

Aplikace FMEA ve výrobě víceúčelových plášťů Mitas

Bc. Miroslav Šálek

Diplomová práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Miroslav ŠÁLEK**

Studijní program: **N 3909 Procesní inženýrství**

Studijní obor: **Řízení jakosti**

Téma práce: **Aplikace FMEA ve výrobě víceúčelových plášťů
Mitas.**

Zásady pro vypracování:

1. **Teorie managementu jakosti**
2. **Studium používaných metod a nástrojů managementu jakosti**
3. **Principy a použití metod FMEA**
4. **Návrh, zpracování a vyhodnocení zadané FMEA**

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. NENADÁL, J., NOSKIEVIČOVÁ, D., PETŘÍKOVÁ, R.: **Moderní systémy řízení jakosti. Management Press Praha, 2005.**
2. Plura, J.: **Plánování a neustálé zlepšování jakosti. Computer Press Praha, 2001.**
3. **ČSN EN ISO 9001:2001 Systémy managementu jakosti. ČSN Praha, 2001.**
4. **Analýza možných vad a jejich důsledků (FMEA)-uživatelská příručka, Česká společnost pro jakost, 1998.**

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Josef Hrdina

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

19. února 2010

Termín odevzdání diplomové práce:

19. května 2010

Ve Zlíně dne 19. ledna 2010



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. Ing. Miroslav Maňas, CSc.
vedoucí katedry

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové 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^{1/};
- beru na vědomí, že diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí. Že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou 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^{2/};
- beru na vědomí, že podle § 60^{3/} 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^{3/} odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové 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 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.

Ve Zlíně 12.5.2010

Miroslav Šálek

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ 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, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

³⁾ 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, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpirá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Cílem této práce je analýza procesu výroby víceúčelových plášťů Mitas pomocí metodiky FMEA. V teoretické části jsem se zabýval teorií managementu jakosti včetně přehledu metod a nástrojů managementu jakosti. V části praktické je stručně představena Mitas a.s., popsán proces výroby víceúčelových plášťů a provedena analýza a hodnocení FMEA tohoto procesu se zaměřením na proces dokončovacích operací, výstupní kontroly, testování a oprav plášťů.

Klíčová slova:

FMEA, řízení jakosti, víceúčelový plášť, možná vada, výskyt, odhalitelnost, RPN, kontrolní plán, proces vulkanizace plášťů.

ABSTRACT

The aim of this work is the process analysis of Mitas brand multipurpose tyres by means of FMEA methodics. In the theoretic part I was dealing with the quality management theory including QM methodics and tools. In the practic part the Mitas company is briefly introduced, the manufacturing process of multipurpose tyres is described and the FMEA analysis and evaluation of this process is with a view to final finishing operations, output control, tyres testing and repairing.

Keywords:

FMEA, quality management, multipurpose tyre, potential failure mode, occurence, detection, RPN, control plan, tyres curing process.

Motto

„Jedinou konstantou dnešní doby je změna.“

P. F. Drucker

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval *Ing. Josefu Hrdinovi*, svému vedoucímu diplomové práce, za jeho pomoc, kterou mi při psaní diplomové práce poskytl.

Za spolupráci bych rád poděkoval též *Ing. Petru Minaříkovi*, vedoucímu Odboru řízení jakosti Mitas a.s., výrobního úseku Zlín.

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 12.5.2010

.....

podpis

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 KONCEPCE MANAGEMENTU JAKOSTI NA BÁZI NOREM ISO	13
1.1 PROSPĚŠNOST KONCEPCE MANAGEMENTU JAKOSTI NA BÁZI NOREM ISO 9001.....	14
1.1.1 Zefektivnění činností v organizaci, popsání a zprůhlednění procesů.....	14
1.1.2 Zlepšení jakosti	15
1.1.3 Uspokojení hlavních potřeb zákazníka	15
1.1.4 Udržení a posílení konkurenceschopnosti organizace.....	15
1.2 NÁSTROJE MANAGEMENTU JAKOSTI	15
2 FMEA NÁVRHU	18
2.1 ÚVOD	18
2.1.1 Týmová práce	19
2.2 PROVÁDĚNÍ FMEA NÁVRHU	20
2.2.1 Co by měl obsahovat formulář FMEA:.....	21
3 FMEA PROCESU	23
3.1 ÚVOD	23
3.1.1 Účinky procesní FMEA:	23
3.1.2 Definice zákazníka	23
3.2 TVORBA FMEA PROCESU, FORMULÁŘ FMEA PROCESU	24
3.2.1 Základní údaje o dané FMEA	25
3.2.2 Možné projevy vady	25
3.2.3 Možný důsledek vady.....	26
3.2.4 Význam vady.....	26
3.2.5 Výskyt vady.....	29
3.2.6 Odhalitelnost vady.....	31
3.2.7 Hodnocení celkové míry rizika / priority a zavádění nápravných opatření.....	33
3.2.8 Klíčové znaky a návaznost na kontrolní plán.....	36
3.2.9 Zavádění a vyhodnocování nápravných opatření	37
3.2.10 Procesní kontroly.....	38
3.3 SYSTÉMOVÁ FMEA VÝROBKŮ A PROCESŮ.....	38
3.3.1 Kroky při tvorbě systémové FMEA výrobků a procesů.....	38
3.3.2 Systémová FMEA procesu	39
3.3.3 Postup zpracování systémové FMEA.....	39
II PRAKTICKÁ ČÁST	41
4 TECHNOLOGIE VÝROBY VÍCEÚČELOVÝCH PLÁŠŤŮ MITAS	42
4.1 STRUČNÁ HISTORIE ZLÍNSKÉHO ZÁVODU MITAS	42
4.2 VÍCEÚČELOVÝ PLÁŠŤ.....	42
4.2.1 Diagonální plášť	43

4.2.2	Radiální plášť	43
4.2.3	Složení radiálního pláště	45
4.3	PROCES VÝROBY VÍCEÚČELOVÝCH RADIÁLNÍCH PLÁŠŤŮ MITAS	48
4.3.1	Proces míchání a přípravy směsí	48
4.3.2	Proces a technologie přípravy polotovarů	49
4.3.2.1	Výroba lan	51
4.3.2.2	Gumování textilních a ocelových kordů	51
4.3.3	Proces a technologie výroby konfekce radiálních pláštů	52
4.3.3.1	Jedenapůlstupňová konfekce pláštů	52
4.3.3.2	Dvoustupňová konfekce pláštů	53
4.3.4	Proces a technologie vulkanizace pláštů	54
4.3.5	Dokončovací operace a výstupní kontrola hotových pláštů	55
4.4	PŘEDNOSTI RADIÁLNÍCH PLÁŠŤŮ	56
5	FMEA PROCESU VÝROBY VÍCEÚČELOVÝCH RADIÁLNÍCH PLÁŠŤŮ MITAS	57
5.1	VYTVOŘENÍ TÝMU FMEA	57
5.2	TVORBA A CÍLE FMEA	58
5.3	SYSTÉM ŘÍZENÍ JAKOSTI V MITAS A.S. A PROVÁZANOST FMEA S KONTROLNÍMI PLÁNY	58
5.4	APLIKACE FMEA NA PROVOZU DOKONČOVNY A OPRAVNY VÍCEÚČELOVÝCH PLÁŠŤŮ	59
5.4.1	Cíle, postup a výsledky FMEA	59
	ZÁVĚR	68
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	70
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	72
	SEZNAM OBRÁZKŮ	74
	SEZNAM TABULEK	75
	SEZNAM PŘÍLOH	76

ÚVOD

Tato diplomová práce se zabývá tvorbou FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) a jejím využitím ve výrobě víceúčelových plášťů Mitas.

Diplomová práce je rozdělena do čtyř základních částí, jež sledují zásady pro vypracování práce, uvedené v jejím zadání. V první části je stručně popsána a vysvětlena teorie managementu jakosti s uvedením nejčastěji používaných metod a nástrojů řízení jakosti. V další části jsou vysvětleny principy a použití metod FMEA, a to zejména s důrazem na automobilový průmysl a výrobu plášťů. V závěrečné části je zpracována FMEA procesu dokončování a kontroly víceúčelových plášťů značky Mitas vyráběných ve zlínském závodě této firmy.

Základem metody je zevrubný rozbor možností vzniku vad u posuzovaného návrhu, procesu nebo výrobku, ohodnocení jejich dopadu na zákazníka a návrh na realizaci opatření, které povedou ke zlepšení kvality, případně i bezpečnosti a produktivity analyzovaného návrhu, procesu nebo výrobku. Metoda má induktivní charakter a je jedním ze základních nástrojů plánování a zlepšování kvality. Též je důležitou součástí přezkoumání návrhu.

Metoda FMEA byla vyvinuta a rozpracována v šedesátých letech inženýry NASA a byla tedy původně určena pro analýzy spolehlivosti složitých systémů v kosmickém výzkumu a jaderné energetice. Brzy se však začala využívat k prevenci výskytu poruch v dalších oblastech, a to zejména v automobilovém průmyslu. Do Evropy tuto metodu přinesla firma Ford v polovině sedmdesátých let 20. století. U nás se tato metoda začala používat až po roce 1989 a byla standardizována normou ČSN EN 60812. Anglický název metody se překládá jako „Analýza možností vzniku vad a jejich následků“.

Mezinárodní norma rozlišuje dvě alternativy metody; jednak metodu FMEA – analýzu způsobu a důsledků poruch a jednak její rozšířenou podobu metodu FMECA – analýzu způsobů, důsledků a kritičnosti poruch. V pojetí této normy metoda FMEA nezahrnuje hodnocení rizika možných vad (vad vyvolaných určitou příčinou). U metody FMECA je doplněno hodnocení kritičnosti důsledků vad a jejich pravděpodobnosti a celková kritičnost se na základě těchto dvou kritérií vyhodnocuje v tzv. grafu kritičnosti. V metodikách

automobilového průmyslu se však standardně používá označení FMEA třebaže tyto postupy obsahují i hodnocení rizika.

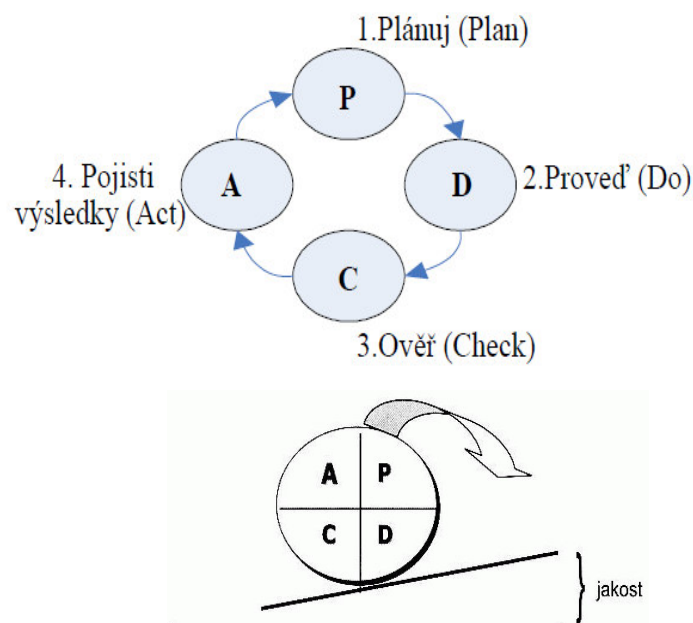
V praxi převládly zejména postupy QS-9000:FMEA podle metodik asociací ASQC a AIAG (Automotive Division of the American Society for Quality Control, resp. Automotive Industry Action Group) nebo postupy určené metodikou německého sdružení automobilového průmyslu VDA 4.2. Jejich základní principy se však zásadně neliší.

Co se týká zaměření FMEA, nejčastěji se používají dva druhy FMEA, FMEA návrhu výrobku (FMEA konstrukce, Design FMEA) pro analýzu návrhu výrobku, jejich prvků a částí a FMEA procesu (Process FMEA) k analýze procesů, jimiž výrobky vznikají. Možnosti uplatnění této metody jsou však mnohem širší, lze ji aplikovat při analýze téměř jakéhokoli procesu, návrhu výrobku nebo služby, dále k ohodnocení rizika projektu apod.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 KONCEPCE MANAGEMENTU JAKOSTI NA BÁZI NOREM ISO

System technických norem Mezinárodní organizace pro normy ISO je dnes jistě nejrozšířenějším standardem managementu jakosti u nás i ve světě. Je aplikován všemi typy podniků nehledě na obor jejich činnosti a velikost. To znamená, že tyto technické normy mají univerzální charakter. Jsou aplikovatelné jak ve výrobních podnicích, tak ve sféře služeb. System je založen na procesním řízení firmy a modelu Plan-Do-Check-Act (PDCA) (Obr.1). Norma nutí firmy neustále zlepšovat výrobek i proces výroby, dokumentovat, udržovat a rozšiřovat firemní procesy a respektovat zákaznický princip, jenž sleduje zájmy a spokojenost zákazníka. Zavedení tohoto systému je dnes téměř nutností pro udržení firemní prestiže, zviditelnění společnosti mezi konkurenty, často je nezbytností pro získání velkých státních zakázek. Usnadňuje přístup k úvěrům a též přináší snazší a rychlejší přizpůsobení firmy měnícím se požadavkům zákazníků.



Obr. 1. Cyklus PDCA.

Mezinárodní technická norma ISO 9001:2008 byla v České Republice schválena Českým normalizačním institutem jako norma ČSN EN ISO 9001:2009. Poněvadž tato technická norma není předmětem této práce, bude jí věnována pouze nezbytně nutná pozornost. Norma předkládá organizacím soubor doporučení a minimálních požadavků pro implementaci efektivního systému managementu jakosti. Obsahuje tedy soubor pravidel,

jejichž dodržování organizacím přináší zlepšení v mnoha směrech. Norma nechápe systémy jakosti jako množinu prvků, ale jako „soustavu na sebe navazujících procesů. Proces realizace produktu je nemyslitelný bez systematického zkoumání požadavků zákazníků“ [2]. Norma ČSN EN ISO 9001:2009 se věnuje všem požadavkům i doporučením týkajícím se systémů jakosti, tj. systému managementu jakosti, odpovědnosti vedení, managementu zdrojů, realizaci produktu, měření, analýze a zlepšování. Každá organizace, která se touto normou řídí, musí:

- identifikovat procesy v organizaci,
- identifikovat a popsat vztahy těchto procesů,
- definovat metody a postupy nutné k zajišťování efektivního řízení identifikovaných procesů managementu jakosti,
- neustále zlepšovat procesy managementu jakosti,
- měřit a vyhodnocovat výkonnost procesů managementu jakosti,
- vytvářet dokumentované postupy těchto procesů.

Obecně se dá říct, že organizace certifikovaná podle norem ISO musí všechny procesy managementu jakosti zdokumentovat a jasně definovat místo a funkci každého útvaru ve vytvořeném systému jakosti.

Nicméně ani důsledné uplatňování požadavků norem ISO není zárukou plné spokojenosti a loajality zákazníků, jakož ani jakkoli nezaručuje hospodářskou prosperitu firmy, která management jakosti na bázi norem ISO zavedla. S tím, jak narůstá počet certifikovaných firem, se samozřejmě konkurenční výhody plynoucí ze zavedení managementu jakosti na bázi norem ISO postupně stírají. V současné době jde tedy spíše o jeden ze základních předpokladů pro vybudování moderní firmy s konkurenceschopným výrobkem a efektivním procesem.

1.1 Prospěšnost koncepce managementu jakosti na bázi norem ISO 9001.

1.1.1 Zefektivnění činností v organizaci, popsání a zprůhlednění procesů

- definování povinností, pravomocí a odpovědností pracovníků,

- maximální sjednocení a zpřehlednění dokumentace organizace,
- zavedení procesního řízení firmy,
- jistota plnění legislativních požadavků.

1.1.2 Zlepšení jakosti

- zvýšení kvality výrobků podniku,
- předvídání a snadnější předcházení možným problémům, reklamacím, neshodám,
- zavedení principů řešení vzniklých problémů,
- definování procesů neustálého zlepšování.

1.1.3 Uspokojení hlavních potřeb zákazníka

- zavedení zpětné vazby mezi námi a naším zákazníkem,
- vybudování korektních vztahů s dodavateli a zákazníky.

1.1.4 Udržení a posílení konkurenceschopnosti organizace

- udržení a rozšiřování stávající klientely,
- snadnější získávání nových zakázek,
- posílení pozice ve výběrových řízeních.

1.2 Nástroje managementu jakosti

S rozvojem průmyslové výroby, s narůstající konkurencí, s rostoucí náročností výrobních procesů a se stále se zvyšujícími nároky na kvalitu výrobků vzrůstala potřeba rozvoje metodiky managementu jakosti a jeho nástrojů k pokud možno objektivnímu, rychlému a jednoduchému hodnocení kvality produktu. Postupně se osvědčily zejména metody hodnocení kvality procesu a produktu obecně známé jako sedm jednoduchých nástrojů managementu jakosti. Pomocí těchto nástrojů je možné rychle a objektivně sumarizovat, třídit a hodnotit data z výrobního procesu. Mezi tyto tzv. jednoduché nástroje, které běžně užívá snad každá (nejen) výrobní firma, patří:

1. Vývojový diagram,
2. Sběr dat a organizace dat,
3. Bodový diagram,
4. Histogram,
5. Diagram příčin a následků,
6. Paretův diagram,
7. Regulační diagram.

Tyto základní jednoduché nástroje řízení kvality představují kvantitativní metody, jež při řízení procesů přispívají k:

- jeho monitorování a lepšímu zvládnutí řízení,
- k hlubšímu pochopení procesu a realizaci procesního přístupu k problému,
- identifikaci problému,
- řešení problémů souvisejících s diagnostikou a dílčích konkrétních problémů,
- lepšímu fungování celého systému,
- racionalizaci a objektivizaci realizovaných rozhodnutí,
- týmové práci pracovního kolektivu. [14]

Vedle těchto základních jednoduchých nástrojů řízení jakosti se především v Japonsku rozšířily a uplatnily i další nástroje managementu jakosti. Japonské sdružení vědců a techniků, zvané JUSE, na základě dobrých zkušeností japonských firem doporučilo využívat dalších sedm tzv. „nových nástrojů“ managementu jakosti.

Patří mezi ně:

1. Diagram afinity
 - seskupení a utřídění velkého počtu nápadů a informací k danému problému do logických množin;
2. Relační diagram

- určení vztahů příčina - následek mezi jednotlivými informacemi směřující k identifikaci klíčové příčiny;
- 3. Stromový diagram
 - znázornění souvislostí mezi tématem a jeho skladebnými prvky rozkladem na jednotlivé úrovně;
- 4. Maticový diagram
 - identifikace vzájemných souvislostí mezi různými dimenzemi problému;
- 5. Analýza maticových dat
 - odhalení latentních vztahů v maticovém diagramu;
- 6. Rozhodovací diagram
 - identifikace potenciálních problémů, jež by mohly nastat při řešení situace;
- 7. Síťový diagram
 - určení logické a časové posloupnosti jednotlivých kroků řešení problému.

Tyto nástroje managementu jakosti se uplatnily díky svým vlastnostem, mezi něž patří:

- podpůrná funkce pro třídění, vizualizaci a analýzu informací verbálního charakteru,
- jednoduchost,
- názornost,
- finanční a časová nenáročnost. [11]

2 FMEA NÁVRHU

2.1 Úvod

FMEA návrhu je analytická metoda užívaná pověřeným týmem zejména k tomu, aby v maximálně možném rozsahu analyzoval a řešil všechny možné druhy vad návrhu výrobku a s nimi spojené příčiny a mechanismy. Musí být vyhodnoceny všechny prvky spolu se všemi souvisejícími systémy, podsystémy a díly. V prvotní formě je FMEA souhrnem poznatků inženýra a týmu o tom, jak je součást, podsystém či systém navržen (včetně analýzy prvků, které by mohly podle zkušeností a minulých případů selhat). Systematický přístup FMEA uspořádává, formalizuje a dokumentuje duševní postupy, jimiž inženýři prochází v průběhu tvorby návrhu. [1]

FMEA návrhu podporuje proces navrhování omezováním rizika vzniku vad pomocí:

- objektivního vyhodnocení požadavků návrhu a alternativ návrhu,
- stanovení prvotních podmínek pro výrobu a montáž,
- zvýšení pravděpodobnosti, že možné vady a jejich důsledky na systém a funkci vozidla budou uvažovány již ve fázi návrhu/vývoje,
- poskytnutí doplňkových informací pro pomoc při plánování důsledných a účinných zkoušek a programu vývoje,
- seznamu všech možných vad, jenž je uspořádán podle jejich skutečného či předpokládaného účinku na zákazníka; to vytváří systém priorit pro zlepšení návrhu a vývojové zkoušky,
- souboru otevřených otázek pro doporučení a realizaci aktivit ke snížení rizik,
- poskytnutí podkladů pomáhajících analyzovat budoucí události v provozu, vyhodnocovat změny návrhu a připravovat náročnější návrhy.

Pro FMEA je důležité definovat kdo je to zákazník. Pro FMEA návrhu není zákazníkem jenom uživatel konečný, ale také odborné týmy odpovědné za návrh výrobku nebo vyšších

montážních celků nebo týmy odpovědné za výrobní proces při činnostech jako výroba, montáž nebo servis.

Při úplném uplatnění této metody FMEA návrhu se musí provádět pro všechny nové dílce, změněné dílce i dílce dříve vyrobené, použité a analyzované metodou FMEA, ale nasazené v nových aplikacích či prostředích. Podnět dává inženýr útvaru odpovědného za návrh, který může být pro vlastní návrh dodavatelem.

2.1.1 Týmová práce

V počátcích tvorby FMEA návrhu se od odpovědného inženýra/týmu čeká, že přímo a aktivně zapojí představitele všech dotčených oblastí. V týmu, který je pověřen tvorbou FMEA návrhu, by měli být zastoupeni reprezentanti útvarů (ale není nutno se omezovat jen na ně):

- montáže,
- výroby,
- vývoje a výzkumu,
- řízení kvality,
- zákaznického servisu,
- případně i zástupci dodavatelů a zákazníka aj.

FMEA je a má být katalyzátorem výměny myšlenek mezi příslušnými útvary (pracovníky) a tím podněcovatelem týmového přístupu. Navíc je nutné pro každý prvek navrhovaný dodavatelem (interním nebo externím) konzultovat s inženýrem odpovědným za návrh. [1]

FMEA návrhu, koneckonců jako každá FMEA, má být živý dokument a má být zahájena před nebo při finalizaci konceptu návrhu. Má-li plnit svůj účel, musí být soustavně aktualizována podle náběhu změn návrhu nebo výskytu nových informací v průběhu fází vývoje výrobku a konečně kompletována před uvolněním výrobní dokumentace pro přípravu výroby.

Za předpokladu, že byly zahrnuty požadavky výroby/montáže, se FMEA návrhu zaměří na zámysl návrhu a předpokládá, že návrh bude vyroben/sestaven v jeho smyslu. Možné způsoby vad a/nebo příčiny či mechanismy, které mohou vzniknout v průběhu vývoje nebo procesu montáže, jejichž identifikace, důsledek a kontrola je zahrnuta do FMEA procesu, nemusí, ale mohou být zařazeny do FMEA návrhu.

FMEA návrhu se pro překonání možných nedostatků návrhu nespolehá na řízení procesu, ale skutečně bere v úvahu technická/fyzikální omezení v procesu výroby/montáže, např.:

- obrysové náčrty,
- technologické otvory,
- mezní vlastnosti materiálů,
- způsobilost a výkonnost procesů,
- mezní jakost povrchu aj.

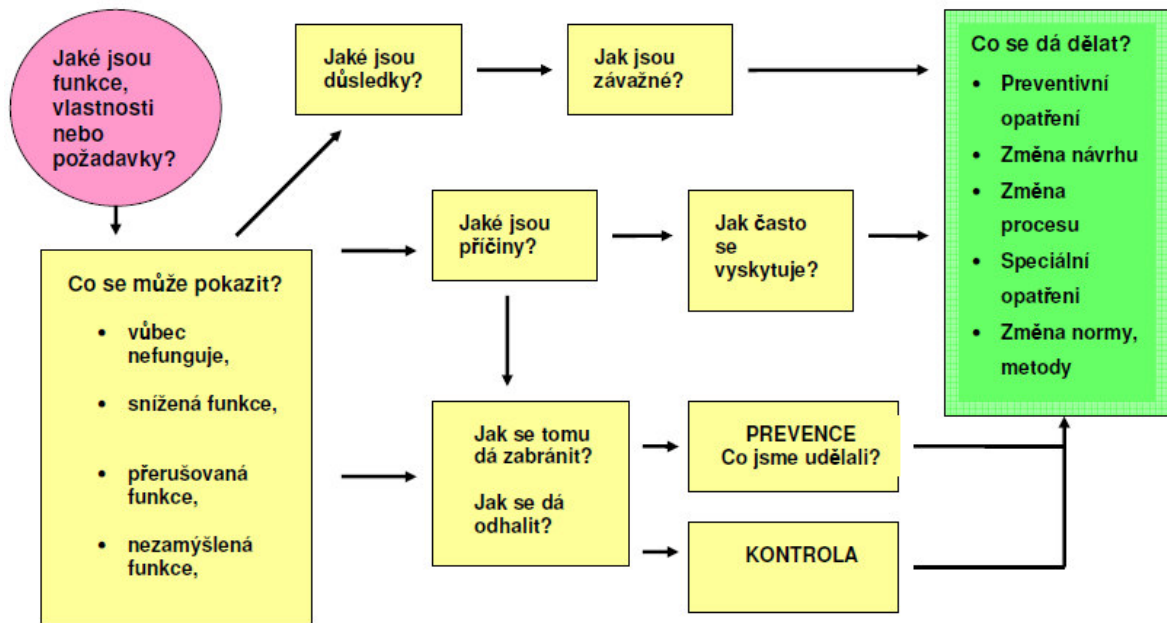
2.2 Provádění FMEA návrhu

Tým zodpovědný za návrh má k dispozici množství dokumentů, které mohou být při přípravě FMEA návrhu užitečné. Proces začíná sestavením seznamu toho, co se od návrhu očekává a co nikoli. Musí být zahrnuta očekávání a potřeby zákazníka, vyplývající ze zdrojů jako je Quality Function Deployment, známé (např. zákonné) požadavky na výrobek a/nebo požadavky výroby/montáže. Čím lépe jsou požadované charakteristiky definovány, tím lehčeji se pro nápravná opatření identifikují možné způsoby vad.

FMEA návrhu se má začít blokovým diagramem systému, subsystému a (nebo) dílů, které jsou předmětem analýzy. Blokový diagram znázorňuje např. tok informací, energie, síly, kapaliny atd. Cílem je porozumět vstupům do bloku, přeměně procesu v bloku a výstupům z bloku.

Diagram ilustruje primární vztahy mezi analyzovanými prvky a stanovuje logické pořadí analýzy (Tab. 1). Kopie diagramů zpracovaných v průběhu přípravy jsou součástí FMEA.

Tab. 1. Blokový diagram analyzovaného systému.



Pro snadnější dokumentování analýzy možných vad a jejich důsledků byl inženýry tří největších amerických automobilek pod záštitou ASQC vypracován standardní formulář FMEA, jež poté převzali a používají výrobci (nejen) v automobilovém průmyslu.

2.2.1 Co by měl obsahovat formulář FMEA:

1. Číslo FMEA
2. Název a číslo systému, podsystemu nebo dílu;
3. Odpovědnost za návrh;
4. Jméno autora odpovědného za přípravu FMEA;
5. Označení výrobku;
6. Rozhodné datum;
7. Datum zpracování FMEA;
8. Řešitelský tým;
9. Analyzovaný objekt (díl)/funkce;
10. Možný projev vady;

11. Možný důsledek vady;
12. Stupen významu vady;
13. Kritičnost vady;
14. Možné příčiny/mechanismy vady;
15. Stupeň výskyt vady;
16. Stávající způsoby řízení návrhu;
17. Stupeň odhalitelnosti vady;
18. Míra rizika;
19. Doporučené opatření;
20. Osoba odpovědná za realizaci opatření;
21. Termín realizace opatření;
22. Provedená opatření;
23. Výsledná hodnota míry rizika po provedení doporučených opatření;
24. Další sledování, přezkoumání.

3 FMEA PROCESU

3.1 Úvod

FMEA procesu je analytická metoda určená k ujištění, že během procesu byly uváženy a řešeny pokud možno všechny možné známé druhy vad a s nimi spojené příčiny a mechanismy. Ve formě prvotní je FMEA souhrnem poznatků týmu o průběhu vývoje procesu (včetně analýzy prvků, jež by mohly selhat, prováděné na základě minulých zkušeností a problémů).

Filozofií procesní FMEA je systematický přístup, který uspořádává a formalizuje duševní postupy, jimiž tým prochází při procesu plánování výroby, montáže apod.

3.1.1 Účinky procesní FMEA:

1. Identifikuje veškeré způsoby vad procesu, jež by mohly nějakým způsobem negativně ovlivnit hotový výrobek.
2. Hodnotí závažnost dopadu vady na zákazníka.
3. Pojmenovává možné příčiny v procesu výroby nebo montáže a pojmenovává proměnné procesu, na které je třeba v zájmu eliminace nebo zjištění podmínek vzniku vad zaměřit pozornost.
4. Systematicky uspořádává a uvádí do souvislostí seznam možných způsobů vad a tím sestavuje systém priorit pro zdůvodnění nápravných opatření.
5. Dokumentuje výsledky identifikace způsobů vad výrobního nebo montážního procesu.

3.1.2 Definice zákazníka

Při FMEA procesu se pojmem „zákazník“ míní zpravidla konečný uživatel. Zákazníkem však může být též následující operace výroby či montáže, jakož i podpůrné operace.

Je-li metoda FMEA procesu zavedena v plném rozsahu, musí se provádět pro všechny nové procesy, všechny změněné procesy i pro všechny procesy dříve použité, nasazené

v nových aplikacích a podmínkách. To je úkolem pověřeného inženýra (týmu) odpovědného za návrh procesu.

Na počátku FMEA procesu je třeba, aby zodpovědný inženýr (tým) přímo a aktivně zapojil pracovníky všech útvarů, jichž se proces dotýká. Mezi útvary zapojenými do tvorby FMEA procesu by měly být (nejen): R&D, výroba, montáž, řízení jakosti, technologie, zákaznický servis, jakož i zástupce dodavatelů a zákazníka.

FMEA je živým dokumentem a měla by být zahájena před etapou nebo při etapě studie realizovatelnosti, před zajišťováním nástrojů pro výrobu a měla by uvažovat všechny výrobní operace, od dílů po sestavy. Včasné prověrky a analýzy nových nebo revidovaných procesů slouží k předvídání, řešení nebo monitorování možných problémů procesu již v etapách plánování výroby nového modelu nebo dílu.

FMEA procesu předpokládá, že výrobek byl navržen podle zámyslu návrhu. Možné vady, které mohou vzniknout pro nedostatky návrhu, nemusí, ale mohou být zahrnuty do FMEA procesu. Jejich důsledky a vyvarování se jim je třeba zahrnout do FMEA návrhu.

Po předcházení možných nedostatků procesu se FMEA procesu nespolehá pouze na změny návrhu výrobku, ale bere v úvahu znaky navrhovaného výrobku ve vztahu k procesu výroby nebo montáže tak, aby výsledný produkt splňoval potřeby a očekávání zákazníka.

Metoda FMEA může též pomoci při vývoji nových výrobků nebo zařízení. Jsou-li odhaleny příčiny a mechanismy vad, je možno iniciovat nápravná opatření pro jejich odstranění nebo pro nepřetržité snižování možnosti jejich výskytu.

3.2 Tvorba FMEA procesu, formulář FMEA procesu

Tvorba procesní FMEA začíná sestavením vývojového diagramu (analýzou rizik) celého procesu. Vývojový diagram má identifikovat všechny charakteristiky výrobku (procesu), které přísluší každé operaci. Připojeny jsou veškeré důsledky vad výrobku z předchozí FMEA návrhu, je-li k dispozici.

K dokumentaci analýzy možných vad a jejich důsledků byl vyvinut formulář FMEA procesu. Tento formulář obsahuje tyto údaje: základní údaje o dané FMEA (číslo FMEA, prvek, odpovědnost za proces, řešitelský tým, rozhodný termín, datum zpracování/revize FMEA,

funkce procesu), možné projevy vady, možné příčiny a důsledky vady, význam vady, pravděpodobnost výskytu vady, pravděpodobnost odhalení vady, klíčové znaky (též kritičnost), RPM, doporučená opatření.

3.2.1 Základní údaje o dané FMEA

Číslo FMEA – číslování dokumentu je důležité pro sledování změn ve FMEA.

Prvek – název a číslo systému, subsystému nebo dílu, pro který je proces analyzován.

Odpovědnost za proces – uvádí útvar, oddělení či skupinu, dodavatele odpovídající za svěřený proces.

Řešitelský tým – uvádí seznam pracovníků zúčastněných a pověřených přípravou a tvorbou FMEA.

Rozhodný termín – uvádí termín ukončení původní FMEA, jenž nesmí být pozdější než datum stanovené pro zahájení výroby.

Datum zpracování FMEA – uvádí datum zpracování a datum další plánované revize.

Funkce procesu – stručně popisuje analyzovaný proces, operaci a jejich účel; obsahuje-li proces více operací s rozdílnými projevy vad, je vhodné vypsát operace jako samostatné procesy.

3.2.2 Možné projevy vady

Možný projev vady popisuje způsob, jakým daný proces může narušovat požadavky na proces a (nebo) záměr návrhu. Jde o definici neshody určité operace. Může být též příčinou, jež je spojená s možným projevem vady související operace anebo důsledkem spojeným s možnou vadou v některé z předchozích operací. Při přípravě FMEA se nicméně předpokládá, že vstupující materiály, díly i procesy jsou v pořádku. Pro každou jednotlivou operaci se vypisuje pokud možno každý možný projev vady vyjádřený ve vztahu ke znakům dílů, podsystémů, systému nebo procesu. Předpokládá se, že projev může, ale nutně nemusí vzniknout. Inženýrský tým navrhující proces musí být schopen položit a zodpovědět následující otázky:

- jakým způsobem může výrobek (díl, proces) porušit předepsané specifikace,
- co může zákazník bez ohledu na technické požadavky považovat za nežádoucí.

3.2.3 Možný důsledek vady

Možným důsledkem vady je míněno působení vady na zákazníka. Zákazníkem může být v této souvislosti jednak následující výrobní, montážní aj. operace a jednak kupující (prodejce výrobku, konečný majitel výrobku). Při hodnocení možného důsledku vady je třeba brát v úvahu každého zákazníka.

Důsledek vady se popisuje projevem, jenž by zákazník mohl vnímat, pociťovat, pozorovat apod. Pro konečného uživatele by měly být důsledky vady vyjádřeny pomocí pojmů popisujících vedlejší účinek, projev, výkon, vlastnost nebo funkci výrobku nebo systému, tj. např. zápach, hluk, deformace výrobku, neshodná barva, vibrace, malá pevnost a podobně.

Jestliže je zákazníkem následná operace nebo místo je nutno dle metodiky ASQC důsledek vady vyjádřit v pojmech spojených s výkonem operace či procesu, tj. např. nelze smontovat, nelze slepit, nezpůsobilý, nesouhlasí, ohrožení operátora, poškozená výbava.

3.2.4 Význam vady

Je daný závažností možného důsledku vady pro zákazníka. Jestliže je zákazníkem, jehož projev vady ovlivní, montážní podnik či uživatel výrobku, může se stát, že zkušenosti nebo znalosti daného týmu nebudou zcela dostačující pro správné ohodnocení významu vady. V takovém případě dle ASQC mají být konzultováni vývojoví inženýři, inženýři FMEA návrhu nebo technolog následujícího výrobního úseku. Při hodnocení významu vady pro zákazníka se nebere v úvahu ani pravděpodobnost výskytu, ani pravděpodobnost odhalení vady. Příslušná literatura uvádí podobné stupnice hodnocení významu vady pro zákazníka. Jednotliví autoři se většinou shodují na doporučení hodnotit význam vady bodovou stupnicí od 1 do 10. W. D. Franke [6] např. navrhuje hodnotit dle tabulky (Tab.2.).

Tab. 2. Význam vady (působení na zákazníka).

Význam vady (působení na zákazníka)	Bodová hodnota
Zvláště těžká vada ohrožující bezpečnost a/nebo porušující zákonné předpisy.	9 - 10
Těžká vada, která zákazníka rozzlobí (např. nefunguje radio-přijímač) - nejsou však narušeny bezpečnostní požadavky nebo zákonné předpisy.	7 - 8
Středně těžká vada, budou nespokojeni někteří zákazníci (např. bručí reproduktor). Zákazník vadu postřehne.	4 - 6
Vada je nevýznamná a zákazník bude pouze nepatrně obtěžován. Zákazník upozoruje pravděpodobně pouze zanedbatelnou újmu systému.	2 - 3
Je nepravděpodobné, že by vada měla na chování výrobku nebo systému nějaký pozorovatelný vliv	1

Automobilní divize Americké společnosti pro řízení jakosti ASQC [1] doporučuje podobné rozdělení (Tab.3).

Tab. 3. Kritéria významu důsledku dle ASQC.

Důsledek	Kritéria významu důsledku	Bodové hodnocení
Kritický bez varování	Může ohrozit obsluhu stroje nebo montážního pracovníka. Velmi vysoko se hodnotí možný projev vady, působí-li na bezpečnost provozu vozidla a/nebo vede k narušení obecně platných předpisů. Vada vzniká bez varování.	10
Kritický s varováním	Může ohrozit obsluhu stroje nebo montážního pracovníka. Velmi vysoko se hodnotí možný projev vady, působí-li na bezpečnost provozu vozidla a/nebo vede k narušení obecně platných předpisů. Vada vzniká s varováním.	9
Velmi vážný	Velké narušení výroby. Mohlo by být 100% výrobků zmetkových. Vozidlo/prvek nezpůsobilý k provozu, ztráta hlavní funkce. Zákazník velmi nespokojen.	8
Vážný	Menší narušení výroby. Výrobky by bylo nutné třídít a část (méně než 100%) by bylo zmetkových. Vozidlo/prvek schopné provozu, ale s omezeným výkonem. Zákazník nespokojen.	7
Střední	Menší narušení výroby. Část (méně než 100%) výrobků by muselo být vyzmetkováno (bez třídění). Vozidlo/prvek schopné k provozu, ale určité prvky ovlivňující pohodlí/vymoženosti jsou nepoužitelné. Zákazník pocítí nepohodlí.	6
Nízký	Menší narušení výroby. 100% výrobků by mohlo potřebovat přepracování. Vozidlo/prvek schopné k provozu, ale určité prvky ovlivňující pohodlí/vymoženosti jsou použitelné pouze v omezené míře. Zákazník pocítí nespokojenost.	5
Velmi nízký	Menší narušení výroby. Výrobky nutno třídít a část (méně než 100%) výrobků nutno přepracovat. Lícování a povrchové úpravy/skrípot a zvuky neodpovídají požadavkům. Vadu eviduje většina zákazníků.	4
Nepatrný	Menší narušení výroby. Část (méně než 100%) výrobků by mohlo potřebovat přepracování na lince, ale mimo cyklus. Lícování a povrchové úpravy/skrípot a zvuky neodpovídají požadavkům. Vadu objeví průměrný zákazník.	3
Zanedbatelný	Menší narušení výroby. Část (méně než 100%) výrobků by mohlo potřebovat přepracování, ale bez narušení cyklu. Lícování a povrchové úpravy/skrípot a zvuky neodpovídají požadavkům. Vadu objeví pečlivě hledající zákazník.	2
Žádný	Bez důsledku.	1

Podobná kritéria hodnocení významu vady uvádí systémová FMEA procesu dle VDA 4.2 [7]. Význam velmi velký mají vady způsobující nefunkčnost výrobku, vady obsahující bezpečnostní riziko, vady, v jejichž důsledku výrobek nesplňuje zákonné předpisy. Vady s takovým významem jsou ohodnoceny bodovou hodnotou 9 až 10. Naopak velmi malý význam (bodová hodnota 1) mají vady působící omezení funkce, které rozezná pouze odborník.

3.2.5 Výskyt vady

Pojem výskytu vady vyjadřuje, jak často lze očekávat, že určitá příčina možné vady nastane. Hodnota ukazatele, tj. číslo vyjadřující pravděpodobnost výskytu má spíše relativní než absolutní význam.

Možnost výskytu vady se zpravidla opět hodnotí pomocí stupnice od 1 do 10. Aby bylo dosaženo konzistence odhadů, měl by se tým pověřený tvorbou FMEA předem dohodnout na kritériích hodnocení. Je vhodné převzít některou z příslušných tabulek uvedených v sekundární literatuře. Výskyt vady vychází z počtu vad předpokládaných při realizaci procesu. [1]

Existují-li statistická data dostupná z jiných obdobných procesů, mají se pro hodnocení výskytu možných vad používat např. data získaná metodou SPC. Samozřejmě není možné statisticky sledovat a vyhodnocovat způsobilost všech procesů, subprocessů a operací. V případech, kde statistická data neexistují, se hodnota subjektivně odhadne na základě slovního vyjádření pravděpodobnosti výskytu vady s využitím dat známých z obdobných předchozích procesů. Pro účely tvorby FMEA víceúčelových plášťů Mitas bylo využito kritérií hodnocení doporučených asociací ASQC/AIAG [1]. Je možné hodnotit též dle kritérií, uvedených např. v práci W. Franka [6] či směrnici VDA 4.2 [7]. Z těchto tří směrnic se kriteria hodnocení dle ASQC (Tab.4) jeví jako nejpřísnější, a to zejména u vad s nejvyšším bodovým ohodnocením.

Tab. 4. Pravděpodobnost výskytu vady dle ASQC.

Pravděpodobnost výskytu vady	Četnost vady	C_{pk} procesu	Bodové hodnocení
Velmi vysoká: vada nastává neustále.	≥ 1 ze 2	$< 0,33$	10
	1 ze 3	$\geq 0,33$	9
Vysoká: přibližně shodná s obdobnými dřívějšími procesy, ve kterých vznikaly často vady.	1 z 8	$\geq 0,51$	8
	1 z 20	$\geq 0,67$	7
Střední: přibližně shodná s obdobnými dřívějšími procesy, kde se vyskytovaly vady příležitostně, ale ne mnoho.	1 z 80	$\geq 0,83$	6
	1 z 400	$\geq 1,00$ ($x \pm 3s$)	5
	1 z 2000	$\geq 1,17$	4
Nízká: ojedinělé vady totožné s podobnými procesy.	1 z 15000	$\geq 1,33$	3
Velmi nízká: jen ojedinělé vady, totožné s téměř identickými procesy.	1 z 150000	$\geq 1,50$	2
Vzácná: vada je nepravděpodobná. Téměř identické procesy byly bez vad.	≤ 1 z 1500000	$\geq 1,67$	1

Je třeba dodržet zásadu, že pravděpodobnost výskytu vady je posuzována pokud možno naprosto nezávisle na významu vady a na pravděpodobnosti jejího odhalení před dalším zpracováním či expedicí výrobku. W. Franke doporučuje v prvním kole nebrat v úvahu již dříve aplikovaná kontrolní opatření, poněvadž by to snižovalo pravděpodobnost výskytu vady a tudíž zkreslení skutečné výše koeficientu výskytu vady.

3.2.6 Odhalitelnost vady

Odhalitelnost vady budeme chápat v pojetí definovaném pracovní skupinou ASQC/AIAG. Podle této definice je odhalitelnost odhadem pravděpodobnosti, že navržený typ stávajícího řízení procesu odhalí možnou příčinu/mechanismus (nedostatek procesu), nebo pravděpodobnosti, že navržený typ řízení procesu může odhalit následný projev vady před tím, než díl nebo součást odejde z místa zpracování nebo montáže. [1]

K ohodnocení míry odhalitelnosti se zpravidla užívá stupnice čísel od 1 do 10, přičemž se předpokládá, že vada již vznikla a hodnotí se schopnost všech složek řízení procesu zamezit odeslání dílců nebo výrobků, jež vykazují daný projev vady nebo dílců (výrobků) vadných.

Nepředpokládá se automaticky, že s využitím všech kontrol procesu bude při nízkém výskytu též nízká míra odhalitelnosti, nýbrž se hodnotí schopnost řízení procesu identifikovat projevy vad s nízkou frekvencí výskytu nebo schopnost zabránit jim v dalším působení a pokračování v procesu.

Náhodné kontroly jakosti nejsou schopné odhalit ojedinělé vady a neměly by ovlivnit hodnotu ukazatele odhalitelnosti. Validovaným způsobem řízení odhalování je postup založený na statistickém výběru. [1]

Na začátku tvorby FMEA a hodnocení odhalitelnosti vad je třeba si odsouhlasit kritéria hodnocení a bodovací stupnici. Je vhodné opět převzít některou ze stupnic uvedených v sekundární literatuře a případně si ji upravit pro danou konkrétní analýzu procesu. Pro účely FMEA výroby nákladních plášťů Mitas využijeme kritéria vytvořená organizací ASQC/AIAG a používaná v americkém automobilovém průmyslu (Tab.5):

Tab. 5. Odhalitelnost vady dle ASQC.

Odhaltel-nost	Kritérium	Bodové hodnoce-ní
Absolutně nemožná	Nejsou známy (použity) kontroly schopné odhalit projev vady.	10
Téměř ne-možná	Velmi malá pravděpodobnost, že stávající kontrola odhalí projev vady.	9
Málo možná	Málo zaručená šance dané kontroly odhalit projev vady.	8
Velmi malá	Velmi malá šance dané kontroly odhalit projev vady.	7
Malá	Malá šance dané kontroly odhalit projev vady.	6
Průměrná	Průměrná šance dané kontroly odhalit projev vady.	5
Poněkud nadprůměrná	Poněkud nadprůměrná šance kontroly odhalit projev vady.	4
Velká	Velká šance dané kontroly odhalit projev vady.	3
Velmi velká	Velmi velká šance dané kontroly odhalit projev vady.	2
Téměř jistá	Stávající kontrola vždy zaručeně odhalí projev vady. Spolehlivé odhalení je potvrzeno podobnými procesy.	1

Pro srovnání německý automobilový průmysl používá zpravidla takovou klasifikaci (viz Tab. 6). [6]

Tab. 6. Odhalitelnost vady dle W. Franka.

Pravděpodobnost odhalení vady před expedicí zákazníkov	Bodové hodnocení
Zanedbatelná: příznak vady není, resp. nemůže být odhalen (skrytá vada, která se projeví až po určité době provozu).	10
Velmi malá (alespoň 90%): příznak vady není při stoprocentní vizuální nebo manuální kontrole lehce rozeznatelný.	9
Malá (alespoň 98%): příznaky vady jsou lehce rozeznatelné (např. volná zasouvací spojka při stoprocentní funkční kontrole).	6 - 8
Střední (nad 99,7%): vada se zjevnými příznaky, která se k zákazníkovi pravděpodobně nedostane, prvek je např. stoprocentně automaticky kontrolován.	2 - 5
Vysoká (přes 99,99%): funkční vada, která bude téměř jistě objevena před odesláním.	1

Podobně jako v případě významu vady ani zde se neberou v úvahu další činitelé. Předpokládá se, že k vadě došlo a hodnotí se účinnost všech kontrolních opatření, jež mají odhalit vady. Prakticky stejná měřítko hodnocení odhalitelnosti nabízí i systémová FMEA procesu dle VDA 4.2.

Zatímco hodnocení výskytu hovoří o očekávaném množství vadných výrobků, hodnocení odhalitelnosti říká, že může být odhalen pouze určitý podíl těchto vzniklých vad. Součinem bodového hodnocení výskytu a odhalitelnosti získáme pravděpodobnost výskytu zbývajících, tj. neodhalených vadných dílů, výrobků apod.

3.2.7 Hodnocení celkové míry rizika / priority a zavádění nápravných opatření

Míra rizika / priorita RPN (Risk Priority Number) je součinem bodového ohodnocení významu, výskytu a odhalitelnosti dané vady.

$$\text{RPN} = \text{Vz} \times \text{Vy} \times \text{Od}$$

RPN je mírou rizika návrhu. Tento koeficient slouží k seřazení a porovnání všech možných vad a jejich příčin v návrhu podle jejich celkové závažnosti, a to podle jednotného měřítka. RPN může teoreticky nabývat hodnot od 1 do 1000. Čím je RPN vyšší, tím je možná vada závažnější a tím bedlivější pozornost je třeba jí věnovat. Pro vyšší hodnoty RPN musí tým FMEA navrhnout a přijmout nápravná opatření, která povedou ke snížení RPN. Žádná z příruček FMEA [1], [6], [7] přitom explicitně nestanovuje jaká hodnota RPN je už kritická. Tuto hranici si určuje každý řešitelský tým samostatně, dohodou, na základě vlastních zkušeností. Je důležité, aby se na stanovení kritičnosti RPN podíleli pracovníci různých oddělení podniku. To znamená, aby na závažnost možné vady bylo pohlíženo pokud možno z co nejvíce stran. Určení pokud možno skutečné celkové míry rizika / priority je klíčem k odhalení slabých míst procesů a dává možnost se těmito slabými místy zabývat a účinně je odstraňovat.

Není-li řešitelský tým schopen plně pochopit příčiny vady, lze doporučená opatření stanovit na základě statistického návrhu experimentu, tj. DOE. Není-li pro určitou příčinu doporučováno žádné opatření, příslušný sloupec zůstane volný nebo se do něj napíše „bez opatření“.

V případech, kdy důsledek nebo možný projev vady ohrožuje personál výroby/montáže, musí být nápravné opatření doporučeno tak, aby se zabránilo projevu vady vyloučením nebo odhalením příčiny, nebo musí být specifikován způsob ochrany operátora.

Potřeba uskutečnění určitého, pozitivního nápravného opatření s kvantifikovatelnými přínosy nesmí negativně ovlivňovat význam doporučených opatření a doporučení. Pečlivě a důsledně prováděná FMEA procesu má bez nápravných opatření omezený účinek. Cílem všech uskutečněných nápravných opatření musí být zavedení účinných následných programů k realizaci všech doporučení. [1]

ASQC/AIAG obecně doporučuje uvažovat taková opatření:

1. K omezení pravděpodobnosti výskytu je nutná revize návrhu nebo procesu. K neustálému zlepšování a prevenci vad je třeba provést věcně zaměřenou studii s použitím statistických metod s informační zpětnou vazbou k předchozím operacím.
2. Snížení významnosti lze dosáhnout pouze revizí návrhu nebo procesu.

3. Ke zvýšení pravděpodobnosti odhalení jsou potřebné revize návrhu nebo procesu. Zavedení následných kontrol pro odhalení vad je nákladné a pro zvyšování jakosti neúčinné. ASQC/AIAG upozorňuje, že zvyšování četnosti kontrol jakosti není pozitivním nápravným opatřením a lze je použít pouze coby dočasné opatření. Proto se velmi doporučují trvalá nápravná opatření. Ke zvýšení pravděpodobnosti mohou být zavedeny změny stávajícího systému kontrol. Před odhalováním vad je proto nutno dát přednost jejich prevenci, tj. omezení jejich výskytu. Je-li proces způsobilý, je vhodné zavést statistické řízení procesu na způsob SPC. Též se doporučuje zaměřit se na zlepšování procesu.

Je třeba poznamenat, že stanovení závažnosti potenciální vady a jejích důsledků pomocí RPN neumožňuje riziko jednoznačně kvantifikovat. Stejná hodnota RPN pro různé bodové ohodnocení významu, výskytu a odhalitelnosti dané vady neznamena vždy stejné riziko. Použití RPN vyžaduje vždy ještě logickou kontrolu hodnot jednotlivých proměnných. Možnost zavádějící interpretace plyne z toho, že všem třem proměnným je přisuzována stejná váha.

V_y – četnost výskytu potenciální vady je velmi vysoká, tj. hodnota 10,

V_z – význam potenciální vady je kritický bez varování, tj. hodnota 10,

Od – odhalitelnost potenciální vady je téměř jistá, tj. hodnota 1,

$$\mathbf{RPN = 10 \times 10 \times 1 = 100}$$

Hodnota RPN je tedy 100. Jedná se o závažnou, velmi častou, ale velmi lehce odhalitelnou potenciální vadu, celkově jde o nebezpečný případ.

Ke stejné hodnotě RPN dojdeme kombinací těchto parametrů:

V_y – četnost výskytu potenciální vady je velmi vysoká, tj. hodnota 10,

V_z – význam potenciální vady je takřka žádný, tj. hodnota 1,

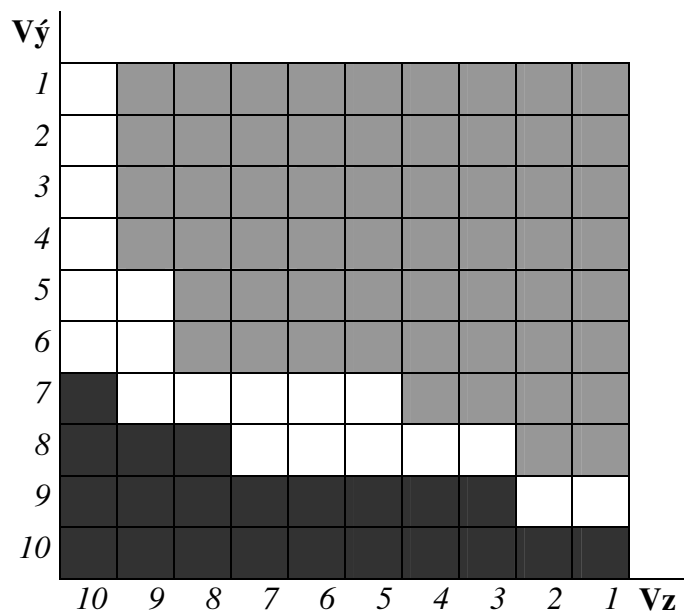
Od – odhalitelnost potenciální vady je nemožná, tj. hodnota 10,

$$\mathbf{RPN = 10 \times 10 \times 1 = 100}$$




Výsledná hodnota RPN je stejná jako v předchozím případě, celkově jde ale o podstatně méně závažný případ.

Proto se v současné době pro kvantifikaci rizika užívá tzv. grafické dvouparametrické zobrazení. [12], [13]

Jako parametry se používají proměnné V_y (tj. výskyt, podrobněji o výskytu viz kap. 3.2.5) a V_z (tj. význam, podrobněji viz kap. 3.2.4). Jeden z možných návrhů posouzení celkové závažnosti ukazuje následující obrázek (Obr. 2):



Obr. 2. Hodnocení závažnosti problému pomocí matice.

-  - není třeba jednat, uvolnění je možné,
-  - není okamžitá potřeba jednat, je však třeba hledat opatření ke snížení rizika,
-  - je třeba velmi rychle jednat, riziko se musí redukovat pomocí vhodného opatření.

3.2.8 Klíčové znaky a návaznost na kontrolní plán

V praxi, bez ohledu na výsledné RPN, by se měla zvláštní pozornost věnovat též případům, kdy se jedná o zákonné požadavky, nebo když je význam ohodnocen hodnotou 10 nebo 9. V těchto případech musí být potenciální vadě spojené s příslušným RPN přiřazeno označení CC, to je tzv. kritický znak. Případy, kdy je význam roven 8 a zároveň odhalení větší

nebo rovno 4, musí být označeny jako SC, tj. významný znak (Tab.7). Tyto znaky musí být přeneseny do kontrolních plánů.

Tab. 7. Klíčové znaky.

Význam	Odhalení	Znak
10	vždy	CC
9	vždy	CC
8	10	SC
8	9	SC
8	8	SC
8	7	SC
8	6	SC
8	5	SC
8	4	SC

3.2.9 Zavádění a vyhodnocování nápravných opatření

Pro zavedení nápravných opatření je nutné určit organizační jednotku podniku nebo odpovědnou osobu a též termín realizace opatření.

Jakmile je navržené nápravné opatření zavedeno, zaznamená se do formuláře FMEA nebo do zápisu z porady týmu jeho datum účinnosti.

Po určení nápravného opatření se odhanou a zaznamenají příslušné koeficienty výskytu, významu a odhalitelnosti. Spočítá se a zapíše výsledná hodnota RPN. Jestliže nebylo vykonáno žádné opatření, nepočítá se nová hodnota RPN a příslušné políčko zůstane prázdné. Veškerá nápravná opatření, jakož i hodnoty RPN, je třeba průběžně přezkoumávat a, je-li třeba, dle situace přehodnocovat.

Velký důraz je třeba dbát na zajištění toho, že nápravná opatření jsou trvale a nepřetržitě uplatňována a dodržována. Je třeba zajistit, aby FMEA stále odpovídala aktuálnímu stavu návrhu, stejně jako nejnověji prováděným opatřením.

3.2.10 Procesní kontroly

Běžné procesní kontroly jsou popisy kontrol, jež buď zabraňují v možném rozsahu výskytu poruch, nebo poruchu zjistí, objeví-li se. Těmito kontrolami mohou být procesní kontroly, např. statistická kontrola výroby SPC, SPD. K hodnocení může docházet u dané operace nebo u následných operací. V podniku Mitas (nejen tam) jsou zavedeny tři typy procesních kontrol, které je třeba vzít v úvahu. Kontroly, které:

1. brání výskytu příčiny/mechanismu nebo důsledku poruchy, nebo snižují míru výskytu poruchy.
2. zjišťují příčinu/mechanismus a vedou k nápravným opatřením.
3. zjišťují druh poruchy.

3.3 Systémová FMEA výrobků a procesů

3.3.1 Kroky při tvorbě systémové FMEA výrobků a procesů

Při zpracování systémové FMEA výrobků nebo procesů jsou vedle klasické konstrukční či procesní FMEA prováděny následující kroky:

- Strukturování zkoumaného systému na prvky a znázornění vzájemných funkčních souvislostí těchto prvků.
- Odvození myslitelných vadných funkcí (možné vady) prvku systému z uvedených funkcí prvků.
- Navazující logické řetězení souvisejících vadných funkcí různých prvků systému, aby tím bylo možno v systémové FMEA stanovit analyzované možné následky vad, vady jejich příčiny.

Oblast použití systémové FMEA je design výrobku a plánování procesu. Systémová FMEA výrobku zkoumá možné vady funkcí systémů výrobku jako jeho možné vady. Analýzy vad postupují tam, kde je to potřebné, postupně až k prvotním vadám jednotlivých dílů (Obr. 3). [7]

Pracovní postup systémové FMEA výrobku lze přenést také na analýzu výrobních procesů. Systémová FMEA procesu zkoumá možné vadné funkce výrobního procesu (např. výrobních, montážních, logistických postupů aj.) jako možné vady.

3.3.2 Systémová FMEA procesu

FMEA procesu zkoumá vady kroků procesů, tj. operací, pomocí formuláře FMEA. Při tvorbě systémové FMEA procesu se naproti tomu strukturuje a popisuje výrobní proces podle zúčastněných prvků systému: stroj – člověk – materiál – prostředí (Obr. 3). Jednotlivé kroky procesu jsou tedy chápány jako úlohy/funkce těchto prvků systému.

3.3.3 Postup zpracování systémové FMEA

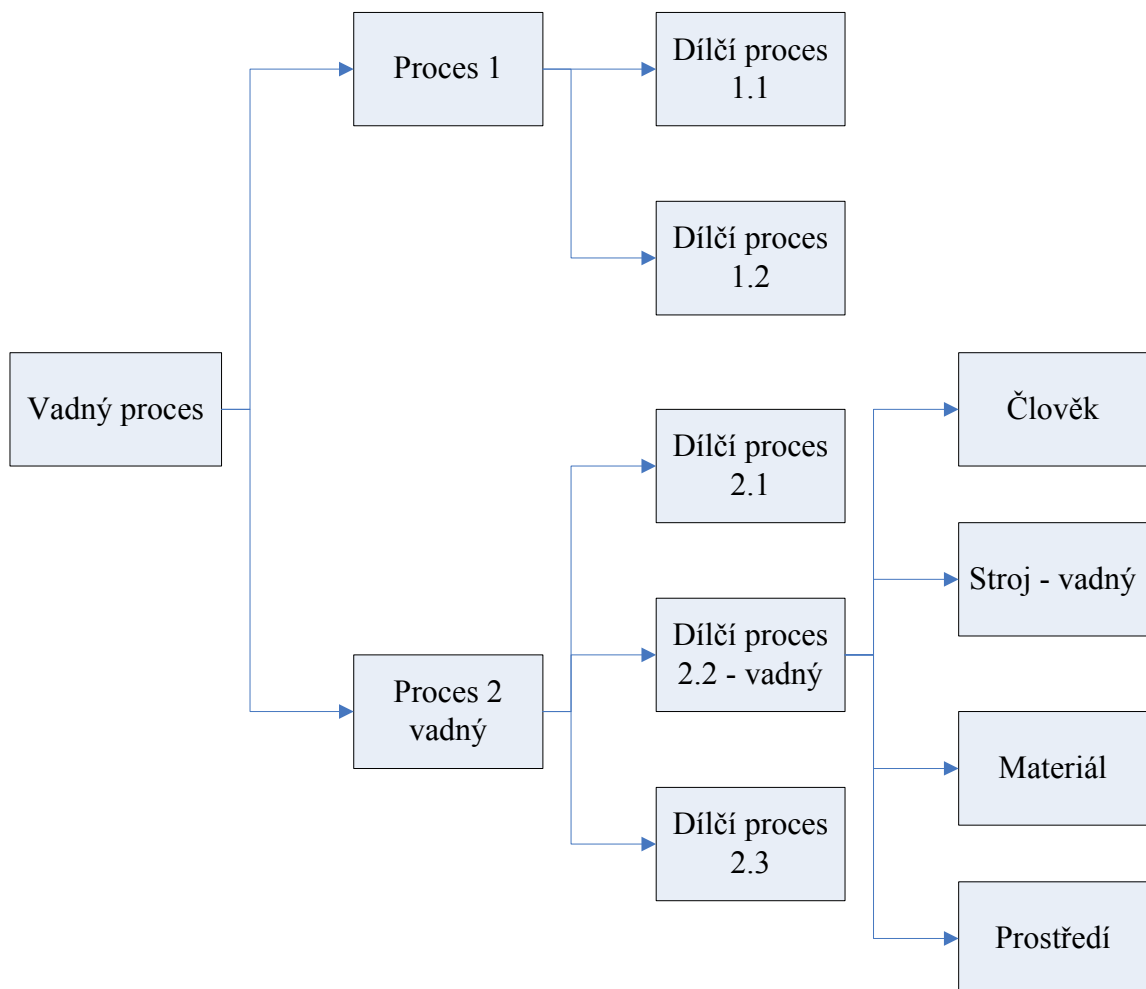
Zpracování systémové FMEA probíhá v pěti stupních:

1. Analýza prvků systému a struktury systému.
2. Analýza funkce a struktury funkcí.
3. Analýza vad.
4. Hodnocení rizik.
5. Optimalizace.

Tyto kroky umožňují základní pochopení pracovního postupu systémové FMEA.

Klasická FMEA procesu zkoumá vady kroků procesů (operací) pomocí formuláře FMEA (analogicky s FMEA konstrukce). Při systémové FMEA procesu se naproti tomu strukturuje a popisuje výrobní proces podle zúčastněných prvků systému: člověk – stroj – materiál – prostředí (v orig.: Mensch – Maschine – Material – Mitwelt, tj. „4M“). Takovým způsobem pozorování se jeví jednotlivé kroky procesu (operace) jako úlohy/funkce těchto prvků systému (viz Obr. 3). [9]

Zkoumání funkcí a vad se provádí, je-li to nutné, až po technické vlastnosti výrobních zařízení. Takové zkoumání odpovídá postupu systémové FMEA výrobku.



Obr. 3. Stromový (systematický) diagram vadného procesu.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 TECHNOLOGIE VÝROBY VÍCEÚČELOVÝCH PLÁŠŤŮ MITAS

4.1 Stručná historie zlínského závodu Mitas

Historie zlínské výroby pláštěů sahá do počátků třicátých let, kdy firma Baťa rozjela výrobu pláštěů pro své nákladní automobily. Tento počín je jedním z důkazů síly rodinného podniku, který se dokázal vyrovnat s důsledky celosvětové hospodářské krize přelomu 20. a 30. let a investovat do nového výrobního odvětví, jež se ve Zlíně udrželo a úspěšně se rozvíjí i po osmdesáti letech.

Ve svých počátcích se gumárenská výroba firmy Baťa zaměřovala na domácí čs. trh a zásobování vlastního vozového parku. Po rozbití Československa v r. 1939 se rodina Baťů odstěhovala do exilu a tam již prakticky zůstala natrvalo. Podnik dostal nové vedení a výroba se podřídila potřebám německého Wehrmachtu. Po roce 1948 se zlínský podnik přejmenoval na Rudý říjen n. p. Závod navázal na předválečnou výrobu a vyráběl rozličné mimosilniční a silniční pláště pro automobily, motocykly i letadla československé provenience a dále produkoval též klínové a obalované řemeny a některé další pryžové výrobky. Po roce 1989 se Rudý říjen n.p. rozpadl. Novější, otrokovické výrobní kapacity privatizoval německý koncern Continental, zatímco zlínské provozy přešly po peripetiích v devadesátých letech do majetku pražského výrobce pneumatik Mitas a.s., jehož historie sahá taktéž do třicátých let, a staly se tak součástí největšího českého gumárenského uskupení Česká gumárenská a.s.

V současné době se zlínský závod Mitas zaměřuje na výrobu víceúčelových, motocyklových, zemědělských a letadlových pláštěů a na výrobu vulkanizačních membrán. Výroba víceúčelových pláštěů by měla zůstat jedním z pilířů výrobního programu i v budoucnu.

4.2 Víceúčelový plášť

Pod pojmem plášť se rozumí uzavřený prstenec, anuloid, tvořený řadou polymerních materiálů s ocelovými a textilními výztuhami, nasazený na kovový ráfek a nahuštěný na předepsaný tlak. Víceúčelový plášť je pak označení pláště použitelného pro vozidla, jež slouží

potřebám stavebního, dřevozpracujícího, dopravního, zbrojního, těžebního aj. průmyslu. Co se týká víceúčelových pláštů Mitas, tvoří jejich výroba asi třetinu výrobního programu. Z hlediska konstrukce rozlišujeme dva základní typy pláštů: diagonální a radiální pláště.

4.2.1 Diagonální plášť

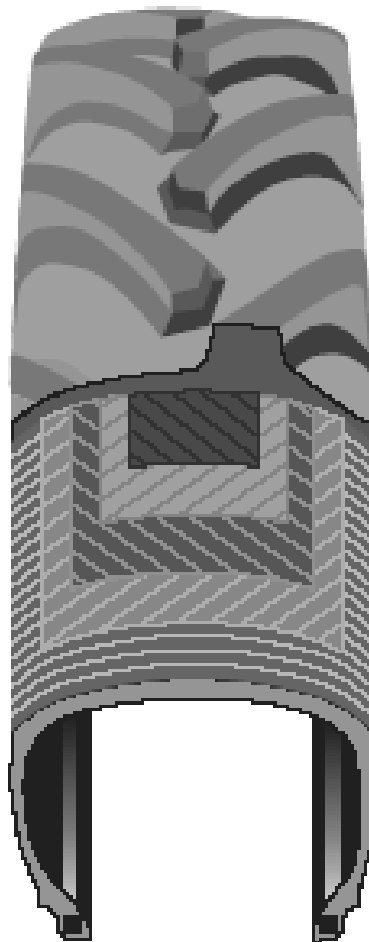
Pro diagonální plášť je charakteristické křížení kostrových kordů, jež zajišťuje boční stabilitu pláště. Kostrové kordy diagonálních pláštů jsou textilní a jsou při výrobě kostry pláště jednoduše kladeny na sebe. Nosnost pláště lze zvyšovat prostým zvyšováním počtu kordových vložek v kostře. Výhodou diagonálních pláštů je jejich snadnější výroba a poměr cena-výkon.

Diagonální pláště s pásem, tzv. bias-belted tyres, mají navíc kostru opatřenu zpravidla dvěma nebo více nárazníky, které zvyšují odolnost pláště proti průrazu a zachycuje namáhání v obvodovém směru. Jeho šíře je oproti šíři kostrové vložky podstatně menší. Diagonální pláště se vyrábějí na konfekčních strojích se sklopným bubnem, jehož průměr a šíře je konstantní po celou dobu výroby konfekce na rozdíl od konfekčních strojů pro výrobu radiálních pláštů.

4.2.2 Radiální plášť

Radiální pláště mají kordové nitě orientovány rovnoběžně s pomyslnými meridiány pláště. Dílce kostrového kordu jsou nařezány pod úhlem 90° . Délka kordové nitě je pevně daná šířkou dílce kostrového kordu. Kostrový kord je tvořený buď ocelovými, nebo textilními kordy. Jednotlivé kordy leží v rovinách, jejichž průsečíkem je pomyslná osa rotace pláště. Podobně jako u pláštů diagonálních jsou konce kordových nití ukotveny v patce, kde obtáčí lano. Pláště jsou v běhounové části opásány jedním nebo více výztužnými pásy, tj. nárazníky. Na rozdíl od diagonálních pláštů se surový radiální plášť svým tvarem již podobá hotovému vylisovanému plášti. Výroba radiálních pláštů probíhá zpravidla ve dvou nebo více stupních. Zvlášť se vyrábí kostra surového pláště a zvlášť prstenec nárazníků s běhounem, jež se poté přenesou na vzduchem vybombírovanou kostru pláště. Výhodou

radiálních pláštíků je jejich vysoká pevnost a dlouhá životnost kostry. Surový kostrový kord s radiálním uspořádáním kordových nití je při výrobě schopen velké deformace. To umožňuje konstruovat pláště s širokou běhounovou částí, jež mají zvětšenou dotykovou plochu s vozovkou. Například u zemědělských pláštíků souvisí velikost dotykové plochy pláště s velikostí měrného tlaku na půdu, a tudíž přímo ovlivňuje míru zhutnění půdy pod koly vozidla. Na silnici mají radiální pláště díky vlastnostem kostry lepší adhezi, tj. přilnavost k vozovce. Radiální pláště jsou citlivé na předepsaný tlak. S poklesem tlaku v plášti roste jeho valivý odpor. Víceúčelové pláště Mitas mají vesměs radiální konstrukci (Obr. 4).



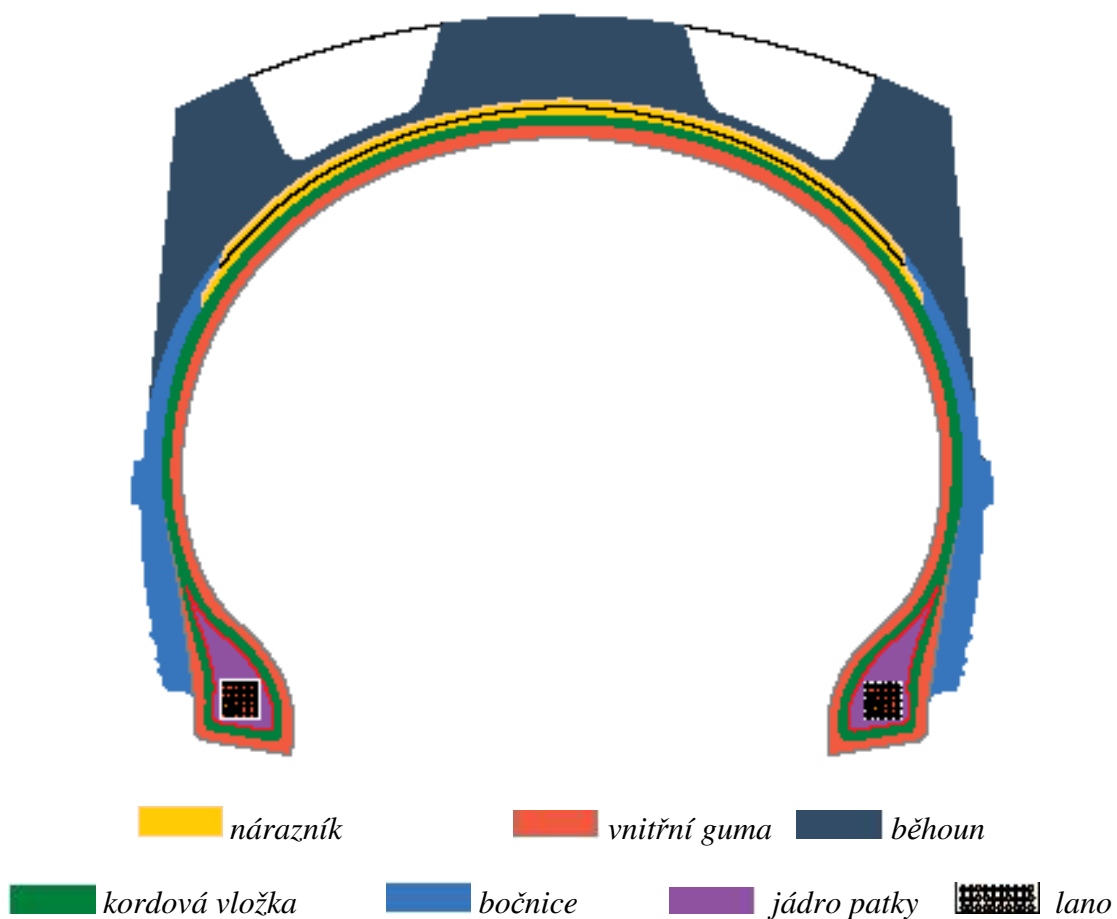
Obr. 4. Vnitřní uspořádání radiálního pláště. [16]

4.2.3 Složení radiálního pláště

Radiální plášť je složitý kompozitní výrobek tvořený těmito základními částmi:

- patka pláště,
- bočnice pláště,
- rameno pláště,
- běhoun pláště,
- nárazník pláště,
- kostra pláště,
- vnitřní guma s mezigumou.

Složení radiálního pláště je dobře viditelné na řezu pláštěm (Obr. 5).



Obr. 5. Řez radiálního pláště. [16]

4.2.3.1 Patka pláště

Patka pláště je rozšířená tuhá část pláště, která dosedá na ráfek kola. Středem patky probíhá navíjené patní lano z ocelového drátu, jež dodává patce obvodovou pevnost i tuhost. Patní lano je po obvodě opatřeno patním jádrem z tvrdé pryže a kordovým páskem, tzv. křídlem. Kolem ojádrovaného patního lana je obtočen okraj kostrového kordu, který je navíc pevně nalepen na křídlo. Vulkanizací vytvoří kostra s patkou tuhý celek umožňující bezpečné usazení pláště na ráfek.

4.2.3.2 Bočnice

Bočnice pláště je krycí vrstva pryže mezi patkou pláště a ramenem pláště. Při výrobě surového pláště se pokládá na konfekční buben jako první. Chrání kostrové vložky před mechanickým či chemickým poškozením a před nepříznivými povětrnostními vlivy. Musí být dostatečně pružná a odolná vůči cyklickému namáhání v obvodovém i radiálním směru. Povrch bočnice slouží též jako místo pro popisy pláště s informacemi o rozměrech pláště a jeho použití.

4.2.3.3 Rameno pláště

Rameno pláště je oblast styku bočnice, prstence nárazníků s běhounem a kostry. U radiálních plášťů je rameno pláště utvářeno ramenními pásky a výplní pod nárazník (v praxi se používá též termín ramenní výplň). Aby při výrobě surového pláště nevznikaly v oblasti okraje nárazníků vady, zejména separace v důsledku nedostatku materiálu mezi formou a vulkanizační membránou, podkládají se nárazníky výplní trojúhelníkového průřezu. Prstenec nárazníků s běhounem má navíc poměrně velkou tuhost a jeho přiválení na kostru pláště vyžaduje poměrně velké síly. Použití výplní pod nárazník je možné tyto síly snížit, neboť nedochází k velkým přesunům materiálu v oblasti ramene.

4.2.3.4 Běhoun pláště

Běhoun je vrstva pryže kryjící vnější obvod pláště mezi jeho patkami. Běhoun je opatřen dezénem a je v přímém kontaktu s vozovkou. Jeho vlastností je dobrá přilnavost, odolnost proti mechanickému a chemickému namáhání a odolnost proti otěru. Běhoun přenáší krou-

tící moment vozidla na povrch vozovky, zlepšuje záběrový moment pláště a zvyšuje účinnost brzdového systému. Současné technologie umožňují vyrábět běhouny s několika vrstvami, jež mají speciální vlastnosti. Vnitřní vrstva je z gumárenské směsi s velmi dobrými hysterezními vlastnostmi a vrstva vnější s mimořádně dobrými mechanickými vlastnostmi a nízkým koeficientem valivého odporu. V několika místech po obvodě pláště jsou mezi figurami dezénu vyvýšená místa, tzv. TWI můstky, sloužící ke kontrole míry opotřebení pláště.

4.2.3.5 Nárazník pláště

Nárazník je kompozitní materiál obepínající kordové vložky pod běhounem. Zajišťuje dynamické spojení mezi kostrou pláště a běhounem, zvyšuje tuhost pláště a jeho odolnost proti průpichu/průrazu. Pláště s radiální konstrukcí mají nárazníkových vložek zpravidla několik, klasické diagonální pláště nárazník nemají.

Důležitou funkcí nárazníku je stabilizace běhounu a celého pláště v obvodovém směru. Při provozu vozidla je plášť vystaven značnému namáhání v obvodovém i radiálním směru, které způsobuje deformace, tj. posuvy jednotlivých elementů pláště. Nárazník díky své vysoké tuhosti a svému složení (jde o pogumovaný ocelový, příp. textilní kord) tyto deformace snižuje.

4.2.3.6 Kostra pláště

Kostra pláště je tvořena kordovými vložkami, jejichž okraje jsou zakotveny v patkách pláště kolem lan. Jak bylo řečeno, dílce kostrového kordu jsou nařezány vždy pod úhlem 90° a jednotlivá kordová vlákna jsou orientována ve směru meridiánů pláště. Délka kordové nitě je pevně daná šířkou dílce kostrového kordu. Provedení kostry ovlivňuje několik velmi důležitých vlastností pláště, zejména jeho nosnost, tuhost, tvar i jízdní vlastnosti. Pevnostní vlastnosti kostry jsou dány především počtem kordových vložek a parametry kostrového kordu, tj. hustotou dostavy pláště, tloušťkou ocelových kordů v dostavě a kvalitou progumování kordů. Kvalita výroby kostry (tzn. rovnoměrné nabombírování kostry) má také zásadní vliv na stejnoměrnost neboli uniformitu pláště, která určuje chování pneumatiky na vozovce.

4.2.3.7 Vnitřní guma s mezigumou

Vnitřní guma pláště je vrstva z vulkanizované gumárenské směsi cca 1 až 4 mm silná. Jde o plynotěsnou membránu nahrazující svou funkcí duši pneumatiky, zabraňuje tedy úniku vzduchu z pláště. Strana vnitřní gumy, na niž se při výrobě pláště pokládá první kostrová vložka, bývá opatřena slabší vrstvou mezigumy. To je gumárenská směs s vysokou lepivostí zajišťující dokonalé přilnutí vnitřní gumy a kostrového kordu.

4.3 Proces výroby víceúčelových radiálních pláštů Mitas

Výroba pneumatik je složitý proces, který využívá poznatků mnoha průmyslových odvětví. Dále zpracovává produkty průmyslu chemického, textilního, gumárenského, strojírenského, plastikářského aj.

Výrobu pláště lze rozdělit do několika navazujících procesů:

- proces míchání a přípravy směsí,
- proces přípravy polotovarů,
- proces výroby konfekce pláštů,
- proces vulkanizace pláštů,
- dokončovací proces pláštů a testování pláštů.

Každý z výše uvedených procesů výroby pláště bude podroben samostatné analýze FMEA.

4.3.1 Proces míchání a přípravy směsí

Míchání a příprava směsí stojí na začátku výrobního procesu pláštů. Cílem míchání je homogenizace jednotlivých složek směsi. Příprava surové kaučukové směsi pro výrobu pláštů probíhá ve dvou stupních:

1. míchání základové směsi,
2. míchání finálové směsi.

Nejdříve je v hnětiči zamíchána tzv. základová směs dle míchacího postupu. Tímto postupem je míněno přidávání přísad do komory hnětiče, dále počet přídavek a délka časových intervalů mezi přídávky. Základové směsi pro zlínskou výrobu víceúčelových plášťů se jednak míchají na vlastních hnětičích (v prostorách bývalé KontyG a.s.), jednak nakupují, a to z pražského výrobního závodu Mitas nebo od jiných výrobců (Continental, Rubena).

Zamíchaná základová směs se uchovává na paletách ve formě pásů. Takto připravená směs je navážena vysokozdvížnými vozíky k lince pro míchání finálových směsí v budově č. 76. Na začátku linky je sekací zařízení, které rozděluje pás základové směsi na malé části schopné dalšího zpracování v hnětiči. Spolu s dalšími přísadami podle čísla receptu se kusy základové směsi dostávají skrze násypku do hnětiče, kde se za pomoci tlaku a teploty (až 180°C) zamíchají speciální finálové směsi s parametry dle specifikace jednotlivých polotovarů. Kvalita zamíchaných dávek směsí je kontrolována pracovníky odboru řízení jakosti dle kontrolního plánu. Každá paleta finálové směsi musí být na průvodce označena číslem směsi, datem spotřeby a podpisem pracovníka míchární směsí.

4.3.2 Proces a technologie přípravy polotovarů

Proces přípravy polotovarů zahrnuje proces výroby běhounů a bočnic (sdružených profilů), výplní, patních lan a gumování kordů.

Výroba běhounů a bočnic

Výroba běhounů a bočnic probíhá na kontinuální vytlačovací lince Konštrukta Triplex v budově č. 85 výrobního závodu Mitas. Jde o technologii vytlačování za studena.

Vytlačovací stroj je zásobován z dopravníku surovou kaučukovou (též gumárenskou) směsí, která je předtím homogenizována pomocí dvouválcových kalandrů. Směs je vytlačována šnekovým vytlačovacím strojem skrze vytlačovací hlavu se šablonou, což je speciální nářadí, pomocí něhož je vytlačovaný polotovar tvarován na požadovaný profil (Obr. 6). Kontinuální pás vytlačeného běhounu je dopravníkem přenesen ke tříválcovému kalandru, který na běhoun nalepí tzv. „tie gumu“, neboli vrstvu kvalitní spojovací kaučukové směsi s vysokou lepivostí zaručující lepší spojení běhounu a nárazníku. Vzhledem k tomu, že linka

má tři šneky, je možné do vytlačovací hlavu zásobovat třemi různými směsmi najednou. Toho se využívá k vytlačování tzv. sdružených profilů.



Obr. 6. Vytlačovací hlava pro vytlačování koextruzních profilů. [10]

Vytlačený profil se spojovací gumou je dopravníkem poté přiveden do etážové chladicí vany se studenou vodou, kde se profil vystráží a stabilizuje svůj tvar. Přesně vytlačený polotovar je základní podmínkou kvalitního surového pláště. Vychlazený polotovar je poté dopraven ke koscímu zařízení, jež dle předepsaného programu nařeže polotovar na kusy potřebné délky odpovídající obvodu surového pláště na bubnu konfekčního stroje. Za koscím zařízením je umístěno poloautomatické cementovací zařízení na stříkání konců běhounů benzínovým roztokem. Tady se konce nařezaných polotovarů opatří tenkým nánosem roztoku, jenž zvyšuje lepivost ploch lepených k sobě na konfekčním bubnu. Nastříkané polotovary putují na odebírací dopravník, z něhož jsou odebírány do sklopných etážových vozíků, tzv. reků, a odváženy do vymezených prostor, odkud je zásobovači odvážejí ke konfekčním strojům.

4.3.2.1 Výroba lana

Lana víceúčelových pláštíů Mitas se vyrábějí v bud. 67. Jedná se zpravidla o hexagonální lana vyráběná na lince Vipo. Na začátku linky je zásobník cívečnic, z něhož se odvíjí drát. Drát je naváděn do hubice vytlačovací hlavy, kde dochází k jeho pogumování. Pogumovaný drát poté prochází chladicím zařízením linky a odtud směřuje do navíjecího automatu s konfekčním kolem. Na kole se vytvoří potřebný počet návinů dle specifikace lana a drát je odstříhnut. Konec lana se zajistí páskem pogumovaného textilu. Lano putuje k jádrovacímu a křídlovacímu stroji, kde je opatřeno gumovým jádrem a křídlem z pogumovaného textilu. Hotová lana se ukládají do reků či na vozíky, které fixují správný tvar lana, a jsou odvážena ke konfekčním strojům k dalšímu zpracování.

4.3.2.2 Gumování textilních a ocelových kordů

Pro výrobu víceúčelových pláštíů Mitas se používá jednak polyamidová kordová tkanina, jednak ocelový kord. Gumování ocelového kordu se v Mitasu neprovádí, nakupuje se od dodavatelů.

Gumování kostrových kordových tkanin se provádí na gumovacím čtyřválcí, částečně je zajišťováno dodavatelsky. Pogumování tkaniny zajišťuje pružné spojení jednotlivých kordových vložek v kostře pláště a zabraňuje jejich vzájemnému posuvu. Kordová tkanina je opatřována oboustranným nánosem kaučukové směsi.

Balík surového kostrového kordu se nasadí do odvíjecího zařízení, odkud je naváděn do spojovacího zařízení. Spojený kord putuje do zásobníku a odtud do sušičky, kde se zbavuje přebytečné vlhkosti. Takto připravená kordová tkanina putuje skrz válečky do čtyřválcového kalandrovacího zařízení s uspořádáním válců do tvaru Z. Zde dojde k nánosování tkaniny kaučukovou směsí. Nagumovaný kord poté musí projít soustavou chladicích bubnů, kde dojde ochlazením ke stabilizaci tvaru a vlastností. Mimo jiné se ochlazením sníží lepidlost pogumovaného kordu. Pogumovaný kord se na konci gumovací linky navíjí do textilního nebo plastového zábalu, který kord chrání před znečištěním, poškozením a zabraňuje přístupu vlhkosti.

Ocelový pogumovaný kord se dodává navinutý v ocelových kartuších konstrukce Buzuluk nebo SEMCON. Na rozdíl od textilních kordů nejsou jednotlivé ocelové dráty propojeny

útkem. Kordový drát je povrchově upraven nánosem mosazi kvůli lepší adhezi gumovací směsi. Ta je nanášena ve šterbině čtyřválece, další postup gumování je podobný jako při gumování textilních kordů.

4.3.3 Proces a technologie výroby konfekce radiálních pláštů

Vyrobené polotovary, tzn. bočnice, běhouny, nárazníky, lana, vnitřní guma, kordové vložky, výplně a další putují na provoz výroby konfekce v bud. 85, kde se zpracují pro výrobu surových pláštů. Výroba konfekce je složitý technologický postup, jehož každá operace je přesně popsána a jehož dodržení je podmínkou výroby kvalitních pláštů.

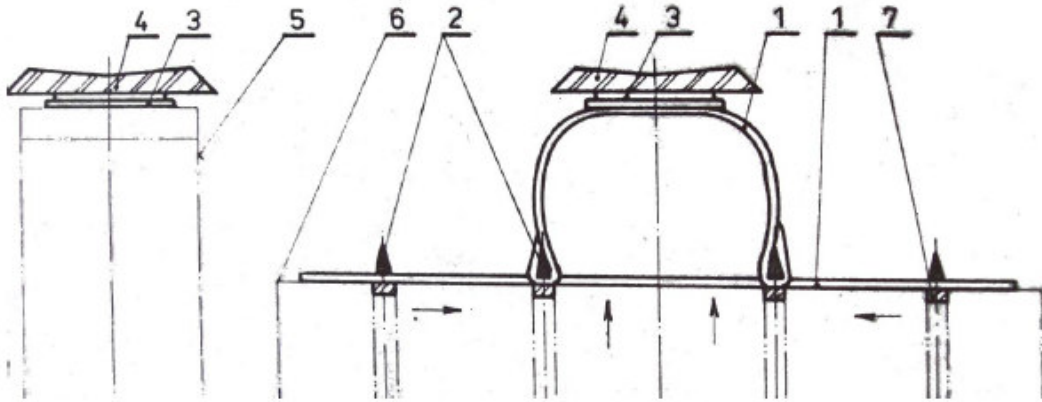
Konfekce radiálních pláštů Mitas je jednak jedenapůlstupňová a jednak dvoustupňová.

4.3.3.1 Jedenapůlstupňová konfekce pláštů

Většina rozměrů víceúčelových pláštů Mitas se vyrábí v bud. 85 na konfekčních strojích Matador NRX. Stroje jsou určeny pro výrobu jedenapůlstupňové konfekce (Obr. 7).

Výroba pláště je rozdělena do dvou pracovních míst konfekčního stroje. Na konfekčním bubnu se provádí spojení bočnic s kostrovými kordovými vložkami a patními lany. Na konfekční buben se postupně navádí sdružené profily bočnice s patním páskem, vnitřní guma, kordové vložky, patní lana, výplně pod nárazník a případně další polotovary. Na nárazníkovém bubnu (též tzv. buben obalu), který musí mít totožnou osu rotace s bubnem konfekčním, se mezitím vyrobí prstenec nárazníků s běhounem. Ten se poté přenesení pomocí tzv. transferingu do příčné osy konfekčního bubnu, kde dojde k nabombírování kostry do prstence nárazníků s běhounem, k přehnutí bočnic, zaválení patek a prstence nárazníků s běhounem a tedy k vytvoření surového pláště (green tyre). Surový plášť je pomocí jeřábu uložen do speciálních vozíků, jež udržují plášť v náležitém tvaru. Konfekcionér každý plášť označí na vnitřní gumě papírovou nálepkou s svým identifikačním číslem, dnem v týdnu a pořadovým výrobním číslem pláště, které říká, o který plášť v pořadí na dané směně jde. U každého spoje běhounu, jenž se provádí na konfekčním bubnu, konfekcionér udělá modrou značku razítkem. Toto značení pláštů slouží k tomu, aby lisovač posléze mohl každý plášť zakládat do lisu modrou značkou směrem k sobě a bylo tak snáze možné

identifikovat příčiny některých vad pláštíů. Vozíky se surovými plášti jsou od konfekčních strojů odtaženy na sousední lisovnu pláštíů, kde proběhne jejich vulkanizace.



Obr. 7. Jedenapůlstupňová konfekce pláštíů. [10]

- 1 – kostrová kordová vložka, 2 – patní lano s křídlem, 3 – nárazník, 4 – běhoun,
5 – nárazníkový buben, 6 – konfekční buben, 7 – upínací zařízení patních lan

4.3.3.2 Dvoustupňová konfekce pláštíů

Konfekce surových pláštíů probíhá ve dvou tzv. konfekčních hnízdech, tvořených dvěma konfekčními stroji. Jedno konfekční hnízdo vytváří stroje HEB-NRM T8 (1. stupeň) a Prozax G2 (2. stupeň), druhé konfekční hnízdo tvoří dva stroje konstrukce Krupp (1. stupeň) a stroj Prozax G2 (2. stupeň).

Konfekční stroj, na němž se zhotovuje první stupeň konfekce koster, má konfekční buben konstrukce používané pro výrobu ploché konfekce, tzn. sklápěcí trojdílný buben. Kostra pláště zhotovená na tomto bubnu má uzavřené zaválené patky s patními lany. Po vyrobení prvního stupně konfekce se kostra upne na bombírovací konfekční buben konfekčního stroje Prozax G2 pro konfekci druhého stupně. Kostra se vybombíruje (nafoukne vzduchem) na potřebný průměr, konfekční buben se roztočí a navedou se na něj nárazníky s běhounem. Po zaválení běhounu zavalovacím zařízením je konfekce pláště hotova.

Konfekce surového pláště je časově méně náročná než u jednostupňové konfekce, která se ale pro výrobu jednoúčelových pláštíů Mitas nepoužívá. Konfekční bubny jsou jednodušší

než u jedenapůstupňové konfekce. Dvoustupňové konfekce pláštů se využívá pro výrobu radiálních víceúčelových pláštů Mitas s textilní kostrou, jejichž výroba je technologicky a procesně méně náročná a je tedy zvládnutelná na výše uvedených konfekčních strojích starší, byť modernizované konstrukce.

4.3.4 Proces a technologie vulkanizace pláštů

Vulkanizace víceúčelových pláštů probíhá na lisovně budovy č. 85. Při této operaci dochází vlivem tlaku a teploty za pomoci vulkanizačních činidel ke vzniku pevných chemických vazeb mezi makromolekulami kaučuku. Plastické kaučukové směsi, z nichž je vyroben surový plášť, se mění na elastickou pryž. Optimální hustota chemických vazeb je daná teplotou a tlakem, které působí na elastomerní směs. Vzájemný vztah doby vulkanizace a teploty je vyjádřen teplotním koeficientem. Ten udává vzrůst rychlosti vulkanizace při nárůstu teploty o 10°C. Hodnoty tohoto koeficientu se pohybují v rozmezí 1,8 až 2,5, podle typu elastomerní směsi. Teplota vulkanizace se volí dle druhu kaučuku v rozmezí 140 až 200°C. [10]

Víceúčelové pláště se lisují na lisech konstrukce Škoda a McNeil (pouze radiální pláště s textilní kostrou). Tyto lisy jsou opatřeny vulkanizační membránou.

Lisovač před prvním zálisem rozbombíruje membránu pomocí horké páry. Membránu natře separačním roztokem, aby se na ni surový plášť nelepil. Lisy jsou zásobovány z vozíků seřazených v prostoru mezi konfekčními stroji a zakladači lisů, aby manipulace s nimi byla co nejkratší a nejjednodušší. Surový plášť se do lisu vkládá pomocí mechanického zakladače pláštů, který plášť uchopí kolem patky, zvedne z vozíku a přenesení do vyhřáté vulkanizační formy s rozbombírovanou membránou. Lisovač zkontroluje usazení surového pláště ve formě kolem vulkanizační membrány a poté dá povel k jejímu nabombírování. Membrána postupně vyplní vnitřní prostor surového pláště mezi patkami a poté se celý vulkanizační lis uzavře. Začíná vulkanizační cyklus daný konstrukcí použitého lisu a formy, teplotou cirkulační vody, teplotou páry, rozměry a konstrukcí pláště, druhem kaučukových směsí a podobně. Všechny faktory ovlivňují proces vulkanizace a je s nimi počítáno při tvorbě vulkanizačního předpisu. Po skončení vulkanizace se lis otevře a lisovač vyndá zvulkanizovaný plášť z vulkanizační formy na

válečkový dopravník, kde cca deset až dvacet minut chladne. Dopravníkem je poté plášť odvezen na dokončovnu plášťů k dokončovacími operacím, kontrole kvality a evidenci.

4.3.5 Dokončovací operace a výstupní kontrola hotových plášťů

Mezi dokončovací a kontrolní operace plášťů patří:

- ořezání přetoků plášťů,
- vizuální kontrola plášťů,
- kontrola rentgenem plášťů,
- opravy plášťů na centrální opravně,
- kontrola uniformity plášťů.

Ořezání přetoků plášťů a vizuální kontrola plášťů probíhá na speciálních strojích – inspektomatech plášťů. Vizuální kontrola je zaměřena na kontrolu popisů plášťů, separace, prolisované kordy, přelisované patky, přesazení a pootočení částí formy, nečistoty ve směsi, přelivy, nedolisky a jiné vady dle platného vadníku víceúčelových plášťů.

Ořezané a zkontrolované pláště jsou označeny razítkem výstupního kontrolora a uloženy do palet v sektoru neotestovaných plášťů, odkud je manipulanti odvážejí podle kontrolních plánů na testor uniformity plášťů. Pláště s ocelovým nárazníkem a celooceľové pláště ještě předtím putují na rentgen plášťů. Rentgenové zařízení je schopné odhalit vady na kovových částech pláště, tj. vady nárazníkových a kostrových kordů, příp. vady patních lan. Zejména jde o tyto vady: zředěné dostavy kordů, chybějící kordy, otevřené spoje kordů, překřížené kordy, uvolněný konec drátu patního lana, zlomené lano apod. Dále je pomocí rentgenu možné identifikovat některé další vady, jako např. nečistoty ve směsích, separace v okrajích nárazníku, chybějící materiál v ramenech pláště apod.

Pláště s opravitelnými vadami (co se může opravovat definuje vadník) jsou označeny číslem vady a nápisem opravna a odeslány na centrální opravnu plášťů k opravě.

Vybrané rozměry plášťů se ještě testují na testoru uniformity plášťů. Testor uniformity Hofmann RGM-G je téměř automatické zařízení určené ke kontrole:

- uniformity, tj. stejnoměrnosti plášťů,

- házivosti pláštů,
- boulí a prohlubní pláštů.

Pláště otestované testorem uniformity jsou automaticky barevně označeny dle výsledků měření. Dle výsledků měření jednotlivých veličin uniformity je možné odhalit i některé nebezpečné technologické chyby výrobního procesu, např. neshodné hodnoty veličiny anglicky zvané plysteer mohou signalizovat stejnosměrné položení prvního a druhého nárazníku, což je chyba vzniklá na konfekci pláštů, která může mít pro řidiče vozidla neblahé následky. Měření uniformity je tedy též účinným nástrojem řízení jakosti.

Pracovník obsluhy testoru pláštů poté podle barevných značek rozděluje pláště do palet dle kvalitativních tříd. Na testoru uniformity výrobní proces končí a otestované pláště jsou odváženy do skladu pláštů k expedici.

4.4 Přednosti radiálních pláštů

Tažný výkon o 10 až 20% větší důsledkem rovnoměrné a zvětšené kontaktní plochy běhounu pláště s vozovkou.

Pomalejší opotřebení ve srovnání s diagonálními plášti. Omezení pohybu desénových figur běhounu a menší úhel natočení kol potřebný pro zatáčení.

Zvýšená bezpečnost jízdy, větší stabilita vozidla při zatáčení a brzdění.

Zvýšená provozní rychlost, umožněná menším valivým odporem pneumatik a možností využít síly motoru k překonání ostatních jízdních odporů.

V důsledku menšího valivého odporu úspora paliva o až 15% ve srovnání s diagonálními plášti.

Nižší hysterezní ztráty a nižší teplota pláště při provozu, lepší odolnost pryže a kostrových kordových vložek proti únavě.

Zlepšená průjezdnost zatáčkou.

5 FMEA PROCESU VÝROBY VÍCEÚČELOVÝCH RADIÁLNÍCH PLÁŠŤŮ MITAS

Se zavádění FMEA procesu výroby se ve zlínském závodě Mitas začalo v roce 2007. V roce 2006 totiž vedení firmy učinilo strategické rozhodnutí ukončit ve Zlíně výrobu osobních radiálních plášťů a orientovat výrobu na víceúčelové radiální pláště celooceľové konstrukce od 16 do 24 palců s možností rozšiřování sortimentu až na 42 palců. Toto rozhodnutí znamenalo přechod na technicky, technologicky a procesně velmi náročnou výrobu. Následoval jednak vývoj nových rozměrů víceúčelových plášťů značky Mitas, jednak příprava off-take výroby víceúčelových a zemědělských plášťů Continental. V souvislosti s tímto rozhodnutím vznikla i potřeba zpracovat FMEA návrhu a procesu výroby.

5.1 Vytvoření týmu FMEA

Na podzim roku 2007 byl utvořen pod vedením manažera kvality Ing. Petra Minaříka řešitelský tým, jehož úkolem bylo začít s přípravami a postupně zpracovat FMEA celého procesu výroby. Do týmu byli jmenováni zástupci všech útvarů podílejících se výrobě víceúčelových plášťů, přičemž dle potřeby bývali na jednotlivé mítinky přizváni další pracovníci. Důraz byl kladen na kvalifikaci, schopnosti a provozní zkušenosti vybraných členů týmu. Výsledkem byla skupina deseti lidí, kteří vytvořili stálé jádro řešitelského týmu. Já jsem byl jmenován do týmu jako zástupce OŘK a jako osoba již dříve pověřená zprovozněním testoru uniformity a zavedením systému měření uniformity a geometrie plášťů. Společnou prací týmu vznikla na podzim roku 2008 první originální verze P-FMEA víceúčelových plášťů Mitas, tentokrát ještě bez analýzy procesu míchání směsí, celého procesu výroby největších radiálních plášťů Mitas, tzv. OTR plášťů a procesu testování plášťů na novém rentgenu plášťů MPTR a OTR. Za první ucelenou analýzu FMEA celého procesu výroby plášťů MPTR lze považovat až její revizi ze srpna r. 2009.

5.2 Tvorba a cíle FMEA

Výroba pláštěů je složitý proces, který se běžně člení do pěti základních stupňů (podrobněji viz předchozí oddíl č. 4):

1. proces míchání a přípravy směsí,
2. proces přípravy polotovarů,
3. proces výroby konfekce surových pláštěů,
4. proces vulkanizace pláštěů,
5. proces dokončovacích operací, kontroly a oprav pláštěů.

Každý z uvedených stupňů či fází procesu výroby pláštěů byl podroben samostatné analýze FMEA.

Byly vytýčeny tyto hlavní úkoly FMEA:

- a) identifikace možných vad procesu,
- b) identifikace KZ procesu,
- c) nápravná opatření, jež by eliminovaly možné vady s RPN nad 150,
- d) implementace provozu mícháreny (bývalá KontyG a.s.).

5.3 Systém řízení jakosti v Mitas a.s. a provázanost FMEA s kontrolními plány

Řízení jakosti v Mitas a.s. je popsáno v základním dokumentu – *příručce managementu jakosti* – a pomocí map procesu. Provoz výroby víceúčelových pláštěů je certifikován dle ISO/TS 16949:2002, na jehož požadavky je příručka orientována. Řízení dokumentace zajišťuje středisko PVSJ Ing. M. Petráše a řízení jakosti ve výrobě je zajišťováno odborem řízení kvality (OŘK) pod vedením Ing. P. Minaříka.

Odbor řízení jakosti tvoří:

- oddělení vstupní kontroly,
- oddělení mezioperační kontroly,

- oddělení následné kontroly.

Mimo to existuje v Mitas a.s., výrobní úsek Zlín, výstupní kontrola, která organizačně spadá pod středisko výroby MPTR a je odborem řízení kvality řízeno metodicky.

Celý provoz výroby MPTR je pokryt systémem kontrolních míst, jejichž funkční skupiny tvoří tzv. kontrolní oblasti. Pod každé kontrolní místo spadá určitý počet pracovišť. Je vybaveno stolem, nástěnkou a je na něm shromážděna dokumentace třetí vrstvy daného pracoviště.

Základem každého kontrolního procesu je procesně strukturovaný *kontrolní plán*. V kontrolním plánu je přesně popsána kontrolní činnost:

- a) co je předmětem kontroly (dílec, proces, subprocess),
- b) které parametry jsou kontrolovány,
- c) jaké jsou klíčové znaky,
- d) jaké výrobní předpisy jsou k dispozici,
- e) jaké jsou podmínky a postup kontroly,
- f) kdo je za co zodpovědný,
- g) jaký je plán reakce, tj. reakční schéma při nalezené neshodě,
- h) jaký je způsob záznamu kontroly.

5.4 Aplikace FMEA na provozu dokončovny a opravy víceúčelových plášťů

5.4.1 Cíle, postup a výsledky FMEA

Můj hlavní úkol jakožto zaměstnanec OŘK, zodpovědného mimo jiné za testování plášťů MPTR, spočíval v přípravě a rozpracování FMEA posledního stupně procesu výroby, tj. dokončovacích operací, kontroly a oprav plášťů.

V souladu s hlavními cíly FMEA jsem hlavní důraz při její tvorbě zaměřil na:

- a) identifikaci možných vad procesu (Tab. 9),

- b) tvorbu kontrolních plánů pro: výstupní a následnou kontrolu (Obr. 8), pracoviště testoru uniformity (Obr. 9) a centrální opravnu plášťů (Obr. 10).
- c) identifikaci klíčových znaků procesu a jejich provázání s kontrolními plány,
- d) návrh nápravných opatření pro možné vady s RPN větším než 120 v provozu výroby plášťů MPTR (Tab. 9).

Výsledkem jsou vyplněné formuláře FMEA dokončovny a opravny plášťů (Tab. 9), v nichž jsem provedl (společně s týmem FMEA) analýzu P-FMEA.

Proces dokončení a kontroly plášťů jsem logicky rozdělil do tří stupňů:

1. dokončení a vizuální kontrola hotových plášťů,
2. opravna plášťů,
3. testování uniformity a geometrie (háživost, boule, prohlubně) plášťů.

Každý stupeň procesu jsem dále rozčlenil na subprocessy a jejich kroky. Každému z nich jsme poté jako tým v rámci workshopů přiřadili všechny nám známé možné vady a jejich následky. Tj. zaznamenali jsme všechny podle nás představitelné vady a jejich následky i možné příčiny, které by se mohly při daném procesním kroku (např. při ořezávání pláště) přihodit. Každou možnou vadu jsme poté na základě dostupných dat (SPC, histogramy, pareto aj.), našich znalostí a zkušeností nebo na základě kvalifikovaného odhadu ohodnotili významem, pravděpodobností výskytu a odhalitelností. Následovalo určení rizikového prioritního čísla RPN a podle jeho výše eventuální přiřazení klíčového znaku nejvýznamnějším možným vadám. Analýza FMEA odhalila možnost vzniku závažných vad na všech stupních procesu dokončení a kontroly víceúčelových plášťů. Celkem bylo analýzou FMEA identifikováno na dokončovně a opravně plášťů 19 možných vad procesu, z nichž tři byly ohodnoceny jako kritické (CC) a dalších sedm jako významné (SC).

Pro možné vady procesu výroby MPTR s nejvyššími koeficienty RPN jsem společně s ostatními členy týmu navrhl nápravná opatření. Je důležité, že tato opatření nemíří primárně směrem ke zvyšování četnosti kontrol, ale jsou zaměřena především na zlepšování návrhu a procesu, jak doporučuje metodika FMEA.

Pro oblast dokončovny a opravny plášťů bylo navrženo a přijato celkem 10 nápravných opatření, z nichž osm je zaměřeno na zlepšení technologie výroby s vyšší produktivitou práce, na zlepšení procesu, metody nebo jde o preventivní opatření. Zbývající dvě navržená

a schválená opatření vedou ke zvýšení četnosti kontrol, nicméně za cenu snížení četnosti kontrol na jiných pracovištích. Některá opatření si vyžadují samozřejmě jak změnu návrhu, tak i procesu nebo metody a mohou mít zároveň i preventivní charakter. Mohou mít tedy multiplikační efekt.

Tab. 8. Charakter přijatých nápravných opatření

Charakter opatření	Počet přijatých opatření
změna návrhu, technologie	2
změna procesu	1
preventivní opatření	4
změna normy, metody	1
zavedení kontroly	2

Pro každý stupeň procesu dokončení, výstupní kontroly a opravy plášťů jsem vypracoval samostatný kontrolní plán (Obr. 8. až 10.), do něhož jsem zaznamenal klíčové znaky procesu v souladu s metodikou FMEA (viz bod 3.2.8.). Ke každému KP jsem rozpracoval též plány reakce na možné výrobní vady (Příloha 2).

Tab. 9. FMEA procesu dokončení, vizuální kontroly a oprav hotových pláštíků MPTR.

Průběh procesu			Možná vada	Možné následky vady	Význam	Klíč.zn.	Příčiny vady	Výskyt	Současný stav		KO / KM	Odhalení	Odhad rizika	Doporučená nápravná opatření	Zodpovídá Termín	Realizovaná opatření / (status)	Přehodnocení rizika			
Stupeň	Proces	Procesní krok							S	CC/SC							O	Prevence	Kontrolní opatření	D
Dokončení a vizuální kontroly hotových pláštíků	Finální povrchové úpravy	Ořezávání	Ořezání neodpovídá specifikaci (vadník)	Nižší úroveň kvality	5		Nevhodný ořezávací nůž	5	kvalifikace obsluhy, katalog vad	Výstupní kontrola, následná kontr.	54	2	50	Výroba ořez. nožů vzor Barum	Salač / 1.1.2009	splněno	5	3	2	30
					5		Nedbalost ořezávače	5	kvalifikace obsluhy, katalog vad	Výstupní kontrola, následná kontr.	54	2	50							
	Vizuální kontrola	Inspekce	Průnik kontrolním místem	Vadný výrobek, reklamace	9	CC	Nepozornost / přehlédnutí	2	kvalifikace obsluhy, katalog vad	100% kontrola, nam. kontrola pracovníky skladu	Zavedení statistické kontroly NK (dle AQL)	Minařík / 1.1.2009	splněno	9	2	4	72			
			Neprovedená oprava	Nižší úroveň kvality	8		Neoznačené vady; nepozornost opraváře	4	kvalifikace obsluhy, katal. vad	prac. RTG, následná kontr.								0		
	Vizuální kontrola RTG	Inspekce	Průnik kontrolním místem	Vadný výrobek	9	CC	Nepozornost / přehlédnutí; rozsah šife RTG	3	kvalifikace obsluhy, katalog vad, identifikace pláštíků po RTG	100% kontrola	Zavedení statistické kontroly NK (dle AQL) na RTG	Šálek / 1.10.2009	splněno	9	2	4	72			
			Špatně nastavený program	Poškození pláště, poškození RTG	9	CC	Nepozornost / přehlédnutí	3	kvalifikace obsluhy, katalog vad, identifikace pláštíků po RTG	Kontrola obsluhou, kontrola funkce při provozu	Instalace dotykového senzoru	Salač / 1.10.2009	splněno	9	2	2	36			

Průběh procesu			Možná vada	Možné následky vady	Význam	Klíč.zn.	Příčiny vady	Výskyt	Současný stav		KO / KM	Odhalení	Odhad rizika	Doporučená nápravná opatření	Zodpovídá Termín	Realizovaná opatření / (status)	Přehodnocení rizika			
Stupeň	Proces	Procesní krok							Prevence	Kontrolní opatření							D	RPN	S	O
			S	CC/SC	O															
Centrální opravna pláštěů	Oprava pláštěů	Chybná oprava	Poškozený kord	Vadný výrobek	8	SC	Nedodržení pracovních postupů	2	školení obsluhy, PI, katalog vad	Kontrola VK, NK, RTG	54	3	48						0	
		Povrch pláště	Prohlubně	Nižší úroveň kvality	7		Lokální nedostatek materiálu, povrch příliš vybroušen	2	kvalifikace obsluhy, PI, katalog vad	Kontrola oprav, VK, NK, testor	54	3	42						0	
			Boule	Vadný výrobek	8		Přebytek materiálu v místě, nevybroušen	2	kvalifikace obsluhy, PI, katalog vad	Kontrola oprav, VK, NK, testor	54	3	48						0	
		Lisování	Pod- / převulkanizování	Vadný výrobek	8	SC	Teplota neodpovídá specifikaci	4	kvalifikace obsluhy, PI, katalog vad	Kontrola teploty obsluhou, VK, NK, RTG	54	5	160	Instalace a odzkoušení monitoringu lisu	Warzel, Šálek, 31.12.2009	splněno	8	1	5	40
			Pod- / převulkanizování	Vadný výrobek	8	SC	Vulk. čas neodpovídá specifikaci	2	kvalifikace obsluhy, PI, katalog vad	Kontrola teploty obsluhou, VK, NK, RTG	54	5	80	Instalace a odzkoušení monitoringu lisu	Warzel, Šálek, 31.12.2009	splněno	8	1	5	40
		Leštění oprav. místa	Drsný povrch	Nižší úroveň kvality	6		Nevhodně zvolený způsob opravy/nástroj	2	kvalifikace obsluhy, PI, katalog vad	VK, NK	54	3	36							0

CGS TYRES								Kód dokumentu: KP 1254.0402 Vydání: 1. (Cz)					
Typ dokumentu: KONTROLNÍ PLÁN			Proces (provoz, KM): VÝROBA RADIÁLNÍCH PLÁŠŤŮ (KM 54.04)					Nahrazuje					
Platí od: 2009-30-09			Název stroje / přípravku / nástroje					Vydal (útvár): OŘK					
VÝSTUPNÍ A NÁSLEDNÁ KONTROLA MPT PLÁŠŤŮ, AGRO PLÁŠŤŮ <input type="checkbox"/> Zkušební série <input checked="" type="checkbox"/> Pilotní série <input checked="" type="checkbox"/> Sériová výroba													
č.	Předmět kontroly (díl, proces)	Kontrolovaný parametr	K Z	Výrobní předpis, tolerance	Postup a podmínky kontroly				Odpovědnost za			Plán reakce	Způsob záznamu
					místo odb. vzorků	rozsah kontroly, zkoušky	Kontrolní zkušební předpis	Měřicí prostředek	vzor-kování	kontrola, měření	vyhodnocování		
1.	Nasazení pláště do inspektomatu, ořezávání přetoků pláště	Vzhled, tloušťka přetoků		Aktuální katalog vizuálních vad, PP 1200.0026	KM 54.04	100% pláště za směnu	Aktuální katalog vizuál. vad, PP 1200.0026	VIZUÁLNĚ	-	VK	VK	RS 1254.0401	Kniha VK – v případě neshody
2.	Kontrola pláště MPTR, AGRO	Vzhled		PP 1254.0401 Provedení výstupní kontroly	KM 54.04	100% pláště za směnu	Aktuální katalog vizuálních vad	VIZUÁLNĚ	-	VK	VK	RS 1254.0401	QF12.7413
3.	Kontrola pláště MPTR, AGRO	Popis boku pláště, kontrola 1. výřisku	CC	platné TSL**, PP1200.0009, PP 1200.0006	KM 54.04	1 kus při každé změně rozměru	platné TSL**, PP1200.0009	platné TSL**, PP1200.0009, PP 1200.0006	-	VK	VK	RS 1254.0401	Kniha VK – v případě neshody, QF – 12.091106
4.	Kontrola pláště MPTR, RADIAL, AGRO	Vady RTG	CC	PP 1254.0402 Provedení výstupní kontroly RTG	KM 54.04	100% pláště za směnu	Aktuální katalog RTG vad MPTR pláště	Vizuálně	-	VK	VK	RS 1254.0401	QF 12.7413
5.	Kontrola pláště MPT, RADIAL, AGRO – po VK	Vzhled		PP 1254.0403 Provedení následné kontroly	KM 54.04	Cca 5 ks od rozměru za směnu	Aktuální katalog vizuálních vad	Vizuálně	NK	NK	NK	RS 1254.0401	kniha NK QF 12.8231
6.	Kontrola pláště MPT, RADIAL, AGRO – po VK	Popis boku pláště	CC	platné TSL**, PP 1200.0006	KM 54.04	1 rozměr za směnu	platné TSL**, PP 1200.0006	Vizuálně	NK	NK	NK	RS 1254.0401	Kniha NK – v případě neshody
7.	Kontrola pláště MPT, RADIAL, AGRO – po VK	Tvrdost		TA 1254.0004	KM 54.04	2 rozměry (1ks) týdně	TA 1254.0004	tvrdoměr ShA, 1*ShA	NK	NK	NK	RS 1254.0401	Kniha NK – v případě neshody
8.	Kontrola pláště MPT, RADIAL, AGRO – po VK, RTG	Vady RTG	CC	PP 1254.0402 Provedení RTG kontroly	KM 54.04	2 (1ks) rozměry každou směnu	Aktuální katalog vizuálních vad MPT Radiálních pláště	Vizuálně	NK	NK	NK	RS 1254.0401	Kniha NK – v případě neshody
<p>Legenda: * je-li zařízení k dispozici v budově 86 v sárlovém režimu, ** je-li požadováno, TSL – platný popis bočního, OŘK – pověřený pracovník odboru řízení kvality, VK – výstupní kontrola, 3 – v případě operačních úkolů zadaných na kontrolu kvality lze počty zkontrolovaných pláště snížit. KZ – tříkový znak, CC – kritický znak, SC – významný znak</p>													
Mezioborový tým (jméno, tel.): Ing. P. Minařík (24190), O. Vávra (22412), M. Šálek (24190)								Poznámka: vyplňování položek, # * jen je-li požadováno			Řízená kopie č.:		
Uvolnění konstr. odd. zákazníka / datum: #		Uvolnění odd. kvality zákazníka / datum: #		Jiné uvolnění zákazníka / datum: #		Jiné uvolnění dodavatelem: #		Kód dodavatele: #					
Zodp. osoba, tel.: P. Minařík /24190/		Vypracoval: M. Šálek		Schválil: P. Minařík		Poznámka:			Strana 1 z 1				

DŮVĚRNÉ – JEN PRO FIREMNÍ POUŽITÍ. DISTRIBUCE OMEZENÁ NA OPRAVNĚNÉ OSOBY. Originál je zobrazen z intranetu – neřízení výtisk – jen pro informaci.

Obr. 8. Kontrolní plán výstupní a následné kontroly MPTR a agropláště.

CGS TYRES										Kód dokumentu: KP 1254.0501 Vydání: 3. (Cz) Nahrazuje: KP 1254.0501.02 Vydal (útvár): OŘK Zlín					
Typ dokumentu: KONTROLNÍ PLÁN			Proces (provoz, KM): Výroba MPTR, KM54.05			Výroba MPTR, KM54.05									
Platí od: 2009-09-30			Název stroje / přípravku / nástroje: Testor uniformity MPTR			Testor uniformity MPTR									
Testování uniformity, runoutu, boulí a prohlubní – MPT, AGRO pláště															
										<input type="checkbox"/> Zkušební série		<input checked="" type="checkbox"/> Pilotní série		<input checked="" type="checkbox"/> Sériová výroba	
č.	Procesní krok (Předmět kontroly)	Kontrolovaný parametr	KZ	Výrobní předpis, tolerance	Místo odb. vzorků	Postup a podmínky kontroly				Odpovědnost za			Způsob záznamu		
						Rozař. kontroly, zkoušky	Kontrolní zkušební předpis	Měřicí prostředek	vzorkování	kontrolu, měření	vyhodnocování	Plán reakce			
1.	Kontrola parametrů testoru	Mech. částí, pneum., elektro	-	KI 1254.0501	Testor MPT	Stanoveno v KI 1254.0501	KI 1254.0501	Stanoveno v KI 1254.0501	-	HMP	HMP	RS 1254.0501	QF 12.75MTC		
2.	Kontrola parametrů okolí	Teplota vzduchu	-	TA 1254.0505	Testor MPT	1 x za směnu*	PI 1254.0501	Teploměr ruční bezdotykový, 1 °C	-	O	O	RS 1254.0502	QF 12.8235		
3.	Kontrola testoru etalonem	Silová nerov., geom. nerov.	-	PI 1254.0501	Testor MPT	1 x týdně*	PI 1254.0501	Příslušný etalon	-	O	QP	RS 1254.0502	QF 12.7520		
4.	Nakládání pláště na pás	Správnost rozměru (recept x realita)	-	PI 1254.0501	Testor MPT	100% pláště	PI 1254.0501	Testor uniformity	-	O	O	RS 1254.0502	Kniha TU – v případě neshody		
5.	Kontrola pláště po opravě	Uniformita nebo geometrie (dle typu pláště)	SC	PI 1254.0501, TA 1254.0502 až TA 1254.0505	Dokončovací MPTR	100% pl. MPT Conti, zbytek dle požad. OŘK	PI 1254.0501, TA 1254.0004	Testor uniformity	O	O	O	RS 1254.0503	počítač + server + QF 12.7532		
6.	Kontrola pláště AGRO	Uniformita nebo geometrie (dle typu pláště)	SC	PI 1254.0501, TA 1254.0504, TA 1254.0505	Dokončovací MPTR	dle požadavku OŘK Zlín	PI 1254.0501, TA 1254.0004	Testor uniformity	O	O	O	RS 1254.0503	počítač + server + QF 12.7532		
7.	Kontrola pláště MPTR Conti	Uniformita nebo geometrie (dle typu pláště)	SC	PI 1254.0501, TA 1254.0503, TA 1254.0505	Dokončovací MPTR	100% pláště	PI 1254.0501, TA 1254.0004	Testor uniformity	O	O	O	RS 1254.0503	počítač + server + QF 12.7532		
8.	Kontrola pláště MPTR MITAS	Uniformita nebo geometrie (dle typu pláště)	SC	PI 1254.0501, TA 1254.0502, TA 1254.0505	Dokončovací MPTR	dle požadavku OŘK Zlín	PI 1254.0501, TA 1254.0004	Testor uniformity	O	O	O	RS 1254.0503	počítač + server + QF 12.7532		
9.	Vykládání pláště z pásu a zatřídění	Uložení do palet dle kvalitativní skupiny	-	P10.05-RE-12, VZ 1254.0501	Testor MPT	100% pláště	TA1254.0502, TA1254.0503, TA1254.0504	Testor uniformity	O	O	-	RS 1254.0502	Info od mistra – v případě neshody		

Pozn.: *) jede-li testor, O- obsluha, QP- pověřeny pracovník odboru řízení kvality, HMP – pověřeny pracovník odb. hlavního mechanika, MPT – víceúčelové pláště, KZ – klíčový znak, SC – významný znak
Pláště ve zkušební režimu měřit pouze na vyzvání odboru výroby.

Mezioborový tým (jméno, tel.): M. Šálek (24190), P. Minařík (24190), J. Pospíšil (22413), P. Jurák (22412)				Poznámka: vyplňování políček, # * jen je-li požadováno		Rizena kopie č.:
Uvolnění konstr. odd. zákazníka / datum: #	Uvolnění odd. kvality zákazníka / datum: #	Jiné uvolnění zákazníka / datum: #	Jiné uvolnění dodavatelem: #	Kód dodavatele: #		
Zodp. osoba, tel.: P. Minařík / 24190	Metrolog: O. Vávra	Vypracoval: M. Šálek	Schválil: P. Minařík	Poznámka:		Strana 1 z 1

DŮVĚRNÉ – JEN PRO FIREMNÍ POUŽITÍ. DISTRIBUCE OMEZENÁ NA OPRAVNĚNÉ OSOBY. Originál je zobrazen z intranetu – neřízený výtisk – jen pro informaci.

Obr. 9. Kontrolní plán testování uniformity a geometrie – MPT, agropláště.

CGS TYRES								Kód dokumentu: KP 1269.0101					
Typ dokumentu: KONTROLNÍ PLÁN				Proces (provoz, KM): Opravování pneu na centr. opravně, KM 69.01				Vydání: 4. (Cz)					
Platí od: 2009-10-01				Název stroje / přípravku / nástroje				Nahrazuje: KP 1269.0101, vyd. 3					
								Vydal (útvár): OŘK					
Opravování pneu na centrální opravně													
<input type="checkbox"/> Zkušební série <input type="checkbox"/> Pilotní série <input checked="" type="checkbox"/> Sériová výroba													
č.	Procesní krok (Předmět kontroly)	Kontrolovaný parametr	KZ	Výrobní předpis, tolerance	Postup z podmínky kontroly				Odpovědnost za			Plán reakce	Způsob záznamu
					místo odb. vzorků	rozsah kontroly, zkoušky	Kontrolní zkušební předpis	Měřicí prostředek	vzor - kování	kontrolu, měření	vyhodnocování		
1.	Kontrola dodržení parametrů opravárenského lisu Prozax	Teplota	SC	PP 1269.0104 PP 1269.0105 PP 1269.0106 TA 1269.0102	KM 69.01	lis 1x za směnu	TA 1269.0102	vizuálně (teplotní čidlo 1°C)	-	Obsluha	Obsluha	RS 1269.0101	zápis do knihy
2.	Kontrola dodržení parametrů opravárenského lisu Prozax	Tlak		PP 1269.0111 PP 1269.0105 PP 1269.0106 PP 1200.0001 TA 1269.0102	KM 69.01	Ozn. zařízení 1x za směnu	TA 1269.0102	vizuálně (tlakoměr analog. 1kPa)	-	Obsluha	Obsluha	RS 1269.0101	zápis do knihy
3.	Kontrola dodržení parametrů Lednička	Teplota		PP 1269.0105 PP 1269.0106 TA 1269.0102	KM 69.01	Lednička 2x za směnu	TA 1269.0102	vizuálně (teplotní čidlo 1°C)	-	Obsluha	Obsluha	RS 1269.0101	zápis do knihy
4.	Kontrola dodržení parametrů opravárenského lisu VÚK	Teplota	SC	PP 1269.0106 TA 1269.0102	KM 69.01	lis 1x za směnu	TA 1269.0102	vizuálně (teplotní čidlo 1°C)	-	Obsluha	Obsluha	RS 1269.0101	zápis do knihy
5.	Kontrola dodržení parametrů opravárenského lisu VÚK	Tlak		PP 1269.0106 TA 1269.0102	KM 69.01	Ozn. zařízení 1x za směnu	TA 1269.0102	vizuálně (tlakoměr digitální 1kPa)	-	Obsluha	Obsluha	RS 1269.0101	zápis do knihy

Legenda: KZ – klíčový znak, CC – kritický znak, SC – významný znak.

Mezioborový tým (jméno, tel.):	Ing. P. Minařík (24190), O. Vávra (22412), M. Stoklásek (88734), Ing. P. Priekala				Poznámka: vyplňovací položek, # *jen je-li požadováno	Rizená kopie č.:
Uvolnění konstr. odd. zákazníka / datum: #	Uvolnění odd. kvality zákazníka / datum: #	Jiné uvolnění zákazníka / datum: #	Jiné uvolnění dodavatelem: #	Kód dodavatele: #		
Zodp. osoba, tel.: P. Minařík	Vypracoval: M. Šálek	Schválil: P. Minařík	Schválil:	Poznámka:	Strana	1 z 1

Důvěrné – jen pro firemní použití – Originál je zobrazen na intranetu – Neautorizovaný výtisk je pouze pro informaci.

Obr. 10. Kontrolní plán plášťů na COP.

ZÁVĚR

Tato diplomová práce se zabývala tvorbou a využitím metody FMEA ve výrobě víceúčelových pláštů Mitas. V souladu se zásadami pro vypracování práce byla v její první části popsána teorie managementu jakosti, jakož i používané metody a nástroje managementu jakosti. Druhá část práce byla věnována zevrubnému studiu principů a využití metod FMEA ve firemní praxi a část poslední se zaměřila na praktickou aplikaci metody ve výrobním podniku Mitas.

Praktická část práce byla rozdělena do dvou základních celků (oddíl 4 a 5). První oddíl tvoří nástin procesu výroby víceúčelových pláštů Mitas rozčleněný podle jednotlivých výrobních fází, tj. proces a technologie míchání a přípravy směsí, proces přípravy polotovarů, výroba konfekce surových pláštů, vulkanizace pláštů, dokončovací operace a výstupní kontrola pláštů. V posledním oddíle byla provedena analýza FMEA procesu s důrazem na dokončovací operace a testování pláštů Mitas. Při tvorbě FMEA víceúčelových pláštů Mitas se potvrdila složitost celého procesu výroby pláštů, což se také odrazilo na délce tvorby první ucelené verze této FMEA, jež trvala více než rok. Pomocí metody FMEA byla identifikována a popsána řada do té doby skrytých slabín a nedostatků v podnikovém procesu výroby finálního produktu.

Aplikace metody FMEA mimo jiné:

- zavedla systémový přístup k prevenci nekvality,
- zvýšila tlak na snižování ztrát vyvolaných nízkou kvalitou výrobků,
- zkrátila dobu řešení vývojových prací,
- přispěla k optimalizaci návrhu a vedla ke snížení počtu změn ve fázi realizace,
- umožnila ohodnotit riziko možných vad a stanovit nápravná opatření vedoucí ke zlepšení kvality návrhu,
- podpořila účelné využívání zdrojů,
- vedla ke vzniku informační databáze o procesu a výrobku,
- poskytla podklady pro zlepšení plánu kvality,
- přispěla k větší spokojenosti zákazníka,
- posílila konkurenceschopnost organizace.

Kromě výše uvedených přínosů aplikace metody FMEA v podniku Mitas nelze pominout ani její psychologický efekt, jenž spočívá v posílení spoluzodpovědnosti pracovníků za finální výrobek či proces a v nutnosti lépe komunikovat a předávat si informace mezi jednotlivými útvary. Dalším přínosem jejího používání je rovněž uvědomování si možných rizik a dopadů spojených s nefunkčností procesů a též prohloubení technologických znalostí zainteresovaných pracovníků o zkoumaných procesech a produktech.

Aplikace metody FMEA má významný finanční přínos pro celou organizaci, který lze vyčíslit porovnáním vadné produkce výroby před a po zavedení jednotlivých nápravných opatření. Například nápravná opatření plynoucí z FMEA procesu výroby konfekce surových plášťů a zkušenosti pracovníků nabyté při tvorbě FMEA tohoto procesu vedly takřka k úplnému potlačení vad uniformity radiálních plášťů. Měření uniformity plášťů bylo zavedeno v říjnu r. 2007. Vadná produkce z důvodu neshodné uniformity tvořila u některých rozměrů (zejména 20 a 22,5 palcových plášťů) až 25%. Po zavedení nápravných opatření vzešlých z FMEA poklesla tato vadná produkce pod 1%. Vezmeme-li v úvahu, že např. plášťů s patkovým průměrem 22,5 palce se vyrábělo průměrně 600 ks měsíčně a prodejní cena jednoho pláště se pohybovala kolem 18000 Kč, dojdeme k úspoře až 2,7 mil. Kč měsíčně v prodejních cenách.

Ovšem je samozřejmé, že ani metoda FMEA není lékem na všechny nedostatky ve výrobních procesech. Její úspěch je podmíněn ochotou lidí spolupracovat, předávat si a vyhodnocovat informace, jež mohou vést k nalezení účinných nápravných opatření a zlepšení procesů v podniku. Je též velmi důležité přistupovat odpovědně k bodovému ohodnocení míry výskytu, významu a odhalitelnosti vad v procesu, jelikož toto bodové hodnocení je do značné míry subjektivní a není metodikou FMEA explicitně matematicky definováno. I přes tyto nedostatky je přínos metody FMEA k celkově lepšímu řízení a fungování podniku nesporný, což také dokládá obliba a rozšíření této metody v různých soukromých i státních organizacích po celém světě.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Analýza možných vad a jejich důsledků (FMEA). Uživatelská příručka. 2. vyd. Praha: Česká společnost pro jakost, 1998. ISBN 80-02-01198-8.
- [2] Nenadál, J., Noskiewičová, D., Petříková, R., Plura, J., Tošenovský J.: Moderní systémy řízení jakosti. Quality Management. 2. doplněné vyd. Praha: Management Press, 2002. ISBN 80-7261-071-6.
- [3] ČSN EN ISO 9001:2001 Systémy managementu jakosti. Praha: ČSNI, 2001.
- [4] ČSN EN ISO 19011 Směrnice pro auditování systému managementu jakosti. New York: McGraw Hill, 1993. ISBN 0070331839.
- [5] Plura, J.: Plánování a neustálé zlepšování jakosti. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2001. ISBN 80-7226-543-1.
- [6] Wolf, Franke D.: FMEA. Analýza možností vzniku vad a jejich následků. 1. vyd. Praha: Česká společnost pro jakost, 1993. ISBN 80-02-00968-1.
- [7] Zabezpečování jakosti před sériovou výrobou – systémová FMEA. 1. vyd. Praha: Česká společnost pro jakost, 1996. ISBN 80-02-01188-0.
- [8] Frehr, H. V.: Total Quality Management. 1. vyd. Brno: UNIS Publishing, 1995. ISBN 80-02-011510-0.
- [9] Sicherung der Qualität vor Serienansatz - System FMEA. 2. Auflage Frankfurt am Main: Verband der Automobilindustrie e.V., 1986.
- [10] Dvořák, J.: Zpracovatelské procesy gumárenské pro konstrukční směry [online]. Zlín: 2009. [cit. 2010-03-03]. Dostupný z WWW: <<http://www.ft.utb.cz/czech/uvi/czech/staff/dvorak/elektronickepodpory/podklady.html>>
- [11] Plášková, A.: Nové nástroje managementu jakosti. 1. vyd. Praha: Národní informační středisko pro podporu jakosti, 2004. ISBN 80-02-01690-4.
- [12] Machan, Jaroslav: Aplikace metod kvality ve fázi vývoje výrobku. Příklady užití v automobilovém průmyslu. 1. vyd. Praha: ČVUT v Praze, 2008. ISBN 078-80-01-04057-7.

-
- [13] VDA (Verband der Automobilindustrie) Band 4. Qualitätsmanagement in der Automobilindustrie. Sicherung der Qualität vor Serieneinsatz. Sicherung der Qualität während der Produktrealisierung. Methoden und Verfahren. 1999, ISSN 0943-9412.
- [14] Horálek, Vratislav: Jednoduché nástroje řízení jakosti I. 1. vyd. Praha: Národní informační středisko pro podporu jakosti, 2004. ISBN 80-02-01689-0.
- [15] Machan, Jaroslav: Aplikace metod kvality ve fázi vývoje výrobku . Příklady užití v automobilovém průmyslu. 1. vyd. Praha: ČVUT, 2008. ISBN 978-80-01-04057-7.
- [16] Agricultural tyres. Technical information 2006. Praha: ČGS, 2005.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AIAG	Automotive Industry Action Group
AQL	plán statistické přejímky
ASQC	American Society for Quality Control
CC	kritický znak
COP	centrální opravna plášťů
FM hodnoty	fyzikálněmechanické hodnoty
IK	vstupní kontrola
KO/KM	kontrolní oblast/kontrolní místo
KZ	klíčový znak
MPTR	multipurpose tyres radial
NK	následná kontrola
Od, D	odhalitelnost vady
OŘK	odbor řízení kvality
OTR	off the road
PDCA	Plan-Do-Check-Act
PI	pracovní instrukce
PT	provozní technologie
RO	run-out, házivost plášťů
RPN	risk priority number
RS	reakční schéma
SC	významný znak
SPC	Statistical process control
VDA	Verband der Automobilindustrie

VK výstupní kontrola

Vý, O výskyt vady

Vz, S význam vady

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Cyklus PDCA	13
Obr. 2. Hodnocení závažnosti problému pomocí matice	36
Obr. 3. Stromový (systematický) diagram vadného procesu	40
Obr. 4. Vnitřní uspořádání radiálního pláště	44
Obr. 5. Řez radiálního pláště	45
Obr. 6. Vytlačovací hlava pro vytlačování koextruzních profilů	50
Obr. 7. Jedenapůlstupňová konfekce pláštů	53
Obr. 8. Kontrolní plán výstupní a následné kontroly MPTR a agropláštů	65
Obr. 9. Kontrol. plán testování uniformity a geometrie – MPT, agropláště	66
Obr. 10. Kontrolní plán pláštů na COP	67

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Blokový diagram analyzovaného systému	21
Tab. 2. Význam vady (působení na zákazníka)	27
Tab. 3. Kritéria významu důsledku dle ASQC	28
Tab. 4. Pravděpodobnost výskytu vady dle ASQC	30
Tab. 5. Odhalitelnost vady dle ASQC	32
Tab. 6. Odhalitelnost vady dle W. Franka	33
Tab. 7. Klíčové znaky	37
Tab. 8. Charakter přijatých nápravných opatření	61
Tab. 9. FMEA procesu dokončení, vizuální kontroly a oprav hotových plášťů MPTR	62

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: FMEA procesu výroby MPTR – průvodní list,

Příloha P II: Plán reakce na vady uniformity,

Příloha P III: FMEA procesu míchání směsí,

Příloha P IV: FMEA procesu přípravy polotovarů,


Příloha P V: FMEA procesu konfekce surových pláštů,

Příloha P VI: FMEA procesu lisování pláštů.

PŘÍLOHA P I: FMEA PROCESU VÝROBY MPTR – PRŮVODNÍ LIST

FMEA - PRŮVODNÍ LIST	
<u>Cíl:</u>	Revize č.2 - FMEA procesu výroby MPTR
<u>Důvod:</u>	Aktualizace MPT - projekty OTR, implementace nových reklamací 2008/09 všech výrobních skupin, implementace aktuální vadné produkce, integrace bývalé KontyG a.s. do Mitas - VÚ Zlín
<u>Dne:</u>	8.2.2010
<u>Účast:</u>	<p>Vedoucí týmu: Minařík OŘK (24190) Moderátor: Vilímek CS-QS (23451) Tým (tel.č.): Podešva - PT konfekce (22300), Orlík - PT vulkanizace (23518), Holý - PT polotovary (22193), Fleischmann - PT konfekce (23518), Fiala - plán výroby MPTR (22495), Šálek - OŘK MPTR (24190), Jedlička - PT chemik (23119), Vybíral - OŘK míchání směsí (22253)</p>
<u>Závěr:</u>	<p>Stanovené bezpečnostní prvky: CC, SC Zapracovány nové návrhy na nápravná opatření.</p> <hr style="width: 50%; margin-left: 0;"/> <p style="text-align: center;">Termín další revize: 2. 8. 2010</p>
<u>Historie:</u>	<p>Originál; datum: 10.9. 2008 Revize č.1; datum: 15.8. 2009 Revize č.2; datum: 8. 2. 2010</p>
<u>Podpis členů týmu:</u>	<u>Podpis vedoucího týmu:</u>
Fiala	Podešva
Fleischmann	Šálek
Holý	Vilímek
Jedlička	Vybíral
Orlík	

PŘÍLOHA P II : PLÁN REAKCE NA VADY UNIFORMITY

		Výroba pláště MPTR		Dokument č.: RS 1254.0503	
Hlavní proces:		Vedoucí provozu 2450		Vydání: 2.	
Vlastník procesu:		M. Šálek		Platí od: 2009-10-12	
Autor:					
Reakční schéma KM 54.05 – vady uniformity					
<p>Tato tabulka slouží všem pracovníkům přípravy materiálů, konfekce, lisovny a dokončovny k odstranění případných problémů s uniformitou a geometrií pláště. Tabulka je seřazena dle jednotlivých vad uniformity, místa kontroly (specifikace místa) a jsou zde popsány příčiny a opatření (návod) k odstranění vad.</p>					
Č.	Název neshody		Možná příčina		Způsob řešení
4. - 7.	vysoké RFPP, CRRO	příprava	nesprávná délka běhounu způsobená smrštěním		kontrola délky běhounu a způsobu smršťování, kontrola teplot vytlačování
4. - 7.	vysoké RFPP, CRRO	příprava	nesymetrie běhounu, nesprávná hmotnost běhounu		délka & šířka & tloušťka dle specifikace
4. - 7.	vysoké RFPP, CRRO	konfekce	nerovnoběžné patky		oprava rozpětí patek
4. - 7.	vysoké RFPP, CRRO	konfekce	nesprávné usazení patek		oprava vzdálenosti patek
4. - 7.	vysoké RFPP, CRRO	konfekce	nepřesné rozdělení materiálu		kontrola zavalování (symetrie kladek, tlak kladek dle seř. předpisu, zavalovací čas)
4. - 7.	vysoké RFPP, CRRO	konfekce	špatný spoj běhounu		kontrola délky a správnosti provádění spojů běhounu
4. - 7.	vysoké RFPP, CRRO	konfekce	nesprávný průměru bubnu		kontrola průměru bubnu, centrování a oprava
4. - 7.	vysoké RFPP, CRRO	konfekce	segmenty transferu nevystředěné		vystředění segmentů transferu
4. - 7.	vysoké RFPP, CRRO	konfekce	netěsné membrány (staré)		výměna membrány
4. - 7.	vysoké RFPP, CRRO	konfekce	nesprávná pozice patky na konf. bubnu		vystředění lan (středící kruhy), kontrola konc. snímaců
4. - 7.	vysoké RFPP, CRRO	konfekce	nesprávný průměr segmentů transferu běhounu a nárazníků		oprava průměru segmentů transferu
<hr/> Důvěrné – jen pro firemní použití – Originál je zobrazen na intranetu – Neautorizovaný výtisk je pouze pro informaci					
					Strana 1 z 4

Reakční schéma KM 54.05 – vady uniformity

C.	Název neshody	Možná příčina	Způsob řešení
4. - 7.	vysoké RFPP, CRRO	konfekce - krátký bombirovací čas – neexistence časové prodlevy nutné pro dostatečné vypnutí kostrového kordu	úprava bombirovacího času (prodloužit zpoždění bombírování 2. stupně v rec. – týká se NRX)
4. - 7.	vysoké RFPP, CRRO	lisování - větší surový plášť než forma	kontrola průměru náraz. bubnu, kontrola lepivosti nárazníků
4. - 7.	vysoké RFPP, CRRO	konfekce - nesprávně naražená lana	kontrola naražeců lan (excentrické)
4. - 7.	vysoké RFPP, CRRO	konfekce - špatná aplikace bočnice	oprava profilu bočnice a seřízení pokládání bočnice
4. - 7.	vysoké RFPP, CRRO	konfekce - volná patka	oprava předpětí kordu při přehýbání
4. - 7.	vysoké RFPP, CRRO	konfekce - špatné uložení bočnice	kontrola profilu a položení bočnice
4. - 7.	vysoké RFPP, CRRO	konfekce - špatný spoj běhounu	oprava spoje, kontrola lepivosti vytaženého polotovaru
4. - 7.	vysoké RFPP, CRRO	konfekce - velikost. spoje nulového nárazníku	kontrola spoje a oprava velikosti
4. - 7.	vysoké RFPP, CRRO	konfekce - nastavení transferu a nárazníkového bubnu	kontrola nastavení a oprava
4. - 7.	vysoké RFPP, CRRO	konfekce - soustřednost nárazníkového bubnu a upínací hlavy	MTC
4. - 7.	vysoké LFPP, TLRO, BLRO	konfekce - volné segmenty	kontrola šroubů a matek
4. - 7.	vysoké LFPP, TLRO, BLRO	konfekce - špatné položení bočnice	kontrola profilu a položení bočnice
4. - 7.	vysoké LFPP, TLRO, BLRO	konfekce - chybné upnutí kostry	kontrola tlaku a usazení kostry

Reakční schéma KM 54.05 – vady uniformity

C.	Název neshody	Možná příčina	Způsob řešení
4. - 7.	vysoké LFPP, TLRO, BLRO	konfekce - vychýlení nárazníků, nulového nárazníku a běhounu	kontrola pozice kontrolních rysek a reakce na odchylky během jedné otáčky
4. - 7.	vysoké LFPP, TLRO, BLRO	konfekce - nesprávný zavalovací tlak	nastavit zavalovací tlak dle SP
4. - 7.	vysoké LFPP, TLRO, BLRO	konfekce - nárazník nerovně naveden na buben	instalovat naváděcí kladky
4. - 7.	vysoké LFPP, TLRO, BLRO	konfekce - nárazník položený mimo rysku	kontrola funkce rysek, kontrola pokládání nárazníku
4. - 7.	vysoké LFPP, TLRO, BLRO	konfekce - nesprávné rozevírání a zavírání segmentů	MTC
4. - 7.	vysoké LFPP, TLRO, BLRO	konfekce - kontrolní lasery ukazují špatně	seřízení laserů
4. - 7.	vysoké LFPP, TLRO, BLRO	konfekce - špatný stav manžety na KB	výměna manžety
4. - 7.	vysoké LFPP, TLRO, BLRO	lisování - chybné nastavení zakladačů	kontrola funkce a nastavení zakladačů
4. - 7.	vysoké hodnoty CONY	příprava - špatný profil běhounu kvůli špatné šabloně	oprava šablony
4. - 7.	vysoké hodnoty CONY	lisování - centrování surového pláště ve formě	MTC lisu / kontrola vzdáleností palek na jednom plášti / kontrola zakladačů / kontrola uzavírání segmentů / výška, pozice a tlak při předbombírování
4. - 7.	vysoké hodnoty CONY	konfekce - centricita narážení lan	vystředění lan (pomocí centrovacích kruhů)
4. - 7.	vysoké hodnoty CONY	konfekce - vystředění částí pláště ke konfekčnímu stroji	MTC stroje, transferu a vydouvání kostry, kontrola pokládání polotovarů
4. - 7.	vysoké hodnoty CONY	konfekce - vystředění běhounu ke konfekčnímu stroji	kontrola navádění běhounu, kontrola polohy rysek

Reakční schéma KM 54.05 – vady uniformity

C.	Název neshody	Možná příčina	Způsob řešení
4. - 7.	vysoké hodnoty CONY	TU - chyba v conbiasu	nastavení conbiasu v SW testoru
4. - 7.	vysoké hodnoty CONY	TU - špatné mazání pláštěů na TU	oprava mazání
4. - 7.	vysoké hodnoty DEP	konfekce, stříhačka - široký spoj kostrového kordu	zúžení spojů kostrového kordu
4. - 7.	vysoké hodnoty BUL	konfekce, stříhačka - zředěná dostava konstr. kordu, rozjetý spoj konstr.kordu	seřízení spojovačky kostrového kordu

Pozn.: RFPP – odchylka radiální síly, LFPP – odchylka boční síly, CRRO – radiální runout, TLRO – laterální runout horní, BLRO – laterální runout dolní, DEP – deprese (prohlubně), BUL – boule

V případě výskytu uvedených neshod: info mistroví, následně 100% kontrola salda, příp. i skladu na testoru uniformity.

Historie

Vydání	Datum	Zpracoval	Popis změny
1	2008-10-06	Miroslav Šálek	Nový dokument
2	2009-10-12	Miroslav Šálek	Nahrazuje RS 1254.0503, vyd. 1; aktualizace dokumentu

Výroba VG	Tážení profilu VG	Druh směsí	Záměna směsí - jiný druh	Vadný výrobek	8	SC	Neprovedena kontrola identifikace	2	Identifikace směsí	Kontrola průvodky obsluhou, MOK	37	4	64							0		
			Záměna směsí - finál x základ	Vadný výrobek	9	SC	Neprovedena kontrola identifikace	2	Identifikace směsí	Kontrola průvodky, MOK	37	4	72	Identifikace předáka linky na zadní stranu průvodky při každém zpracování dávky; datum, podpis	Minařík / 15.9.2009	splněno	9	1	4	36		
		Zásobování 3V stroje	Nedostatečné zásobování směsí	Rozměrová nestálost výrobku	8		Nedostatečná velikost zásobovacího svítku	2	Kvalifikace a zkušenost obsluhy	Kontrola obsluhou, MOK, uvolnění 1.kusu na konfekci	36	2	32									0
			Parametry (šířka, tloušťka) mimo toleranci	Horší kvalita pláště	7	Nedostatečné zásobování směsí	3	Kvalifikace a zkušenost obsluhy	Kontrola obsluhou, MOK, uvolnění 1.kusu na konfekci	36	2	42										0
					7	Chybné nastavení šířky nožů	2	Kvalifikace a zkušenost obsluhy	Kontrola obsluhou, MOK, uvolnění 1.kusu na konfekci	36	2	28									0	
					7	Špatná výška válců - tloušťka	2	Měření výšky při nastavování	Kontrola obsluhou, MOK, uvolnění 1.kusu na konfekci	36	4	56									0	
		Nanášení ramenních pásků	Druh směsí	Záměna směsí - jiný druh	Vadný výrobek	8	SC	Neprovedena kontrola identifikace	2	Identifikace směsí	Kontrola průvodky obsluhou, MOK	37	4	64								
	Záměna směsí - finál x základ			Vadný výrobek	9	SC	Neprovedena kontrola identifikace	2	Identifikace směsí	Kontrola průvodky, MOK	37	4	72	Identifikace předáka linky na zadní stranu průvodky při každém zpracování dávky; datum, podpis	Minařík / 15.9.2009	splněno	9	1	4	36		
	Zásobování 3V stroje		Nedostatečné zásobování směsí	Rozměrová nestálost výrobku	8		Nedostatečná velikost zásobovacího svítku	2	Kvalifikace a zkušenost obsluhy	Kontrola obsluhou, MOK, uvolnění 1.kusu na konfekci	36	2	32									0
			Parametry (šířka, tloušťka, rozteč) mimo toleranci	Horší kvalita pláště	7	Nedostatečné zásobování směsí	3	Kvalifikace a zkušenost obsluhy	Kontrola obsluhou, MOK, uvolnění 1.kusu na konfekci	36	2	42										0
					7	Chybné nastavení šířky, rozteče nožů	2	Kvalifikace a zkušenost obsluhy	Kontrola obsluhou, MOK, uvolnění 1.kusu na konfekci	36	2	28								0		
					7	Špatná výška válců - tloušťka	2	Měření výšky při nastavování	Kontrola obsluhou, MOK, uvolnění 1.kusu na konfekci	36	4	56								0		

PŘÍLOHA V: FMEA PROCESU VÝROBY KONFEKCE PLÁŠŤŮ

Průběh procesu			Možná vada	Možné následky vady	Význam	Klíč.zn.	Příčiny vady	Výskyt	Současný stav		KO / KM	Odhalení	Odhad rizika	Doporučená nápravná opatření	Zodpovídá Termín	Realizovaná opatření / (status)	Přehodnocení rizika						
Stupeň	Proces	Procesní krok			S	CC/SC		O	Prevence	Kontrolní opatření		D	RPN				S	O	D	RPN			
Výroba konfekce pláštěů	1. stupeň	Seřízení stroje	Nesprávné konf. nářadí, komponenty	Vadný výrobek	8	SC	Záměna nářadí, dílů, komponent	2	kontrol. karta	Kontrola obsluhou, seřizovač, uvolnění 1. kusu, MOK	54	4	64								0		
							Nedůsledné	2	Kvalifikace obsluhy, PI	Kontrola obsluhou, seřizovač, uvolnění 1. kusu, MOK	54	4	64										0
			Nastavení neodpovídá SP	Špatné hodnoty uniformity pláště	8	SC	Špatné nastavení stroje	2	kontrol. karta	Kontrola obsluhou, seřizovač, uvolnění 1. kusu, MOK	54	4	64									0	
		Identifikace konfekcionéra	Chybí	Omezená zpětná sledovatelnost	5		Opomenutí	2	Kvalifikace obsluhy, PI	Výstupní kontrola, NK	54	4	40										0
					5		Odlepené číslo	4	Kvalifikace obsluhy, PI	Výstupní kontrola, NK	54	4	80	Zavést natírání čísel cementem D786	Poděšva, 1.5.2009	splněno	5	2	4	40			
			Prošlá doba skladování	Horší kvalita pláště	6		Nedodržení FIFO	2	Kvalifikace obsluhy	Kontrola obsluhou, uvolnění 1. kusu, MOK	54	2	24									0	
		Nasazení materiálu	Záměna materiálu	Vadný výrobek	8	SC	Neprovedena kontrola identifikace	2	Kvalifikace obsluhy	Kontrola obsluhou, uvolnění 1. kusu, MOK	54	3	48										0
			Nevystředění	Špatné hodnoty uniformity pláště	7		Navádění materiálu neodpovídá specifikaci v PI	3	kontrol. karta	Kontrola obsluhou, seřizovač, uvolnění 1. kusu, MOK, testor	54	2	42										0
					7		Chybné seřízení stroje	2	kontrol. karta	Kontrola obsluhou, seřizovač, uvolnění 1. kusu, MOK, testor	54	2	28									0	
			Materiál se nekříží - jednosměrné navedení	Vadný výrobek	7		Nedodržení PI	2	kontrol. karta	Kontrola obsluhou, uvolnění 1. kusu, MOK, testor	54	2	28										0
		Provedení spoje	Příliš široký / povolený spoj	Špatné hodnoty uniformity pláště	7		Chybné nastavení/porucha spojovačky/nedbalost konf.	2	Kvalifikace obsluhy, PI	Kontrola obsluhou, seřizovač, uvolnění 1. kusu, MOK, VK, NK, RTG	54	3	42										0
		Rozdělení spojů	Spoje příliš blízko od sebe	Špatné hodnoty uniformity pláště	6		Nedodržení PI	2	Kvalifikace obsluhy, PI	Kontrola obsluhou, seřizovač, uvolnění 1. kusu, MOK, RTG, testor	54	3	36			Úprava SW-NRX2 - automatické polohování konf. bubnu	Salač / 31.12. 2008	splněno	6	1	3	18	

Výroba konfekce pláštíků	1. stupeň	Přehnutí	Faldy	Horší hodnoty uniformity pláště	6		Nastavení přehýbacího mechanismu není seřizeno	3	Kvalifikace obsluhy, PI	Kontrola obsluhou, seřizovač, uvolnění 1. kusu, MOK, testor	54	2	36							0		
		Bočnice a patní pásek	Nevystředění	Špatné hodnoty uniformity pláště	7		Kolísání procesu	3	Kvalifikace obsluhy, PI	Kontrola obsluhou, seřizovač, uvolnění 1. kusu, MOK, testor	54	3	63									0
			Špatné spoje	Horší hodnoty uniformity pláště	7		Nedostatečné zaválení, přesazení/nedotažení spoje	3	Kvalifikace obsluhy, PI	Kontrola obsluhou, uvolnění 1. kusu, MOK, testor	54	3	63									0
			Znečištění polotovaru	Puchýře v plášti-horší kvalita pláště	6		Nedodržení PI	3	Kvalifikace obsluhy, PI	Kontrola MOK, VK, NK, RTG	54	3	54									0
			Znečištění polotovaru v oblasti spoje	Puchýře v plášti, povolený spoj - horší kvalita pláště	6		Nedodržení PI	3	Kvalifikace obsluhy, PI	Kontrola MOK, VK, NK, testor	54	3	54									0
		Ostatní výplně / klínky	Nevystředění	Špatné hodnoty uniformity pláště	7		Kolísání procesu	3	Kvalifikace obsluhy, PI	Kontrola obsluhou, seřizovač, uvolnění 1. kusu, MOK, testor	54	3	63	Doplnění světelných rysek na NRX-2	Salač- 12/2008	splněno		7	2	3	42	
			Špatné spoje	Horší hodnoty uniformity pláště	7		Nedostatečné zaválení, přesazení/nedotažení spoje	3	Kvalifikace obsluhy, PI	Kontrola obsluhou, uvolnění 1. kusu, MOK, testor	54	3	63									0
			Znečištění polotovaru	Puchýře v plášti-horší kvalita pláště	6		Nedodržení PI	3	Kvalifikace obsluhy, PI	Kontrola MOK, VK, NK, RTG	54	3	54									0
			Znečištění polotovaru v oblasti spoje	Puchýře v plášti, povolený spoj - horší kvalita pláště	6		Nedodržení PI	3	Kvalifikace obsluhy, PI	Kontrola MOK, VK, NK, testor	54	3	54									0
		Uložení koster	Deformace kostry	Špatné hodnoty uniformity pláště	5		Šikmé položení	4	Kvalifikace obsluhy, PI	Kontrola MOK, testor	54	3	60	Úprava a identifikace manipulačních vozíků dle palců	Salač- 12/2008	splněno		5	1	3	15	

Výroba konekce pláštíků	2. stupeň	Nasazení nárazníku	Protažení	Horší hodnoty uniformity pláště	6		Příliš vysoká lepivost materiálu	4	Měření kuličkovou metodou	Kontrola obsluhou, uvolnění 1. kusu, MOK, RTG, testor	54	3	72							0			
			Vzdálenost, počet spojů mimo specifikaci	Horší hodnoty uniformity pláště	6		Nedoržení polohování spojů konfektionérem	3	Kvalifikace obsluhy, PI	Kontrola obsluhou, seřizovač, uvolnění 1. kusu, MOK, RTG, TU	54	2	36		Úprava SW-NRX2 - automatické polohování konf. bubnu	Salač- 12/2008	splněno	6	2	2	24		
		Pokládání nárazníku	Vystředění nárazníku neodpovídá SP	Horší hodnoty uniformity pláště	6		Protažení materiálu/špatně navedený nár.	2	Kvalifikace obsluhy, PI	Kontrola obsluhou, uvolnění 1. kusu, MOK, RTG, TU	54	3	36								0		
		Vytvoření spoje	Spoj neodpovídá specifikaci	Horší hodnoty uniformity pláště	7		Šířka spoje neodpovídá specifikaci	2	Kvalifikace obsluhy, PI, TA	Kontrola obsluhou, uvolnění 1. kusu, MOK, RTG, TU	54	3	42									0	
		Pokládání nulového nárazníku	Spoj neodpovídá specifikaci	Horší kvalita pláště	6		Nesprávná délka	2	Kvalifikace obsluhy, PI	Kontrola obsluhou, uvolnění 1. kusu, MOK, RTG	54	3	36									0	
		Pokládání běhounů	Nevystředění	Špatné hodnoty uniformity pláště	8	SC	Špatné nastavení stroje	2	Kvalifikace obsluhy, PI	Kontrola obsluhou, uvolnění 1. kusu, MOK, TU, VK, NK	54	4	64									0	
			Spoj neodpovídá specifikaci	Špatné hodnoty uniformity pláště	8	SC	Provedení spoje neodpovídá specifikaci	2	Kvalifikace obsluhy, PI	Kontrola obsluhou, uvolnění 1. kusu, MOK, TU, VK, NK	54	3	48										0
			Nezaschlý nátěr cementu na spoji	Vadný výrobek	7		Nedodržení PI	2	Kvalifikace obsluhy, PI	Kontrola obsluhou, MOK, VK, NK	54	3	42										0
		Přenos běhounů/ nárazníku	Nevystředění	Horší hodnoty uniformity pláště	7		Nastavení transferingu	2	Kvalifikace obsluhy, PI, MTC	Kontrola obsluhou, uvolnění 1. kusu, testor,	54	3	42										0
				Příliš slabé sevření	2	Kvalifikace obsluhy, PI,	Kontrola obsluhou, seřizovač, uvolnění 1. kusu, testor, VK, NK, RTG	54	3	42												0	
			Délka běhounu neodpovídá konf. předpisu	Špatné hodnoty uniformity pláště	8	SC	Srážení, špatné nastavení, porucha	2	Kvalifikace obsluhy, PI, MTC, kontrolní karta	Kontrola obsluhou, uvolnění 1. kusu, MOK, testor	54	2	32										0
			Nesprávný obvod pláště první tvarování - k.s. G2	Špatné hodnoty uniformity pláště	8		Nesprávné sjetí přírub	3	Kvalifikace obsluhy, PI, SP	Kontrola obsluhou, seřizovač, uvolnění 1. kusu, RTG, testor	54	3	72		Generální oprava (modernizace) pneum. okruhu konf. stroje G2	Salač, CZD 2010							0
				únik vzduchu mezi přírubou a patkou	5		Kvalifikace obsluhy, PI, SP	Kontrola obsluhou, seřizovač, uvolnění 1. kusu, RTG, testor	54	3	120		Generální oprava (modernizace) pneum. okruhu konf. stroje G3	Salač, CZD 2010								0	

Vulkanizace

Kontrola prvních pláštů	Popis	Popis formy neodpovídá specifikaci	Vadný výrobek	10	CC	Chyba při výrobě formy	3	protokol o uvolnění formy do SV	Kontrola při procesu uvolňování formy; kontrola pláštů z prvního cyklu po výměně/montáži formy, VK, NK	54	2	60							0	
		TWI můstky mimo tolerance	Vadný výrobek	10	CC	Chyba při výrobě formy	2	protokol o uvolnění formy do SV	Kontrola při procesu uvolňování formy VK	54	3	60								
			Horší kvalita pláště	7		Opotřebení formy	3	protokol - uvolnění 1. kusu	Kontrola při procesu uvolňování formy; kontrola pláštů z prvního cyklu po výměně/montáži formy, VK, NK	54	3	63	Zavést systém kontroly posledního zápisu	Warzel, Minařík / 1.1.2009	splněno	7	3	2	42	
Kontrola prvních pláštů	Forma	Přetoky	Horší kvalita pláště	7		Nadměrné opotřebení formy	3	protokol - uvolnění 1. kusu	Kontrola při procesu uvolňování formy; kontrola pláštů z prvního cyklu po výměně/montáži formy, VK, NK	54	4	84							0	
		Přetoky	Horší kvalita pláště	7		Špatné slícování formy	3	protokol - uvolnění 1. kusu	Kontrola při procesu uvolňování formy; kontrola pláštů z prvního cyklu po výměně/montáži formy, VK, NK	54	4	84							0	
		Nedolisovaná místa	Horší kvalita pláště	7		Systém odvodu vzduchu není průchozí, ucpané odvzd. kolíky	4	protokol - uvolnění 1. kusu	Kontrola při procesu uvolňování formy; kontrola pláštů z prvního cyklu po výměně/montáži formy, VK, NK	54	4	112							0	
Zakládání do lisů	Uchyacení na zakládač	Surový plášť špatně umístěn	Horší kvalita pláště	7		Špatná poloha na patním kroužku	3	Kvalifikace obsluhy, PI	Seřízení zakládačů, kontrola obsluhou, VK, NK	54	2	42							0	
		Zdeformování	Horší kvalita pláště	7		Nevhodná manipulace	2	Kvalifikace obsluhy, PI	Kontrola obsluhou, MOK, VK, NK	54	3	42							0	
		Záměna surových pláštů	Vadný výrobek	8		Neprovedena kontrola identifikace	2	Kvalifikace obsluhy, TA barevného značení	Kontrola obsluhou, VK, NK, RTG, testor	54	2	32							0	

Vulkanizace	Bombírování	Vložení do lisu	Plášť nevystředěný	Vadný výrobek	8		Nastavení zakladače neodpovídá předpisu	2	MTC, PI, seřízení při přehozu rozměru	Kontrola vystředění lisovačem, VK, NK, RTG, testor	54	2	32							0			
			Uzavření vzduchu mezi pláštěm a membránou	Vadný výrobek	8		Bombírování neodpovídá vulk. předpisu	2	Protokol o výměně forem, nastavení v SW	Kontrola seřízení bombírovacího tlaku, VK, NK	54	3	48								0		
					8		Nerоzpracovaná membrána	2	Kvalifikace obsluhy, PI	Kontrola VK, NK	54	3	48								0		
		Tlak v membráně		Pře / nedobombírovaný plášť	Vadný výrobek	8		Nastavení bombírovacího tlaku mimo toletance VP	2	Protokol o výměně forem, nastavení v SW, VP	Kontrola lisovačem, VK, NK, RTG, testor	54	3	48							0		
	Lisování pláště	Výchozí stav membrány		Fald uvnitř	Vadný výrobek	8		Příliš velká membrána	2	Kvalifikace obsluhy, VP	Kontrola počtu zálisů lisovačem, VK NK	54	3	48							0		
				Místní podvulkanizace	Vadný výrobek	8	SC	Díra v membráně	3	Kvalifikace obsluhy,	Kontrola VK, NK, RTG	54	3	72							0		
				Pod-/převulkanizování	Vadný výrobek	9	CC	Teplota forem neodpovídá VP	3	světelná signalizace na lisech, na HVS, na vstupu médií do budovy	Monitoring vulkanizace, kontrola VK, NK, RTG	54	3	81								0	
					Vadný výrobek	9	CC	Tlak v lise neodpovídá VP	3	světelná signalizace na lisech, na HVS, na vstupu médií do budovy	Monitoring vulkanizace, kontrola VK, NK, RTG	54	3	81								0	
					Vadný výrobek	9	CC	Teplota vnitřního média neodpovídá VP	3	světelná signalizace na lisech, na HVS, na vstupu médií do budovy	Monitoring vulkanizace, kontrola VK, NK, RTG	54	3	81								0	
					Vadný výrobek	9	CC	Nedodržení vulk.času	3	Kvalifikace obsluhy, PI, nastavení dle VP	Monitoring vulkanizace, kontrola VK, NK, RTG	54	3	81									0
					Vadný výrobek	9	CC	Porucha stroje	3	Světelná signalizace na lisech	Monitoring vulkanizace, kontrola VK, NK, RTG	54	3	81									0
						9	CC	Špatné nastavení stroje	3	Kvalifikace obsluhy, vulk. předpis, protokol o výměně formy, uvolnění 1. zálisu	Monitoring vulkanizace, kontrola VK, NK, RTG	54	3	81									0
		Vyjmání pláště z lisu		Deformovaný plášť	Vadný výrobek	8		Porucha stroje, špatné seřízení vyhazovačů (zakladačů)	4	PI, TPM, seřízení vyhazovačů (zakladačů)	Kontrola obsluhou, kontrola 1.kusu, VK, NK	54	3	96							0		