

Využití metody FMEA při zlepšování procesu SMK dle ISO TS 16949

Bc. Lukáš Daněk

Diplomová práce
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav výrobního inženýrství
akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Lukáš Daněk**
Osobní číslo: **T11741**
Studijní program: **N3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Řízení jakosti**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Využití metody FMEA při zlepšování procesu SMK
dle ISO TS 16949**

Zásady pro vypracování:

1. Úvod do managementu kvality
2. Metody a nástroje managementu kvality
3. Principy a použití metody FMEA
4. Návrh, zpracování FMEA
5. Vyhodnocení FMEA

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

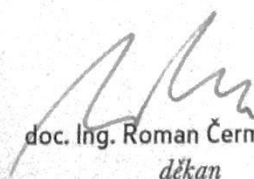
1. NENADÁL, Jaroslav. **Moderní management jakosti: principy, postupy, metody.** Vyd. 1. Praha: Management Press, 2008, 377 s. ISBN 978-80-7261-186-7.
2. NENADÁL, Jaroslav. **Měření v systémech managementu jakosti. 2., dopl. vyd.** Praha: Management Press, 2004, 335 s. ISBN 80-7261-110-0.
3. PLURA, Jiří. **Plánování a neustálé zlepšování jakosti.** Vyd. 1. Praha: Computer Press, 2001, xii, 244 s. ISBN 80-7226-543-1.
4. **Analýza možných způsobů a důsledků závad (FMEA): příručka. 3. vyd.** Praha: Česká společnost pro jakost, 2001, 72 s. ISBN 8002014766.
5. **ČSN EN 60812 Techniky analýzy bezporuchovosti systémů. Postup analýzy způsobů a důsledků poruch (FMEA).** Český normalizační institut, 2007
6. **ČSN P ISO/TS 16949 Systémy managementu kvality - Zvláštní požadavky na používání ISO 9001:2008 v organizacích zajišťujících sériovou výrobu a výrobu náhradních dílů v automobilovém průmyslu.** Český normalizační institut, 2009

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Josef Hrdina**
Ústav výrobního inženýrství

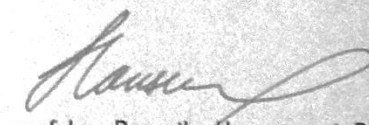
Datum zadání diplomové práce: **8. února 2013**

Termín odevzdání diplomové práce: **10. května 2013**

Ve Zlíně dne 11. února 2013


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan




prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská 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/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 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 užit své dílo – diplomovou/bakalářskou 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/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 09.05.2013



.....

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 nevýdělečně 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.

(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). Odpírá-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

Diplomová práca sa zameriava na posudzovania rizík vo výrobnom prostredí. V teoretickej časti sú detailne analyzované druhy a využitie metódy FMEA, ich využitie v systéme manažérstva kvality, ako aj norma ISO TS 16949:2009.

Praktická časť je zameraná na analýzu súčasného stavu pri konkrétnom výrobku vo firme AVX Uherské Hradište. Informácie určené na spracovanie pomocou metódy FMEA boli poskytnuté za účelom zníženia rizikovosti a stabilizovania procesu. Pomocou FMEA, 8D a metódy 5Prečo? sa mi podarilo zistiť a odstrániť koreňovú príčinu spôsobujúcu problém s odtrhom koncoviek.

Kľúčové slova:

FMEA, SMK, Systém manažérstva kvality, ISO, kvalita

ABSTRACT

The thesis focuses on the risk assessment in a production environment. In the theoretical part are discussed types, use of FMEA methods their use in the quality management system as well as ISO TS 16949:2009.

The practical part is focused on the analysis of the current state of quality for a particular product in the company AVX Uherske Hradiste. Information's intended for processing using the method FMEA, this information's were provided for risk reduction and stabilization of the process. Using FMEA, 8D and 5 Why? I managed to find and eliminate the root cause causing a problem with tear off the terminal.

Keywords:

FMEA, QMS, Quality Management System, ISO, quality

Touto cestou by som sa rád poďakoval svojmu vedúcemu diplomovej práce

Ing. Josefovi Hrdinovi

za odborné vedenie, cenné pripomienky a rady pri vypracovávaní diplomovej práce.

Ďakujem tiež pracovníkom firmy AVX Uherské Hradište za odborný a ústretový prístup.

Motto:


„Kvalita nie je všetkým, ale bez kvality je všetko ničím“

Shoichiro Toyoda

Prohlašuji, že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uveden jako spoluautor.

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

Ve Zlíně



.....

ÚVOD.....	11
I. TEORETICKÁ ČASŤ.....	14
1 SYSTÉM MANAŽÉRSTVA KVALITY	15
1.1 DEFINOVANIE SYSTÉMU MANAŽÉRSTVA KVALITY	17
1.2 QS 9000.....	17
1.3 VDA.....	18
1.4 TECHNICKÁ ŠPECIFIKÁCIA ISO TS 16 949.....	19
1.5 SMK PODĽA NORMY ISO 9000.....	21
1.6 POŽIADAVKY KLADENÉ NA SMK NORMOU ISO 9001	22
2 INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.....	25
2.1 METÓDY A NÁSTROJE MANAŽMENTU KVALITY	26
2.2 KLASIFIKÁCIA METÓD.....	27
2.3 ROZDELENIE METÓD PODĽA VYUŽITIA	27
3 FMEA – PRINCÍPY A POUŽITIE.....	30
3.1 FMEA – ANALÝZA MOŽNÝCH CHÝB A ICH NÁSLEDKOV.....	30
3.2 ÚČEL METÓDY FMEA	31
3.3 METÓDA FMEA	32
3.4 DOPAD NA ORGANIZÁCIU A VEDENIE	33
3.4.1 Vysvetlenie FMEA	34
3.4.2 Základná štruktúra FMEA	34
3.4.3 Viacodborový tím.	35
3.5 DEFINOVANIE PREDMETU FMEA.....	36
4 FMEA PROCESU.....	37
4.1 ÚVAHA O NAVRHOVANOM PRODUKTE	38
4.2 VYPRACOVANIE FMEA	38
4.3 PROCESS FLOW CHART A VÄZBA NA PFMEA	39
4.4 FORMULÁR FMEA	40
4.4.1 Hlavička formulára FMEA	40
4.5 HLAVNÁ ČASŤ PFMEA	41
4.5.1 Určovanie priorít pre opatrenia.....	46
4.5.2 Udržiavanie PFMEA.....	48

4.6 VÄZBY PFMEA NA DFMEA A CONTROL PLAN	49
II. PRAKTICKÁ ČASŤ	50
5 PREDSTAVENIE FIRMY.....	51
5.1 VÝROBNÉ DIVÍZIE	51
5.1.1 TPC FRANCIE	51
5.1.2 Keramika MLC	52
5.1.3 Konektory ELCO	53
5.1.4 Európsky zákaznícky servis AVX	53
5.1.5 Distribučné centrum.....	54
5.2 PROCES A ANALÝZA PRODUKTU.....	54
5.3 NTC TERMISTORY	55
5.4 ZISTENIE PROBLÉMU	56
5.5 ZOSTAVENIE TÍMU FMEA	57
5.6 ROZDELENIE ÚLOH PRE TÍM PFMEA	60
5.7 PULL-TEST – SKÚŠKA ODTRHU	60
5.7.1 Popis operácie	60
5.8 ANALÝZA VÝROBNÉHO POSTUPU – VÝVOJOVÝ DIAGRAM.....	61
5.9 ANALÝZA KONTROL PLÁNU PRE NTC SENZORY	61
5.10 RIZIKOVÉ PROCESY	62
ZÁVER	71
ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	73
ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK.....	76
ZOZNAM OBRÁZKOV	77
ZOZNAM TABULIEK	78
ZOZNAM PRÍLOH.....	79
PRÍLOHA P I.: ŠTRUKTÚRA ODDELENIA KVALITY	80
PRÍLOHA P II.: KONTROLA KVALITY FLOW CHART	81
PRÍLOHA P III.: SPÄTNÁ VÄZBA PRE SŤAŽNOSTI ZÁKAZNÍKA.....	82
PRÍLOHA P IV.: CONTROL PLAN	83
PRÍLOHA P V.: PFMEA.....	86

PRÍLOHA P VI TESTOVANIE ODTRHU	94
PRÍLOHA P VII: BOXPOT PRE SKÚŠKY ODTRHU	95

ÚVOD

Kvalita je taká stará ako ľudstvo samo, podľa niektorých historikov môžeme začiatok riadenia kvality spozorovať už v knihe Genezis, kde Boh stvoril svet a na konci každého dňa sa pozrel na svoje dielo, aby sa uistil, že je všetko podľa jeho predstavy. Je zaujímavé si povšimnúť, že z hľadiska dnešných prístupov, Boh neoveroval len obyčajnú zhodu so svojou predstavou, ale overoval zároveň, či je dielo kvalitné.[1]

V histórii mnohí panovníci prijímali opatrenia, ktoré môžeme hodnotiť ako snahu o kvalitu. Panovník Chamurapi (1792 – 1750 p. n. l.), ktorý bol šiestym panovníkom babylonskej dynastie, zaviedol zákonník, kódex známy tiež ako Chamurapiho kódex, tento kódex obsahoval 282 zákonných ustanovení a bol vytesaný klinovým písmom do čadičovej dosky, ktorá je uložená v Louvri.[2]

Chamurapiho zákonník obsahoval ustanovenia ako:

„Pokiaľ staviteľ niekomu postaví dom a jeho dielo nie je dost' pevné a stena spadne, tento staviteľ postaví novú stenu na vlastné náklady.

Pokiaľ staviteľ postaví občanovi dom a ten sa zrúti s tým, že usmrť svojho majiteľa, je nutné usmrtiť aj staviteľa. Pokiaľ pri tom zahynie majiteľov syn, je potrebné usmrtiť syna staviteľa.“[3]

Okolo roku 1700 p. n. l. na východnom pobreží Stredozemného mora v dnešnej Sýrii umelci dodávali podľa požiadaviek kráľovského paláca rôzne výrobky, tieto preberali kráľovskí kontrolóri kvality. Nedodržanie kráľovských požiadaviek sa trestalo useknutím končatiny. [3]

V Egypte bol nájdený a zdokumentovaný systém kvality; tomuto sa hovorilo „Kniha mŕtvych“, a tento popisoval postup pri balzamovaní, určoval postup pri príprave pohrebného jedla, spôsob, ako pochovať jedlo spolu s človekom a spôsob vykonávania pohrebných rituálov. Účelom bolo zabezpečiť, aby posmrtný život bol porovnateľný s jeho pozemským životom. Za dodržanie celého procesu zodpovedal Superintendent pohrebiska. Dosiachnutie štandardu bolo atestované jeho značkou.

V Číne cisár Qin Shi Huangdi, dal vytvorit' rozsiahlu terakotovú armádu na hore Li a nariadil, aby každý výrobok dodaný na cisársky dvor bol opatrený značkou výrobcu tým bolo dosiahnuté, že výrobca mohol byť za nepodarok potrestaný.

V roku 1140 sa začalo označovanie pravosti zlata a striebra puncom, tento systém sa využíva až dodnes.[4]

Systémy manažérstva sú samozrejmosťou v stredne veľkých a veľkých spoločnostiach. Bohužiaľ, sú iba formálnym doplnkom, a nie jeho prirodzenou súčasťou. Tento fakt ovplyvňujú rôzne faktory ako:

- byrokratický prístup poradenských a audítorských firiem,
- nezhoda s podstatou systémov manažérstva kvality – SMK, (nevynímajúc certifikačné organizácie),
- vytvorenie umelého systému v zabehnutom systéme riadenia,
- neznalosť problematiky SMK (najmä v poradenských a certifikačných firmách),
- neochota firiem spolupracovať, pohodlnosť pracovníkov, nepochopenie základných požiadaviek normy vedúcimi pracovníkmi,
- nezáujem o zlepšovanie,
- nesprávna interpretácia noriem,
- tlak na získanie certifikátu,
- nepochopenie pridanej hodnoty SMK a pod.

Je potrebné uvedomiť si, že Systém manažérstva kvality je integrovaný systém riadenia, ktorý je nutné zlepšovať a nie zavádzať.

Každá organizácia, ktorá vyrába produkty, pracuje so systémom riadenia, ktorý si vybudovala počas svojej existencie. Cieľom poradenských a certifikačných organizácií nie je narušiť existujúci systém, ale prispôbiť ho normám ISO, a napomôcť tak k zlepšeniu systému riadenia v organizácii.. Normy ISO 9000 sú spracované tak, aby nabádali k zlepšovaniu, efektívnosti, kontroly procesov a pod.

Certifikáty kvality poukazujú na to, že organizácia splnila požiadavky kladené na systém manažérstva kvality, nie iba na kvalitu produktu, ale na celkovú funkčnosť organizácie a jej napredovanie. Certifikát kvality by mal poukazať na kvalitu v celej organizácii.

Ak firma vlastní nejaký certifikát, je jasné, že organizácia má snahu pracovať na kvalite a takisto sleduje spokojnosť zákazníkov.

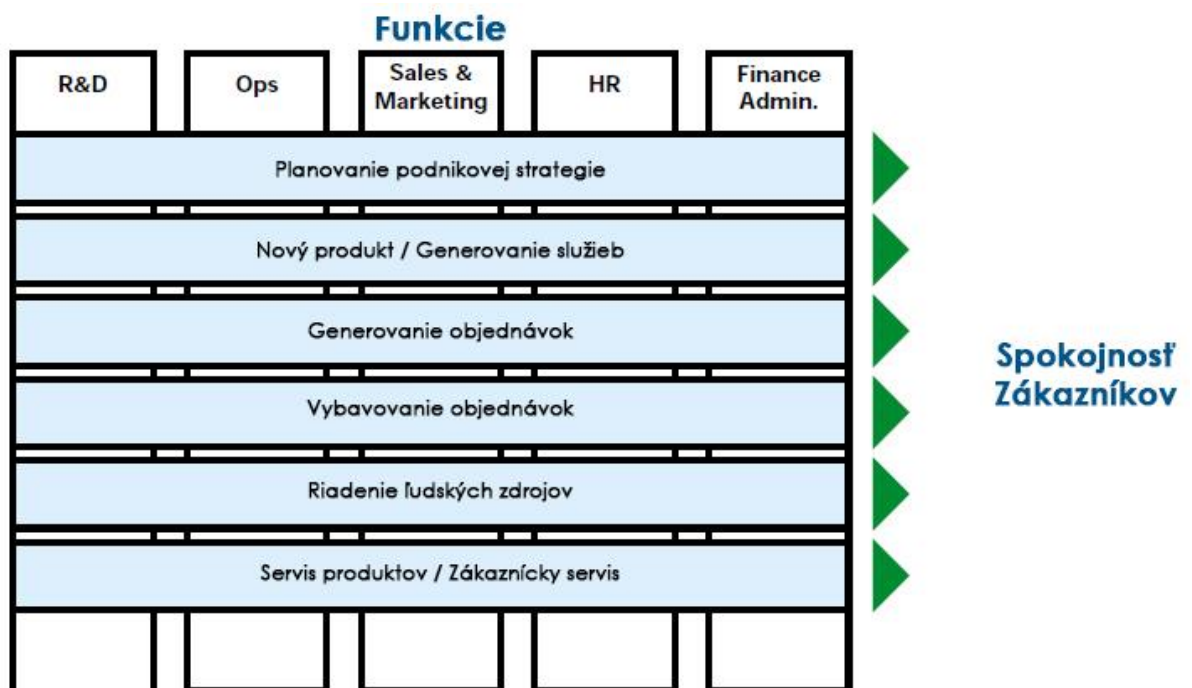
I. TEORETICKÁ ČASŤ

1 SYSTÉM MANAŽÉRSTVA KVALITY

Zavedenie SMK je strategickým rozhodnutím organizácie, a je ovplyvnené meniacimi sa potrebami, cieľmi, výrobkami, službami a štruktúrou organizácie. SMK musí zabezpečiť, aby výrobok zodpovedal potrebám zákazníka, a pritom sa plnili ciele organizácie (Obr. 1). A aby organizácia fungovala efektívne, je potrebné identifikovať a riadiť niekoľko vzájomne prepojených procesov. Ich hlavným cieľom je zabezpečenie permanentnej spokojnosti zákazníkov. [5]

Čo je potrebné zvážiť pri zriaďovaní SMK.

- Dizajn
- Zostavenie
- Riadenie
- Nasadenie
- Meranie
- Aktualizácia
- Zlepšenie



Obrázok 1. Schéma systému manažérstva kvality

Dizajn a zostavenie – obsahuje štruktúru systému riadenia kvality. Proces a jeho zavádzanie musí byť vedené zodpovedným vedúcim, aby vyhovoval potrebám organizácie, a to sa ideálne vykonáva pomocou štruktúrovaného myslenia. Návrh SMK by mal vychádzať zvnútra organizácie, základné procesy, dobre definované ciele a stratégie a mal by byť viazaný na potreby jedného alebo viacerých subjektov. [5]

Kvalita musí hrať hlavnú rolu v procese navrhovania a budovania systému manažérstva kvality.

Nastavenie a implementácia sa najlepšie dosiahne pomocou procesných balíkov, ktoré sú rozdelené do podprocesov, a popísané sú kombináciou dokumentov, vzdelaním, školeniami, nástrojmi, metrikami a systémami. **Riadenie SMK** závisí od veľkosti a zložitosti organizácie. [5]

ISO je podsystem, v ktorom sú nevyhnutné audity, kontroly, a tieto sú základom – ich výsledkom je celkové hodnotenie. Tu sa vykonáva interná kontrola, zaistí sa dobrá prax, kde sú kľúčové zainteresované strany dokumentované v rámci procesu a kde vedúci procesu majú možnosť ovládať všetky procesy. V ideálnom prípade sú vlastníci procesu/prevádzkovatelia zapojení do písania postupov. **Meranie** sa robí za účelom zistenia účinnosti a efektivity každého procesu, resp. na zistenie, či boli splnené stanovené ciele. Tými sú:

- úplné definovanie predpisov,
- pokrytie podnikania,
- dopad predpisov,
- zavedenie a používanie SMK v praxi,
- rýchlosť zmeny SMK,
- význam architektúry SMK na prácu.

Bežne sa používajú bodové karty a tie by mali byť distribuované vo firme smerom nadol, ich aplikácia môže byť použitá na rôznych úrovniach. Dôležitým krokom je tiež stanovenie cieľov na všetkých úrovniach. **Preskúmanie** účinnosti, schopnosti a výkonnosti v systéme manažérstva kvality je životne dôležité a výsledok týchto hodnotení by mal byť oznámený všetkým zamestnancom. Kontrola a monitorovanie by malo byť vykonávané tiež za účelom zlepšenia činnosti, aby boli dosiahnuté očakávané výsledky. **Zlepšenie** by

malo nastať ako výsledok procesu, preskúmania, s cieľom vyhľadania vnútorného maxima. Je súčasťou činností vedúcich k celkovému zlepšeniu a neoddeliteľnou súčasťou riadenia zmien v rámci organizácie. [5]

1.1 Definovanie systému manažérstva kvality

Systém manažérstva kvality môžeme definovať, ako súhrn koordinovaných činností zameraných na usmerňovanie a riadenie organizácie so zameraním na kvalitu. (podľa STN EN ISO 9000:2001 Systém manažérstva kvality. Základy a slovník). [1]

Pod týmto pojmom môžeme rozumieť zdroje, ktoré je potrebné použiť na uplatnenie manažérstva kvality, ako štruktúra, postup a proces.

Dôsledkom vývoja vznikli tri koncepcie manažérstva kvality ako sú:

- podnikové a odvetvové normy,
- ISO,
- TQM.

V 70. rokoch začali firmy pociťovať potrebu a nutnosť vytvoriť a zaviesť systém na kontrolu a riadenie kvality, a tak začal vznikať Systém manažérstva kvality. Tieto požiadavky zavádzali do noriem, tieto mali platnosť v rámci jednotlivých odvetví, no museli sa nimi riadiť aj všetci ich dodávatelia.

- Dnes sa môžeme stretnúť so špeciálnymi smernicami, ako sú:
- AQAP – definuje súhrnné požiadavky v rámci NATO,
- QS 9000 – definuje súhrnné požiadavky v rámci automobilového priemyslu v USA,
- VDA – definuje súhrnné požiadavky v rámci automobilového priemyslu v Nemecku,
- HACCP – definuje súhrnné požiadavky v rámci potravinárskeho priemyslu,
- NUSS – definuje súhrnné požiadavky v rámci oblasti jadrových zariadení.

1.2 QS 9000

Chrysler, Ford a GMC sa dohodli na vytvorení dokumentu, ktorého základom bude ISO 9000. Tak vytvorili QS 9000 a bol rozšírený o niektoré obsahové prvky ako:

- plány podnikania,

- uspokojovanie zákazníkov,
- neustále zlepšovanie.

Cieľom tohto dokumentu je vypracovať základný systém kvality, ktorý umožní neustále zlepšovanie, zabezpečí znižovanie strát a vytvorí prevenciu chýb. [1]

1.3 VDA

Nemecká smernica VDA znamená Verband der Automobilindustrie a je vytvorená pre systém manažérstva kvality v automobilovom priemysle. VDA je nezisková organizácia. Smernica VDA je nezáväzná odporúčaná smernica – Manažmentu kvality v automobilovom priemysle, zabezpečovanie kvality dodávok. Tento zväzok popisuje postupy a metódy týkajúce sa zabezpečovania kvality. Ponúka riešenie problematiky komunikácie medzi zákazníkom a dodávateľom, a zabezpečuje eliminovanie strát a v tomto rozhraní za pomoci štandardizovaných postupov a princípov partnerskej spolupráce. Efektívne používanie týchto postupov a metód dáva konkurenčné výhody, hospodárnosť a perfektnú kvalitu. Medzi tu popisované metódy patrí uvoľnenie výrobného procesu a produktu. Pridaná časť informuje o požiadavkách na deklarovanie obsiahnutých látok. A podporuje využívanie procesne orientovaných systémov a nástrojov kvality. Zväz automobilového priemyslu odporúča svojim členom aplikovať túto smernicu pri zavádzaní a udržiavaní manažmentu kvality.[9]

Ďalšie vydané príručky:

- VDA 1 – Preukazovanie,
- VDA 5 – Spôsobilosť kontrolných procesov,
- VDA 6 – Základy auditov kvality,
- VDA 6.3 – Audit procesu,
- VDA 6.4 – Výrobné prostriedky,
- VDA 6.5 – Audit výrobku,
- VDA 6.5 – Audit produktu.

Členmi sú výrobcovia automobilov a ich dodávatelia. Patria sem aj značky ako[1]:

- Audi AG,
- BMW AG,
- Mercedes-Benz AG,
- Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG,

- Volkswagen.

Od 1. 4. 1999 je táto smernica povinná pre všetkých nemeckých výrobcov automobilov. [1]

1.4 Technická špecifikácia ISO TS 16 949

Norma je určená výhradne pre automobilový priemysel. Pracovná skupina IATF v spolupráci s pracovnou skupinou IS TS 176 vytvorili technickú špecifikáciu ISO TS 16 949 obsahujúcu okrem smerníc QS 9000 a VDA aj AVQS(IT), EAQF(FR) a obsahuje všetky požiadavky normy ISO 9001 plus všetky požiadavky pre automobilový priemysel.

IATF je medzinárodná pracovná skupina vytvorená zo zástupcov automobilových spoločností a národných automobilových zväzov. [1]

Prvé vydanie Technickej špecifikácie ISO/TS bolo vypracované v roku 1999 a vychádza z noriem ISO 9001:1994, QS 9000 (USA), VDA 6.1 (DE), AVSQ (IT-smernica) a EAQF (FR).

Druhé vydanie tejto normy je označené ISO/TS 16949:2002 inak známe ako TS2. Na tejto norme tiež spolupracovali IATF a ISO TS 176. Publikovaná bola 1. 3. 2002 a platnosť nadobudla v 15. 12. 2003, týmto dátumom sa súčasne ukončila platnosť prvého vydania. ISO Norma TS2 bola doplnená o celosvetovo uznávané požiadavky dodávateľov automobilového priemyslu.

TS2 je tvorená štyroch dokumentov[1]:

1. ISO TS 16 949:2002,
2. Návod IATF k ISO TS 16 949:2002,
3. Katalóg otázok na audit SMK podľa ISO TS 16 949:2002,
4. Pokyny pre certifikáciu v automobilovom priemysle ISO TS 16 949:2002.

Certifikácia sa vzťahuje na organizácie, zabezpečujúce sériovú výrobu a výrobu dielov pre automobilový priemysel. ISO TS 16949 zjednocuje viacero globálnych požiadaviek na SMK. Táto norma vo svojej podstate nie je norma, ale technická špecifikácia (TS). [7]

Certifikácia SMK podľa STN EN ISO 9001:2001 obsahuje požiadavky ISO TS 16949. Certifikácia zároveň predstavuje príležitosť prepojiť manažérsky systém s procesmi v organizácii. Medzi základné požiadavky patrí permanentné zlepšovanie a orientácia na zákazníka. [7]

Jednou z požiadaviek ISO TS 16949 je aj to, že zákazník vstupuje do organizácie za účelom dosiahnuť 100 % kvalitu na 100 % v dohodnutom termíne, pri čo najmenších nákladoch. Zákazník požaduje 100 % spoľahlivosť, ktorá umožňuje dodávanie výrobkov vo vopred daný čas (just in time) a bez vstupnej kontroly.

Do procesov vstupuje zákazník aj prostredníctvom predstaviteľa a háji jeho záujmy pri analyzovaní rizík prostredníctvom FMEA, pri tvorbe kontrolných plánov atď.

Požiadavky TS sú doplnené o CSR – Customer Specific Requirements. Tieto požiadavky sú spravidla identifikované a implementované do systémov riadenia kvality.

Súčasťou SMK je proces uvoľňovania výrobku zákazníkovi. Neodmysliteľnou súčasťou dodávania v automobilovom priemysle je PPAP – Product Part Approval Process. TS oproti QS 9000 umožňuje voľbu podľa potrieb a požiadaviek zákazníka. Môže sa stať to, že jeden zákazník požaduje VDA 6.1, druhý PPAP a tretí schvaľuje výrobok na základe vlastného postupu. Výrobok nemôže byť dodaný zákazníkovi, až keď bol tento uvoľnený, a to na základe dokumentácie a záznamov dodaných organizáciou. [7]

PPAP požaduje:

- analýzu rizík prostredníctvom FMEA,
- materiálovú dokumentáciu, vyhodnocovanie rozmerov a funkčné skúšky,
- štatistické vyhodnocovanie procesov, kde index spôsobilosti je pilotný výrobok C_p , $C_{pk} \geq 1,67$ a zabehnutý výrobný proces C_p , $C_{pk} \geq 1,33$ za predpokladu, že ide o normálne lineárne vycentrovaný Gaussov proces,
- MSA – analýzu meracích systémov, tu je definované, že chyba celého systému musí byť menšia ako 10 % vrátane operátorov a prostredia a s odôvodnením je možné využiť merací systém s hodnotami v rozsahu 10 až 30 %,
- dokumentované použitie laboratórií,
- dodanie požadovaného množstva vzoriek pre zákazníka.

Pri akejkoľvek zmene, čo sa týka presunu linky (aj keď ide o identickú linku), zmeny materiálu, dodávateľa, je nevyhnutné celý proces PPAP zopakovať. [7]

TS 16949 požaduje, aby organizácia vyžadovala uvoľnenie od svojich dodávateľov. Pokiaľ by organizácia nemala potrebné referencie (CSR) je možné, aby organizácia nadefinovala spôsob uvoľňovania produktu.

TS tiež definuje neustále zlepšovanie, a to sa má aplikovať na celý SMK, najmä však na spôsobilosť procesu, prostredníctvom indexu spôsobilosti, FMEA a prostredníctvom dosahovania zvláštnych znakov.

1.5 SMK podľa normy ISO 9000

podľa ISO 9000 môžeme systém manažérstva kvality definovať ako systematické riadenie organizácie s cieľom zameraným na trvalé zlepšovanie činností, zvyšovanie spokojnosti zákazníkov za predpokladu, že sú splnené požiadavky kladené touto medzinárodnou normou. Riadenie organizácie má za účel aj riadenie kvality produktov. Systém manažérstva kvality je založený na procesnom prístupe a je popísaný normou STN EN ISO 9000. Na to, aby organizácia efektívne fungovala, musí úspešne zvládnuť identifikovanie a riadenie ďalších súvisiacich činností.

Tieto činnosti sú vzájomne prepojené a ovplyvnené tým, že sú súčasťou systému, takže rozdelenie a študovanie každého jedného z nich individuálne nemusí nutne viesť k pochopeniu celého systému. Výhoda systému manažérstva kvality spočíva v definovaní procesov, čo má za následok produkciu kvalitných výrobkov a služieb, radšej než následné odhaľovanie chybných výrobkov. [3]

Pokiaľ je systém dôkladne zdokumentovaný, zabezpečuje, že sú splnené následné požiadavky:

- **požiadavky zákazníka** – dôvera v schopnosť organizácie poskytovať požadované produkty a služby a dôsledne vychádza v ústrety potrebám a očakávaniam,
- **požiadavky organizácie** – interné a externé, za optimálnu cenu s efektívnym využitím dostupných zdrojov – materiálov, ľudí, technológií a informácií.

Tieto požiadavky môžu byť skutočne splnené a dotiahnuté do úspešného konca, iba ak sú k dispozícii objektívne dôkazy a údaje, ktoré podporujú systémové aktivity, od koncového dodávateľa ku koncovému zákazníkovi. Systém manažérstva kvality umožňuje organizáciám dosiahnuť stanovené ciele a zámery v interných predpisoch a plánoch. Tiež zaisťuje súlad a spokojnosť, pre metódy, materiály, zariadenia a iné. SMK je úzko spätý so všetkými činnosťami v organizácii, počnúc identifikáciou požiadaviek zákazníka a končiac ich spokojnosťou, pri každej transakcii. To môže byť pojaté ako „klin“, ktorý drží zisky dosiahnuté počas kvalitnej cesty a zároveň bráni osvedčené postupy pred zlyhaním:

Systém riadenia kvality je potrebný vo všetkých oblastiach, či už ide o veľký, alebo malý podnik, výrobu, služby alebo verejný sektor. [3]

Systém musí byť nastavený tak, aby:

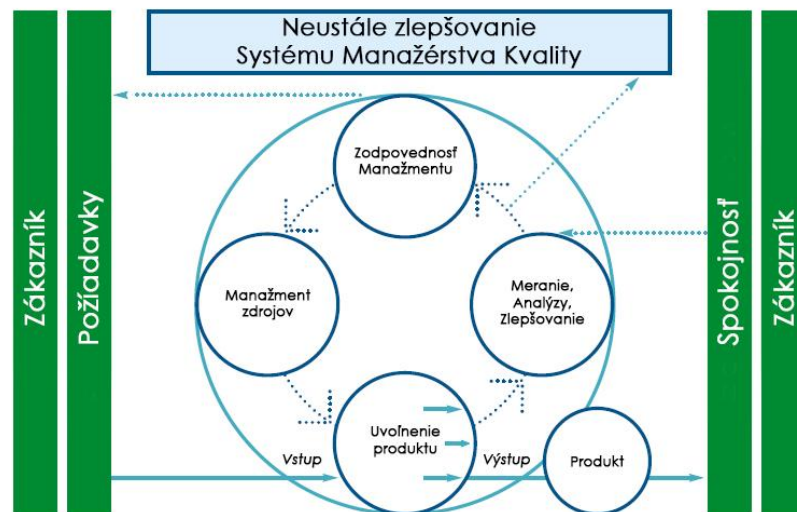
- splňal očakávania zákazníkov,
- zefektívnil riadenie procesu,
- znížil náklady a výdavky,
- zvýšil podiel na trhu,
- zefektívnil školenia,
- zapojil všetkých zamestnancov
- zvýšil morálku.

V prieskume, ktorý uskutočnila DERA – Defense Evaluation Research Agency, približne 96 % respondentov uviedlo, že veria tomu, že prispievajú k plneniu obchodných cieľov. Približne 72 % z nich však uviedlo, že ich organizácia, tento fakt nikdy nemerala.

1.6 Požiadavky kladené na SMK Normou ISO 9001

ISO 9001 špecifikuje požiadavky SMK, ktoré môžu byť používané organizáciami na vnútorné použitie, certifikáciu alebo zmluvné účely.

Procesný prístup je uvedený v koncepčnom modeli z normy ISO 9001 a uznáva, že zákazníci hrajú kľúčovú úlohu pri stanovení požiadaviek pri vstupe a pri sledovaní spokojnosti zákazníka, preto je nutné vyhodnocovať a overovať, či sú splnené požiadavky zákazníka (Obr. 2). [5]



Obrázok 2. PDCA – Neustále zlepšovanie systému manažerstva kvality

Hlavné body a podbody SMK [5]

- **Rozsah**
- **Normatívne odkazy**
- **Pojmy a definície**
- **Systém riadenia kvality**
 - všeobecné požiadavky
 - požiadavky na dokumentáciu
- **Zodpovednosť vedenia**
 - záväzok vedenia
 - zameranie na zákazníka
 - politika kvality
 - plánovanie
 - zodpovednosť, právomoc a komunikácia
 - preskúmanie vedením
- **Riadenie zdrojov**
 - poskytovanie zdrojov
 - ľudské zdroje
 - infraštruktúra
 - pracovné prostredie
- **Realizácia produktu**

- plánovanie realizácie produktu
- zákazník a súvisiace procesy
- konštrukcia a/alebo rozvoj
- nákup
- výrobné a servisné operácie
- riadenie meracích a monitorovacích zariadení
- **Meranie, analýza a zlepšovanie**
 - všeobecné
 - plánovanie
 - monitorovanie a meranie
 - riadenie nezhodného produktu
 - analýza údajov
 - zlepšenie

Požiadavky na systém riadenia podľa týchto ustanovení sú uvedené podrobnejšie v ISO 9001 Standard. [5]

2 INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION

ISO je federácia národných normalizačných orgánov a ich úlohou je činnosť spojená s prípravou medzinárodných noriem, v spolupráci s medzinárodnými organizáciami, vládnyimi a mimovládnyimi subjektmi. Normy sú postavené okolo obchodných procesov, s dôrazom na zlepšenie a zameranie sa na zákazníka. Nové Normy sa zavádzajú až po šesťročnom prieskume. [3]

ISO 9000 obsahuje osem zásad manažérstva kvality, na základe ktorých účinne a efektívne adaptuje SMK. Ako sú:

zameranie sa na zákazníka,

- vedenie ,
- zapojenie všetkých zamestnancov,
- procesný prístup,
- systémový prístup,
- neustále zlepšovanie,
- vecné rozhodovanie,
- vzájomne prospešné dodávateľské vzťahy.

Účinný SMK musí zabezpečiť, že organizácia má silnú **orientáciu na zákazníka**. Požiadavky a očakávania zákazníka, musia byť premietnuté do produktových požiadaviek. **Vodcovstvo** zo strany top manažmentu stanovuje jednotný cieľ vychádzajúci z vhodných kvalitatívnych pravidiel, stanoví merateľné ciele, ktoré sú a budú zodpovedať za rozvoj, udržateľnosť a zlepšenie SMK. Manažéri zabezpečujú, že do systému manažérstva kvality sú **zapojení všetci zamestnanci** v organizácii. Dôležité pritom je celkové povedomie o dôležitosti uspokojovania potrieb zákazníka, na základe príslušných školení a skúseností. [3]

SMK musí byť strategickým nástrojom navrhnutým tak, aby poskytoval obchodné ciele a **procesný prístup** musí byť v ňom zakotvený už v základoch. Procesnou premenou jedného alebo viacerých vstupov sa vytvára výstupná hodnota pre zákazníka. Podnikové procesy môžu byť podporované pracovnými predpismi a v takýchto prípadoch je nevyhnutné pevne stanoviť, aké pravidlá budú dodržiavané pri plnení úloh. Väčšina organizácií bude

mať kľúčové podnikové procesy, ktoré definujú tieto aktivity, ako aktivity, ktoré priamo pridávajú hodnotu pre zákazníka, či už vo výrobku, alebo službe. A tieto podporujú procesy, ktoré sú potrebné na udržanie činnosti hlavných procesov. [1]

Pochopenie vzájomných vzťahov medzi procesmi si vyžaduje, aby tieto boli prijaté ako **systemové prístupy** k procesu riadenia. Procesy musia byť skutočne pochopené a riadené tak, aby ich najúčinnšie využitie pochádzalo z dostupných zdrojov a boli splnené očakávania všetkých zúčastnených strán od zamestnancov, akcionárov, zákazníkov až po komunitu.

Spokojnosť zákazníka je závislá od zmien na trhu a technológie. Efektívny systém manažérstva kvality musí byť v stave **neustáleho zlepšovania**, a preto, aby sme tento úspech dosiahli, je potrebné zamerať našu pozornosť na **zákazníka** – Voice of customer. To môžeme vykonať prostredníctvom rôznych analýz, ako sú:

- **analyzovanie reklamácií,**
- **prieskumy verejnej mienky,**
- **pravidelné kontaktovanie.**

Hlas procesov je zameraný na meranie a analyzovanie procesu a výrobku. Výsledkom tohto je **rozhodovanie na reálnych základoch** (reálne rozhodovanie).

Každá organizácia je sama osebe článkom väčšieho reťazca. Reťazca, ktorý má na starosti spracovanie surovín, dlhodobých potrieb verejnosti a dlhodobých potrieb spoločnosti a organizácie. A preto musia existovať **vzájomne prospešné vzťahy dodávateľov**. [3]

2.1 Metódy a nástroje manažmentu kvality

Metódy a nástroje tvoria skupinu manažérskych techník a disciplín, ktoré sa vzťahujú k zaisteniu kvality vo výrobe a službách. Kvalita ako atribút sa nedá riadiť. Ovládať to znamená riadiť a riadiť možno iba procesy, ktoré vedú ku kvalite. V procesoch možno riadiť stroje a zariadenia, ktoré sa podieľajú priamo na kvalite. Ide teda o proces, ktorý začína požiadavkou zákazníka, pokračuje jej realizáciou a končí starostlivosťou o zákazníka. Činnosti, ktoré sú súčasťou hlavného procesu podniku, je nutné vykonávať kvalitne.

Účastník v procese vytvára také výstupy, aké požaduje nadväzujúca operácia – vstupy. Tieto vzťahy však nemusia nutne platiť iba pre hlavné procesy, môžu sa vzťahovať aj na podporné a obslužné procesy. Iba podpora a dobre zvládnuté riadenie procesov môže zaistiť kvalitné produkty. Aby boli v organizáciách kvalitné procesy, je nevyhnutné použiť celý rad metód a nástrojov. V manažérstve kvality sú metódy, ktoré sa zameriavajú na rôzne časti procesov. Niektoré venujú pozornosť identifikácii a premene požiadaviek zákazníka, iné sa zameriavajú na kvalitu a dizajn pilotných produktov. Najväčšiu skupinu tvoria metódy zabezpečujúce a riadenie realizačných procesov. Na nás je, ktorú techniku, metódu alebo nástroj využijeme v našom procese. [1]

2.2 Klasifikácia metód

Vo všeobecnosti kvalitu využívajú metódy a nástroje známe už z iných manažérskych disciplín. No tieto sa orientujú predovšetkým na kvalitu. [3]

Klasifikovať ich môžeme nasledovne.

Rozdelenie podľa obsahu riadených procesov

Rozdeľujeme ich podľa toho, aký charakter procesu alokujú. Z toho vyplýva, že inovačný manažment bude využívať metódy výskumu a vývoja a výrobný manažment bude aplikovaný na procesy vo výrobe. Podnikové procesy môžeme rozdeliť takto:

- a) metódy kvality,
- b) inovačný manažment,
- c) priemyselný manažment,
- d) výrobný manažment,
- e) podniková logistika,
- f) marketingové metódy,
- g) operačné a systémové analýzy.

2.3 Rozdelenie metód podľa využitia

Aplikácia metód vychádza zo systematického prístupu a jej základné časti sú syntéza a analýza. Systémový prístup je spôsob, akým sa dajú riešiť problémy v komplexnom poja-

tí, a môžeme ho chápať ako súbor vnútorných a vonkajších súvislostí. Hocijaký objekt môžeme jednoducho pochopiť, ak ho zredukujeme na jeho základné vlastnosti. Zároveň by sme si mali položiť tri základné otázky. [1]

- Čo je problém?
- Ako budeme problém riešiť?
- Prečo vôbec chceme problém riešiť, resp., aké sú jeho ciele a ich vymedzenie?

Nástroje riadenia kvality môžeme rozdeliť na 7 starých a 7 nových nástrojov. [1]

Staré nástroje kvality:

- frekvenčný diagram,
- histogram,
- regulačný diagram,
- vývojový diagram,
- Ishikawa diagram,
- Pareto diagram,
- korelačný diagram.

Nové nástroje na kvality:

- afinitný diagram,
- relačný diagram,
- maticový diagram,
- maticová tabuľka,
- stromový diagram,
- sieťový graf,
- rozhodovací diagram.

Takisto metódy a nástroje môžeme deliť podľa náročnosti a schopnosti riešiť problémy. Tiež záleží na tom, na aký problém sa táto aplikácia vzťahuje. (Tab. 1)

Metódy	Nástroj
Pomocné:	Ganttov diagram, formulár, graf, stromový diagram
Rozhodovacie:	analýza ABC, P-Q diagram, bodová metóda, metóda postupných porovnaní, rozborovo prepočtové metódy, klasifikačná metóda, Lorencova krivka, metóda postupného významu
Plánovacie:	metóda CPM, PERT, CPM-COST, PERT-COST
Tvorivé:	Brainstorming, Brainwriting, Gordonova, Delfská metóda, expertné metódy, synektická metóda, metóda porovnávania podobnosti, agregácie dimenzovania, TRIZ-ARIZ, strom významnosti
Porovnávacie:	metóda najlepších hodnôt, metóda usporiadania diferencií, metóda kchybrátov podielov, metóda virtuálneho výroku, KORTER, PATTERN, metóda párových vzťahov návrhov
Analyticko-syntetické:	Benchmarking, preskúmanie návrhu, QFD, FMEA, FMECA, Poka-Yoke, analýza spoľahlivosti, predikcia spoľahlivosti, Markovova analýza, blokový diagram bezporuchovosti, strom udalosti, stochastické modelovanie, FTA, PHA, CCC
Komplexné a optimalizačné:	hodnotová analýza, DFA, DFM, DFMA, EVOP, Gradient-Method
Štatistické:	sedem základných metód, SPC, DoE, ANOVA, korelačná analýza, testovanie hypotéz

Tabuľka 1. Metóda VS. Nástroj

3 FMEA – PRINCÍPY A POUŽITIE

Dôležitou a neodmysliteľnou súčasťou systému manažérstva kvality je vedieť určiť postupy plánovania kvality. Proces plánovania kvality – začínajúc návrhom výrobku a končiac výrobným postupom. Systém musí byť predovšetkým nástrojom, ktorý zabezpečí prevenciu voči výskytu chýb – ako konštrukčných, tak aj výrobných, alebo ich príčin.

Úlohou systému je zabezpečiť, že ak sa už takáto chyba vyskytne, zvýši sa pravdepodobnosť, že sa táto chyba včas odhalí. (t. j. pred začatím sériovej výroby, pred odoslaním výrobku na ďalšiu operáciu, resp. pred odoslaním k zákazníkovi).

Najpoužívanejšími nástrojmi plánovania a riadenia kvality sú metóda **FMEA** a **Kontrolný plán** (Plán riadenia kvality, Plán riadenia procesu, *Control Plan*). [1] (www.elf.stuba.sk)

3.1 FMEA – analýza možných chýb a ich následkov

(t. j. *Failure Mode and Effects Analysis, Fehler-Möglichkeiten-und Einfluß-Analyse*)

Metóda FMEA bola vyvinutá vo vojenskom priemysle v roku 1949, vo vývojovom štádiu FMEA využívala techniku hodnotenia spoľahlivosti, v dôsledku čoho sa dali odhaliť poruchy zariadenia, alebo systému. [6]

V 60. rokoch túto myšlienku prevzala spoločnosť NASA a aplikovala ju v rámci projektu Apollo. Postupne sa FMEA začala zavádzať v leteckom a jadrovom priemysle, až sa dostala do automobilového priemyslu. Tu ju prvýkrát v sériovej výrobe aplikoval Ford na model Ford Pinto. [10]

V 80. rokoch sa prvýkrát objavila v písomnej forme v QS 9000. V priebehu niekoľkých rokov si táto metóda našla obľubu aj v iných odboroch napríklad aj v medicíne.

Výhodami používania tejto metódy sú [10]:

- zvýšenie bezpečnosti a spoľahlivosti výrobkov,
- zníženie nákladov spojených so zárukami a servisom,
- skrátenie vývojového procesu,
- menej chýb pri nábehu série,
- dodržiavanie termínov,
- hospodárnosť výroby,
- vnútropodniková komunikácia,
- lepšia škála ponúkaných služieb.

Metoda FMEA prebieha v štyroch etapách:

- analýza súčasného stavu,
- návrh preventívnych opatrení,
- hodnotenie súčasného stavu,
- hodnotenie stavu preventívnych opatrení.

Metódu FMEA môžeme rozdeliť na:

- **FMEA návrh (konštrukcie) výrobku** – (*Design FMEA*) – skúma všetky možné chyby (zlyhania) funkcií analyzovaného systému, podsystemu alebo komponentu,
- **FMEA proces** – (*Process FMEA*) – skúma všetky možné chyby analyzovaného procesu, výroby, montáže alebo inej činnosti.
- **FMEA systému** – (*System FMEA*)
- **FMEA nástroja** – (*Machyne FMEA*)

3.2 Účel metódy FMEA

Metoda FMEA je odporúčaná normou ISO 9000 a postupom doby sa stáva čoraz viac obľúbenou a viac vyžadovanou. FMEA je často požadovaná zákazníkmi, pretože poukazuje na to, že dodávateľ vyhodnotil riziká spojené so systémom, procesom a výrobkom. Správnym implementovaním metódy FMEA vieme odhaliť až 90 % prípadných nezhôd.

Táto metóda sa najčastejšie využíva pri zavádzaní nových výrobných procesov, výrobkov, alebo systémov. Využitie si nájde aj pri zlepšovaní už existujúceho systému. [6]

Základnými úlohami FMEA sú:

- zlepšenie bezpečnosti a spoľahlivosti,
- dodržovanie termínov,
- zlepšenie internej komunikácie,
- skrátenie doby vývoja,
- bezproblémové zavedenie série.

Výhody

- Objektívny prístup k vyhodnocovaniu návrhu.
- Vyhodnocovanie funkčných požiadaviek.
- Zhodnocovanie alternatívnych návrhov.
- Vyššia pravdepodobnosť odhalenia chyby v etape vývinu.
- Opakované využitie.
- Možnosť aplikácie na podobné produkty.
- Nízka nákladovosť FMEA.
- Efektívne využitie vynaložených prostriedkov.

3.3 Metóda FMEA

FMEA je analytická metóda, používaná pri riešení potenciálnych problémov v priebehu procesu a vývoja produktu (APQP, čo znamená pokročilé plánovanie kvality produktu).

Metóda funguje na princípe posudzovania rizík. Analýza postupuje v závislosti na návrhu, či už procesu, alebo produktu. Dôležitou súčasťou tejto analýzy je dochvíľnosť, a aby riešenie FMEA postupovalo efektívne, je potrebné, aby bola spustená ešte pred zavedením nového procesu alebo produktu, u ktorého existuje možnosť poruchy. Opatrenia vyplývajúce z FMEA môžu redukovať a eliminovať pravdepodobnosť realizovaním zmeny, ktoré by vzbudili veľké obavy. V ideálnom prípade by mala byť FMEA návrhu a produktu iniciovaná ešte pred zavedením a nakúpením nástrojov alebo výrobných zariadení. FMEA sa v každej etape procesu návrhu a výroby vyvíja.

3.4 Dopad na organizáciu a vedenie

FMEA je dôležitou súčasťou každého podniku. Vzhľadom na to, že vypracovanie FMEA je viac odborovou činnosťou ovplyvňujúcou celý proces realizácie produktu, musí byť jej realizácia naplánovaná tak, aby bola v plnom rozsahu účinná. Tento proces môže vyžadovať veľa času, nevyhnutne potrebné je zabezpečenie požadovaných zdrojov. Pri vypracovaní FMEA je dôležité zapojenie vlastníka procesu a vrcholového manažmentu. Postup realizácie sa líši, a to v závislosti od veľkosti a štruktúry firmy [10]:

- FMEA vypracovaná v podniku s viacúrovňovými dodávateľmi,
- podľa potreby riešime FMEA návrh alebo proces,
- dosiahneme to tak, že sa metóda FMEA stane neoddeliteľnou súčasťou procesu alebo pokročilého plánovania kvality APQP,
- súčasť konštrukčno-technických preskúmaní,
- súčasť pravidelného ukončovania a schvaľovania procesu.

Vypracovanie FMEA je zabezpečené viacodborovým tímom. Veľkosť tímu závisí na zložitosti návrhu produktu, ako aj na organizačnej štruktúre. Členovia tímu potrebujú odborné vzdelanie, dostatok času a právomoc schválenú vedením.

Je potrebné mať zavedený program výcviku:

- súhrnný prehľad pre vedenie,
- výcvik pre užívateľa,
- výcvik pre dodávateľa,
- výcvik pre facilitátora.

Zodpovednosť za vypracovanie a udržiavanie FMEA, ako aj vlastnícke práva má nakoniec vedenie.

3.4.1 Vysvetlenie FMEA

FMEA je neoddeliteľnou súčasťou manažmentu rizík a podporuje neustále zlepšovanie. Z toho vyplýva, že FMEA je kľúčovou súčasťou vývoja produktu, ako aj procesu. Proces pokročilého plánovania kvality označuje päť všeobecných zameraní [10]:

1. plánovanie a definovanie programu,
2. návrh a vývoj produktu,
3. návrh a vývoj procesu,
4. schválenie produktu a procesu,
5. spätná väzba na posudzovanie a zabezpečenie nápravy.

APQP prezentuje DFMEA ako činnosť v úseku časového diagramu pre návrh a PFMEA ako vývoj a plánovanie procesu. Jedným z kľúčových aspektov neustáleho zlepšovania je využívanie už skôr získaných poznatkov, ktoré sú zachytené v analýzach FMEA.

Pri vypracovávaní FMEA sa využíva bežný prístup na riešenie:

- možnej poruchy produktu alebo procesu na splnenie očakávaní,
- možných následkov,
- možných príčin, spôsobov poruchy,
- aplikácia aktuálnych nástrojov riadenia,
- úrovne a zmiernenie rizika.

Skôr, ako sa začne FMEA vypracovávať, musia byť definované a zhromaždené dostupné informácie, ktoré sú nevyhnutné na efektívne vypracovanie FMEA.

3.4.2 Základná štruktúra FMEA

Štruktúra FMEA sa môže líšiť v závislosti od základných potrieb a požiadaviek organizácie alebo zákazníka. Vo svojej podstate forma rieši:

- funkcie, požiadavky a predmety plnenia produktu alebo procesu,
- spôsoby porúch, ak nie sú splnené funkčné požiadavky,
- dôsledky a následky poruchy,
- možné príčiny poruchy,

- opatrenia a nástroje určené na riešenie porúch,
- opatrenie na zabránenie opakovanému výskytu poruchy.

3.4.3 Viacodborový tím.

Členovia viacodborového tímu poskytujú potrebné znalosti daného predmetu zahŕňajúce facilitačné skúsenosti a znalosti postupu FMEA. Aby bola FMEA vypracovaná prospešne, je nevyhnutný tímový prístup, a to pri zaisťovaní vstupu, a to zo všetkých dotknutých funkčných oblastí. Vedúci tímu pre FMEA by mal voliť členov tímu s príslušnými znalosťami a potrebnou autoritou (Tab 2). Okrem technických odborníkov na návrh produktu a procesu sú potrebné aj nasledujúce zdroje.

Téma pri vypracovaní FMEA	Príslušné zdroje alebo znalosti
Predmet	Programový manažment, zákazník, osoby zodpovedné za integráciu
Funkcie, požiadavky a očakávania	Programový manažment, zákazník, osoby zodpovedné za integráciu, servisné operácie, bezpečnosť, výrobu, balenie, logistiku a materiál
Možný spôsob poruchy (spôsob ovplyvňujúci zlyhanie procesu alebo produktu)	Programový manažment, zákazník, osoby zodpovedné za integráciu, servisné operácie, bezpečnosť, výrobu, balenie, logistiku, materiál a kvalita
Dôsledky a následky poruchy (v procese a u zákazníka)	Programový manažment, zákazník, osoby zodpovedné za integráciu, servisné operácie, bezpečnosť, výrobu, balenie, logistiku, materiál a kvalita
Príčiny možnej poruchy	Zákazník, výroba, montáž, balenie, logistika, materiál, kvalita, bezporuchovosť, technická analýza, výrobca výrobného zariadenia, údržba
Početnosť výskytu poruchy	Zákazník, výroba, montáž, balenie, logistika, materiál, kvalita, bezporuchovosť, technická analýza, statická analýza, výrobca vybavenia a zariadenia, údržba
Nástroje prevencie	Zákazník, výroba, montáž, balenie, logistika, materiál, kvalita, výrobca vybavenia a zariadenia, údržba
Nástroje detekcie	Zákazník, výroba, montáž, balenie, logistika, materiál, kvalita, údržba
Odporúčané opatrenia	Programový manažment, zákazník, osoby zodpovedné za integráciu, výroba, montáž, balenie, logistika, materiál, kvalita, bezporuchovosť, technická analýza, výrobca výrobného zariadenia, údržba

Tabuľka 2. Téma vs. zdroje a znalosti

3.5 Definovanie predmetu FMEA

Hranice analýzy FMEA sú vymedzené predmetom a stanovujú tým, čo bude zahrnuté a čo vynechané, a to na základe FMEA systému, podsystému alebo konceptu. Predtým, ako sa FMEA začne vôbec riešiť, je dôležité dohodnúť si, čo sa bude hodnotiť. To, čo by sa malo z analýzy vynechať, môže byť rovnako dôležité ako to, čo má analýza obsahovať. Predmet musí byť stanovený na začiatku postupu, aby sa zaistil zhodný smer a zameranie. Tímu môžu pri definovaní predmetu pomôcť [14]:

- funkčný model,
- blokový diagram vzťahov „boundary diagram“,
- diagram parametrov,
- diagram rozhrania,
- vývojový diagram procesu,
- matica vzájomných vzťahov,
- základné schémy,
- rozpisy materiálu „BOM – bill of materials“.

4 FMEA PROCESU

FMEA procesu je označená ako PFMEA, podporuje vývoj výrobného procesu pri zmierňovaní rizík, a to:

- hodnotením funkcií procesu a požiadavkou na proces,
- identifikovaním a hodnotením možných spôsobov porúch vzťahujúcich sa k procesu a produktu a dôsledku možných porúch vzhľadom na proces a zákazníka,
- identifikovaním možných príčin vo výrobnom procese,
- identifikovaním premenných veličín procesu, na ktoré je treba zamerať nástroje riadenia procesu na zníženie výskytu alebo zvyšovanie detekcie,
- možným stanovením systému priorít pre preventívne opatrenia na nápravu nástrojov riadenia.

PFMEA je živý dokument:

- jeho vypracovanie by malo byť iniciované pred jeho zhotovením,
- jeho vypracovanie by malo byť iniciované pred vybavením nástrojmi,
- mal by brať do úvahy všetky výrobné operácie,
- mal by zahŕňať všetky procesy v rámci podniku, ktoré môžu mať dopad na výrobné operácie.

V prípade PFMEA sa predpokladá, že produkt, tak ako je navrhnutý, bude spĺňať zámer návrhu. Do PFMEA môžu byť zahrnuté rôzne spôsoby porúch, ku ktorým môže dôjsť z dôvodu slabšej stránky návrhu produktu. Ich dôsledkom a zámerom sa zaoberá DFMEA. [10]

Definícia zákazníka

Pre PFMEA mal byť obvykle koncový užívateľ, môže to však byť aj následná operácia.

Tímový prístup

Vypracovanie PFMEA a jej udržiavanie zabezpečuje viacodborový tím bežne vedený zodpovedným technikom. Od vedúceho tímu alebo zodpovedného technika sa očakáva, že zapojí zástupcov jednotlivých oblastí. Medzi tieto oblasti patrí:

- konštrukcia,
- montáž,
- výroba,
- materiály,
- kvalita,
- služba
- a dodávatelia.

PFMEA by mala byť katalyzátorom, ktorý dáva podnety k výmene názorov, a tým evokuje, propaguje tímový prístup.

4.1 Úvaha o navrhovanom produkte

Tím by mal predpokladať, že produkt, tak ako je navrhnutý, bude spĺňať zámer návrhu. V priebehu vypracovania PFMEA môže tím identifikovať možnosti návrhu, a tým znížiť výskyt porúch v procese.

4.2 Vypracovanie FMEA

Technik zodpovedný za proces má k dispozícii viacero dokumentov, ktoré budú potrebné pri vypracovaní PFMEA. PFMEA začína vypracovaním prehľadu toho, čo je zámerom procesu. PFMEA by mala začínať vývojovým diagramom bežného procesu. Tento diagram by mal identifikovať charakteristiky produktu alebo procesu, ktoré sú spojené s každou operáciou. Mali by sa zahrnúť identifikácie dopadu na produkt, ktoré vyplývajú z príslušnej DFMEA. Tiež by mali byť pripojené kópie vývojového diagramu použité pri vypracovaní PFMEA.

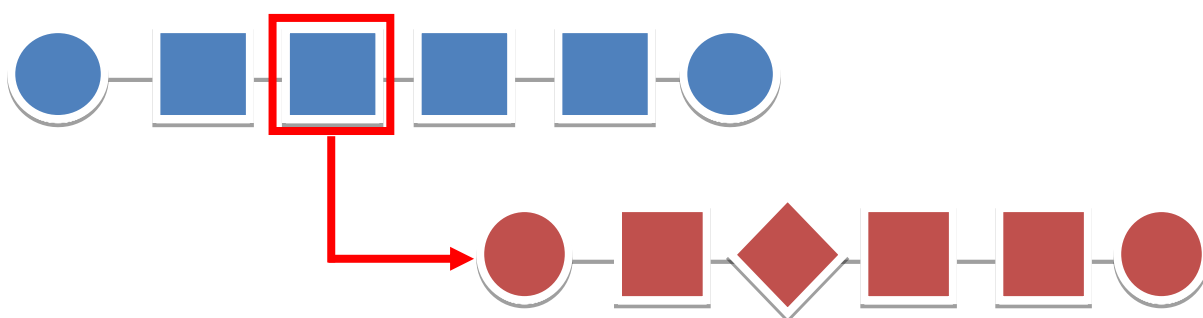
Predpokladom je, že PFMEA začíname riešiť preštudovaním informácií nevyhnutných na pochopenie výrobných a montážnych operácií a na definovanie ich požiadaviek.

Primárnym vstupom pri riešení PFMEA je vývojový diagram procesu, ktorý slúži ako nástroj stanovujúci rozsah analýzy v priebehu výrobného systému.

4.3 Process Flow Chart a väzba na PFMEA

Vývojový diagram popisuje priebeh procesom od začiatku až do konca (vstup >>> výstup).

Tento by mal obsahovať jednotlivé kroky v rámci celého procesu a takisto aj ich súvisiace výstupy (charakteristika produktu, požiadavky, nové výsledky produktu atď.) a výstupy (charakteristiky procesu, zdroje variability atď.). Vývojový diagram je všeobecne považovaný za rámcovú mapu procesu, táto vyžaduje podrobnejšiu analýzu možných spôsobov porúch.



Obrázok 3. Rámcová mapa procesu

Obrázok 2. – Mapa procesov od rámcových po podrobné

PFMEA by mala byť v súlade s vývojovým diagramom procesu. Môžeme vykonať predbežné posudzovanie rizík s využitím vývojového diagramu s cieľom zistiť, ktorá operácia alebo krok operácie má dopad na výrobu produktu. Toto posudzovanie je spravidla súčasťou PFMEA. Požiadavky popisujú to, čo by malo byť dosiahnuté v každej operácii. Požiadavky poskytujú pre tím informácie o možnom vzniku porúch.

Ďalšie zdroje informácií

Medzi efektívne zdroje informácií patria:

- DFMEA,

- výkresy a projektová dokumentácia,
- rozpis procesu,
- matica vzťahov,
- interné a externé nezhody,
- údaje o kvalite a bezporuchovosti (informácie z minulosti).

Informácie z prieskumu

Po určení predmetu analýzy tím začne preskúmať informácie z minulosti. Pozornosť zameriavajú na:

- poznatky získané z predchádzajúcich realizácií návrhov a produktov,
- informácie o ochrane pred chybami ako smernice, normy atď.

Informácie o charakteristikách kvality z predchádzajúcich návrhov, ako kvalita na prvýkrát (FTQ – First Time Quality), vyrobené na prvýkrát (FTT – First Time Through), kusov na milión (PPM – Parts Per Million), ukazovatele spôsobilosti procesu (C_{pk} a P_{pk}), ako aj iné garančné metódy.

4.4 Formulár FMEA

Tento formulár obsahuje minimálne predpokladané informácie obvykle pri OEM. Počet a poradie týchto stĺpcov je možné upravovať v závislosti od potrieb organizácie a zákazníka.

4.4.1 Hlavička formulára FMEA

Údaje uvedené v hlavičke tohto formulára by mali jednoznačne identifikovať zameranie, ako aj informácie v spojitosti s procesom riadenia a vypracovaním dokumentu. Formulár by mal obsahovať:

číslo FMEA – A – alfanumerický údaj na označenie dokumentu a riadený dokument,

objekt – B – potrebné je uviesť číslo systému alebo podsystému,

zodpovednú osobu za proces – C – uvedieme zodpovednú osobu za originálne zariadenie (OEM), organizáciu, skupinu za návrh procesu,

rok výroby modelu – D – uvedieme predpokladaný rok výroby modelu a programu, tieto budú využívať analyzovaný proces alebo ním budú ovplyvnené,

dátum ukončenia – E – uvedie sa dátum skončenia PFMEA, tento by nemal presiahnuť dátum začatia výroby,

dátum vypracovania FMEA – F – dátum dokončenia originálu PFMEA a dátum poslednej revízie,

riešiteľský tím – F – uvedieme mená členov tímu zodpovedných za vypracovanie PFMEA a ich kontaktné údaje (meno, firma, telefónne číslo a e-mail).

4.5 Hlavná časť PFMEA

Hlavná časť PFMEA obsahuje analýzu rizík vzťahujúcich sa k možným poruchám.

Kroky procesu – a – tento krok je možné rozdeliť na dva alebo viaceré stĺpce a je možné kombinovať ich do jedného rozdeleného stĺpca, ktorý zahŕňa tieto prvky.

Funkcie procesu – a1 – sú označené ako krok procesu alebo analyzovaná operácia, a to na základe číslovania procesu a terminológie. Zadáva sa napríklad číslo a identifikátor. Táto schéma, postupnosti krokov by mala byť zhodná s vývojovým diagramom procesu, aby bola zabezpečená dohľadateľnosť a vzťahy s inými dokumentmi, ako (plány kontrol a riadenia, inštrukcie pre operátorov).

Požiadavky – a2 – uvedené sú požiadavky pre analyzovanú funkciu kroku procesu alebo operácie. Požiadavky sú chápané ako vstupy do procesu a tieto sú špecifikované na splnenie zámeru alebo požiadavky zákazníka.

Možný spôsob poruchy – b – je definovaný ako spôsob, akým by mohol proces zlyhať pri plnení požiadavky na proces.

Pri vypracovávaní FMEA sa počíta s tým, že vstupujúci diel (materiál) je správny. Možné spôsoby porúch by mali byť popísané technickými termínmi, nie však ako príznaky, ktoré by mal zákazník postrehnúť.

Pokiaľ sú požiadavky náležite definované, je potom možné ľahko identifikovať, ak nie je príslušný bod splnený. Každá požiadavka môže mať viac porúch a veľký počet porúch pri jednom bode požiadavky je obvykle znamením, že daná požiadavka nie je riadne definovaná.

Ak predpokladáme, že by sa mohla porucha vyskytnúť, a pritom sa nemusí vôbec vyskytnúť – používame slovo „možný“.

Možný dôsledok porúch – c – dôsledok poruchy je možné definovať ako spôsob poruchy, ako ho vníma zákazník.

Pojmom – zákazník môžeme rozumieť externého teda koncového zákazníka a interného zákazníka, a tým je spravidla následná operácia. Dôsledky uvedené v PFMEA by mali byť zhodné s DFMEA. Ak by mohla porucha ovplyvniť bezpečnosť alebo nezhodu, táto by mala byť jednoznačne uvedená v PFMEA.

Na stanovenie možných dôsledkov si môžeme klásť nasledovné otázky.

- Bráni fyzicky možná porucha nasledujúcemu výrobnému postupu alebo je príčinou možného poškodenia zariadenia, alebo ublíženia operátorovi?
- Aký je možný dopad na konečného užívateľa?
- Čo by sa stalo, keby sa dôsledok zistil skôr, ako by sa produkt dostal k zákazníkovi?

Závažnosť – d – (S) Severity

Závažnosť môžeme definovať ako hodnotu spojenú s najväčším dôsledkom v prípade daného spôsobu poruchy.

Tím by sa mal dopredu zhodnúť na kritériách hodnotenia a na systéme známkovania a mal by ich konzistentne používať aj v prípade modifikácie pre konkrétne postupy analýzy. (Tabuľka 3.)

Dôsledok	Kritérium: Závažnosť dôsledku vo vzťahu k produktu	Známka	Dôsledok	Kritérium: Závažnosť dôsledku vo vzťahu k produktu
Nesplnenie bezpečnostných požiadaviek a/alebo požiadaviek predpisu	Možný spôsob poruchy, ktorý bez upozornenia ovplyvňuje bezpečnú prevádzku vozidla a/alebo znamená nesúlad s právnymi predpismi.	10	Nesplnenie bezpečnostných požiadaviek a/alebo požiadaviek na predpisy	Bez varovania môže ohroziť operátora (stroj alebo montážny celok)
	Možný spôsob poruchy, ktorý s varovaním ovplyvňuje bezpečnú prevádzku vozidla a/alebo znamená nesúlad s právnymi predpismi.	9		S varovaním môže ohroziť operátora (stroj alebo montážny celok)
Strata alebo zhoršenie primárnej funkcie	Strata primárnej funkcie (vozidlo je nepojazdné, neovplyvňuje bezpečnú prevádzku vozidla)	8	Závažné porušenie	100 % produktov bude musieť byť vyradených. Odstávka linky alebo zastavenie dodávky
	Zhoršená primárna funkcia vozidla (vozidlo je pojazdné, avšak pri zníženej úrovni technických parametrov)	7	Významné porušenie	Časť vyrobených produktov bude musieť byť vyradená. Odchýlka od primárneho procesu vrátane zníženia rýchlosti linky alebo dodatočného personálu
Strata alebo zhoršenie sekundárnej funkcie	Strata sekundárnej funkcie (vozidlo je pojazdné, ale funkcie zabezpečujúce pohodlie nie sú funkčné)	6	Mierne porušenie	100 % produktov bude musieť byť prepracovaných mimo linky a opätovne schválených
	Zhoršená sekundárna funkcia (vozidlo je pojazdné, ale funkcie zabezpečujúce pohodlie sú na nižšej technickej úrovni)	5		Časť vyrobených produktov bude musieť byť prepracovaná mimo linky a opätovne schválená
Neprijemnosť	Vzhľad alebo hluk, vozidlo je pojazdné, objekt je nevyhovujúci a väčšina zákazníkov si to všimla ($x > 75\%$)	4	Mierne porušenie	100 % produktov bude musieť byť prepracovaných na pracovisku pred ďalším výrobným postupom.
	Vzhľad alebo hluk, vozidlo je pojazdné, objekt je nevyhovujúci a mnoho zákazníkov si to všimlo ($x = 50\%$)	3		Časť vyrobených produktov bude musieť byť prepracovaná pred ďalším výrobným postupom.
	Vzhľad alebo hluk, pojazdné, objekt je nevyhovujúci a všimli si to iba nároční zákazníci ($x < 25\%$)	2	Minimálne porušenie	Drobná neprijemnosť vo vzťahu k procesu, operácii alebo operátorovi
Žiadny dôsledok	Žiadny badateľný dôsledok	1	Žiadny dôsledok	Žiadny badateľný dôsledok

Tabuľka 3. Kritériá hodnotenia závažnosti pre PFMEA

Klasifikácia – e – stĺpec klasifikácia sa zväčša používa na zdôraznenie spôsobu porúch s vysokou prioritou alebo príčin, ktoré môžu vyžadovať doplnujúce technické posudzovanie. Tento stĺpec môže byť využitý na charakterizovanie akýchkoľvek charakteristík produktu alebo procesu pre systém alebo jeho podsystémy, ktoré môžu využívať doplnujúce nástroje kvality.

Možná príčina – f – možná príčina je definovaná ako označenie toho, ako sa môže príčina vyskytnúť, a je popísaná ako niečo, čo ide opraviť alebo riadiť. Možná príčina môže vyjadrovať slabú stránku návrhu alebo produktu, ktorý môže spôsobiť poruchu. Tím by mal pri vypracovávaní FMEA predpokladať, že materiál na vstupe je bez chyby, teda vyhovujúci. Mali by sa zaznamenať iba chyby.

Výskyt – g – (O) Occurrence

Výskyt môžeme definovať ako pravdepodobnosť výskytu príčiny. Znamka ohodnotenia má skôr relatívny význam ako absolútnu hodnotu (tab. 4).

Pravdepodobnosť poruchy	Kritérium: Výskyt príčiny – PFMEA	Znamka hodnotenia
Veľmi veľká	≥ 100 na tisíc ≥ 1 z 10	10
Veľká	50 na tisíc 1 z 20	9
	20 na tisíc 1 z 50	8
	10 na tisíc 1 zo 100	7
Stredná	2 na tisíc 1 z 500	6
	0,5 na tisíc 1 z 2000	5
	0,1 na tisíc 1 z 10 000	4
Malá	0,01 na tisíc 1 z 100 000	3
	$\leq 0,001$ z tisíc 1 z 1 000 000	2
Veľmi malá	Porucha je eliminovaná na stroji riadením prevencie	1

Tabuľka 4. Kritériá: výskyt príčiny – PFMEA

Nástroj na riadenie aktuálneho procesu – h – nástroje, vďaka ktorým je možné zabrániť výskytu príčin poruchy alebo odhaliť spôsob poruchy, alebo príčinu, ak by sa vyskytla.

Sú nám známe dva nástroje riadenia procesov.

- **Prevencia**

Slúži na odstránenie výskytu príčiny poruchy alebo spôsobu poruchy alebo zníženie početnosti ich výskytu.

- **Detekcia**

Je určená na odhalenie príčiny alebo spôsobu poruchy, ktorá vedie k súvisiacemu opatreniu alebo protiopatreniu.

Pokiaľ nám to situácia umožňuje využívame nástroje prevencie. Známkovanie výskytu bude ovplyvnené nástrojmi riadenia prevencie za predpokladu, že sú súčasťou procesu. Počiatočné známkovanie detekcie bude založené na odhaľovaní príčiny alebo spôsobu poruchy.

Vzhľadom na to, že štatistické metódy zostavujú diagramy na posúdenie stability procesu alebo štatisticky nezvládnutého stavu na základe tvorby výberu, nemali by sme ich brať do úvahy pri hodnotení efektívnosti.

Detekcia (D) Detection

Detekciu môžeme definovať ako známku spojenú s nástrojom riadenia detekcie. Detekcia je relatívnou známku v rámci predmetu FMEA. Na dosiahnutie nižšej známky je nutné všeobecne zlepšiť nástroj detekcie (tab. 5).

Možnosť detekcie	Kritérium: Pravdepodobnosť odhalenia nástrojmi riadenia procesu	Známka hodnotenia	Pravdepodobnosť odhalenia
Nie je možné detekovať	Žiadny nástroj na riadenie tohto procesu, nie je možné odhaliť alebo nie je analyzované	10	Takmer nedetekovateľná
V žiadnej etape nie je pravdepodobnosť	Nie je jednoduché zistiť spôsob poruchy a/alebo chyby	9	Veľmi mizivá
Detekcia až po vykonaní operácie	Detekcia spôsobu poruchy po vykonaní operácie operátorom pomocou vizuálnych alebo akustických prostriedkov	8	Mizivá
Detekcia problému pri zdroji	Detekcia spôsobu poruchy na pracovisku, operátorom pomocou vizuálnych alebo akustických prostriedkov, alebo po vykonaní operácie s využitím atributívneho merania (áno/nie, go/no go)	7	Veľmi malá
Detekcia až po vykonaní operácie	Detekcia spôsobu poruchy po vykonaní operácie operátorom pomocou meraní premenných veličín alebo na pracovisku operátorom pomocou využitia atributívneho merania (áno/nie, go/no go)	6	Malá
Detekcia problému pri zdroji	Detekcia spôsobu poruchy alebo chyby na pracovisku operátorom využitím premenných veličín alebo automatizovaným nástrojom riadenia na pracovisku, tieto zistia nezhodu a informujú operátora.	5	Stredná
Detekcia až po vykonaní operácie	Detekcia poruchy po vykonaní operácie automatizovanými nástrojmi, tieto zablokujú diel pred ďalšou operáciou.	4	Stredne veľká
Detekcia problému pri zdroji	Detekcia spôsobu poruchy na pracovisku automatizovanými nástrojmi riadenia, tieto zablokujú diel pred ďalšou operáciou.	3	Veľká
Detekcia chyby a/alebo prevencia problému	Detekcia chyby/príčiny na pracovisku automatizovanými nástrojmi riadenia, tými sa zisti nezhoda a zabráni sa zhotoveniu dielu	2	Veľmi veľká
Detekcia je neaplikovateľná, prevencia chyby	Prevencia chyby v dôsledku návrhu upínacieho prípravku, návrhu stroja alebo dielu. Nezhodný diel nie je možné vyrobiť vzhľadom na jeho konštrukčné vyhotovenie (výrobok odolný voči chybám).	1	Takmer istá

Tabuľka 5. Kritéria pri hodnotení detekcie FMEA

4.5.1 Určovanie priorít pre opatrenia

Keď tím dokončí počiatočné identifikovanie spôsobu a dôsledkov porúch a príčin riadenia vrátane známkovania z hľadiska závažnosti výskytu a detekcie, je potrebné rozhodnúť, či je potrebné na zmiernenie rizika vykonať ďalšie kroky. Prvotné zameranie tímu by malo byť orientované na spôsoby porúch s najväčšou známku závažnosti.

Hodnotenie RPN – j

RPN číslo je jedným z nástrojov, ktorý napomáha určiť prioritu opatrenia.

RPN je súčin hodnôt závažnosti (S), výskytu (O) a detekcie (D)

$$\text{RPN} = \text{S} \times \text{O} \times \text{D}$$

V rámci predmetu FMEA táto hodnota môže byť v rozpätí od 1 po 1 000.

Pri aplikovaní prahových hodnôt môžeme predpokladať, že RPN je ukazovateľ relatívneho rizika a, že nie je potrebné neustále zlepšovanie (napriek tomu, že je potrebné).

Prahová hodnota má iba subjektívny charakter a stanovená je po vzájomnej dohode v rámci rizikového tímu.

Príklad

Pokiaľ je prahová hodnota dohodnutá na 100, požaduje sa, aby dodávateľ prijal opatrenia pre charakteristiky B (112) (tab. 6).

Tabuľka 6.

Objekt	Závažnosť	Výskyt	Detekcia	RPN
A	9	2	5	90
B	7	4	4	112

Tabuľka 6. Príklad

V tomto prípade je hodnota RPN vyššia v prípade B, no tím by mal prihliadať na objekt A, pretože závažnosť je v tomto prípade vyššia.

Odporúčané opatrenia – k – všeobecne je známe, že preventívne opatrenia majú prednosť pred detekčnými opatreniami. Zámerom akéhokoľvek odporúčaného opatrenia je znížiť známku hodnotenia v nasledujúcom poradí:

- závažnosť,
- výskyt,
- detekcia.

Príklady prístupu na zníženie sú vysvetlené nasledovne.

- **Závažnosť (S)** – je možné znížiť revíziou produktu alebo procesu.
- **Výskyt (O)** – je možné dosiahnuť odstránením alebo riadením jednej alebo niekoľkých príčin spôsobov poruchy pomocou revízie návrhu produktu alebo procesu.
- **Detekcia (D)** – na zlepšenie detekcie je nevyhnutne potrebné ovládať, mať potrebné znalosti o dominantných príčinách variability a akýchkoľvek zvláštnych príčinách. Zvyšovanie kontrolných činností by malo byť ako dočasná činnosť, pretože nie je efektívnym riešením. Služiť by malo iba na zhromaždenie doplňujúcich informácií – trvalé preventívne opatrenie (*Chrysler, Ford, GM; SPC Manual, AIAG*).

Termíny dokončenia a zodpovednosť – i – do kolónky je potrebné uviesť meno osoby a organizácie zodpovednej za splnenie každého odporúčaného opatrenia vrátane termínu. Vedúci tímu je zodpovedný aj za realizovanie všetkých odporúčaných nápravných riešení a opatrení.

Výsledky opatrenia – (m – n) – V tejto časti sa uvedú známky získané po zavedení nápravných opatrení.

$$S \times O \times D = RPN$$

Dátum dokončenia – m

Po realizácii daného opatrenia sa uvedie stručný popis daného opatrenia a dátum reálneho ukončenia nápravného opatrenia.

Závažnosť, výskyt, detekcia a RPN – n

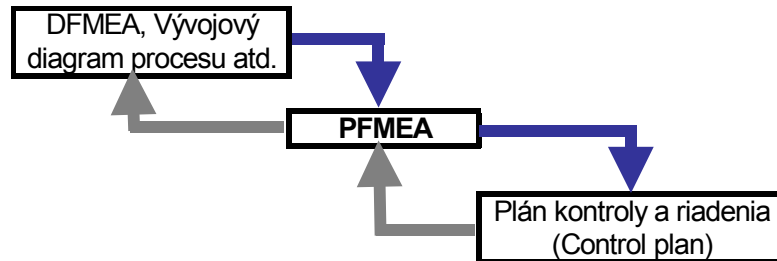
Po aplikovaní nápravného riešenia sa zaznamenáva aktuálna známka RPN, ktorá poukazuje na aktuálny súčin známk S, O, D.

4.5.2 Udržiavanie PFMEA

PFMEA je živý dokument a je nevyhnutné, aby bol pravidelne „updatovaný“, vždy keď príde k nejakej zmene, či už z procesného, alebo návrhového hľadiska. Zvláštnu pozornosť je potrebné venovať známkam udeleným za výskyt a detekciu.

4.6 Vázby PFMEA na DFMEA a CONTROL PLAN

Tabuľka



Obrázok 4. Tok informácií v rámci PFMEA

Pri riešení PFMEA sa formálne nadväzuje na informácie a znalosti získané z DFMEA. Vázby medzi design FMEA a proces FMEA nie sú vždy jednoznačné, pretože ich zameranie sa líši. DFMEA je zameraná na funkciu dielu, kým PFMEA sa zameriava na proces výroby. Takisto informácie uvedené v stĺpcoch formulára nie sú zhodne zamerané. Pri porovnaní celkovej analýzy návrhu je možné nájsť vzájomné spojitosti.

II. PRAKTICKÁ ČASŤ

5 PREDSTAVENIE FIRMY

Firma AVX je výrobcou pasívnych elektronických súčiastok, prevažnú časť výroby tvoria keramické a tantalové kondenzátory, v portfóliu sa nachádzajú aj iné elektronické súčiastky ako kondenzátory a rezistory. Približne 50 % výroby tvoria kondenzátory. Medzi zákazníkov patria rôzni svetoví výrobcovia elektronických súčiastok. Materská spoločnosť má sídlo v USA – Južnej Karolíne, v meste Conway. Spoločnosť datuje svoj počiatok už do 20. rokov 20. storočia. Japonská spoločnosť Kyocera kúpila väčšinu akcií v roku 1989. Preto logo firmy AVX Czech Republic, s. r. o., obsahuje podnadpis KYOCERA GROUP COMPANY. Spoločnosť AVX Corporation je vlastníkom 20 pobočiek v 12 štátoch. Dve pobočky sa nachádzajú Českej republike. V roku 1992 bola otvorená prvá pobočka v Lanškroune a následne, pár rokov na to, bola otvorená druhá pobočka v Uherskom Hradišti. V Uherskom Hradišti má AVX dve pobočky, a to jednu v areály firmy MESIT a druhú v mestskej časti SADY.

Firma má nasledovné divízie.

- Keramika MLC
- TPC FRANCIE
- Konektory ELCO
- TFO Izrael
- Európsky zákaznícky servis AVX
- Distribučné centrum

5.1 Výrobné divízie

5.1.1 TPC FRANCIE

Hlavným zameraním sú fóliové a keramické kondenzátory

Divíziu TPC tvoria tri pobočky:

- Saint Apollinaire vo Francúzsku,
- Uherské Hradište v Českej republike,
- Penang v Malajzii.

V roku 1948 bola vo Francúzsku založená firma LCC, táto sa neskôr premenovala na TPC, keď bola v roku 1999 kúpená spoločnosťou AVX. V januári 2003 bola presunutá

prvá časť výroby do Uherského Hradišťa a vzhľadom na úspešný presun sa rozšírila výroba o produkty pracujúce v extrémnych teplotách. Materiály podľa použitia rozdeľujeme do dvoch základných skupín:

1. skupina – keramické výrobky,
2. skupina – výrobky z plastovej fólie.

Tieto výrobky sa následne zapuzdria, balia a odosielajú k zákazníkovi.

Keramická výroba zahŕňa výrobky typu kondenzátory, termistory, varistory a senzory. Tieto výrobky sa dodávajú do priemyselných aplikácií, akými sú meracie zariadenia na podmorský výskum, telekomunikačnú techniku, automobily, spotrebnú elektrotechniku (televízory, práčky atď.)

Výrobky nachádzajú svoje uplatnenie aj vo vesmírnom programe.

Filmovú linku tvoria fóliové kondenzátory (chip film), tieto sa používajú v automobilovom priemysle napríklad ako súčasť alternátorov. Medzi tieto výrobky patria aj takzvané Medium a High Power kondenzátory, tieto nachádzajú svoje využitie napríklad aj v elektrárňach, veterných elektrárňach a lokomotívach.

5.1.2 Keramika MLC

Divízia keramických kondenzátorov

Divízia sa zaoberá výrobou viacvrstvových kondenzátorov, v Uherskom Hradišti pôsobí od 1996. Prvá časť výroby bola do Čiech presunutá z Írska z mesta Coloraine, presťahovaná bola výroba kondenzátorov. Táto časť sa volá Tape and Reel a v priebehu dňa zabalí až 35 miliónov kusov. Po úspešnom presune prvej časti výroby bola presunutá ďalšia časť výroby, ktorou bolo vizuálne triedenie, elektrické testovanie a stredisko špeciálnych zdokonalených výrobkov. Ako posledné bolo presunuté laboratórium na testovanie keramických kondenzátorov. V nadväznosti na presun bola celá divízia certifikovaná ISO 9000. V súčasnej dobe je táto výroba lokalizovaná v Írsku a posielajú produkty do Uherského Hradišťa.

V dôsledku plánovania rozšírenia výroby sa začala v roku 2003 výstavba nového komplexu v mestskej časti Sady. V priebehu roka bolo sprevádzkované nové stredisko terminácie a galvanického pokovovania koncoviek keramických kondenzátorov. V nadväznosti bola pre-

sunutá celá výroba z objektu Mesit. Primárnu skupinu zákazníkov tvoria výrobcovia elektroniky, subdodávatelia automobilového priemyslu a firmy venujúce sa špeciálnym projektom. Stredisko EMAP (European Manufactured Advanced Products) vyrába kondenzátory, ktoré pracujú pri extrémnych podmienkach v zariadeniach, akými sú napríklad práčky, umývačky, automobily, rozvodne a vysielacie digitálnych sietí. Ďalším využitím sú tiež hlavice ropných vrtných súprav, ponorky, dopravné lietadlá a družice.

5.1.3 Konektory ELCO

Divízia konektorov

Konektory sa vyrábajú vo viacerých krajinách sveta. V roku 1998 bola z Nemecka presunutá do Uherského Hradišťa (areál firmy Mesit) výroba elektronických konektorov, divízia ELCO. Najprv išlo iba o montovanie niektorých typov konektorov. Tieto jednoduché operácie boli vykonávané najskôr manuálne a v priebehu času boli automatizované. Po zvládnutí montáže sa rozšíril proces o vlastnú výrobu plastových dielov a lisovanie kontaktov. Stredisko vyrába veľké množstvo konektorov využitých predovšetkým v automobiloch. Tieto konektory sú určené pre základné elektrické obvody, pre aplikácie v hlavných častiach automobilov, ako bezpečnostných prvkoch, airbagoch, vstrekovacích jednotkách atď. Konektory ELCO sú dodávané predovšetkým pre automobilový priemysel, IT systémy a ich príslušenstvo. Ďalšie využitie je možné v telekomunikáciách, spotrebnej elektrotechnike navigačných systémoch, vojenských aplikáciách a pod.

5.1.4 Európsky zákaznícky servis AVX

(Nevýrobná súčasť organizácie)

Do Uherského Hradišťa bola najprv presunutá časť kancelárie marketingu. V momente, keď marketingové oddelenie pracovalo podľa požiadaviek vedenia, bolo rozhodnuté o presune časti zákazníckeho servisu spoločnosti AVX z Veľkej Británie do Českej republiky. Majoritnou úlohou tohto oddelenia je poskytnúť podporu zákazníkovi AVX, porozumieť potrebám, požiadavkám a následne nájsť vhodné riešenie. Táto práca zahŕňa celý rad rôznych činností, akými sú napríklad zabezpečovanie vzoriek, zabezpečovanie objednávok, poskytovanie informácií o stave objednávok, spracovanie požiadaviek na zmeny produktu, dodávok a ďalšie činnosti, ako napríklad vybavovanie reklamácií. Zákaznícky servis je rozdelený na štyri oddelenia, ktorými sú:

- Distribúcia,
- Priami zákazníci,
- Zmluvní zákazníci,
- Cenové oddelenie.

V dnešnej dobe je oddelenie Európskeho zákazníckeho servisu v Uherskom Hradišti jedným z najväčších v Európe.

5.1.5 Distribučné centrum

Distribučné centrum je hlavným skladom hotových výrobkov keramických kondenzátorov v Európe. Z distribučného centra sú odosielané výrobky priamo zákazníkovi podľa dohodnutých podmienok a v dohodnutom termíne.

5.2 Proces a analýza produktu

V AVX Uherské Hradište máme dlhodobé skúsenosti s využívaním nástrojov a metód kvality, medzi ne patrí aj metóda FMEA. Metódu PFMEA aplikujeme na všetky svoje výrobkové rady. Pri vytváraní PFMEA vychádzame s jednotlivých krokov procesu, pričom analyzujeme činnosti spojené s technickou prípravou výroby. Vzhľadom na to, že PFMEA pre jednotlivé produkty je takmer zhodná, budem venovať svoju pozornosť konkrétnemu problému, a to NTC Termistorom.

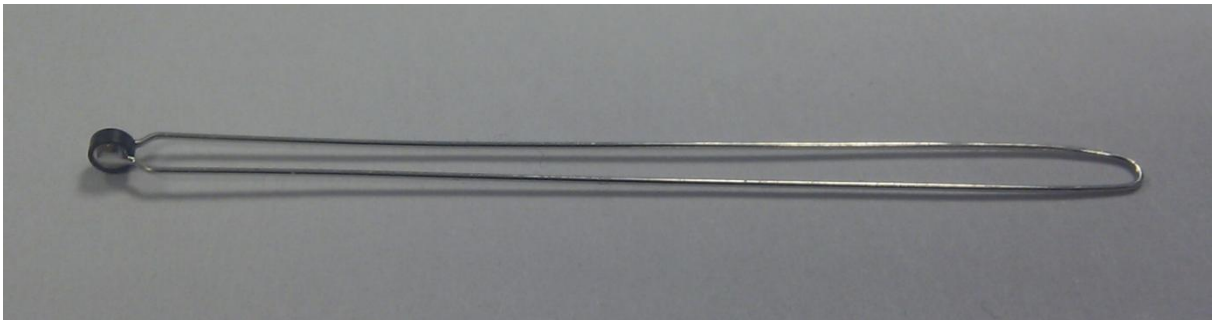
Analýza FMEA prebieha v nasledovných etapách:

- a) vytvorenie tímu a zadelenie úloh,
- b) analýza súčasného stavu,
- c) návrh preventívnych opatrení,
- d) hodnotenie stavu po zavedení preventívnych opatrení. [7]

Na zostavenie formulára pre FMEA boli využité dostupné informácie zo skutočného stavu. Informácie o nezhodách sú v prvom rade zaznamenávané do sprievodnej dokumentácie a v prípade potreby do formulára pre NCR alebo 8D.

Prahová hodnota RPN bola firmou AVX Uherské Hradište stanovená na hodnotu 125, a tým sa predpokladá, že práve táto hodnota bude meradlom relatívneho rizika a pri dosahovaní tejto hodnoty bude dostatočne zabezpečená kvalita produktov.

5.3 NTC termistory



Obrázok 5. NTC termistor

Súčiastka, ktorá bude v podniku analyzovaná pomocou metódy FMEA je NTC Termistor.

Termistor je pasívna elektronická súčiastka, s odporom závislým od zmeny teploty. Ide o špeciálne typy rezistorov, ktoré môžeme rozdeliť podľa ich teplotnej závislosti na PTC „pozistor“ a NTC „negastor“ (**t. j. Positive Temperature Coefficient a Negative Temperature Coefficient**), kde:

PTC termistor – odpor pri zahrievaní rastie,

NTC termistor – odpor pri zahrievaní klesá.

Firma vyrába viacero modifikácií NTC termistorov s rôznymi elektrickými parametrami a pri všetkých týchto súčiastkach je povinná analýza procesu výroby pomocou FMEA.

Výrobky sa dodávajú viacerým dôležitým zákazníkom v automobilovom, leteckom, železničnom a vesmírnom odvetví. Zákazníci kladú vysoký dôraz na to, aby všetci dodávatelia dodržovali predpísanú kvalitu, ako aj termíny dodania.

Typy	NJ 28	NP 30	NI 24	NK 20
Koncový	Kritý čip s fenolovou živnicou + lakom + pocínovaným meďným drôtom	Čip krytý epoxidom	Čip krytý epoxidovými AWG30 izolovaným drôtom + Postriebrené niklové dróty	Čip
Rozmery v milimetroch (inčoch)				
Značenie	Otvorené balenie iba			
Prevádzková teplota	-55°C to +150°C			
Tolerancia Rn (25°C)	±1%, ±2%, ±3%			
Maximálna strata pri 25°C	0.16 W			
Tepelný stratový činiteľ*	3 mW/°C		3 mW/°C	2 mW/°C
Tepelná časová konštanta	8 s		8 s	6 s
Odozvy	< 2 s			

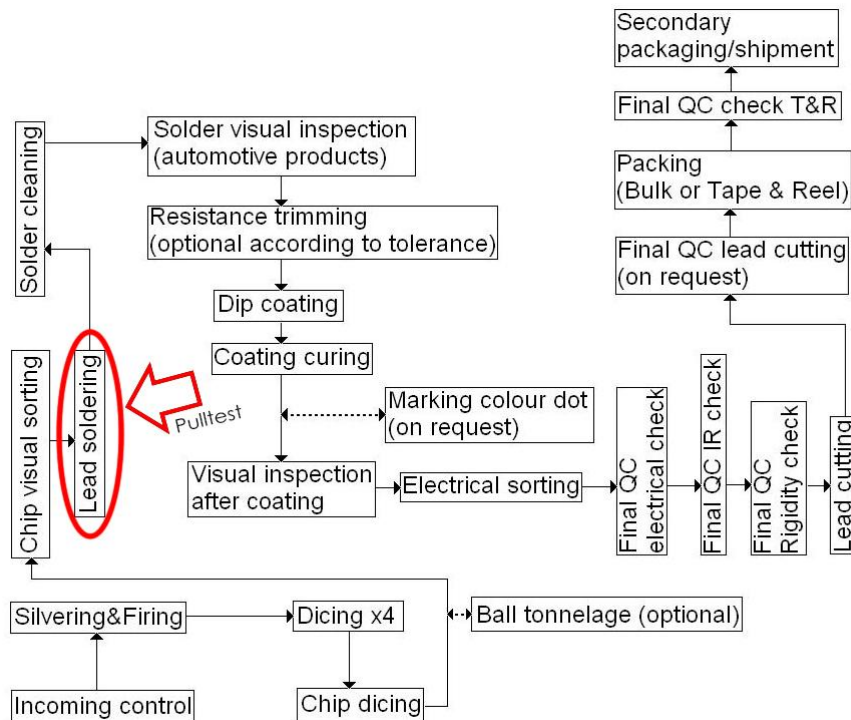
Tabuľka 7. Parametre NTC termistoru

5.4 Zistenie problému

Podnet na opätovné prehodnotenie jednotlivých bodov FMEA bol pri zistení problému s odtrhom. Táto kontrola sa vykonáva na konci operácie lead-soldering a slúži na overenie pevnosti spoja.

Mojou úlohou, ako inžiniera kvality, je neustále kontrolovanie a koordinovanie kontrolných činností v rámci oddelenia TPC. Medzi tieto patrí aj pravidelné sledovanie trendov, tu som spozoroval pokles pevnosti v ťahu (pull-test). Kontrola sa vykonáva na Motorizovanej stoličnici IMADA MV100AC priamo prepojenej s dynamometrom IMADA DPX-5TR. Toto zariadenie na meranie odtrhu má merací rozsah do 49 [N]. Podmienka na uznanie a schválenie pevnostnej skúšky je definovaná hodnotou odtrhu a tá nesmie byť nižšia ako 5 [N]. Teda musí spĺňať nasledovnú podmienku.

$$KO < 5 \text{ [N]} \leq OK$$



Obrázok 6. Vývojový diagram procesu s vyznačenou kontrolou Pull-test.

Táto kontrola sa uskutoční odobratím 10 kusov vzorkou z 1 rámu, čo zodpovedá počtu 1 680 kusov. V ráme sa nachádza 60 pásov s dĺžkou 23 cm osadených počtom 28 kusov senzorov.

5.5 Zostavenie tímu FMEA

Pred začatím analýzy PFMEA je nevyhnutné konzultovať a dôkladne sa oboznámiť s technologickým postupom. Ako zástupca oddelenia kvality som inicioval stretnutie a komunikáciu s predstaviteľmi ostatných kľúčových oddelení t. j.:

- kvalita,
- proces (riadenia výroby),
- metrológia,
- údržba.

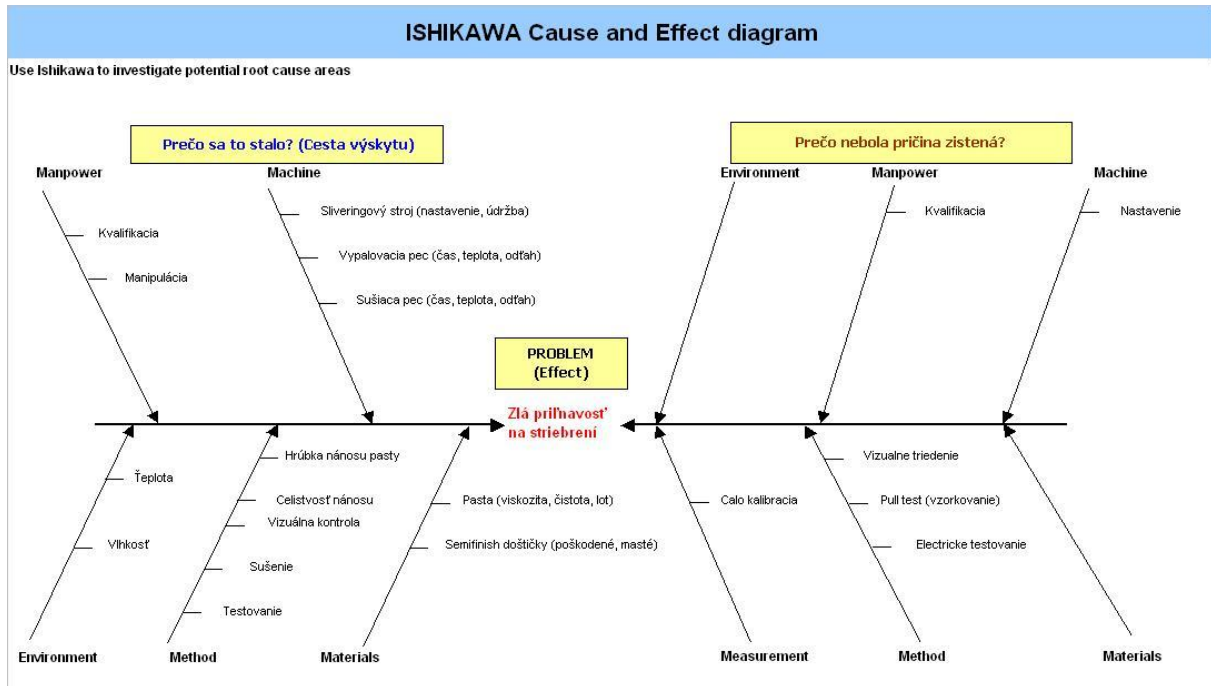
Otvoril som „brainstormingovú“ poradu, ktorej prvotnou úlohou bolo oboznámiť jednotlivých predstaviteľov s problémom. V druhej etape sme lokalizovali zdrojový problém. A v záverečnej fáze sme navrhli nápravné opatrenia.

Myšlienkou pri analyzovaní problému bolo rozdelenie procesu ako celku na menšie časti a tieto boli analyzované samostatne. Podskupiny tvorili nasledovné operácie:

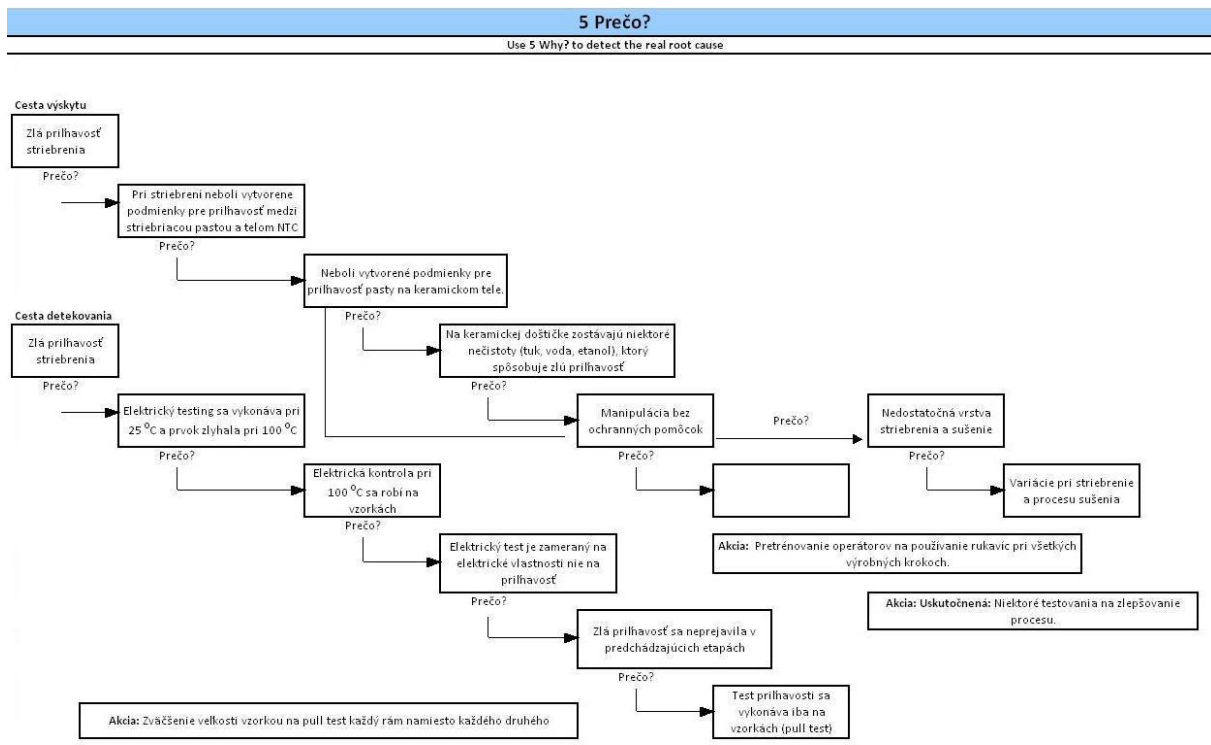
- Silvering/pokovovanie,
- Dicing/rezanie,
- Lead soldering/zváranie.

V priebehu stretnutia boli tieto podskupiny analyzované a rizikové body – „potenciálne príčiny“, boli v Kontrol pláne a PFMEA odlišené farebne (viď. Príloha 1., Príloha 3). Pri analyzovaní boli využité nasledovné nástroje kvality:

- Ishikawa,
- 5 Prečo,
- Pareto analýza,
- SPC,
- PFMEA.



Obrázok 7. Ishikawa



Obrázok 8. Ishikawa pre proces pokovovania (silveringový proces)

5.6 Rozdelenie úloh pre tím PFMEA

Zástupcovia jednotlivých oddelení dostali úlohy, ktoré bolo nevyhnutné vykonať ešte pred začiatkom riešenia problému.

1. Metrológia – skontrolovať správnosť funkčnosti meracích zariadení. V prípade potreby kalibrovať pull-test. Po obdržaní Schvaľovacej správy bola vyvrátená chyba možná chyba meracieho reťazca.
2. Technické oddelenie overilo a potvrdilo správnosť nastavenia a funkčnosť strojných zariadení (t. j. MSPC (Lead soldering), Pece (Firing), Dicer (dicing), Sušiacu pec FIR, Presco (Silvering)).
3. Úlohou procesu bolo skontrolovanie jednotlivých procesných úkonov.

5.7 Pull-test – Skúška odtrhu

5.7.1 Popis operácie

Kontrola sa vykonáva na vzorkách náhodne vybraných z jedného rámu. Vzorkovanie 10 kusov NTC senzorov testujeme na pull-testeri (Obr. 4.). Motorizovaná stolica IMADA MV100AC, dynamometer IMADA DPX-5TR.



Obrázok 9. zľava doprava: Motorizovaná stolica IMADA MV100AC, dynamometer IMADA DPX-5TR a spínacie čeluste

Operácia postupuje v týchto etapách:

1. odobratie vzoriek,
2. príprava vzoriek,
3. upnutie vzoriek,
4. testovanie vzoriek,
5. záznam (koniec operácie).

Počas jednej operácie pri danom čísle zákazky sa táto operácia opakuje niekoľkokrát.

5.8 Analýza výrobného postupu – Vývojový diagram

AVX Uherské Hradište má dlhodobé skúsenosti s využívaním metódy FMEA. AVX aplikuje metódu na všetky svoje výrobné rady. Pri vytváraní PFMEA vychádzame z jednotlivých krokov procesu, pričom sa analyzujú činnosti úzko spojené s technickou prípravou výroby. Vzhľadom na to, že PFMEA pre jednotlivé produkty je zhodná, budem venovať pozornosť konkrétnemu problému.

Počas výrobného procesu prechádza keramická doštička premenami:

- striebrením,
- vypaľovaním,
- rezaním,
- letovaním,
- obalovaním.

Výrobný proces je možné pozorovať na vývojovom diagrame procesu (obr. 1).

5.9 Analýza kontrol plánu pre NTC Sensory

Kontrol plán je dokument vypracovaný spoločnosťou AVX za účelom zabezpečenia jednotlivých kontrol pri jednotlivých operáciách. Podobne ako PFMEA je vypracovaný pre všetky produkty, pozornosť však bude venovaná kontrol plánu pre NTC Sensory (Termistory).

V kontrol pláne sa venuje pozornosť rovnakým operáciám, ako sú uvedené v PFMEA a vývojovom diagrame pre NTC Sensory. Pri každej operácii sú konkrétne zariadenia, nástroje a prístroje slúžiace na vykonanie danej operácie. Tento dokument obsahuje údaje o výrobku a jeho kontrole:

- popis výrobku,
- metóda merania,
- použité meradlo,
- tolerancia,
- veľkosť vzorky,
- interval kontroly,
- špecifikácia procesu.

5.10 Rizikové procesy

Počas „brainstormingového“ stretnutia boli na základe RPN identifikované tieto rizikové operácie.

a) Silvering & Firing – Striebrene a vypaľovanie

Do operácie silvering vstupuje keramická doštička ako polotovar. Obrázok 6 zobrazuje upnutie keramickej doštičky umiestnenej na vákuovom „supporte“ s mosadzným referenčným dorazom. Následne sa na stroji PRESCO (Obr. 5) nanášanim rovnomernej vrstvy pokovovacej pasty s obsahom striebra doska pokovuje.

Priebeh procesu:

- vstupná kontrola,
- 2 ks keramických doštičiek – referenčné vzorky,
- váženie (kontrola pasty),
- nastavenie stroja,
- 1. strana – spracovanie celej zákazky,
- vysušenie,
- 2. strana – spracovanie celej zákazky,
- vysušenie,
- vypálenie (koniec operácie).

Sledované parametre:

- množstvo,
- hmotnosť pasty,
- rovnomernosť náteru,
- celistosť náteru.



Obrázok 10 Zľava doprava: stroj Presco a „support“



Obr. 6 Zľava doprava: nepostriebrená a postriebrená keramická doštička, sušiacia pec

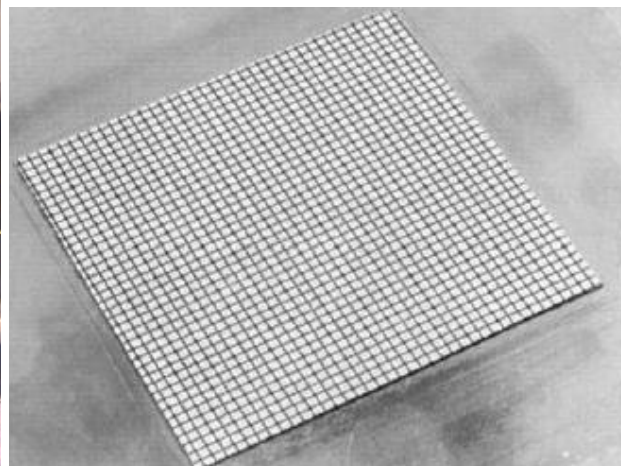
b) Dicing – Rezanie na štvorce

Dicing prebieha na univerzálnych rezacích strojoch nazývaných (Obr. 7) „Dicer“. Tieto stroje režu pomocou rezného kotúča chladeného vodou keramickú doštičku na veľmi presné rozmery. Po narezaní sa pomocou kalorimetra odmeria elektrický odpor súčiastky. Počítač vyhodnotí jednotlivé odpory a zoskupí jednotlivé doštičky do zväzkov s množ-

stvom 4 kusy. Tieto sa opätovne nalepia na plastovú doštičku a režú sa na požadovaný rozmer, napríklad 1 x 2 [mm].

Priebeh procesu:

- vizuálna kontrola,
- lepenie doštičiek na PVC nosnú dosku,
- rezanie na $\frac{1}{4}$,
- odleповanie,
- kontrola elektrického odporu – kalorimetrom,
- triedenie na rovnaké hodnoty,
- lepenie doštičiek na PVC nosnú dosku,
- rezanie na presný rozmer,
- odobratie 10 ks z 1. a 3. doštičky – test kalorimetrom,
- rezanie celej zákazky,
- odlepenie,
- balenie do škatuliek (koniec operácie).



Obrázok 11. Dicer – rezačka a narezaný kus na menovitý rozmer

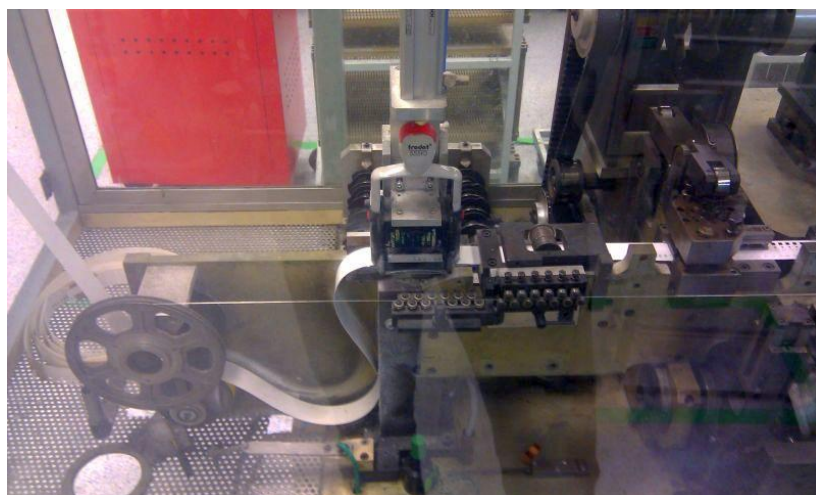
c) Lead slodering – Letovanie

Operácia letovanie sa vykonáva na stroji MSPC (Obr. 8), ktorý je jednúčelovým výrobným strojom určeným na výrobu vývodových NTC termistorov. Riadenie je kombináciou elektrického a vŕčkového riadiaceho systému. Stroj vykonáva nasledovné operácie:

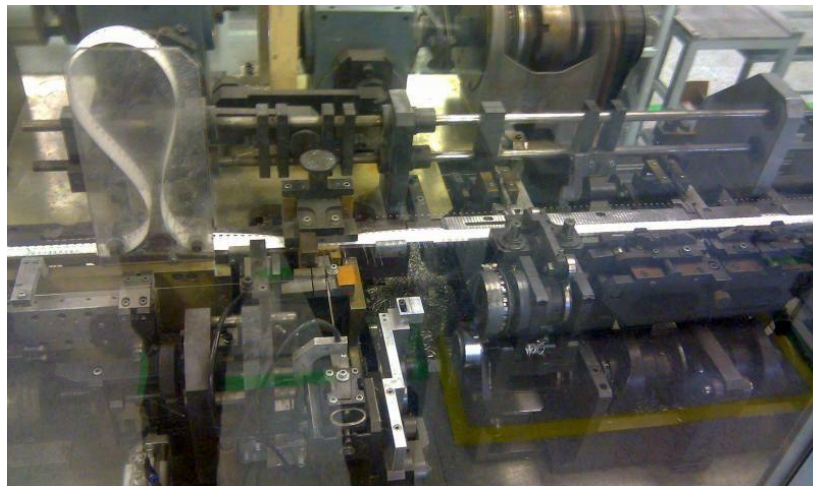
- formovanie a perforovanie pásky,
- formovanie drôtu,
- osadzovanie telom termistoru,
- čistenie a letovanie.



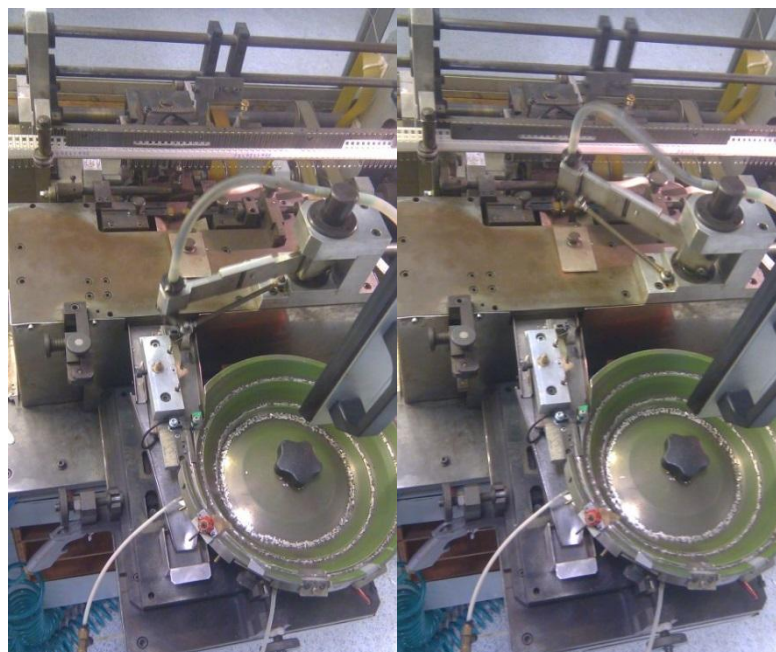
Obrázok 12. Jednúčelový výrobný stroj MSPC



Obrázok 13. Značenie, formovanie a perforovanie pásky – 1. fáza



Obrázok 14. Formovanie drôtu, drôt je vsunutý, odstrihnutý a perforovaný podľa potreby



Obrázok 15. Osadzovanie telom termistoru NTC



Obrázok 16. Osadené NTC senzory sú čistené v kúpeli s fluxom



Obrázok 17. Letovanie v cínovom kúpeli (Sn95Ag5)



Obrázok 18. Kusy pripravené na ďalšiu operáciu

d) Dip coating – Krytie ponáraním

Pri operácii dip coating sa senzory pokrývajú krycou vrstvou, ktorá vytvára finálny tvar súčiastky. Termistory sa využívajú prevažne vo vlhkom a mokrom prostredí, preto je nevyhnutné, aby krycia vrstva mala dobré izolačné vlastnosti.

Etapy počas krycieho procesu:

- nahrievanie,
- ponorenie do prášku,
- vysunutie z prášku (polymerizácia),
- vychladnutie.

Tento postup sa opakuje, kým hlavička nedosiahne požadovaný rozmer podľa potreby 1 až 3 opakovania.

e) Final QC – Záverečná kontrola

Záverečnou etapou výroby je finálna kontrola, ktorá pozostáva z elektrickej a vizuálnej kontroly. Sledované parametre sú nasledovné: faktory IR = izolačný odpor, napätie, kontrola rezania pásky atď.

f) Packaging – Balenie

Balenie podľa voľby a požiadavky zákazníka.

g) QC kontroly

Firma AVX Uherské Hradište kladie na kontrolu a riadenie kvality veľký dôraz a venuje jej aj patričnú pozornosť. Výrobný proces sa permanentne sleduje, monitoruje a každá etapa v procese je riadne zaznamenaná a zdokumentovaná.

Vo výrobe sa používa sprievodná dokumentácia (tzv. sprievodka), do tejto sa priebežne zaznamenávajú všetky operácie. Operátor sem zaznamenáva informácie o počte vyrobených alebo inak spracovaných kusov.

Týmto spôsobom sa zaisťuje integrita a dohľadateľnosť. Operátor svojím podpisom tiež deklaruje, že zodpovedá za správnosť uvedených údajov, ako aj za vykonanie všetkých jemu pridelených operácií (činností) v požadovanej kvalite.

Počas výroby sa vykoná viacero kontrol, vykonávajú sa náhodne alebo pravidelne vždy zamerané na konkrétnu vlastnosť výrobku alebo zariadenia. (Príloha P IV: Kontrol Plán)

Na vykonávanie kontrol firma využíva kvalitné meracie zariadenia a pomôcky, tieto sú pravidelne kontrolované a kalibrované za prítomnosti osoby zodpovednej za metrológiu.

Takýto aktívny prístup dáva firme AVX istotu, že sa k zákazníkovi dostane minimálny počet nepodarkov a výrobkov, ktoré nespĺňajú náročné podmienky našich zákazníkov.

Trial	Pull-test	Cleaning	Pull-test 2
Before firing	3,54	std Process	4,81
Before firing	2,85	std Process	9,05
Before firing	2,84	std Process	8,2
Before firing	2,65	std Process	8,55
Before firing	4,17	std Process	6,36
Before firing	3,35	std Process	8,81
Before firing	2,77	std Process	7,44
Before firing	2,45	std Process	7,1
Before firing	2,6	std Process	8,17
Before firing	3,6	std Process	7,89
After firing	5,72	2 h Normal P	4,41
After firing	4,18	2 h Normal P	3,43
After firing	5,25	2 h Normal P	6,06
After firing	5,65	2 h Normal P	3,9
After firing	3,94	2 h Normal P	5,65
After firing	5,38	2 h Normal P	3,54
After firing	6,29	2 h Normal P	4,06
After firing	5,9	2 h Normal P	3,74
After firing	8,49	2 h Normal P	4
After firing	5,05	2 h Normal P	6,31

Tabuľka 8. Testovanie Odtrhu v rôznych etapách: pred vypaľovaním, po vypaľovaní, štandardný proces a 2 hodiny Normal P.

ZÁVER

Úlohou diplomovej práce bolo v reálnej situácii odhaliť riziko vo výrobnom procese NTC senzorov pomocou nástrojov kvality a aplikovania procesnej FMEA a zároveň navrhnúť opatrenia na zníženie rizika a zvýšenia kvality.

Obsahová stránka teoretickej časti diplomovej práce je stavaná tak, aby previedla čitateľa cez systémy manažérstva kvality, nástroje kvality až po normy. Nie zanedbateľná časť diplomovej práce je venovaná spracovaniu FMEA, pomocou ktorej je možné efektívne predísť vzniku porúch. Dôležité je aby firma dávala prednosť predchádzaniu porúch, ako odstraňovaniu ich následkov. Metoda FMEA je ideálny nástroj určený k predčasnemu zisteniu úzkych miest v procese a navádza k zavedeniu opatrení tak, aby sa nežiadúce vplyvy neopakovali prípadne, aby sa minimalizoval ich možný výskyt a predišlo sa tak k nežiadúcim stratám.

Po vzájomnej konzultácii s vedením spoločnosti AVX Uherské Hradište bola vypracovaná analýza FMEA, pre NTC senzory. FMEA procesu spolu s kontrolným plánom je súčasťou prílohy a zároveň je popísaná v II. Praktickej časti. Ku každému riziku bolo vypočítané číslo RPN, ktoré stanovilo hodnotu pre závažnosť rizika. Pomocou metódy 5 WHY? a Ishikawa diagramu bola zistená koreňová príčina. Táto príčina mala relatívne malé číslo RPN a tým sa nejavila ako závažný problém. Vo firme AVX Uherské Hradište je štandardne RPN stanovené na hodnotu 120 pre zvýšenie pozornosti. Príčina s nízkym významom rizika sa teda javí ako zanedbateľná a pritom jej skutočná hodnota môže ohroziť priebeh výroby a tým aj zastavenie linky teda celého procesu. Na koľko firma AVX Uherské Hradište ma nastavených niekoľko kontrolných brán a preto je takmer nemožné aby takýto typ vady mohol ohroziť koncového zákazníka.

Postupným testovaním, meraním a kontrolovaním celého procesu bolo zistené, že problém z odtrhom bol z prevažnej časti spôsobený zlyhaním ľudského faktora a ľahostajným prístupom k majetku firmy. Táto porucha vznikala nedodržaním pracovného postupu, nevyužívaním pracovných pomôcok, čo malo za následok kontamináciu povrchovej striebriacej vrstvy. Tým bolo zapríčinená zlá adhezivita povrchu.

Znížená hodnota odtrhu môže mať za následok nefunkčnosť súčiastky. Môže prísť k samovoľnému uvoľneniu kontaktov, čo môže mať za následok zmenu požadovaných

elektrických parametrov a tým aj nefunkčnosť celého zariadenia do ktorého sa súčiastka inštaluje.

Ako nápravné opatrenie bolo z mojej strany navrhnuté a zrealizované predĺženie času oplachu pred letovaním a zavedená kontrola používania OPP teamleader-om počas pracovnej smeny. Nápravné opatrenie viedlo k zlepšeniu celkovej čistoty súčiastky pred letovaním a tým zvýšeniu pevnosti spoju. Celkové zlepšenie sa zároveň prejavilo aj na zvýšení produktivity a to znížením scrapu po elektrickom testovaní z 20 na 10% z celkovej hodnoty. 10% scrapu je pripísaných štruktúre a zloženiu polovýrobku, teda keramickej doštičky vstupujúcej do výroby od externého dodávateľa.

Zo zdrojových údajov a prostredníctvom menovaných nástrojov kvality vyplynulo, že zdrojovým problémom môže byť a vo väčšine prípadov je práve ľudský faktor.

Z toho vyplýva, že najlepším nástrojom na dosiahnutie kvality je práve človek sám.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATURY

1. MATEIDES, A. a kol. 2006. Manažerstvo kvality – história, koncepty, metody. Bratislava: Ing. Miroslav Mračko, EPOS, 2006. 23 s. ISBN 80-8057-656-4.
2. JANEČEK, Z. 2004. Jakost – potřeba moderního člověka. Praha: Národní informační středisko pro podporu jakosti, 2004. Výstup z projektu podpory jakosti č. 5/16/2004. ISBN 80-02-01687-4.
3. ING. SOCHA, Luboš PhD. *Úvod do manažerstva kvality*. 1. vydanie. Košice: Viena, 2010. ISBN 978-80-8126-001-8.
4. VEBER, J. 2002. Manažment kvality a enviromentu. Praha: VŠE, 2002. 1. vyd. 157 s. ISBN 80-245-0289-5.
5. Quality Management Systems: From Quality to Excellence. In: Quality Management Systems: From Quality to Excellence[online]. 2012 [cit. 2013-01-23].
Dostupné z:
http://www.businessballs.com/dtiresources/quality_management_systems_QMS.pdf
6. ZEMAN, Martin. Zavedení metody FMEA do podniku Störi Mantel s.r.o.. Zlín, 2010. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická, Ústav výrobního inženýrství.
7. NENADAL, Karel. *Moderní systémy řízení jakosti. Quality Management*. Praha: Management Press, 1998. ISBN 80-859-4363-8.
8. VIRČÍKOVÁ, CSC., Prof. Ing. Edita. INTEGROVANÉ MANAŽÉRSKE SYSTÉMY. Košice: Hutnícka fakulta Technickej univerzity v Košiciach, 2007. ISBN 978-80-8073-761-0.
9. RICHTER, J. Zabezpečování kvality dodávek. 4.vydání Praha: Česká společnost pro jakost, 2005. Přel. z Sicherung der Qualität von Lieferungen. 78 s. ISBN 80-02-01746-3
10. ČSN EN 60812. Techniky analýzy bezporuchovosti systémů – Postup analýzy způsobů a důsledků poruch (FMEA). Praha: Český normalizační institut, Leden 2007. 44 s. Třídící znak 01 0675.
11. *Analýza možných způsobů a důsledků poruch (FMEA): referenční příručka*. 4. vyd. Překlad Ivana Petrašová. Praha: Česká společnost pro jakost, 2008, vi, 143 s. ISBN 978-80-02-02101-8.

12. *Analýza možných způsobů a důsledků záchyb (FMEA)*. Česká společnost pro jakost, 2001. 72 s. ISBN 80-02-01476-6.
13. PLURA, Jiří. *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. Praha: Computer Press, 2001, ISBN 80-7226-543-1.
14. ČSN IEC 60300-3-1 Management spolehlivosti Část 3-1: Pokyn k použití - Techniky analýzy spolehlivosti – Metodický pokyn
15. ČSN EN 60812 Techniky analýzy bezporuchovosti systému – postup analýzy způsobů a důsledků poruch (FMEA)
16. IEC 60812, 2. Issue, Failure modes and effects analysis, January 2006
17. IEC 61025, 2. Issue, Fault tree analysis, January 2007
18. ČSN EN 61025 Analýza stromu poruchových stavů (FTA)
19. QICID (ASQ-20352) System reliability Through Fault Tree Analysis
20. SEA ARP 5580, Recommended Failure Modes and Effects Analysis (FMEA). Practices for Non-Automotive Applications. (Replace for MIL-STD-1629A, 1998 (canceled))
21. SAE J1739:2002, Potential Failure Modes and Effect Analysis in Design FMEA and Potential Failure Modes and Effect Analysis in Manufacturing and Assembly Processes
22. Alfredo, H.S. Ang a Wilson , H. Tahg (1990), „Probability Concepts in Engineering Planning and Design, Volume 2 – Decision Risk and Reliability“, Wiley Publications.
23. John B. Bowles, “An assessment of RPN Prioritization in a failure modes effects and criticality analysis”, Proc. Ann. Reliability and Maintainability Symp., January 2003, pp. 380-386.
24. Krasich, M. (2007). “Physics of Failure Approach to FMEA”, Tutorial Proceedings Reliability and Maintainability Symposium.
25. Krasich, M. (2005). “Fault Tree Analysis in Product Reliability Improvement”, Tutorial Proceedings Reliability and Maintainability Symposium.
26. O’Conner, P.D.T., (2002). Practical Reliability Engineering. 4th edition, (Wiley).
27. Shu-Ho Dai and Ming-O Wang (1992), Reliability Analysis in Engineering Applications , Van NostrandReinhold.
28. Wheeler, D. J. (2005). The Six Sigma Practitioner's Guide to Data Analysis , SPC Press, Knoxville, pp.311 – 315.

29. Rausand, M. (2004). System Reliability Theory (2nd ed), Wiley, 2004

ODPORŮČANÁ LITERATÚRA:

1. NENADÁL, Jaroslav. Moderní management jakosti: principy, postupy, metody. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2008, 377 s. ISBN 978-80-7261-186-7
2. NENADÁL, Jaroslav. Měření v systémech managementu jakosti: principy, postupy, metody. 2. dopl. vyd. Praha: Management Press, 2004, 335 s. ISBN 80-726-1110-0.
3. PLURA, Jiří. Plánování a neustálé zlepšování jakosti: principy, postupy, metody. Vyd. 1. Praha: Computer Press, 2001, 244 s. ISBN 80-722-6543-1.
4. PLURA, Jiří. Analýza možných způsobů a důsledků závad (FMEA): principy, postupy, metody. 3. vyd. Praha: Česká společnost pro jakost, 2001, 72 s. ISBN 80-020-1476-6.
5. ČSN EN 60812 Techniky analýzy bezporuchovosti systémů. Postup analýzy způsobů a důsledků poruch (FMEA). Český normalizační institut, 2007
6. ČSN P ISO/TS 16949 System management kvality – Zvláštní požadavky na použití ISO 9001:2008 v organizacích zajišťujících sériovou výrobu a výrobu náhradních dílů v automobilovém průmyslu. Český normalizační institut, 2009

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK

DFMEA	Design Failure Mode and Effect Analysis
EU	Európska únia
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis
IQA	Institute of Quality Assurance
ISO	International Organization for Standardization
OPP	Ochranné a pracovné pomôcky
PDCA	Plan-Do-Check-Act
PFMEA	Proce Failure Mode and Effect Analysis
QMS	Quality Management Systém
QC	Quality control
SMK	Systém manažérstva kvality
STN	Slovenská technická norma
UHR	Uherské Hradište
TQM	Total Quality Management
VDA	Verband der Automobilindustrie

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1. Schéma systému manažerstva kvality	15
Obrázok 2. PDCA – Neustále zlepšovanie systému manažerstva kvality	23
Obrázok 3. Rámcová mapa procesu	39
Obrázok 4. Tok informácií v rámci PFMEA	49
Obrázok 5. NTC termistor	55
Obrázok 6. Vývojový diagram procesu s vyznačenou kontrolou Pull-test.....	57
Obrázok 7. Ishikawa	59
Obrázok 8. Ishikawa pre proces pokovovania (silveringový proces)	59
Obrázok 9. zľava doprava: Motorizovaná stolica IMADA MV100AC, dynamometer IMADA DPX-5TR a spínacie čelúste.....	60
Obrázok 10 Zľava doprava: stroj Presco a „support“	63
Obrázok 11. Dicer – rezačka a narezaný kus na menovitý rozmer.....	64
Obrázok 12. Jednoúčelový výrobný stroj MSPC.....	65
Obrázok 13. Značenie, formovanie a perforovanie pásky – 1. fáza	65
Obrázok 14. Formovanie drôtu, drôt je vsunutý, odstrihnutý a perforovaný podľa potreby.....	66
Obrázok 15. Osadzovanie telom termistoru NTC	66
Obrázok 16. Osadené NTC senzory sú čistené v kúpeli s fluxom.....	67
Obrázok 17. Letovanie v cínovom kúpeli (Sn95Ag5).....	67
Obrázok 18. Kusy pripravené na ďalšiu operáciu	68

ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 1. Metóda VS. Nástroj.....	29
Tabuľka 2. Téma vs. zdroje a znalosti.....	35
Tabuľka 3. Kritériá hodnotenia závažnosti pre PFMEA	43
Tabuľka 4. Kritériá: výskyt príčiny – PFMEA	44
Tabuľka 5. Kritéria pri hodnotení detekcie FMEA	46
Tabuľka 6. Príklad	47
Tabuľka 7. Parametre NTC termistoru	56
Tabuľka 8. Testovanie Odtrhu v rôznych etapách: pred vypaľovaním, po vypaľovaní, Štandardný proces a 2 hodiny Normal P.	70

ZOZNAM PRÍLOH

PRÍLOHA P I.: Štruktúra oddelenia kvality

PRÍLOHA P II.: Kontrola kvality flow chart

PRÍLOHA P III.: Spätná väzba PRE sťažnosti zákazníka

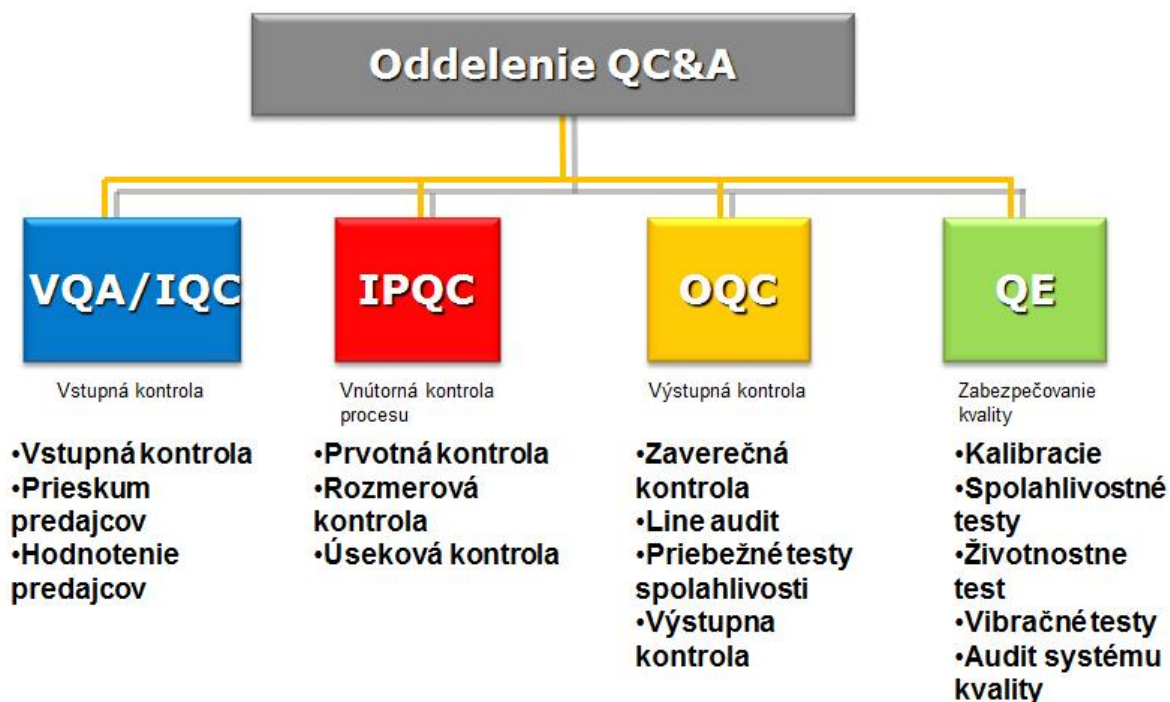
PRÍLOHA P IV.: Control plan

PRÍLOHA P V.: PFMEA

PRÍLOHA P VI Testovanie odtrhu

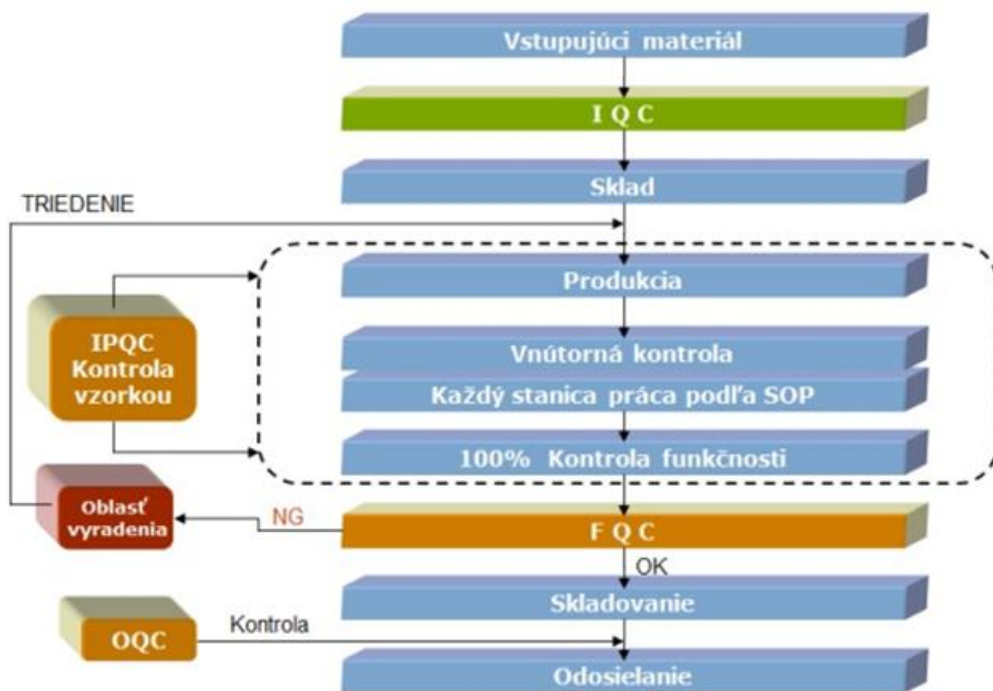
PRÍLOHA P VII: Boxpot pre skÚšky odtrhu

Štruktúra oddelenia kvality



PRÍLOHA P II.: KONTROLA KVALITY FLOW CHART

Flow Chart - Kontrola kvality



SOP - Standard operating procedure

PRÍLOHA P III.: SPÄTNÁ VÄZBA PRE SŤAŽNOSTI ZÁKAZNÍKA

Flow Chart - Spätná väzba pre sťažnosti zákazníka



PRÍLOHA P IV.: CONTROL PLAN

Control Plan Category		Prototype	Pre-Launch	Production	Key Contact Name	Key Contact Phone	Date (Orig)	Date (Rev)	Page
Control Plan Number		1U3 PCONT IJP 09			Supplier / Plant Approval / Date	N/A	Customer Engineering Approval (If Req'd)		Date (If Req'd)
Part Name / Description		Sensor			Other Approval Date (If Req'd)	N/A	Customer Quality Approval (If Req'd)		Date (If Req'd)
Supplier / Plant		TPC AVX			Core Team	(UHR) D. KAMENSKY, V. VLACHYNSKY, (SAP) C. MARROT, E. FOLTRAN,	Other Approval (If Req'd)		Date (If Req'd)
Date (Orig)		21st of January, 2003			Date (Rev)		9.11.2012		

NI	NJ	NP	Part / Proc #	Process Name / Operation description	Machine, Device, Jig, Tools For Mfg.	Characteristics		Special Char. Class.	Product / Process Specification / Tolerance	Evaluation / Measurement Technique	Methods			Reaction Plan	
						Product	Process				Sample Size	Sample Freq.	Control Method		
x			180	Dip Coating	Epoxy degassing furni (according to product)		Temperature		1B2HDQ2055--**MQ	Temperature sticker according to lot. sheet	1	Per cycle	by level 1	History sheet	On hold
x	x	x			Epoxy coating machine	Coating dimensions			According to product specification	Dimensions measurement Caliper MM9180 + Microscope MD6070 + Profile projector DP9040	Data Base Follower Sheet	Data Base Follower Sheet	by level 1	History sheet + Data Base Follower Sheet	Coating parameters adjustment
x	x	x				Coating aspect			According to visual spec. 8B-HERB110--**FQ	Visual inspection by naked eye	Data Base Follower Sheet	Data Base Follower Sheet	by level 1	History sheet + Data Base Follower Sheet	Coating parameters adjustment
x					Varnish dipping machine	Coating dimension			8B-HEV-110--**FQ	Ruler gauge MG0840 Profile projector DP9020	2 pcs	Every frame	by level 1	History sheet + check list	Coating parameters adjustment
x						Varnish viscosity			8B2HDQ3051--**MQ	Viscosimeter PS0010	1	Per run	by level 1	Record sheet	New package of Varnish
x					Phenolic resin dipping machine	Coating dimension			8B2HDQ-052--**FQ	Ruler gauge MG0840 Profile projector DP9020	2 pcs	Every frame	by level 1	History sheet + check list	Coating parameters adjustment
x						Phenolic resin viscosity			8B2HDQ-052--**FQ	Viscosimeter PS0010	1	Start batch + per 4 hour	by level 1	Record sheet	Viscosity adjustment
x	x	x	190	Coating curing	Epoxy polymerization Kiln Varnish/phenolic polymerization Kiln		Temperature		1B2HDQ2055--**MQ 8B2 CU11 055--**MQ	Temperature sticker according to history sheet	1	Per cycle	by level 1	History sheet	On hold
x	x	x					Curing time		1B2HDQ2055--**MQ 8B2 CU11 055--**MQ	Temperature sticker according to history sheet	1	Per year	by metrologist	Metrology recording	Maintenance action
x	x	x					Curing time		1B2HDQ2055--**MQ	Cycle profile + gauge MG9420	1	Per cycle	by level 1	History sheet	On hold
x	x	x	200	Marking colour dot (On request)	Plate	Conformity	Curing time		1B2HDQ2055--**MQ	Cycle profile + gauge MG9420	1	Per cycle	by level 1	History sheet	On hold
x	x	x	210	Visual inspection after coating		Coating aspect			8B-HERB 110--**FQ	Visual inspection by naked eye	100%	Per batch	by level 1	History sheet	Visual sorting
x	x	x	220	Electrical sorting	Electrical sorting equipment	Resistance at 25°C			8B2HDQ-080--**FQ	R comparator RC9110, RC9120	100%	Per batch	by level 1	History sheet	Machine setting adjustment
x	x	x				Resistance at T°C			8B2HDQ-080--**FQ	R measurement + sorting verification Calorimeter +	10 parts	Per hour	by level 1	History sheet	Sorting parameters adjustment + rework previous
x	x	x				Calo calibration			8B-CAL2 000--**MQ	Etalon RE9170	1	Per week	by level 1	Record sheet	On hold
x	x	x				Lead length			8B2HDQ0800--**MQ	Caliper MM914A	1 strip	Per batch	by level 1	None	Cutting parameters adjustment
x	x	x				Readability, conformity			According to product specification	Visual inspection by naked eye	100%	Per batch	by level 1	None	On hold
x	x	x	230	Final QC electrical Check	R measurement equipment	Resistance at T°C			8B2HCF-090--**FQ 1B2HCF-092--**FQ	R measurement + sorting verification Calorimeter + Ohmmeter EM6230	80 parts	Per batch	by level 3	Final inspection database follower sheet	On hold
x	x	x				Dimensions			8B2HCF-090--**FQ 1B2HCF-090--**FQ	Caliper MM914A + gauges + micrometer MM6130	Specif.	Per batch	by level 3	Final inspection database follower sheet	On hold
x	x	x				Traceability			8B2HCF-090--**FQ 1B2HCF-091--**FQ	Visual inspection by naked eye	1	Per batch	by level 3	Check list	On hold
x	x	x	240	Coating insulation resistance test (on request only)	High voltage tester	Coating insulation resistance			1B2HNJ1 150--**MQ	High voltage supply RD9020	100%	Per batch	by level 1	History sheet	On hold
x	x	x	250	Final QC IR check	High voltage tester	Coating insulation resistance			8B2HCF-090--**FQ	High voltage supply RD9020	120 pos	Per batch	by level 3	Final inspection database follower sheet	On hold
x			260	Final QC Rigidity check	High voltage tester (NI products)	Coating insulation resistance			8B2HCF-090--**FQ	High voltage supply RD9010	Specif.	Per batch	by level 3	Final inspection database follower sheet	On hold
x			270	Lead cutting	NI Lead cutting equipment	Lead length + stripped length			1B2HNi2080--**MQ	Caliper MM924A	2 parts	Per hour	by level 1	History sheet	Cutting parameters adjustment
x	x	x			NJ/NP automatic lead cutting equipment	Lead length			8B2HDQ5095--**MQ	Caliper MM924A	10 parts	Per batch	by level 1	Check list	Cutting parameters adjustment
x	x	x				wire cutting aspect			8B2HDQ5095--**MQ	Gauge MG8500	3 parts	start batch	per level 1	Check list	Cutting parameters adjustment
x	x	x	280	Final QC Check cutting (on request)		Lead length - dimension measurement			1B2HCF-096--**FQ	Caliper MM924A	Specif.	Per batch	by level 3	Final inspection database follower sheet	On hold
x	x	x	290	Pulling out from strip (on request)					8B2 FOPER CON-VRAC	Visual inspection by naked eye	100%	Per batch	by level 1	None	Defect removal
x	x	x	300	Packaging (Bulk or Tape & reel)	Scale	Quantity / box / label			According to product specification	Weighing scales BB607A, BB607B	100%	Per batch	by level 1	History sheet	Add or remove parts
x	x	x			Tape and reel equipment	Parts position on tape and quality of reel			8B2HDQ4102--**MQ	Visual by naked eye, parts position measurement gauges according to lot sheet	5 parts / every 500parts	According to check list	by level 1,2	Check list	Tape and reel parameters adjustment
x	x	x				Quantity on reel/ label			8B2HDQ4102--**MQ	Counter cell	100%	Each reel	by level 1	None	None
x	x	x				Reel aspect			1B2HCF-097--**FQ	Visual inspection by naked eye	100%	Each reel	by level 1	Check list	Add or remove parts



CONTROL PLAN

Control Plan Category	(Prototype) (Pre-Launch) (Production)	Key Contact Name D. KAMENSKY	Key Contact Phone	Date (Orig) 21st of January, 2003	Date (Rev) 9.11.2012	Page
Control Plan Number 1U0 PCONT IJP 09		Supplier / Plant Approval / Date N/A		Customer Engineering Approval (If Req'd)		Date (If Req'd) N/A
Part Name / Description	Part Number NI / NJ / NP Product Range	Other Approval Date (If Req'd)		Customer Quality Approval (If Req'd)		Date (If Req'd) N/A
Supplier / Plant TPC AVX	Core Team (UHR) D. KAMENSKY, V. VLACHYNSKY	Core Team (SAP) C. MARROT, E. FOLTRAN		Other Approval (If Req'd)		Date (If Req'd) N/A

Parts			Process Name / Operation description	Machine, Device, Jig, Tools For Mfg.	Characteristics			Special Char. Class.	Methods				Reaction Plan	
NI	NJ	NP			Product	Process	Product / Process Specification / Tolerance		Evaluation / Measurement Technique	Sample Size	Sample Freq.	Control Method		
x	x	x	100	Incoming control	Receipt of : parts + following sheet	codification			document	100%	Per batch by level 1	History sheet	On hold	
x	x	x			Receipt of raw materials	Raw material conformity, quantity		8-RML ALL **	Inspection equipments	1	Batch by material logistician	Material specification	On hold	
x	x	x	110	Silvering&Firing	Screener	Metallization weight		8B2HNJ-010-**-**FQ +/- 0.05g	weighing scale BA9030	2 pads	per batch by level 1	History sheet	On hold	
x	x	x			Continuous furnace	Temperature profile		8B2HCH-2025-**-**MQ +/- 10 °C	Metrology profile	1	3 months by metrologist	Metrology recording	Maintenance action	
x	x	x				Temperature		8B2HCH-2025-**-**MQ +/- 5 °C	Regulator reading	1	Per run by level 1	control card	Maintenance action	
x	x	x				Belt speed		8B2HCH-2025-**-**MQ +/- 0.25 cm/min	Speed reading	1	Per run by level 1	control card	Maintenance action	
				Dicing x4		glue temperature		1B2HNJ1 020-**-**FQ	thermometer TT9620	1	per batch by level 1	History sheet	On hold	
					Dicer	cutting width		1B2HNJ-020-**-**FQ	Measure microscope MM 9310	1	Before starting of job or batch starting , after blade change or machine cleaning by level 1	Control card	machine adjustment	
						cutting height		8B2 HNJ1 130-**-**MQ	visual by naked eye	1	each plates by level 1	none	machine adjustment	
				Class sorting x4		Dimensions		1B2 HNJ-030 -**-**FQ	calliper MM 9350	20 pcs	Per batch by level 1	computer	On hold	
						resistance 25°C		1B2 HNJ-030 -**-**FQ	R measurement Calorimeter Ohmmeter EM 9260	100 %	Per batch by level 1	computer	On hold	
				Unsticking x4		time		1B2HNJ4 020-**-**MQ	timer	1	per batch by level 1	History sheet	On hold	
						Temperature		1B2HNJ4 020-**-**MQ	thermometer	1	per batch by level 1	History sheet	On hold	
				Chip dicing		glue temperature		1B2HNJ1 020-**-**FQ	thermometer TT9620	1	per batch by level 1	History sheet	On hold	
x	x	x	120		Dicer	Resistances at T°C		1B2HNJ-020-**-**FQ according to product specification	R measurement Calorimeter Ohmmeter EM 9240, EM 9260	10	Every 3 pads by level 1	computer	Pad rejected	
x	x	x				cutting width		1B2HNJ-020-**-**FQ	Measure microscope MM 9310	1	Before starting of job or batch starting , after blade change or machine cleaning by level 1	control card	machine adjustment	
x	x	x				cutting height		8B2 HNJ1 130-**-**MQ	visual by naked eye	1	each plates by level 1	none	machine adjustment	
				Chip unsticking		time		1B2HNJ4 020-**-**MQ	timer	1	per batch by level 1	History sheet	On hold	
						Temperature		1B2HNJ4 020-**-**MQ	thermometer	1	per batch by level 1	History sheet	On hold	
x	x	x	130	Ball tonnelage optional/ chip visual sorting	Tonnelage machine	Aspect		8B2HNJ -040-**-**FQ	binocular	50 pcs	per batch by level 1	History sheet	On hold	
						aspect		8B2 ICONT VIS BESOL	binocular	100 %	per batch by level 1	History sheet		
						final aspect		8B2 ICONT VIS BESOL	binocular (MD9030)	120 pcs	per batch by level 3	History sheet		
x	x	x				quantity		8XO SFAB ALL WEIGHT-**-**MQ	weighing scale BB006A, BB006B, BB006C	100%	per batch by level 1	History sheet	On hold	
x	x	x	140	Lead soldering	Lead soldering equipment MSPC			8B2MSP-000-**-**FQ 8B2MSP1000-**-**MQ	Measurement	1	Per shift by level 2	Soldering check list + record sheet	Temperature adjustment	
x	x	x				Melting bath Temperature		8B2MSP-000-**-**FQ 8B2MSP1000-**-**MQ	External analysis	1	6 month by process	Quality recording	Bath replacement	
x	x	x				Solder and flux level		8B2MSP-000-**-**FQ 8B2MSP1000-**-**MQ	Visual by naked eye	1	According to soldering check list by level 1, 2	Soldering check list	Refilling	
x	x	x				Strip length dimension		8B2MSP1000-**-**MQ 228 +/- 0.5mm	Ruler MG9370	1	According to soldering check list by level 2	Soldering check list	Parameters adjustment	
	x	x				SKI - soldering test (Don't refer to "NI")		8B2MSP-000-**-**FQ 8B2MSP1000-**-**MQ	Wires must be crossed	10 parts	According to soldering check list by level 2	Soldering check list	Forming parameters adjustment	
	x	x				Working LEISTER		8B2MSP-000-**-**FQ 8B2MSP1000-**-**MQ	Wires must be stick with semifinishes	1 strip	According to soldering check list by level 2	Soldering check list	LEISTER adjustment	
x	x	x				Soldering pulling resistance		8B2MSP-000-**-**FQ 8B2SPC1SQUJ-**-**MQ 8B2MSP1000-**-**MQ	Pulling force measurement PP9040	5 parts	Every 1 or 2 frames by level 1,2	SPC recording + Soldering check list	Soldering parameters adjustment	
x	x	x				Lead forming		8B2MSP-000-**-**FQ 8B2MSP1000-**-**MQ	probe projector DP9030	6 parts	According to soldering check list by level 2	Soldering check list	Forming parameters adjustment	
x	x	x				Lead hamering		8B2MSP-000-**-**FQ 8B2MSP1000-**-**MQ	Specification gauge according to history sheet	3 parts	According to soldering check list by level 2	Soldering check list	Forming parameters adjustment	
x	x	x				Soldering aspect		8B2MSP-000-**-**FQ 8B2SOU-000-**-**FQ	Micrometer MM9120	3 parts	According to soldering check list by level 2	Soldering check list	Forming parameters adjustment	
x	x	x				Vibration bowl cleanliness		8B2MSP1000-**-**MQ	according to visual spec	Visual inspection by microscope, naked eye	6 parts + 100 %	According to soldering check list by level 1, 2	Soldering check list, none	Visual sorting + Soldering parameters adjustment
x	x	x	150	Solder cleaning	Ultra-sonic equipment	Part cleanliness		8B2HQ-040-**-**FQ	Visual inspection by naked eye	1	According to soldering check list by level 2	Soldering check list	New vibration bowl cleaning	
x	x	x			Ultra-sonic equipment	Solvent cleanliness		1-VIDA1US-**-**MQ	Ultra sonic bath + solvent	100%	Batch by level 1,2	Record sheet	Solvent renewal	
x	x	x	160	Solder visual inspection (automotive products) resistance		Soldering aspect		8B2 SOU-000-**-**FQ	Preventive renewal	1	Every 3 mil. pcs by level 2	Record sheet	Solvent renewal	
x	x	x	170	trimming optional according to product		Resistance		8B2HNJ1065-**-**MQ	Visual inspection by naked eye	100%	Batch by level 1	History sheet	Defect removal	
x	x	x				Resistance		8B2HNJ1065-**-**MQ	R comparator RC9130	100%	Per batch by level 1	History sheet		
x	x	x				Trimming verification		8B2HNJ1065-**-**MQ	trimming verification Calorimeter + Ohmmeter	10 parts	Per hour by level 1	History sheet	Trimming parameters adjustment	



CONTROL PLAN

Control Plan Category	<input checked="" type="radio"/> Prototype <input type="radio"/> PreLaunch <input checked="" type="radio"/> Production	Key Contact Name	D. KAMENSKY	Key Contact Phone		Date (Orig)	21st of January, 2003	Date (Rev)	9.11.2012	Page	
Control Plan Number	1U3 PCONT LJP 09	Supplier / Plant Approval / Date	N/A	Customer Engineering Approval (If Req'd)		Other Approval Date (If Req'd)	Customer Quality Approval (If Req'd)			Date (If Req'd)	N/A
Part Name / Description		Part Number	NI / NJ / NP Product Range			Other Approval Date (If Req'd)	Customer Quality Approval (If Req'd)			Date (If Req'd)	N/A
Sensor		Core Team	(UHR) D. KAMENSKY, V. VLACHYNSKY,	Core Team		Other Approval (If Req'd)				Date (If req'd)	N/A
Supplier / Plant	TPC AVX			(SAP) C. MARROT, E. FOLTRAN,							

Parts			Part / Proc #	Process Name / Operation description	Machine, Device, Jig, Tools For Mfg.	Characteristics		Special Char. Class.	Methods				Reaction Plan		
NI	NJ	NP				Product	Process		Product / Process Specification / Tolerance	Evaluation / Measurement Technique	Sample Size	Sample Freq.		Control Method	
	x	x	310	Final QC Check T&R		Reel aspect			1B2HCF-007--**FQ	visual by naked eye, parts position measurement gauges	spec.	Per batch	by level 3	Final inspection database follower sheet	On hold
x	x	x	320	Secondary packaging / Shipment		Quality acceptance, traceability (label, codification, qty, customer, BL packer, number of packet) batch number, quantity, name of the customer, parcel, delivery statement, number parcel			UHR/EDC/ 01-13 UHR/EDC/ 01-18 8B-CDCO ALL **	Visual inspection by naked eye	1	Per batch	by level 1	Continuous	Monitoring counting
x	x	x	330	Reliability evaluation	Test equipments + measurement equipments	Climatic, electrical and mechanical tests	Equipments metrology check		procedure UJQUJZ and standards (CECC, CEI, AEC-Q200,...) or customer	Reliability equipments	acc. 00QA02	acc. 00QA03		Reliability test reports	Failure analysis



POTENTIAL FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

System	Subsystem	Component	Design FMEA	Process FMEA	Page:	FMEA Number:
Part Number: 1U3 NINJNP			Design or Process Responsibility: D. Kamensky		Prepared by: T. Korvicka	1U3 PFMEA LJP 09
Model Year (s) / Vehicle (s):			Key Date: April 2003		Original FMEA Date: Marc 2002	Revision: 09
Core Team: UHR: D. Kamensky, L. Daněk, T. Korvicka V. Vlachynsky, A. Štašny SAP: D. Perrin, F. Coulon, E. Foltran, A. Isiv, A. Grolek						FMEA Revision Date: 21.12.2012


Proc No.	Operation description	Process Function Requirement	Potential Failure Mode	Potential Effect (s) of Failure	Severity Class	Potential Cause (s) / Mechanism (s) of Failure	Frequency Occurrence	Controls Prevention	Controls Detection	Detection	RPN	Recommended Actions	Responsibility & Target Completion Date	Actions Taken	Severity	Occurrence	Detection	RPN						
130	Chip dicing	R	Min. or Max. R	Lower Function	3	Referential calo deflection	2		daily measuring chain checking	6	48	None												
					3	Calculation mistake	4						3	60	None									
					3	Mistake plate choosing	4						3	60	None									
					3	Table defect XY	2						3	30	None									
					3	Cutter defects	4						3	60	None									
					3	knife worn away	7						3	105	None									
					3	Operator experience	5						3	75	None									
					3	Bad testing contacts	4						3	60	None									
					3	Wrong determine cutting average	3						100 % electrical sorting	3	45	None								
					3	Mechanical damage during edge parts removing	5						3	75	None									
					3	Operator fault	6						3	90	None									
					3	Wrong calo temperature	3						3	45	None									
					3	Documentation mistake	3						3	45	None									
					3	tube	4						3	60	None									
					3	Bad plate sticking	6						3	90	None									
					6	Max plate Dimension	3						final QC	6	144	None								
		8	Referential calo deflection	2						daily measuring chain checking	8	80	None											
		3	Place mistake	4							3	60	None											
		3	Calculation mistake	4							3	60	None											
		3	Mistake plate choosing	4						dicing check- aspect, electrical, following operation	3	60	None											
		3	Wrong elimination of bad parts	5							3	75	None											
		3	Operator experience	5							3	75	None											
		3	Table defect XY	2							3	30	None											
		7	Bad time time	3							7	105	None											
		7	Higher wax layer	3							7	105	None											
		7	Oven temperature	3							7	105	None											
		7	Oven time	3							7	105	None											
		7	Dicing machine fault	3							7	105	None											
7	Washing temperature	3							7	105	None													
7	Cleaning chemical purity	3							7	105	None													
7	Cleaning chemical composition	3							7	105	None													
8	Long rinsing time	5						SPC measuring	4	160	define max. time for clearing	VV 10 12	time define in specification 1B2HNJ4 020- "MG"	8	3	4	96							
3	Wrong sample size	2						specification	3	54	None													
6	Amount of ball	2						visual	6	60	None													
6	Machine turn time	2							6	60	None													
7	Defects no remove by operators	3						visual control	7	105	None													
7	Defects description	3							7	105	None													
140	Ball tonnelage (optional)	Appearance	Sharp edge	Assembly problem	3				visual	6	60	None												
150	Visual sorting	Appearance	Wrong visual sorting	Worse solderability, soldering machine problems	3				visual control	7	105	None												




POTENTIAL FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

System	Subsystem	Component	Design FMEA	Process FMEA	Page:	FMEA Number: 1U3 PFMEA LP 09
Part Number: 1U3 NINJNP			Design or Process Responsibility: D. Kamensky		Prepared by: T. Kovicka	Revision: 09
Model Year (s) / Vehicle (s):			Key Date: April 2003		Original FMEA Date: Marc 2002	FMEA Revision Date: 21.12.2012
Core Team: UHR: D. Kamensky, L. Danek, T. Kovicka, V. Vlachynsky, A. Stastny SAP: D. Perrin, F. Coulon, E. Foltran, A. Isiv, A. Grojek						

Proc No.	Operation description	Process Function Requirement	Potential Failure Mode	Potential Effect (s) of Failure	Severity	Class	Potential Cause (s) / Mechanism (s) of Failure	Occurrence	Controls Prevention	Controls Detection	Detection	RPN	Recommended Actions	Responsibility & Target Completion Date	Actions Taken	Severity Occurrence	Defection	RPN							
200b, 210b	Dip coating and coating curing-varnish, Duraz	Rigidity test	Low rigidity	No working sensor	8		Bad firing	2	viscosity measuring	rigidity measuring	8	80	None												
					8		Lower layer	2			8	80	None												
		Dimensions	Dimensions out of specification,	Assembly problem	Function problems	8		Layer missing	2	viscosity measuring	measuring according projector, visual	8	80	None											
						8		Outside impurity	2			8	80	None											
			Dimensions of specification, lower values	Function problems	8		Higher viscosity	2	viscosity measuring	measuring according projector, visual	8	80	None												
					8		Longer dipping time	2			6	60	None												
		Coating length	Dimensions out of specification, Dimensions of specification, lower values	Assembly problem	Function problems	8		Lower viscosity	2	viscosity measuring	measuring according projector, visual	6	96	None											
						8		Layer missing	2			6	96	None											
			Dimensions of specification, lower values	Function problems	8		incorrect dipping speed	2	viscosity measuring	measuring according projector, visual	6	96	None												
					8		documentation mistake	2			6	96	None												
		Aspect	Bad aspect	Cosmetic	Cosmetic	8		bad alignment	2	viscosity measuring	measuring according projector, visual	6	60	None											
						8		Machine dipping height setting	2			6	60	None											
Resin, varnish viscosity	Bad measuring viscosity		Thickness differences	8		bad alignment	2	viscosity measuring	measuring according projector, visual	6	96	None													
				8		impure or bad degreasing units varnish agglomeration outside impurity	2			6	96	None													
220	Marking color dot (on request)	Marking	Missing or mistake	Parts mixing	8		Both documentation mistake	2	viscosity measuring	visual control	9	90	None												
					8		Missing in batch documentation	2			9	90	None												
230	Visual inspection after coating	Appearance	Wrong visual sorting	Assembly problem + cosmetic problem	8		defects no remove by operators	3	viscosity measuring	visual control	7	105	None												
					8			2			7	70	None												
240	Electrical sorting	R	R out of specification	Function reduction	8		Referential calo deflection	2	regular exchange	Daily measuring chain checking	8	80	None												
					8		stream variety- too thin or too strong flow	3			6	90	None												
					8		bad sensor	3			6	90	None												
					8		contaminated	3			6	90	None												
					8		dirty contact	3			6	90	None												
					8		Wrong sorting speed	3			6	90	None												
					8		temperature and stabilization of calo	3			6	90	None												
					8		decreasing of temp deviation from measuring temp in calo, establish stabilization time	3			6	90	None												
					8		Wrong fountain temperature	2			6	60	None												
					8		Wrong machine programming	3			6	90	None												
					8		measuring principle	1			6	30	None												
					8		Wrong dipping etalon and sensors to fountain	3			6	90	None												
					8		guide tape drift forward	3			6	90	None												
					8		detection probe shift	3			6	90	None												
					8		detection probe failure	2			6	100	None												
					8		Wrong unisolation contact NI	2			6	60	None												
					240	Electrical sorting	Short connection / open circuit	Ineffective sensor			Yield problem	8		Wrong caliber on bridge	2	alarm report + caliber recalculation	online sampling + final QC	6	96	None					
												8		gauge drift forward	2			6	96	None					
Good parts ejection	Yield problem	3		Wrong measuring see above			4	alarm report on monitor about deviation between actual and supposal yield + scrap monitoring	online sampling + final QC	6	72	None													
		3		guide tape drift forward			4			6	72	None													
Rigidity IR	Rigidity reduction	Function reduction	8				Wrong sensor setting	2	alarm report on monitor about deviation between actual and supposal yield + scrap monitoring	final QC	9	90	None												
			8				contact friction on gauge place runner	2			9	90	None												
Axis distance	Bad axis distance	Assembly problem	8				process limits of wire design	2	alarm report on monitor about deviation between actual and supposal yield + scrap monitoring	sampling QC	9	90	None												
			8				parts supply	2			9	90	None												
			8				fountain subopy	1			9	45	None												
Contact welding	Weld problem	Assembly problem	8				operation manipulation during off loading	2	alarm report on monitor about deviation between actual and supposal yield + scrap monitoring	visual sampling	9	90	None												
			8				bad sensor set up	1			9	45	None												
			8				forget switch on of laser by operator	2			7	70	None												
Laser marking	Missing marking	Assembly problem	8		automatic switch on of laser after machine stop	2	alarm report on monitor about deviation between actual and supposal yield + scrap monitoring	visual control	7	70	None														
			8		dirty laser	3			7	105	None														
			8		no work laser	3			7	105	None														
240	Appearance	Cut threadbare	Assembly problem	8		cutting tool abrasion	2	alarm report on monitor about deviation between actual and supposal yield + scrap monitoring	visual sampling	9	90	None													
				8			2			9	90	None													

 POTENTIAL FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS			
System: <input type="checkbox"/> Subsystem: <input type="checkbox"/> Component: <input type="checkbox"/>	Design FMEA: <input type="checkbox"/> Process FMEA: <input type="checkbox"/>	Page:	FMEA Number: IUS PFMEA LIP 09
Part Number: IUS NINJNP	Design or Process Responsibility: D. Kamensky	Prepared by: T. Kovicka	Revision: 09
Model Year (s) / Vehicle (s):	Key Date: April 2003	Original FMEA Date: Marc 2002	FMEA Revision Date: 21.12.2012
Core Team: UHR: D. Kamensky, L. Daněk, T. Kovicka, V. Vlachynsky, A. Štašny S&P: D. Perrin, F. Coulon, E. Foltran, A. Isy, A. Grollet			

Proc No.	Operation description	Process Function Requirement	Potential Failure Mode	Potential Effect (s) of Failure	Severity	Class	Potential Cause (s) / Mechanism (s) of Failure	Occurrence	Controls Prevention	Controls Detection	Detection	RPN	Recommended Actions	Responsibility & Target Completion Date	Actions Taken	Severity	Occurrence	Detection	RPN				
250	Final QC electrical check	R (B)	R out of specification	Function reduction, Loss productivity	5		Problem in measuring chain	2	Guide etalon tape	sampling control	9	90	None										
					5			2	Probe control at 0°C ice melting		9	90	None										
					5			2	Metrology control by multimeter and temperature probe		9	90	None										
					5			2	Control tool failure	2		Metrology of measuring device	9	90	None								
					5			3	Wrong use gauges	8		visual control	8	120	None								
5		2	bad cleaning	2		visual control	8	32	None														
260	Coating insulation resistance test (on request only)	Axis contact distance (twisted parts)	Axis distance out of specification	Assembly problem	5		too quickly head insert to balls	2	replace ball by water	final QC	8	80	None										
					5		Bad cleaning	2	replace ball by water		8	80	None										
					8		no test part	2	marking test guide tape		8	128	None										
					8		missing voltage / part	2	checking fall guide tape		8	128	None										
					8		miscellaneous operation	2			8	128	None										
8		Wrong level of water	2		8	128	None																
270	Final QC Rigidity check	Rigidity	Rigidity reduction	Ineffective sensor	8		bad ball contact	1	replace ball by water	specification	9	72	None										
					8		bad voltage setting	1	new workplace + new control card		9	72	None										
					8		operator failure, LED + ampermetre	1	New workplace		9	72	None										
					8																		
280	Final QC IR check	IR	IR out of specification	Worse Function	8		Wrong level of water	2		specification	9	144	None										
					8		Wrong program	2			9	144	None										
290	Lead Cutting	Rigidity IR	Rigidity reduction	Ineffective sensor	8		Slitc NI: knife abrasion	1			10	80	None										
					8		Slitc NI: Wrong knife setting	1			10	80	None										
					8		Imposition on tape, process limits, varnish accumulation, brush place	1			10	80	None										
		5		5	Axis distance for contacts	Axis distance deterioration	Assembly problem	5		bulk cutting: bad choosing of tool, comb	2		visual setting	7	70	None							
		5		5	Contact length	Contact length out of specification	Assembly problem	5		Wrong setting	3		online sampling + final QC (checking according gauges)	6	90	None							
		5		5			Assembly problem	5		handy cutting of bulk parts: bad parts alignment	3			6	90	None							
		5		5			Assembly problem	5		rest cutting: bad parts alignment	2			6	60	None							
5		5	Appearance	Cutting threadbare	Assembly problem	5		Knife abrasion	3		online sampling	6	90	None									
5		5		Width of cutting wire	Assembly problem	5		Bot knife setting	2		visual setting	7	70										
5		5			Assembly problem	5			2		7	70											
300	Final QC check cutting (on request)	Contact length	Contact length out of specification	Assembly problem	5		calibration problem	2		Metrology	9	90	None										
310	Pulling out from strip (on request)	Appearance	Damage wire	Assembly problem	5		bend wires	2		specification	9	90											

 POTENTIAL FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS						
System	Subsystem	Component	Process FMEA	Product FMEA	Page:	FMEA Number: 1U3 PFMEA LJP 09
Part Number: 1U3 NINJNP		Design or Process Responsibility: D. Kamensky		Prepared by: T. Kovicka		Revision: 09
Model Year (s) / Vehicle (s):		Key Date: April 2003		Original FMEA Date: Marc 2002		FMEA Revision Date: 21.12.2012
Core Team: UHR: D. Kamensky, L. Danek, T. Kovicka, V. Vlachynsky, A. Stastrny SAP: D. Perrin, F. Coulon, E. Foltran, A. Isy, A. Gnolek						

Proc No.	Operation description	Process Function Requirement	Potential Failure Mode	Potential Effect (s) of Failure	Severity	Class	Potential Cause (s) / Mechanism (s) of Failure	Occurrence	Controls Prevention	Controls Detection	Detection	RPN	Recommended Actions	Responsibility & Target Completion Date	Actions Taken	Severity	Occurrence	Detection	RPN		
320	Packing (Bulk or Tape & Reel)	Rigidity (+ R mechanical)	Rigidity reduction	Ineffective sensor	8		MSB: Bad route hoist setting for alignment of plate ending	1		visual setting + sampling	7	56	None								
			Axis contact distance	Bad axis distance	Assembly problem	3		bulk process limits according wire design	4		online sampling + final QC	7	84	None							
		3					bulk packing / quantity of unadjusted parts	2		7		42	None								
		MSB Imposition	Incline of parts	Assembly problem	5		MSB: unadjusted platform	2		online sampling + final QC	7	70	None								
					5		MSB: bad setting and adjustment of plate	2			7	70	None								
					5		Grease contacts	2			7	70	None								
					5		stoking quality by adhesive tape	2			7	70	None								
					5		missing centering finger	3			7	105	Installation of sensor for centering finger detection	AS 09 12	Installation on silner machines	5	2	7	70		
					5		bad quality of pressure rubber	2			7	70	None								
					5		bad adjustment of silner potentiometer	3	stop of winding when shoulder is out of limits		7	105	None								
					5		adhesive temperature	3	temperature sensor		7	105	None								
					5		valve didn't open piston	3	sensor for open piston valve deflection		7	105	None								
					5		dirty adhesive tape	3	Implement clearing of travel behind heating station		7	105	None								
		Final QC check T&R	Reel aspect	Bad parts in reel	Assembly problem	5		Wrong use gauges	2		specification	9	90	None							
						5		reel manipulation defects description	2		specification	9	90	None							
				Bad tape condition	Assembly problem	5			2		specification	9	90	None							
						5			2		specification	9	90	None							
						5			2		specification	9	90	None							
						5			2		specification	9	90	None							
		Secondary packaging / shipment	Part Identification	Wrong Identification	Loss of traceability	8		Labels mixing.	2	CIN checks that at step the quantities are coherent with preceding steps.	CIN, Quality control.	6	96	None							

PRÍLOHA P VI TESTOVANIE ODTRHU

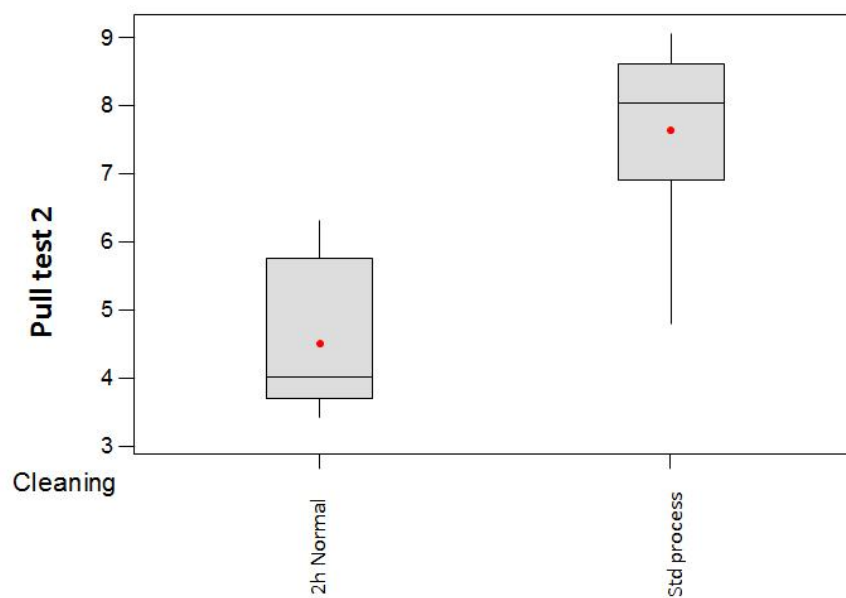
Trial	Pull-test	Cleaning	Pull-test 2
Before firing	3,54	std Process	4,81
Before firing	2,85	std Process	9,05
Before firing	2,84	std Process	8,2
Before firing	2,65	std Process	8,55
Before firing	4,17	std Process	6,36
Before firing	3,35	std Process	8,81
Before firing	2,77	std Process	7,44
Before firing	2,45	std Process	7,1
Before firing	2,6	std Process	8,17
Before firing	3,6	std Process	7,89
After firing	5,72	2 h Normal P	4,41
After firing	4,18	2 h Normal P	3,43
After firing	5,25	2 h Normal P	6,06
After firing	5,65	2 h Normal P	3,9
After firing	3,94	2 h Normal P	5,65
After firing	5,38	2 h Normal P	3,54
After firing	6,29	2 h Normal P	4,06
After firing	5,9	2 h Normal P	3,74
After firing	8,49	2 h Normal P	4
After firing	5,05	2 h Normal P	6,31

Hodnoty namerané v rôznych etapách: pred vypaľovaním, po vypaľovaní, Štandardný proces a 2 hodiny Normal P

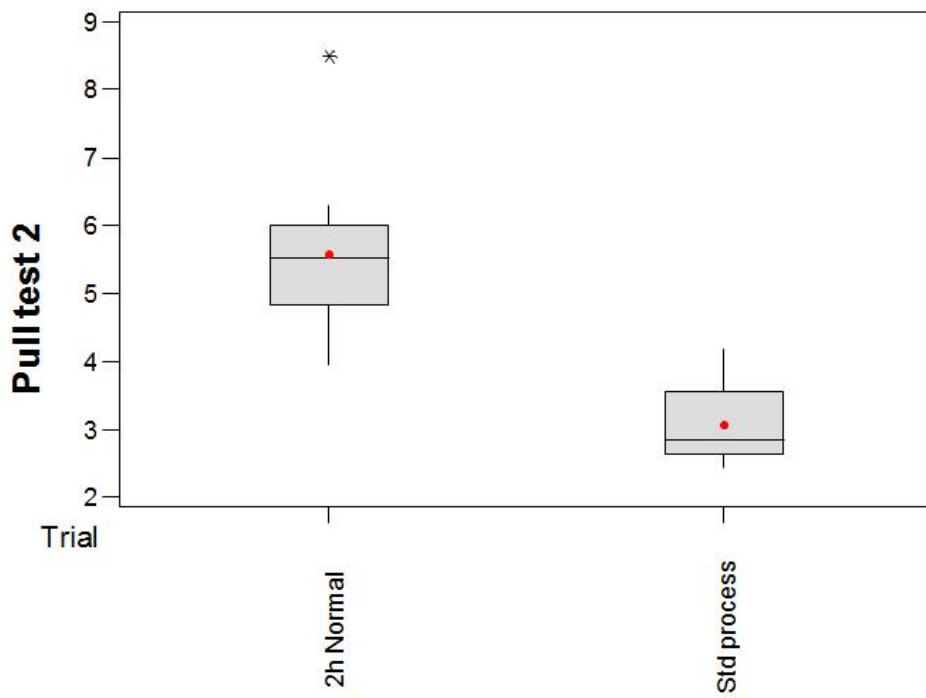
PRÍLOHA P VII: BOXPOT PRE SKÚŠKY ODTRHU

Boxplots of pull test by cleaning

(Means are indicated by solid circles)



Boxplots of pull test by trial
(Means are indicated by solid circles)



Dot plots of pull test 2 by cleaning

