2013).

Proces JIS dodávek je známý a využíván již více jak 10 let. Za tu dobu se tento způsob dodávek stal vyzkoušeným, ověřeným a stále rozšířenějším. V dnešní době se sekvencují dokonce i díly, pro které se tento způsob dříve ani neuvažoval. Například díly s malým počtem variant, popřípadě sekvencování na dlouhé vzdálenosti mezi dodavatelem a zákazníkem (nejsou výjimkou ani vzdálenosti přesahující 800 km) (Choc, 2010).

Existují tedy v zásadě dvě situace, v rámci nichž je zavedení metody JIS reálným přínosem pro firmu, která jej aplikuje:

- dodávané komponenty jsou velkých rozměrů náročné na skladování;
- dodávané komponenty mají velký počet variant.

Zavedení procesu sekvencování je vhodné pro firmy s tzv. tažným systémem výroby. Metoda splňuje podmínky štíhlé výroby, která zajišťuje, že tok zásoby od dodavatele je synchronně sladěn s výrobním taktům zákazníka. Pokud tedy zákazník přestane vyrábět, nemůže se stát, že se bude dodavateli hromadit zásoba na skladě.

Důvody pro zavedení metody JIS:

- žádný kapitál není blokován v zásobách;
- žádné investice do skladových zásob;
- minimální manipulace;
- minimalizace vzniku chyb;
- žádné zastavení linky (Choc, 2010).



Vzhledem ke snížení skladové zásoby je uvolněn kapitál, který v ní byl vázán. Z toho plyne, že není potřeba žádných dalších investic do skladových zásob. Redukuje se tím i manipulace na minimum a tím i náklady na manipulaci. S minimální manipulací klesá i riziko vzniku chyby či poškození materiálu.

JIS dodávání hraje stále větší roli v efektivním procesu výroby a je vyžadováno stále větším počtem zákazníků.

## **2.6. Analýza možností vzniku vad a jejich následků (FMEA)**

FMEA je systematická metoda zjišťování a předcházení produktovým a procesním problémům, před tím než ve skutečnosti nastanou. Je zaměřena na předcházení vad, posílení bezpečnosti a zvýšení spokojenosti zákazníka. Ideálně se metoda FMEA vytváří při návrhu produktu nebo ve fázi vývoje procesu. Nicméně použití metody FMEA může přinést velké benefity i při aplikování na existující výrobek a existující proces (Mcdermott, Mikulak, Beauregard, 1996).

Řečeno jinými slovy metoda FMEA představuje týmovou analýzu možností vzniku vad u posuzovaného návrhu, která je spojená s ohodnocením rizik, návrhem a realizací opatření vedoucích ke zmírnění těchto rizik a zlepšení jakosti. Je důležitou součástí přezkoumání návrhu a použitím této metody lze docílit odhalení až 90 % neshod (Plura, 2001).

Základní myšlenka pro tvorbu FMEA tkví v tom, že je lepší zabraňovat vadám včas, než je následně nákladně odhalovat a odstraňovat.

V české verzi mezinárodní normy, která se věnuje metodě FMEA je uváděn doslovný překlad „Analýza způsobů a důsledků poruch“, nicméně se běžně používá volný překlad „Analýza možností vzniku vad a jejich následků“. Dále je důležité zmínit, že mezinárodní i česká norma věnovaná metodě FMEA popisuje dvě alternativy analýzy. Metodu FMEA (Analýza způsobů a důsledků poruch) a metodu FMECA (Analýza způsobů, důsledků a kritičnosti poruch). Rozdíl mezi těmito přístupy je rozšíření metody FMECA o hodnocení rizika možných způsobů poruch neboli vad vyvolaných určitou příčinou. V metodikách automobilového

průmyslu se však standardně používá označení FMEA a přitom tyto postupy obsahují hodnocení rizika (Plura, 2001).

### **2.6.1. Historie FMEA**

Počátky metody FMEA se váží k Americké armádě, která v roce 1949 zavedla předpis Mil-STD-1629 A. Tento předpis obsahoval návod, jak se vyvarovat chyb u strojů a zařízeních používaných armádou, zvláště leteckých strojů. Následně se metoda FMEA používala ve vesmírných programech společnosti NASA pro analýzy spolehlivosti složitých systémů (nástroj pro hledání závažných rizik). Nedlouho poté se začala používat k prevenci výskytu neshod v dalších oblastech. V roce 1970 byla poprvé použita v civilním sektoru. Společnost Ford ji využila v souvislosti se špatnou kvalitou vozu Ford Pinto (při zadním nárazu se porušovaly palivové nádrže a hrozilo nebezpečí vzplanutí vozidla). Na začátku 80. let byla metoda FMEA zpracována do jednotné příručky a byla zahrnuta do normy QS9000. V automobilovém průmyslu se používá dodnes (Janíček, Marek, 2013).

### **2.6.2. FMEA v automobilovém průmyslu**

Již dlouhou dobu využívá automobilový průmysl FMEA ke zlepšení spokojenosti zákazníků a snížení neshod. Ve skutečnosti, od počátku roku 1980 některé americké automobilové společnosti zahrnuly FMEA jako součást vlastních standardů pro definování kvality.

Pro upřesnění je důležité zmínit, že i když metoda FMEA byla zavedená v praxi, neznamená to, že byla nepřetržitě využívána nebo přiměřeně s mimořádnými výsledky. Naopak metoda FMEA byla v této době považována za obrovsky časově náročnou aktivitu, a hlavně z tohoto důvodu nebyla hojněji rozšířena.

Tento stav vytrval do poloviny let devadesátých. Zhruba v tomto období byla tato metoda více či méně přijata jako metodologie, která by mohla předcházet problémům a zlepšovat kvalitu. Zatímco FMEA byla ve skutečnosti součástí standardů a požadavků v některých případech i na počátku sedmdesátých let, tak nyní se stala výběrovou metodou (Stamatis, 2003).

### 2.6.3. Účel a cíle analýzy

Pro použití této metody existuje celá řada argumentů. Mezi důvody se mohou řadit následující body:

- zjištění poruch, které negativně ovlivňují provoz systému;
- splnění požadavků ze strany zákazníka (vyplývající ze smlouvy);
- zlepšení bezpečnosti a bezporuchovosti systému;
- zlepšení udržitelnosti systému (Plura, 2001).

S ohledem na výše uvedené důvody pro provádění metody FMEA je mezi cíle možné zahrnout:

- Identifikaci a vyhodnocení všech nežádoucích důsledků uvnitř analyzovaného systému a zjištění posloupnosti událostí, které způsob poruchy zapříčinil.
- Stanovení priority a kritičnosti každé poruchy s ohledem na správnou funkci či technické parametry systému a na dopad na dotýčný proces.
- Klasifikaci zjištěných způsobů poruch podle příslušných charakteristik včetně snadnosti jejich detekce zjištění funkčních poruch systému a odhad míry závažnosti a pravděpodobnosti poruchy.
- Vypracování plánu na zlepšení návrhu.
- Podporu vývoje efektivního plánu údržby, aby se zmírnily následky nebo aby se snížila pravděpodobnost vzniku poruchy (ČSN EN 60812, 2007).

Plura (2001) uvádí tyto hlavní přínosy metody FMEA:

- představuje systémový přístup k prevenci jakosti;
- snižuje ztráty vyvolané nízkou jakostí výrobku;
- zkracuje dobu řešení vývojových prací;
- optimalizuje návrh a vede ke snížení počtu změn ve fázi realizace (umožňuje „dělat věci správně napoprvé“);
- umožňuje ohodnotit riziko možných vad a na jeho základě stanovit priority opatření, vedoucích ke zlepšení jakosti návrhu;

- podporuje účelné využívání zdrojů;
- vytváří velice cennou informační databázi o výrobku, využitelnou pro podobné výrobky;
- poskytuje podklady pro zpracování nebo zlepšení plánu jakosti;
- je důležitou součástí kontrolního systému v oblasti tvorby návrhu;
- zlepšuje image a konkurenceschopnost organizace;
- pomáhá zvýšit spokojenost zákazníka;
- náklady vynaložené na její provedení jsou jen zlomkem nákladů, které by mohly vzniknout při výskytu vad.

Analýza FMEA má vedle těchto přínosů i psychologický efekt. Zejména jde o zlepšenou komunikaci mezi útvary a posílení spoluzodpovědnosti zúčastněných pracovníků za navrhovaný výrobek či proces.

Na druhou stranu, metoda FMEA není dokonalou metodou a její použití zahrnuje i některé nedostatky. Mezi hlavní nedostatek metody patří neschopnost poskytnout nějaký ukazatel celkové bezporuchovosti systému, proto také není tato metoda způsobilá poskytnout ukazatel vyjadřující zlepšení návrhu a vztah mezi přínosy a náklady této metody. Při nesprávném použití může být také neefektivním, zdlouhavým a nákladným procesem.

#### **2.6.4. FMEA návrhu produktu a návrhu procesu**

Metoda FMEA je využívána ve dvou následujících základních formách:

- FMEA produktu;
- FMEA procesu (Franke, 1993).

**FMEA produktu** analyzuje design produktů, částí produktů a jejich rozhraní z hlediska jejich kvality po celý životní cyklus produktu (výroba, uvedení do provozu, užívání, údržba, až do ukončení životnosti).

**FMEA procesu** analyzuje design procesů od příjmu materiálu až po expedici zákazníkovi z hlediska kvality. Provádí se obvykle před zahájením výroby či procesu, při jejich inovaci nebo při změnách technologického postupu. Na druhou stranu je také cennou metodou pro

analýzu a přezkoumání již funkčního procesu a to z toho důvodu, že dokáže objevit slabá místa a celkově zlepšit jeho funkčnost. FMEA procesu obvykle navazuje na FMEA produktu a využívá jejích výsledků (Plura, 2001).

Jelikož část této práce, využívající metodu FMEA, bude zaměřena na konkrétní logistický proces, bude i zde v teoretické části podrobně popsána FMEA procesu. Postup při analýze FMEA procesu je podobný jako při FMEA návrhu produktu s tím rozdílem, že příčiny možných vad produktu tentokrát tým nehledá v navrhovaném řešení produktu, u něhož se již předpokládá splnění záměru, ale v navrhovaném postupu realizace (Nenadál, 2008).

### **2.6.5. Postup Analýzy FMEA**

Jedná se o metodu aplikovanou v týmu. Její velkou výhodou je využívání znalostí a zkušeností celé řady odborníků. Příslušný řešitelský tým by měl být pod vedením zkušeného moderátora a měl by být sestaven z pracovníků výroby, přípravy výroby, péče o jakost příslušného výrobního podniku a dalších nositelů znalostí. Členové týmu by měli být co nejbližší projektu, vyjma moderátora, který by neměl být do projektu zapojený. Tým se pravidelně schází a řeší jednotlivé kroky analýzy FMEA. Frekvence schůzek se stanoví tak, aby pracovní zatížení členů bylo ještě únosné, ale aby na druhou stranu nedocházelo k přerušení prací (Franke, 1993).

Každá analýza FMEA probíhá ve třech základních fázích:

- analýza a hodnocení současného stavu;
- návrh opatření;
- hodnocení stavu po realizaci opatření (Nenadál, 2008).

Výsledky se průběžně zaznamenávají do formuláře FMEA, jehož základní formát je uveden v příloze 1. Dále jsou vysvětleny jednotlivé položky formuláře. Jedná se pouze o příklad, který si jednotlivé firmy přizpůsobují vlastním potřebám. Tento formulář by ovšem neměl sloužit pouze jen jako záznam o jakosti, ale měl by to být živý dokument dokládající soustavnou péči o jakost. (Plura, 2001)

**Obsah formuláře:****Základní údaje**

Standardně jsou uvedeny následující údaje:

- typ FMEA;
- popis předmětu FMEA;
- zodpovědná osoba;
- členové týmu;
- příslušná data;
- číslo FMEA;
- počet stran (Stamatis, 2003).

**Funkce procesu**

V prvním sloupci se uvádí popis základního systému a jeho funkcí. Má-li proces více funkcí s různými možnými vadami, uvádějí se příslušné funkce odděleně.

**Možná vada**

Uvádí se každá vada, ke které může nějakým způsobem dojít. Je nutné zkoumat jednotlivé jevy nezávisle na dalších. Berou se v úvahu všechny možné vady bez ohledu na to, jaká je pravděpodobnost jejich výskytu či jsou-li snadno nebo hůře odhalitelné.

**Možné následky vady**

Zápis do toho sloupce předpokládá, že v předchozím sloupci uvedená vada vznikla. Za následek vady je považován způsob, jakým se vada může projevit na procesu. Určující pro zápis je projev, se kterým se může setkat uživatel nebo zákazník.

**Možné příčiny vady**

Ke každé vadě se přiřazují příčiny jejího vzniku. Důležité je, aby tyto příčiny byly formulovány jasně a aby bylo možné stanovit optimální nápravná opatření v další fázi.

**Stávající způsoby kontroly procesu**

Zde se uvádějí všechna opatření, která brání vzniku chyb, odhalují chyby a jejich příčiny.

**Kritičnost**

Uvádí se, jestliže některá z možných vad vede k porušení některého zákonného předpisu. Může jít o porušení bezpečnostních, ekologických, zdravotních či jiných právních norem, označuje se to speciálním znakem do této kolonky.

**Význam, výskyt, odhalitelnou, rizikové číslo**

Tyto čtyři pojmy slouží pro hodnocení stavu. Jejich význam bude specifikován v kapitole 2.6.6. (Franke, 1993).

**2.6.6. Analýza a hodnocení současného stavu**

Práce v FMEA týmu začíná tím, že příslušný pracovník seznámí členy týmu s procesem a s jeho základními charakteristikami a funkcemi. K tomuto účelu se proces rozčlení na jednotlivé operace. Může se například využít vývojový diagram pro znázornění jednotlivých kroků. Tímto vznikne první sloupec „*funkce procesu*“.

Poté se analyzují jednotlivé operace procesu, v pořadí jak na sebe navazují. To je patrné ze sloupců formuláře pro zaznamenávání výsledků FMEA procesu. Nejprve se tedy určí všechny možné vady funkcí, které mohou nastat. Jde jednak o vady, které se týkají konečného produktu, tak i vady které mají dopad na následující operaci v procesu.

V dalším kroku se určí následky těchto vad ve vztahu k zákazníkovi. V tomto smyslu je zákazník chápán jak vnitřní, tak vnější. Z pohledu vnitřního zákazníka se jedná o navazující operace nebo pracoviště, vnější zákazník představuje konečného uživatele.

Určí se příčiny jednotlivých vad, které mohou danou vadu vyvolat. Jedna vada může mít více jak jednu příčinu, je tedy důležité zahrnout do analýzy všechny možné příčiny. Zjišťování a popisování příčin se má provádět na základě jejich závažnosti. Není potřeba detailní zjišťování a popis příčiny, která má nepatrný nebo žádný vliv na funkčnost systému. Čím tedy závažnější jsou důsledky poruch, tím přesněji mají být zjištěny.

Jako poslední krok před vyhodnocením současného stavu se určí kontrolní opatření, která mohou v případě výskytu vadu odhalit. To znamená, že toto kontrolní opatření buď vadě úplně zabrání, nebo sníží její důsledek na funkci procesu (Nenadál, 2002).

Po této analýze přichází na řadu hodnocení současného stavu, které vychází ze tří hledisek:

- význam vady;
- očekávaný výskyt vady;
- odhalitelnost vady (Nenadál, 2008).

V automobilovém průmyslu se používají desetibodové stupnice. Jedná se o systém „trestných bodů“. Číslo jedna znamená nejlepší hodnocení, deset nejhorší.

V případě prvního kritéria se hodnotí význam vady ve vztahu k nezávažnějšímu následku vady. V případě, že konkrétní vada má více následků se méně významné následky neberou v potaz. Při tomto hodnocení se nebere v úvahu ani pravděpodobnost výskytu vady, ani pravděpodobnost jejího odhalení.

Očekávaný výskyt vady určuje pravděpodobnost, že se potenciální vada vyskytne. Hodnocení se provádí opět na stupnici od jedné (nepravděpodobný výskyt) do deseti (velice pravděpodobný výskyt). Toto hodnocení musí být posuzováno naprosto nezávisle, neberou se zde ani v úvahu použitá kontrolní opatření.

Pravděpodobnost odhalitelnosti vady se hodnotí na stejné stupnici ve vztahu ke kontrolním procesům, které se uvažují za zcela účinné. Hodnotí se tedy, do jaké míry kontrolní opatření odhalí vadu dříve, než se dostane k zákazníkovi. (Plura, 2001)

$$\textit{Rizikové číslo (RPN) = Význam x Výskyt x Odhalitelnost}$$

Celkové riziko vznikající z možné vady se vyjadřuje hodnotou RPN (z anglického Risk Priority Number). Jak je vidět ze vzorce, získá se tak, že se vynásobí tři hodnotící ukazatele, význam, výskyt a odhalitelnost. Hodnota RPN se pohybuje v rozmezí 1-1000 a vyjadřuje tedy celkovou hodnotu rizika. Čím vyšší je, tím se musí učinit konkrétnější opatření na snížení rizika. (Nenadál, 2008)



Kromě absolutní hodnoty čísla RPN má na rozhodování o zmírňování také vliv závažnost způsobů vad. To znamená, že pokud jsou dvě stejné hodnoty RPN, větší důležitost by se měla pokládat na vady, které mají vyšší čísla významu. Někdy je tedy lepší posuzovat vedle čísla RPN i význam vady. Vysvětlením může být nedokonalost ukazatele RPN:

- RPN může nabývat 1000 hodnot, ve skutečnosti však nabývá pouze 12 procent hodnot, to znamená 120 z 1000 čísel;
- různé kombinace RPN vedou ke stejnému číslu RPN;
- RPN je citlivé na malé změny. Změna jednoho faktoru se projeví více, když jsou ostatní faktory vysoké;
- čísla RPN se nemají lineárně srovnávat (ČSN EN 60812,2007).

Po výpočtu čísla RPN se vyčlení vady, které mají tuto hodnotu vysokou. Někdy se uvádí, že kritické číslo RPN je 125. Ta totiž odpovídá průměrnému hodnocení všech dílčích kritérií. V konečném důsledku je určení hranice závislé na každém konkrétním případě. V tab. 1 jsou uvedeny některé zvláštní případy, kde by se hodnota RPN měla posuzovat individuálně. (Plura, 2001)

**Tab. 1: Zvláštní situace při hodnocení rizika možných vad a potřeba opatření**

Význam	Výskyt	Odhali- telnost	Charakteristika	Potřeba opatření
1	1	1	Ideální, cílový stav	NE
1	1	10	Bezpečně řízený proces	NE
10	1	1	Vada se nedostane k zákazníkovi	NE
10	1	10	Vada se může dostat k zákazníkovi	ANO
1	10	1	Častá, snadno odhalitelná vada, která ale stojí peníze	ANO
1	10	10	Častá vada, která se může dostat k zákazníkovi	<b>ANO!</b>
10	10	1	Častá vada velkého významu	<b>ANO!</b>
10	10	10	<b>„Tady není nic v pořádku!“</b>	<b>ANO!</b>

Zdroj: Plura, 2001

Vyvozování závěrů z čísla RPN vyžaduje opatrnost a dobrý úsudek. Doporučuje se před učiněním rozhodnutí ohledně tvorby kontrolních opatření prozkoumat všechny tři kritéria hodnocení v závislosti na výsledném číslu RPN.

### 2.6.7. Návrh opatření

Pro skupinu nejrizikovějších vad, která byla vybrána v předchozím kroku, tým FMEA navrhuje vhodná opatření. Tato opatření se navrhuji ve vztahu ke třem hodnotícím kritériím a to tímto způsobem:

- snižování významu vady;
- snižování očekávaného výskytu vady;
- zvyšování odhalitelnosti vady.

Pracovník odpovědný za provedení FMEA koordinuje a sleduje činnost týmu, nesmí při tom zbavovat příslušné pracovníky jejich odpovědnosti. Postup při navrhování opatření by měl být v následujícím pořadí. Primárně by se úsilí mělo zaměřit na snižování pravděpodobnosti, že vada nastane (očekávaný výskyt). V případě vad s nebezpečným následkem, by se měla dát přednost opatřením, které snižují význam, pak teprve snížení pravděpodobnosti. Jako poslední se bere v úvahu zvyšování odhalitelnosti (Nenadál, 2008).

Při výběru daných opatření, by členové týmu měli řešit otázku, zda jejich realizací dojde k dostatečnému snížení RPN. Důležité při posuzování navrhovaných kritérií je posuzování nákladů na jejich realizaci s jejich přínosy.

Po dokončení této fáze se soubor navržených opatření předkládá odpovědnému vedoucímu, který je následně schvaluje, určuje termíny a přiděluje odpovědnosti (Nenadál, 2002).

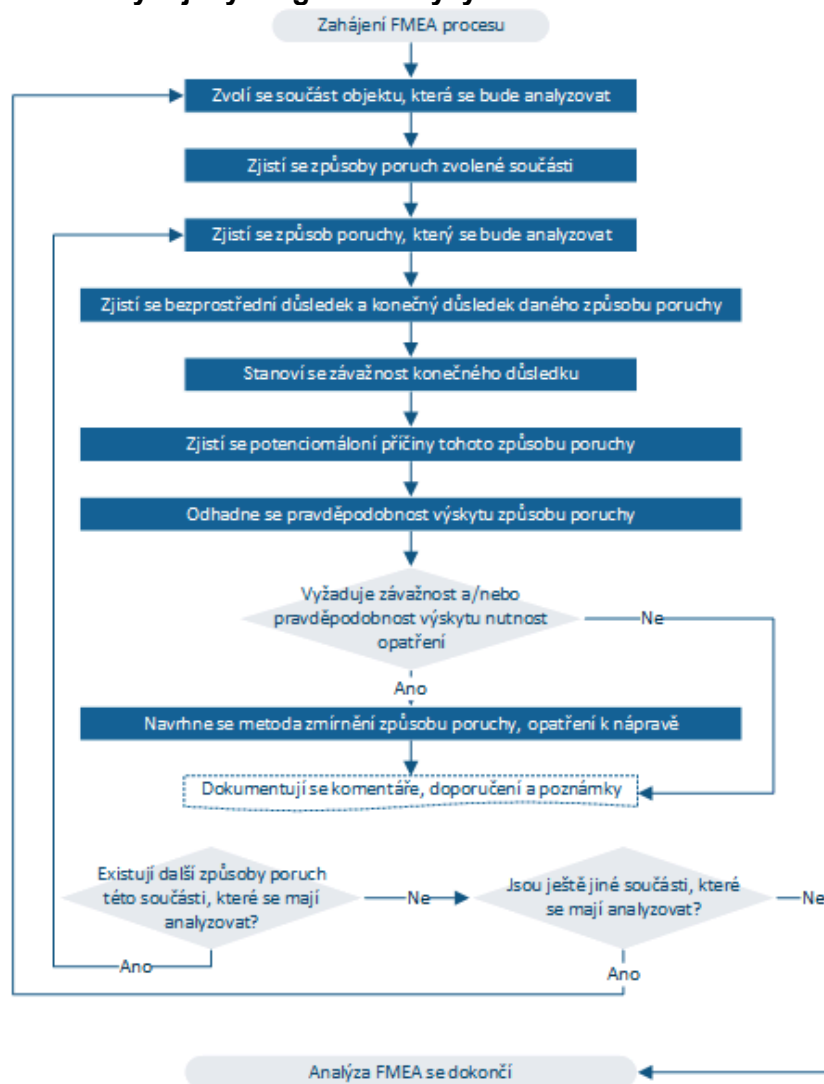
### 2.6.8. Hodnocení stavu po realizaci opatření

Po uvedení všech odsouhlasených opatření v život, se provádí nové hodnocení rizika možných vad. Stav po realizaci opatření musí být hodnocený stejným způsobem jako stav původní. Hodnocení musí být prováděno ve stejném složení týmu, musí být použity stejné hodnotící tabulky. Přitom platí, že se nehodnotí pouze vady vyvolané příslušnou příčinou, u nichž byla realizována nápravná opatření, ale hodnotí se i vady, na které mají provedená opatření nějaký vliv. Vše se zaznamenává do formuláře FMEA. Nově vypočítané hodnoty RPN se posuzují stejným způsobem jako u prvního hodnocení a to umožňuje případně vyčlenit nové vady s vysokou mírou rizika. (Nenadál, 2008)

Analýza FMEA by měla zůstat dynamickým nástrojem po celou dobu životnosti procesu, měla by se průběžně revidovat a měla by reagovat na všechny vlivy, které nějakým způsobem proces mohou ovlivnit.

Na obr. 5 je znázorněn vývojový diagram procesu tvorby analýzy FMEA tak jak jí vykládá norma ČSN EN 60812.

**Obr. 4: Vývojový diagram analýzy FMEA**



Zdroj: ČSN EN 60812 (2007)

## 3. Metodický postup

### 3.1. Cíl a obsah práce

Hlavním cílem diplomové práce je návrh systému implementace analýzy FMEA v rámci logistické technologie Just-in-Sequence ve společnosti RBCB. Dílčím cílem je vymezit produkt a proces vyráběný technologií Just-in-Sequence. Provést analýzu nově zaváděné technologie Just-in-Sequence u vybraného zkoumaného produktu a procesu a porovnat její výhody oproti metodě původní.

### 3.2. Metody sběru dat

Jako metody sběru dat byly použity řízené rozhovory s odbornými pracovníky a manažery, pozorování procesů uvnitř zkoumaného subjektu, vytěžení údajů z podnikové evidence a brainstorming.

### 3.3. Metodika práce

Pro pochopení problematiky bylo nejprve nutné studium odborné literatury potřebných logistických technologií Just-in-Time, Just-in-Sequence a související problematiky zásob. Poté bylo potřeba důkladně nastudovat problematiku FMEA. To vše s ohledem na automobilový průmysl, který vykazuje určitá specifika. K tomuto studiu byla použita odborná literatura, vědecké články, časopisy a rozličné internetové zdroje.

V následující fázi bylo potřeba seznámit se s praktickým využitím výše uvedených metod s hlavním zaměřením na technologii Just-in-Sequence konkrétního vybraného procesu uvnitř zkoumaného subjektu. Ještě před analýzou nově navrhovaného procesu Just-in-Sequence bylo třeba analyzovat původní proces Just-in Sequence aplikovaný ve společnosti RBCB. Je to z důvodu podobnosti obou metod. Hlavní rozdíl je ve způsobu dodávání hlavního dílu hotového výrobku. Proto bylo důležité klást důraz při analýze hotového výrobku na tento díl a také na dodavatele tohoto dílu. K tomuto účelu byly v případě původního procesu využity řízené rozhovory jak s pracovníky, kteří jednotlivé kroky procesu obsluhují, tak s manažery odpovědnými za proces. V případě nového procesu byly řízené rozhovory prováděny

s příslušnými pracovníky odpovědnými za návrh a implementaci procesu. Dále byly analyzovány různé podklady poskytnuté zkoumaným subjektem a také bylo využito pozorování jednotlivých kroků procesu přímo v provozu od zkoumaného dodavatelského subjektu až po expedici k odběrateli.

Následuje porovnání původního a nově zaváděného procesu Just-in-Sequence zejména z hlediska rozdílnosti nákladů. Jednotlivé změny v nákladech se řeší odděleně a na závěr je provedeno celkové srovnání. K tomuto účelu bylo využito programu Microsoft Excel.

Pro vytvoření analýzy FMEA je důležité analyzovat do podrobností nový proces Just-in-Sequence, na který je analýza FMEA vytvářena. Toto detailní zkoumání nového procesu je provedeno ve dvou etapách.

První etapa analyzuje pouze materiálový tok jednotlivých komponentů hotového výrobku. Ať jde o materiál na jeho výrobu, tok hotových výrobků, až po tok prázdných obalů. Vše je analyzováno od objednání materiálu, po kterém následuje jeho příjem do zkoumaného subjektu až po jeho expedici a lze ji rozdělit na pět základních oblastí. Administrativní činnosti, oblast příjezdu a odjezdu kamiónů, materiálový tok v logistickém centru a výrobní část a expedici k odběrateli. Hlavním zdrojem informací zde bylo opět pozorování, řízené rozhovory a analýza podkladů poskytnutých zkoumaným subjektem. Nástrojem k vytvoření grafických zpracování pak program Malování a Microsoft Word.

Druhá etapa mapuje jednotlivé kroky napříč celým procesem. Na rozdíl od předchozí etapy je nutno zahrnout procesní kroky již od expedice od předcházejících článků z důvodu potřeby pro další fázi. Zdroje informací byly totožné jako v případě materiálového toku. Výstupem je procesní diagram, který byl zpracován prostřednictvím programu Microsoft Visio. Tento diagram je již součástí analýzy FMEA.

Následuje fáze tvorby analýzy FMEA. Nejprve bylo nutno v přípravné fázi stanovit její rozsah, složení týmu a termíny. Tato tři kritéria byla stanovena po vzájemné dohodě mezi zadavatelem analýzy FMEA a autorem této práce s ohledem na nově vytvářený proces Just-in-Sequence. Bylo také potřeba stanovit role jednotlivých členů v týmu a stanovit podíl jejich

práce na vytváření analýzy FMEA. Následuje strukturální analýza, jejíž součástí je zmiňovaný procesní diagram, ze kterého vychází další kroky analýzy FMEA.

Při hodnocení současného stavu byl využit program Microsoft Excel, do kterého se podle předem dané šablony zaznamenávaly jednotlivé údaje. Zdrojem dat byly podklady zpracované v předchozích etapách a dále setkání týmu, který využíval brainstormingu. Po vyplnění všech dat a příslušného hodnocení bylo provedeno závěrečné vyhodnocení, zpracované také v grafickém zobrazení. K vyhodnocení byl opět využit program Microsoft Excel.

Následuje návrh opatření, který vychází z výsledků předchozí etapy a formulace ekonomických aspektů daných opatření.

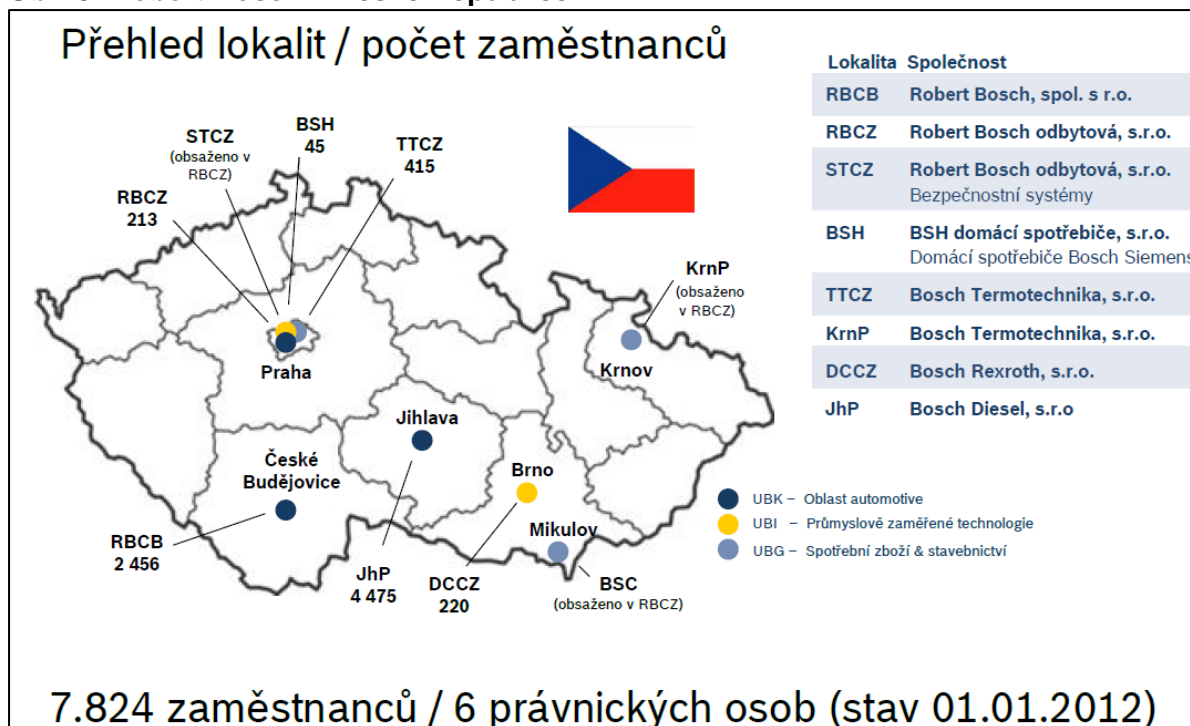
## 4. Charakteristika zkoumaného subjektu

### 4.1. Robert Bosch v České republice

Skupina Bosch dnes vyrábí a prodává automobilovou, průmyslovou a automatizační techniku, pracovní nástroje, bezpečnostní systémy, tepelnou technologii a zařízení pro domácnost. Počátky společnosti Bosch v Čechách sahají do roku 1987, do doby centrálně plánované ekonomiky, kdy v roce 1989 vznikla licenční dohoda na výrobu ABS se společností Meopta Přerov. První čtyři zaměstnanci začali pro společnost Robert Bosch GmbH pracovat v roce 1990. Robert Bosch odbytová s.r.o. byla zapsána do obchodního rejstříku 3. 12. 1991. Její první aktivity zahrnovaly import kontrolních jednotek karburátorů pro společnost Škoda auto. Společnost měla v úmyslu získat pozici na domácím trhu se záměrem najít vhodného partnera pro sdruženou výrobu automobilových dílů. Když skupina Volkswagen vzala Škodu auto pod svá křídla, společnost Bosch byla připravena. Motor Jikov z Českých Budějovic a Motorpal z Jihlavy byly vybrány z několika dalších kandidátů pro vytvoření joint-venture. V roce 1992 zde započala výroba jednobodového systému vstřikování pro automobil Škoda Favorit.

V současné době v České republice sídlí několik na sobě nezávislých dceřiných firem Robert Bosch GmbH Stuttgart. Výrobní závody se nacházejí v Jihlavě, Českých Budějovicích, Brně, Krmově a ve městě Albrechtice. Obchodní aktivity zajišťují společnosti v Praze, kde se nachází tři společnosti a jedna společnost v Brně. Na níže uvedeném schématu je vidět přehled lokalit s příslušnými názvy společností a počtem zaměstnanců (Králík, 2007).

Obr. 5: Robert Bosch v České Republice



Zdroj: Interní materiály společnosti Robert Bosch, spol. s r.o. (2012)

V České republice ve svých dceřiných firmách zaměstnává Bosch Group okolo 7 800 pracovníků a celkový obrat Bosch Group v České republice dosáhl 1 200 milionů euro v roce 2011 (Robert Bosch GmbH, 2013).

## 4.2. Robert Bosch v Českých Budějovicích

Společnost Robert Bosch v Českých Budějovicích (dále jen RBCB) byla založena 1. 5. 1992 jako společný podnik stuttgartského koncernu Bosch GmbH a Motoru Jikov a.s. V roce 1995 se koncern Bosch stal jediným vlastníkem společnosti v Českých Budějovicích. Byl vystavěn kompletně nový závod na zelené louce s nejmodernějším vybavením a infrastrukturou. Společnost má vlastní oddělení vývoje a výzkumu, včetně zkušebny pro dlouhodobé zkoušky (Robert Bosch GmbH, 2013).



Hlavní výrobní program tvoří:

- nádržové čerpadlové moduly;
- sací moduly;
- plynové pedály;
- kryty hlav válců;
- víceúčelový regulátor;
- odvodušňovací ventil nádrže;
- zpětné vedení paliva;
- DNOX (modul pro neutralizaci výfukových plynů ve vznětových motorech);
- elektrická palivová čerpadla, kabely.

Odběrateli jsou téměř veškeré významné evropské automobilové společnosti, dále pak některé automobilky japonské, asijské a jihoamerické.

**Obr. 6: Areál společnosti Robert Bosch v Českých Budějovicích**



Zdroj: Interní materiály společnosti Robert Bosch, spol. s r.o. (2013)

RBCB se řadí mezi atraktivní zaměstnavatele. Od roku 2005 se společnost pravidelně umísťuje na předních pozicích v soutěži Zaměstnavatel roku. V roce 2011 vyhrála první místo v anketě Zaměstnavatel regionu. (Robert Bosch GmbH, 2013)

Další zajímavá fakta o RBCB:

- největší soukromý zaměstnavatel v Jižních Čechách;
- zaměstnavatel roku 2005 – 2012;
- výrobní plocha 51 717 m<sup>2</sup>;
- počet zaměstnanců 2456;
- obrat v roce 2011 činil 396 mil. EUR;
- vlastní vývojové a testovací centrum s 356 zaměstnanci (Interní materiály společnosti Robert Bosch, spol. s r.o., 2012).

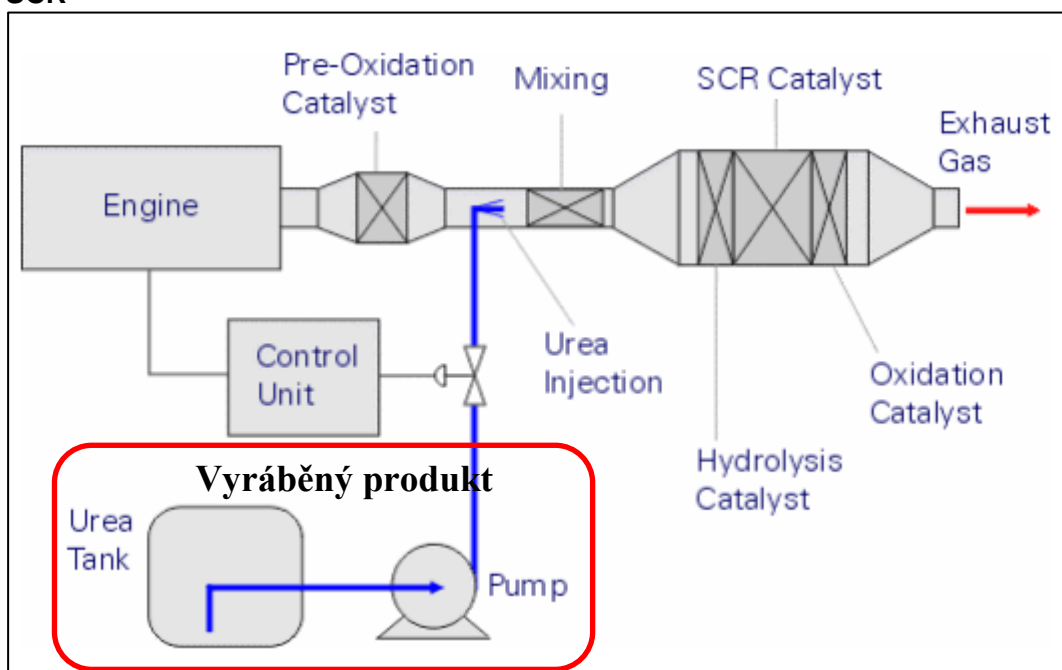
## 5. Výsledky

RBCB doplňovala výrobní linku na speciální produkty v sekvenci z externího skladu (dále jen původní metoda). Jedná se o nádrže na kapalinu AdBlue, která se u dieslových motorů vstříkuje do výfukových plynů. V důsledku dalšího zlepšování se společnost rozhodla externí sklad na některé rozměrově náročnější komponenty výrobku nevyužívat a nechat si je dodávat v režimu Just-in-Sequence přímo na výrobní linku z nákladního vozidla (dále jen nová metoda). Konkrétně se jedná o díly nádrží dodávaných ze společnosti Kautex. V České republice se tak z tohoto pohledu jedná o ojedinělý koncept.

### 5.1. Výrobek

Za účelem dosažení souladu s přísnými normami výfukových plynů pro naftové motory užitkových vozidel HD (Heavy duty), jejíž pravidla stanovila Evropská Unie, zvolil evropský automobilový průmysl metodu selektivní katalytické redukce (SCR), která je zkratkou anglického „selective catalytic reduction“. Tato technologie dokáže snížit emise  $\text{NO}_x$  o 60 %. Mimo to bylo schváleno používání „AdBlue“, což je vodný roztok močoviny který funguje jako redukční činidlo nezbytné k redukci oxidů dusíku (Trautwein, 2005).

**Obr. 7: Schéma kombinovaného systému čištění výfukových plynů na základě metody SCR**



Zdroj: Informace Shell global solutions GmbH (2003)

Tato technologie nabízí mnoho výhod, které žádná jiná doposud známá metoda nemůže poskytnout. Zde je uvedeno několik příkladů:

- Motor může být v provozu při optimálních podmínkách, protože oxidy dusíku tvořené v procesu se přetvářejí na základní a proto se ve druhém kroku za motorem nachází již neškodný dusík.
- Optimální úprava motoru ústí v jeho lepší účinnost (zhruba o 5 % nižší spotřeba paliva) a tudíž v menší emise CO<sub>2</sub>.
- Vypouštění všech znečišťujících látek (NO<sub>x</sub>, PM, CO a CH) je minimalizováno a tudíž plní přísné normy Euro 4 a Euro 5.
- Tato technologie je použitelná pro všechny typy motorů a funkcí s naftovým palivem různých kvalit.
- Metoda je bezúdržbová a životnost produktu je navržena na celou dobu životnosti vozidla.
- Metoda nemá vliv na intervaly servisních služeb a výměn oleje vozidel.
- V některých Evropských zemích jsou vozidla vybavená touto technologií způsobilá pro některé finanční pobídky, jakou jsou snížené dálniční poplatky, nižší daně nebo příznivější odpisové sazby (Trautwein, 2005).

Hotový výrobek se skládá z následujících součástí:

- nádrž - dodavatel Kautex;
- izolace;
- vana.

Hotový výrobek se skládá vždy z nádrže a kombinace izolace a vany které nejsou součástí hotového výrobku v každém případě.

**Obr. 8: Typový hotový výrobek**

Zdroj: Interní materiály společnosti Robert Bosch, spol. s r.o. (2013)

V současné době RBCB vyrábí 26 různých druhů modulů. Za den je vyrobeno přibližně 900 kusů výrobků.

## 5.2. Dodavatel nádrží

Společnost Kautex celkem zaměstnává více jak 5 000 zaměstnanců v 15 zemích. Je to jeden ze stovek největších dodavatelů automobilového průmyslu na světě. Společnost má ve výrobním portfoliu 6 výrobních řad a ve čtyřech z nich je jedničkou na světovém trhu. Závod v České republice do RBCB dodává nádrže, které jsou hlavním komponentem pro kompletaci finálního výrobku. Kautex Textron Bohemia s.r.o. se nachází ve městě Kněžmost, nedaleko Mladé Boleslavi. Vzdálenost z Českých Budějovic je 213 km.

**Obr. 9: KautexTextron Bohemia s.r.o.**

Zdroj: Internetové stránky společnosti Kautex Textron GmbH & Co. KG

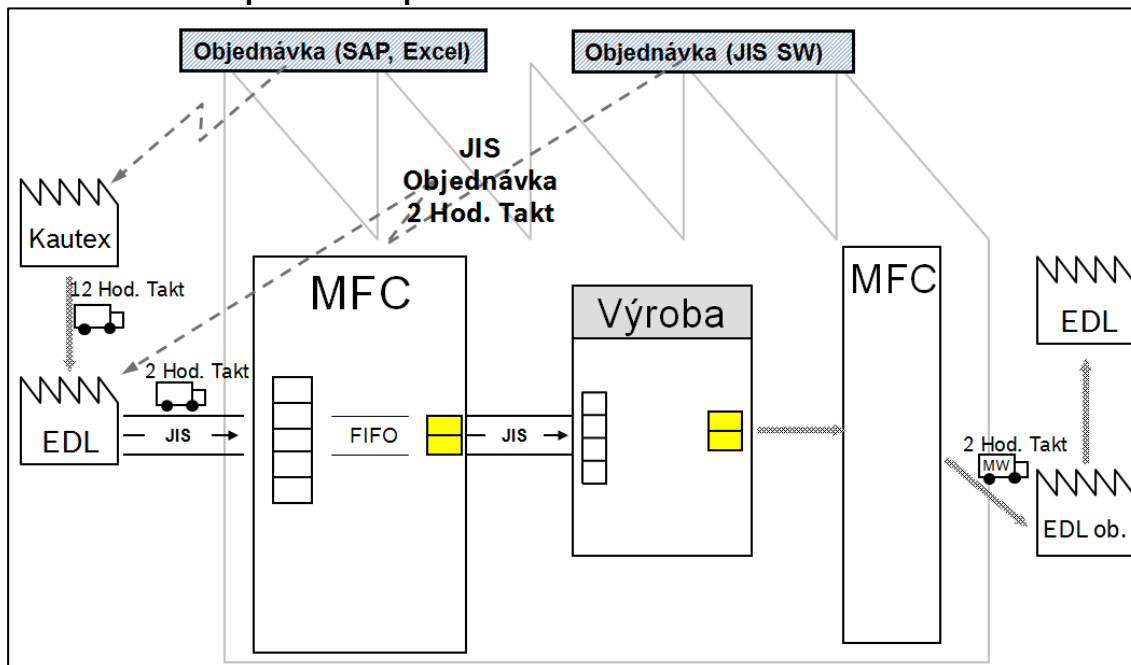
Závod v České Republice se zaměřuje na výrobu systémů palivových nádrží, vzduchových kanálů, Clear Vision Systémů (technologie pro zajištění dobrého výhledu z vozidla se zaměřením na přední sklo a přední světla) a právě SCR.

### 5.3. Představení metody JIS v RBCB

#### 5.3.1. Původní proces

Původní metoda JIS byla založena na zásobování výrobního procesu z externího skladu (dále jen EDL), který je umístěn přímo v Českých Budějovicích. Jak je vidět ze schématu na obr. 11, společnost KAUTEX dodává materiál do EDL ve dvanácti hodinovém taktu. Z EDL je již vyskladňován materiál v JIS módu ve dvouhodinovém taktu. Následně materiál „proteče“ přes logistické centrum (dále jen MFC z anglického material flow centre) a opět v JIS módu je připravován na pozici před výrobu, kde si jej pak výroba dle sekvence odebírá společně s dalšími komponenty. Po dokončeném výrobním procesu se výrobky vrací zpět přes MFC do EDL opět ve dvouhodinovém taktu, odkud se výrobky expedují zákazníkům.

Obr. 10: Schéma původního procesu JIS

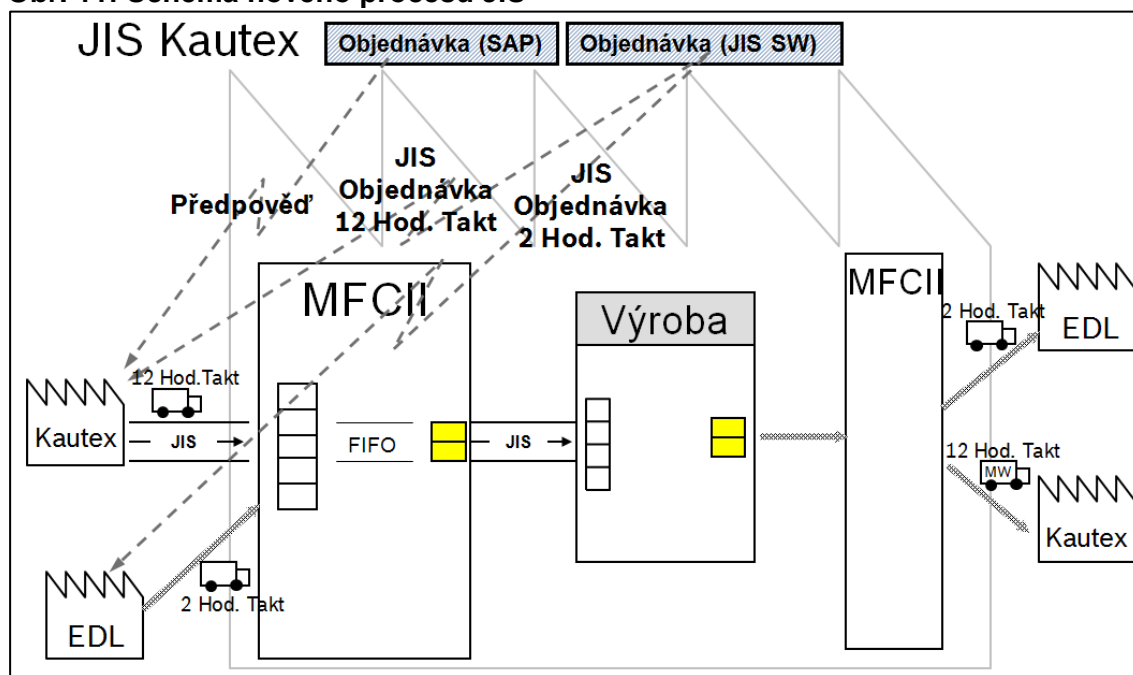


Zdroj: Interní materiály společnosti Robert Bosch, spol. s r.o.

### 5.3.2. Nový proces

V novém procesu zásobování již není využíván mezičlánek EDL pro sekvenčně dodávané nádrže z Kautexu. EDL nadále slouží již jen pro nesekvenční díly. Dodávky ze společnosti Kautex jsou dodávány již v JIS módu ve dvanáctihodinovém taktu přímo do RBCB. V RBCB bylo vybudováno nové logistické centrum, které bylo pro potřeby nového procesu JIS speciálně upraveno. Dále se pro něj bude používat zkratka MFCII. Materiál je uložen na návěsu před halou MFCII. V momentě, kdy je ho zapotřebí ve výrobě „proteče“ dle sekvence přes MFCII a je umístěn na pozici před výrobu, kde je připravený k výrobnímu procesu. Výroba se jej následně dle sekvence odebírá z připravených ploch. Hotové výrobky se z výroby přes MFCII odváží do EDL jako v předchozím případě, odkud se opět expedují zákazníkům. Celý tento nový proces je znázorněn na schématu níže.

Obr. 11: Schéma nového procesu JIS



Zdroj: Interní materiály společnosti Robert Bosch, spol. s r.o.

### 5.3.3. Porovnání obou variant

Pokud se provede porovnání obou variant, je zřejmé, že nový proces JIS na rozdíl od původního procesu nevyužívá mezičlánek EDL. Cílem implementace nového procesu JIS je celkové snížení logistických nákladů tohoto procesu oproti původnímu. Přejít z původního procesu JIS na nový přináší následující změny v logistických nákladech:

- snížení logistických nákladů v EDL u sériových dílů tank;
- snížení logistických nákladů v EDL u vícecestných balení;
- snížení zásob v RBCB u dílu tank;
- nepatrné navýšení logistických nákladů v MFCII.

O jak velkou změnu se jedná, je znázorněno v tab. 2. Nový proces snižuje zásoby RBCB na 24 procent. Další úspora nákladů přichází s vynecháním externího skladu pro díly nádrží dodávaných z Kautexu. S využitím služeb EDL vznikají náklady za pronajmutí paletových ploch a také vznikají náklady za každé naskladnění a vyskladnění materiálu uvnitř EDL. V tomto případě se ve vztahu k EDL jedná o díly nádrží a o vícecestná balení (pojem vícecestné balení je vysvětlen v následující kapitole 5.6). Tyto náklady v novém procesu JIS klesají na nulu.

Na druhou stranu přináší nový proces dodatečné náklady, které jsou spjaté s větší náročností obsluhy logistického procesu v MFCII. Z tab. 2 je zřejmé, že se nejedná o nijak vysoké náklady, dokonce představují nejmenší položku nákladů procesu.

**Tab. 2: Porovnání procesů JIS**

	Váha	Procentní změna
Snížení zásoby RBCB u sériových dílů Tank	0,78	-76
Snížení logistických nákladů v EDL u dílu Tank (pohyby)	0,07	-100
Snížení logistických nákladů v EDL u vícecestných obalů	0,07	-100
Uvolnění pozic v EDL u sériových dílů Tank	0,07	-100
Navýšení logistických nákladů v MFCII	0,01	+100
Celkem	1,00	-79

Zdroj: Vlastní zpracování

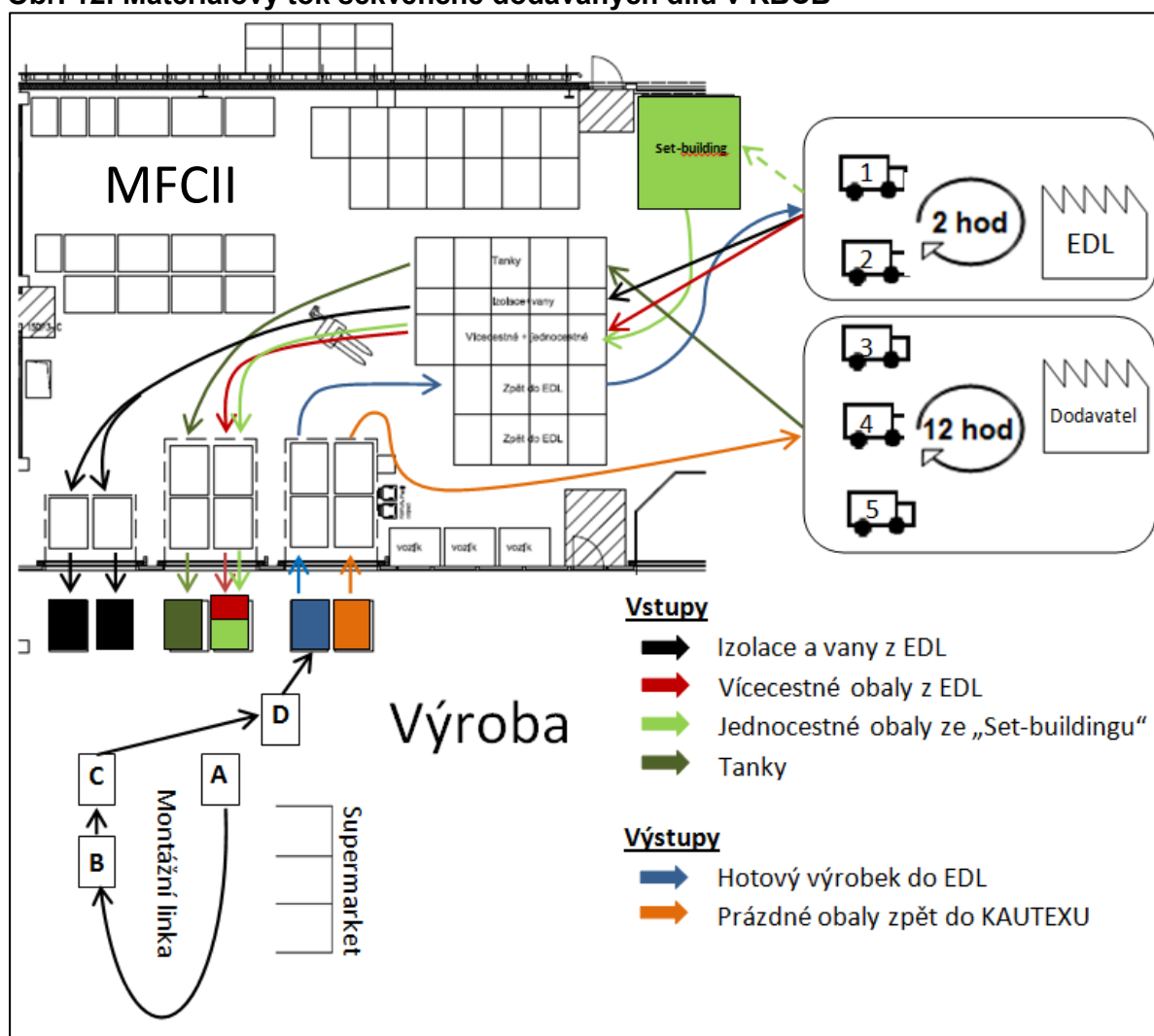
V konečném důsledku bude mít nové řešení dodávek v RBCB za následek větší průchodnost výroby, minimální zásoby materiálu, nižší náklady na manipulaci s materiálem a práci s lidskými zdroji. Zásadní přínosem je, že společnost Robert Bosch ušetří výrazné náklady na pronájem nebo koupi nových skladových prostor, kde by musela velké díly uchovávat.



## 5.4. Materiálový tok

Nyní bude představen proces nové metody JIS z pohledu materiálového toku. Detailní znalost tohoto procesu je totiž důležitá pro sestavení analýzy FMEA. Ve schématu obrázku 13 je zobrazen pouze materiálový tok dílů v MFCII dodávaných sekvenčním způsobem. Ostatní komponenty dodávané technologií JIT se pro potřeby této práce detailněji neanalyzují. U těchto komponentů totiž nedochází k žádné změně při přechodu na nový proces JIS.

Obr. 12: Materiálový tok sekvenčně dodávaných dílů v RCB



Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 13 se skládá ze čtyř základních částí. Při pohledu zleva to je MFCII, před halou se nachází místa pro návěsy z EDL (1,2) a Kautexu (3,4,5). Ve spodní části je umístěna výrobní část. Barevně jsou označeny jednotlivé materiálové toky. Je nutné tyto toky rozlišovat na

vstupy a výstupy. Vstupy tvoří izolace a vany, vícecestné, jednocestné obaly a nádrže. Výstup tvoří hotový výrobek a prázdné vícecestné obaly od nádržových dílů.

### **Izolace a vany (černá barva)**

Izolace a vany nejsou vždy součástí hotového výrobku. Tyto dva materiály jsou do společnosti dodávány sekvenčním způsobem z EDL. Oproti původnímu procesu zde není žádná změna.

### **Vícecestné obaly (červená barva)**

Vícecestné obaly slouží pro balení hotových výrobků. Vícecestný obal slouží pro vícenásobné použití. Poté co odběratel spotřebuje hotové výrobky, odesílá obal zpět dodavateli. Vícecestné obaly jsou stejně jako vany a izolace dodávány sekvenčním způsobem z EDL.

### **Jednocestné obaly (světle zelená barva)**

Na rozdíl od vícecestného obalu je jednocestný obal určen k jednorázovému použití. Kombinací s obalem vícecestným tvoří balení pro kompletaci finálního výrobku.

Důležitou roli zde hraje tzv. set-building (tvoření sad). Je to místo v MFCII, kde jsou kompletovány různé kombinace jednocestných balení, které jsou pak jako jeden celek společně s vícecestným obalem připravovány pro výrobu, aby dotvořili kompletní obal pro finální výrobek.

Jednotlivé komponenty jednocestných obalů jsou nejprve z EDL posílány do set-buildingu nesequenčním způsobem. V set-buildingu se utvoří požadovaná kombinace a až poté jsou připravovány sekvenčně pro výrobu.

### **Nádrže (tmavě zelená barva)**

Hlavní součást hotového výrobku, dodávaného společností Kautex přímo do MFCII. Jeho specifikace je uvedena v kapitole 4.1.

### **Hotový výrobek (modrá barva)**

Po výrobním procesu hotový výrobek odchází do EDL, odkud je následně expedován zákazníkovi.

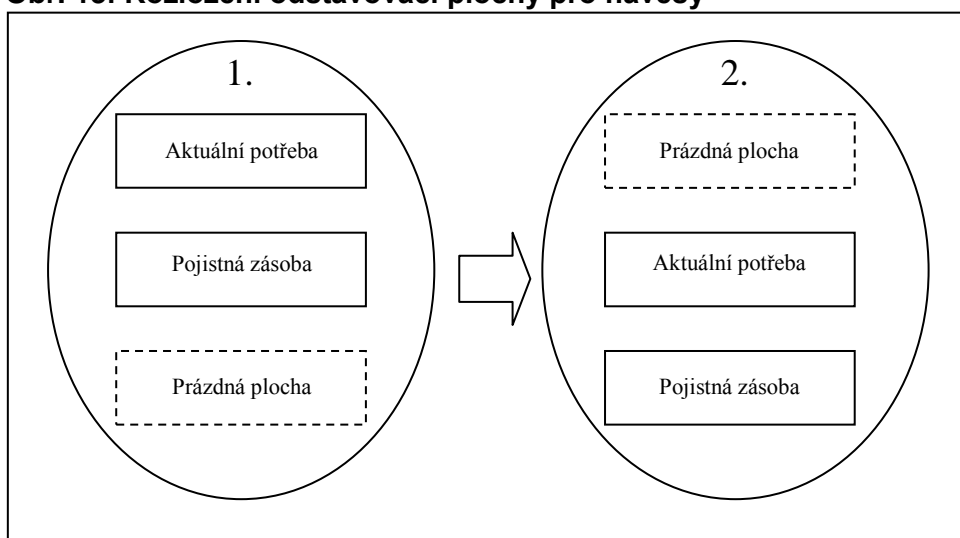
### Prázdné obaly (oranžová barva)

Jedná se o prázdné obaly nádržových dílů. Tyto obaly se odesílají společnosti Kautex, kde jsou opět použity na nově vyrobené nádrže.

Proces začíná příjezdem kamiónu s návěsem obsahující požadovaný materiál do RBCB (dále jen MR z anglického „milk run“). Toto je znázorněno v pravé části obrázku. Před halou MFCII je připravena plocha pro celkový počet pěti návěsů. Pozice číslo 1 a 2 slouží pro MR z EDL, který přijíždí každé dvě hodiny. Na ploše je přistaven vždy jeden návěs, ze kterého se odebírá materiál a zároveň je nakládán hotovými výrobky. Po příjezdu nového MR se návěs přepráhne a původní návěs odjíždí do EDL.

Stanoviště 3, 4, a 5 slouží pro návěsy z Kautexu. Takt MR byl nastaven na dvanáct hodin. Využití ploch je následující:

**Obr. 13: Rozložení odstavovací plochy pro návěsy**



Zdroj: Vlastní zpracování

Modelová situace č. 1 na obr. 14 zobrazuje aktuální funkci plochy. Vždy se jedná o návěs, ze kterého se právě spotřebovává materiál (aktuální potřeba), dále je před halou umístěn návěs obsahující pojistnou zásobu a poslední plocha je prázdná. Pojistná zásoba kryje zásobu materiálu pro výrobu na dvanáct hodin. Z návěsu pro spotřebu materiálu se odebírá potřebný materiál a zároveň jsou na něj nakládány vícecestné prázdné obaly určené zpět do Kautexu.

Modelová situace č. 2 na obr. 14 představuje rozložení ploch po příjezdu nového MR. Na prázdnou plochu se odstaví nově přivezený materiál, který se stává pojistnou zásobou a z pojistné zásoby se stává materiál ke spotřebě (dodržení FIFO). Kamión následně odváží návěs, který v předchozím kroku představoval materiál ke spotřebě zpět do Kautexu. Tento návěs obsahuje prázdné vícecestné obaly.

Jak mezi RBCB a EDL, tak mezi RBCB a Kautexem dopravuje materiál vždy jeden tahač návěsů, který si přepřahá odpovídající návěsy.

Proces pokračuje v MFCII, kde jsou pro konkrétní materiály vymezeny odpovídající návozové plochy. Na tyto plochy se naváží materiál z přistavených návěsů. Výjimku tvoří jednocestné obaly, které se nejprve uskladní v set-buildingu a po sestavení kompletního jednocestného balícího setu se následně připravují na odpovídající návozovou plochu vedle ostatních materiálů. Takto navezený materiál se podle požadavků sekvence připravuje na pozici umístěné před výrobní halou a to tím způsobem, že se nejprve ručně vedeným vozíkem naloží materiál na lafety a ty se zaváží na plochu před vrata do výrobní haly. Odtud si je pracovníci odebírají do výrobního procesu. Pro každý typ materiálu jsou v MFCII vyznačeny odpovídající pozice. Jedná se o vstupní pozice pro nádrže, vany a izolace. Dále pak vícecestná obaly doplněné o jednocestné obaly zkompletované v set-buildingu. Výstupní plocha slouží pro hotové výrobky.

Následuje výrobní proces. Jednotlivé kroky výrobního procesu jsou znázorněny na obr. 13 a jsou značeny písmeny „A-D“:

- A. Zde vstupují všechny komponenty, ze kterých se skládá hotový výrobek. To znamená výše popsané komponenty (vana, izolace, nádrž), dále zde vstupuje ostatní materiál, který je odebírán z tzv. „supermarketu“. To je místo ve výrobě, kam jsou dodávány materiály technologií JIT („supermarketové díly“ nejsou součástí této diplomové práce, proto zde nebudou více rozebírány).
- B. Značí již hotový výrobek, prošlý výrobním procesem.
- C. Jedná se o předpřipravený obal složený z kombinace vícecestného obalu a jednocestných komponent. Do obalu se balí hotové výrobky.
- D. Plocha pro hotové balení.

Z pozice D pracovníci výroby přemísťují hotové výrobky (modrá barva) do haly MFCII odkud ho pracovníci logistiky opět přes odpovídající plochu nakládají na návěs určený k odvozu do EDL.

## **5.5. Analýza FMEA**

Pro každý Bosch produkt a jeho příslušný výrobní proces od příjmu zboží až do jeho doručení zákazníkovi musí být doložena FMEA. FMEA musí být aktualizována až do zániku produktu.

### **5.5.1. Příprava**

Účelem této přípravné fáze je stanovit rámcové podmínky a předpoklady pro úspěšné provedení FMEA. Výstupem by mělo být definování rozsahu prováděné FMEA a cílů, kterých má být dosaženo. Dále stanovit plán termínů a tým.

#### **Rozsah FMEA**

Nejprve je nutné definovat rozsah prováděné FMEA procesu JIS. Při přechodu na nový proces se mění pouze jeho logistická složka, výrobní proces zůstává změnou nedotknutý. Analýza FMEA bude tedy zaměřena čistě na logistickou část procesu. Hotový produkt se skládá ze dvou druhů dodávaných materiálů. Materiály dodávané metodou JIS a materiály dodávané metodou JIT. Pro druhý jmenovaný typ již FMEA vytvořena je a přechod na nový typ JIS ji nijak neovlivní. Dochází zde o další zúžení rozsahu FMEA.

**Rozsah analýzy FMEA bude zaměřen na logistický proces spojený s materiály, jenž souvisí s novou metodou JIS.**

#### **Složení týmu**

Složení týmu pro vytvoření analýzy bylo určeno s ohledem na odbornost a zapojení do procesu JIS. Členem týmu je vedoucí projektové logistiky, Lenka Bednářová, která je zodpovědná za logistické procesy. Dále pracovníci zodpovědní za vedení projektu JIS Michal Malý a Mgr. Michal Krejčí. Posledním členem zodpovědným za provedení FMEA a její zpracování je autor této práce Bc. Václav Franěk. Odborný dohled provedl nestranný moderátor FMEA Ing. Martin Brůžek.

**Plán termínů**

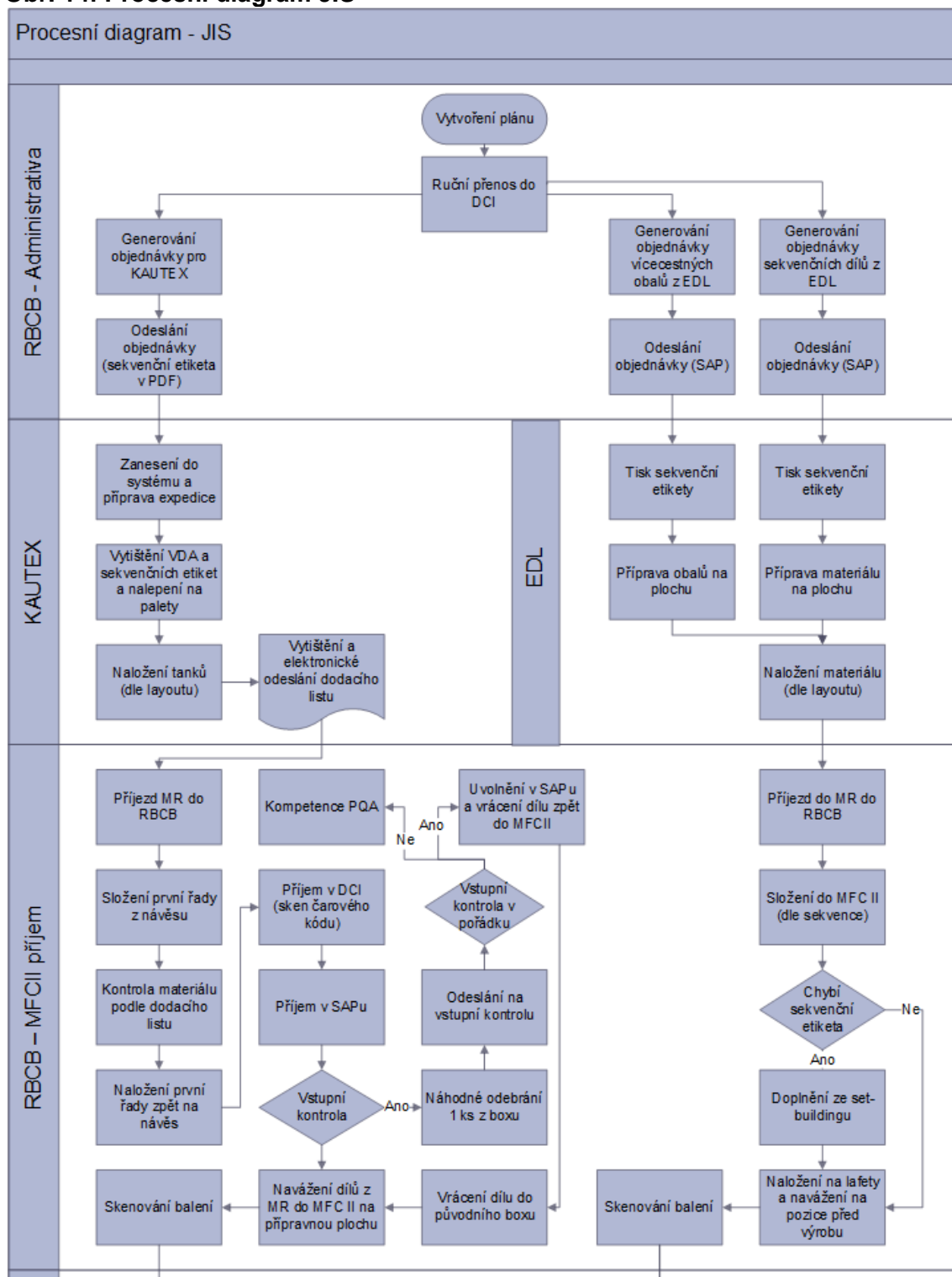
Zahájení práce týmu FMEA bylo stanoveno na 1. 2. 2013. Tým se scházel podle potřeby a s ohledem na volné kapacity pracovníků přibližně jedenkrát za dva týdny. Dokončení první části až po vyhodnocení rizika bylo naplánováno na konec dubna 2013. Následná formulace opatření a dokončení analýzy FMEA mělo být provedeno do konce června 2013.

**5.5.2. Strukturální analýza**

Má být vytvořen přehled o procesu a zajištění dosáhnutí společného pochopení systému. Úkolem tedy je na základě existujícího konceptu vytvořit přehled procesu jako základ pro další kroky analýzy.

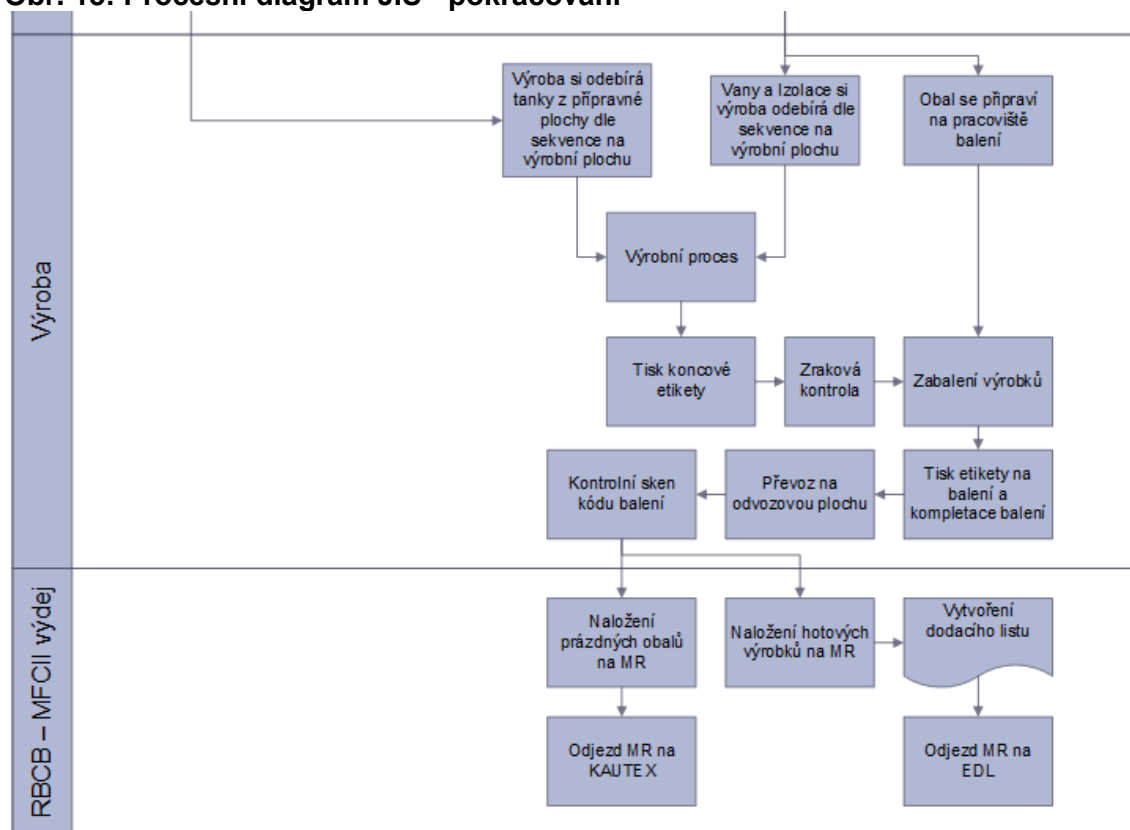
V této fázi bylo provedeno několik řízených rozhovorů, dále byla data shromažďována na základě pozorování jednotlivých procesů. Pro zpracování struktury procesu byly také k dispozici příslušné interní materiály společnosti. Jako prostředek pro detailní zobrazení procesu byl zvolen procesní diagram. Po zpracování všech výše zmíněných dat vypadá procesní diagram následujícím způsobem viz. obr. 15.

Obr. 14: Procesní diagram JIS



Zdroj: Vlastní zpracování

Obr. 15: Procesní diagram JIS - pokračování



Zdroj: Vlastní zpracování

Procesní diagram nám již zobrazuje veškeré kroky v procesu JIS, nejedná se tedy pouze o materiálový tok, ale také o tok informační. Proces začíná vytvořením plánu a končí expedicí hotových výrobků a prázdných obalů. Diagram je rozdělený na jednotlivé části, představující místa, kde se procesní kroky odehrávají. Konkrétně jde o tři základní: Kautex, EDL a RBCB. V RBCB se odlišuje výroba, MFCII příjem, MFCII výdej a RBCB administrativa.

### 5.5.3. Analýza a hodnocení současného stavu

Tato kapitola se v celé své délce odkazuje na přílohu 2 – 6, které společně představují zpracovaný formulář analýzy FMEA procesu JIS.

Po provedení všech kroků přípravné fáze bylo přistoupeno k samotné hlavní fázi metody FMEA. Prvním krokem je vytvoření funkcí procesu. K tomu byl využit procesní diagram, ze kterého byly funkce vyčleněny. Pro větší přehlednost byl před sloupec „Funkce“ přidán sloupec „Proces“ ve kterém jsou uvedeny dílčí procesy, ke kterým jsou následné funkce přiřazeny. Jedná se o proces objednání materiálu EDL/Kautex, výdej materiálu - Kautex, výdej materiálu MW (MW zde vyjadřuje zkratku pro vícecestný obal) a sekvenční díly



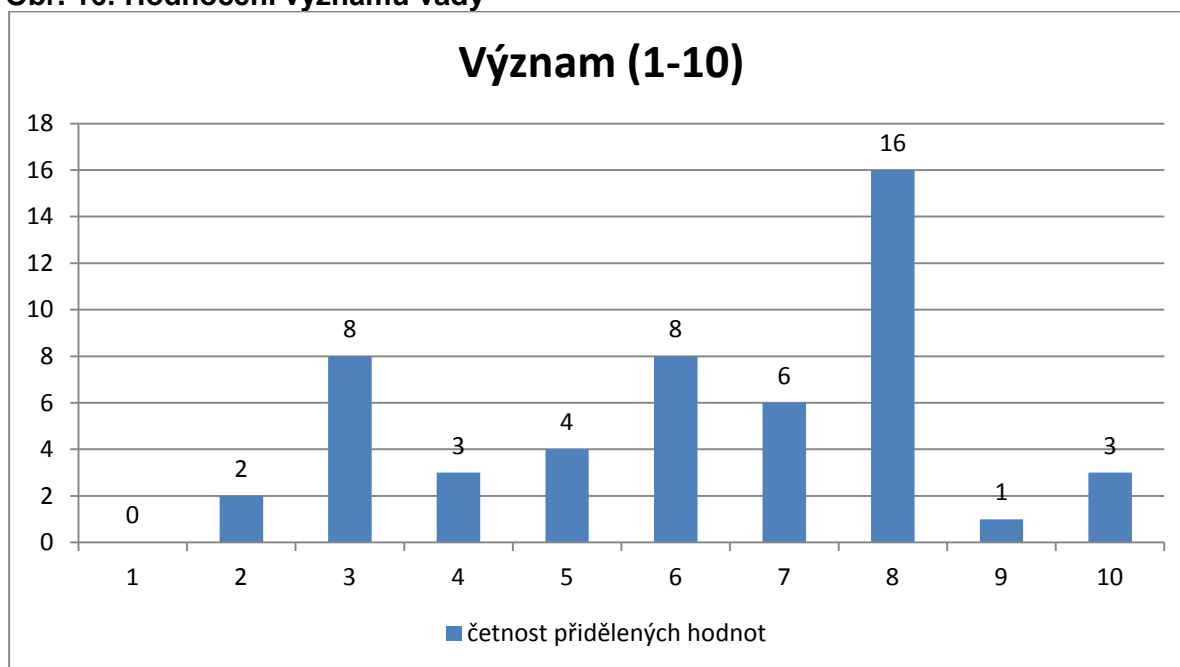
z EDL, převzetí a vykládka materiálu v RBCB, přesun materiálu do výroby a výroba hotového produktu.

Dalším krokem je identifikace možných vad, které mohou u dané funkce nastat. Jinými slovy je to vada, kvůli které není možné splnit funkci. Přitom je důležité zaznamenat do formuláře FMEA všechny možné vady i ty, které se mohou zdát jako nevýznamné. Každé identifikované možné vadě je ve formuláři přiděleno pořadové číslo. Je to z důvodu snazší práce při následném vyhodnocování dat.

Po identifikaci možných vad následuje stanovení možných následků vzniklé vady. Vyskytnutí možné vady může mít různé druhy následků. Ať už jde o méně vážné následky až po následky velice závažné až kritické. V tomto konkrétním případě se jedná o neobjednání materiálu, nedodání materiálu nebo dodání špatného materiálu a to může vést k omezení výroby, které pak v nejkrajnějších případech ohrožuje i zákazníka.

Na řadu přichází první hodnocení, kterým je hodnocení významu vady. To se vztahuje k nejhoršímu následku vady. Pokud má tedy vada jako jeden z následků nedodání materiálu a jako druhý omezení výroby, význam se vztahuje k omezení výroby. Na obr. 17 lze vidět rozdělení četností jednotlivých přiřazených hodnot. Jako ve všech případech se hodnotí na stupnici 1-10. Nejvíce jsou zastoupeny hodnoty 6, 7 a 8, které tvoří společně více jak polovinu případů. Číslem jedna nebyla ohodnocena žádná vada. Mezi tři nejvýznamnější vady ohodnocené číslem 10 patří záměna materiálu uvnitř balení při výrobě v Kautexu a jeho následné odeslání do RBCB. Další je odeslání špatného materiálu z EDL a jako poslední pozdní příjezd MR z Kautexu déle jak jeden objednávkový cyklus, tedy více jak 12 hodin.

Obr. 16: Hodnocení významu vady



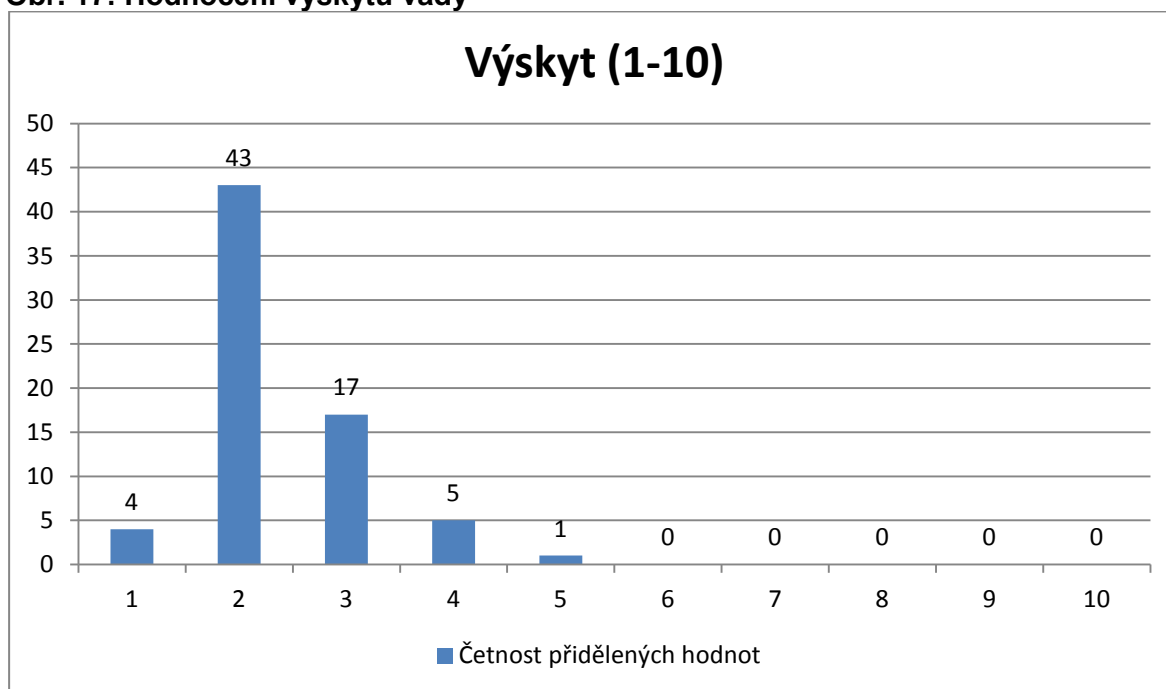
Zdroj: vlastní zpracování

Sloupec kritičnost se vyplňuje pouze v případě, kdy význam nabývá hodnoty 10 a možná vada může ohrozit život člověka nebo zdraví pracovníka. Slouží k vizualizaci nejzávažnějších vad v průběhu vypracování formuláře FMEA. Zpracovávaný proces žádnou takovou vadu nevykazuje, proto je tento sloupec nevyplněný.

Dalším krokem je určení možných příčin vady. Tyto příčiny musí být jasně vyjádřeny, aby následná opatření mohla být stanovena optimálně. Vyskytuje se zde několik druhů příčin. Vada může nastat chybou pracovníka, příčinou může být systémová chyba například chyba softwaru při odeslání objednávky, dále porucha různých zařízení důležitých pro plynulý chod procesu. Může jít o poruchu tiskárny nebo poruchu automobilu.

Na to poté navazuje ohodnocení výskytu vady. Výskyt se hodnotí opět podle hodnotících tabulek na stupnici 1-10. Na obr. 18 je vidět rozložení přidělených hodnot.

Obr. 17: Hodnocení výskytu vady



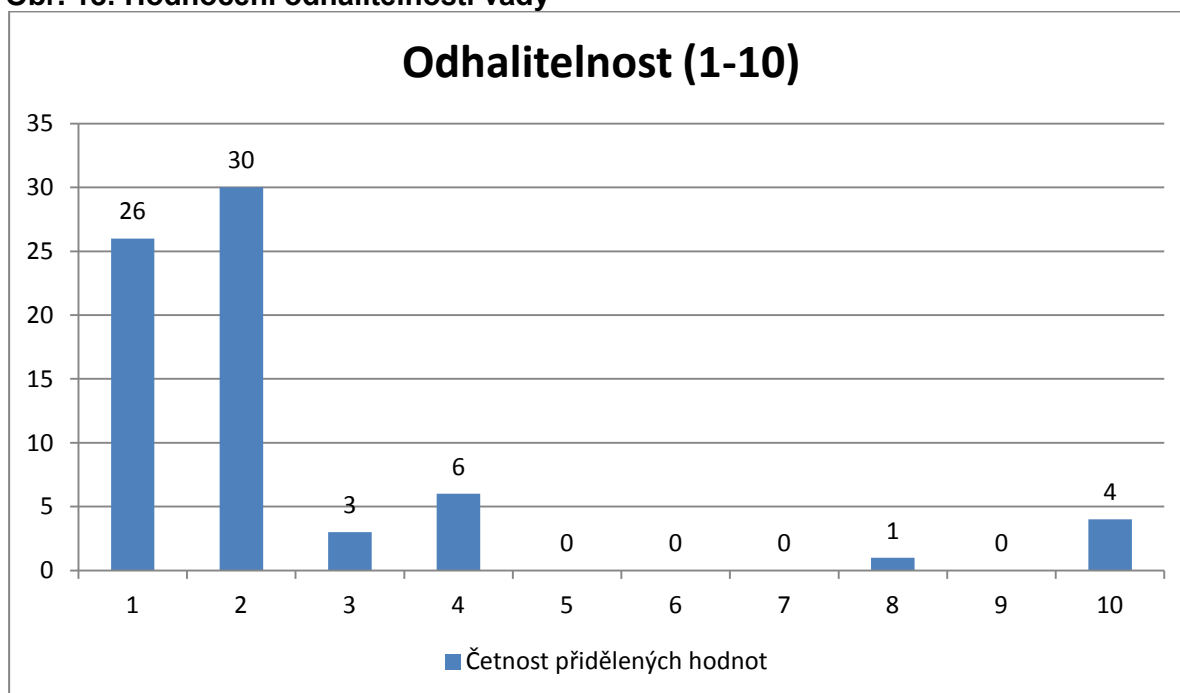
Zdroj: vlastní zpracování

Z obr.18 je patrné, že se vady nevyskytují příliš často. Nejvíce byla přidělena hodnota 2, což znamená malý výskyt. Jako nejčastější vada byla odhalena pomalejší výroba v porovnání s plánem a byla ohodnocena číslem 5. Vyšší hodnota nebyla přidělena. Hodnoty 6-10 se zde nevyskytují ani v jednom případě.

Opatření, neboli stávající způsoby kontroly procesu, slouží k odhalení vady nejlépe již během procesu, aby tak možná vada neovlivnila jeho plynulý chod. Nejčastěji to jsou různé druhy kontrol, může jít o telefonát o nastalém problému nebo různé pojistky a další. Některé kroky v procesu nemají opatření žádná a ty jsou potom na možné vady velice náchylné.

V dalším kroku se přistupuje k ohodnocení odhalitelnosti. Hodnotí se opět na stupnici 1-10 vzhledem ke stávajícím opatřením. Ohodnocení 1 znamená, že vada je jistě odhalena, naopak ohodnocení číslem 10 je vada s téměř žádnou šancí na její odhalení. Přitom zde platí pravidlo, které říká, že pokud na možnou vadu neexistuje opatření na její odhalení, tak se vždy hodnotí číslem 10. V tomto případě tato skutečnost nastala ve čtyřech případech, jak je vidět na obr. 19. Většina opatření, byla ale ohodnocena nízkými čísly 1 a 2, což je pozitivní skutečnost.

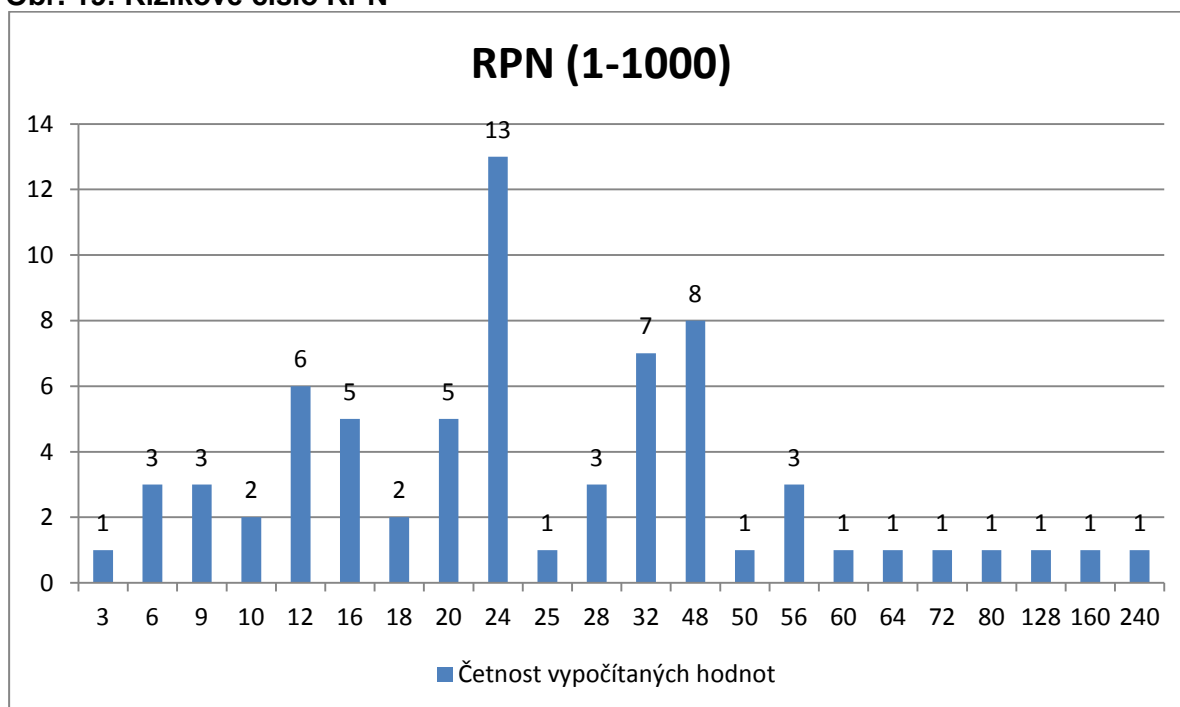
Obr. 18: Hodnocení odhalitelnosti vady



Zdroj: vlastní zpracování

Poslední částí vyhodnocování současného stavu je výpočet a analýza rizikového čísla RPN. Výpočet se provede vynásobením třech hodnotících kritérií, tedy významnosti, výskytu a odhalitelnosti. Po provedení výpočtu je rozložení hodnot patrné z obr. 20.

Obr. 19: Rizikové číslo RPN



Zdroj: vlastní zpracování

Většina hodnot se nachází mezi čísly 12 a 56, konkrétně se jedná o 75 %. Ostatní hodnoty nejsou tak četné. Maximální hodnota vyšla 240, minimální 3.

Tab. 3 zobrazuje čtyři nejvíce kritická riziková čísla RPN, ke kterým jsou přiřazeny příslušné údaje. Podle teorie jsou kritické tři případy, vykazují totiž hodnotu RPN převyšující 125. Tým FMEA se dohodl na snížení hranice rizikového čísla RPN na 80 bodů. Je to z důvodu malého výskytu možných vad v celém procesu. Největší problém se nachází při administrativní činnosti v RBCB, kdy odpovědný pracovník zapomene zadat plán do softwarové aplikace pro generování sekvenčních objednávek. Ostatní tři případy se nacházejí mimo společnost RBCB. Jde buď o dodání nesprávného materiálu, nebo dodání materiálu ve špatném pořadí ze společnosti Kautex a z EDL.

**Tab. 3: Nejvyšší riziková čísla RPN a jim odpovídající údaje**

RPN	Pořadí	Proces	Funkce	Vada	V	V	O
240	1.3	Objednání materiálu EDL/KAUTEX	Ruční přenos do DCI	Plán nepřenesen do DCI	8	3	10
160	2.2	Výdej materiálu - Kautex	Příprava vyskladnění	Záměna materiálu uvnitř bedny	8	2	10
128	2.7	Výdej materiálu - Kautex	Nalepení sekvenčních etiket na palety	Záměna etiket	8	2	8
80	3.1	Výdej materiálu - MW a sekvenční díly z EDL	Příprava vyskladnění	Záměna materiálu	10	2	4

Zdroj: vlastní zpracování

## 6. Návrhy opatření a diskuze

Provedená analýza FMEA identifikovala nejkritičtější vady, které v procesu JIS mohou nastat. Pokud některá z těchto vad nastane, má to vždy dopad na výrobní proces a v každém případě má vznik vady ekonomický dopad na závod.

V této kapitole budou nejprve detailně analyzovány kritické vady a následně bude formulováno opatření na jejich zmírnění. Opatření by měla být stanovena následujícími způsoby:

- snižování významu vady;
- snižování očekávaného výskytu vady;
- zvyšování odhalitelnosti vady.

Nejprve by se měl snižovat očekávaný výskyt. Pokud má vada nebezpečný následek, poté je vhodné snižovat význam a až poté se snižuje očekávaný výskyt. Jako poslední se zvyšuje odhalitelnost.

Před samotnou implementací je ovšem také důležité vyčíslit ekonomické dopady vzniklých vad a následně je porovnat s jednorázovou investicí a následným provozem, kterou by na druhou stranu přenesla implementace opatření. Může se totiž stát, že investiční náklady a provoz opatření převyšují finanční ztrátu, kterou zapříčiní vznik vady. Na základě tohoto porovnání je pak možno optimálně rozhodnout o implementaci opatření.

Porovnání bude provedeno na roční bázi. Nejprve bude určen finanční dopad, který možná vada přinese a podle četnosti vady bude přepočítán na roční bázi. Poté se finančně vyčíslí zavedení a provoz opatření opět na základě roční báze a na závěr bude doporučení ohledně implementace opatření.

Finanční ohodnocení je ve všech případech provedeno tzv. expertním odhadem. V tomto případě expertní odhad provedli členové týmu FMEA Lenka Bednářová a Mgr. Michal Krejčí.

**První případ (pořadové číslo 1.3 viz. příloha 2)**

Jedná se o nejkritičtější vadu tohoto procesu s rizikovým číslem RPN 240. Vada vykazuje vysokou hodnotu významu a neexistuje opatření pro její odhalení. Příčina chyby se nachází při administrativních úkonech v RBCB.

V předvýrobním procesu je nejprve nutné vytvořit plán výroby podle požadavků zákazníků. Plán výroby se vytváří jednou za 14 dní a přenáší se ručně do softwarové aplikace DCI, která byla vyvinuta speciálně pro požadavky nového procesu JIS. Tato aplikace generuje ze zadaných dat jednotlivé objednávky a následně je elektronicky odesílá na určená místa. Objednávka pro Kautex se generuje a odesílá v intervalu dvanácti hodin, objednávka pro EDL v intervalu dvě hodiny.

Problém nastává, pokud pracovník logistiky, zodpovědný za vytvoření plánu, zapomene tento plán zadat do aplikace DCI. Jelikož v současné době neexistuje žádné opatření na kontrolu zadání plánu, objednávka se nevygeneruje a nebude odeslána. V konečném důsledku nebude objednan materiál a výroba bude muset být na určitou dobu zastavena.

V tomto případě je nejvhodnější využít opatření pro snížení výskytu vady. Konkrétní navržené opatření je zavedení systémového nástroje pro kontrolu plánu.

Jedná se o rozšíření aplikace DCI o algoritmus, který by v určitých časových intervalech kontroloval zadání plánu do aplikace. V případě nezadání plánu by pak formou elektronické zprávy byl informován odpovědný pracovník. Vhodné by také bylo zahrnout do algoritmu eskalování na další odpovědné pracovníky. Eskalování by fungovalo v případě, že odpovědný pracovník po upozornění elektronickou zprávou do určité doby nezadá plán do aplikace. V tomto případě, by pak elektronickou zprávu obdržel pracovník na vyšším stupni v podnikové hierarchii.

Při výskytu vady dochází k následujícím finančním dopadům. Výroba bude zastavena na 8 hodin. Tato doba vyjadřuje interval mezi objednáním materiálu a příjezdem materiálu z Kautexu do RBCB. Další položka je náklad na mimořádnou dopravu materiálu do RBCB. Expertní odhad pro tyto položky byl učiněn ve výši 28 000 Kč. Výskyt vady založený na

předchozích zkušenostech je jednou až dvakrát za měsíc. Roční náklady vady jsou v intervalu 336 000 a 672 000 Kč.

Implementace opatření zahrnuje úpravu algoritmu aplikace DCI pro správu procesu JIS. Tuto úpravu by provedla společnost Aimtec a.s. podle uvedených požadavků. Náklady na úpravu algoritmu jsou odhadnuty ve výši 40 000 Kč. Tato částka představuje jednorázový investiční náklad. Náklady na provoz opatření se tímto nijak nemění.

Náklady na implementaci opatření jsou v porovnání s přínosy ze zavedení opatření nepatrné, Proto by opatření mělo být do procesu zavedeno.

### **Druhý případ (pořadové číslo 2.2 viz. příloha 2)**

Vada vykazuje podobné hodnoty jako první případ, jediný rozdíl je méně častý výskyt vady. Rizikové číslo RPN je v tomto případě 160.

Jde o proces výdeje materiálu z Kautexu. Při přípravě vyskladnění je uvnitř balení jiný materiál (jedná se o díl nádrží), než je uvedeno na balení. Důsledkem je to, že je z Kautexu expedováno balení se špatným materiálem uvnitř. Při příjmu v RBCB se jednotlivé díly v balení nekontrolují, dochází pouze ke kontrole balení jako celku. Tím pádem se balení dostane přes MFCII do výroby. Až po otevření balení ve výrobě je objevena záměna materiálu uvnitř balení. Nyní mohou nastat dva případy. Pokud jsou v balení maximálně tři zaměněné kusy, pro výrobu to má minimální dopad. V MFCII je od každého kusu nádrže umístěna pojistná zásoba tři kusy. Pokud je zaměněných kusů více, výroba nemůže dále pokračovat a je zastavena

Zde je opět nejvýhodnější využít opatření pro snížení výskytu vady. Navrhované opatření je kontrolní skenování kódu výrobku a kódu balení.

Při aplikaci tohoto opatření lze využít zkušeností RBCB, která používá při výrobě hotových výrobků kontrolní skenování při vkládání výrobku do balení. Společně se skenováním kódu výrobku se naskenuje kód balení. Pokud kódy nejsou totožné, aplikace upozorní pracovníka na chybu. Není tedy možné vložit výrobek do nesprávného balení. Toto opatření by bylo vhodné implementovat do výrobního procesu Kautexu při výrobě nádrží.



Při určení finančních dopadů vzniku vady se uvažuje záměna materiálu v jednom balení. Pracovník výroby je nucen zastavit výrobní linku. Ta bude zastavena přibližně hodinu, než se upraví plán a připraví se požadovaný materiál pro výrobní proces. Jelikož nebude vyroben zákazníkem požadovaný počet hotových výrobků, je nutno zahrnout mimořádnou dopravu hotových výrobků k zákazníkovi. Dále tímto vzniká dodatečná administrativní práce. Tyto náklady jsou odhadnuty na 34 000 Kč. Výskyt vady je jednou za tři měsíce. Roční náklady jsou po přepočítání ve výši 136 000 Kč.

Jelikož se jedná o opatření implementované ve společnosti Kautex, veškeré náklady s tím spojené si hradí sama společnost. Jediná podmínka je, že společnost Kautex s implementací tohoto opatření musí souhlasit.

### **Třetí případ (pořadové číslo 2.7 viz. příloha 3)**

Co se týče hodnocení, výsledné rizikové číslo RPN vyšlo 128, což je nižší než v předchozím případě. Rozdíl zde hraje hodnocení odhalitelnosti. Existuje zde totiž opatření, které ovšem není dostatečné a vykazuje sice nižší hodnotu, než ve druhém případě, ale stále dosti vysokou. Příčina chyby vzniká při expedici v Kautexu.

Jedná se o záměnu sekvenčních etiket na baleních při expedici nádrží z Kautexu. Pracovník Kautexu má za úkol vytisknout příslušné etikety a ty nalepit na balení, které jsou již správně vyskladněny pro expedici do RBCB. Při nepozornosti pracovníka se může stát, že pracovník etikety zamění a nalepí je na nesprávné balení. To znamená, že do RBCB se sice dostane správný materiál, jenže bude pro výrobu připraven ve špatném pořadí. Opatřením je kontrola sekvenčních etiket při příjmu s dalšími údaji na balení, jenže tomuto opatření se z důvodu nízkého výskytu nepřikládá dostatečný význam. Proto je odhalitelnost ohodnocena vysokým číslem 8. Pokud vada nebude objevena, problém zjistí až pracovník výroby a bude nucen zastavit výrobní linku až do té doby, než bude v MFCII nalezen a připraven správný materiál s odpovídající sekvenční etiketou. Tento proces může trvat i delší dobu.

Nejvhodnější opatření na omezení výskytu vady kontrolní skenování při polepování palet sekvenční etiketou.

Po kompletaci hotových výrobků v Kautexu se lepí na balení etiketa s kódem výrobku. Při vyskladnění se na balení pro potřeby procesu JIS přidává sekvenční etiketa. Při vyskladnění pracovník Kautexu skenuje pouze kód na balení vytvořený při kompletaci balení. Tím vzniká prostor pro možné nesprávné nalepení sekvenčních etiket, podle kterých se materiál připravuje pro výrobu v RBCB. Navržené opatření proto řeší tento problém tím, že do procesu přidává kontrolní skenování. Po nalepení sekvenční etiket pracovník naskenuje jak kód sekvenční etikety, tak kód balení. Musí být pro tento účel opět nastavena aplikace k tomu určená. Pokud tato aplikace vyhodnotí chybu, upozorní na ní pracovníka, který provede nápravu. Toto navržené opatření se tedy musí implementovat do procesu expedice v Kautexu.

Finanční dopad je v tomto případě tento: Bude zastavena výroba přibližně na 1,5 hodiny. Během této doby se nalezne požadovaný materiál a připraví se pro výrobní proces. Vada zahrnuje určité administrativní náklady a náklady v MFCII při dohledávání a přípravě požadovaných materiálů. Všechny tyto náklady byly odhadnuty na 5 600 Kč a výskyt vady byl odhadnut na jednu za tři měsíce. Roční náklad je 22 400 Kč.

Náklady na zavedení opatření jsou stejné jako v předchozím případě 2.2 a nijak nezatěžují společnost RBCB. Opět zde musí platit podmínka, že společnost Kautex musí s implementací souhlasit a následně jí provést.

#### **Čtvrtý případ (Pořadové číslo 3.1 viz příloha 3)**

Čtvrtý případ s pořadovým číslem 3.1 má hodnotu RPN 80. Je jím proces výdeje materiálu z EDL. Jde o vícecestné obaly a sekvenční díly. Při nakládání materiálu se může stát, že pracovník omylem naloží na MR nesprávný materiál. Na tento problém se s výjimkami většinou přijde při příjmu v RBCB. Částečně tento problém kryje pojistná zásoba v RBCB, ale ve většině těchto případů se stává, že dojde k zastavení výroby. To vyjadřuje vysoké hodnocení významu.

Navržené opatření je zvýšená kontrola při výdeji v EDL.

Při výdeji v EDL se provedou na sobě dvě nezávislé kontroly správnosti výdeje materiálu. Tím se omezí výskyt vady na minimum.

Finanční dopady vzniklé vady zahrnují zastavení výrobní linky na jednu hodinu a mimořádnou dopravu materiálu z EDL. Celkově jsou tyto dopady odhadnuty na 3 800 Kč. Výskyt je jednou za tři měsíce. Roční finanční dopad možné vady je v celkové výši 15 200 Kč.

Náklady na zavedení opatření nejsou žádné. Opatření je realizováno v rámci volných kapacit pracovníků v EDL.

**Tab. 4: Kritické vady s navrženými opatřeními, cenou implementace a finančními dopady vady**

Pořadí	Proces	Funkce	Vada	Navrhnuté opatření	Cena implementace opatření	Roční finanční dopad vady
1.3	Objednání materiálu EDL/KA UTEX	Ruční přenos do DCI	Plán nepřenesen do DCI	Zavedení systémového nástroje pro kontrolu plánu	40 000	336 000 – 672 000
2.2	Výdej materiálu – Kautex	Příprava vyskladnění	Záměna materiálu uvnitř bedny	Kontrolní skenování kódu výrobku a kódu balení	0	136 000
2.7	Výdej materiálu – Kautex	Nalepení sekvenčních etiket na palety	Záměna etiket	Kontrolní skenování při polepování palet sekvenční etiketou	0	22 400
3.1	Výdej materiálu - MW a sekvenční díly z EDL	Příprava vyskladnění	Záměna materiálu	Zvýšená kontrola při výdeji	0	15 200

Zdroj: Vlastní zpracování

Všechna čtyři navrhovaná opatření jsou ze všech posuzovaných hledisek vhodná k následné implementaci do procesu JIS. Přínosy z jejich zavedení vždy několikanásobně převyšují náklady na jejich zavedení a správu.

## 7. Závěr

V současné době se díky globalizaci zvyšuje konkurence a uspět na trhu vyžaduje řídit společnost efektivně s minimálními náklady. To vyžaduje také pružný a flexibilní logistický řetězec zvláště pak v automobilovém průmyslu, kde je na druhou stranu vyvíjen tlak na vysokou kvalitu vyráběných produktů. Jakákoliv vada se projevuje vysokými náklady na její odstranění. Trendem je, že se stále větší důležitost přikládá předvýrobním etapám. Existuje několik metod, jak zvyšovat kvalitu a předcházet vadám již v této fázi. Jednou z nich je metoda FMEA, která je součástí této práce.

Výrobní program společnosti Robert Bosch v Českých Budějovicích zahrnuje výrobu nádrží určených k redukci oxidů  $\text{NO}_x$  pro automobily HD. Montážní linka určená pro jejich výrobu vyžaduje speciální zásobování v režimu Just-in-Sequence. Hlavním argumentem pro zásobování právě v režimu Just-in-Sequence jsou parametry hlavního dílu výrobku, jímž jsou nádrže. Společnost nemá kapacitu na skladování dostatečného množství nádrží z důvodu jejich rozměrnosti, a proto je sekvenčně dodávala z externího skladu. Z důvodu úspory nákladů u tohoto výrobku se společnost rozhodla přejít z původní metody zásobování montážní linky z externího skladu na metodu novou. Nová metoda spočívá ve změně dodávání nádrží, kdy se nadále nebude využívat externí sklad a díly se budou dodávat v režimu Just-in-Sequence přímo od dodavatele. Při porovnání obou metod vyplývá úspora nákladů na skladování hlavního dílu a s tím spojená manipulace. Na druhou stranu dojde s tímto procesem ke zvýšení logistických nákladů v sídle společnosti. Toto zvýšení nákladů je však zanedbatelné v porovnání s celkovými náklady procesu. S implementací nového procesu bylo zjištěno, že celkové logistické náklady klesají na 21 procent nákladů procesu původního, což v peněžním vyjádření znamená značnou úsporu.

Přechod z původní metody JIS na metodu novou vyžaduje řadu změn, které jsou náchylné na možné vady. Z tohoto důvodu bylo rozhodnuto do procesu implementovat analýzu FMEA, která je společností Robert Bosch standardně využívána. Analýza má za úkol zmapovat všechny možné vady a ohodnotit je rizikovým číslem RPN. Na základě tohoto vyhodnocení se pak navrhuje pro nejkritičtější vady nápravná opatření na jejich zmírnění.

Analýza FMEA se provádí v týmu. Tým byl vybrán na základě kompetentnosti k procesu JIS a scházel se v pravidelných intervalech po dobu dvou měsíců. Tým se rozhodl určit hranici rizikového čísla RPN 80. Analýza FMEA označila podle této hranice čtyři kritické vady.

Nejkritičtější vadou je nezádaní plánu výroby do softwarové aplikace DCI s hodnotou RPN 240, což má za následek zastavení výroby. Navržené opatření je úprava algoritmu softwarové aplikace pro kontrolu zadání plánu. Jediný náklad tohoto opatření je úprava aplikace společnosti Aimtec a to ve výši 40 000 Kč. Roční náklady vady se pohybují v rozmezí 336 000 a 672 000 Kč. Náklady na zavedení opatření jsou ve srovnání s možnou úsporou nákladů zanedbatelné, a proto by toto opatření měla společnost implementovat.

Druhá a třetí nejkritičtější vada vzniká u dodavatele nádrží. Možné vady jsou ohodnoceny RPN čísly 160 a 128. Obě vady mají stejné místo vzniku, jímž je dodavatel nádrží Kautex. Vada s RPN číslem 160 vzniká již ve výrobním procesu výroby nádrží v Kautexu, kdy dojde k záměně materiálu uvnitř balení. Tato vada se následně zjistí až ve výrobním procesu v RBCB a pokud se jedná o tři a více zaměněných kusů v balení, je zastavena výroba. Kontrolní opatření je implementace kontrolního skenování kódu výrobku a kódu balení při výrobním procesu v Kautexu. Třetí nejkritičtější vada s rizikovým číslem RPN 128 vzniká při výdeji materiálu, kdy dojde k záměně sekvenčních etiket. Na vadu přichází až výroba v RBCB a ta je následně zastavena. Navrhnuté opatření je stejné jako v předchozím případě a to kontrolní skenování kódu sekvenční etikety a kódu etikety balení. Náklady obou opatření nese v plné výši společnost Kautex, která musí jen s jejich implementací souhlasit. Roční náklady těchto vad jsou v pořadí 136 000 Kč a 22 400 Kč. Z důvodu nulových implementačních nákladů ze strany RBCB se doporučují obě opatření začlenit do procesu.

Poslední kritická vada s rizikovým číslem 80 je výdej materiálu z externího skladu EDL. Vada vzniká při naložení nesprávného materiálu na MR. Problém se následně přenesení do RBCB, kde se může až v konečném důsledku zastavit výroba. Navržené opatření jsou dvě na sobě nezávislé kontroly správnosti materiálu při výdeji. Takto navržené opatření by bylo implementováno v rámci volných kapacit zaměstnanců v EDL a pro společnost RBCB tedy nepřináší žádné dodatečné náklady. Roční náklady této vady jsou 15 200 Kč. I přesto, že v rámci procesu to nepředstavuje nikterak významnou položku, opatření se doporučuje k implementaci z důvodů nulových nákladů na zavedení.

Návrhem doporučených opatření tato fáze analýzy FMEA skončila. Společnost by měla v tomto okamžiku zvážit tato doporučení a případně je zavést do procesu JIS. Následně doplnit potřebné údaje do formuláře FMEA a provést revizi rizikového čísla RPN.

Důležité je mít na paměti, že tímto proces tvorby FMEA nekončí, ale že při každé změně v rámci procesu JIS by se formulář FMEA měl aktualizovat a měl by stále sloužit jako efektivní nástroj k předcházení vzniku možných chyb a tím nadále zaručoval vysokou spolehlivost a kvalitu procesu JIS.

## 8. Summary

### IMPLEMENTATION OF FMEA ANALYSIS IN LOGISTICS TECHNOLOGY JUST-IN-SEQUENCE.

The main objective of this master thesis is to design implementation of FMEA analysis in logistics technology Just-in-Sequence at company Robert Bosch in České Budějovice. The operational objective is to define process and product produced by technology Just-in-Sequence. Analyze newly developed technology Just-in-Sequence and compare its advantages over the original method.

FMEA is a step-by-step approach for identifying all possible failures in a design, a manufacturing or assembly process. Failures are prioritized according to how serious their consequences are, how frequently they occur and how easily they can be detected. The purpose of the FMEA is to take actions to eliminate or reduce failures, starting with the highest-priority ones.

The FMEA analysis revealed four critical factors. The most critical defect originate inside the company and causes 336 000 to 672 000 Czech crowns failure cost. The proposed measure could save 100 % of this failure cost. Next three critical factors leads altogether to 173 000 Czech crowns failure cost per year. Considering zero cost for implementation of this free measures and implementation cost of 40 000 Czech crowns in case of the first measure. It is highly recommended to implement all of these measures.

Now the company should consider this recommendation and perform necessary actions and revise risk priority number to detect if critical defects have been lowered.

Key words: logistics, Just-in-Sequence, failure mode and effect analysis, FMEA

## 9. Zdroje

1. BANEJEE, Snehemay a Damodar Y. GOLHAR. EDI implementation: A comparative study of JIT and non-JIT manufacturing firms. *International journal of physical distribution and logistics management* 23. 1993, č. 7, s. 22-31.
2. ČSN EN 60812. *Techniky analýzy bezporuchovosti systémů - postup analýzy způsobů a důsledků poruch (FMEA)*. Praha: Český normalizační institut, 2007.
3. DRAHOTSKÝ, Ivo a Bohumil ŘEZNÍČEK. *Logistika, procesy a jejich řízení*. Vyd. 1. Brno: ComputerPress, 2003, 334 s. ISBN 80-7226-521-0.
4. DRUCKER, Peter F. *Concept of the corporation*. New Brunswick, N.J., U.S.A.: Transaction Publishers, c1993, xxvii, 329 p. ISBN 15-600-0625-0.
5. FRANKE, Wolf D. *Analýza možností vzniku vad a jejich následků*. 2., přeprac. vyd. Překlad Vladimír Votápek. Praha: Česká společnost pro jakost, 1993, 95 s. ISBN 80-020-0968-1.
6. FUJIMOTO, Takahiro. *The evolution of a manufacturing system at Toyota*. New York: Oxford University Press, 1999, x, 380 s. ISBN 01-951-2320-4.
7. GIUNIPERO, Larry C., Waik K. LAW. Organizational support for Just-in-Time implementation. *The international journal of logistics management* 1. 1990, č. 2, s. 35-36.
8. GLASL, Vit. Unikátní projekt sekvence. *AIMagazine* [online]. 2012, č. 20, s. 4 [cit. 2013-06-24]. Dostupné z: [http://www.aimagazine.cz/images/aimagazine/aimagazine20\\_2012.pdf](http://www.aimagazine.cz/images/aimagazine/aimagazine20_2012.pdf)
9. GROS, Ivan. *Logistika*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 1996, 228 s. ISBN 80-708-0262-6.



10. HORÁKOVÁ, Helena a Jiří KUBÁT. Řízení zásob: Logistické pojetí, metody, aplikace, praktické úlohy. 3.přepr.vyd. Praha: Profess Consulting, 1998, 236 s. ISBN 80-852-3555-2.
11. CHOC, Daniel. Sekvencují už i dodavatelé. AIMagazine [online]. 2010, č. 15, s. 1 [cit. 2013-06-24]. Dostupné z:  
[http://www.aimagazine.cz/images/aimagazine/aimagazine15\\_2010.pdf](http://www.aimagazine.cz/images/aimagazine/aimagazine15_2010.pdf)
12. JANÍČEK, Přemysl a Jiří MAREK. Expertní inženýrství v systémovém pojetí. 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 592 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4127-7.
13. Just-in-Sequence (JIS) - sequence-exact delivery thanks to reliable IT control. ORDAT GESELLSCHAFT FÜR ORGANISATION UND DATENVERARBEITUNG MBH & CO. KG. [online]. [cit. 2013-06-24]. Dostupné z:  
<http://www.ordat.com/en/branches-references/erp-solutions-for-the-automotive-industry/overview/just-in-sequence-jis/>
14. KRÁLÍK, Jan. ROBER BOSCH GMBH. Bosch in the Czech Republic. Prague: BB Partner, s.r.o., 2007. Not for sale.
15. LAMBERT, Douglas M. Logistika: [příkladové studie, řízení zásob, přeprava a skladování, balení zboží]. Vyd. 2. Brno: CP Books, 2005, xviii, 589 s. ISBN 80-251-0504-0.
16. LIKER, Jeffrey K. Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2007, 390 s. ISBN 978-80-7261-173-7.
17. MCDERMOTT, Robin E, Raymond J MIKULAK a Michael R BEAUREGARD. The basic sof FMEA. 1. vyd. New York: Quality Resources, 1996, 76 p. Expert (Grada). ISBN 05-277-6320-9.
18. NENADÁL, Jaroslav. Moderní management jakosti: principy, postupy, metody. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2008, 377 s. ISBN 978-80-7261-186-7.

19. NENADÁL, Jaroslav. Moderní systémy řízení jakosti: quality management. 2. dopl. vyd. Praha: Management Press, 2002, 282 s. ISBN 80-726-1071-6.
20. PLEVNÝ, Miroslav a Jan DANĚK. Výrobní a logistické systémy. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 2009. ISBN 978-807-0434-161.
21. PLURA, Jiří. Plánování a neustálé zlepšování jakosti. Vyd. 1. Praha: Computer Press, 2001, 244 s. ISBN 80-722-6543-1.
22. ROBERT BOSCH GMBH. Bosch worldwide [online]. 2013 [cit. 2013-06-24].  
Dostupné z: [http://www.bosch.com/worldsite\\_startpage/en/default.aspx](http://www.bosch.com/worldsite_startpage/en/default.aspx)
23. SCHULTE, Christof. Logistika. 1. vyd. Překlad Adolf Baudyš, Gustav Tomek. Praha: Victoria Publishing, 1994, 301 s. ISBN 80-856-0587-2.
24. SCHWOB, Rostislav a Daniel CHOC. Just-in-Sequence aneb na rudé auto rudé zrcátka. AIMagazín [online]. 2007, č. 10, s. 1-2 [cit. 2013-06-24]. Dostupné z: [http://www.aimagazine.cz/images/aimagazine/aimagazine10\\_2007.pdf](http://www.aimagazine.cz/images/aimagazine/aimagazine10_2007.pdf)
25. SIXTA, Josef a Václav MAČÁT. Logistika: teorie a praxe. Vyd. 1. Brno: CP Books, 2005, 315 s. ISBN 80-251-0573-3.
26. SMITH, S.E. What Does "Just In Sequence" Mean?. WiseGEEK: clear answers for common questions [online]. [cit. 2013-06-24]. Dostupné z: <http://www.wisegeek.com/what-does-just-in-sequence-mean.htm>
27. SOHAL, Amrik S., Liz RAMSAY a Danny SAMSON. JIT manufacturing: Industry analysis and a methodology for implementation. International journal of physical distribution and logistics management 23. 1993, č. 7, s. 4-21.

28. STAMATIS, D. Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution. 2nd ed., rev. and expanded. Milwaukee, Wisc.: ASQ Quality Press, 2003, xxxi, 455 p. ISBN 08-738-9598-3.
29. TRAUTWEIN, Wolf-Peter. AdBlue as a reducing agent for the decrease of NO<sub>x</sub> emissions from Diesel engines of commercial vehicles. Hamburg: DGMK, 2005. ISBN 978-393-6418-361.
30. VANĚČEK, Drahoš. Řízení dodavatelského řetězce: (supply chain management). 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2008, 150 s. ISBN 978-807-3940-782.
31. VEBER, Jaromír. Management kvality od ISO 9000 k TQM. 2., upr. vyd. Bělá pod Bezdězem: Nakladatelství Máchova kraje, 2000. ISBN 80-901-7305-5.
32. WOMACK, James P, Daniel T. JONES a Daniel ROOS. The machine that changed the world: How Lean Production Revolutionized the Global Car Wars. [New ed.]. London: Simon, 2007. ISBN 978-184-7370-556.

## 10. Seznam obrázků a tabulek

### Seznam obrázků

Obr. 1: Různé pohledy na funkci zásob v podniku .....	7
Obr. 2: Zásoby kryjí problémy .....	8
Obr. 3: Základní kameny JIT a vazby mezi nimi .....	10
Obr. 4: Vývojový diagram analýzy FMEA .....	22
Obr. 5: Robert Bosch v České Republice .....	27
Obr. 6: Areál společnosti Robert Bosch v Českých Budějovicích .....	28
Obr. 7: Schéma kombinovaného systému čištění výfukových plynů na základě metody SCR30	
Obr. 8: Typový hotový výrobek .....	32
Obr. 9: KautexTextron Bohemia s.r.o. ....	32
Obr. 10: Schéma původního procesu JIS .....	33
Obr. 11: Schéma nového procesu JIS .....	34
Obr. 12: Materiálový tok sekvenčně dodávaných dílů v RBCB .....	36
Obr. 13: Rozložení odstavovací plochy pro návěsy .....	38
Obr. 14: Procesní diagram JIS .....	42
Obr. 15: Procesní diagram JIS - pokračování .....	43
Obr. 16: Hodnocení významu vady .....	45
Obr. 17: Hodnocení výskytu vady .....	46
Obr. 18: Hodnocení odhalitelnosti vady .....	47
Obr. 19: Rizikové číslo RPN .....	47

### Seznam tabulek

Tab. 1: Zvláštní situace při hodnocení rizika možných vad a potřeba opatření .....	20
Tab. 2: Porovnání procesů JIS .....	35
Tab. 3: Nejvyšší riziková čísla RPN a jim odpovídající údaje .....	48
Tab. 4: Kritické vady s navrženými opatřeními, cenou implementace a finančními dopady vady .....	54

## **11. Seznam příloh**

Příloha 1: Formulář pro zaznamenávání výsledků FMEA procesu

Příloha 2: Formulář FMEA procesu JIS - str. 1

Příloha 3: Formulář FMEA procesu JIS – str. 2

Příloha 4: Formulář FMEA procesu JIS – str. 3

Příloha 5: Formulář FMEA procesu JIS – str. 4

Příloha 6: Formulář FMEA procesu JIS - str. 5

Příloha 7: Formulář FMEA procesu JIS - str. 6

**Příloha 1: Formulář pro zaznamenávání výsledků FMEA procesu**

**FMEA PROCESU**

Položka \_\_\_\_\_

Model \_\_\_\_\_

Základní tým \_\_\_\_\_

Zodpovědnost za  
návrh \_\_\_\_\_  
Datum \_\_\_\_\_

Číslo FMEA \_\_\_\_\_


Strana \_\_\_\_\_ z \_\_\_\_\_

Zpracoval \_\_\_\_\_

Datum provedení FMEA:  
(původní) \_\_\_\_\_ (revidovaná) \_\_\_\_\_


Funkce procesu ----- Požadavky	Možná vada	Možné následky vady	Význam	Kritičnost	Možné příčiny/ mechanismy vady	Výskyt	Stávající způsoby kontroly procesu	Odhalitelnost	Rizikové číslo	Doporučená opatření	Odpo- vědnost Termín realizace	Provedená opatření	Význam	Výskyt	Odhalitelnost	Rizikové číslo

**Příloha 2: Formulář FMEA procesu JIS - str. 1**

		Proces: Just in sequence KAUTEX FMEA Tým: Bednářová Lenka, Krejčí Michal, Malý Michal, Franěk Václav Zodpovědnost: Franěk Václav Zpracoval: Franěk Václav					Strana: 1 Datum: 21.6.2013														
Pořadí	Proces	Funkce	Možná vada	Proces		Možné příčiny chyby	Výskyt	Opatření	Objevení chyby	Odhaltitelnost	RPN	Opatření			Výsledky						
				Význam	Kritičnost							Doporučená opatření	Odpovědnost a termín realizace	Provedená opatření	Význam	Výskyt	Odhaltitelnost	RPN			
1.1	Objednání materiálu EDL/KAUTEX	Vytvoření plánu	Chybně vytvořený plán	Objednání neplánovaného materiálu	3	Chyba pracovníka RBCB - nepozornost	2	Kontrola plánu pracovníkem, který plán vytvářel	V různých fázích od okamžiku objednání do výroby	3	18										
1.2		Ruční přenos do DCI	Do DCI přeneseno chybně	Objednávka nevygenerována podle plánu Objednání neplánovaného materiálu	3	Chyba pracovníka RBCB - nepozornost	2	Bez opatření	V různých fázích od okamžiku objednání do výroby	10	60										
1.3			Plán nepřenesen do DCI	Neobjednání materiálu Omezení výroby	8	Chyba pracovníka - nepozornost	3	Bez opatření	Zjištění při nevygenerování objednávky pracovníkem nebo v	10	240	Zavedení systémového nástroje pro kontrolu plánu									
1.4			Generování objednávky (KAUTEX, EDL)	Objednávka nevygenerována	Objednávka nezpracována Materiál není objednan Omezení výroby	8	Systémová chyba	3	Telefonát od KAUTEXU	Zjistí KAUTEX	2	48									
1.5			Odeslání objednávky (sekvenční etiketa v PDF)	PDF soubor neodeslán	Materiál není objednan Nedodání materiálu Omezení výroby	8	Systémová chyba	3	Telefonát od KAUTEXU	Zjistí KAUTEX	2	48									
1.6				PDF soubor nepřijat v EDL/KAUTEX	Materiál není objednan Nedodání materiálu Omezení výroby	8	Systémová chyba	3	Telefonát od KAUTEXU	Zjištění pracovníkem EDL nebo KAUTEXU při pravidelném neobdržení objednávky	2	48									
2.1	Příprava vyskladnění		Záměna materiálu (beden)	Dodán špatný materiál	10	Chyba pracovníka KAUTEXU	1	Kontrola při příjmu materiálu	Při příjmu materiálu	2	20										
2.2			Záměna materiálu uvnitř bedny	Dodán špatný materiál	8	Chyba pracovníka KAUTEXU	2	Bez opatření	Zjistí výroba	10	160	Kontrolní skenování kódu výrobku a									
2.4	Vytisknutí sekvenčních etiket	Nekvalitně vytisknutá etiketa		Není možné naskenovat etiketu Materiál není možné přijmout skenováním do DCI	3	Porucha tiskárny (prázdný toner)	2	Dotisk etiket v MFC II	Při tisku etikety v KAUTEXU	1	6										
2.5				Etiketa nejde vytisknout	Opožděná příprava materiálu pro výrobu v RBCB Omezení výroby				5									Porucha tiskárny	2	Pravidelná revize a čištění tiskárny	Při tisku etikety v KAUTEXU
					Opoždění výdeje materiálu Pozdní příjezd do RBCB Omezení výroby																

Zdroj: Vlastní zpracování


**Příloha 3: Formulář FMEA procesu JIS – str. 2**

 <b>BOSCH</b>		Proces: Just in sequence KAUTEX FMEA Tým: Bednářová Lenka, Krejčí Michal, Malý Michal, Franěk Václav Zodpovědnost: Franěk Václav Zpracoval: Franěk Václav		Strana: 2 Datum: 21.6.2013											
Pořadí	Proces	Funkce	Možná vada	Proces		Možné příčiny chyby	Výskyt	Opatření	Objevení chyby	Opatření		Výsledky			
				Význam	Kritičnost					Doporučená opatření	Odpovědnost a termín realizace	Provedená opatření	Význam	Výskyt	Odhaltitelnost
2.6	Výdej materiálu - KAUTEX	Nalepení sekvenčních etiket na palety	Ztráta etiket při manipulaci	Materiál dodán bez etikety	3	Nesprávně nalepená etiketa na paletu	3	Dotisk etiket v MFC II	Při příjmu v RBCB	1	9				
				Materiál není možné přijmout skenováním do DCI											
				Omezení výroby											
2.7			Záměna etiket	Materiál není naložen dle sekvence na MR	8	Chyba pracovníka KAUTEXU	2	Kontrola balení při příjmu materiálu	Při příjmu v RBCB	8	128	Kontrolní skenování při polepování palet sekvenční etiketou			
		Špatně navezený materiál na pozici před výrobu													
		Omezení výroby													
2.8			Naložení materiálu	Materiál je naložen ve špatném pořadí na MR	Opožděná příprava materiálu pro výrobu v RBCB	3	Nedodržení layoutu nakládky	2	Kontrola správnosti naložení materiálu při příjmu	Při příjmu v RBCB	1	6			
		Špatně navezený materiál na pozici před výrobu													
		Omezení výroby													
2.9				Materiál nebo balení poškozeno při manipulaci	Naložení vadného materiálu	6	Chyba pracovníka KAUTEXU - neopatrnost při manipulaci	2	Kontrola při příjmu materiálu	Při příjmu v RBCB	2	24			
	Omezení výroby														
2.10			Materiál nenaložen (pracovník zapomene)	Materiál nedodán	8	Chyba pracovníka KAUTEXU	2	Kontrola při příjmu materiálu	Při příjmu v RBCB	1	16				
2.11		Elektronické odeslání dodacího listu	Dodací list neodeslán	Složitější příjem materiálu	3	Chyba pracovníka KAUTEXU nebo technická závada	1	Manuální založení v SAP	Při příjmu v RBCB	1	3				
2.12		Odeslání materiálu z Kautexu do RBCB a přeprava	Pozdní čas odjezdu z KAUTEXU	Pozdní čas příjezdu do RBCB	5	Opožděný výdej materiálu	2	Pojistka 12 hodin v MFC II	Telefonát z KAUTEXU	2	20				
2.13				Omezení výroby				Porucha automobilu	2	20					
2.14				Omezení výroby				Chyba pracovníka	2	20					
2.15			Materiál poškozen při přepravě	Požadovaný výrobek není možno vyrobit	4	Špatně zabalený materiál (nedodržení balícího předpisu)	3	Kontrola při příjmu materiálu	Při příjmu v RBCB	2	24				
		Omezení výroby													
3.1		Příprava vyskladnění	Záměna materiálu	Dodán špatný materiál	10	Chyba pracovníka	2	Pojistka 1 hodina v MFC II	Zjistí výroba	4	80	Zvýšená kontrola při příjmu			
				Omezení výroby											

Zdroj: Vlastní zpracování



**Příloha 4: Formulář FMEA procesu JIS – str. 3**

 <b>BOSCH</b>		Proces: Just in sequence KAUTEX FMEA Tým: Bednářová Lenka, Krejčí Michal, Malý Michal, Franěk Václav Zodpovědnost: Franěk Václav Zpracoval: Franěk Václav		Strana: 3 Datum: 21.6.2013											
Pořadí	Proces	Funkce	Možná vada	Proces		Možné příčiny chyby	Výskyt	Opatření	Objevení chyby	Opatření		Výsledky			
				Význam	Kritičnost					Doporučená opatření	Odpovědnost a termín realizace	Provedená opatření	Význam	Výskyt	Odhaltitelnost
3.2	Výdej materiálu - MWV a sekvenční díly z EDL	Vytisknutí sekvenčních etiket	Nekvalitně vytisknutá etiketa	Není možné naskenovat etiketu	4	Porucha tiskárny (prázdný toner)	3	Pravidelná revize tiskárny, čištění a kontrola hladiny toneru	Při tisku etikety v KAUTEXU	2	24				
				Opožděná příprava materiálu pro výrobu v RBCB					Při skenování etikety v RBCB						
3.3			Etiketa nejde vytisknout	Opoždění výdeje materiálu					5	Porucha tiskárny	2	Pravidelná revize a čištění tiskárny	Při tisku etikety v EDL	1	10
				Nenaložení materiálu na MR											
				Pozdní příjezd do RBCB											
3.4		Nalepení etiket na palety	Ztráta etiket při manipulaci	Materiál dodán bez etikety	3	Špatně nalepená etiketa na paletu	3	Dotisk etikety v MFC II	Při skládání z MR	1	9				
				Materiál není možné přijmout skenováním do DCI											
3.5			Záměna etiket	Materiál není naložen dle sekvence na MR					8						
				Špatně navezený materiál na pozici před výrobu											
3.6		Naložení materiálu	Materiál je naložen ve špatném pořadí na MR	Opožděná příprava materiálu pro výrobu v RBCB	2	Nedodržení layoutu nakládky	3	Kontrola správnosti naložení materiálu při skládání z MR		Při skládání v MFC II	1	6			
				Špatně navezený materiál na pozici před výrobu											
3.7			Materiál nebo balení poškozeno při manipulaci	Naložení vadného materiálu					7	Chyba pracovníka EDL - Neopatrnost při manipulaci					
				Omezení výroby											
3.8			Materiál nenaložen	Materiál nedodán	9	Chyba pracovníka	2	Kontrola na přípravné ploše			Při přípravě v MFC II	4	72		
				Omezení výroby											
3.9		Odeslání materiálu z EDL do RBCB	Pozdní čas odjezdu	Pozdní čas příjezdu do RBCB					6	Opožděný výdej materiálu	2				
				Omezení výroby											
3.10				Porucha automobilu	2	Chyba pracovníka	2	Pojistka 1 hodina v MFC II					2	24	
				Omezení výroby											
3.11				Chyba pracovníka					2	Špatně zabalený materiál (nedodržení balíčního předpisu)	2				
				Omezení výroby											
3.12			Materiál poškozen při přepravě	Požadovaný výrobek není možno vyrobít	7										
				Omezení výroby											

Zdroj: Vlastní zpracování

**Příloha 5: Formulář FMEA procesu JIS – str. 4**

Pořadí		Proces										Opatření			Výsledky							
		Proces	Funkce	Možná vada	Možné následky vady	Význam	Kritičnost	Možné příčiny chyby	Vyskyt	Opatření	Objevení chyby	Odhaltitelnost	RPN	Doporučená opatření	Odpovědnost a termín realizace	Provedená opatření	Význam	Vyskyt	Odhaltitelnost	RPN		
4.1	Převzetí a vykládka materiálu v RBCB	Příjezd MR	Pozdní příjezd	Opožděná příprava materiálu pro výrobu v RBCB	6		Porucha automobilu	2	Pojistka	V průběhu dopravy do RBCB	2	24										
				Omezení výroby			Komplikovanost provozu na komunikacích	4	Pojistka	V průběhu dopravy do RBCB	2	48										
							Chyba pracovníka - řidiče	2	Pojistka	Před odjezdem do RBCB	2	24										
			MR nepřijede (déle jak 1 dodávkový cyklus) - nemožnost sonderu	Omezení výroby	10	Porucha automobilu	1	bez opatření	V průběhu dopravy do RBCB	5	50											
			MR nepřijede (déle jak 1 dodávkový cyklus) - možnost sonderu	Omezení výroby	8	Porucha automobilu	1	Sonder	V průběhu dopravy do RBCB	2	16											
			Manipulace s materiálem	Poškození materiálu při manipulaci - převržení palety	Nemožnost vyrobit materiál podle sekvence	6	Chyba pracovníka EDL - neopatrnost při manipulaci	2	Pojistka, změna plánu	Při převržení palety	2	24										
					Omezení výroby					Zjistí výroba												
			Kontrola materiálu z KAUTEXU podle dodacího listu	Dodané balení poškozeno	Nemožnost vyrobit materiál podle sekvence	6	Poškození balení při transportu	2	Kontrola naložení řidičem	Zjistí výroba při příjmu v RBCB	2	24										
					Omezení výroby																	
				Složení materiálu na konkrétní místo v RBCB	Materiál je složen na nesprávné místo	Opožděná příprava materiálu pro výrobu v RBCB	4	Chyba pracovníka - neopatrnost	2	Kontrola při přípravě na plochu	Zjistí se při následné manipulaci	2	16									
				Omezení výroby																		
			Žádné volné místo pro složení materiálu	Více práce v MFC II při skládání	3	Nahromadění materiálu v RBCB - skluz výroby	3	Definované sonder plochy	Zjistí pracovník MFC II	1	9											
				Nutnost sonder plochy																		
			Poškození materiálu vlivem nízkých teplot	Omezení výroby	7	Materiál vystaven velkému kolísání teplot (problém s mrazem) - uskladnění před halou	2	Temperace materiálu v MFC II	Zjistí výroba	2	28											


Zdroj: Vlastní zpracování

**Příloha 6: Formulář FMEA procesu JIS - str. 5**

Pořadí		Proces										Opatření			Výsledky			
Proces	Funkce	Možná vada	Možné následky vady	Význam Kritičnost	Možné příčiny chyby	Výskyt	Opatření	Objevení chyby	Odhaltelnost	RPN	Doporučená opatření	Odpovědnost a termín realizace	Provedená opatření	Význam	Výskyt	Odhaltelnost	RPN	
5.1 5.2 5.3 5.4 5.5 5.6 5.8 5.9 5.10 5.11 5.12 5.13	Sken etikety a odebrání tanků	Etiketa nejde naskenovat	Omezení výroby	6	Porucha snímacího zařízení	2	Manuální přeskladnění	Zjistí pracovník MFC II	1	12								
					Špatně vytištěná etiketa	2	Dotisk etikety v MFC II	Zjistí pracovník MFC II	1	12								
		Tanky nejsou seřazeny dle sekvence	Omezení výroby	7	Chyba pracovníka RBCB - prohození balení	2	Kontrola při odběru výrobou	Zjistí výroba	4	56								
		Tank na přípravné ploše není připraven	Omezení výroby	8	Materiál není v MFC II	2	Kontrola v DCI	Zjištění při přepravě materiálu	2	32								
					Materiál není možno použít z důvodu kvality	3	Díly zablokovány příznakem S nebo červeným lístkem	Zjistí namátková kontrola, zjistí výroba	2	48								
					Opoždění při přípravě materiálu v MFC II	4	Prázdná plocha signalizující problém	Zjistí pracovník MFC II	1	32								
	Sken etikety a odebrání van a izolací	Etiketa nejde naskenovat	Omezení výroby	6	Porucha snímacího zařízení	2	Manuální přeskladnění	Zjistí pracovník MFC II	1	12								
					Špatně vytištěná etiketa	2	Dotisk etikety v MFC II	Zjistí pracovník MFC II	1	12								
		Vany a izolace nejsou seřazeny dle sekvence	Omezení výroby	7	Chyba pracovníka RBCB - prohození	2	Kontrola při odběru výrobou	Zjistí výroba	4	56								
		Vany a izolace na přípravné ploše nejsou připravené	Omezení výroby	8	Materiál není v MFC II	2	Kontrola v DCI	Zjištění při přepravě materiálu	2	32								
					Materiál není možno použít z důvodu kvality	3	Díly zablokovány příznakem S nebo červeným lístkem	Zjistí namátková kontrola, zjistí výroba	2	48								
					Opoždění při přípravě materiálu v MFC II	4	Prázdná plocha signalizující problém	Zjistí pracovník MFC II	1	32								

Zdroj: Vlastní zpracování

**Příloha 7: Formulář FMEA procesu JIS - str. 6**

 <b>BOSCH</b>		Proces: Just in sequence KAUTEX FMEA Tým: Bednářová Lenka, Krejčí Michal, Malý Michal, Franěk Václav Zodpovědnost: Franěk Václav Zpracoval: Franěk Václav		Strana: 6 Datum: 21.6.2013																	
Pořadí	Proces	Funkce	Možná vada	Možné následky vady	Proces				Opatření			Výsledky									
					Význam Kritičnost	Možné příčiny chyby	Výskyt	Opatření	Objevení chyby	Odhaltelnost	RPN	Doporučená opatření	Odpovědnost a termín realizace	Provedená opatření	Význam	Výskyt	Odhaltelnost	RPN			
5.14	Výroba hotového produktu	Sken etikety a odebrání obalu na pracoviště balení	Etiketa nejde naskenovat	Omezení výroby	6	Porucha snímacího zařízení	2	Manuální přeskladnění	Zjistí pracovník MFC II	1	12										
5.15						Špatně vytištěná etiketa	2	Dotisk etikety v MFC II	Zjistí pracovník MFC II	1	12										
5.16			Obal není připraven dle sekvence	Omezení výroby	7	Chyba pracovníka RBCB - prohození balení	2	Kontrola při odběru výrobou	Zjistí výroba	4	56										
5.17			Obal na přípravné ploše není připraven	Omezení výroby	8	Materiál není v MFC II	2	Kontrola v DCI	Zjištění při přepravě materiálu	2	32										
5.18						Materiál není možno použít z důvodu kvality	3	Díly zablokovány příznakem S nebo červeným lístkem	Zjistí namátková kontrola, zjistí výroba	2	48										
5.19						Opoždění při přípravě materiálu v MFC II	4	Prázdná plocha signalizující problém	Zjistí pracovník MFC II	1	32										
6.1	Výroba hotového produktu	Výrobní proces	Pomalejší než plán	Nahromadění materiálu v MFC II	5	Porucha výrobní linky	4	Pravidelná údržba výrobní linky, TPM	Zjistí pracovník výroby	1	20										
6.2				Potřeba sonderploch		Lidský faktor - nedostatek pracovníků	5	Posílení směny pracovníkem z jiné linky	Zjistí vedoucí směny ve výrobě	1	25										
6.3		Vyřazení výrobků z důvodu kvality (do 3 ks)	Omezení výroby	2	Vadný materiál	3	Pojistka 3 kusy	Zjistí výroba	3	18											
6.4											Výrazné omezení výroby	8	Hromadná vada výrobku	2	Změna plánu	Zjistí výroba	3	48			
6.5		Nedostatek materiálu v supermarketu	Omezení výroby	8	Problémy při dodání materiálu do supermarketu viz. logistická FMEA	2	Viz. Logistická FMEA	Zjistí disponent logistiky	2	32											
6.6								Zjistí výroba													
6.7		Odvádění	Nelze odvést hotové výrobky v SAP	Omezení výroby	8	Nedostatek materiálu na PVB	3	Navýšení stavu v SAP	Zjistí pracovník výroby	1	24										
6.8		Kontrola odvedení balení	Nelze provést kontrolní sken	Balení nejde odvézt z výroby	8	Porucha snímacího zařízení	2	Výměna snímacího zařízení	Zjistí pracovník výroby	1	16										
6.9						Chybný kód	2	Přetisk etikety	Zjistí pracovník výroby	1	16										
6.10						Chyba systému	3	Přechod na nouzový plán	Zjistí pracovník výroby	1	24										

Zdroj: Vlastní zpracování

**Použité zkratky:**

RBCB	Robert Bosch spol. s r.o. České Budějovice
MR	milk run
MFC	první centrum materiálového toku (materialflow centre)
MFCII	druhé centrum materiálového toku (materialflow centre II)
EDL	externí sklad
MW	vícecestný obal