

**Projekt inovace systému managementu kvality  
prostřednictvím reverzní FMEA analýzy  
ve společnosti Continental Automotive Czech  
Republic, s.r.o.**

Bc. Iveta Kučerová

---

Diplomová práce  
2017/2018



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta managementu a ekonomiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta managementu a ekonomiky  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů  
akademický rok: 2017/2018

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Iveta Kučerová**  
Osobní číslo: **M16739**  
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**  
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**  
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Projekt inovace systému managementu kvality prostřednictvím reverzní FMEA analýzy ve společnosti Continental Automotive Czech Republic, s. r. o.**

Zásady pro vypracování:

### Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

#### I. Teoretická část

- V systematickém přehledu zpracujte teoretické poznatky vztahující se k managementu jakosti a nástrojům kvality.
- Aplikujte tyto teoretické poznatky na oblast automotive.

#### II. Praktická část

- Proveďte analýzu současného stavu systému managementu kvality ve vybrané lokaci společnosti se zaměřením na využití metody FMEA.
- Navrhněte projekt zefektivnění systému managementu kvality prostřednictvím reverze FMEA ve vybrané lokaci.
- Zhodnoťte předložený návrh.

### Závěr

Rozsah diplomové práce: **cca 70 stran**  
Rozsah příloh:  
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Analýza možných způsobů a důsledků poruch (FMEA): referenční příručka. 4. vyd. Praha: Česká společnost pro jakost, 2008, 143 s. ISBN 978-80-02-02101-8.  
BLECHARZ, Pavel. Základy moderního řízení kvality. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2011, 122 s. ISBN 978-80-86929-75-0.  
KOŽÍŠEK, Jan. Management jakosti II. Vyd. 2., přeprac. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005, 139 s. ISBN 80-01-03287-6.  
OAKLAND, John. Total quality management and operational excellence: text with cases. 4th edition. New York: Routledge, 2014, 500 s. ISBN 978-0-415-63549-3.  
STAMATIS, Diomidis. Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution. 2nd edition, rev. and expanded. Milwaukee, Wisc.: ASQ Quality Press, 2003, 455 s. ISBN 0-87389-598-3.  
VEBER, Jaromír. Management: základy, moderní manažerské přístupy, výkonnost a prosperita. 2., aktualiz. vyd. Praha: Management Press, 2009, 734 s. ISBN 978-80-7261-200-0.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Kateřina Gálová**  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů  
Datum zadání diplomové práce: **15. prosince 2017**  
Termín odevzdání diplomové práce: **17. dubna 2018**

Ve Zlíně dne 15. prosince 2017



doc. Ing. David Tuček, Ph.D.  
*děkan*



prof. Ing. Felicitas Chromjaková, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

## PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

### Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užit své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s přípoštění-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

### Prohlašuji,

1. že jsem na diplomové/bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
2. že odevzdaná verze diplomové/bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 17.4.2018

Jméno a příjmení: IVETA KVČEROVÁ



podpis diplomanta

## **ABSTRAKT**

Předložená práce se zabývá zavedením metody reverzní FMEA ve vybraném závodě. Společnost Continental se snaží o trvalé zlepšování stávajících procesů. Hlavním motivem je zvýšení kvality, produktivity a odstranění plýtvání. Metoda FMEA je již v závodě zavedena, ale u starších projektů není řízena efektivně. Je potřeba zavést proaktivní přístup, pomocí něhož budou nalezena nová nápravná opatření přispívající ke zlepšení kvalitativních ukazatelů a spokojenosti zákazníků. První část shrnuje teoretická východiska. Následuje představení společnosti, a analýza současného stavu využívání metody FMEA. V praktické části jsou shrnuty poznatky realizace projektu na pilotní lince. Očekávaným výstupem práce je zavedení standardizované reverzní FMEA v celém závodě.

Klíčová slova: kvalita, automobilový průmysl, FMEA, reverzní FMEA, kontrolní list, standardizace

## **ABSTRACT**

This writing describes the launch of reverse FMEA method in selected company. Continental company is giving an effort to constantly improve its internal processes. The main reasons to do so is the improvement of quality, production and also elimination of the waste. The FMEA method is already implemented within the company but its coordination within older projects is not effective enough. There is a need to implement proactive method which will help to find a new corrective actions. This should lead to an improvement of quality key points and satisfaction for the customer. The first part summarise the theoretical containment. The second part is about introduction of the company followed by the current state of FMEA method use. In the practical part of writing there is a summarisation of knowledge used during the realisation on the pilot line. Expected outcome of this writing is to launch standardised reverse FMEA method within the whole company.

Keywords: quality, automotive, industry, FMEA, reverse FMEA, check list, standardisation.

Předně děkuji vedoucí mé diplomové práce Ing. Kateřině Gálové, za odborné vedení při jejím zpracování, cenné rady a vstřícný přístup. Dále bych ráda poděkovala všem kolegům ze společnosti Continental, kteří spolupracovali při tvorbě projektu. Speciálně pak Ing. Sušovskému a Ing. Grossmannové za ochotu, spolupráci, a poskytnutí potřebných informací.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 KVALITA</b> .....	<b>12</b>
1.1 SPOKOJENOST ZÁKAZNÍKA .....	13
1.2 PLÁNOVÁNÍ JAKOSTI A KVALITA VE VÝROBĚ.....	14
1.3 NÁSTROJE JAKOSTI.....	15
1.3.1 Kontrolní tabulky a záznamníky .....	15
1.3.2 Histogram.....	16
1.3.3 Vývojové diagramy .....	16
1.3.4 Paretova analýza.....	17
1.3.5 Ishikawův diagram .....	18
1.3.6 Bodový korelační diagram .....	19
1.3.7 Regulační diagram .....	19
<b>2 FMEA</b> .....	<b>20</b>
2.1 HISTORIE FMEA .....	21
2.2 DRUHY FMEA .....	21
2.3 REALIZAČNÍ TÝM .....	22
2.4 POSTUP TVORBY FMEA.....	23
2.5 VÝHODY A NEVÝHODY .....	25
2.6 REVERZNÍ FMEA.....	26
<b>3 OSTATNÍ METODY A ANALÝZY</b> .....	<b>27</b>
3.1.1 SWOT .....	27
3.1.2 RIPRAN .....	28
3.1.3 Logický rámec projektu .....	28
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>29</b>
<b>4 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI CONTINENTAL</b> .....	<b>30</b>
4.1 OUR BASICS.....	32
4.2 PŘÍSTUP KE KVALITĚ .....	33
4.3 PORTFOLIO VÝROBKŮ.....	34
<b>5 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VYUŽITÍ METODY FMEA</b> .....	<b>35</b>
5.1 TVORBA METODY P-FMEA.....	35
5.2 FÁZE TVORBY FMEA.....	38
5.3 VÝSTUPY.....	42
5.4 ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO ŘEŠENÍ.....	43
<b>6 VYMEZENÍ PROJEKTU</b> .....	<b>44</b>

6.1	LOGICKÝ RÁMEC .....	45
6.2	SWOT.....	46
6.3	RIPRAN .....	47
<b>7</b>	<b>TVORBA PROJEKTU .....</b>	<b>49</b>
7.1	PLÁNOVÁNÍ.....	50
7.1.1	Standardizovaný Checklist a akční plán .....	50
7.1.2	Výběr projektu .....	51
7.1.3	Definování týmu.....	53
7.1.4	Harmonogram .....	54
<b>8</b>	<b>REALIZACE PROJEKTU .....</b>	<b>56</b>
8.1	NÁLEZY A DEFINOVANÁ OPATŘENÍ.....	57
8.1.1	Nízký tlak .....	57
8.1.2	Jiný typ granulátu .....	59
8.1.3	Náhradní vložky .....	60
8.1.4	Poškození těsnící gumičky .....	61
8.1.5	Chybějící bushing.....	62
8.1.6	Bushing navíc.....	64
8.1.7	Ohnutý leadframe.....	64
8.2	SHRnutí NÁLEZŮ .....	66
<b>9</b>	<b>VYHODNOCENÍ PROJEKTU .....</b>	<b>67</b>
9.1	ZHODNOCENÍ R-FMEA NA PILOTNÍ LINCĚ .....	67
9.1.1	Analýza změny šrotace .....	68
9.1.2	Analýza změny PPM.....	70
9.2	ZAVEDENÍ R-FMEA V ZÁVODĚ .....	70
9.3	FINANČNÍ NÁKLADY PROJEKTU .....	71
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>72</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>73</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>75</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>76</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>77</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>78</b>



## ÚVOD

V současném automobilovém průmyslu je kvalita na prvním místě. Ať už se jedná o kvalitu výrobků, procesů, či v přístupu k zákazníkovi. Velké automobilové společnosti od dodavatelů vyžadují dodržování svých požadavků a standardů kvality. Ani to ale v dnešní době nestačí k dlouhodobému udržení zákazníka. Existuje velká konkurence a dodavatelé musí být proaktivní k zajištění pevné pozice na trhu. Je potřeba přicházet s inovativními nápady a nepřestávat zavádět nové nástroje a metody vedoucí ke zlepšení. V případě nalezení nedostatku je nutné jeho odstranění.

Velkou úlohu má cena výrobku. Každým dodatečným nákladem na nekvalitu, se produkt prodražuje. Jedná se zejména o neshodné díly, v jejichž případě musíme počítat s jejich likvidací, nebo s třízením. Náklady zpočátku rostou s životností produktu a jeho rozpracovaností. Je levnější vyšrotovat výrobek na první stanici, než po konečné zkoušce. Když chybu odhalí zákazník, tak musí dodavatel zaplatit například práci zdržení výroby a práci za vymontování. Je proto nutné problémům předcházet a nalézat potenciální chyby ještě před jejich vznikem.

Společnost Continental Automotive Czech Republic, s. r. o. má jeden ze svých závodů ve Frenštátě pod Radhoštěm. Je zde zavedena metoda FMEA, která analyzuje výskyt možných vad a jejich následků. Přesto se zde setkáme s množstvím reklamací, které nebyly dříve zváženy a vyhodnoceny, a s velkým počtem neshodných dílů, které jsou odhaleny až na konečné zkoušce. Bylo rozhodnuto zavést nový standardizovaný systém reverzní FMEA, který pomůže k aktualizaci stávajícího dokumentu. Předpokládá se nalezení míst vzniku chyb, které se odstraní zavedením opatření, což eliminuje plýtvání a může zvýšit produktivitu.

Diplomová práce se skládá z teoretické a praktické části. Nejdříve je vysvětlena kvalita jako taková, spokojenost zákazníka, důležitost plánování a hlavní nástroje kvality. Dále je představena metoda FMEA a ostatní metody a analýzy, které jsou použity v praktické části. Práce je rozdělená na dvě hlavní části. V praktické části je nejdříve představena společnost a provedena analýza současného stavu. Následuje vymezení projektu, jeho tvorba a realizace na pilotní lince a vyhodnocení.

## CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cílem diplomové práce je zavedení metody reverzní FMEA ve vybraném závodě, za účelem zlepšení kvality a splnění požadavků zákazníků. K jeho dosažení byly použity metody využívající se v průmyslovém inženýrství. Stávající metoda FMEA byla podrobena analýze, která zkoumala její nastavení, nedostatky a dodržování ve společnosti.

Nejdříve bylo potřeba nastudovat literaturu zabývající se danou problematikou, metodou FMEA a dalšími použitými metodami. Analytická část probíhala přímo ve vybraném závodě, kde jsem měla možnost být účastníkem týmu FMEA. Došlo k analýze míry dodržování interních směrnic a procedur. V rámci vymezení projektu byla použita analýza SWOT, RIPRAN a logický rámeček.

Při tvorbě projektu bylo potřeba navrhnout kontrolní list standardizovaný na všechny procesy. Pro realizaci reverzní FMEA musela být určena pilotní linka. Výběr probíhal z projektů zákazníka General Motors, podle počtu reklamací na milion vyrobených kusů za posledních 6 měsíců před zahájením projektu. Byl definován realizační tým a harmonogram projektu.

Po samotné realizaci reverzní FMEA bylo provedeno vyhodnocení, které je rozděleno na tři části. Nejdříve je zhodnocena reverzní FMEA na vybrané lince pomocí analýzy změny šrotace a změny PPM. Následně je zhodnoceno zavedení reverzní FMEA v závodě. Poslední část se zabývá finančními náklady projektu. Konkrétně tedy náklady na pracovníky a náklady na implementaci zvolených nápravných opatření.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 KVALITA

Vítězová (2009, s. 10) shrnula ve své práci nejznámější definice kvality:

- Crosby: „*Kvalita je shoda s požadavky.*“
- Deming: „*Kvalita je, když se vrací zákazník a ne zboží.*“
- McDonald, Piggot: „*Kvalita je úsilí o potěšení zákazníka neustálým vylepšováním a uspokojováním jeho požadavků.*“
- Jacques Horovitz: „*Kvalita je úroveň dokonalosti, kterou si podnik vybral, aby oslovil své vybrané zákazníky. Je to současně způsob, jakým se s touto úrovní ztotožňujeme.*“
- Ishikava: „*Kvalita je výrobek nebo služba, které jsou ekonomické, nejužitečnější a vždy uspokojivé pro spotřebitele.*“

Mezinárodní norma ČSN EN ISO 9000:2001 uvádí definici kvality: „*Kvalita (jakost) je stupeň splnění požadavků souborem inherentních znaků*“. Přičemž inherentní znak tvoří základ produktu a podmiňuje účel, za nímž byl produkt vytvořen. Například v případě výroby senzorů je nutné, aby plnily svou funkci. Jedná se o tu hlavní podstatu, proč výrobek kupujeme.

Blecharz (2011, s. 9) doplňuje, že v současné moderní době už nejde pouze o samotný výrobek. Kvalita je spojována i s dalšími činnostmi a procesy, které vedou ke spokojenosti zákazníka. Dále uvádí, že v současnosti se zákazníci více zaměřují na funkci výrobku, a méně na technické parametry a proces výroby. Zajímá je zejména využitelnost produktu a míra uspokojení potřeb. Marketing se přizpůsobuje tomu, že se spotřebitelé zaměřují na užitek či službu a méně na výrobek jako takový. Jakost shrnuje jako technickou, ekonomickou a sociální veličinu s morálními aspekty. Jinými slovy je pro zákazníka nejdůležitější funkce, poměr ceny a kvality, přístup poskytovatele/prodejce a přístup výrobce.

Definic kvality existuje mnoho a každá nám poskytuje trochu jiný pohled na jakost. Z výše vybraných názorů nelze ani jeden označit za chybný. Nemohu ale říci, že souhlasím s Demingem nebo Crosbym. Zákazníci se v některých případech spokojí s levnějšími výrobky na úkor jakosti. Blecharz spíše doplnil definici normy ISO 9000 a upozornil na to, že kvalita nezačíná a nekončí pouze ve fázi vývoje. Je nutné se na ni zaměřovat i po dobu výroby, prodeje a i poté by měl být zákazníkovi dopřán dodatečný servis (například v podobě možnosti reklamace). Kvalita je o neustálém zlepšování, snahy dosáhnout naprosto

vyhovujícího produktu a služeb. Vyšší náklady na jakost ve fázi vývoje znamenají úsporu ve fázi výroby a po ní.

## 1.1 Spokojenost zákazníka

Blecharz (2011, s. 19) uvádí, že veškeré naše aktivity soustředěné na jakost jsou uskutečněny za účelem uspokojení potřeb zákazníka. Ten si za veškeré služby a produkty platí, což umožňuje organizaci fungovat. Je to právě on, kdo dává lidem práci a plat, nikoli samotná organizace. Jeho spokojenost je pro organizaci podstatná a projeví se na kvalitě výrobku i efektivitě procesů. K uspokojení zákazníka je nutné znát jeho požadavky, které se dají zjistit pomocí marketingového průzkumu, pomocí znalostí a zkušeností zaměstnanců ve firmě, popřípadě sběrem a vyhodnocováním stížností a reklamací. Je nutné tyto informace aktivně zjišťovat a vyvíjet aktivitu k promítnutí jeho potřeb na výsledný výrobek.

Veber a kol. (2009, s. 503) v knize výše uvedený názor nepopírá a doplňuje, že nejsou podstatné zájmy firmy, ale zájmy zákazníka. Ten je na prvním místě a je důležitá jeho spokojenost. V této publikaci jsou uvedeny i doporučení, jak toho dosáhnout.

1. Není podstatná pouze kvalita výrobku, ale i služby s ním spojené.
2. Je důležité aktivně vyhledávat bariéry a pracovat na jejich odstranění, jelikož mohou bránit spokojenosti zákazníků. Je proto dobré se zaměřit na rychlou a bezproblémovou komunikaci, zjednodušení portálů využívaných zákazníky, předcházení stížnostem apod.
3. Orientace na neustálé zlepšování ve výrobě a přístup k zákazníkovi.
4. Zaměření se na zaměstnance firmy, na jejich výběr, vzdělávání, jednání a orientaci na zákazníka.
5. Měření, ověřování a průběžné vyhodnocování spokojenosti zákazníka. V případě negativních zjištění je nutné sjednat rychlou nápravu, omezit či zabránit nespokojenosti. Často se využívají dotazníky, rozhovory, osobní schůzky apod.
6. Snaha o dlouhodobou spolupráci se zákazníky. Například podílení se na vývoji nových výrobků, inovativních řešení, odměny za věrnost, společné řešení problémů, oznamování novinek a akcí...

Nenadál (2016, s. 49) se zabývá nutností měření spokojenosti zákazníka. Podle něj je nutné, aby organizace měla zpracovaný, zdokumentovaný, a řádně aplikovaný systém zpětné vazby. Jako největší slabinu českých firem vnímá nestandardizovaný postup vyhodnocování

nashbíraných dat. Zaměstnanci si dělají svá vlastní vyhodnocení, která jsou nesystematická a neúčelná. Společnosti často vyhodnocují pouze nespokojenost zákazníka na základě reklamací, ale je třeba si uvědomit, že nelze rozlišovat mezi spokojeností a nespokojeností zákazníků. Velké množství reklamací neznamena vždy vysokou míru nespokojenosti. Naopak zákazníci mohou být spokojeni s procesem a přístupem k řešení stížností.

Spokojenost zákazníků je v dnešní době velkým tématem. Od kvality výrobků se čím dál více zaměřují společnosti i na zkvalitňování služeb. Zákazníci jsou žádáni o hodnocení dodavatelů většinou jednou do roka, což se následně vyhodnocuje, a z tohoto hodnocení existuje i záznam. Nejdůležitější jsou vždy požadavky zákazníka, které při zahájení spolupráce podepisují obě strany. Dodavatel se zavazuje tyto požadavky plnit bezpodmínečně. V automobilovém průmyslu mají někteří zákazníci zaveden Q-HELP program zaměřený na zlepšování kvality. V případě nedodržení zákaznických požadavků může dodavatel spadnout do jedné ze tří úrovní, přičemž 3. úroveň je nejhorší. Znamená to zvýšenou četnost auditů, vícenáklady a sankce, tvorbu akčního plánu, definování nápravných opatření apod. Zákazník definuje svého zástupce, který bude zodpovědný za zlepšování kvality v závodě. Veškeré náklady s tím spojené platí dodavatel.

## 1.2 Plánování jakosti a kvalita ve výrobě

Nenadál a kol. (2008, s. 106) tvrdí, že důležitost plánování v dnešní době velmi roste a přispívá i ke konkurenceschopnosti společnosti. Zásadním způsobem přispívá ke spokojenosti zákazníků. Jedná se o podstatnou aktivitu potřebnou k dosažení požadované kvality výrobku a prevenci závad. Důležitou roli hraje hlavně v průběhu vývoje, při změnách, a při zjištění nedostatků v kvalitě produktu či procesů. Zdůrazňuje i finanční úspory. Platí totiž, že dobrým strategickým plánováním se již v rané fázi výrobku odhalí možné neshody. Jejich odstranění a náprava je mnohem levnější ve fázi vývoje než při výrobě. I přesto se stává, že je plánování potlačeno či urychlováno z důvodu potřeby rychlého zahájení výroby. Relevantní osoby by ale měly myslet na nevyhnutelné zvýšené náklady ve fázi výroby.

Blecharz (2011, s. 88) popisuje plánování kvality jako aktivity spojené s výrobkem v předvýrobní fázi. I v jeho práci se dočteme, že fáze vývoje významně ovlivňuje kvalitu výrobku, a to až z 80ti procent. Popisuje 6 základních kroků plánování kvality, které neprobíhají postupně ale souběžně. Jedná se o plánování a definování projektu, návrh a vývoj

produktu i procesu, validace, zpětná vazba, plán řízení a kontroly. Do této fáze vstupuje několik odborníků, kteří mají jasně určené odpovědnosti.

V minulosti platilo, že každý dělník nese plnou zodpovědnost za kvalitu vyráběného dílu. Bylo hlavně v jejich režii, jakou bude mít firma reputaci, a zda se budou zákazníci vracet. V dnešní době je kladen důraz zejména na oblast plánování. Kvalitní naplánování v budoucnu znamená, že výroba proběhne bez větších problémů. Pracovníci vývoje projektu by měli mít odpovídající plat za velkou zodpovědnost, kterou nesou. Na čem se odborníci shodují, je že sebemenší chyba ve vývojové práci se promítne několikanásobně při realizaci produktu. A to jak po finanční stránce, tak po stránce kvality.

### 1.3 Nástroje jakosti

Blecharz (2015, s. 84) nevnímá nástroje kvality jako složité. Naučit se je může každý, kdo se jim bude alespoň chvíli věnovat. Například v Japonsku je musí znát i každý operátor. Ve své práci přehledně shrnul všechny základní nástroje jakosti včetně názorných ukázek a obrázků.

Nenadál a kol. (2008, s. 298) říká, že sedm základních nástrojů managementu jakosti tvoří jednoduché statistické a grafické metody. Používají se zejména v rámci cyklu zlepšování výkonnosti procesů.

Nástrojů kvality, které lze využít je spousta. Jsou nedílnou součástí práce v automobilovém průmyslu, a to nejen na oddělení kvality. Jejich uplatnění je široké, pomáhají zlepšovat proces, hledat úzká místa, nalézat odchylky a chyby. Každý pracovník společnosti s nimi přijde do styku, ať už jde o operátora nebo o vrcholového manažera. V této práci je uveden pouze výběr těch základních, které by měl znát každý zaměstnanec.

#### 1.3.1 Kontrolní tabulky a záznamníky

Blecharz (2015, s. 84) popisuje důležitost sběru a záznamů dat, které se následně často promítají do dalších nástrojů a metod kvality. Pracovník, který bude daný úkon provádět, by měl být řádně zaškolen. Musí být jasně stanoveno kdy, kde a jaké informace se budou sbírat. Nejčastěji se využívají formuláře v tabulkové podobě. Měly by být přehledné, jednoduché a doplněné vzorem. Mělo by být i určené místo na poznámky, kde pracovník doplní neočekávané situace.

Nenadál a kol. (2008, s. 299) vyzdvihuje organizovanost a spolehlivost tabulek. Podle něj mají tři důležité oblasti aplikace: jednoduché spočítání položek, zobrazení rozdělení souboru měření a zachycení objevování určitého jevu. Data by měla být rozřazena podle předem určených parametrů. Zápis musí být umožněn provést jednoduše a přehledně, aby byl uživatelsky přijatelný jak pro zapisovatele, tak vyhodnotitele. Tabulka musí být vizualizována a přizpůsobena okamžité interpretaci. Měla by být standardizována, aby se předešlo chybným zápisům, přepisováním, pomalému vyhodnocování apod. Podle autora se nejčastěji používá Tabulka výskytu vad, dále Tabulka lokalizace dat a Tabulka rozdělení znaku jakosti či parametru procesu.

Ve společnosti Continental, je nejrozšířenější kontrolní tabulkou Kontrolní list. Je určen zejména pro pracovníky systémové obsluhy, kteří musí uvolňovat výrobu. Jedná se o jednoduchou tabulku s nadefinovanými procesy a k nim určenými kroky kontroly. Musí být například použity OK a NOK uvolňovací kusy, čímž se ověří funkčnost testu. Pracovník tedy vyplňuje příslušné kolonky buď odškrtnutím, nebo vepíše naměřenou hodnotu. V případě neshody musí pokračovat dle eskalačního postupu. V případě jakékoli nalezené neshody je linka neuvolněna k procesu a je nutné sjednat nápravu.

### 1.3.2 Histogram

Nenadál a kol. (2008, s. 302) uvádí, že histogram je grafické znázornění intervalového rozdělení četností. Jedná se o sloupce stejné šířky. Na ose x většinou šířka třídního intervalu a osa y často zobrazuje četnost. Graf může například zobrazovat četnost znaků kvality, jako například rozměrů produktu, teplotu, tlak apod. Jedná se o velmi známý a využívaný statistický nástroj.

Blecharz (2015, s. 90) popisuje, že při sledování čestnosti naměřených hodnot znaků jakosti nemůžeme volit intervaly, které jsou velmi malé nebo velké. Ovlivnilo by to vypovídající hodnotu histogramu. Vstupní data se dnes často mění, když nevyhovují interpretaci. Popisuje toleranční meze, které označují horní a dolní hranici tolerance.

### 1.3.3 Vývojové diagramy

Podle Noskiewičové (1996, s. 14) se vývojové diagramy používají pro grafické znázornění a zdokonalení procesu. Jedná se o zjednodušené popsání procesu, které slouží k lepšímu porozumění, často i k identifikaci problémů a snadnějšímu nalezení zlepšení. Mnohdy jej nalezneme ve výrobě jako součást dokumentace. Také uvádí, že v normě ČSN ISO 5807 jsou



vedeny nejčastěji používané symboly při tvorbě vývojového diagramu. Při jeho tvorbě se nejčastěji spolupracuje v týmu.

Blecharz (2015, s. 48) uvádí, že je nutné používat vizuální pomůcky k tomu, aby byl pochopen průběh a fungování procesu. Princip procesního řízení je složitý proces, který je třeba co nejvíce přiblížit pracovníkům. Vizuální schéma má vždy zobrazovat vstup, výstup a aktivity s tím spojené.

Svozilová (2011, s. 131) popisuje mapování procesních toků jakožto vizuální dokumentaci, jejichž výstupem jsou jedinečné diagramy zobrazující všechny informace důležité pro další analýzy. Umožňují uspořádaný a srozumitelný popis vývoje děje v čase. Existuje několik procesních diagramů jako například SIPOC diagram, diagramy přesunů, špagetové diagramy, procesní mapy, mapy budování přidané hodnoty atd.

Ve společnosti Continental jsou vývojové diagramy velmi často využívaným nástrojem. Každá linka má svůj procesní tok znázorněn právě takto. Každý operátor musí být s tímto dokumentem seznámen, a měl by porozumět celému toku výrobku. Tato vizualizace dále vstupuje do spousty metod kvality. Tento dokument lze uplatnit i při tvorbě reverzní FMEA. Jednoduchý procesní tok je doplněn o důležité informace, jako čísla materiálů, čísla pracovních návodů a podobně.

#### **1.3.4 Paretova analýza**

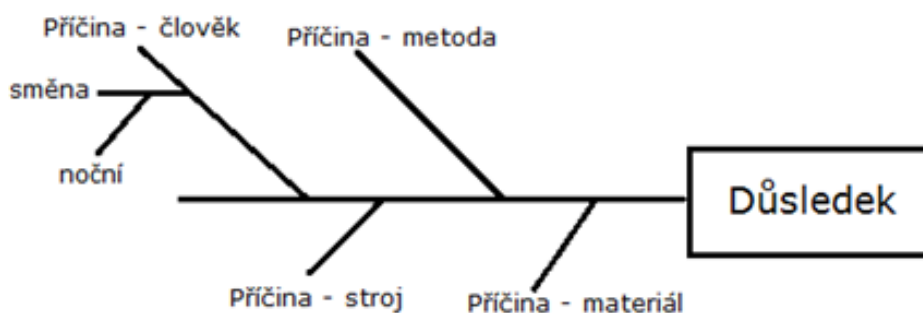
Nenadál a kol. (2008, s. 308) popisuje historii takzvaného Paretova pravidla 80/20. V 19. století Italský ekonom a sociolog Vilfredo Pareto zkoumal rozdělení bohatství mezi obyvatelstvem. Jeho závěr byl takový, že 80 % má ve vlastnictví 20 % lidí. Později se toto pravidlo dostalo, kdy jej J. M. Juran zobecnil a přeformuloval na Paretův princip. Podle něj je 80 – 95 % veškerých problémů a nedostatků způsobeno z malých příčin zastoupených 5 – 20 %. Právě o tyto příčiny je třeba se zajímat, nalézt a následně odstranit nebo eliminovat.

Blecharz (2011, s. 33) popisuje analýzu z pohledu kvality. Je zaměřená na zkoumání a vyhodnocení atributivních charakteristik. Většinou je na ose y zobrazena četnost výskytu problémů, vad, jevů atd. Hlavní myšlenou je, že 20 % vad způsobuje celkem 80 % výskytů všech vad. Položky jsou seřazeny podle jejich výskytu do grafu, následně je vyobrazena křivka s bodem zlomu právě v místě, kde se označí právě oněch 20 % vad způsobujících 80 % problémů.

Paretův diagram se stal velmi používaný nejen v oblasti kvality. Jedná se jednoduchý a oblíbený nástroj, který našel široké uplatnění. S jeho pomocí oddělíme to, co je opravdu důležité a čím je třeba se zabývat. Vede nás vizuálně ke správnému rozhodnutí.

### 1.3.5 Ishikawův diagram

Pro tuto techniku se používá několik pojmenování. Výraz Ishikawův diagram se používá podle autora Kaoru Ishikawy. Dále se můžeme setkat s názvem Diagram rybí kosti, 4-M diagram, či Diagram příčin a následků. Jedná se o vizuální techniku zobrazující vztah mezi příčinami a následky.



Obr. 1. Ishikawův diagram (Blecharz, 2011, s. 32)

Oakland (2014, s. 277) uvádí, že jde o užitečný způsob mapování vstupů mající efekt na kvalitu. Zjištěný účinek nebo událost je zobrazena na konci horizontální šipky. Případné příčiny se pak zobrazují jako šipky, které vstupují do hlavní šipky příčiny. Každá příčina pak může mít další podpříčiny. Celý diagram vzniká při brainstormingu, kde by měli být přítomni zástupci z různých oddělení pro zachování objektivitu.

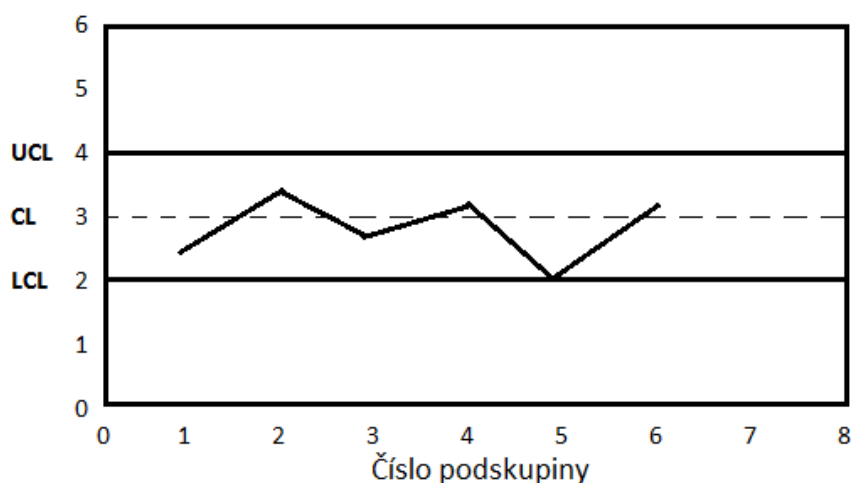
Nenadál a kol. (2008, s. 313) říká, že všichni účastníci musí mít přehled o tom, co se zapisuje a jak se postupuje. Na začátku se definuje problém, očekávaný přínos a definují se hlavní skupiny příčin, které vstupují do hlavní horizontální křivky. Za základní se považují 4M: machine – stroj, materiál – materiál, man – člověk a methods – metody. Často se pak ještě přidává environment – prostředí. Každý člen týmu pak uvádí každou možnou subpříčinu, která jej napadne. V druhé části nastává vyhodnocení. Nejčastěji pobíhá tak, že každý člen má k dispozici určitý počet bodů, které musí rozdělit podle svého uvážení k příčinám podle největší pravděpodobnosti. Nakonec je zavedeno opatření k odstranění nejdůležitějších příčin.

### 1.3.6 Bodový korelační diagram

Hutyra a kol. (2007, s. 149) vysvětluje, že se jedná o další grafickou pomůcku používanou při analýze závislosti mezi dvěma proměnnými, což nám dává přehledně základní informace o vzájemné souvislosti. S jeho pomocí můžeme porovnat dva kvalitativní znaky výrobku, nebo porovnat vztah mezi nějakým znakem kvality s určitým parametrem procesu. Můžeme například i posoudit správnost měření měřidla.

### 1.3.7 Regulační diagram

Blecharz (2011, s. 38) říká, že diagram spadá do oblasti statistické regulace, ale graf samotný má širší využití. Dává okamžitý, jednoduchý přehled o stavu procesu. Jedná se o průběhový diagram ohraničený pomocí regulačních mezí horního a dolního limitu. Tento grafický přehled nám dává okamžitou informaci o tom, zda je výroba pod kontrolou. V případě, že se hodnoty dostávají mimo limity, je potřeba zasáhnout do procesu.



Obr. 2. Regulační diagram (Nenadál, 2008, s. 318)

Ve společnosti Continental se často setkáme s dvěma limity. Ten první umožňuje větší rozptyl výroby. Jsou to meze, které určuje zákazník ve svých požadavcích. Blíže k centrální lince jsou poté další regulační meze, které se nastavují interně. Cílem je se udržet se v interních mezích, a každá odchylka se musí okamžitě řešit. Jedná se o proaktivní přístup s maximální snahou o ochranu zákazníka a co nejvyšší kvalitu.

## 2 FMEA

Referenční příručka Analýza možných způsobů a důsledků poruch (2008, s. 8) popisuje FMEA jako jednu z nejdůležitějších metod prevence v rámci kvality. Jde o základní nástroj plánování kvality užívaný na celém světě a uznávaný v automobilovém průmyslu. V dnešní době jej musí používat každá automobilová společnost a dokonce i dodavatelé pro automobilový průmysl. Pomáhá předcházet závadám, a tudíž zamezuje finančně nákladným opravám závad v sériové výrobě.

V praxi se můžeme setkat s nejrůznějšími podobami softwaru, které jsou k dispozici za nemalý poplatek. Právě z důvodu financí se některé firmy rozhodnou pro používání formátu v excelu. K její tvorbě dochází při fázi vývoje. Jedná se o živý dokument a jeho aktualizace probíhají při změnách produktu nebo procesu, ale také například při stěhování.

Blecharz (2015, s. 105) uvádí, že pomocí této metody se určují potenciální chyby, riziko těchto chyb a následně umožňuje snížení možnosti dopadu na zákazníka. Je zde možnost rozsáhlé aplikace na různé výrobky a procesy. Jejím zavedením mohou firmy dosáhnout odhalení až 90% možných vad. Při tvorbě je důležitá týmová práce, kde spolu spolupracují zástupci ze všech zainteresovaných oddělení.

Nenadál a kol. (2008, s. 118) dodává, že se tato metoda aplikuje hlavně při nových projektech, ale může být použita i pro stávající výrobu. Ve vývojové fázi musí být provedena dostatečně brzy, ideálně při zpracování prvního návrhu. Dále zdůrazňuje nutnost metodického a organizovaného řízení celého týmu zkušenou osobou.

Stamatis (2003, s. 103) říká, že se jedná o specifickou metodiku pro vyhodnocení systému, návrhu, procesu nebo služby, a hledání různých způsobů jak může dojít k selhání. Také uvádí, že FMEA symbolizuje změnu myšlení, která nastala ve vnímání kvality. Už se nezaměřujeme na řešení problémů, ale snažíme se jim předcházet. Místo sledování plýtvání se snažíme o eliminaci. Místo počítání množství spolehlivosti se zaměřujeme na snižování nespolehlivosti.

Nenadál a kol. (2008, s. 106) popisuje nový trend v oblasti managementu jakosti, kdy se přesouvá pozornost od detekce k prevenci. Detekce je zaměřena hlavně na použití a maximální využitelnost metod následné kontroly. Jedná se o testy a opatření, které zabrání odeslání vadného výrobku zákazníkovi. Je to velmi významný a užitečný krok, který přispívá ke spokojenosti zákazníka. Nový směr je ovšem zaměřený na preventivní opatření,

která zabraňují vzniku daných chyb. Tato opatření mají příznivý dopad i na finanční úsporu. Problému se předchází a nevznikají nežádoucí NOK kusy.

## 2.1 Historie FMEA

Janíček a Marek (2013, s. 13) se zmiňují ve své práci o vzniku metody, který se datuje někdy okolo roku 1949. Tehdy americká armáda vydala příručku o vyvarování se chyb při manipulaci se stroji a vybavením. Následně se tento návod použil i k vyhledávání závažných rizik ve vesmírných programech NASA. Poté v roce 1970 našla FMEA uplatnění v automobilovém průmyslu, kdy společnost Ford uvedla do provozu vůz Ford Pinto, který byl při užívání životu nebezpečný. Při srážce docházelo k porušení nádrže paliva, což mohlo mít za následek požár a výbuch. Společnost Ford tímto inspirovala celý automobilový průmysl. V 80. letech byla vytvořena standardizovaná příručka zařazena do normy QS9000.

Stamatis (2003, s. 453) uvádí, že některé americké automobilové společnosti si již od roku 1980 zaváděly FMEA do svých příruček kvality. Ovšem navzdory tomu, že se metoda již používala, neznámá to, že se tak dělo průběžně a správně s očekávanými výsledky. Bylo to zejména z toho důvodu, že FMEA byla považována za velmi časově náročnou metodu. Proto se její realizace krátila a nebyla prováděna správně. To pokračovalo do poloviny 90. let, kdy byla definována jako metoda, která může zabránit problémům a zlepšit kvalitu. Tím se spustily požadavky na správnou implementaci metody od zákazníků a při auditech kvality.

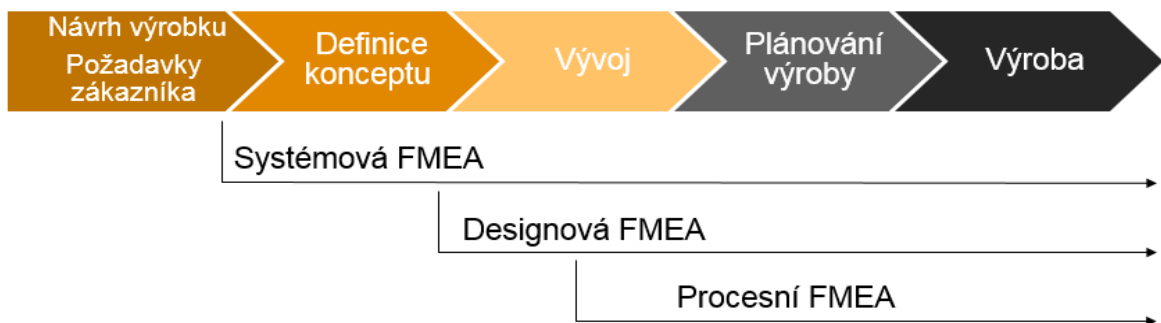
## 2.2 Druhy FMEA

Podle Blecharza (2015, s. 105) se FMEA rozlišuje z hlediska využití na dvě základní odvětví. Designová FMEA zkoumá již ve fázi vývoje různé potenciální chyby výrobku a jeho primárních funkcí. Naopak procesní FMEA se dělá v sériové výrobě, kdy hledá vady přímo v procesu výroby. V realizačním týmu by měli být lidé z různých relevantních oddělení.

Stejně tak Nenadál a kol. (2008, s. 118) rozlišuje FMEA návrhu produktu a FMEA procesu. U nového výrobku je ideální se snažit již při prvním návrhu o nalezení všech potenciálních chyb, které mohou nastat. Před schválením výrobku by se měly zavést veškerá nápravná opatření, aby se vadám předešlo. Zdroj potenciálních vad hledá tým, již v navrhovaném řešení výrobku, u kterého je předpokladem splnění požadované funkce. FMEA procesu pak probíhá před zahájením výroby nebo při změně technologického postupu. Zdroj

potenciálních vad hledá tým, navrhovaném postupu výroby. Postup při obou metod je stejný. Nejdříve se musí provést analýza a hodnocení současného stavu, následuje návrh opatření a v závěru je nutné vyhodnotit stav po zavedení opatření.

Oba autoři shodně rozdělují designovou a procesní FMEA. Ve společnosti Continental se navíc hovoří o systémové FMEA, která je předchůdce designové, a přichází s prvním definování konceptu. Před jejím zahájením je nutné mít základní představu o produktu a jasně definované zákaznické požadavky. V této fázi se jedná zejména o určení primárních funkcí výrobku. V praxi se dále můžeme setkat s logistickou FMEA, strojní FMEA, popřípadě FMEA zařízení.



Obr. 3. Typy FMEA vstupující v rámci životnosti produktu (vlastní zpracování)

Janíček a Marek (2013, s. 259) rozdělili ve své práci FMEA takto:

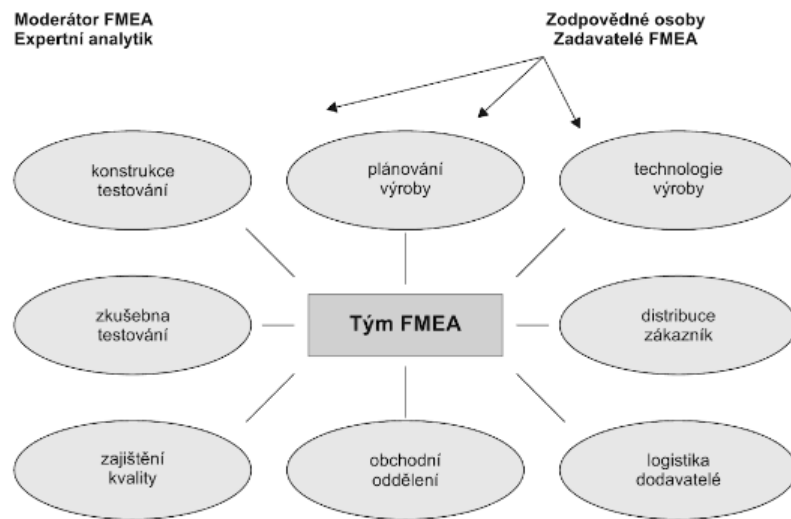
- FMEA soustav – zabývá se atributy kompozic a jednání systému
- FMEA konstrukce – je zaměřena na návrh výrobku a projektu
- FMEA výroby – zaměřuje se na procesní kroky z hlediska jejich kvality a rizikovosti
- FMEA procesů – analyzuje procesy, které jsou konkretizovány pro daný obor
- FMEA mezních stavů – zabývá se poruchami soustav. Jejich závažností a kritičností.

Je také označována jako FMECA.

### 2.3 Realizační tým

Stamatis (2003, s. 258) uvádí, že při realizaci FMEA je nutná spolupráce pracovníků různých oborů, kteří nějakým způsobem přichází do styku s daným výrobkem. Ideální počet je 5 – 9 lidí. Neměl by chybět systémový inženýr, test inženýr, procesní inženýr, konstruktér,

projektant, zástupce nákupu. Složení týmu by mělo reflektovat potřeby a požadavky problému a kulturu organizace. V týmu je ideální mít FMEA koordinátora, který celý tým metodicky povede a zajistí správnost celého dokumentu a vyhodnocení.



Obr. 4. Příklad struktury týmu (Janiček a Marek, 2013, s. 260)

## 2.4 Postup tvorby FMEA

Blecharz (2015, s. 105) rozlišuje 3 základní fáze tvorby FMEA dle časového sledu. Nejdříve se mají potenciální vady zanalyzovat a ohodnotit. Následovat má návrh opatření a po realizaci opatření nastává vyhodnocení. Výstupem je pak tabulka shrnující všechna nasbíraná data. Tabulka níže zobrazuje zjednodušenou procesní FMEA.

Tab. 1. Procesní FMEA (Blecharz, 2015, s. 107)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
operace	Potenciální vada	Možný důsledek vady	Závažnost	Možná příčina vady	vyskyt	Stávající řízení procesu prevence	Stávající řízení procesu odhalování	odhalitelnost	RPN	Doporučená opatření	Odpovídá/ Termín splnění	Opatření přijato	závažnost	vyskyt	odhalitelnost	RPN
kování	netěsnost	Zvýšená pracnost	5		2			3	30	Není potřeba		ne	-	-	-	-
	otlaky	Vzhled/funkce	9		5			7	315	Zavést DOE	p.BB, 3.2. 20xx	ano	9	1	2	18
		Zvýšená pracnost/šrot	7		6			6	252	Zavést pokayo	p.BB, 4.2., 20xx	ano	7	1	1	7

Cílem metody je nalézt a ohodnotit všechny potenciální chyby a stanovit si opatření k jejich výskytu, popřípadě k jeho redukování. K vyhodnocení mohou být používány různé hodnotící tabulky. Každá společnost si stanoví, podle kterých tabulek se musí zaměstnanci řídit. V případě, že zákazníci mají své vlastní hodnotící tabulky, musí se jim společnost vždy podřídit. Konflikt nastává v případě, kdy má jeden výrobek více odběratelů, a každý má své vlastní požadavky na hodnocení.

Tab. 2. Příklad hodnotící tabulky (Blecharz, 2015, s. 108)

Vliv na zákazníka	Vliv na výrobu/montáž	Hodnocení
Nemá pozorovatelný vliv	Prakticky žádný vliv.	1
Zákazník je jen nepatrně obtěžován	Lehké opravy u části produkce (menší než 100%).	2 - 3
Zákazník vadu postřehne, někteří jsou nespokojeni	Opravy na místě, nebo opravy v oddělení oprav ne delší než 1/2 hodiny. Produkt je opravitelný.	4 - 6
Vada způsobí nefunkčnost produktu	Opravy delší než 1/2 hodiny v oddělení oprav, popř. produkt není opravitelný.	7 - 8
Vada ohrožuje bezpečnost/porušení předpisů	Ohrožena bezpečnost operátora.	9 - 10

Pravděpodobnost odhalení vady	Hodnocení
Velmi vysoká (jistota přes 99,99 %)	1 - 2
Vysoká (nad 99,7 %)	3 - 4
Střední (nad 99 %)	5 - 6
Malá (např. při vizuální kontrole, nad 98 %)	7 - 8
Velmi malá (nad 90 %)	9
Zanedbatelná, vadu prakticky nelze odhalit	10

četnost	hodnocení
1 z 1 500 000	1
1 z 150 000	2
1 z 15 000	3
1 z 2000	4
1 z 400	5
1 z 80	6
1 z 20	7
1 z 8	8
1 z 3	9
1 z 2	10

Blecharz (2015, s. 106) dále uvádí, že se bodově ohodnocuje závažnost, výskyt a odhalitelnost. Závažnost ukazuje, jak velký problém nastane, když se chyba projeví u zákazníka. Používá se bodové hodnocení od 1 do 10 bodů, kdy 10 znamená nejvyšší závažnost. Výskyt znamená odhad pravděpodobnosti výskytu každé vady a číslo 10 znamená, že se chyba objevuje téměř pořád. Odhalitelnost se hodnotí na stejné stupnici, kdy číslo 10 znamená, že je vada naprosto neodhalitelná.

Nenadál a kol. (2008, s. 121) ve své knize popisuje tzv. rizikové číslo, neboli RPN (=Risk Priority Number). Počítá jako součin závažnosti, výskytu a odhalitelnosti. Jeho hodnota se tedy pohybuje od 1 do 1000. Jakmile máme RPN spočítané ke každé možné chybě vyvolané danou příčinou, tak můžeme například pomocí Paretovy analýzy definovat vady, u kterých je nutné stanovit nápravné opatření.



Oakland (2014, s. 107) shrnul ve své knize sedm kroků k úspěšné realizaci analýzy.

1. Identifikace produktových nebo systémových částí
2. Seznam všech možných chyb pro každou část
3. Určit následky, které by mohly mít vliv u každé chyby na funkci produktu či procesu.
4. Seznam všech možných příčin pro každou chybu.
5. Číselně ohodnotit chyby na škále od 1 do 10. Měly by být využity zkušenosti společně s dobrým úsudkem, aby se určila spolehlivá data. Hodnota neboli bod 1 je nejnižší/nejjednodušší, naopak 10 představuje nejvyšší hodnotu.
  - Pravděpodobnost výskytu každé chyby
  - Závažnost neboli kritičnost chyby
  - Složitost nálezu chyby před tím, než je výrobek použit spotřebitelem

Tab. 3. Číselné hodnocení P-FMEA (Oakland, 2014, s. 108)

Hodnota	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pravděpodobnost	nízká pravděpodobnost výskytu							téměř jistota výskytu		
Výskyt	nezávažné, menší nepříjemnost					naprosté selhání, hazard s bezpečností				
Detekce	snadno detekovatelné							nepravděpodobnost odhalení		

6. Vypočítat pro každou chybu RPN, neboli hodnotu výše rizika, součinem pravděpodobnosti výskytu, závažnosti a složitosti detekce. Toto číslo označuje relativní prioritu pro nápravná opatření na chyby.
7. Uvést jasně požadována nápravná opatření, a pokud je to možné, tak i odpovědného člověka, oddělení a očekávané datum dokončení.

Jak uvádí Blecharz (2015, s. 105), k aktualizaci dokumentu má dojít vždy před jakoukoli změnou v procesu či výrobku. Měla by se provádět i při stěhování výroby, protože dokáže odhalit chyby a vady, na které se často při přesunu výroby zapomíná.

## 2.5 Výhody a nevýhody

Z výše uvedeného lze vyzdvihnout hlavní výhody realizace FMEA analýzy:

- Jejím zavedením mohou firmy dosáhnout odhalení až 90% možných vad
- Předchází se problémům – přesun od detekce k prevenci
- Eliminace plýtvání
- Přináší finanční úsporu
- Možnost realizace v excelu – není nutno kupovat software

Na základě zkušeností s realizací FMEA bych jako nevýhodu označila především:

- Zdlouhavá realizace
- Potřeba zkušeného moderátora, který rozumí metodice a požadavkům zákazníků
- Potřeba neustálé aktualizace a kontroly

## 2.6 Reverzní FMEA

V interních dokumentech společnosti Continental, je reverzní FMEA popsána jako proaktivní přístup k metodě procesní FMEA, kdy celý tým na lince společně testuje různé možnosti poruch/selhání. Funguje jako zpětná vazba pro P-FMEA, kdy přezkoumává a zjišťuje její nedostatky. Často se používá anglický výraz „Go and see FMEA“, tedy volným překladem „Běž a podívej se na FMEA“. Měla by zjistit nové možné chyby, které nebyly zváženy při tvorbě P-FMEA, a pomoci i jako validace současných kontrol v procesu. Pozornost by měla být zaměřena především na ruční procesy, kde je zvýšené riziko chybovosti. Má za cíl zlepšit úroveň vnější a vnitřní kvality produktu.

Dá se říci, že reverzní FMEA prochází třemi hlavními kroky:

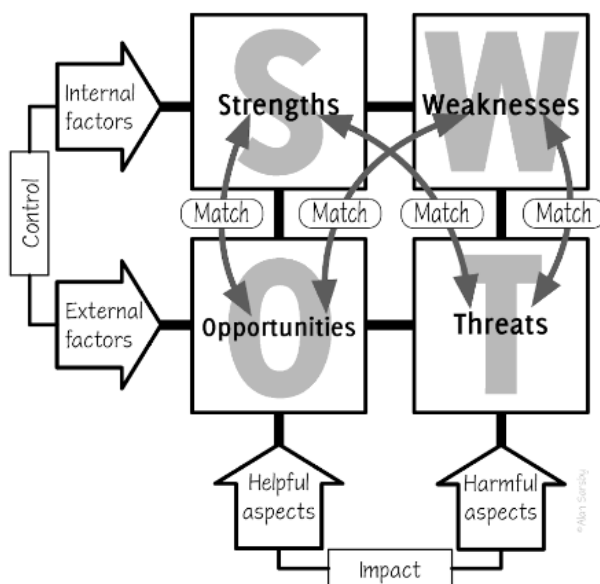
- Plánování – V první fázi se jedná o plánování. Definují se projekty, které budou podrobeny reverzi.
- Realizace – Jedná se o samotné kroky přípravy a realizace, které musí být zajištěny pro činnost reverzní FMEA. Zjišťování nových chyb, definice nápravných opatření a celková aktualizace stávající P-FMEA.
- Implementace a follow up – proces zavedení nápravných opatření, zajištění dostatečné pozornosti a informovanosti vedení, zajištění zdrojů pro realizaci zlepšovacích akcí.

### 3 OSTATNÍ METODY A ANALÝZY

V této kapitole si představíme tři metody a analýzy, které budou součástí projektové části. Jedná se o strategickou analýzu SWOT, analýzu rizik RIPRAN a Logický rámec projektu. Jejich realizace je ideální v týmu zejména z toho důvodu, aby byla promítnuta objektivnost.

#### 3.1.1 SWOT

Sarsby (2016, s. 3) popisuje analýzu stávající ze čtyř boxů, kde je obsažena Síla, Slabost, Příležitost a Hrozba. Název vznikl zkratkou těchto výrazů v angličtině. Metoda se podle něj používá po desetiletí, a je považována za jednu z nejrozšířenějších a nejpoužívanějších metod moderní doby. Používá se v průmyslu, obchodu, a dokonce i v dobročinných organizacích. Je často v osnovách na vysokých školách či kurzech. Výhodou je zejména její jednoduchost, pochopitelnost, aplikovatelnost v různých úrovních organizace... Její vizuálnost pomáhá při komunikaci. Naopak jako nevýhodu vidí autor v nízké kvalitě vstupních i výstupních dat, zobecnění problémů... Používají se data podle složení týmu, jejich preferencí a vnímání, což může vést k neobjektivnímu vyhodnocení. Můžou být snadno vynechány základní principy a zásady.



Obr. 5. Potenciální působení mezi faktory  
(Sarsby, 2016, s. 7)

### 3.1.2 RIPRAN

Nenadál (2016, s. 258) píše o managementu rizik a nutných aktivitách spojených s posuzováním rizik. Každá společnost se snaží rizikům vyhýbat. V některých případech to ale není možné, proto by si společnost měla identifikovat, analyzovat a vyhodnotit rizika. Na základě toho pak může podniknout kroky potřebné k jejich eliminaci, či snížení dopadu následků.

Na webových stránkách [www.ripran.cz](http://www.ripran.cz), je popsána takzvaná RIPRAN analýza (Analýza rizik projektu), která pomáhá dosáhnout kvalitně zpracované analýze rizik systematicky a efektivně. Průběh analýzy je příprava, identifikace rizik, kvantifikace, definování opatření a celkové zhodnocení. V rámci kvantifikace si procentuálně určíme pravděpodobnost hrozby. Podle ohodnocení pak zjistíme, zda je velká pravděpodobnost, že hodnota nastane. Podle hodnotících tabulek také zjistíme, o jak velkou hrozbu se jedná. Opatření se nemusí určit v případě, že se jedná o malé hrozby. Dále jsou na stránkách uvedeny tabulky pro verbální hodnocení rizik. Jedná se pouze o doporučení, které si každý může upravit podle potřeb.

### 3.1.3 Logický rámec projektu

Na stránkách [www.projektmanazer.cz](http://www.projektmanazer.cz) je logický rámec stručně vysvětlen jakožto základ při řízení projektu. Pomáhá určit a analyzovat možné problémy, cíle, a stanovit aktivity. Zároveň si projekt znázorňujeme v logických souvislostech, což nám pomáhá odhalit důležité kroky, na které by se jinak mohlo zapomenout. Touto metodou si v začátcích projektu ověříme, zda jsme zvolili správný postup a metodu pro daný problém. Vzniká zároveň jakýsi první harmonogram, kdy k jednotlivým aktivitám určujeme datum plnění. I to pomáhá k ověření, zda je projekt reálný z hlediska času. Logický rámec je tvořen vertikální a horizontální osou. Nejdříve určujeme cíl, účel, výstupy, a aktivity. Následně objektivně ověřitelné ukazatele, prostředky k ověření a předpoklady nebo rizika.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 4 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI CONTINENTAL

Společnost Continental byla založena roku 1871 v Německém Hannoveru. Prvotně vyráběli pouze pneumatiky pro kočáry a kola. V pozdějších letech se Continental stal první společností na světě, která vyvinula rýhované pneumatiky. V průběhu dalších let se výroba rozšířila napříč celým automobilovým průmyslem. V současnosti má společnost okolo 215 000 zaměstnanců v 55 zemích světa. Společnost Continental rozdělena na dvě skupiny Automotive Group a Rubber Group, které se dále dělí na pět divizí:

- Chassis & Safety (podvozky a bezpečnost) – tato divize vyrábí systémy za použití nejmodernějších technologií, pro aktivní i pasivní bezpečnost jízdy.
- Powertrain – divize je zaměřena na oblasti technologie pohonu. Nabízí řešení pro spalovací motory a elektromotory.
- Interior (Interiér) – divize, která se zaměřuje na zjednodušení informačních kanálů ve vozidle, čímž se snaží propojit vozidlo s vnějším prostředím.
- Tires (pneumatiky) – divize se zabývá výrobou pneumatik pro každý druh použití.
- ContiTech – tato divize je vývojářskou divizí, která se specializuje na přírodní gumu v kombinaci s kovy a tkaninami.

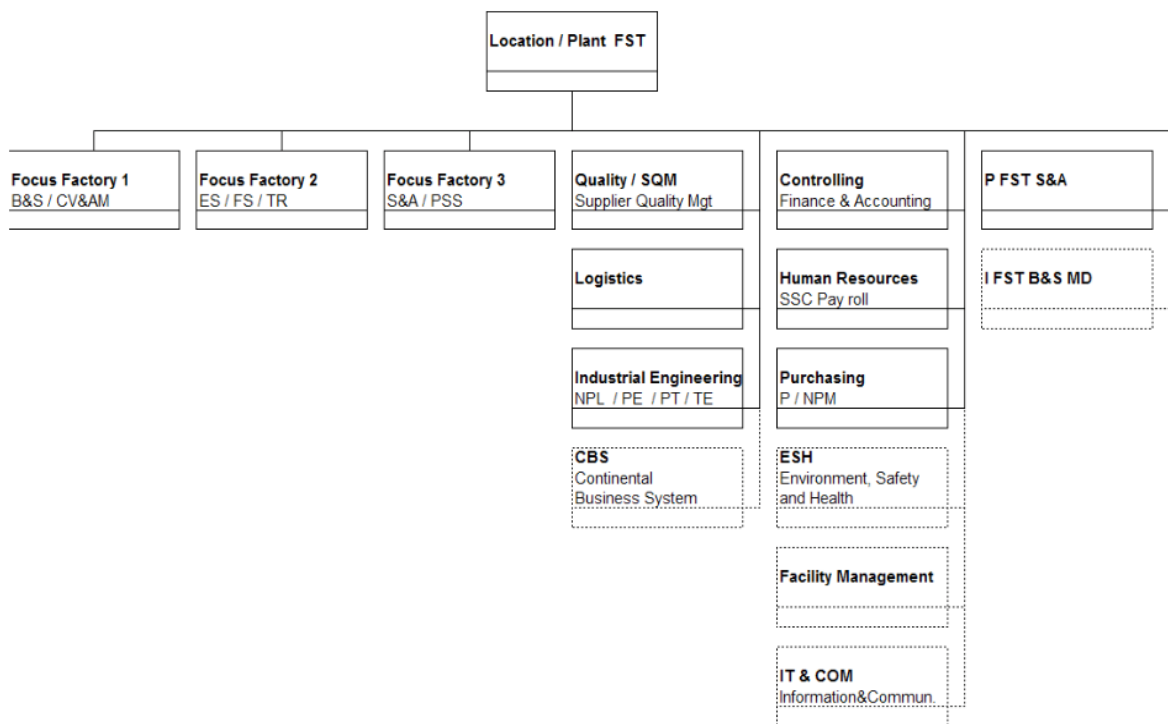
Závod Continental Automotive Systems ve Frenštátě pod Radhoštěm byl založen roku 1995 jako Siemens VDO Automotive, který svou výrobu soustředil na elektroniku. V pozdějších letech se zde začaly vyrábět i senzory.



Obr. 6. Závod Continental ve Frenštátě ([continental-corporation.com](http://continental-corporation.com))

Protože výroba senzorů byla od výroby elektroniky odlišná a přibývalo výrobních hal, společnost Siemens (v současné chvíli Continental) ve Frenštátě rozdělila výrobu na tzv. Focus Factory neboli výrobní továrny. V současné chvíli má Frenštátský závod čtyři. Každá Focus Factory je jedinečná a její management hospodaří samostatně. Mají své oddělení logistiky, kvality a plánování výroby.

V roce 2007 Frenštátský závod odkoupila společnost Continental Corporation AG a vznikla společnost Continental Automotive Systems Czech Republic s.r.o. V současné chvíli má závod Continental ve Frenštátě pod Radhoštěm přibližně 3200 zaměstnanců a je jedním z největších závodů Continental v České Republice. Z celkového počtu zaměstnanců je nyní ve společnosti Continental spousta zahraničních pracovníků například z Polska, Srbska, Číny nebo Slovenské Republiky. Část z těchto zaměstnanců je zaměstnávána agenturou. Zahraniční kmenoví zaměstnanci mají plnou podporu personálního oddělení, mají příspěvky na dopravu, a mohou využít ubytovacího zařízení.



Obr. 7. Organizační struktura společnosti (Interní zdroje společnosti)

Obrázek č. 7 představuje organizační strukturu společnosti Continental Frenštát pod Radhoštěm. Můžeme zde vidět rozdělení na jednotlivé FocusFactory a další centrální oddělení které všechny FocusFactory podporují.

## 4.1 Our BASICS

Společnost Continental vyznává čtyři základní hodnoty, které jsou součástí podnikové kultury. Tyto hodnoty jsou: důvěra, touha vítězit, svoboda k činům a soudržnost. Zaměstnanci společnosti jednají vždy dle těchto hodnot. Společnost si je ovšem vědoma i odpovědnosti za ochranu přírodních zdrojů. Vnímá sociální trendy, kterými jsou rychlý růst světové populace, urbanizace, demografické změny a globalizace. Dle interních zdrojů společnosti Continental je základem celo-korporátní strategie:

- Bezpečnost – která má za cíl nízkou nehodovost
- Informace – informace nám šetří čas a zvyšují komfort
- Životní prostředí – podpora využívání zdrojů, které neznečišťují životní ovzduší
- Dostupná mobilita – svobodná mobilita pro všechny

Předseda představenstva společnosti Continental Br. Elmar Degenhart uvádí, že *„Společnost Continental dnes chrání každý den miliony účastníků provozu na celém světě před nehodami a jejich následky. Continental přispívá k čistšímu vzduchu. Continental otvírá cestu k bezpečné, účinné a inteligentní mobilitě.“*

V interních zdrojích společnosti Continental je v současné chvíli stanoveno sedm cílů, kterými jsou:

1. **Regionální balanc:** „Snažíme se o celosvětově vybalancované portfolio obratu.“
2. **Technologický balanc:** „Snažíme se o dosažení zdravé, ziskové a perspektivní kombinace etablovaných a průkopnických technologií.“
3. **Vyvážený obrat:** „Snažíme se o rozdělení obratu mezi poskytovatele prvotní výbavy pro automobily a zákazníky z ostatních tržních segmentů v poměru 60:40.“
4. **Špičková pozice na trhu:** „Chceme se na všech trzích, které jsou pro nás důležité dostat mezi tři přední dodavatele.“
5. **Špičkový růst:** „Chceme v porovnání s našimi referenčními trhy růst nadprůměrně a zvyšovat zisk.“
6. **Špičková efektivita:** „Chceme kontinuálně zvyšovat produktivitu a tak i nadále patřit mezi nejlepší na celém světě.“
7. **Špičkový tým:** „Chceme jako „tým Continental“ dosahovat nejvyšší respekt a povzbuzovat naše lidi k tomu, aby se společně s námi rozvíjeli a rostli.“



## 4.2 Přístup ke kvalitě

Kvalita je ve Společnosti Continental na prvním místě. Služby a výrobky, které společnost Continental vytváří, jsou podle nejvyšších standardů kvality. Slogan Quality First (neboli kvalita na prvním místě) je jedním z klíčových hodnot společnosti. Kvalita je vnímána jako priorita a dbá se na ni ve všech ohledech. Continental si je vědom, že kvalita má rozhodující vliv na spokojenost zákazníků a že pouze zákazník, který je spokojený, se vrátí. Společnost si je vědoma, že kvalita vzniká na každém pracovišti, v každé minutě, v celém zásobovacím řetězci a ve všech týmech. Přičemž za kvalitu zodpovídá každý jedinec. Je zde velký kladen důraz na týmovou práci.

Continental důkladně školí své zaměstnance. Každý nový zaměstnanec prochází vstupním školením kde je seznámen s důležitostí kvality při každodenním jednání. Stávající zaměstnanci se mohou přihlásit na pravidelné roční školení, kde jsou jim představeny nástroje kvality a jejich využívání.

Interní zdroje společnosti popisují chápání kvality takto:

- Spokojenost zákazníků: Víme, že pro spokojenost zákazníků, a tím pádem i pro náš obchodní úspěch, je určující kvalita. Naším cílem je nulový výskyt chyb.
- Společně: My všichni utváříme kvalitu našich produktů a služeb.
- Od začátku: Od začátku děláme věci správně, a společně tak udáváme nová měřítká kvality.
- Strukturovaný přístup: Dohodneme se na závazných pravidlech naší práce a spolupráce. Přitom však necháváme prostor osobnímu přístupu a vlastní odpovědnosti, které posouvají kvalitu o krok dále.
- Komplexnost: Kvalitu chápeme jako kontinuální a komplexní proces optimalizace činností naší společnosti.

Spokojenost zákazníka je dle mého názoru pro společnost na prvním místě. Společnost má ve svých interních zdrojích proceduru, která uvádí postup v jednání a vyhodnocování spokojenosti zákazníků a možných budoucích trendů. Složení jednotlivých prvků hodnocení v systému se liší, na základě rozdílných požadavků a nároků zákazníků. Hodnocení je prováděno 1x ročně a výstupem je spokojenost jednotlivých zákazníků a celková spokojenost všech zákazníků společnosti Continental Frenštát.

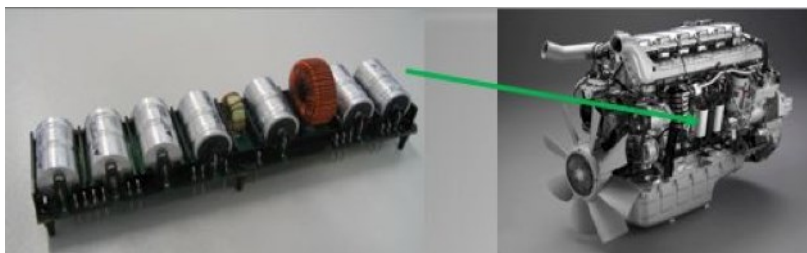
### 4.3 Portfolio výrobků

FocusFactory 1 (interně nazývaná jako FF1) má na starosti B&S (karoseriová a podvozková elektronika) a CV&AM (náhradní díly a doplňkové části aut). Mezi tyto výrobky patří střešní systémy, dveřní řídicí jednotky, okenní zvedáky, klíče.



*Obr. 8. Klíč pro Ford (vlastní zpracování)*

Na FocusFactory 2 (interně nazývaná jako FF2) se vyrábí ES (elektronika pro řízení benzinových či dieselových motorů), TR (řídicí jednotky pro převodová ústrojí) a FS (palivové systémy).



*Obr. 9. Příklad výrobku – LC modul pro motory (interní zdroje společnosti)*

FocusFactory 3 (interní název FF3) vyrábí S&A - teplotní senzory, senzory pohonů, rychlostní senzory a hladinové senzory.



*Obr. 10. Příklad výrobku – Hladinový senzor (vlastní zpracování)*

Poslední FocusFactory (interní název Namron) PSP kde se vyrábí masážní moduly do sedaček a pasivní bezpečnostní systémy.

## 5 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VYUŽITÍ METODY FMEA

Ve Frenštátském závodě je FMEA brána jako velmi citlivý interní dokument, který se prezentuje zákazníkům zpravidla formou nahlédnutí při osobních návštěvách. Existují zákazníci, kteří mají přímo ve specifických požadavcích předkládání dokumentu v písemné formě. V tomto případě se může poskytnout i fyzicky, ale pouze po předchozím souhlasu projektového manažera.

Ve Frenštátě se používá software IQ-RM verze 6.5, na který se vypisuje oficiální školení prováděné FMEA technikem. Je určen pro plánovače výroby, popřípadě i ostatní zaměstnance dle požadavku nadřízeného pracovníka. Školení se opakuje jednou za dva roky nebo v případě změny metodik. Zaměstnanci jsou seznámeni s instalací softwaru, jednotlivými postupy tvorby FMEA za užití dostupných nástrojů a s celkovým fungováním a možnostmi.

Interní dokumenty společnosti uvádějí, že FMEA se zde rozlišuje na standardní a specifickou. Při standardní FMEA je daný proces stejný pro více projektů v závodě. Hovoříme tedy o sdílených procesech. Ke konkrétním projektům pak existuje specifická FMEA, která je pro každý projekt jedinečná, a je určena pro procesy odlišující se od standardních procesů. Kopíruje se do ní Standard FMEA a je použita jako šablona pro konkrétní projekt. Jako číslo FMEA daného projektu se používá číslo R&D (projektu). Součástí specifické FMEA může být diagram průběhu výroby či kontrolní plán.

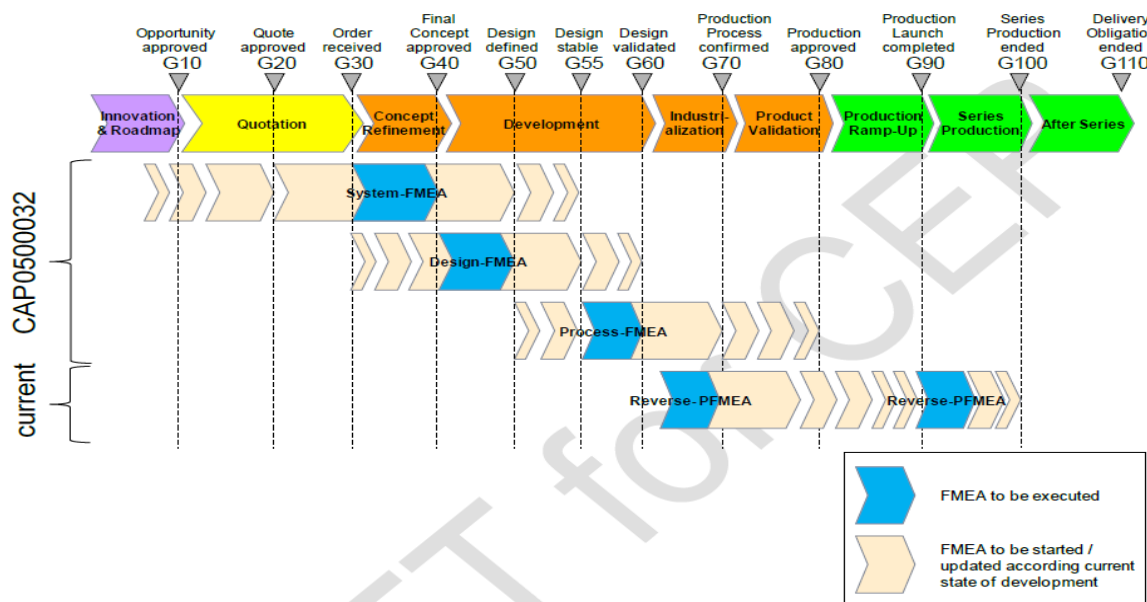
Nejdůležitější jsou vždy Specifické požadavky zákazníka, které jsou nadřazeny všem interním předpisům. V případě, že zákazník nemá specifikované požadavky na tvorbu FMEA, tak se zaměstnanci řídí interní procedurou. Může být použit i online manuál SW IQ-RM přímo v programu. Naopak pokud má zákazník specifikované požadavky, musí se podle nich tým vždy řídit. Ty musí být zváženy a zdokumentovány. Je tedy nutné se nejprve seznámit s dokumenty obsahující „Specific customer requirements“. Stejně tak se zkoumají právní požadavky a vytyčené speciální charakteristiky.

### 5.1 Tvorba metody P-FMEA

Podle interní směrnice se FMEA vytváří vždy při zavádění nového procesu nebo při změně v procesu. K její aktualizaci by mělo dojít i při použití jiného výrobního zařízení a při změně požadavků zákazníka. Zvláště velký důraz je kladen na procesy, u kterých se vyskytly nedostatky nebo u kterých lze očekávat jakékoli problémy. Jedním z hlavních vstupů při

tvorbě je Design FMEA, Process Flow diagram, požadavky a specifikace – zákaznické, interní, zákonné. Případně výkresy nebo další dokumentace.

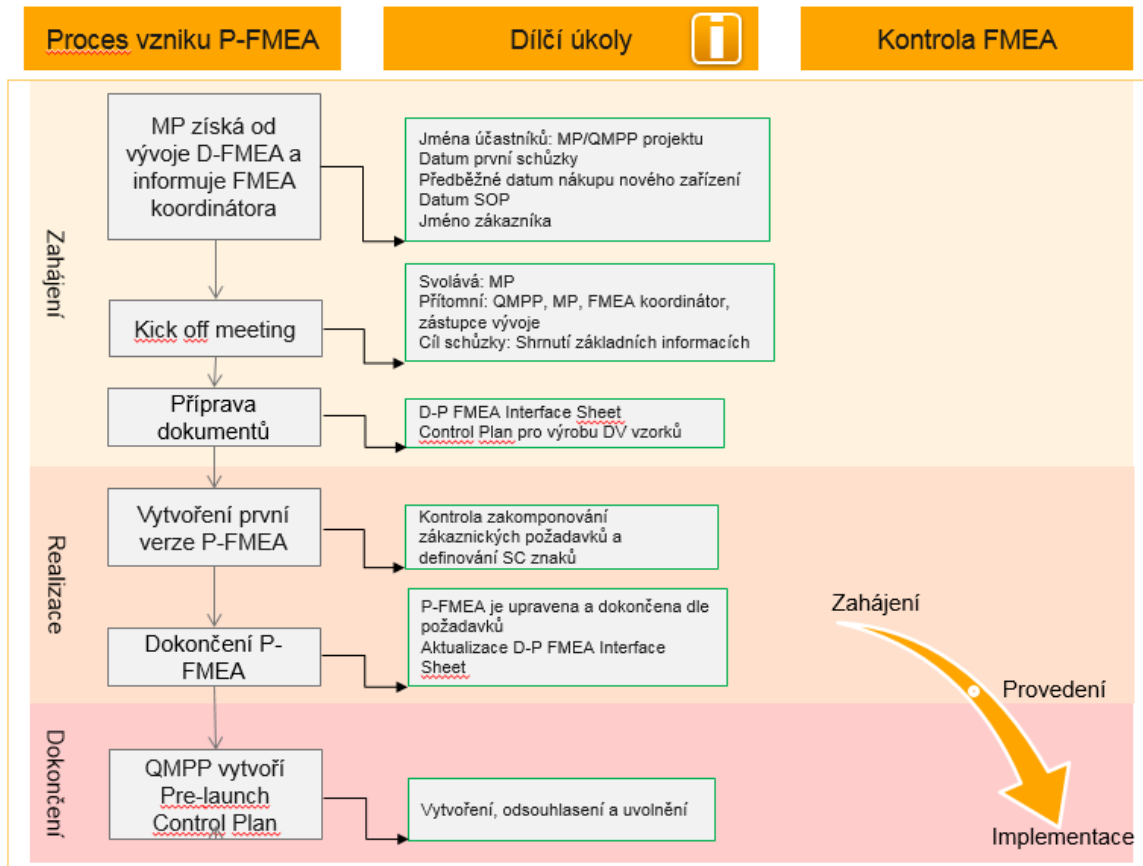
V interních procedurách je popsána tvorba metody na základě životnosti produktu. Procesní FMEA musí být zpracována před G55. V G60 už musí být FMEA vydaná a do G70 by měla být splněna nápravná opatření. Jelikož je to součástí specifikace, tak by nápravná opatření měla být hotova ještě před přivezením zařízení. Často se ale stává, že to tak není a opatření se dopracovávají až do G80, kde už bych měla mít vše uzavřené. Nic se nesmí nechávat na dopracování v sériové výrobě. Rozbíhá se i kontrolní FMEA, která by po zaběhnutí do série měla odhalit nedostatky a definovat další opatření. Na začátku projektu je vždy nějaký koncept, který se v průběhu může několikrát změnit, začnou se vyrábět vzorky a generovat se další chyby. Z designu se přebírají následky a SC znaky.



Obr. 11. Životopis produktu (Interní zdroje společnosti)

V interních dokumentech společnosti je popsán postup realizace procesní FMEA, kterým by se měli pracovníci řídit. Ke včasnému a dostatečnému naplánování P-FMEA je nutné mít informace o novém projektu co nejdříve. MP projektu přebírá z vývoje Design FMEA a posílá informace FMEA koordinátorovi, kde musí být uvedeny základní informace jako například jména MP/QMPP projektu, datum první schůzky, předběžné datum nákupu nového zařízení, datum SOP a jméno zákazníka. Následně je uspořádán Kick off meeting, kde jsou představeni členové týmu a shrnuty základní informace. Po vytvoření první verze dokumentu se znovu zkontroluje zakomponování všech zákaznických požadavků, a alespoň jedné schůzky se musí zúčastnit zástupce vývoje. V této fázi již musí být nadefinovány SC

znaky. Ve fázi tvorby P-FMEA se musí překlomit i všechny SC znaky a identifikovat slabá místa z výstupů D-FMEA. Kontrola těchto potencionálních chyb je pomocí nápravných opatření.



Obr. 12. Proces vzniku FMEA (vlastní zpracování)

Podle interní procedury zahrnuje aktualizace FMEA dokumentu revizi všech procesů, uzavření realizovaných nápravných opatření, přezkoumání nesplněných nápravných opatření (aktualizaci termínů, zodpovědné osoby, stavu). V aktuální FMEA k vydání nesmí být nesplněná opatření po termínu, případně vynechaná odpovědná osoba a termín. Po provedení aktualizace musí být dokument zaslán pracovníkem MP e-Signem na všechny členy týmu. Měl by vyžadovat podpis dokumentu pro uvolnění minimálně od moderátora a koordinátora FMEA a od QMPP. E-sign musí obsahovat informaci o tom, kdy a z jakého důvodu byla provedena aktualizace FMEA. Dokument musí být jednoznačně identifikován názvem projektu, číslem FMEA. Neměl by se takto posílat celý soubor ale pouze odkaz, kde je možné do dokumentu nahlédnout. Koordinátor FMEA po schválení e-signu aktualizuje databázi FMEA a vydává celý dokument. Veškeré analýzy jsou převedeny do PDF formátu a uloženy do příslušné složky k ostatním podkladům.

## 5.2 Fáze tvorby FMEA

Realizace tvorby P-FMEA v závodě Frenštát bychom mohli shrnout do několika kroků, kterými se prochází přímo při realizaci FMEA v programu. Nejdříve se musí vytvořit základní stromová struktura dle Process Flow, následně definovat funkce (požadavky na proces, procesní kroky a ovlivňující faktory), definovat chyby k jednotlivým funkcím, vytvořit funkční a chybovou síť, definovat preventivní a detekčních opatření k jednotlivým chybám/ovlivňujícím faktorům (příčinám), ohodnotit FMEA dle hodnotících tabulek, naplánovat opatření ke snížení RPN a v poslední řadě znovu ohodnotit FMEA, příp. naplánovat další opatření.

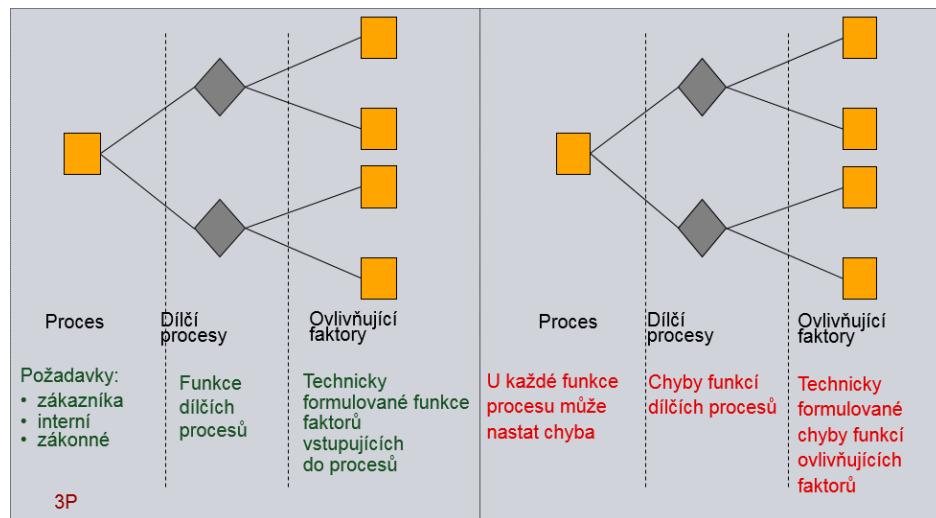
### 1. Vytvoření základní stromové struktury



Obr. 13. Základní stromová struktura (vlastní zpracování)

V první fázi tvorby FMEA se v programu IQ-RM PRO vytváří základní stromová struktura, kde máme přehledně vypsané všechny procesy a postupy, kterými výrobek prochází. Každá linka má svůj vlastní Process Flow vytvořený od začátku projektu a aktualizovaný při každé změně v procesu. Za tento dokument je zodpovědný plánovač výroby. Procesy se rozšíří o jednotlivé procesní kroky a následně o ovlivňující faktory. Při definování ovlivňujících faktorů vycházíme z metody 4M.

## 2. Definování funkcí a definování chyb k jednotlivým funkcím



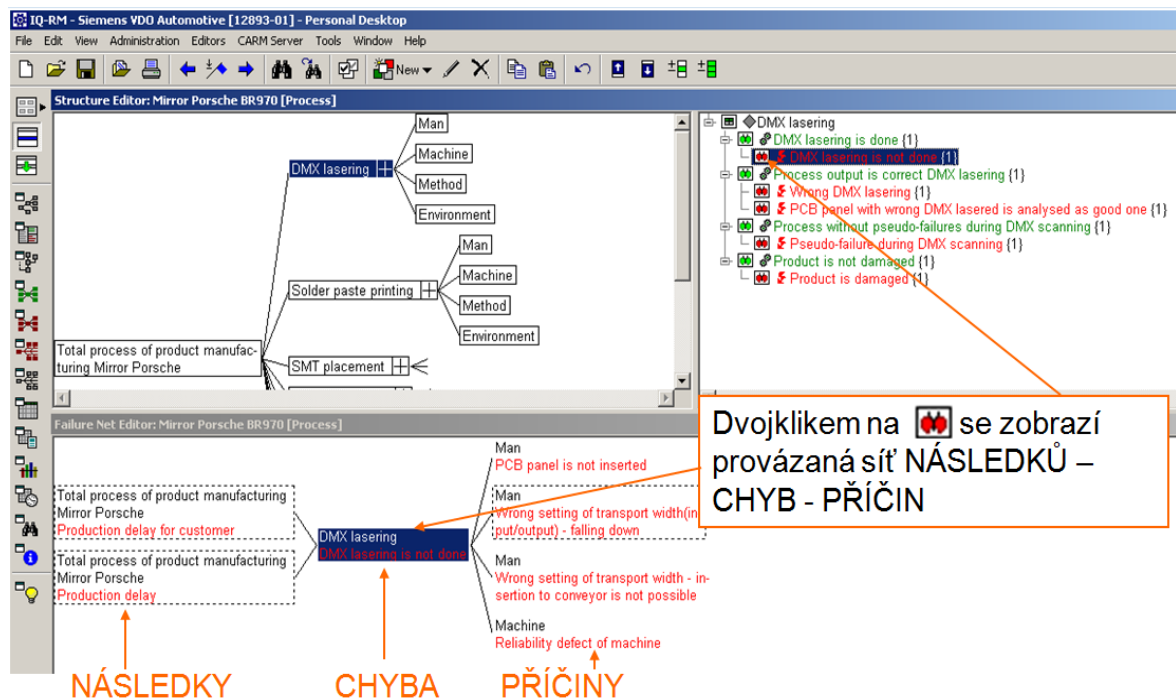
Obr. 14. Funkce a chyby (Interní zdroje společnosti)

Při analýze funkcí a chyb se definují v každé úrovni nejdříve požadavky, ke kterým se následně definují chyby, pro každou úroveň následků na zákazníka potažmo na proces. V úrovni následků se definují požadavky zákazníka, interní požadavky na celý proces výroby, popř. zákonné požadavky. Ve druhé úrovni se definují požadavky na každý procesní krok. Správně by to měly být požadavky na výstup procesů. V praxi se v této fázi většinou postupuje tak, že se udělají požadavky na jednotlivé procesy. Z počátku se celý procesní krok rozdělí na dílčí procesy, a pak se definují jejich požadavky, což by měly být opravdu požadavky na výstup. Může se jednat přímo o požadavky na výsledný kus, nebo o požadavky na parametry toho kusu. Ve třetí úrovni jsou definovány požadavky na vstupy do procesu – na člověka, zařízení, prostředí apod. Definujeme znovu i požadavky na správný výstup z celkového procesu nebo dílčího procesu. V tomto kroku se používá opět metoda 4M.

Neměli bychom mít chybu bez požadavku, jelikož každý požadavek generuje chybu. Chyby se generují podle Ford metodiky takovým způsobem, že děláme negaci požadavku. Chyba může být náhodná (např. sporadický kontakt), nezamýšlená (např. znečištění), destruktivní (např. poškození). Takto se postupuje při definování chyb zejména v prostřední úrovni. Musí se vždy zvážit všechny možnosti, jakým způsobem to může být špatně. Není to jen o tom, zda chyba nastane či nikoli. Přímou v programu to vypadá tak, že je zelená funkce, ke které se váže červená chyba.

### 3. Vytvoření funkční a chybové sítě

Vytvořené sítě jsou v programu automaticky podbarvovány. Funkční síť je nadřazená a má zelené podbarvení. Vzhledem k tomu, že chyb může být u jednoho procesu více, tak chybová síť může být širší, rozvětvenější a je podbarvena červeně. Sítě se překrývají a existují nad sebou, ale vždycky je chyba navázaná na daný proces.



Obr. 15. Ukázka chybové sítě z programu (Interní zdroje společnosti)

V případě, že se k požadavkům nadefinují následky a příčiny, může se vytvářet chybová síť automaticky. Je ale třeba správně nadefinovat ke každé příčině chybu. V programu musíme definovat příčinu, která má na danou chybu vliv a co je následek chyby. Pokud si ale člověk tvorbou není jistý, je lepší obě sítě dělat zvlášť, pospojovat si funkce a následně pospojovat chyby. V praxi se často postupuje naopak a nejdříve se vytvoří funkční síť a následně chybová. Často se i pracuje podle formuláře a postupuje se skrze něj. Tento postup je lépe pochopitelný a přirozený.

### 4. Stanovení opatření

V této fázi dochází k Definování preventivních a detekčních opatření k jednotlivým chybám/ovlivňujícím faktorům (příčinám). Preventivní opatření zabraňuje vzniku příčiny



dané chyby. K tomu slouží dokumenty jako například Pracovní návod, Výrobní předpis atd. Detekční opatření odhalí danou chybu až po jejím vzniku (např. interlocking, Final test...)

The screenshot shows the APIS FMEA software interface. The main window displays a table for 'Process Element: Process 1'. The table has columns for Function, Failure Modes, Effects, S, C, Causes, O, Preventive Action, Detection Action, D, RPN, Recommended Actions, R/D, Actions Taken, S, O, D, and RPN. Annotations in orange boxes point to specific parts of the interface:

- Význam (severity)**: Points to the 'S' column.
- Výskyt (occurrence)**: Points to the 'O' column.
- Funkce/ Požadavek**: Points to the 'Function' column.
- Zjištění (detection)**: Points to the 'D' column.
- Možná vada**: Points to the 'Failure Modes' column.
- Možné příčiny vady**: Points to the 'Causes' column.
- Možné následky vady**: Points to the 'Effects' column.
- Nápravná opatření (preventivní a detekční)**: Points to the 'Preventive Action' and 'Detection Action' columns.
- Rizikové číslo (Risk Priority Number)**: Points to the 'RPN' column.
- Doporučené/ plánované opatření**: Points to the 'Recommended Actions' column.
- Splněná doporučená/ plánovaná opatření**: Points to the 'Actions Taken' column.
- Odpovědnost/ Termín**: Points to the 'S', 'O', and 'D' columns under 'Actions Taken'.

Obr. 16. Vizualizace FMEA v programu APIS (Interní zdroje společnosti)

U každé příčiny se musí popsat prevence, detekce a vyjde RPN, které se váže nějaký následek. Prevence a detekce se vztahují k té chybě, k příčině nebo k oběma. V ideálním případě máme prevenci i detekci na příčinu a nemusíme řešit detekce a prevence na chybu. Pokud nemáme prevence/detekce na příčinu, nebo jsou nedostatečné, tak řešíme prevence/detekce k chybě, ke které je navázaná ta příčina. Když je chyba navázaná na nějaký následek, vyjde nám celkové RPN. Podle toho jaký je stanoven limit RPN (požadavky, kdy se stanovuje opatření), tak dané opatření buď stanovíme, nebo ne. Např. zákazníci Ford a GM mají svoji tabulku hodnocení, ale hodnotí podle matice rizik, ne podle RPN. Zákazník požaduje vidět FMEU v jejich hodnocení a podle jejich pravidel. Pokud si takové požadavky zákazník definuje, pak se musíme přizpůsobit.

##### 5. Hodnocení FMEA + snižování RPN

Kritérium dostatečně vysoké kvality procesu, které srovnáváme s požadavkem zákazníka, nazýváme Risk Priority number. Pokud je toto číslo větší, než je akceptovatelné zákazníkem, musíme definovat opatření. Jedná se o tzv. „recommended actions“, neboli nová preventivní a detekční opatření za účelem snížení Rizikového čísla. Nové číslo zůstává v závorce do doby realizace nových opatření. Jedná se o násobek četnosti, výskytu a detekce.

Každý závod si může určit své hodnocení, pokud nemá zákazník definované svoje požadavky, což je v souladu s procedurou CEPu. Frenštátský závod si zvolil hodnocení dle hodnotící tabulky AIAG 4.edice, jelikož je přísnější.

V současnosti se k hodnocení používají i matice rizik. Jedná se o tři druhy matic, kde se kombinuje detekce, výskyt a četnost (SxO, SxD, OxD). Ve Frenštátě jsou 3 pravidla – RPN > 125, O>3 a D>5. Stanovit opatření se musí vždy, když určíme u nějaké chyby rizikové číslo vyšší než 125, v případě že je výskyt větší než 3, popřípadě když je odhalitelnost vyšší než 5. Pokud má zákazník své specifické požadavky, řídíme se v první řadě opět podle nich. V případě definovaného opatření, definujeme závažnost, výskyt a odhalitelnost znova, a nové RPN zůstává v závorce až do zavedení oné nápravné akce. Matice slouží i k určování SC znaků, protože pokud jsme v červených číslech, tak by daný bod měl být potenciální SC znak. Zákazníka GM zajímají jen matice SxO a SxD. Matice OxD nemají definovanou. Navíc ale mají matici SOxSD.

#### 6. Opětovné hodnocení FMEA, příp. plánování dalších opatření

Akceptováním eSignu metodik FMEA potvrzuje vydání FMEA a záznam aktualizace do databáze FMEA a/nebo vydání FMEA.

### 5.3 Výstupy

Výstupů z FMEA a navazující dokumentace může být několik. Jedná se například o FMEA formulář, paretovu analýzu, diferenční analýzu, process Flow diagram, kontrolní plán, pracovní návod, plán údržby, výrobní předpisy atd.

- Paretova analýza - podle nejvyššího RPN. 20 % se zobrazuje červeně z celé FMEA. Když máme například stejné RPN, pak se nám zobrazí například 10 položek.
- Diferenční analýza – zobrazuje několik úrovní zlepšení. Může zde být zvolena různá vizualizace pokroku v čase podle plánů.
- Frekvenční analýza – četnost výskytu jednotlivých RPN, neboli počet stejných hodnot. Může ukázat normální rozdělení. Kdyby se například používalo stále stejné bodování a RPN by vycházelo stejně, mohlo by nám to naznačit záměrnou manipulaci s hodnocením.
- Analýza zodpovědnosti – ukazuje otevřené body a odpovědné osoby za jednotlivé úkoly.

- Interface sheet design – jedná se o zpětnou vazbu pro vývoj ohledně SC znaků. Když je potřeba zpětně označit potenciální SC znaky, pak je možné je definovat za P-FMEA právě skrze interface sheet. Jsou-li SC znaky definované z designu a od zákazníka, tak se musí zkontrolovat i jakým způsobem jsou kontrolovány v procesu. To se vyplní do interface sheetu a pošle se zpátky na design, včetně definovaných rizik.

#### 5.4 Zhodnocení současného řešení

Dle mého názoru je v závodě metoda velmi dobře popsána. Interní procedury obsahují všechny podstatné informace, dobře se v nich orientuje a jsou transparentně umístěny tak, aby si je každý zaměstnanec mohl v případě potřeby dohledat. Existují školení prováděné odborníky, kde se mohou zaměstnanci dotázat konkrétně na otázky, které je zajímají. Školení se vypisují veřejně, a pokud není naplánovaný žádný termín, může si kdokoli zažádat na personálním oddělení o jeho vypsání.

Fungování v praxi pak ale záleží na jednotlivých lidech. FMEA je zde často vnímána jako nutná povinnost, která trvá dlouho a nepřispívá velkým výsledkům. K její aktualizaci dochází často ve spěchu před auditem či zákaznickou návštěvou. Jsou projekty, na kterých se v uplynulých letech změnil několikrát tým pracovníků, což se následně podepisuje i na kvalitě FMEA dokumentu.

Podle interní procedury se update procesní FMEA má dělat při každé změně v procesu. Může se jednat například o použití jiného výrobního zařízení nebo změnu požadavků zákazníka. Aktualizace se má provádět i v případě nové reklamace. Povinný update FMEA je vždy po jednom roce, pokud nenastala podmínka pro aktualizaci. P-FMEA musí vždy odpovídat aktuálnímu stavu rizik projektu. Jedná se o aktuální dokument, který nezohledňuje minulé záznamy a výsledky.

Největší chybou a problémem je aktualizování dokumentu, které často probíhá bez účasti týmu, pouze samotným plánovačem výroby. Některé chyby a opatření jsou pak uváděny neúplně, nebo chybně. Tím, že se dokument vytváří celý v angličtině, dochází často i k nesprávným interpretacím zejména v případě technických výrazů. Když se k těmto bodům postupně vrátí někdo jiný, ne vždy pochopí význam oné věci. Je zde velmi nutná spolupráce celého týmu jinak se často stává, že je nesprávně uvedeno RPN.

## 6 VYMEZENÍ PROJEKTU

### **Název projektu:**

Projekt inovace systému managementu kvality prostřednictvím reverzní FMEA analýzy ve společnosti Continental Automotive Czech Republic, s. r. o.

### **Cíl a zdůvodnění projektu:**

Cílem projektu je zavedení metody reverzní FMEA za účelem zlepšení kvality a splnění požadavků zákazníků.

Společnost Continental se snaží o neustálé zlepšování svých procesů za účelem zvýšení kvality, produktivity a eliminace plýtvání. Jako inovativní mezinárodní společnost hledá cesty, jak se zlepšovat a efektivně investovat do stávající výroby. Právě reverze stávající procesní FMEA se zdá být vhodným projektem, jak toho dosáhnout. Tímto proaktivním přístupem je možné nalézt další místa vzniku chyb, které se odstraní zavedením opatření, což eliminuje zmíněné plýtvání a zvýší produktivitu. Výsledky se nám tedy promítnou ve snížení rotace a reklamací. Předpokladem je, že zavedení značně přispěje ke spokojenosti zákazníků, a zvýší konkurenceschopnost podniku. Například General Motors si dal nově do svých zákaznických požadavků nutnost realizace reverzní FMEA pro všechny své projekty a očekává se, že i ostatní zákazníci tak v brzké době učiní.

Současné řešení je velmi dobře popsáno. U starších projektů ale došlo k několika změnám, a aktualizace neproběhly vždy správně. Mnohé z nich byly do závodu transformovány ze zahraničí, a kompletní P-FMEA nebyla zrevidována. Dokument je často špatně hodnocen při auditech. I z těchto důvodů se management rozhodl pro zavedení reverzní FMEA.

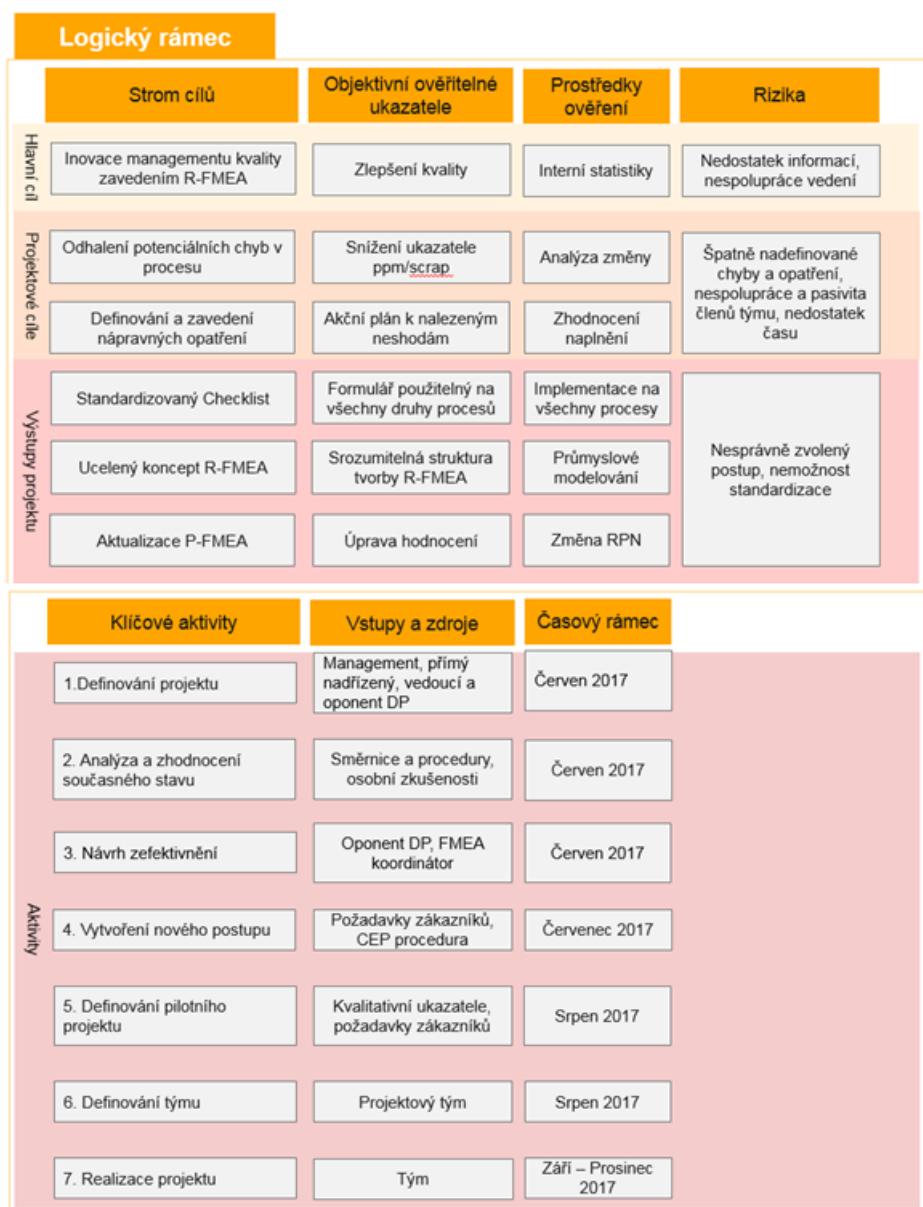
### **Popis projektu:**

Projektová část je rozdělena na tři na sebe navazující části: tvorba projektu, realizace na pilotní výrobní lince a zhodnocení.

První část je věnována návrhu postupu při tvorbě R-FMEA. V této fázi se vybere pilotní linka, na které bude projekt realizován. V souvislosti se zvolenou výrobní linkou bude definován kompetentní realizační tým. Dále se definuje časový plán a proběhne příprava potřebných dokumentů. Ve fázi realizace pak proběhne samotná reverzní FMEA na každém výrobním procesu zvolené linky. Na místě se definují nápravná opatření a následně časový plán pro jejich zavedení. Třetí fáze se věnuje analýze změny kvalitativních ukazatelů a následnému zhodnocení projektu.

## 6.1 Logický rámec

Na začátku projektu je třeba projekt vhodně naplánovat a definovat si možná rizika, která jsou s ním spojená. K tomu slouží například Logický rámec projektu, kde si definujeme cíle, výstupy a aktivity. V prvním sloupci tedy určíme strom cílů. Ke každému pak přiřazujeme objektivně ověřitelné ukazatele, prostředky ověření. Získáváme logické vazby mezi plánovanými vstupy, činnostmi a očekávanými výsledky. Odhadujeme i potenciální rizika, která mohou ovlivnit dokončení projektu. K aktivitám jsou přiřazeny vstupy a zdroje. V této fázi už má i každá aktivita definovaný čas naplnění, což nám tvoří časový plán projektu.



Obr. 17. Logický rámec projektu (vlastní zpracování)

## 6.2 SWOT

Před samotným zahájením projektu je nutné zanalyzovat vnitřní i vnější faktory, které mohou ovlivnit úspěšnost projektu. K tomuto účelu byla vypracována SWOT analýza, která je jednou z nejrozšířenějších analytických technik. Skládá se ze čtyř kvadrantů, kde jsou kombinovány silné a slabé stránky, příležitosti a hrozby. Doplňovány jsou pouze klíčové body a fakta, které jsou ohodnoceny procenty podle toho, jak mohou ovlivnit projekt. Dále je přiřazena váha od 1 do 5 podle důležitosti. Tato analýza byla provedena v týmu, aby se předešlo neobjektivním názorům, které by mohly ovlivnit výsledek analýzy.

SILNÉ STRÁNKY			SLABÉ STRÁNKY		
<b>Celkem: 3,7</b>			<b>Celkem: 2,9</b>		
	Váha	H*		Váha	H*
Spolupráce s odborníky, know-how	0,2	4	Neochota investovat	0,4	4
Přístup k informacím a zdrojům	0,2	4	Časová náročnost	0,3	2
Finanční síla firmy	0,1	2	Pracovní vyčerpání členů týmu	0,2	3
Podpora managementu	0,2	2	Zpomalení výroby	0,1	1
Požadavky zákazníků	0,3	5			
<b>Celkem: 3,5</b>			<b>Celkem: 2,9</b>		
	Váha	H*		Váha	H*
Možnost aplikovat na všechny procesy	0,3	4	Pasivita a neochota členů týmu	0,2	3
Snížení potenciálních nákladů	0,2	2	Nízká finanční podpora	0,4	3
Zvýšení kvality výrobků	0,3	5	Nedokončení v termínu	0,2	5
Upevnění pozice na trhu	0,2	2	Snížená efektivita zařízení	0,1	1
PŘÍLEŽITOSTI			HROZBY		

Obr. 18. SWOT analýza (vlastní zpracování)

Jako nejsilnější stránka vyšly požadavky zákazníků. Je to zejména z toho důvodu, že si dal zákazník General Motors přímo požadavek na reverzní FMEU provedenou u jeho projektů. Continental se vždy řídí primárně zákaznickými požadavky, proto tlak managementu na zavedení aplikace této metody stoupl. Je to silná stránka zejména z toho důvodu, že lze očekávat výraznou podporu ze strany vedení i kolegů při vypracování projektu.

Naproti tomu jako slabá stránka vyšla neochota investovat. S tím je spojena i nejsilnější hrozba nízké finanční podpory. Očekává se, že při realizaci projektu budou definována nápravná opatření, která mohou být velmi nákladná. Management se proto může rozhodnout zamítnout jejich realizaci a neuvolnit finance, což by ohrozilo zdárné zavedení projektu.

Vnímáno je to tak z důvodu zkušeností se snahou zavádět proaktivní opatření na jiných projektech. V případě, že se problém zatím nepromítá v kvalitativních ukazatelích, tak se proaktivní návrhy často zamítají právě z důvodu financí. Jako opatření se budeme zaměřovat zejména na hledání co nejjednodušších a nejlevnějších řešení. Zároveň předpokládáme, že zákazník bude chtít vidět výsledky projektu, což je silný argument při vyjednávání o uvolnění financí.

Hlavním přínosem je zvýšení kvality výrobků. Nalezené potenciální chyby by mohly způsobit velkou řadu reklamací a dodatečných nákladů. V případě odhalení takových chyb a zavedení opatření, můžeme výrazně uspořit a zároveň stoupnout v očích zákazníků.

Na základě SWOT analýzy můžeme říct, že má cenu v projektu pokračovat. Během vyhodnocení nebyl nalezen žádný zásadní problém, který by zabránil zdárnému dokončení projektu. Naopak silné stránky a příležitosti, výrazně převyšují slabé stránky a hrozby. Můžeme tedy říci, že projekt má velkou šanci uspět.

### 6.3 RIPRAN

Před začátkem projektu byla vypracována i RIPRAN analýza, pro určení rizik projektu. Stejně jako u SWOT analýzy probíhala v rámci týmu. Byl přizván FMEA koordinátor, metodický vedoucí FMEA z oddělení centrální kvality, plánovač výroby a plánovač kvality.

Celkem bylo nalezeno 5 hrozeb, ke kterým jsme přiřadili jejich pravděpodobnost. Každé hrozbě byl přiřazen jeden nejvíce pravděpodobný scénář a určena pravděpodobnost onoho scénáře. Výsledná pravděpodobnost vznikla součinem dvou předchozích pravděpodobností. Podle tabulek byla pak určena výsledná pravděpodobnost kategorie, dopad kategorie a hodnota rizika kategorie. Opatření bylo přiřazeno ke každé hrozbě, jelikož ani v jednom případě nebyla vyhodnocena nízká hodnota rizika.

S vysokou hodnotou rizika byla odhalena hrozba, že zvolená opatření budou příliš nákladná a management nebude souhlasit s uvolněním finančních prostředků. To by mohlo způsobit zamítnutí většiny opatření a projekt by nebyl úspěšný. Z toho důvodu jsme se při realizaci reverzní FMEA zaměřili na nízkonákladová řešení v případech, kdy to bylo možné.

I přes nízkou pravděpodobnost nedostatku času na vypracování, vyšla tato hrozba s vysokou hodnotou rizika. Zaměřila jsem se tedy na kvalitně připravený harmonogram s dostatečnými časovými rezervami, aby byl prostor pro přeplánování schůzek.

Určili jsme také opatření ke všem hrozbám se střední hodnotou rizika. Závěrem bylo rozhodnuto projekt zrealizovat, jelikož nebyly objeveny závažné neřešitelné hrozby, které by ohrožovaly zdárnou realizaci projektu.

Tab. 4. RIPRAN analýza (vlastní zpracování)

Číslo	Hrozba	Pst. hrozby	Scénář	Pst. scénáře	Výsledná pst.	Výsledek na pst. kategorie	Dopad kategorie	Hodnota rizika kategorie	Opatření
1	Zvolená opatření budou příliš nákladná	0,7	Neuvolnění finančních prostředků a nemožnost zavedení opatření	0,8	0,56	VP	SD	VHR	Snaha nalézt low-cost řešení
2	Časová vyčerpání členů týmu	0,2	Absence klíčových členů při realizaci, omezené informace	0,3	0,6	NP	VD	SHR	Přeplánování meetingů v případě potřeby
3	Neochota členů týmu spolupracovat	0,3	Špatná spolupráce, nesdílení informací	0,6	0,18	SP	SD	SHR	Dobře vedené meetingy, vysvětlit nutnost zavedení projektu
4	Nedostatek času na vypracování	0,2	Nedokončení projektu v termínu	0,7	0,14	SP	VD	VHR	Dobře připravený harmonogram s časovými rezervami
5	Špatně definovaný checklist	0,2	Checklist nebude aplikovatelný na všechny procesy	0,8	0,16	SP	SD	SHR	Vycházet z doporučených předloh, spolupráce s odborníky,

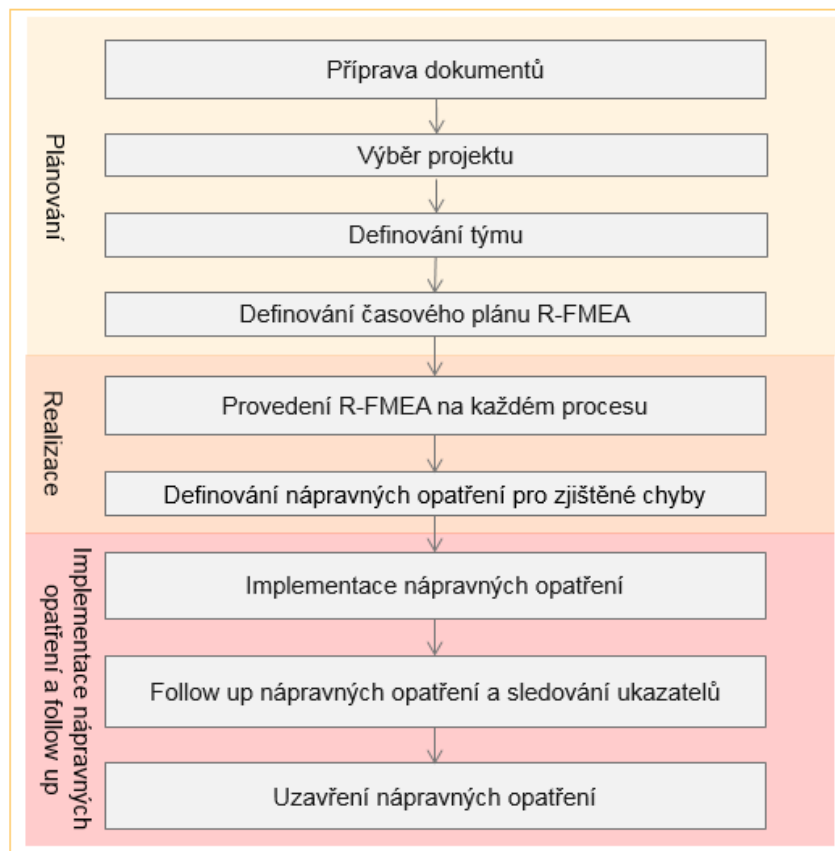
VP – Vysoká pravděpodobnost	nad 33 %
SP – Střední pravděpodobnost	10 – 32 %
NP – Nízká pravděpodobnost	0 – 9 %

VD – Velký dopad	Ohrožení cíle projektu, jeho úspěšné dokončení
SD – Střední dopad	Ohrožení některé dílčí činnosti
ND – Nízký dopad	Bez větších dopadů na úspěšné uskutečnění projektu

Hodnota rizika	VD	SD	ND
VP	VVHR (velmi vysoká)	VHR	SHR
SP	VHR (vysoká)	SHR	NHR
NP	SHR (střední)	NHR (nízká)	VNHR (velmi nízká)



## 7 TVORBA PROJEKTU



Obr. 19. Proces tvorby R-FMEA (vlastní zpracování)

Plánování projektu bylo zahájeno v Červnu 2017. V první řadě bylo potřeba definovat checklist, který by byl aplikovatelný na všechny druhy procesů. Bylo rozhodnuto definovat pilotní projekt, kde se ověří jak standardizovanost kontrolního formuláře, tak smysl projektu. V rámci plánování bylo nutné definovat realizační a zodpovědný tým, který provede R-FMEA na pilotním projektu. Ten byl se smyslem a účelem projektu seznámen na Kickoff meetingu, který proběhl na konci Srpna 2017, a kde byl také stanoven harmonogram realizace R-FMEA.

V rámci samotné realizace bylo potřeba zrevidovat každý proces zvlášť. Ke každému procesnímu kroku tedy patří jeden kontrolní list s akčním plánem. Přímou na místě se definují nápravná opatření, nebo jejich návrhy. Je nutné provádět reverzní FMEA přímo na lince, kde si tým může jednotlivé možnosti chyb odzkoušet. Výrobní tým linky musí být informován o tom, že bude R-FMEA probíhat, jelikož může dojít k prostojům, či neplánované odstávce zařízení.

Nalezené potenciální chyby jsou přepsány do programu IQ-RM včetně zvolených opatření, osoby zodpovědné za implementaci, a data realizace. Nemusí se jednat přímo o nápravné opatření, ale i například o ověření možností. I v tomto případě je stanoven termín dokončení. V návaznosti na zvolené opatření jsou určeny hodnoty výskytu, závažnosti a detekce. Máme novou hodnotu RPN, která zůstává v závorce až do implementace opatření.

Doba implementace nápravných opatření je závislá na časové a finanční náročnosti. Po zavedení akcí musí na daném procesu proběhnout validace, a následně uvolnění pracovníkem kvality. Fungování opatření musí být sledováno. K vyhodnocení dojde prostřednictvím kvalitativních ukazatelů. Následně může být celý projekt zhodnocen.

## 7.1 Plánování

### 7.1.1 Standardizovaný Checklist a akční plán

Pro realizaci reverzní FMEA je nutné mít k dispozici kontrolní list, který bude obsahovat takové otázky, které pomohou účastníkům týmu nalézt veškeré potenciální chyby a nedostatky. Měl by být aplikovatelný na všechny druhy procesů. Ke každému checklistu bude přiložen akční plán, a přímo na místě nalezení neshody se definují nápravná opatření, včetně osob odpovědných za implementaci. Kontrolní list vychází z kontrolního listu CEPu, ale bylo potřeba jej upravit a přidat například možnosti interlockingu.

Dá se říci, že jsou zde obsaženy tři skupiny otázek:

1. Obecné – lze odpovídat ANO/NE. Je zde i možnost Not Applicable, tedy nemožné aplikovat. Těchto otázek je celkem devět:
  - Je možné, aby produkt nebo jeho část, přeskočil procesní krok nebo pokračoval na další stanici, bez OK statusu relevantního pro traceability / interlockingsystem?
  - Může být kus / část produktu / chemikálie / software výrobku / nastavení dat / testovací aplikace Instalovány nebo aplikovány nesprávně?
  - Může kus / část produktu / chemikálie / software / data / testovací aplikace chybět nebo být vynechán?
  - Může být instalován nebo aplikován jiný, ale podobný kus / část produktu / chemikálie / software / data / testovací aplikace?
  - Je nějaká možnost že kus/část spadne do zařízení/procesu? ("BONUS part")

- Může být komponent / část produktu / chemikálie / software / data / testovací aplikace poškozen při vložení / aplikaci?
  - Existuje možnost znečištění/kontaminace vzniklé pádem do zařízení/procesu?
  - Je nějaký instalační nástroj, příslušenství, výměnný díl nebo jiný doplněk potřeba pro tento proces?
  - Může opravná stanice nainstalovat / upravit nesprávně kus / části produktu / chemikálie / software / datové komponenty / testovací aplikace?
2. Dodatečné – v návaznosti na každou obecnou otázku, na kterou je odpovězeno ANO, je nutno přiřadit písemné odůvodnění. V případě odpovědi na předchozí otázku NE, je tato kolonka dobrovolná.
  3. Otázka detekce – u téměř všech obecných otázek, se ptáme i na to, zda je chyba detekovatelná. Pokud ano tak, tak zda je detekovatelná pomocí zařízení, procesem, nebo operátorem. Dále je vyhrazeno pro popsání postupu odhalení a místa kde je detekce prováděna.

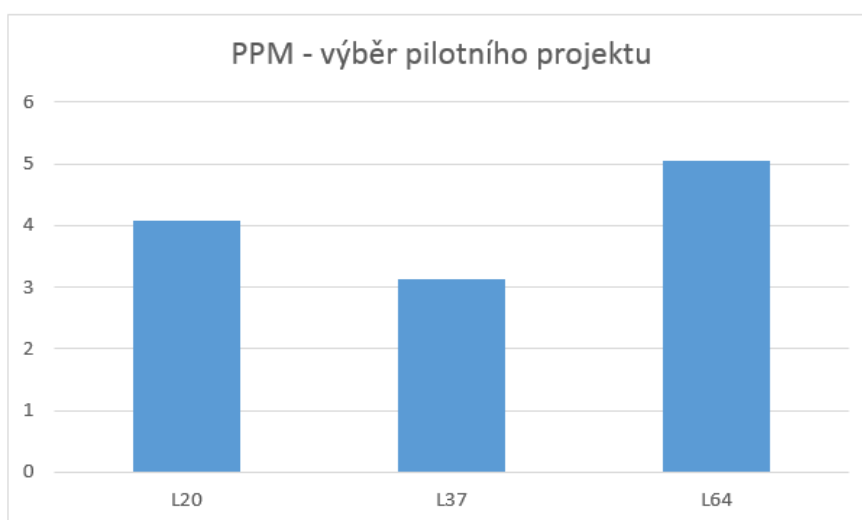
Ke každému kontrolnímu plánu je přiložen akční plán, kde je třeba definovat zvolená opatření. Ve chvíli nálezů potenciální chyby či příčiny se zároveň na místě definuje opatření. Zapišeme současný stav výskytu a četnosti. V případě zjištění špatného hodnocení v P-FMEA, musí dojít k přepsání na správné hodnoty. V další kolonce je násobek četnosti a výskytu, které říká jaké je to riziko pro zákazníka. Následně je naplánováno zlepšení. To by mělo primárně sloužit eliminaci chyby. Až když nelze eliminovat, tak se plánuje detekce. V další kolonce je tedy zaznamenáno zaměření akce. Následně je i dotaz na to, zda je potřeba podpora top managementu. Jedná se zejména o případy, kdy je k zavedení akce potřeba velkého obnosu financí, a tým samotný není oprávněn o této investici rozhodnout. Nakonec je definována zodpovědná osoba a termín realizace.

### 7.1.2 Výběr projektu

Zákazník General Motors si dal nově do svých požadavků realizaci R-FMEA na svých projektech. Proto bylo rozhodnuto, že pilotním projektem pro zavedení této metody bude jedna z linek, kde je zákazníkem právě GM. Zároveň se mělo jednat o linku z Focus Factory 3 vyrábějící senzory. Na jejich portálu jsou právě tyto výrobky při reklamování označovány vyšší závažností, než například elektronické součástky. Je to zejména proto, že jejich výměna je pracnější, časově náročnější a dražší.

Na FocusFactory 3 jsou aktuálně čtyři linky dodávající pro zákazníka General Motors. Linky 20 a 50 vyrábějí teplotní senzory. Na linkách 37 a 64 se vyrábí hladinové senzory. Bylo rozhodnuto, že pilotním projektem bude linka s nejvyšším počtem reklamací z 0-km způsobených výrobní chybou za posledních 6 měsíců. V tomto případě jsme se tedy zaměřili na období leden – červen 2017. U všech linek je třeba spočítat PPM, neboli počet vadných výrobků na milion vyrobených. Tento výpočet zároveň zohlední výstup linky, a neuniknou citlivá data společnosti.

L20	L37	L64
4,0742	3,1393	5,0426



Obr. 20. Hodnota PPM na sledovaných linkách (vlastní zpracování)

Na počet reklamací vyšla nejhůře linka 20, ale vzhledem k vysokým objemům výroby nevyšla nejhůře z pohledu PPM. Linka 64 nemá tak vysoké odvolávky a z pohledu PPM vyšla nejhůře právě ona.

Na lince 64 se vyrábí hladinový senzor, který kontroluje hladinu oleje v olejové vaně. Jedná se o plastovou patici spojenou kabelem s konektorem. Patice vzniká obstríknutím kovové částice, takzvaného leadframu, a dvou bushingů. Konektor vzniká obstríkem dvou pinů s osazenými těsnícími gumičkami. K leadframu je přivařeno relátko, a následně je osazena plováková soustava s magnetem. To celé je zakrytkováno. Při naplnění olejové vany vyplave plováková soustava po komínku patice a tím se sepne relátko. Je vyslán signál skrz kabel do konektoru, který je u zákazníka nakontaktován.

Tato linka byla přestěhována na konci roku 2009 německého závodu. Procesní FMEA se tehdy jen překládala z německého do českého jazyka. Je možné, že v Německu byl jiný kontrolní plán a detekce. Kusy se tam mohly posílat na různé dodatečné kontroly a rentgeny, které se po přestěhování vypustily. Zároveň se linka nemusela přesunout se všemi kamerami atd. Ve Frenštátě pak mohly být zvoleny jiné detekce, nebo žádné. I vzhledem k této skutečnosti se jedná o vhodnou pilotní linku pro realizaci reverzní FMEA.



*Obr. 21. Hladinový senzor L64 (vlastní zpracování)*

### 7.1.3 Definování týmu

V rámci projektu zavedení reverzní FMEA bylo rozhodnuto ponechat stejný tým, který je zodpovědný za procesní FMEA. Tito pracovníci mají veškeré potřebné know-how. Jedná se o tým, který je znalostně vyvážen, a navzájem se doplňuje.

Klíčovými členy týmu pro tvorbu procesní FMEA jsou pracovník výrobní kvality a plánovač výroby, kteří mají v zodpovědnosti danou výrobní linku. Oba mají potřebné know-how o procesech, znají historii linky, změny, implementované akce apod. Tito dva jsou zároveň zodpovědní za obsah celého dokumentu. FMEA moderátor přispívá zkušenostmi a znalostmi metodiky FMEA. Umí pracovat v programu, zanáší do něj nalezené potenciální chyby a definovaná opatření.

Dalším členem je zpravidla technik kvality procesu. Pro potřeby reverzní FMEA bude přizván pokaždé jiný pracovník technického oddělení podle jeho specializace. Pokud je uznáno za vhodné, můžou být přizváni i další pracovníci. V případě této linky se jednalo o pracovníka zákaznické kvality, který má povědomí o reklamacích a požadavcích zákazníka.

Podle interní procedury mají členové týmu jasně definované odpovědnosti:

#### **Koordinátor FMEA**

- Metodická pomoc při vytváření FMEA pro nové projekty
- Vytváření a aktualizace standardních FMEA
- Podpora týmů při potížích s aktualizací FMEA
- Školení FMEA
- Vydávání aktualizovaných FMEA na základě eSignu od MP
- Udržování databáze FMEA
- Ukázka databáze
- Ukázka vydané FMEA

#### **MP**

- Kontrola aktuálnosti a pravidelná aktualizace FMEA
- Informování metodika FMEA o aktualizaci (prověření všech procesů) FMEA pomocí eSign
- eSign na QMPP, FMEA moderátora, příp. další členy projektového týmu

#### **QMPP**

- Definování informací relevantních pro kontrolní plán (včetně „Product a Process characteristic“ = požadavky/znaky výrobku a procesu)
- Tvorba a aktualizace kontrolního plánu

Zodpovědnost za obsah i hodnocení reverzní FMEA má vždy MP a QMPP. FMEA koordinátor je nositelem know-how o metodice FMEA, a neodpovídá za informace, které jsou mu při vypracování poskytnuty. Za obsah checklistu a jeho vyplnění bude zodpovídat QMPP.

#### **7.1.4 Harmonogram**

Časový plán byl určen na kick off meetingu, kterého se zúčastnili všichni hlavní členové týmu. Při realizaci reverzní FMEA se bude postupovat podle Process flow linky. Odhadem může trvat každý proces trvat 2 – 3 hodiny, což je časově velmi náročné. Schůzky tedy byly



## 8 REALIZACE PROJEKTU

Reverzní FMEA probíhala na každý proces linky 64. Každý procesní krok má tedy svůj vlastní kontrolní list a k němu přiložený akční plán. Tyto dokumenty jsou součástí přílohy diplomové práce.

Realizace reverzní FMEA probíhala podle plánu. Všechny meetingy v roce 2017 probíhaly bez přeložení. Někdy bylo potřeba naplánovat dodatečné meetingy, aby se nálezy překlápily přímo do programu P-FMEA. Tyto schůzky trvaly přibližně 30 minut a nefigurují v níže uvedeném časovém plánu. Na začátku roku 2018 se ale musely poslední tři procesní kroky odložit, z důvodu konání certifikačního auditu ISO a celozávodního GM BIQS auditu. Reverzní FMEA těchto procesních kroků byla přeložena na duben 2018.

Tab. 6. Skutečný harmonogram projektu (vlastní zpracování)

Členové týmu: I. Kučerová, D. Nytra, L. Nenutilová, Grossmannova J.

Zákazník: GM

Výrobní linka: L64

Celkem naplánováno 0 Celkem zpožděno 0

Celkem splněno 9 Celkem přeplánováno 3

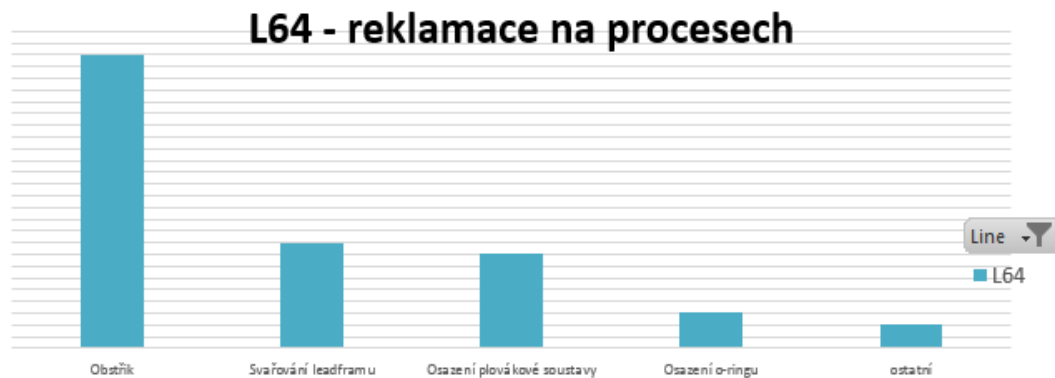
G = splněno
R = zpožděno
Y = přeplánováno
P = plánováno

Procesní krok / Zařízení	20.9.2017	25.9.2017	4.10.2017	11.10.2017	22.11.2017	22.11.2017	22.11.2017	29.11.2017	18.12.2017	2.4.2018	13.4.2018	25.4.2018
Osazování o-ringů na piny	G											
Svařování pinů a leadframu ke kabelu		G										
Obstřík konektoru			G									
Obstřík patice				G								
Kontrola kabelu, konektoru					G							
Osazení o-ringů						G						
Prostřih můstku a test těsnosti							G					
Osazení plovákové soustavy								G				
Svařování relátka									G			
Magnetizace a test spínacího bodu										Y		
Osazení krytky											Y	
Konečná zkouška a laserové značení												Y

Reverzní FMEA bude demonstrována na procesech obstříku, jelikož na tomto procesním kroku vzniká nejvíce reklamací, jak je viditelné na níže přiloženém grafu. Vstříkolisy jsou náročné na údržbu i obsluhu. Je zde zapotřebí zkušeného operátora, jelikož osazování komponent je náročné na preciznost a probíhá v rukavicích, z důvodu vysoké teploty hotových výrobků. Špatné osazení může zapříčinit v nejhorším případě zastavení stroje, což



znamená zdržení výroby a mnohdy vysoké náklady na opravu. Zároveň je nastavený rychlý takt pracoviště a operátor nemá mnoho času na detailní provedení vizuální kontroly.



Obr. 22. Množství reklamací na jednotlivých procesech (vlastní zpracování)

## 8.1 Nálezy a definovaná opatření

Každá nově nalezená potenciální chyba či příčina je rozpracována do samostatných podkapitol. Na základě tabulky AIAG 4. edice je k ní přiřazeno hodnocení závažnosti, výskytu a detekce. Popsáno je zvolené nápravné opatření a následně určeno nové hodnocení.

Nápravné opatření může být plánováno, realizováno nebo zamítnuto. V prvním případě je dán termín plánované implementace, a nová hodnota RPN zůstává v závorce. RPN je vizualizováno bez závorky, jakmile je opatření realizováno, a zároveň je zapsáno datum implementace. Zamítnutí nápravného opatření je zapsáno do P-FMEA i s novým hodnocením se statusem „rejected“. Nové RPN figuruje v závorce do doby, dokud není opatření zavedeno. Tyto informace budou ponechány v dokumentu, z důvodu vizualizace zvážení nápravného opatření. Do poznámky je přidán důvod zamítnutí. V případě prezentace výsledků R-FMEA, nebo při výskytu dané chyby, bude k dispozici historie včetně důvodu zamítnutí opatření.

Závažnost zůstává stále stejná, protože riziko pro zákazníka se nemění, i když máme na chybu opatření. Výskyt se mění v případě opatření, které zamezí vzniku chyby z dané příčiny. Detekce je změněna, když opatření detekuje chybu nebo příčinu samotnou.

### 8.1.1 Nízký tlak

#### Potenciální chyba/selhání:

Nezafixováním leadframu do základacího lůžka může vzniknout díl jiných rozměrů, než je dáno specifikací, jelikož dojde ke špatnému natlakování trysky. Kus může být nedostříklý,

nebo se mohou objevit plastové otřepy. V současnosti je prevencí ořez otřepů dále v procesu. Jako detekce pak zastavení procesu v případě nějakého kolapsu.

### Hodnocení:

Závažnost je ohodnocena číslem 8. V případě nedostříklé patice, nebo dílu s otřepy ztrácí kus primární funkci, pro kterou je určený. Není ovlivněna bezpečnost vozidla, ale senzor nemusí správně fungovat a bude jej nutné vyměnit. Na druhé straně ve vztahu k produktu/internímu zákazníkovi se jedná o závažné porušení, jelikož 100% produktů bude muset být šrotováno, což povede k odstávce linky nebo zastavení dodávky.

Pravděpodobnost poruchy je přepokládána u 0,01 z tisíce až 1 ze 100 000 kusů.

Detekce problému je až po provedení operace a pravděpodobnost odhalení je středně velká, ohodnocena číslem 4. Podle tabulky to znamená odhalení chyby po provedení operace automatizovanými nástroji řízení, kterými se zjistí neshodný díl, díl se zablokuje, aby se zabránilo další výrobní operaci.

### Nápravné opatření:

Bylo navrženo nápravné opatření instalace tlakového násobiče, k zajištění správného otevírání jehly. Jehla se otevírá při vstříknutí plastu a zavírá se po dokončení operace. Aby byl potřebný tlak v horké trysce, který pohybuje s jehlou, tak je potřeba násobiče 15 barů. V případě potřeby bude potřebný dodatečný tlak nasán a napumpován. Dojde tak ke vstříkovaní pod správným tlakem.

### Nové hodnocení:

Dochází ke změně detekce na 2 body, jelikož nedetekujeme vznik chyby, ale danou příčinu. To znamená, že po zavedení zvoleného nápravného opatření chyba nevznikne.

Tab. 7. P-FMEA Nízký tlak (vlastní zpracování)

Function	Potential failure	Potential effect(s) of failure	S	C	Potential cause(s) of failure	O	Current preventive action	Current detection action	D	RPN	Recommended action	R/D	Action taken	S	O	D	RPN
Overmolding of leadframe - Properly overmolded part with dimension acc. to drawing	Overmolding of leadframe - Dimensions are not acc. to drawing	[Oil Level Switch - Line 64] Reliability defect	8		[Man - Operator] Man - Operator - incorrect insertion of leadframe - not hold > Leadframe not fixed in position	3	Cutting of burrs by cutting tool	Automatic stop of process in case of crash (program of machine, mold protection)	4	96	D. Verify instalation of pressure sensor	Klement, Martin, PP		8	3	2	48
												3.1.2018 completed					

### Realizace opatření:

Implementace proběhla 3. ledna 2018. Náklady byly vyčísleny na 2 960 euro včetně práce a potřebných ventilů.

### 8.1.2 Jiný typ granulátu

#### Potenciální chyba/selhání:

Kus obstříklý špatným materiálem – jiný druh plastu. K této chybě může dojít, když systémová obsluha nasype špatný druh granulátu do zásobníků. Typ granulátu je schválený zákazníkem, zvalidován a uvolněn. Jeho záměna je vážným pochybením. Jako současné opatření figuruje vizualizace materiálového čísla, stejný název zásobníku a pytle. Systémová obsluha je vyškolená, a i v kontrolním listu figuruje kontrola granulátu. Jelikož je tento bod relevantní pro patici i konektor, byl tento nález při reverzní FMEA zapsán zároveň k obstřiku patice. Z tohoto důvodu nefiguruje chyba v akčním plánu pro obstřik patice.

#### Hodnocení:

Závažnost vzniku chyby byla ohodnocena 7 body, což pro zákazníka znamená zhoršení primární funkce. Vozidlo je pojízdné, avšak při sníženém výkonu. Jedná se o významné porušení, kdy se část výrobní dávky bude muset šrotovat. Znamená to odchylku od primárního procesu včetně snížené rychlosti linky nebo dodatečného personálu.

Výskyt je považován za malý, kdy počet případů na počet objektů je přepokládán 1 ze 100 000 až 1 z milionu. Detekce problému se předpokládá u zdroje. Hodnocení 5 podle tabulky znamená odhalení chyby nebo příčiny na pracovišti operátorem a využitím variabilního měření nebo automatizovaných nástrojů řízení na pracovišti, kterými se zjistí neshodný díl a uvědomí se operátor (světlo, akustický signál, atd.). Měření provedené při seřízení a kontrole prvního kusu (pouze pro případy seřízení). V našem případě je tak proto, že systémová obsluha porovnává kód materiálu vizualizovaný na zásobníku a pytle.

#### Nápravné opatření:

Jako nápravné opatření bylo zvoleno uzamknutí zásobníků. Jejich odemknutí bude možné pouze na základě načtení správného kódu z pytle. Poté se zásobník otevře, a systémová obsluha nasype správný materiál.

#### Nové hodnocení:

Nejedná se ale o automatickou detekci. Může dojít například k tomu, že bude načten správný kód, ale poté se nasype materiál z jiného pytle. Zde je tedy otázka, do jaké míry se jedná o detekci, a do jaké míry se jedná o prevenci. Jedná se o detekci toho, že když bude přinesen jiný pytel, tak to načtením bude odhaleno. Naopak se jedná o prevenci z toho pohledu, že je zásobník zamknutý, dokud není načten správný typ granulátu.

Zde je hlavní, jak je popsána chyba. Při reverzní FMEA bylo selhání definováno tak, že systémová obsluha nasype špatný typ granulátu. Opatření pak znamená detekci, jelikož se může o to snažit, ale je upozorněn. Detekce byla snížena na 2 body. Je zde předpokládáno, že systémová obsluha bude dodržovat co má předepsáno, a nasype správný typ granulátu.

Kdyby byla chyba popsána jako pomíchání materiálu, tak se jedná o prevenci a hodnocení výskytu a detekce by bylo 1 bod – zásobník je uzamčen a není možné dosypat jiný materiál. Z hlediska hodnocení se toto řešení může zdát lepší, ale jelikož víme, že systémová obsluha může vzít dva pytle, načíst správný a dosypat jiný, tak to nepovažujeme za 100% robustní řešení.

Tab. 8. P-FMEA Jiný typ granulátu (vlastní zpracování)

Function	Potential failure	Potential effect(s) of failure	S	C	Potential cause(s) of failure	O	Current preventive action	Current detection action	D	RPN	Recommended action	R/D	Action taken	S	O	D	RPN	
Overmolded part with defined material (acc. to drawing)	Overmolded product with different material	[Oil Level Switch - Line 64] Reliability defect, no function	7		[Man] Man - system operator - incorrect material is filled	2	BoM	Release by SO	5	70	D: Verify scanner detection of correct type of material	[Maca, Tomáš, IE]		7	2	2	(28)	
							visualization of material number and name on the bin and bag PI + training Check of match in used material (granulate), add to check list					31.5.2018 in progress						

### Realizace opatření:

Implementace opatření je naplánována na 31. 5. 2018. Bylo objednáno 5 nových zásobníků se čtečkami. Celkové náklady byly vyčísleny na 11 210 euro.

### 8.1.3 Náhradní vložky

#### Potenciální chyba/selhání:

Operátor může nesprávnou manipulací způsobit poškození formy. Kusy by pak nebyly podle specifikace. Je zapotřebí zkušeného operátora, jelikož piny jsou křehké a jejich osazení není jednoduché. Špatné osazení do lůžka může znamenat poškození vložek vstříkolisu. Kusy by pak mohly být s otřepy, nefunkční, nebo mimo rozměr. Jelikož zde figuruje více příčin a následků, je tento nález zapsán do P-FMEA vícekrát.

#### Hodnocení:

V hodnocení se liší závažnost, jelikož jsou různé potenciální chyby a následky. V případě nefunkčního kusu určíme hodnotu 8. Je totiž ztracena primární funkce a 100 % produktů musí být šrotováno. Naopak v případě nemožnosti namontování senzoru do vany hodnotíme

číslem 7. Dochází ke zhoršení primární funkce a část výrobní dávky bude muset být šrotována.

Výskyt hodnotíme jako malý, špatný bude 0,001 kus z tisíce až 1 z 1 000 000.

Detekci označujeme za středně velkou po provedení operace automatizovanými nástroji řízení, kterými se zjistí neshodný díl, díl se zablokuje, aby se zabránilo další výrobní operaci.

### Nápravné opatření:

Vstřikolisy konektorů budou mít zajištěny náhradní vložky, které budou okamžitě k dispozici v případě nabourání formy.

### Nové hodnocení:

Nedochází ke změně hodnocení. Pro zákazníka opatření znamená, že nedojde k jeho zastavení. Náhradní díly budou k dispozici okamžitě a nebude se muset čekat na výrobu nových. Z hlediska procesu samotného a kvality výroby to však nemá vliv. Proto se nesnižuje hodnocení a zůstává stejné.

Tab. 9. P-FMEA náhradní vložky (vlastní zpracování)

Function	Potential failure	Potential effect(s) of failure	S	C	Potential cause(s) of failure	O	Current preventive action	Current detection action	D	RPN	Recommended action	R/D	Action taken	S	O	D	RPN
Properly overmolded part acc. to specification	1) SC Width of connector - Dimension not acc. to drawing	[Oil Level Switch - Line 64] 1) SC - width of connector > not possible to montage, no function	8	SC	[Machine] Machine - damage of mold	2	regular maintenance acc. to Maintenance plan PI + training	Final test - in case of higher position of connector Yearly requalification Release of production	4	64	P: Verify spare tool/insert	Nlytra, Daniel, MP 30.11.2017		8	2	4	64
	Incorrect position of connector pins	[Oil Level Switch - Line 64] Mounting diameters incorrect at	7		[Machine] Machine - damage of mold	2	regular maintenance acc. to Maintenance plan PI + training	Final test - in case of higher position of connector Yearly requalification Release of production	4	56	P: Verify spare tool/insert	Nlytra, Daniel, MP 30.11.2017 completed		7	2	4	56

### Realizace opatření:

Náhradní vložky byly zakoupeny 30.11.2017. Náklady byly vyčísleny na 11 430 euro.

## 8.1.4 Poškození těsnící gumičky

### Potenciální chyba/selhání:

Do procesu vstřikování vstupují kovové piny s osazenou těsnící gumičkou. Ty jsou zde z důvodu lepšího zatěsnění, jelikož samotný kov a plast k sobě nepřiléhají na 100%. Jejich založení do lůžka vyžaduje preciznost a zkušeného operátora. Obstříkem pinů vznikne takzvaný konektor, který se u zákazníka zapojí a nakontaktuje. Na místě byla definována nová potenciální chyba poškození těsnící gumičky ve vstřikolisu při zakládání. Byla zvažena

možnost poškození o ostřejší hrany v zakládacím lůžku. Takto poškozená gumička by mohla zapříčinit netěsnost konektoru a následný únik oleje přes piny. V současnosti jako opatření figuruje dobře zpracovaný pracovní návod a školení operátorů o správném zakládání.

### Hodnocení:

Hodnocení je shodné jako s předchozím příkladem. Závažnost je ohodnocena 8 body. V případě, že by gumička byla poškozena, tak může dojít k úniku oleje. Uživatel vozidla musí nechat senzor v servisu vyměnit. Dále by se muselo 100% výrobků šrotovat, což může zapříčinit odstávku linky nebo zastavení dodávky. Pravděpodobnost poruchy je přepokládána u 1 ze 100 000 kusů až 1 z milionu. Detekce problému je až po provedení operace a pravděpodobnost odhalení je malá, ohodnocena 6 body.

### Nápravné opatření:

Na místě nebylo možné chybu nasimulovat z důvodu kapacit výroby. Simulace proběhla 4. 10. 2017. Po realizaci byla gumička přezkoumána pod mikroskopem. Závěrem je, že operátor ani čelisti formy nemohou způsobit poškození těsnící gumičky. P-FMEA byla upravena podle skutečnosti. Byla přidána nová chyba nalezená během reverze FMEA, zapsána akce a přepočítáno hodnocení.

### Nové hodnocení:

Na základě vyloučení výskytu potenciální chyby toho došlo ke snížení výskytu a detekce. K výskytu chyby nemůže dojít, proto je ohodnocena bodem 1. Z toho vyplývá automaticky i stejné hodnocení pro detekci.

Tab. 10. P-FMEA Poškození těsnící gumičky (vlastní zpracování)

Function	Potential failure	Potential effect(s) of failure	S	C	Potential cause(s) of failure	O	Current preventive action	Current detection action	D	RPN	Recommended action	R/D	Action taken	S	O	D	RPN
Unloading of cable Assy - Sealings not damaged	Damage of sealing	[Oil Level Switch - Line G4] EXTERNAL CUSTOMER: Oil leakage out of oil pan ( between sensor and oil pan, through sensor )	8		[Man] Damage of sealing during unloading	2	WI + Training	Leak test of connector	6	96		Nytra, Daniel, MP	P: No need to touch sealing - unloading area out of sealing	8	1	1	8
												4.10.2017 completed	D: N/A				

## 8.1.5 Chybějící bushing

### Potenciální chyba/selhání:

V P-FMEA již figurovala chyba chybějící bushing v patici z důvodu jeho neosazení operátorem. Každá patice má mít 2 bushingy, skrze které se následně senzor šroubuje do

olejové vany. Jejich nepřítomnost může zapříčinit nemožnost namontování do olejové vany, popřípadě nestabilní ukotvení. I vzhledem k vysokému RPN jsme se rozhodli zaměřit na možné nápravné opatření.

### Hodnocení:

Každý potenciální následek chyby má svou vlastní závažnost. V případě poruchy spolehlivosti je zde možnost ztráty primární funkce a hrozba 100% šrotace všech výrobků. Kdyby nastaly problémy s namontováním senzoru do vany, tak mluvíme o zhoršení primární funkce a šrotaci části výrobní dávky.

Pravděpodobnost poruchy je přepokládána u 0,01 z tisíce až 1 ze 100 000 kusů.

Pravděpodobnost odhalení chyby je mizivá. Jedná se o vizuální detekci chyby po provedení operace operátorem. Tedy hodnocením podle tabulky přiřazujeme číslo 8.

### .Nápravné opatření:

Byla zvážena možnost nainstalování kamer na kontrolu přítomnosti buhingů. V případě jejich neosazení, by byla tato chyba okamžitě detekována, a stroj by se zastavil. Operátor by tedy musel bushingy osadit. Tento úkol byl přiřazen technikovi, který se specializuje na kamerové systémy.

### Nové hodnocení:

Po zavedení kamery se mění hodnota detekce z 8 na 2 body. Závažnost i výskyt se nemění, jelikož je implementována kamerová kontrola, jakožto detekční systém. Rapidně se snižuje RPN z hodnoty 192 na 48.

Tab. 11. P-FMEA Chybějící bushing (vlastní zpracování)

Function	Potential failure	Potential effect(s) of failure	S	C	Potential cause(s) of failure	O	Current preventive action	Current detection action	D	RPN	Recommended action	R/D	Action taken	S	O	D	RPN
Overmolding of leadframe - Properly overmolded part with dimension acc. to drawing	Overmolding of leadframe - Bushing is missing	[Oil Level Switch - Line 64] Reliability defect	8		[Man - Operator] Operator > bushing not inserted by operator	3	WI + training	Visual inspection	8	192	D: Detection by sensor - presence	Holas, Radek, IE		8	3	2	48
		[Oil Level Switch - Line 64] Problems during assembly at customer	7														

### Realizace opatření:

Kamery byly nainstalovány 13.12.2017. Jejich cena, včetně instalace a práce technika, byla stanovena na 8 944 euro.

### 8.1.6 Bushing navíc

#### Potenciální chyba/selhání:

K vadě chybějícího bushingu se váže zároveň i jeho možný pád do formy. Komponenta by se v takovém případě zastříkla do plastu. V takovém případě by mohla být způsobena i nefunkčnost senzoru, nebo jeho šrotace.

#### Hodnocení:

V případě nefunkčnosti senzoru se závažnost hodnotí opět 8 body, hrozí tedy ztráta primární funkce a šrotace 100% výrobků.

#### Nápravné opatření:

Stejně jako v předchozím případě k detekci chyby pomůže implementace zmíněných kamer.

Tab. 12. P-FMEA Bushing navíc (vlastní zpracování)

Function	Potential failure	Potential effect(s) of failure	S	C	Potential cause(s) of failure	O	Current preventive action	Current detection action	D	RPN	Recommended action	R/D	Action taken	S	O	D	RPN
Overmolding of leadframe - Properly overmolded part with dimension acc. to drawing	Overmolding of leadframe - Bushing is missing	[Oil Level Switch - Line 64] No function of sensor	8		[Man - Operator] Man - Operator - Additional bushing fall into assembly	2	WI + training	100% visual checking at next process step - FT  Detection by operator	6	96	D: Detection by camera - check of bushing presence, verify check of all area	Holas, Radek, IE  13.12.2017 completed		8	2	4	64

### 8.1.7 Ohnutý leadframe

#### Potenciální chyba/selhání:

Leadframe je malá kovová částice, která vstupuje do procesu vstřikování. Jedná se o dodávaný díl od externího dodavatele, který se obstříkne plastem a vzniká takzvaná patice. Během realizace R-FMEA bylo odhaleno riziko jeho ohnutí v balení. V současnosti jako prevence figuruje specifikace balení, podle kterého by se leadframy ohnout neměly. Jako detekce pak nemožnost osadit příliš ohnuté kusy.

#### Hodnocení:

Závažnost je ohodnocena na 8 bodů. Z pohledu vztahu k produktu/zákazníkovi to znamená ztrátu primární funkce, ke které senzor slouží. Není ovlivněna bezpečnost vozidla, ale uživatel musí jet do servisu a nechat si senzor vyměnit. Na druhé straně ve vztahu k produktu/internímu zákazníkovi se jedná o závažné porušení, jelikož se 100% produktů bude muset šrotovat. Z toho vyplývá odstávka linky nebo zastavení dodávky.

Pravděpodobnost poruchy je považována za malou. Výskyt je ohodnocen 2 body, kdy počet případů na počet objektů je přepokládán 1 ze 100 000 až 1z milionu.



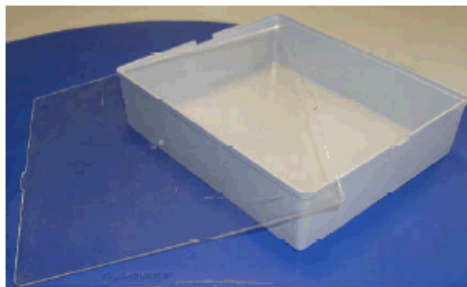
Detekce problému je až po provedení operace a pravděpodobnost odhalení je malá. Operátor provádí pouze vizuální kontrolu, kde na základě svého úsudku hodnotí kus jako OK nebo NOK.

### **Nápravné opatření:**

Na místě byla definována změna balení, jako možné nápravné opatření. Plánovač výroby dostal za úkol poptat možnosti změny a případné náklady.

Dle jeho pozdějšího vyjádření se materiál dodává v plastových bednách, které byly zvoleny místo sáčků právě z důvodu lepší ochrany materiálu při přepravě a manipulaci. Další možností tedy byly blistry, ve kterých by byla každá jedna komponenta od sebe oddělená. To by sebou neslo přidanou manipulaci na straně dodavatele – každý díl by se ručně ukládal do blistru, což by se výrazně promítlo do ceny leadframu. Zároveň by několikanásobně narostl objem dopravovaného materiálu, čímž by se zvýšila ceny přepravy. Muselo by se počítat i s vývojem blistru, výrobou formy a nákupem potřebného množství blistrů. Hrubý odhad specialisty balení činil 5 000 EUR za formu, a 5 000 EUR za blistry a vývoj.

Výše uvedené vícenáklady byly důvodem pro zamítnutí nápravného opatření. Jednalo by se o velkou finanční zátěž, která se nedá obhájit šrotací. Rovněž za celou dobu výroby nebyla žádná reklamacie, která by mohla být způsobena právě touto chybou.



*Obr. 23. Současné plastové balení  
(Vlastní zpracování)*

### **Nové hodnocení:**

V případě zavedení nového balení by se změnil výskyt i detekce, jelikož z pohledu FMEA se jedná o změnu designu procesu, popřípadě změnu procesního toku. Vzhledem k tomu, že k chybě ohnutého leadframu z důvodu deformace v balení by už nemohlo dojít, tak se jedná o pokayoake řešení. Eliminována je prevence. Výskyt tedy hodnotíme jako 1, což znamená,

že detekce je automaticky 1. Jinými slovy byla nalezena taková akce, která by zabránila nalezené chybě z důvodu dané příčiny.

Tab. 13. P-FMEA Ohnutý leadframe (vlastní zpracování)

Function	Potential failure	Potential effect(s) of failure	S	C	Potential cause(s) of failure	O	Current preventive action	Current detection action	D	RPN	Recommended action	R/D	Action taken	S	O	D	RPN
Unloading of cable assy - No deformations	Bent leadframe	[Oil Level Switch - Line 64] EXTERNAL CUSTOMER: Product without function	8		Leadframe deformation in original packaging	2	Packaging specification	Not possible to insert to nest	6	96	P: Packaging change - separate in blisters	Nytra, Daniel, MP		8	1	1	(8)
							Design of nest	100% visual inspection at over molding station									

## 8.2 Shrnutí nálezů

Během realizace reverzní FMEA na procesech obšřiku bylo nalezeno celkem 8 potenciálních chyb. V jednom případě šlo pouze o ověření možnosti poškození komponenty, což bylo následně vyloučeno, a došlo k rekalkulaci hodnocení. Jedno nápravné opatření se zavrholo z důvodu financí. Celkem se schválilo zavedení čtyř opatření. K největší změně RPN došlo v rámci realizace kamery kontrolující bushingy, kde se značně snížila hodnota detekce.

Tab. 14. Shrnutí nálezů reverzní FMEA (vlastní zpracování)

Potenciální chyba	Původní hodnocení				Zvolené opatření	Implementace opatření	Nové hodnocení			
	S	O	D	RPN			S	O	D	RPN
Nedostříklý kus, kus s otřepý / nízký tlak	8	3	4	96	Násobič tlaku	Klement, Martin, PP 3.1.2018 Dokončeno	8	3	2	48
Jiný typ granulátu	7	2	5	70	Zásobníky na materiál se čtečkami	Máca, Tomáš, IE 31.5.2018 Probíhá	7	2	2	(28)
Rozměry mimo specifikaci	8	2	4	64	Náhradní vložky	Nytra, Daniel, MP 30.11.2017 Dokončeno	8	2	4	64
Špatná pozice pinů	7	2	4	56			7	2	4	56
Poškozená těsnící gumička	8	2	6	96	Ověřit simulací	Nytra, Daniel, MP 27.9.2017 Dokončeno	8	1	1	8
Chybějící bushing	8	3	8	192	Kamera	Holás, Radek, IE 13.12.2017 Dokončeno	8	3	2	48
Bushing navíc	8	2	6	96			8	2	4	64
Ohnutý leadframe	8	2	6	96	Změna balení	Nytra, Daniel, MP 7.12.2017 Zamítnuto	8	1	1	(8)

## 9 VYHODNOCENÍ PROJEKTU

Cílem projektu bylo zavedení metody reverzní FMEA za účelem zlepšení kvality a splnění požadavků zákazníků. Vyhodnocení projektu bude rozděleno na tři části. Nejdříve budou zhodnoceny výsledky projektu na pilotní lince. Druhá část je věnována samotnému zavedení metody v závodě Frenštát, a nakonec se zaměřím na finanční náklady projektu.

Při vyhodnocení projektu na pilotní lince se budu opírat o kvalitativní ukazatele, a jejich změnu po realizaci reverzní FMEA. Změny nebudou konečné, jelikož některá definovaná opatření zatím nebyla zavedena. Jedná se zejména o případy, kdy je potřeba delší doba k realizaci nebo větší obnos financí. Zároveň jak již bylo zmíněno v části realizace projektu, poslední tři procesní kroky se nestihly dokončit, tudíž nebudou promítnuty do následujícího vyhodnocení.

Druhá část bude zaměřena na zhodnocení celkové standardizace postupu reverzní FMEA v závodě Frenštát. Cílem bylo vytvořit jednotný transparentní postup realizace, který bude aplikován na všechny procesy.

V rámci třetí podkapitoly bude provedena kalkulace práce účastníků. Následně se zaměříme na náklady na jednotlivá nápravná opatření. Projekt bude zhodnocen jako celek z hlediska financí.

### 9.1 Zhodnocení R-FMEA na pilotní lince

Na procesech obštríku bylo nalezeno celkem sedm opatření, z toho tři byly relevantní pro oba procesní kroky. Pouze jedna z nich byla zamítnuta z důvodu financí, což je dobrý výsledek vzhledem k tomu, že právě finance figurovaly na základě analýzy SWOT a RIPRAN jako slabá stránka a hrozba projektu.

Některé akce představovaly pouze ověření možností a následnou změnu hodnocení v procesní FMEA. Došlo tedy k řádné revizi dokumentu, který nebyl úplný a aktuální. Jak již bylo zmíněno, právě procesní FMEA je často neshodou při auditech. Díky realizaci reverzní FMEA jsme mohli odhalit nové potenciální neshody a příčiny, a zároveň opravit vyhodnocení.

Dále byla definována nápravná opatření, které nemají vliv na proces, kvalitu výroby ani změnu hodnocení. Jako například případě náhradních vložek. Pro výrobu a zákazníka to ale do budoucna může znamenat nezastavení výroby, které by v opačném případě mohlo mít za

následek vysoké sankce a nespokojenost zákazníka. Pomocí reverzní FMEA tedy předcházíme těmto negativním dopadům, které předtím nebyly zváženy.

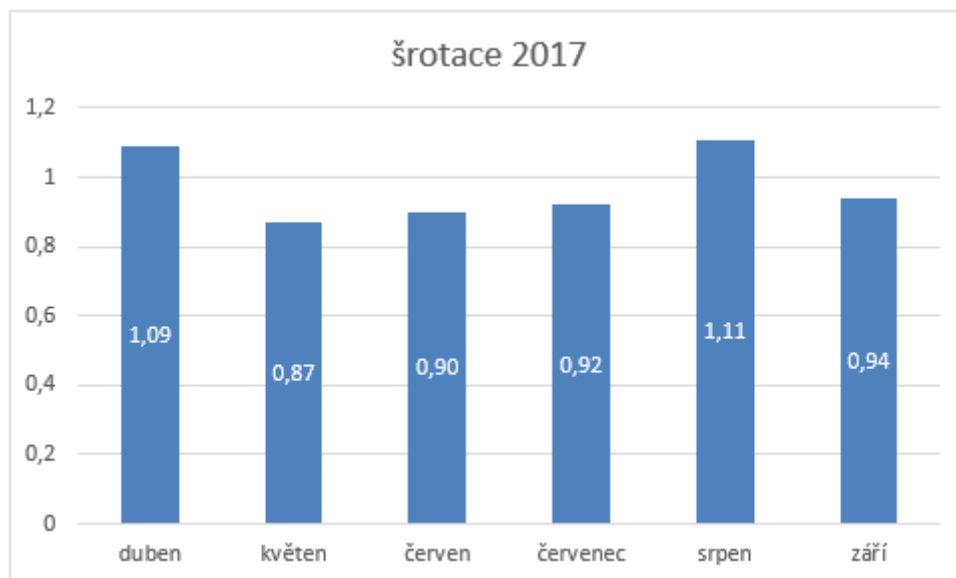
Ve výsledných analýzách změny šrotace a PPM se nám promítnou akce, které byly úspěšně zavedeny a pomohly ke zlepšení kvalitativních ukazatelů. V případě procesu ostříku se jedná o zavedení tlakového násobiče a kamer, které kontrolují přítomnost bushingů na určeném místě v zakládacím lůžku.

### 9.1.1 Analýza změny šrotace

Vyhodnocení změny šrotace bylo vybráno, protože zlepšení lze pozorovat okamžitě po zavedení opatření. Jedná se o likvidaci neshodného materiálu, který nesplňuje požadovanou kvalitu a parametry. Tyto kusy jsou oddělovány do červených krabic na předem určené místo a řádně označeny. Ke každému NOK kusu je operátorem vypsán šrotační lístek. Ráno jsou tyto kusy sbírány, a podle šrotačních lístků zapsány asistentkami do evidence.

Náklady na šrotaci jsou určeny podílem rozpracovanosti výrobku. Když je neshodný díl nalezen na prvním procesním kroku, jeho cena je podstatně nižší než cena kusu, který vypadne na konečné zkoušce. Je započítána nejen cena za jednotlivé komponenty, ale taky práce operátora, energie apod.

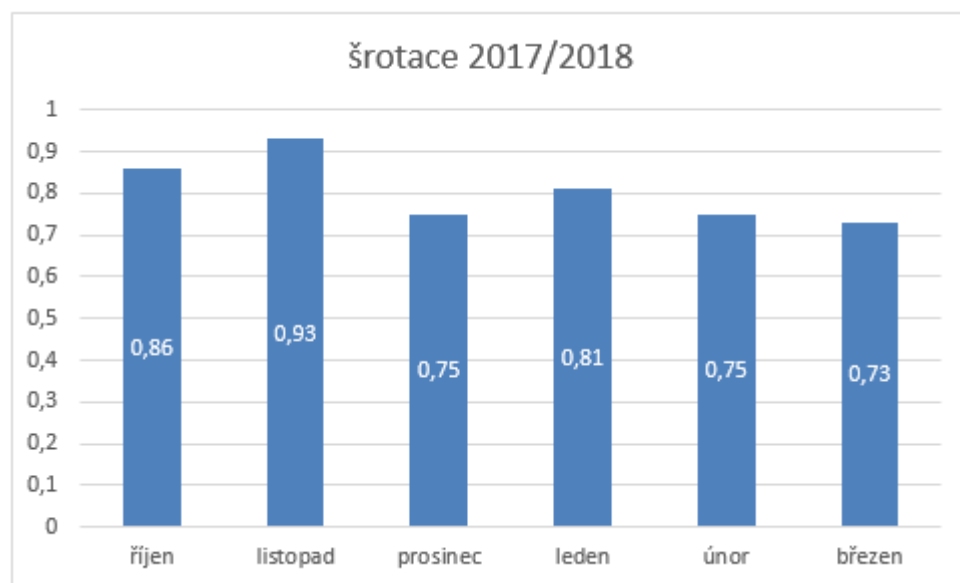
K vyhodnocení byla využita data za prvních šest měsíců před realizací FMEA. Tedy období duben – září 2017. Na konci září sice proběhly první dvě schůzky, ale ještě nebylo implementováno žádné opatření, proto má stejnou vypovídající hodnotu, jako předchozí měsíce.



Obr. 24. Šrotace před realizací R-FMEA (vlastní zpracování)

Na výše uvedeném grafu můžeme vidět nestabilní šrotaci, která byla způsobena různými poruchami strojů. Hodnota je uvedena v procentech, kdy byl vypočítán podíl šrotace a prodejů v eurech, a následně došlo k přepočítání koeficientem.

V rámci reverzní FMEA bychom měli tyto výsledky porovnat s šesti měsíci následujících po zavedení všech opatření. Jelikož nejsou všechna nápravná opatření implementována, musíme se podívat na šest měsíců, po jejichž dobu byly průběžně akce zaváděny. Jedná se o říjen 2017 – březen 2018, kde hodnoty byly přepočítány stejným koeficientem, jako předchozí měsíce.



Obr. 25. Šrotace v období realizace R-FMEA (vlastní zpracování)

V říjnu a listopadu začaly být implementovány pouze akce, které neměly vliv na šrotaci. Proběhla úprava hodnocení procesní FMEA, došlo k různým zkouškám a testům, poptávaly se ceny atd. Na grafu můžeme vidět, že nedošlo k žádné větší změně, a spíše se pokračuje v trendu předchozích měsíců.

Naopak v prosinci byla zavedena například kamera na stanici obstřiku. Uvedení do provozu proběhlo v půlce měsíce. Jak lze vidět na grafu, prosinec celkově vychází nejlépe. Je to zapříčiněno i menším objemem výroby, což je důvodem výrazně nižší šrotace.

Lepším příkladem je pak leden, kdy už je zavedeno mnohem více opatření, včetně násobiče tlaku na stanicích obstřiku. Trend zlepšení lze pozorovat i v měsících následujících. Samozřejmě zde působí více vlivů, jako například poruchy zařízení, nezkušení operátoři a podobně.

### 9.1.2 Analýza změny PPM

Na konstruktivní analýzu PPM je ještě brzy, jelikož musíme počítat s dobou dodání k zákazníkovi, a zpracování u něj ve výrobě. Při výběru projektu bylo spočítáno PPM za období leden – červen 2017, a jeho hodnota dosahovala výše 5,0426.

Pro srovnání použijeme PPM za období prosinec – březen 2018. Nebudeme počítat s předchozími měsíci, jelikož nedošlo k implementaci žádného opatření. Hodnota PPM je za toto období 8,3138. Jedná se o výrazně vyšší hodnotu než před reverzní FMEA. Důvodem je reklamace, která zahrnovala větší množství kusů se stejnou výrobní chybou vzniklou na jedné stanici. Při reverzní FMEA jsme právě onu kořenovou příčinu reklamace definovali jako potenciální vadu, bohužel kusy vznikly před realizací reverzní FMEA na daném procesu. Nyní po implementaci opatření bylo zabráněno vzniku dalších NOK kusů.

Podle hodnoty PPM se mohlo zdát, že reverzní FMEA nepřispěla ke snížení reklamací. Když se ale podíváme do hloubky problému, zjistíme, že kdybychom projekt realizovali dříve, zabránili bychom velké kauze a ušetřili dodatečné náklady. Právě v případě tohoto nápravného opatření, se jednalo o nízkonákladové řešení.

## 9.2 Zavedení R-FMEA v závodě

V únoru 2018 byl vydán nový standardizovaný pracovní návod PNQ12024C popisující proces tvorby procesní FMEA a reverzní PFMEA platný na lokální úrovni (Frenštát), zodpovědnosti v tomto procesu a základní metodické principy. Jeho schválení museli podepsat odpovědní manažeři kvality. Jedná se o interní dokument, který nemůže být součástí diplomové práce.

Pracovní návod obsahuje vysvětlivky, matici odpovědností, základní předpoklady a vstupy pro tvorbu, postup tvorby a aktualizace. Velmi podstatná je kapitola o ukládání R-FMEA na sdílené úložiště, kde je požadavek na ukládání vstupních informací ohledně vybraných projektů, jejich evidence, časový harmonogram a evidence opatření.

Na pilotním projektu byla ověřena standardizovanost kontrolního listu na několika procesech. Otázky se ukázaly být velice efektivní pomůckou. Naváděly účastníky zamýšlet se nad procesy do hloubky, pomáhaly nalézt potenciální chyby a prostor ke zlepšení. Pracovní návod se na kontrolní list odkazuje, a doporučuje jeho používání.

### 9.3 Finanční náklady projektu

Fáze plánování, která obsahovala přípravu dokumentů, výběr projektu, definování týmu a časového plánu, byla vyčíslena na 32 hodin. Největší čas byl věnován tvorbě kontrolního listu. Na pilotním projektu bylo naplánováno celkem 10 realizačních schůzek. V průměru každá trvala asi 2 hodiny. Z toho vyplývá, že samotné realizaci pilotního projektu bylo věnováno 30 hodin. Celkové náklady na pracovníky, kteří se projektu účastnili, byly vyčísleny na 3 488 euro.

Tab. 15. Náklady na pracovníky (vlastní zpracování)

	Počet hodin	Počet pracovníků	Průměrná mzda za hodinu práce	Celkové náklady na pracovníky
Plánování	32	2	17 euro	1088 eur
Realizace	30	5	16 euro	2400 eur
<b>Celkem</b>				<b>3488,00 eur</b>

Implementace nápravných opatření je stále probíhající proces, který nelze s konečnou platností vyčíslit. Každopádně náklady na pracovníky, kteří se věnovali výběru a implementaci, je zahrnut vždy v ceně opatření. Můžeme se tedy podívat na náklady zvolených nápravných opatření v rámci pilotního projektu.

Tab. 16 Náklady na opatření (vlastní zpracování)

Nápravná opatření	Náklady v eur
Násobič tlaku	2 960
Jiný typ granulátu	11 210
Náhradní vložky	11 430
Kamery bushingy	8 944
<b>Celkem</b>	<b>34 544</b>

Náklady na nápravná opatření dosáhly na procesním kroku obstržení výše 34 544 eur. Ještě je brzy na kalkulaci návratnosti, ale když se podíváme například na poslední reklamaci spojenou s tímto procesním krokem tak se dozvíme, že jenom selekce stály společnost téměř 15 000 euro. V rámci reverzní FMEA jsme definovali nápravná opatření eliminující výskyt celkem pěti potenciálních chyb, které se mohly dostat k zákazníkovi, což se dá považovat za velmi dobrý výsledek.

## ZÁVĚR

Hlavním cílem projektu, na kterém je založena tato diplomová práce, byla inovace managementu kvality zavedením reverzní FMEA ve vybraném závodě společnosti Continental Automotive, Czech Republic, s. r. o.. Projektovými cíli pak bylo odhalit potenciální chyby v procesu a definovat nápravná opatření. Výstupem projektu se očekával standardizovaný kontrolní list, ucelený koncept reverzní FMEA a aktualizace stávající procesní FMEA.

V úvodní části byla zpracována literární rešerše, která značně pomohla k vyhotovení praktické části. Pojednává o metodách a nástrojích, které jsou následně použity v praxi. Důkladně je rozebrána metoda FMEA, její historie, druhy, realizační tým, postup tvorby, výhody a nevýhody. Teoreticky je také krátce shrnuta reverzní FMEA.

V rámci realizace reverzní FMEA na vybraném projektu byly nalezeny nové potenciální chyby, které nebyly zvaženy v předchozí P-FMEA. Definovala se opatření, z nichž některá jsou již implementována a podle současných výsledků mají pozitivní vliv na kvalitu, snížení šrotace a plýtvání. Byla ověřena aplikovatelnost kontrolního listu na různé druhy procesů, čímž se potvrdila jeho standardizovanost.

V závodě byl vydán nový standardizovaný pracovní návod, který popisuje proces tvorby procesní a reverzní FMEA, zodpovědnosti a základní metodické principy. Podařilo se tedy zavést srozumitelný a ucelený koncept R- FMEA pro celý závod.

Náklady na projekt jsou uvedeny v rámci vyhodnocení. Jak již bylo zmíněno, dodatečné náklady na nekvalitu rostou zpočátku spolu s životností a rozpracovaností výrobku. Tím, že byly odhaleny nové potenciální chyby a zavedena opatření přímo na místě vzniku, byl ochráněn zákazník a vyvarovali jsme se drahým selekcím a šrotacím.

Na začátku dubna 2018 proběhl v závodě Frenštát celozávodní BIQS audit, který zákazník General Motors realizuje každé čtyři roky. Vzhledem k tomu, že požadavek na reverzní FMEA mají ve svých zákaznických požadavcích, zaměřili se i na novou proceduru, která byla v rámci projektu vydaná. Mimo to se zajímali i o výsledky na pilotní lince a implementaci nápravných opatření. Závodu ve Frenštátě bylo uděleno velmi dobré hodnocení a prodloužen certifikát na další čtyři roky.



**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

Analýza možných způsobů a důsledků poruch (FMEA): referenční příručka. 4. vyd. Praha: Česká společnost pro jakost, 2008, 143 s. ISBN 978-80-02-02101-8.

BLECHARZ, Pavel. Kvalita a zákazník. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2015, 160 s. ISBN 978-80-87865-20-0.

BLECHARZ, Pavel. Základy moderního řízení kvality. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2011, 122 s. ISBN 978-80-86929-75-0.

Continental Frenštát. Continental AG [online]. ©2018 [cit. 2018-03-16]. Dostupné z: <http://www.continental-corporation.com>

HUTYRA, Milan a kol. Management jakosti [online]. 2007. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2008 [cit. 2018-03-15]. ISBN 978-80-248-1484-1. Dostupné z: [http://www.elearn.vsb.cz/archivcd/FMMI/MJ/Hutyra\\_management\\_jakosti.pdf](http://www.elearn.vsb.cz/archivcd/FMMI/MJ/Hutyra_management_jakosti.pdf)

JANÍČEK, Přemysl a Jiří MAREK. Expertní inženýrství v systémovém pojetí. 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 592 s. ISBN 978-80-247-4127-7.

KOŽÍŠEK, Jan. Management jakosti II. Vyd. 2., přeprac. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005, 139 s. ISBN 80-01-03287-6.

LACKO, Branislav, [b.r.]. RIPRAN. In: *Ripran.cz* [online]. Lysice, [cit. 2018-03-13]. Dostupné z: <http://ripran.cz/>

Logický rámec projektu (Logical Framework). Projektový manažer [online]. [cit. 2018-03-20]. Dostupné z: <http://www.projektmanazer.cz/faq/co-je-logicky-ramec>

NENADÁL, Jaroslav. Moderní management jakosti: principy, postupy, metody. Praha: Management Press, 2008, 377 s. ISBN 978-80-7261-186-7.

NENADÁL, Jaroslav. Systémy managementu kvality: co, proč a jak měřit?. Praha: Management Press, 2016, 302 s. ISBN 978-80-7261-426-4.

OAKLAND, John. Totalquality management and operational excellence: text withcases. 4th edition. New York: Routledge, 2014, 530 s. ISBN 978-0-415-63549-3.

SARSBY, Alan. SWOT Analysis: A guide to SWOT for business studiesstudents. TheLeadershipLibrary, 2016, 75 s. ISBN 978-0-9932504-2-2 .

STAMATIS, Diomidis. Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution. 2nd edition, rev. and expanded. Milwaukee, Wisc.: ASQ Quality Press, 2003, 455 s. ISBN 0-87389-598-3.

SVOZILOVÁ, Alena. Zlepšování podnikových procesů. Praha: Grada, 2011, 223 s. ISBN 978-80-247-3938-0.

VEBER, Jaromír. Management: základy, moderní manažerské přístupy, výkonnost a prosperita. 2., aktualiz. vyd. Praha: Management Press, 2009, 734 s. ISBN 978-80-7261-200-0.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

D-FMEA Designová FMEA

P-FMEA Procesní FMEA

QMPP Plánovač jakosti

Checklist Kontrolní list

PPM Parts per million = Počet špatných kusů na milion vyrobených/dodaných

SC znaky Specific characteristic = Kritické znaky výrobku

Checklist Kontrolní list

R-FMEA Reverzní FMEA

MP Plánovač výroby

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obr. 1. Ishikawův diagram (Blecharz, 2011, s. 32)</i> .....	18
<i>Obr. 2. Regulační diagram (Nenadál, 2008, s. 318)</i> .....	19
<i>Obr. 3. Typy FMEA vstupující v rámci životnosti produktu (vlastní zpracování)</i> .....	22
<i>Obr. 4. Příklad struktury týmu (Janiček a Marek, 2013, s. 260)</i> .....	23
<i>Obr. 5. Potenciální působení mezi faktory (Sarsby, 2016, s. 7)</i> .....	27
<i>Obr. 6. Závod Continental ve Frenštátě (continental-corporation.com)</i> .....	30
<i>Obr. 7. Organizační struktura společnosti (Interní zdroje společnosti)</i> .....	31
<i>Obr. 8. Klíč pro Ford (vlastní zpracování)</i> .....	34
<i>Obr. 9. Příklad výrobku – LC modul pro motory (interní zdroje společnosti)</i> .....	34
<i>Obr. 10. Příklad výrobku – Hladinový senzor (vlastní zpracování)</i> .....	34
<i>Obr. 11. Životopis produktu (Interní zdroje společnosti)</i> .....	36
<i>Obr. 12. Proces vzniku FMEA (vlastní zpracování)</i> .....	37
<i>Obr. 13. Základní stromová struktura (vlastní zpracování)</i> .....	38
<i>Obr. 14. Funkce a chyby (Interní zdroje společnosti)</i> .....	39
<i>Obr. 15. Ukázka chybové sítě z programu (Interní zdroje společnosti)</i> .....	40
<i>Obr. 16. Vizualizace FMEA v programu APIS (Interní zdroje společnosti)</i> .....	41
<i>Obr. 17. Logický rámec projektu (vlastní zpracování)</i> .....	45
<i>Obr. 18. SWOT analýza (vlastní zpracování)</i> .....	46
<i>Obr. 20. Proces tvorby R-FMEA (vlastní zpracování)</i> .....	49
<i>Obr. 21. Hodnota PPM na sledovaných linkách (vlastní zpracování)</i> .....	52
<i>Obr. 22. Hladinový senzor L64 (vlastní zpracování)</i> .....	53
<i>Obr. 23. Množství reklamací na jednotlivých procesech (vlastní zpracování)</i> .....	57
<i>Obr. 24. Současné plastové balení (Vlastní zpracování)</i> .....	65
<i>Obr. 25. Šrotace před realizací R-FMEA (vlastní zpracování)</i> .....	68
<i>Obr. 26. Šrotace v období realizace R-FMEA (vlastní zpracování)</i> .....	69

**SEZNAM TABULEK**

<i>Tab. 1. Procesní FMEA (Blecharz, 2015, s. 107)</i> .....	23
<i>Tab. 2. Příklad hodnotící tabulky (Blecharz, 2015, s. 108)</i> .....	24
<i>Tab. 3. Číselné hodnocení P-FMEA (Oakland, 2014, s. 108)</i> .....	25
<i>Tab. 5. Plánovaný harmonogram projektu (vlastní)</i> .....	55
<i>Tab. 6. Skutečný harmonogram projektu (vlastní)</i> .....	56
<i>Tab. 7. P-FMEA Nízký tlak (vlastní)</i> .....	58
<i>Tab. 8. P-FMEA Jiný typ granulátu (vlastní)</i> .....	60
<i>Tab. 9. P-FMEA náhradní vložky(vlastní)</i> .....	61
<i>Tab. 10. P-FMEA Poškození těsnící gumičky(vlastní)</i> .....	62
<i>Tab. 11. P-FMEA Chybějící bushing(vlastní)</i> .....	63
<i>Tab. 12. P-FMEA Bushing navíc(vlastní)</i> .....	64
<i>Tab. 13. P-FMEA Ohnutý leadframe(vlastní)</i> .....	66
<i>Tab. 14. Shrnutí nálezů reverzní FMEA(vlastní)</i> .....	66
<i>Tab. 15. Náklady na pracovníky (vlastní)</i> .....	71
<i>Tab. 16 Náklady na opatření (vlastní)</i> .....	71

## SEZNAM PŘÍLOH

- P I Tabulka hodnocení AIAG 4. edice
- P II Checklist: Obstřík konektoru
- P III Akční plán: Obstřík konektoru
- P IV Checklist: Obstřík Patice
- P V Akční plán: Obstřík patice

## PŘÍLOHA P I: TABULKA HODNOCENÍ AIAG 4. EDICE

Důsledek	Závažnost důsledku ve vztahu k produktu/zákazníkovi	Hodnocení	Důsledek	Závažnost důsledku ve vztahu k produktu/ internímu zákazníkovi	P-ost poruchy	Počet případů na počet objektů	Hodnocení	Možnost detekce	P-ost odhalení nástrojem řízení návrhu procesu	Hodnocení	P-ost odhalení
Nesplnění bezpečnostních požadavků a/nebo požadavků předpisů	Možný způsob poruchy, který <b>bez varování</b> ovlivňuje bezpečný provoz vozidla a /nebo znamená nesoulad s právními předpisy	10	Nesplnění bezpečnostních požadavků a/nebo požadavků předpisů	Bez varování může ohrozit operátora (stroj nebo montážní celek)	Velmi velká	$\geq 100$ z tisíce $\geq 1$ z 10	10	Zádná možnost detekce	Zádná kontrola pro stávající proces, nelze odhalit nebo není analyzováno.	10	Téměř nemožná
	Možný způsob poruchy, který <b>s varováním</b> ovlivňuje bezpečný provoz vozidla a/nebo znamená nesoulad s právními předpisy	9		S varováním může ohrozit operátora (stroj nebo montážní celek)		50 z tisíce 1 z 20	9	V žádné etapě není pravděpodobná možnost detekce	Není snadné zjistit chybu a/nebo příčinu (např. namátkové audity)	9	Velmi mizivá
Ztráta nebo zhoršení primární funkce	Ztráta primární funkce (vozidlo je nepojízdné, neovlivňuje bezpečnost)	8	Závažné porušení	100% produktů bude muset být šrotováno. Odstávka linky nebo zastavení dodávky.	Velká	20 z tisíce 1 z 50	8	Detekce problému po provedení operace	Detekce chyby po provedení operace operátorem pomocí vizuálních /taktálních (dotykových, hmatových)/akustických prostředků	8	Mizivá
	Zhoršení primární funkce (vozidlo je pojízdné, avšak při sníženém výkonu)	7	Významné porušení	Část výrobní dávky bude muset být šrotována. Odchyłka od primárního procesu včetně snížené rychlosti linky nebo dodatečného personálu.		10 z tisíce 1 ze 100	7	Detekce problému u zdroje	Detekce chyby na pracovišti operátorem pomocí vizuálních / taktálních / akustických prostředků nebo po provedení operace s využitím atributivního měření (vyhovuje/nevhovuje, ruční kontrola utahovacího momentu/ maticový klíč atd.)	7	Velmi malá
Ztráta nebo zhoršení sekundární funkce	Ztráta sekundární funkce (vozidlo je pojízdné, ale funkce zajišťující pohodu/pohodlí nejsou funkční)	6	Mírné porušení	100% výrobní dávky bude muset být přepracováno mimo linku a schváleno	Střední	2 z tisíce 1 z 500	6	Detekce problému po provedení operace	Detekce chyby po provedení operace operátorem s využitím atributivního měření (vyhovuje/nevhovuje, ruční kontrola utahovacího momentu/ maticový klíč atd.)	6	Malá
	Ztráta sekundární funkce (vozidlo je pojízdné, ale funkce zajišťující pohodu/pohodlí jsou na nižší úrovni výkonu)	5		Část výrobní dávky bude muset být přepracována mimo linku a schválena		0,5 z tisíce 1 z 2000	5	Detekce problému u zdroje	Detekce chyby nebo příčiny na pracovišti operátorem a využitím variabilního měření nebo automatizovaných nástrojů řízení na pracovišti, kterými se zjistí neshodný díl a uvědomí se operátor (světlo, akustický signál, atd.) Měření provedené při seřízení a kontrole prvního kusu (pouze pro případy seřízení)	5	Střední
Nepříjemnost	Vzhled nebo hluk, vozidlo je pojízdné, objekt není ve shodě a všimne si toho většina zákazníků (>75%)	4	Mírné porušení	100% výrobní dávky bude muset být přepracována na pracovišti před dalším výrobním postupem	Malá	0,1 z tisíce 1 z 10 000	4	Detekce problému po provedení operace	Detekce chyby po provedení operace automatizovanými nástroji řízení, kterými se zjistí neshodný díl, díl se zablokuje, aby se zabránilo další výrobní operaci.	4	Středně velká
	Vzhled nebo hluk, vozidlo je pojízdné, objekt není ve shodě a všimne si toho hodně zákazníků (50%)	3		Část výrobní dávky bude muset být přepracována na pracovišti před dalším výrobním postupem		0,01 z tisíce 1 z 100 000	3	Detekce problému u zdroje	Detekce chyby na pracovišti automatizovanými nástroji řízení, kterými se zjistí neshodný díl, díl se automaticky zablokuje na pracovišti, aby se zabránilo další výrobní operaci.	3	Velká
	Vzhled nebo hluk, vozidlo je pojízdné, objekt není ve shodě a všimne si toho hodně náročný zákazník (< 25%)	2	Minimální porušení	Drobná nepříjemnost ve vztahu k procesu, operaci nebo k operátorovi		$\leq 0,001$ z tisíce 1 z 1 000 000	2	Detekce chyby a/nebo prevence problému	Detekce <b>příčiny</b> na pracovišti automatizovanými nástroji řízení, kterými se zjistí chyba a zabrání se zhotovení neshodného dílu.	2	Velmi velká
Zádný důsledek	Zádný znatelný důsledek	1	Zádný důsledek	Zádný znatelný důsledek	Velmi malá	Porucha je eliminována nástroji řízení prevence	1	Detekci není aplikovatelná, prevence chyby	Prevence <b>příčiny</b> v důsledku návrhu uplnácho přípravku, návrhu stroje nebo návrhu dílu. Neshodné díly nemohou být vyrobeny, protože objekt je díky návrhu procesu / produktu odolný proti chybám – error-proofed	1	Téměř jistá

# PŘÍLOHA P II: CHECKLIST: OBSTŘIK KONEKTORU

Checklist R-FMEA					
Proces: <b>OBSTŘIK KONEKTORU</b>			Zodpovědná osoba: <b>KUCEROVA JIŘETA</b>		
Linka / Produkt: <b>LC6 OIL LEVEL SENSOR</b>					
0	Je možné, aby produkt nebo jeho část, přeskočil procesní krok nebo pokračoval na další stanici, bez OK statusu relevantního pro traceability / interlocking system?	ANO		<b>NE</b>	N/A
	Co je špatné? (např. Proces bez požadavku na interlocking / špatné vyhodnocení interlocking dotazu, atd.)				
1	Existuje metoda nebo nástroj pro detekování výrobku nebo jeho části bez OK pass statusu? Systém traceability, interlockingu nebo pro další proces?	Ano Zařízení	Ano Proces	Ano Operátor	NE Bez detekce
	Popište způsob detekce a označte stanici, kde je detekce prováděna				
1	Může být kus / část produktu / chemikálie / software výrobku / nastavení dat / testovací aplikace instalovány nebo aplikovány nesprávně?	ANO		<b>NE</b>	N/A
	Jak může ke špatné instalaci / aplikaci dojít? (např. Obrácené, špatné vložení, záměna kusu, špatné množství, atd.)				
2	Existuje detekce pro kus / část produktu / chemikálie / software výrobku / nastavení dat / software stroje nebo testeru instalovány nebo aplikovány nesprávně?	Ano Zařízení	Ano Proces	Ano Operátor	NE Bez detekce
	Popište způsob detekce a označte stanici, kde je detekce prováděna				
2	Může kus / část produktu / chemikálie / software / data / testovací aplikace chybět nebo být vynechán?	<b>ANO</b>		NE	N/A
	Jak může dojít k vynechání nebo nepoužití? (např. Špatné nastavené parametry / poškozené vkladací lůžko, atd.)				
3	Existuje detekce pro vynechání kusu / části produktu / chemikálie / software / data / testovací aplikace?	Ano Zařízení	Ano Proces	<b>ANO</b> Operátor	NE Bez detekce
	Popište způsob detekce a označte stanici, kde je detekce prováděna				
3	Může být instalován nebo aplikován jiný ale podobný kus / část produktu / chemikálie / software / data / testovací aplikace?	<b>ANO</b>		NE	N/A
	Jak může podobný ale špatný ... být vložen / aplikován? (např. Stará verze testovacího programu, stejný PN ale neuvolněný dodavatelem, fyzicky / rozměrově stejný kus ale jiný PN, atd.)				
4	Existuje detekce pro instalaci podobného ale špatného kusu / část produktu / chemikálie / software / data / testovací aplikace?	Ano Zařízení	Ano Proces	<b>ANO</b> Operátor	NE Bez detekce
	Popište způsob detekce a označte stanici, kde je detekce prováděna				
4	Je nějaká možnost že kus/část spadne do zařízení/procesu? ("BONUS part")	ANO		<b>NE</b>	N/A
	Jakým způsobem může část/nečistota spadnout do zařízení/procesu? (např. nedostatek sání v trysce během přepravy, ztracené součásti v zařízení, ...)				
5	Existuje detekce na kus/části spatřené do zařízení/procesu?	Ano Zařízení	Ano Proces	Ano Operátor	NE Bez detekce
	Popište způsob detekce a označte stanici, kde je detekce prováděna				
5	Může být komponent / část produktu / chemikálie / software / data / testovací aplikace poškozen při vložení / aplikaci?	<b>ANO</b>		NE	N/A
	Jak může být kus poškozen při vložení / aplikaci? (např. Špatné parametry / seřízení zařízení, atd.)				
6	Existuje detekce na poškození kusu / části produktu / chemikálie / software / data / testovací aplikace při aplikaci / vložení?	Ano Zařízení	Ano Proces	<b>ANO</b> Operátor	NE Bez detekce
	Popište způsob detekce a označte stanici, kde je detekce prováděna				
6	Existuje možnost znečištění/kontaminace vzniklé pádem do zařízení/procesu?	<b>ANO</b>		NE	N/A
	Jaká kontaminace? (např. Prach, otěpy plastové / kovové / organické, zbytky materiálu, atd.)				
7	Existuje prevence nebo detekce této kontaminace? (např. Pro prevenci: Systém vysávání, ofuk, úklid, čištění; nebo Pro detekci: kamery zaměřené k odhalení nečistot atd.)	<b>ANO</b> Zařízení	Ano Proces	Ano Operátor	NE Bez detekce
	Popište postup detekce / prevence a místo kde je tato akce prováděna				
7	Je testování správné pokud jde o elektrické nakontaktování?	ANO		NE	<b>N/A</b>
	Popište detekci pro elektrický spoj				
8	Je nějaký instalační nástroj, příslušenství, výměnný díl nebo jiný doplněk potřeba pro tento proces?	<b>ANO</b>		NE	N/A
	Pokud ano, jsou dostupné náhradní / záložní?	ANO		<b>NE</b>	
8	Dají se použít podobné avšak nesprávné nástroje pro tento proces? (např. špatný ale podobný nástroj z jiného procesu, nesprávné nastavení, neuvolněný, jiné základací lůžko atd.)				
	Používají se tyto nástroje správným způsobem? (např. Špatné nastavení nástroje, špatné seřízení nástroje, atd.)	<b>ANO</b>		NE	
9	Popište způsob detekce a označte stanici, kde je detekce prováděna				
	Jsou kontrolní plány a plán údržby k dispozici (i pro záložní)?	<b>ANO</b>		NE	
9	Může opravná stanice nainstalovat / upravit nesprávně kus / část produktu / chemikálie / software / datové komponenty / testovací aplikace?	ANO		<b>NE</b>	N/A
	Existuje detekce na tuto chybu?	Ano Zařízení	Ano Proces	Ano Operátor	NE Bez detekce
Poznámky:					
Podpisy: QMPP: <i>Micron</i> Technik: <i>fu</i> MP: <i>Nf</i>					



## PŘÍLOHA P III: AKČNÍ PLÁN: OBSTŘIK KONEKTORU

Akční plán R-FMEA									
Proces: <b>OBSTŘIK KONEKTORU</b>						Zodpovědná osoba: <b>KVETROVA'</b>			
						Linka / Produkt: <b>L64/OL5</b>			
Index	Chyba/příčina	Výskyt	Závažnost	OX S	Nápravné opatření	Zaměření akce: D=detekce E=eliminace	Je potřeba podpora BUI ANO/NE	Zodpovědná osoba	Due date
2	Potřes tlaková	3	8	25	Násobič	E	NE	Martin Klement	31.5.78
3	Jiný typ granulátu	2	7	14	Otevírací zápis pomocí čtečky	D	NE	Tomáš Malca	31.5.78
5	Požádavek granulát	2	8	16	Revize - otestování	/	/	MYTRA D.	1.10.78
8	Zalozni tool	2	8	16	Objednat měřidlo	E	NE	MYTRA D. Martin Klement	7.12.78

Podpisy

QMPP: *Jurcovs*

Technik: *MJ*

MP: *Kjfr*

# PŘÍLOHA P IV: CHECKLIST OBSTŘÍK PATICE

Checklist R-FMEA						
Proces: <b>OBSTŘÍK PATICE</b>		Zodpovědná osoba: <b>IVETA KUDEROVÁ</b> Linka / Produkt: <b>L 64 / QLS</b>				
0	Je možné, aby produkt nebo jeho část, přeskočil procesní krok nebo pokračoval na další stanici, bez OK statusu relevantního pro traceability / interlocking systém?	ANO		NE		N/A
	Co je špatné? (např. Proces bez požadavku na interlocking / špatné vyhodnocení interlocking dotazu, atd.)					
1	Existuje metoda nebo nástroj pro detekování výrobu nebo jeho části bez OK pass statusu? Systém traceability, interlockingu nebo pro další proces?	Ano Zařízení	Ano Proces	Ano Operátor	NE	Bez detekce
	Popište způsob detekce a označte stanici, kde je detekce prováděna					
2	Může být kus / část produktu / chemikálie / software výrobku / nastavení dat / testovací aplikace instalovány nebo aplikovány nesprávně?	ANO		NE		N/A
	Jak může ke špatné instalaci / aplikaci dojít? (např. Obrácené, špatné vložení, záměna kusu, špatné množství, atd.)					
3	Existuje detekce pro kus / část produktu / chemikálie / software výrobku / nastavení dat / software stroje nebo testeru instalovaný nebo aplikovaný nesprávně?	Ano Zařízení	Ano Proces	Ano Operátor	NE	Bez detekce
	Popište způsob detekce a označte stanici, kde je detekce prováděna					
4	Může kus / část produktu / chemikálie / software / data / testovací aplikace chybět nebo být vynechán?	ANO		NE		N/A
	Jak může dojít k vynechání nebo nepoužití? (např. Špatné nastavené parametry / poškozené vkladací lůžko, atd.)					
5	Existuje detekce pro vynechání kusu / části produktu / chemikálie / software / data / testovací aplikace?	Ano Zařízení	Ano Proces	Ano Operátor	NE	Bez detekce
	Popište způsob detekce a označte stanici, kde je detekce prováděna					
6	Může být instalován nebo aplikován jiný ale podobný kus / část produktu / chemikálie / software / data / testovací aplikace?	ANO		NE		N/A
	Jak může podobný ale špatný ... být vložen / aplikován? (např. Stará verze testovacího programu, stejný PN ale nevolněný dodavatelem, fyzicky i rozměrově stejný kus ale jiný PN, atd.)					
7	Existuje detekce pro instalaci podobného ale špatného kusu / část produktu / chemikálie / software / data / testovací aplikace?	Ano Zařízení	Ano Proces	Ano Operátor	NE	Bez detekce
	Popište způsob detekce a označte stanici, kde je detekce prováděna					
8	Je nějaká možnost že kus/část spadne do zařízení/procesu? ("BONUS part")	ANO		NE		N/A
	Jakým způsobem může část/něcistota spadnout do zařízení/procesu? (např. nedostatek sání v trysce během přepravy, ztracené součásti v zařízení. )					
9	Existuje detekce na kus/části spatnuté do zařízení/procesu?	Ano Zařízení	Ano Proces	Ano Operátor	NE	Bez detekce
	Popište způsob detekce a označte stanici, kde je detekce prováděna					
10	Může být komponent / část produktu / chemikálie / software / data / testovací aplikace poškozen při vložení / aplikaci?	ANO		NE		N/A
	Jak může být kus poškozen při vložení / aplikaci? (např. Špatné parametry / seřízení zařízení, atd.)					
11	Existuje detekce na poškození kusu / části produktu / chemikálie / software / data / testovací aplikace při vložení / aplikaci?	Ano Zařízení	Ano Proces	Ano Operátor	NE	Bez detekce
	Popište způsob detekce a označte stanici, kde je detekce prováděna					
12	Existuje možnost znečištění/kontaminace vzniklé pádem do zařízení/procesu?	ANO		NE		N/A
	Jaká kontaminace? (např. Prach, otěpy plastové / kovové / organické, zbytky materiálu, atd.)					
13	Existuje prevence nebo detekce této kontaminace? (např. Pro prevenci: Systém vysávání, ofuk, úklid, čištění, nebo Pro detekci: kamery zaměřené k odhalení nečistot atd.)	Ano Zařízení	Ano Proces	Ano Operátor	NE	Bez detekce
	Popište postup detekce / prevence a místo kde je tato akce prováděna.					
14	Je testování správné pokud jde o elektrické nakontaktování?	ANO		NE		N/A
	Popište detekci pro elektrický spoj					
15	Je nějaký instalační nástroj, příslušenství, výměnný díl nebo jiný doplněk potřeba pro tento proces?	ANO		NE		N/A
	Pokud ano, jsou dostupné náhradní / záložní?	ANO		NE		N/A
16	Dají se použít podobné avšak nesprávné nástroje pro tento proces? (např. špatný ale podobný nástroj z jiného procesu, nesprávné nastavení, nevolněný, jiné základací lůžko atd.)					
	Používají se tyto nástroje správným způsobem? (např. Špatné nastavení nástroje, špatné seřízení nástroje, atd.)	ANO		NE		N/A
17	Popište způsob detekce a označte stanici, kde je detekce prováděna.					
	Jsou kontrolní plány a plán údržby k dispozici (i pro záložní)?	ANO		NE		N/A
18	Může opravná stanice nainstalovat / upravit nesprávně kus / část produktu / chemikálie / software / datové komponenty / testovací aplikace?	ANO		NE		N/A
	Existuje detekce na tuto chybu?	Ano Zařízení	Ano Proces	Ano Operátor	NE	Bez detekce
Poznámky:						
Podpisy: QMPP: <i>Jmilovan</i> Technik: <i>KW</i> MP: <i>lyh</i>						

# PŘÍLOHA P V: AKČNÍ PLÁN OBSTŘÍK PATICE

Akční plán R-FMEA									
Proces: OBSTŘÍK PATICE						Zodpovědná osoba: KUCEROVÍČI			
						Linka / Produkt: LG4/OLS			
Index	Chyba/příčina	Výskyt	Závažnost	O X S	Nápravné opatření	Zaměření akce: Detelece E=eliminace	Je potřeba podpora BU? AND/NE	Zodpovědná osoba	Due date
1	Porozes tlakem	3	8	24	Na sobic tahem	E	NE	M. Klement	31.5.18
2	Chybějící bushing	3	5	24	Kamera	D	NE	R. HOLAS	13.12.17
3	Jiny typ granulaku	2	7	14	Scanner, anty nat otevirani brusnik	D	NE	T. Mula	31.5.18
5	Ohnutý lead frame	2	8	16	Zvrtka brlení	E	AND	M. KUCERA	7.12.17
4	Bushing zaskřívá upatím	2	8	16	Kamera	D	NE	R. HOLAS	13.12.17
8	Zalozni tool	2	8	16	Mikrogranulky	E	NE	D. M. KUCERA M. Klement	7.12.17
Podpisy									
QMPP: Kucerovici		Technik: [signature]		MP: [signature]					