

Analýza zabezpečení kvality výrobního procesu metodou FMEA a QAM

Lukáš Jiránek

Bakalářská práce
2007



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

nascannované zadání s. 1

nascannované zadání s. 2

ABSTRAKT

V této bakalářské práci jsou uvedeny principy a teoretické základy týkající se problematiky řízení jakosti v organizaci. Na dalších stranách teoretické části práce je detailní popis analýzy FMEA a metody QAM. Tyto nástroje řízení jakosti jsou v praktické části aplikovány na proces proudové montáže držáku uhlíků.

jakost, nástroje řízení jakosti, FMEA analýza, QAM metoda

ABSTRACT

In this bachelor thesis are stated principles and theoretical basics concerning the questions of quality controlling in organisations. On the following pages of theoretical part there is a minute description of FMEA analysis and QAM method. These quality controlling tools are applied on the process of assembly line for carbon segments holder.

quality, quality controllig tools, FMEA analysis, QAM method

Děkuji vedoucí bakalářské práce paní Ing. Daně Shejbalové, Ph. D. za odborné vedení, cenné rady a připomínky, které mi při řešení mé práce poskytovala. Dále děkuji vedení firmy TNS SERVIS a.s., které mi umožnilo aplikovat teoretické znalosti do reálného procesu výroby a poskytli mi potřebné informace ke zpracování této bakalářské práce.

Prohlašuji, že jsem na celé bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval.

Ve Zlíně, 01. 06. 2007

.....

podpis

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 ZÁKLADNÍ POJMY	10
1.1 ZAŘAZENÍ JAKOSTI	10
1.1.1 Definice jakosti.....	11
1.2 DALŠÍ ZÁKLADNÍ POJMY V OBLASTI JAKOSTI.....	11
2 PRINCIPY MANAGEMENTU JAKOSTI A JEJICH APLIKACE	13
3 NÁSTROJE JAKOSTI	17
3.1 CYKLUS PDCA.....	17
3.2 SMYČKA JAKOSTI.....	19
3.3 JEDNODUCHÉ NÁSTROJE JAKOSTI.....	20
3.3.1 Tabulky	20
3.3.2 Grafy a diagramy	20
3.3.3 Histogram	20
3.3.4 Diagram příčin a následku.....	21
3.3.5 Paretova analýza.....	21
3.3.6 Regulační diagramy	23
4 ANALÝZA MOŽNÝCH VAD A DŮSLEDKŮ - FMEA	25
4.1 FMEA, FMECA, FTA - OBECNÝ POPIS	25
4.2 FMEA (FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS) PODROBNÝ POPIS METODY	26
4.2.1 Formulář pro analýzu FMEA procesu	27
4.2.2 Stručný popis procesu analýzy FMEA	39
5 METODA QAM - QUALITY ASSURANCE MATRIX	41
5.1 FORMULÁŘ PRO METODU QAM.....	41
5.2 STRUČNÝ POPIS PROCESU METODY QAM	45
CÍLE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	46
II PRAKTICKÁ ČÁST	47
6 FIRMA TNS SERVIS	48
6.1 HISTORIE FIRMY TNS SERVIS A.S.	48
6.2 PRODUKCE FIRMY TNS SERVIS A.S.	48
7 OBJEKT ANALÝZY ANALÝZOU FMEA A METODOU QAM - DRŽÁK UHLÍKŮ S OZNAČENÍM DPO	50
7.1 POPIS PROCESU MONTÁŽE DRŽÁKU UHLÍKŮ S OZNAČENÍM DPO	50
8 FMEA ANALÝZY MONTÁŽE PRODUKTU DPO	52

8.1	ZHODNOCENÍ FMEA FORMULÁŘE PRO DRŽÁK UHLÍKŮ S OZNAČENÍM DPO	52
9	APLIKACE QAM METODY NA PROCES MONTÁŽE DRŽÁKU UHLÍKŮ S OZNAČENÍM DPO	54
9.1	POPIS INFORMACÍ PLYNOUCÍCH Z QAM FORMULÁŘE.....	54
	ZÁVĚR.....	55
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	56
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	57
	SEZNAM OBRÁZKŮ	58
	SEZNAM TABULEK.....	59
	SEZNAM PŘÍLOH.....	60

ÚVOD

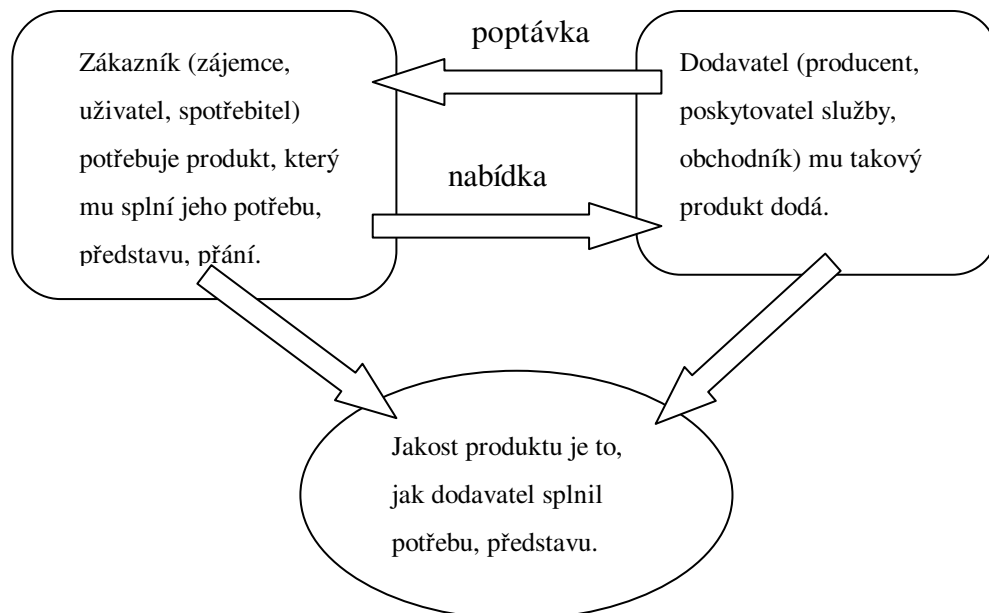
Jakost resp. kvalita je pojem, který v poslední době začíná znamenat pro zákazníka téměř základní posuzovanou vlastnost produktu. V dnešní době neustálých a stále rychlejších vývojových změn je pro organizaci životně důležité, aby všechny tyto změny byly provedeny s odpovídající kvalitou. Ta totiž rozhoduje, zda další krok ve vývoji produktu nebo služby bude kladně přijat zákazníkem, či ne. Dnes již všichni výrobci a poskytovatelé služeb jsou si zcela vědomi důležitosti kvality, která jim zajišťuje trvalou přízeň zákazníka. V konkurenci, která je dnes tvořena národními i nadnárodními organizacemi je těžké zákazníka získat, ale je velmi lehké ztratit jeho důvěru v organizaci. Z důvodu sjednocení trhů v Evropě i na celém světě je pro zákazníka velmi obtížná orientace při hledání dostatečně kvalitních produktů či služeb. Pro jednodušší rozpoznání kvality slouží v dnešní době řada certifikací. Jde o proces získávání certifikátu na základě splnění požadavků na jakost výrobku nebo kvalitu výrobního procesu. Těchto vlastností produktu nebo procesu můžeme dosáhnout pouze za pomoci managementu jakosti. Ten je dnes již ve všech organizacích pečlivě sestaven z odborníků na analýzy, metody a nástroje jakosti. Prostředků, jak zabezpečit kvalitu produktu nebo služby, je velké množství a úkolem managementu jakosti v organizaci je vybrat právě ty nástroje jakosti, které povedou k vytyčenému cíli - úplnému zabezpečení kvality produktu nebo služby.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ZÁKLADNÍ POJMY

1.1 Zařazení jakosti

Místo, které má jakost v životě lidí, vysvětluje *obr. 1.1.1*. Rozvinutí dělby práce a specializace jedinců na určité užitečné činnosti je nezbytnou podmínkou současné životní úrovně téměř všech lidí ve společnosti. Každý jedinec vytváří během svého života užitečné hodnoty určitého druhu (nebo druhů), a to v množství, v objemu daleko větším, než sám potřebuje. Tento přebytek pak směřuje s jinými za hodnoty jiných druhů, které oni vytvářejí a které on k svému životu potřebuje. Ten, kdo potřebuje, je obvykle zákazník, ten, kdo dodává, je dodavatel. Jakost je základní vlastnost nositele dodávaných hodnot (obvykle produktu) charakterizující, zda má nositel dodávaných hodnot schopnost splnit potřebu zákazníka. Schéma ukazuje i základní aktivity obou stran (poptávka, nabídka); pro zákazníka a dodavatele uvádí ještě další názvy. Schéma se nemění tím, zda se začíná nabídkou, nebo poptávkou, ani tím, že se tato výměna informací může i vícekrát opakovat (včetně upřesňování jakosti), než dojde k realizaci. Nemění se ani v situacích, kdy jeden dodavatel nabízí shodný produkt většímu počtu zákazníků, nebo když se jeden zákazník poptává u více potenciálních dodavatelů.



Obr. 1.1.1 - Dodavatelско-odběratelský vztah

1.1.1 Definice jakosti

V novodobé historii (zhruba od začátku 20. století) měla definice jakosti řadu podob a prodělala řadu změn. Zde jsou jen některé:

- Jakost je vhodnost pro použití. (Joseph M. Juran)
- Jakost je shoda s požadavky. (Phillip Crosby)
- Jakost je schopnost produktu uspokojit zákaznickovy potřeby. (Norma ISO 8402 z roku 1986)

V současné době se používá definice z normy ČSN EN ISO 9000:2001 – Systémy managementu jakosti – Základy, zásady a slovník:

- Jakost je stupeň splnění požadavků souborem inherentních znaků. Inherentním znakem se rozumí vlastní, vnitřní znak objektu, o jehož jakost se jedná.
- Norma uvádí i rovnocenné synonymum pro jakost: kvalita.

Je vidět, že se jednotlivé definice jakosti v principu příliš neliší, jedná se spíše o vylepšování přesnosti a srozumitelnosti definice.

1.2 Další základní pojmy v oblasti jakosti

Kromě už zmíněných pojmů, které patří nejen do oblasti jakosti, ale i do daleko širší sféry produkce a spotřeby hodnot, se v oblasti jakosti ještě používá řada pojmů jak specifických, tak obecnějších. V následujících odstavcích jsou popsány nejčastěji užívané pojmy z normy ISO 9000, z jiných norem i dalších pramenů.

Zákazník - organizace nebo osoba, která přijímá produkt, partner dodavatelsko-odběratelského vztahu.

Dodavatel - druhý partner dodavatelsko-odběratelského vztahu, tedy organizace nebo osoba, která poskytuje produkt.

Proces - soubor vzájemně souvisejících nebo vzájemně působících činností, které přeměňují vstupy na výstupy« (ISO 9000). Je to tedy organizovaná soustava činností, kterou používá dodavatel k tomu, aby splnil potřebu zákazníka.

Produkt - výsledek procesu. Produkt je tedy objekt, který splní zákazníkovi jeho potřebu, přání, představu.

Požadavek - zformovaná potřeba zákazníka, tedy »potřeba nebo očekávání, které jsou stanoveny, obecně se předpokládají nebo jsou závazné«.

Organizace - skupina zaměstnanců a vybavení s uspořádáním odpovědností, pravomocí a vztahů.

Management jakosti - koordinované činnosti pro usměrňování a řízení organizace s ohledem na jakost. Patří k nim všechny činnosti celého vedení organizace, které stanovují politiku jakosti, cíle a odpovědnosti a realizují je takovými prostředky, jako je plánování jakosti, řízení jakosti, zajišťování jakosti a zlepšování jakosti.

Řízení jakosti - část managementu jakosti zaměřená na plnění požadavků na jakost v procesech a jejich výstupech. Obsahuje provozní metody a činnosti používané ke splnění požadavků na jakost. Řízení jakosti je natolik důležitá část managementu jakosti, že se někdy termíny »management jakosti« a »řízení jakosti« považují za synonyma.

Zlepšování jakosti - část managementu jakosti zaměřená na zvyšování schopnosti plnit požadavky na jakost. Jsou to opatření prováděná s cílem zvýšit efektivnost a účinnost činností a procesů a jejich výsledků a poskytnout zvýšený prospěch jak organizaci, tak jejím zákazníkům i ostatním zájmovým skupinám.

Způsobilost - schopnost organizace, systému nebo procesu realizovat produkt, který splní požadavky na tento produkt. Tato schopnost je nutnou podmínkou, aby produkt měl potřebnou jakost.

Prokazování jakosti - část managementu jakosti zaměřená na poskytování důvěry, že požadavky na jakost budou splněny. Tato důvěra (zákazníků) je důsledkem nejen jakosti produktů, ale i jednání dodavatele.

Vada - nesplnění požadavku ve vztahu k zamýšlenému nebo specifickému použití.

2 PRINCIPY MANAGEMENTU JAKOSTI A JEJICH APLIKACE

Norma ČSN EN ISO 9000 definuje osm základních principů managementu jakosti. Vysvětlíme jejich podstatu a naznačíme hlavní činnosti, které vedou k jejich praktickému naplnění i v prostředí malých organizací.

Princip 1: Orientace na zákazníka

Pojmem „zákazník“ byl již definován jako „organizace nebo osoba, která přijímá produkt. Budoucnost každé organizace je přitom bytostně závislá na chování jednotlivých skupin zákazníků a maximalizace míry jejich spokojenosti a loajality tak musí být jednou z principiálních funkcí systému managementu jakosti. Praktická aplikace tohoto principu pak vyžaduje zejména:

- systematické zkoumání požadavků jednotlivých skupin zákazníků,
- jejich rychlé a efektivní naplňování,
- provázanost strategických i operativních cílů organizace s potřebami a očekáváními zákazníků,
- systematické měření spokojenosti zákazníků.

Princip 2: Vůdcovství (vedení a řízení zaměstnanců)

Řídící pracovníci mají být opravdovými vůdci. Mají v organizaci vytvořit takové prostředí, ve kterém všechny skupiny zaměstnanců budou podávat maximální výkony v zájmu naplňování cílů organizace. Realizace tohoto principu od manažerů malých firem vyžaduje:

- deklarování mise, vize, politiky a cílů v souladu s požadavky zákazníků a dalších zainteresovaných stran,
- vytváření prostředí vzájemné důvěry mezi jednotlivými skupinami zaměstnanců,
- poskytování příležitostí zaměstnancům k vlastní aktivní práci, včetně přerozdělování odpovědností a pravomocí,
- motivaci všech zaměstnanců k týmové práci a k procesům zlepšování,
- stát se pozitivním vzorem ostatním apod.

Princip 3: Zapojení lidí

Aktivita a moudrost zaměstnanců jsou největším bohatstvím každé organizace. Pro dosažení tohoto stavu musí vedení malých organizací:

- vysvětlovat důležitost všech činností zaměstnanců pro výsledky organizace,
- vést zaměstnance k odhalování slabých míst v jejich výkonnosti,
- trvale vzdělávat zaměstnance na všech úrovních řízení,
- hodnotit naplňování osobních cílů zaměstnanců a při jejich plnění pomáhat,
- odměňovat úsilí zaměstnanců ke zvyšování výkonnosti apod.

Tento princip se úzce dotýká personálního managementu a preferuje kvalitu lidí.

Princip 4: Procesní přístup

Organizace pracují mnohem efektivněji, pokud to co dělají chápou a řídí jako procesy. Před upřednostňováním jakosti produktů (výstupů) je preferována jakost procesů. Tu lze dosáhnout tím, že organizace bude:

- systematicky měřit výkonnost procesů a analyzovat výsledky těchto měření pro účely objektivního rozhodování,
- systematicky se zaměřovat na klíčové faktory procesů, tj. adekvátní zdroje, metody a materiály.

Princip 5: Systémový přístup k managementu

Tento princip v kontextu norem ISO 9000:2000 navazuje na předcházející zásadu. Systém managementu je chápán jako soubor na sebe navazujících procesů, což má organizaci přinést zvýšenou efektivnost a účinnost při dosahování cílů. K aplikaci tohoto principu malé organizace musí:

- definovat svou strukturu procesů v systémech managementu jakosti,
- poznat návaznost těchto procesů a tuto propojenost i deklarovat (např. procesními mapami v příručce jakosti),

- poznat na druhé straně i nezávislost (ne však odtrženost!) některých procesů,
- jednotlivé procesy popsat v takové míře podrobností, jaká je nutná pro jejich efektivní vykonávání, atd.

Princip 6: Neustálé zlepšování

Každá organizace má vždy dostatek příležitostí k dalšímu zlepšování. Neustálé zlepšování výkonnosti musí být chápáno za základní cíl v jakékoli organizaci. Aplikací tohoto principu má být zabezpečeno dosahování nové úrovně v takových oblastech, jako je razantní snižování rozsahu neshod, nabídka nových produktů a v neposlední řadě i redukce vnitřních neefektivností organizace. V systémech managementu jakosti musí mít každý proces svého vlastníka, tj. osobu, která je odpovědná za jakost výstupů a za efektivní průběh vlastního procesu.

K naplnění tohoto principu je nutné:

- systematicky definovat ty procesy v organizaci, jež jsou nutné pro dosažení plánovaných výsledků,
- jednoznačné definování vlastníků, jejich odpovědností a pravomocí u všech těchto procesů,
- byla výsledkem přezkoumání vedením rozhodnutí o směrech zlepšování a ne pouze o nápravných opatřeních,
- byly auditory, posuzovateli a všemi řídicími pracovníky identifikovány příležitosti ke zlepšování,
- byly uvolňovány potřebné zdroje pro kontinuální zlepšování a hodnocena jejich efektivnost.

Princip 7: Orientace na fakta při rozhodování

Jeho podstatou je tvrzení, že objektivní a účinná rozhodnutí mohou být učiněna pouze na základě využití vhodně analyzovaných dat a informací, tj. na základě procesů měření výsledků. Podmínkou úspěšné aplikace tohoto principu je zejména:

- sběr dostatečně přesných a spolehlivých dat z jednotlivých procesů v organizaci,
- využívání vhodných statistických nástrojů k analýzám a vyhodnocování dat,
- výcvik lidí k využití metod sběru a analýzy dat,
- ochota řídicích pracovníků analyzovaná data využívat v procesech řízení,
- co nejširší zpřístupnění výsledků analýzy dat zaměstnancům.

Princip 8: Vzájemná prospěšnost vztahů s dodavateli

Protože i malé organizace a jejich dodavatelé se vždy vyznačují určitou vzájemnou závislostí, je nutné mezi nimi dosáhnout stavu vzájemně vyvážených a prospěšných vztahů, postavených na důvěře obou partnerů. Klíčovými aktivitami pro naplnění tohoto principu jsou:

- výběr klíčových, resp. strategicky významných dodavatelů,
- pravidelné hodnocení jejich okamžité výkonnosti,
- poskytování nejrůznější pomoci dodavatelům,
- sdílení a komunikování nejlepších praktik,
- účinná komunikace v průběhu celé doby trvání obchodních vztahů,
- motivace dodavatelů ke zlepšování apod.

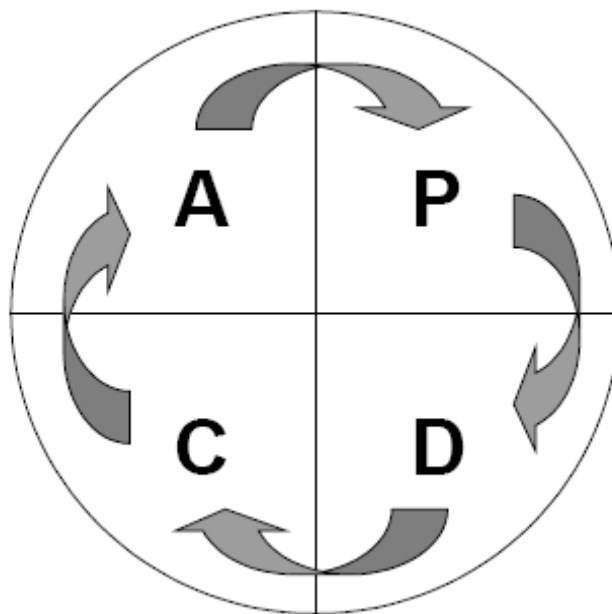
Zmíněné principy je nutné chápat jako základní kameny při budování systémů managementu jakosti ve všech typech organizací. Opomenutí, nebo podcenění byť jednoho z nich ze strany manažerů bude znamenat, že vybuduje systém, který nikdy nebude plně funkční a efektivní. Tyto principy jsou v normách ČSN EN ISO 9001 a 9004 začleněny do jednotlivých kapitol a článků, přičemž to podstatné můžeme nalézt v kapitolách 4 až 8 těchto norem. Využívání norem řady ISO 9000:2000 je příkladem procesního přístupu k managementu jakosti.

3 NÁSTROJE JAKOSTI

3.1 Cyklus PDCA

V současnosti je známa řada metodik pro provádění rozhodovacích a zlepšovacích procesů. Ačkoliv se na první pohled zdají odlišné, při hlubším studiu lze nalézt společné znaky. Všechny vycházejí z přesvědčení, že tyto procesy nemohou probíhat chaoticky, nýbrž mají mít určitý řád. Již od padesátých let minulého století je manažerům jakosti známa obecná metodika zlepšování, která tvoří pilíř i všech současných přístupů. Autorství je připisováno panu W. E. Demingovi. Tato obecně použitelná metoda PDCA (*obr. 3.1.1*) dělí proces zlepšování do čtyř základních kroků:

1. **Plan**
2. **Do**
3. **Check**
4. **Act.**



Obr. 3.1.1 - Metoda PDCA

Plan – vše je si nejprve třeba pečlivě naplánovat: definovat problém, shromáždit potřebné informace, uspořádat je, analyzovat, identifikovat klíčové faktory (příčiny), navrhnout a zvolit vhodné řešení. Účastníci si musí být vědomi toho, zda vůbec chtějí něco změnit, co to má být, nakolik je to potřebné a efektivní, zda lze najít způsoby řešení a které z nich

budou těmi nejlepšími. V tomto kroku, který je nejdůležitější, je doporučován následující postup:

- uvědomění si potřeby zlepšování a ustavení řešitelského týmu,
- definování problému a stanovení cílů zlepšení,
- soustředění a analýza informací,
- určení klíčových faktorů (příčin),
- návrhy řešení,
- hodnocení návrhů podle předem stanovených kritérií a možných důsledků,
- výběr nejlepšího řešení – rozhodnutí.

Do – uvedení řešení do praxe a pečlivé sledování jeho průběhu, měření a monitorování dílčích výsledků. Volba varianty řešení není nikdy závěrečnou etapou rozhodovacího procesu! Je nezbytné se přesvědčit o správnosti zvoleného opatření. Stanovený realizační tým provádí řešení a pozorně sleduje průběh měření hodnot stanovených ukazatelů. Nasbíraná data umožní následné srovnání stavu před a po realizaci řešení. Způsob provedení je rozhodující pro dosažení předpokládaných přínosů zvolené varianty. Doporučená metodika:

- zveřejnění programu zlepšení včetně harmonogramu
- vlastní realizace řešení
- měření a monitorování průběhu realizace řešení.

Check – vyhodnocení získaných výsledků a ověření, že řešení potvrdilo plánované přínosy – problém je vyřešen, příležitost využita a směřuje k předpokládaným efektům. Případná rizika jsou známa a jsou pod kontrolou. Realizace zlepšení nemusí automaticky znamenat předpokládaný přínos. Záleží na tom, na které příčiny bylo reagováno, zda byly právě těmi klíčovými. Dále záleží i na tom, jak reálně byly odhadnuty efekty. V kroku *Check* bude ověřeno, zda bylo rozhodnutí správné, zda řešení reagovalo na klíčové příčiny, zda vedlo k plánovaným přínosům – problém je vyřešen, příležitost využita. Vyhodnocení však může avizovat i případné další problémy, potvrdit nereálnost praktické aplikace přijatého řešení a iniciovat případné přijetí korekčních opatření či návrat do fáze *Plan*.

Act – zakotvení osvědčeného řešení do standardních postupů v celé organizaci. To, co se potvrdilo, je třeba si trvale osvojit. Tím bude zamezeno opakování nežádoucích situací v budoucnosti. Je třeba ocenit i krátkodobá vítězství. A není jiné cesty, než pokračovat od počátku novými aktivitami.

3.2 Smyčka jakosti

Systemové pojetí zlepšování jakosti musí také zabezpečit, že se o zlepšování jakosti bude dbát ve všech fázích hodnototvorného procesu i ve fázi užití. Pro tento sled fází v typické výrobě výrobků formoval prof. J. Juran tzv. spirálu jakosti (dnes častěji »smyčka jakosti«). Znázorněné schéma na obr. 3.2.1 odpovídá strojírenské výrobě. Celý proces je zde rozdělen do 16 fází, od odbytu výrobků, servisu pro jejich užívání a současně zahájeného marketingu vztahujícího se k další generaci výrobků, přes všechny předvýrobní fáze, výrobní fázi a následující zkoušky až po fáze povýrobní. Po nich následuje opět další fáze odbytu, servisu a marketingu. Je to vlastně uzavřený cyklus, stále se opakující, ale právě formou spirály je znázorněn současně probíhající cyklus neustálého zlepšování jakosti, takže se sled fází opakuje, ale vždy na vyšší úrovni.



Obr. 3.2.1 - Smyčka jakosti (Juranova spirála jakosti)

3.3 Jednoduché nástroje jakosti

Ty slouží k interpretaci a k vnímání hodnot znaků jakosti a vztahů mezi znaky jakosti. Z jednodušších prostředků hodnocení jakosti se jedná hlavně o schémata, grafy a diagramy, obrazy skutečných objektů, matematické výrazy apod.

3.3.1 Tabulky

Tabulka je záznam množiny hodnot uspořádaných podle dvou hledisek. Je to natolik běžný prostředek, že už ani nevnímáme, že patří i mezi prostředky řízení jakosti. Tabulky se používají pochopitelně pro záznam nejrůznějších údajů hromadné povahy.

3.3.2 Grafy a diagramy

Graf je zobrazení určitých informací na ploše. Diagram je původně takto zobrazená souvislost mezi dvěma kvantitativními (měřitelnými) veličinami, ale používá se k zobrazení souvislostí i mezi více veličinami. Diagram je tedy druh grafu. Grafy a diagramy se v oblasti jakosti používají velmi často a pro nejrůznější účely a v nejrůznějších druzích – sloupcové grafy, spojnicové grafy, výsečové grafy, bodové diagramy, polární grafy, grafy struktury, síťové grafy aj. Jejich účelem je srozumitelně zobrazit systémy a jejich prvky, struktury, vzájemné souvislosti, hodnoty veličin, někdy ve vzájemných proporcích, jindy v časových řadách apod. Předností grafů proti textovému popisu znázorněného objektu nebo tabulce hodnot jsou globálnější poznatky, nedostatkem pak menší přesnost zobrazení (proti číselným údajům).

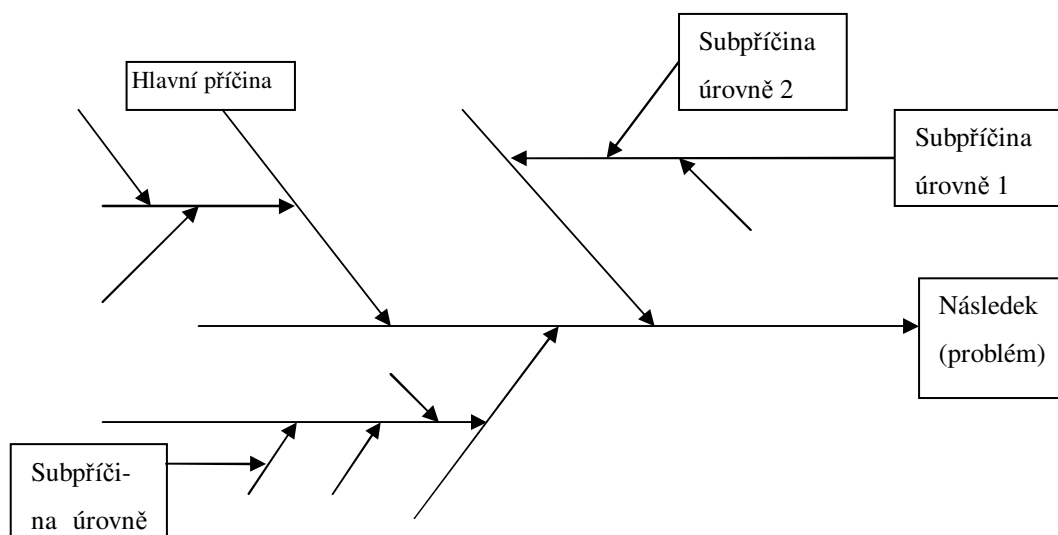
3.3.3 Histogram

V podstatě je histogram grafickým ztvárněním hodnot v tabulce četnosti. Pro kvantitativní (měřitelný) znak jakosti má histogram tvar sloupcového diagramu, který má:

- sloupce stejné šíře h a proměnné výšce
- počet sloupců roven počtu intervalů
- výšku sloupce znázorňující četnost v daném intervalu

3.3.4 Diagram příčin a následku

Diagram příčin a následku ukazuje grafickou formou vztah mezi následkem a příčinami. Pro svůj tvar bývá tento diagram také nazýván »diagram rybí kosti« nebo podle svého autora »Ishikawův diagram«. Základní obecný tvar diagramu je znázorněn na *obrázku 3.3.4.1*. Následek, který je obvykle lokalizován v pravé části diagramu, obsahuje vždy stručnou specifikaci problému, který se má řešit; tato část diagramu bývá nazývána také „rybí hlava“. Nalevo od ní se zobrazují jednotlivé hlavní příčiny a odvozené dílčí příčiny neboli subpříčiny. Každá ze subpříčin je uváděna do relace v pořadí, které odpovídá úrovni ovlivnění hlavní příčiny.

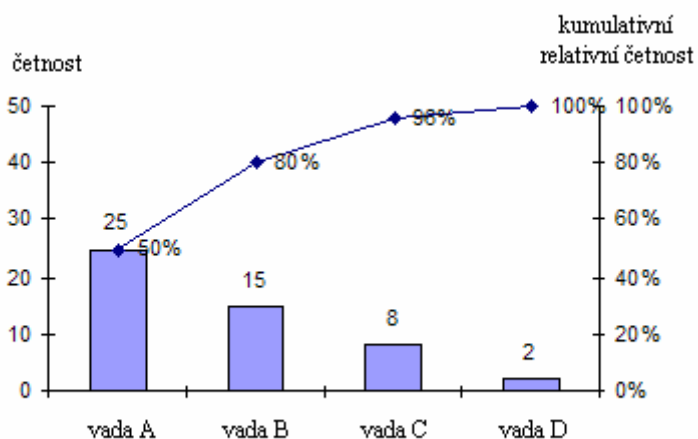


Obr. 3.3.4.1 - Základní schéma diagramu příčin a následku

3.3.5 Paretova analýza

Jedním z hlavních cílů programu řízení jakosti je snížení nákladů na neshodné výrobky. Je celá řada typů neshod a každá z nich se objevuje s jinou intenzitou. Je tedy třeba si v prvním kroku analýzy neshod učinit objektivní obraz o četnostech jednotlivých typů neshod na každém ze zkoumaných výrobků a o ztrátách, které jednotlivá neshoda vyvolává. Postup analýzy, je založen na myšlence italského ekonomy Vilfreda Pareta. Vhodnost této analýzy pro oblast řízení jakosti objevil v padesátých letech minulého století J. M. Juran. Podle něho je 80 až 95 % problémů v oblasti řízení jakosti vyvoláno 5 až 20 % příčin, a právě na tuto menšinu je třeba se v analýze problémů přednostně zaměřit, podrobně ji analyzovat a maximálně možným způsobem potlačit její působení. Paretova analýza

předpokládá sestrojení grafu (viz obr. 3.3.5.1), v němž na vodorovné ose jsou uvedeny všechny druhy neshod (vad) v pořadí stejném jako v předem připravené tabulce (tedy v klesajícím pořadí), na levé svislé ose jsou vyneseny příslušné absolutní četnosti a na pravé svislé ose jsou vyznačeny kumulativní relativní četnosti; v koncových bodech intervalů příslušných jednotlivým druhům neshod je vynesena jejich četnost. Spojením bodů kumulativní relativní četnosti se dostane lomená čára (nebo po vyhlazení spojitá křivka). Uvedená lomená čára kumulativních četností vyjádřená v procentech se nazývá *Lorenzova křivka*.



Obr. 3.3.5.1 - Paretův graf

Paretova analýza je poměrně používaným nástrojem v řízení jakosti. Je to především díky poměrně snadné konstrukci - sběr dat je prakticky neustále prováděn na kontrolních pracovištích - v dnešní době se často přechází na plně automatizované systémy, které vedou záznamy o každém jednotlivém výrobku, lze proto často pokračovat v tvorbě statistik i v případě, že výrobek již opustil samotný výrobní proces (například v automobilovém průmyslu je tato praxe poměrně běžná). Největší výhodou těchto analýz pak spatřuji především v jasné vizualizaci. Již při prvním pohledu na Paretův graf je totiž jasné vidět, kde se nachází problém. V případě křivky kumulativní četnosti (Lorenzovy křivky) je pak vidět hlavní příčiny. Především díky těmto dvěma výhodám je tato metoda poměrně často využívána.

3.3.6 Regulační diagramy

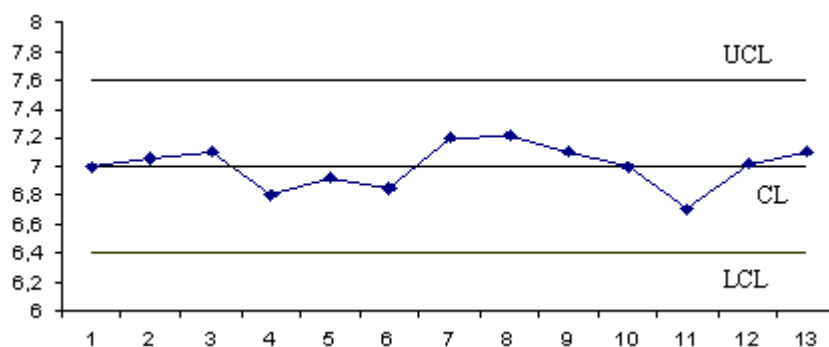
Předmětem statistického řízení výrobního procesu (*Statistical process control – SPC*) je napomáhat k dosažení a udržení výrobního procesu na přípustné a stabilní úrovni tak, aby byla zajištěna shoda produktů a služeb se specifikovanými požadavky.

Cíle SPC jsou tedy definovány takto:

- řídit proces tak, aby se choval požadovaným způsobem;
- snižovat kolísání parametrů konečného produktu nebo zlepšovat dosaženou úroveň procesu jinými způsoby.

Základním statistickým nástrojem SPC jsou regulační diagramy. Historicky se princip regulačních diagramů opírá o práce Waltera A. Shewharta. Statistické řízení procesu představuje zpětnovazební systémové ovládání procesu na základě průběžné informace o výkonu procesu v průběhu vlastní regulace. Proces ovlivňovaný pouze systémem náhodných příčin má charakter statisticky zvládnutého procesu a takový proces má tu vlastnost, že je předpověditelný. Naproti tomu přítomnost zvláštních příčin (nazývaných také vymezitelné příčiny) vyvolává v procesu nepředvídatelné změny. Tyto typy příčin je nutné identifikovat. Právě detekce přítomnosti zvláštních příčin je úlohou regulačních diagramů. Do regulačního diagramu se zakreslí tyto jeho parametry (viz *obr. 3.3.6.1*)

- centrální přímka (CL), přímka charakterizující polohu průměru procesu
- regulační meze (horní regulační mez UCL a dolní regulační mez LCL), přímkou vymezující prostor pro přípustné kolísání hodnot sledované výběrové charakteristiky.



Obr. 3.3.6.1 - Regulační diagram

Při analýze regulačních diagramů se soustředíme především na identifikaci jakéhokoliv důkazu, že průměr procesu nebo variabilita procesu nevykazují konstantní úroveň.

4 ANALÝZA MOŽNÝCH VAD A DŮSLEDKŮ - FMEA

4.1 FMEA, FMECA, FTA - obecný popis

Jsou to tři analytické nástroje, které se používají v hodnototvorném procesu, a to jak v jeho průběhu, tak ve fázi užití jeho výsledků – produktů, zejména těch pro dlouhodobé užívání. Všechny tři tyto metody se velmi často používají pro prevenci, pro předcházení nepříznivým a škodlivým událostem a zbytečnému vynakládání zdrojů.

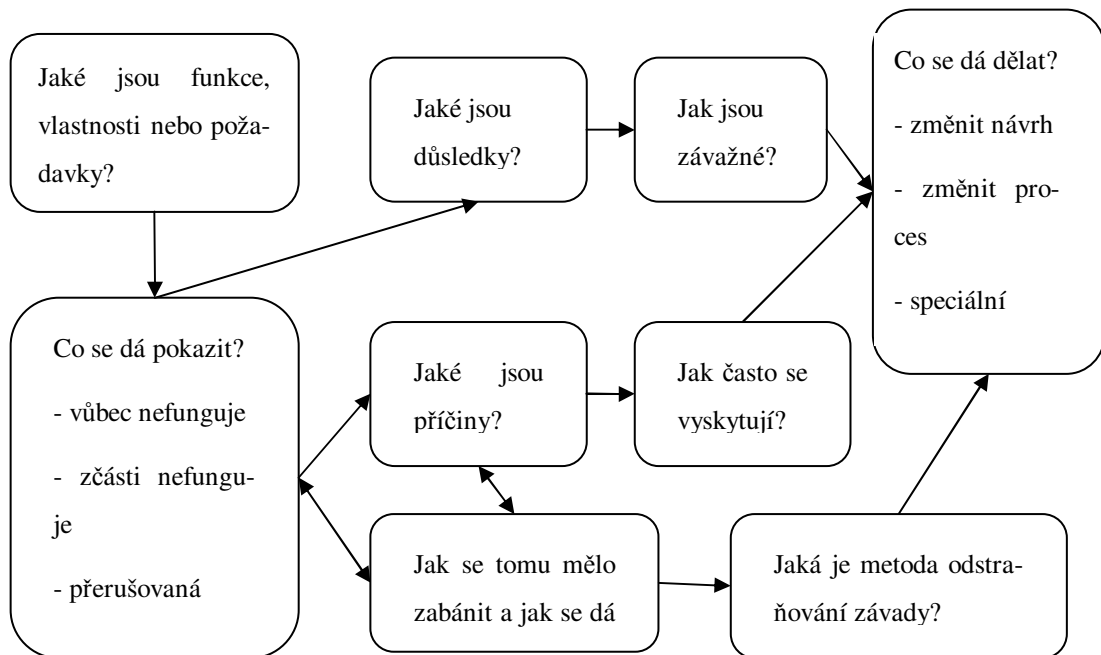
FMEA je »analýza druhů poruchových stavů a jejich důsledků« (Fault Mode and Effects Analysis) a je určena pro analýzy poruchových stavů nejen ve fázi užití produktů, ale také ve fázi jejich tvorby. Používá se hlavně pro složité objekty – stroje a zařízení apod., které se skládají z mnoha funkčních částí. Kromě hodnocení rizik výskytu poruch u jednotlivých částí se zkoumají i vlivy poruch částí na funkce jiných částí (může jít i o celé řetězce vyvolaných poruch) tak, aby se odhalily prvotní příčiny. Všechny FMEA se orientují na návrh, ať už se jedná o návrh výrobku nebo návrh procesu. FMEA návrhu výrobku je souhrnem poznatků inženýra a týmu o tom, jak je součást, podsystém či systém navržen (včetně analýzy prvků, které by mohly podle zkušeností a minulých případů selhat). FMEA procesu je pak souhrnem poznatků technologa a řešitelského týmu o průběhu vývoje procesu nebo technologie (včetně analýzy prvků, které by mohly selhat, prováděné na základě zkušeností a řešení minulých problémů).

FMECA je »analýza druhů, důsledků a kritičnosti poruchových stavů«. Je obdobná metodě FMEA, ale navíc se zabývá právě kritičností, tedy významnými poruchami, které mohou způsobit mimořádně velké škody, zejména řetěžením následných poruch.

FTA, tj. »analýza stromu poruchových stavů« (Fault Tree Analysis) patří k metodám analýzy poruch, a to pro vyhledávání zdrojů poruch, jejich vzájemných vazeb a jejich systematické roztřídění. Za specifickou aplikaci metody FTA pro praktické použití například v metodě FMEA nebo FMECA se dá považovat Ishikawův diagram.

4.2 FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) podrobný popis metody

FMEA (analýza možných chyb a jejich důsledků) patří k metodám preventivního zabezpečování jakosti. Analyzuje možnosti chyb a jejich důsledky v časném stadiu procesu vývoje a výroby, aby umožnila pokud možno včasné zvýšení jakosti. Na *obrázku 4.2.1* je znázorněn postup analýzy sledu možných způsobů a důsledků závad.



Obr. 4.2.1 - Postup analýzy sledu možných způsobů a důsledků závad

Cíle metody FMEA jsou:

- rozpoznání kritických komponent a slabých míst, zejména u inovovaných výrobků nebo postupů poznáváním a lokalizováním chyb v komplexních systémech. Mezioborová komunikace se stará o optimální tok informací ze všech oddělení podniku.
- odhad rizika (pravděpodobnost vzniku vady)
- minimalizace rizika vhodnými opatřeními
- systematická práce v týmu odborníků
- zvýšení srozumitelnosti struktury výrobku (transparentnost výrobku)
- definování odpovědností za zlepšovací opatření popř. havarijní opatření
- poznat, s co možná minimálními náklady, všechny podstatné chyby
- snížení doby vývoje a úkolů vývoje

- optimalizování strategie výroby
- hodnocení působení možných vad na zákazníka

Důležitou součástí metody FMEA je správná práce s formulářem, ten je také nejlepší pomůckou k pochopení metodiky FMEA. Které úkoly, v jakém pořadí a za jakých podmínek jsou řešené, bude formulováno na následujících stranách. Vzhledem k zaměření praktické části této bakalářské práce se v další části bude jednat o použití formuláře a jeho vyhodnocení pro metodu FMEA procesu. Existuje ovšem také formulář pro metodu FMEA návrhu.

4.2.1 Formulář pro analýzu FMEA procesu

Formulář pro FMEA procesu slouží k usnadnění dokumentace analýzy možných závad a jejich důsledků. Tento dokument by měl být vypracován:

- před nebo v etapě proveditelnosti
- před vybavením výroby nástroji
- tak, aby bral v úvahu všechny výrobní operace počínaje jednotlivými komponenty a konče sestavami

Na následující straně je nevyplněný standardní formulář pro FMEA procesu (*obr. 4.2.1.1*). Význam jednotlivých pozic na tomto standardním formuláři, kterými se budu podrobněji zabývat dále, je následující:

1 - číslo FMEA; 2 - prvek; 3 - odpovědnost za proces; 4 - vypracoval; 5 - součást - model / rok; 6 - rozhodné datum; 7 - datum FMEA; 8 - řešitelský tým; 9 - funkce procesu / požadavky na proces; 10 - možný způsob závady; 11 - možné důsledky závady; 12 - závažnost; 13 - klasifikace; 14 - možné příčiny / mechanismy závady; 15 - výskyt; 16 - stávající řízení procesu; 17 - odhalitelnost; 18 - ukazatel priority rizika; 19 - doporučená opatření; 20 - odpovědnost za doporučená opatření; 21 - provedená opatření; 22 - výsledky opatření

ANALÝZA MOŽNÝCH VAD A JEJICH NÁSLEDKŮ (FMEA KONSTRUKCE)

FMEA číslo 1

Strana 1 z 1

Prvek 2 Zpracoval 4

Součást-model/rok 5 Datum zprac. (orig) 7 (rev.) 7

Rešitelský tým 8 Odpovědnost za proces 3 Rozhodné datum 6

9 Funkce procesu Požadavky	10 Projev možné vady	11 Možný důsledek vady	12 Závažnost	13 Možná příčina(y) / mechanismus(y) vady	14 Výskyt	15 Stávající řízení procesu, prevence	16 Stávající řízení procesu, odhalování	17 Odhad rizika	18 UPR	19 Doporučená opatření	20 Odpovídá & termín splnění	21 Opatření splněno (rev.)	22 Výsledky opatření Závažnost Výskyt Odhad riz. UPR

Obr. 4.2.1.1 - Formulář pro FMEA procesu

1. Číslo FMEA

Je to číslo dokumentu FMEA, které může sloužit pro další sledování. Toto číslo slouží především k přehlednosti archivace FMEA formulářů.

2. Prvek

Jde o název a číslo systému, subsystému nebo položky, pro kterou se proces analyzuje. Ve většině případu ve strojírenství si lze pod tímto pojmem představit určitou součást zařízení a její číselné označení.

3. Odpovědnost za proces

Zde se uvádí OEM(Original Equipment Manufacturer), útvar a skupina. Také zde může být název dodavatele, je-li známý.

4. Vypracoval

Obvykle se uvádí jméno, telefon a společnost technika, odpovědného za vypracování FMEA. Pokud se jedná o větší organizace, pak se uvádí i určitý kód zaměstnance.

5. Součást - model / rok

Příslušné ročníky modelu / programy, pro které bude analyzovaný návrh využit a / nebo které jim budou ovlivněny (je-li to známo).

6. Rozhodné datum

Toto datum je požadovaný termín ukončení FMEA, který nemá být pozdější než plánované datum zahájení výroby. V případě dodavatele nemá být datum prvního ukončení FMEA pozdější než zákazníkem požadované datum uskutečnění procesu schválení součásti (PPAP - Production Part Approval Process).

7. Datum FMEA

Zde se vyplňuje datum vypracování prvotní FMEA a datum poslední revize.

8. Řešitelský tým

Patří do něj jména odpovědných pracovníků a útvarů oprávněných určovat a / nebo vykonávat úkoly. Doporučuje se, aby bylo v rozdělovníku uvedeno jméno, útvar, telefon, adresa atd. každého člena týmu.

9. Funkce procesu / požadavky na proces

Jde o jednoduchý popis analyzovaného procesu nebo operace (např. soustružení, vrtání, řezání závitu, svařování, montáž). Doporučuje se zapsat příslušné číslo procesu - operace analyzovaného kroku. Tým by měl přezkoumat příslušnou funkci, materiál, proces, normy pro ochranu životního prostředí a bezpečnost. Uvádí se co nejstručněji účel analyzovaného procesu nebo operace včetně informace o návrhu (způsob měření, měřené veličiny) systému, subsystému nebo komponenty. Kde proces zahrnuje četné operace (např. montáž) s různými možnými způsoby závad, může být žádoucí pojednat o operacích jako o jednotlivých prvcích.

10. Možný způsob závady

Možný způsob závady je definován jako způsob, kterým by proces v plnění požadavků na proces a / nebo záměr návrhu mohl selhat. Jedná se o popis nekonformity v dané operaci. Může být příčinou související s možným způsobem závady v následné operaci nebo jevem souvisejícím s možnou závadou v předcházející operaci. Avšak při vypracovávání FMEA se předpokládá, že vstupující díly / materiály jsou v pořádku. Výjimky může tým FMEA připustit tam, kde dřívější údaje ukazují na nedostatky jakosti vstupujícího materiálu. Stanoví se všechny možné závady / vady pro danou operaci ve vztahu ke komponentě, subsystému, systému nebo charakteristice procesu. Předpokládá se, že závada / porucha může, ale nemusí nutně vyskytnout. Technik / tým posuzující proces má být schopen si položit a zodpovědět tyto otázky:

- Jak může proces/díl nesplnit požadavky?
- Co by zákazník (finální uživatel, následující operace nebo služba), bez ohledu na technickou specifikaci, považoval za nežádoucí?

Vychází se z porovnání s podobnými procesy a přezkoumání požadavků zákazníka (finálního uživatele a následující operace) ve vztahu k podobným komponentám. Kromě toho je nezbytnou znalostí záměr návrhu. Typickým způsobem poruch může být např. ohnutí, otřepy, nesprávné umístění otvoru, prasklé, poškozeno, znečištěno, nesprávný popis, apod.. Možné způsoby poruch se mají popsat ve „fyzikálních“ nebo technických pojmech, ne jako příznaky, které nutně vnímá zákazník.

11. Možné důsledky závady

Možné důsledky závady / vady se definují jako důsledky způsobu poruchy na zákazníky. Popis důsledků závady je takový, jak by je mohl pozorovat nebo vnímat zákazník s tím, že zákazníkem může být také vnitřní zákazník i finální uživatel. Musí být zřejmé, zda by způsob závady mohl ovlivnit bezpečnost nebo způsobit nehodu s předpisy. Zákazníkem v této souvislosti může / mohou být následující operace nebo místa, prodejce a / nebo vlastník produktu. Při hodnocení možného dopadu poruchy se musí brát v úvahu všichni. Důsledky pro finálního uživatele se mají vždy popsat jako projevy výkonu výrobku nebo systému, jako je např. hluk, drsnost, nepravidelná funkce, nefunguje, zhoršená funkce, špatný vzhled, apod.. Jsou-li zákazníkem následující operace / pracoviště, mají se dopady vyjádřit ve smyslu výkonu procesu / operace, jako: nedrží, nelícuje, nedá se spojit, neodpovídá, nadměrně opotřebovává nástroje, ohrožuje operátora, apod..

12. Závažnost

Závažnost (význam vady) je známka spojená s nejzávažnějším důsledkem daného způsobu závady. Závažnost vyjadřuje relativní hodnocení v rámci dané FMEA. Zámka závažnosti se dá snížit změnou návrhu systému, subsystému nebo komponenty nebo změnou procesu. Je-li zákazníkem ovlivněným způsobem závady výrobní nebo montážní závod nebo uživatel výrobku, může hodnocení závažnosti vybočovat z rámce zkušeností nebo znalostí technologa nebo týmu. V takových případech je třeba konzultovat technika odpovědného za návrh, za FMEA návrhu a/nebo technologa následujícího výrobního nebo montážního závodu.

Navržená kritéria hodnocení:

Tým techniků by se měl dohodnout na kritériích hodnocení a důsledném systému známkování, i když bude pro jednotlivé analýzy procesu upravený. Závažnost by se měla odhadovat podle stanovené tabulky na následující straně (*tab. 4.2.1.2*) a přizpůsobovat k určitému procesu ve výrobě, na který je FMEA analýza aplikována. Nedoporučuje se však upravovat kritéria známek 9 a 10. Způsoby poruch se závažností 1 se dále neanalyzují.

	Kritéria závažnosti důsledku	Kritéria závažnosti důsledku	
Důsledek	Dopad na zákazníka	Dopad na výrobu / montáž	Známka
Kritický, bez výstrahy	Tato známka přísluší, když možný způsob závady vede k vadě patrné finálnímu zákazníkovi a / nebo výrobnímu / montážnímu závodu. Finální zákazník má být vždy uvažován jako první. Vyskytují-li se oba případy, použije se větší závažnost.	Tato známka přísluší, když možný způsob závady vede k vadě patrné finálnímu zákazníkovi a / nebo výrobnímu / montážnímu závodu. Finální zákazník má být vždy uvažován na prvním místě. Vyskytují-li se oba případy, použije se větší závažnost.	10
Kritický s výstrahou	Velmi vysoké hodnocení závažnosti, když možný způsob závady ohrožuje bezpečný provoz vozidla a/nebo znamená nesplnění závazného předpisu s výstrahou.	Nebo může bez výstrahy ohrožovat operátora (stroj nebo sestavu)	9
Velmi závažný	Velmi vysoké hodnocení závažnosti, když možný způsob závady ohrožuje bezpečný provoz vozidla a/nebo znamená nesplnění závazného předpisu s výstrahou.	Nebo může ohrožovat operátora (stroj nebo sestavu) s výstrahou.	8
Závažný	Vozidlo/prvek nefunkční (ztráta základní funkce).	Nebo se musí 100 % výrobků šrotovat, nebo se musí vozidlo / prvek opravit v opravárenské dílně za dobu delší než 1 hodina.	7
Mírný	Vozidlo/prvek funguje, ale úroveň výkonu snížena. Zákazník velmi nespokojen.	Nebo se musí výrobek přetřídit a část (méně než 100 %) výrobků šrotovat, nebo se musí vozidlo / prvek opravit v opravárenské dílně za dobu od 1/2 hodiny do 1 hodiny.	6
Nízký	Vozidlo/prvek funguje, ale prvky podmiňující komfort/pohodlí fungují se sníženým výkonem. Zákazník poněkud nespokojený.	Nebo se musí část (méně než 100 %) výrobků šrotovat bez třídění, nebo se musí vozidlo/ prvek opravit v opravárenské dílně za dobu kratší než 1/2 hodiny.	5
	Vozidlo/prvek funguje, ale prvky podmiňující komfort/pohodlí fungují se sníženým výkonem. Zákazník poněkud nespokojený.	Nebo se musí 100 % výrobků nebo vozidel / prvků přepracovat mimo linku, ale nemusí jít do opravárenského oddělení.	

Velmi nízký	Úprava/skřípot a drnčení prvku neodpovídá. Vady si všimne většina zákazníků (přes 75 %).	Nebo se výrobek musí přetřídít bez šrotování a část (menší než 100 %) se musí přepracovat.	4
Nepatrný	Úprava/skřípot a drnčení prvku neodpovídá. Vady si všimne 50 % zákazníků.	Nebo se musí část (menší než . 100 %) výrobků přepracovat bez šrotování, na lince, ale mimo normální pozici.	3
Zanedbatelný	Úprava/skřípot a drnčení prvku neodpovídá. Vady si všimnou kritičtí zákazníci (méně než 25 %).	Nebo se musí část (méně než 100 %) výrobků přepracovat bez šrotování, na lince a na normální pozici.	2
Žádný	Žádný znatelný důsledek.	Nebo nepatrná obtíž v operaci nebo pro operátora nebo žádný dopad.	1

Tab. 4.2.1.2 - Návrh kritérií hodnocení významu vady - závažnosti pro FMEA procesu

13. klasifikace

Někdy se zavádí pro pojem klasifikace také výraz kritičnost. Tento sloupec může sloužit pro klasifikaci jakékoli speciální charakteristiky výrobku nebo procesu (např. kritické, klíčové, hlavní, významné) pro komponenty, subsystemy nebo systémy, které mohou vyžadovat doplnění nástrojů řízení procesu. Tento sloupec může také sloužit pro zdůraznění způsobů závad s vysokou prioritou pro technické vyhodnocení. Speciální symboly pro charakteristiky výrobku nebo procesu a jejich používání se řídí specifickou podnikovou politikou a nejsou tímto dokumentem upraveny.

14. Možné příčiny / mechanismy závady

Možný způsob závady je definován jako: Způsob, kterým by proces v plnění požadavků na proces a/nebo záměr návrhu mohl selhat. Jedná se o popis nekonformity v dané operaci. Může být příčinou související s možným způsobem závady v následné operaci nebo jevem souvisejícím s možnou závadou v předcházející operaci. Avšak při vypracovávání FMEA se předpokládá, že vstupující díly/materiály jsou v pořádku. Výjimky může tým FMEA připustit tam, kde dřívější údaje ukazují na nedostatky jakosti vstupujícího materiálu. Stanovují se všechny možné závady/vady pro danou operaci ve vztahu ke komponentu, subsystému, systému nebo charakteristice procesu. Předpokládá se, že závada / porucha

může, ale nemusí nutně vyskytnout. Technik / tým posuzující proces má být schopen si položit a zodpovědět tyto otázky:

- Jak může proces/díl nesplnit požadavky?
- Co by zákazník (finální uživatel, následující operace nebo služba), bez ohledu na technickou specifikaci, považoval za nežádoucí?

Vychází se z porovnání s podobnými procesy a přezkoumání požadavků zákazníka (finálního uživatele a následující operace) ve vztahu k podobným komponentám. Kromě toho je nezbytná znalost záměru návrhu. Např. typickým způsobem poruch může být (ale nejen toto): příliš drsný povrch, poškozeno, deformováno, otvor chybí, apod. Možné způsoby poruch se mají popsat ve „fyzikálních“ nebo technických pojmech, ne jako příznaky, které nutně vnímá zákazník.

15. Výskyt

Výskyt je pravděpodobnost, že se specifická příčina závady vyskytne. Znamka, charakterizující pravděpodobnost výskytu, má spíše relativní význam než absolutní platnost. Jediný způsob, jakým se dá známka výskytu snížit, je odstranění nebo zvládnutí příčin / mechanismů závady změnou návrhu nebo procesu. Pravděpodobnost výskytu možné příčiny / mechanismu závady se odhaduje ve stupnici 1 až 10. Pro zajištění kontinuity se má používat soustavný systém známkování výskytu. Znamka výskytu je relativní hodnocení v rámci předmětu FMEA a nemusí vyjadřovat skutečnou pravděpodobnost výskytu. Možná četnost poruch se opírá o počet poruch, očekávaných v průběhu procesu. Jsou-li k dispozici statistické údaje z podobných procesů, měly by se pro určení známky výskytu použít. Ve všech ostatních případech se dá výskyt ohodnotit subjektivně na základě slovního popisu v levém sloupci tabulky dohromady s jakýmkoli historickými údaji, které jsou k dispozici z podobných procesů. Tým techniků by se měl dohodnout na důsledném systému kritérií hodnocení a známkování, i když pro jednotlivou analýzu procesu upraveném. Pro odhadování výskytu má *tabulka 4.2.1.3* sloužit jako vodítko.

Pravděpodobnost	Možné četnosti závad	Známka
Velmi vysoká: Neustálé závady	> 100 na tisíc kusů	10
	50 na tisíc kusů	9
Vysoká: Časté závady	20 na tisíc kusů	8
	10 na tisíc kusů	7
Mírná: Občasné závady	5 na tisíc kusů	6
	2 na tisíc kusů	5
	1 na tisíc kusů	4
Nízká: Poměrně málo závad	0,5 na tisíc kusů	3
	0,1 na tisíc kusů	2
Vzácná: Závada nepravděpodobná	< 0,01 na tisíc kusů	1

Tab. 4.2.1.3 - Navržená kritéria hodnocení výskytu pro FMEA procesu

16. Stávající řízení procesu

Stávající řízení procesu obsahuje popisy opatření, která buď v možné míře výskytu způsobu nebo příčiny / mechanismu poruchy zabraňují, nebo zjišťují způsob nebo příčinu / mechanismus závady, kdyby se vyskytla. Tato opatření mohou zahrnovat nástroje řízení procesu jako je předcházení chybám, statistické řízení procesů (SPC) nebo následné hodnocení po ukončení procesu. Hodnocení se může provádět v dané operaci nebo v následných operacích. Je zde třeba uvažovat dva druhy nástrojů řízení:

- **Prevence:** předcházení výskytu příčiny / mechanismu závady nebo způsobu závady nebo snížení četnosti jejich výskytu.
- **Odhalení:** odhalení příčiny / mechanismu závady nebo způsobu závady vedoucí k opatřením k nápravě.

Přednostně, je-li to možné, se nejdříve uplatní opatření k prevenci. Jsou-li preventivní opatření integrována do záměru procesu jako jeho součást, ovlivní původní známky výskytu. Původní známky zjištění jsou založeny na nástrojích řízení procesu, které buď odhalují příčinu / mechanismus nebo způsob závady. Formulář pro FMEA procesu má pro nástroje řízení procesu dva sloupce (tj. samostatný sloupec pro preventivní opatření a samostatný sloupec pro opatření k odhalení), aby se týmu usnadnilo jasné rozlišení těchto dvou druhů nástrojů řízení procesu. To umožňuje rychlé vizuální potvrzení, že byly uváženy oba druhy nástrojů řízení procesu. Preferuje se použití tohoto formuláře se dvěma sloupci. Použije-li se však formulář s jedním sloupcem, měla by se uplatnit následující označení. Pro preventivní opatření 'P' před každým zaznamenaným preventivním opatřením, pro opatření k odhalování 'O' před každým zaznamenaným opatřením k odhalování.

17. Odhalitelnost

Odhalitelnost je známka přiřazená nejlepším opatřením k odhalení, uvedeným ve sloupci opatření k řízení procesu. Odhalitelnost je relativní známka vztahující se k předmětu jednotlivé FMEA. Ke snížení hodnocení se zpravidla musí zlepšit plánované řízení procesu. Předpokládá se, že se závada vyskytla, a pak se zhodnotí způsobilost všech "stávajících nástrojů řízení procesu" zabránit expedici dílu s tímto typem poruchy nebo vady. Nepředpokládá se automaticky, že je známka odhalitelnosti nízká proto, že je nízký výskyt (např. když se používají regulační diagramy), ale zhodnotí se způsobilost nástrojů řízení procesu zjistit způsoby závady s malou četností nebo zabránit jejich proniknutí do pokračování procesu. Je nepravděpodobné, že by náhodné kontroly jakosti mohly odhalit izolovanou vadu a neměly by ovlivnit známku odhalitelnosti. Statistický výběr je platný nástroj odhalování. Tým techniků by se měl dohodnout na důsledném systému kritérií hodnocení a známek, i když pro jednotlivou analýzu procesu upraveném. Doporučená kritéria hodnocení odhalitelnosti pro FMEA procesu jsou v *tabulce 4.2.1.4* na následující straně.

Odhalení	Kritéria	Druhy kontroly			Návrh rozsahu metod odhalování	Známka
		Zajištěno proti chybám	Kontrola kalibrem	Ruční kontrola		
Téměř vyloučené	Absolutní jistota, že nebude odhaleno.			X	Nedá se odhalit nebo se nekontroluje.	10
Velmi nepravděpodobné	Nástroje řízení poruchu pravděpodobně neodhalí.			X	Řízení se provádí jen nepřímou nebo náhodnými kontrolami.	9

Nepravděpodobné	Nástroje řízení mají malou šanci poruchu odhalit.			X	Řízení se provádí jen vizuální kontrolou.	8
Velmi nízká pravděpodobnost	Nástroje řízení mají malou šanci poruchu odhalit.			X	Řízení se provádí jen dvojí vizuální kontrolou.	7
Nízká pravděpodobnost	Nástroje řízení mohou poruchu odhalit.		X	X	Řízení se provádí pomocí diagramů jako je SPC.	6
Mírná pravděpodobnost	Nástroje řízení mohou poruchu odhalit.		X		Řízení se opírá o měření, když součásti opustily pracoviště, nebo kontrolu kalibrem sta procent součásti, když opustily pracoviště.	5
Poněkud vyšší pravděpodobnost	Nástroje řízení mají dobrou šanci poruchu odhalit.	X	X		Odhalování chyb v následných operacích, nebo kontrola kalibrem prováděná po seřízení a kontrola prvního kusu (jen po seřizování).	4
Vysoká pravděpodobnost	Nástroje řízení mají dobrou šanci poruchu odhalit.	X	X		Odhalení chyb na pracovišti nebo v následujících operacích vícenásobnými přejímkami: při dodání, výběru, instalaci, verifikaci. Nedají se převzít neshodné součásti.	3
Velmi vysoká pravděpodobnost	Nástroje řízení téměř s jistotou poruchu odhalí.	X	X		Odhalení chyb na pracovišti (automatické měření s automatickým pozastavením). Nemůže propustit neshodné díly.	2
Téměř jistota	Nástroje řízení odhalí poruchu s jistotou.	X			Neshodné součásti se nedají vyrobit, protože prvek byl návrhem procesu/výrobku proti vzniku vad zajištěn.	1

Tab. 4.2.1.4 - Navržená kritéria hodnocení odhalitelnosti pro FMEA procesu

18. Ukazatel priority rizika

Ukazatel priority rizika je součinem známek závažnosti, výskytu a odhalitelnosti.

UPR = závažnost x výskyt x odhalitelnost

Tato hodnota by měla sloužit k seřazení vad procesu podle jejich rizik (např. pomocí Paretovy analýzy). UPR může nabývat hodnot od „1“ do „1000“. Řešitelský tým musí pro vyšší hodnoty UPR přijmout opatření ke snížení vypočtených rizik nápravnými akcemi. Za nepřijatelnou hodnotu pro dodavatele v automobilovém průmyslu se považuje hodnota

vyšší než $UPR = 98$. V obecné praxi se musí bez ohledu na výsledné hodnoty UPR věnovat pozornost případům s vysokým hodnocením významu (závažnost) možné vady.

19. Doporučená opatření

Technické přezkoumávání pro přípravu preventivního opatření k nápravě má být zaměřeno nejdříve na vysokou závažnost, vysoké UPR a na jiné týmem určené položky. Záměrem jakéhokoli doporučeného opatření je snížení známek v tomto pořadí: závažnost, výskyt a odhalitelnost. Je-li závažnost 9 nebo 10, musí se ve všeobecné praxi věnovat zvláštní pozornost řešení rizika stávajícími opatřeními k řízení návrhu nebo preventivními opatřeními k nápravě bez zřetele k UPR. Ve všech případech, kdy by důsledek identifikovaného potenciálního způsobu poruchy mohl pro konečného uživatele znamenat ohrožení, je třeba uvážit preventivní opatření k nápravě, aby se vzniku závady zabránilo vyloučením, omezením nebo zvládnutím příčin. Měla by se mj. uvážit tato opatření:

- Snížení známky hodnocení závažnosti: Jen revize návrhu a / nebo procesu může vést ke snížení známky závažnosti.
- Snížení známky hodnocení výskytu vady: Ke snížení pravděpodobnosti výskytu se musí revidovat proces a / nebo návrh. K neustálému zlepšování a k prevenci vad by se mohla uplatnit studie činností procesu s použitím statistických metod s trvalou informační zpětnou vazbou k příslušným činnostem.
- Snížení známky odhalitelnosti: Preferovanou metodou pro snížení známky odhalitelnosti je uplatnění metod zajištění proti chybám. Všeobecně je zlepšení opatření k odhalování závad pro zlepšování jakosti nákladné a neefektivní. Zvyšování četnosti kontrolních řídicích zásahů není efektivním preventivním opatřením k nápravě a mělo by se použít jen jako dočasné opatření, protože nezbytná jsou neustálá preventivní opatření k nápravě. V některých případech může být pro podporu odhalování nezbytná změna návrhu určité součásti. Ke zvýšení této pravděpodobnosti se dají uplatnit změny současného systému řízení. Důraz se však musí klást na prevenci vad (tj. snížení jejich výskytu), spíše než na jejich odhalování. Příkladem může být uplatnění statistické regulace procesu SPC a zlepšování procesu, spíše než náhodné kontroly jakosti.

Nevede-li přezkoumání technologie pro specifický způsob kombinace závad/příčin/řízení k žádným doporučeným opatřením, zapíše se do tohoto sloupce „Žádná“.

20. Odpovědnost za doporučená opatření

Zde je jméno stanoveného pracovníka odpovědného za doporučené opatření a cílové datum jeho ukončení.

21. Provedená opatření

Jakmile je opatření zavedeno, zapíše se stručný popis jeho provedení a datum jeho účinnosti.

22. Výsledky opatření

Po určení preventivního opatření k nápravě se odhadnou a zapíšou výsledné známky závažnosti, výskytu a odhalitelnosti. Vypočte se a zapíše výsledné UPR. Nejsou-li žádná opatření přijata, příslušné sloupce známek se nevyplňují. Všechny upravené hodnoty by se měly přezkoumat a považuje-li se za nezbytné další opatření, opakuje se celá analýza. Cílem má být neustálé zlepšování.

Vyplněním tohoto formuláře by neměla být analýza FMEA považována za hotovou. Technik odpovědný za proces odpovídá za provedení nebo přiměřené zajištění všech doporučených opatření. FMEA je živý dokument a má vždy odrážet poslední stav návrhu i poslední příslušná opatření, včetně těch, která se uskutečnila po zahájení výroby. Technik odpovědný za proces má několik prostředků k zajištění identifikace problémů a uplatnění doporučených opatření. Ty zahrnují mj.:

- zajištění plnění požadavků na proces / výrobek
- přezkoumání technických výkresů, specifikací výrobku / procesu a toku procesu
- potvrzení promítnutí změn do dokumentace montáže / výroby
- přezkoumání plánů řízení a pracovních postupů.

4.2.2 Stručný popis procesu analýzy FMEA

Na základě zkušeností a statistického sledování se metodou FMEA vyhledají primární příčiny poruch spolu s významnostmi způsobených škod a frekvencemi jejich výskytu a odhadnou se možnosti odhalení těchto příčin. Významnost škody pro uživatele, pravděpodobnost výskytu poruchy a možnost odhalení příčiny se bodově ohodnotí a z těchto bodů se vypočte rizikové číslo (UPR), které charakterizuje závažnost poruchy.

Je zároveň východiskem pro stanovení pořadí, v kterém se budou odstraňovat příčiny poruch. Po dokončení návrhu produktu pro sériovou nebo hromadnou výrobu se ve skupině odborníků kriticky zhodnotí, k jakým poruchám tohoto produktu může docházet ve fázi jeho používání. Tyto potenciální poruchy se vyhodnotí metodou FMEA a nejzávažnější z nich se odstraní změnou řešení návrhu. Tato prevence možných poruch ještě před výrobou má obvykle značný ekonomický přínos.

5 METODA QAM - QUALITY ASSURANCE MATRIX

Metoda QAM narozdíl od analýzy FMEA nachází převážně své uplatnění v již zavedené výrobě. V tomto ohledu se QAM liší od FMEA i v měřítku zapojení řadových zaměstnanců do procesu analýzy. Metoda QAM je svým zpracováním a systémovým pojetím jednodušší k pochopení a uživatelsky přívětivější. Avšak před použitím této metody je vhodné provést analýzu FMEA k nalezení pravděpodobně se nejčastěji vyskytujících chyb, které budou později doplněny o poznatky z výroby. Stejně jako u FMEA analýzy je i u metody QAM základem standardní formulář.

5.1 Formulář pro metodu QAM

Formulář pro QAM metodu (ukázka v *tab. 5.1.4*) uvádí podobné hodnoty jako formulář FMEA procesu. Samozřejmě zde nalezneme údaje o datumu počátku metody, jména zodpovědných pracovníků, číslo formuláře, prvek, apod.. Stejně jako FMEA formulář je i formulář pro metodu QAM živým dokumentem a v průběhu výroby produktu by se měl stále rozvíjet. K tomuto neustálému rozvoji formuláře slouží, jak již bylo uvedeno, zapojení zaměstnanců v úseku výroby / montáže do procesu tohoto nástroje k dosažení nulové chyby. Hlavní rozdíl oproti metodě FMEA je v názornosti a zjednodušení vyhodnocení rizikovitosti. QAM k posouzení četnosti vad a jejich odhalitelnosti místo čísel používá barvy. Význam barev pro ohodnocení četnosti (*tab. 5.1.1*) a odhalitelnosti (*tab. 5.1.2*) je převzat ze světelné signalizace - červená barva signalizuje největší riziko, oranžová nabádá k obezřetnosti a zelená signalizuje bezproblémový úsek. Uvedené hodnoty FMEA v tabulkách jsou určeny pouze pro plánování. Poté, co k jednotlivým chybám v procesu přiřadíme určitou barvu, ať už je to barva vedoucí k vyjádření četnosti (vychází obvykle z dokumentace o chybách na jednotlivých úsecích výroby / montáže) nebo k vyjádření odhalitelnosti (ta je pak ve formuláři nejvíce závislá na druzích kontrol, kterými tento prvek prochází), dostáváme se podobně jakou u FMEA procesu k hodnocení celkové rizikovitosti daného procesu. K tomuto účelu, jak již napovídá název metody, slouží »Matice k zaručení kvality«. Tato matice je znázorněna v *tabulce 5.1.3*.

Barva	Popis	Komentář	Příklad výskytu chyb			FMEA
zelená	účinné vyhnutí se chybě	Chyba se téměř nevyskytuje	Poka Yoke nebo zabezpečený proces montáže	Sešroubování s úhlovou kontrolou / kontrolou vůle	Kontrola za použití nástrojů	1 - 2
žlutá	mírná prevence, ne 100% efektivní	Chyba se občas vyskytuje, ne však ve značném množství	Ruční nebo automatizovaná montáž, chyba není lehce poznatelná	Sešroubování dílců bez automatického zastavení pásu	Proces s ručním měřením, kvalifikovaný pracovník	3 - 6
červená	nestandardizovaný proces	Častý výskyt chyby	Ruční nebo automatizovaná montáž, chyba není viditelná	Ruční sešroubování dílců	Pracovník s malou zkušeností / dovedností	7 - 10

Tab. 5.1.1 - Ohodnocení četnosti výskytu chyb metodou QAM

Barva	Popis	Komentář	Příklad kontroly chyb			FMEA
zelená	100% kontrola se způsobilým zařízením, automatické zastavení pásu	Chyba je vždy nalezena	automatický test se způsobilým zařízením	Kontrola s automatickým zastavením pásu	Pracovní krok bez odhalení chyby není možný	1 - 2
žlutá	Ruční použití testovacího zařízení	Chybu nelze za nepříznivých okolností odhalit	Ruční nebo automatická kontrola bez automatického zastavení pásu.	Ruční nebo vizuální kontrola, lehká odhalitelnost chyby	Namátková zkouška s neprůkazným objemem kusů	3 - 6
červená	žádná kontrola nebo nepravděpodobný nálezy chyby	Chybu nelze s určitostí nalézt	Kontrola není dimenzována k rozpoznání chyby	Vizuální kontrola složitějších charakteristických znaků chyby	Kontrola může být vynechána	7 - 10

Tab. 5.1.2 - Ohodnocení odhalitelnosti chyb metodou QAM

		zelená	žlutá	červená
detekce chyby / prevence chyby		100% kontrola se způsobilým zařízením, automatické zastavení pásu	ruční použití testovacího zařízení	žádná kontrola nebo nepravděpodobný nálezy chyby
zelená	účinné zabránění chybě	spolehlivé	spolehlivé	další zlepšení je nezbytné
žlutá	mírná prevence, ne 100% efektivní	spolehlivé	další zlepšení je nezbytné	vyžaduje neprodleně zlepšení
červená	nestandardizovaný proces	další zlepšení je nezbytné	vyžaduje neprodleně zlepšení	vyžaduje neprodleně zlepšení

Tab. 5.1.3 - Matice k zaručení kvality

5.2 Stručný popis procesu metody QAM

Metoda QAM je metoda vedoucí k dosažení »nulové chyby« ve výrobě / montáži. Na jejím počátku se pomocí analýzy FMEA (ve většině případu by měla být již provedena) určí nejzávažnější nejčastěji se vyskytující chyby procesu. K těmto chybám se podle metody přiřadí barva specifická jejich závažnosti a odhalitelnosti. Vyhodnocení se provede pomocí »Matic k zaručení kvality« a na jeho základě se podle stanoveného pořadí provádí zlepšení. O těchto zlepšeních se následně musí tým techniků přesvědčit, zda byla účinná a vedli k požadovanému cíli. Formulář by se měl neustále rozšiřovat o nové poznatky z výroby / montáže a i proto je doporučováno mít tento formulář transparentně vystaven přímo ve výrobě / montáži a zajistit tím tak jeho přímou aktualizaci. Zároveň tak slouží i k motivaci zaměstnanců dosahovat co nejkvalitnější produkce prvků výroby / montáže.

CÍLE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Ve své bakalářské práci jsem se rozhodl popsat jeden z mnoha procesů vedoucích k zabezpečení kvality výsledného produktu z oblasti automobilových komponentů.

Na prvních stranách jsou vysvětleny základní pojmy týkající se jakosti. Tyto základní pojmy jsou dále použity v části zabývající se principy managementu jakosti v organizaci a v následující části jsou popsány nástroje jakosti, které tvoří základ všech metod a analýz v oblasti managementu jakosti. Zbývající kapitoly jsou již detailně zaměřeny na analýzu FMEA a metodu QAM, které jsou aplikovány na konkrétním výrobním procesu a vyhodnoceny v praktické části bakalářské práce. Zvolenou oblastí pro vypracování praktické části se stala firma dodávající součásti pro automobilový průmysl. Analyzována byla v tomto případě z důvodů objemnosti dat pouze montáž určitého typu držáku uhlíků.

Tato bakalářská práce je tedy souhrnem informací vysvětlující a částečně hodnotící proces zavedení vybraných metod k zabezpečení kvality v montážním procesu.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 FIRMA TNS SERVIS

Praktická část mé bakalářské práce zaměřená na analýzu pracovních procesů byla využita ve firmě TNS SERVIS a.s. k dalšímu zabezpečení kvality montážních procesů ve výrobě. Následující odstavce se z tohoto důvodu budou věnovat historii a produkci firmy TNS SERVIS a.s..

6.1 Historie firmy TNS SERVIS a.s.

Prvním důležitým datem v historii firmy je rok 1991, ke kterému se datuje vznik firmy s názvem TNS Servis s.r.o. Tato firma vznikla z pozůstatku výroby a servisu počítačů v JZD Slušovice. Zabývala se tehdy servisem PC a prodejem nových. Společnost v té době vlastnila také prodejnu ve Zlíně. Tuto oblast působnosti si firma uchovala až do roku 1994, kdy byla poprvé kontaktována belgickou pobočkou firmy Robert Bosch. Na konci tohoto roku již začala spolupráce prací ve mzdě, která spočívala v montáži ostříkovačů světlometů pro osobní i nákladní automobily. Od roku 1995 začala firma spolupracovat také s pobočkou firmy Robert Bosch působící v Německu. Sortiment výroby se touto spoluprací rozšířil o výrobu držáků uhlíků. V této době měla firma stále jen 15 zaměstnanců. V roce 1996 byla dokončena celková restrukturalizace firmy z obchodně servisní společnosti na výrobní. V tomto roce společnost získala certifikát dle ISO 9002. Od tohoto data se firma neustále rozvíjí o další výrobní a montážní linky a zavádí stále nové technologie. Těmi prvními bylo například mikrosvařování, laserové popisování součástí a letování. Tou poslední je investice do technologie SMT, která je plně automatizovaná. Do dnešního dne firma obdržela v roce 2002 také certifikát ISO TS 16949:2002 za splnění požadavků na zavedení systému jakosti dle této normy a v roce 2006 certifikát ISO 14001 jako ocenění činností managementu zaměřeného na životní prostředí. Nyní je snahou firmy rozvoj výrob i mimo oblast automobilového průmyslu.

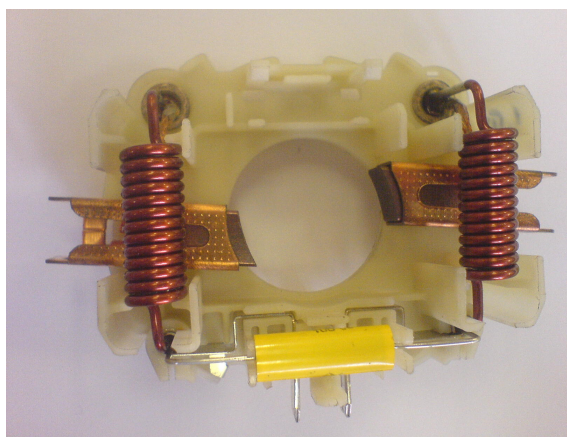
6.2 Produkce firmy TNS SERVIS a.s.

V současné době firma produkuje převážně komponenty pro automobilový průmysl. Oborem činnosti jsou montážní a elektromontážní práce. Těmi nejzákladnějšími činnostmi firmy je montáž plastových komponentů pro ostříkovače světlometů osobních a nákladních automobilů, výroba držáků uhlíků pro malé elektromotory používané v automobilech

pro střešní okna, el. zavírání oken, nastavování sedadel, klimatizace a jiné automatizované funkce. Dále se ve firmě provádí montáž zadních plastových stěračů pro osobní automobily a nově také osazování desek plošných spojů technologií SMT. Celková produkce firmy TNS SERVIS a.s. se dělí mezi jednotlivé zákazníky. Mezi ty nejdůležitější patří samozřejmě společnosti z automobilového průmyslu a to především pobočky firmy Robert Bosch v Německu, Belgii, Maďarsku, Mexiku a Brazílii. Dalšími zákazníky jsou firmy Ampra, Automotive Lighting a Tridonic Atco působící na území České republiky, Německa a Rakouska. Samotné výrobky se pak nejčastěji používají v automobilech značky BMW, Citroen, Fiat, Ford, Mazda, Opel, Peugeot, Renault, Smart, Škoda, Toyota a VW. O produkci těchto výrobků se stará 350 zaměstnanců pracujících v třísměnném provozu na výrobní ploše cca. 7000 m². Objem produkce u nejvíce vyráběných komponentů je rozdělen mezi tři základní typy výrobků. Největší část tvoří držáky uhlíků pro malé elektromotory používané v automobilech, jejichž roční produkce se pohybuje okolo 13 milionů kusů. Dále se vyrobí přibližně 2 miliony kusů stěračů a 1,5 milionu ostřikovačů světloometů ročně. Tento objem produkce vytvořil za rok 2006 obrát firmy 19,1 milionů euro.

7 OBJEKT ANALÝZY ANALÝZOU FMEA A METODOU QAM - DRŽÁK UHLÍKŮ S OZNAČENÍM DPO

Pro aplikaci analýz popsaných v této bakalářské práci jsem si vybral produkt z řady držáků uhlíků montovaných ve firmě TNS SERVIS a.s.. Tento produkt jsem si vybral s ohledem na jeho vysoký podíl v celkovém objemu výroby. Roční produkce tohoto typu držáku uhlíků je okolo 2 500 000 kusů. Je používán pro kompletaci elektromotorů sloužících k rozvodu vzduchu v klimatizacích osobních automobilů. Jeho označení DPO vychází ze systému značení zákazníka, a proto je shodný typ označení používán i firmou TNS SERVIS a.s.. Vzhledem k zaměření praktické části na analýzu procesu montáže je namísto popisu technických parametrů výrobku uveden názorný obrázek tohoto typu držáku uhlíků (*obr 7.1*).



Obr. 7.1 - Držák uhlíků s označením DPO

7.1 Popis procesu montáže držáku uhlíků s označením DPO

Proces montáže produktu je základní informací potřebnou k vyplnění formuláře pro analýzu FMEA procesu, tak i pro zhotovení formuláře pro metodu QAM. V obou formulářích se totiž musí vyskytovat veškeré montážní operace vedoucí ke zhotovení výsledného výrobku i jeho balení a expedice. Pouze tak můžeme určit veškerá rizika tohoto procesu montáže. Montáž držáku uhlíků s označením DPO je nazývána tzv. proudovou montáží, ve které se vyskytují částečně nebo plně automatizované stroje či linky. Proto je také nejlepším způsobem popsání procesu montáže tohoto držáku uhlíků podle užívaného sledu operací. Na počátku této linie operací je samozřejmostí příjem polotovarů potřebných k montáži od stálých dodavatelů a jejich správná distribuce na odpovídající montážní pracoviště. Po této

fázi postupuje sled operací následovně: lisování kontaktu nevratné pojistky → lisování vedení → montáž nýtků → montáž kontaktů → předlis a dotlak kontaktů → montáž zemnicího kontaktu → montáž uhlíku a tvarování lanek → montáž varistoru → montáž kondenzátoru → montáž termosplínače → montáž tlumivek → lisování nýtků a ohyb zemnicího kontaktu → pájecí vlna a popis na karuselu → ruční pájení kontaktu a lanka → ruční pájení pojistky → balení → expedice. Expedicí je proces výroby držáku uhlíků ve firmě TNS SERVIS a.s. ukončen.

8 FMEA ANALÝZY MONTÁŽE PRODUKTU DPO

V příloze (PI) bakalářské práce jsou uvedeny FMEA analýzy procesu montáže držáku uhlíků s označením DPO. Tyto formuláře byly vytvořeny před zavedením zmíněného držáku do výroby a následně doplněny o chyby, které se vyskytly v počáteční fázi dlouhodobé výroby této součástky. Na formulářích pracoval tým techniků odpovědný za tento úsek výroby. Tento řešitelský tým byl složen s ohledem na znalosti a zkušenosti s tímto druhem montážního procesu. Na přání vedení firmy TNS SERVIS a.s. jsou formuláře FMEA uváděny bez standardní hlavičky formuláře obsahující interní informace firmy, jakými jsou jména, datумы, firemní označení a jiná data. Tento fakt však nijak neovlivňuje žádnou z podstatných částí FMEA formuláře a analýza je tak kompletní. Pro názornost je na *obr. 8.1* uvedena nevyplněná standardní hlavička FMEA formuláře používaná ve firmě TNS SERVIS a.s..

ANALÝZA MOŽNÝCH VAD A JEJICH NÁSLEDKŮ			FMEA číslo
			Strana
			z
Prvek	Odpovědnost za proces	Zpracoval	
Součást-model/rok	Rozhodné datum	Datum zprac. (orig) (rev.)	
Řešitelský tým			

Obr. 8.1 - Standardní hlavička FMEA formuláře

8.1 Zhodnocení FMEA formuláře pro držák uhlíků s označením DPO

Základním zhodnocením FMEA formuláře je samozřejmě kontrola výsledného čísla ve sloupci s označením UPR (jedná se o ukazatel priority rizika, který je součinem známek závažnosti, výskytu a odhalitelnosti). Pokud je hodnota tohoto čísla větší než 98, je nutné provést jistá opatření. Tento případ se v uvedených FMEA formulářích vyskytl pouze jednou. Jednalo se o nedostatečný čas potřebný k ochlazení cínu po ručním pájení. Tento problém byl vyřešen použitím dvou technologických přípravků při této operaci, čímž byla prodloužena doba potřebná k ochlazení. Následná FMEA analýza prokázala dostatečné snížení UPR čísla, které bylo způsobeno menším výskytem této chyby po provedení zmíněného opatření. Toto opatření bylo tedy schváleno za dostačující.

Při podrobnějším zhodnocení FMEA formuláře se tým techniků zaměřuje na operace, jejichž UPR se blíží povolené hranici. V uvedených formulářích je výskyt rizikově vysokých čísel častý. Ve většině případů se jedná o chybu pracovníka, kdy součástka není správně či vůbec namontována. Prevencí proti těmto chybám z nepozornosti je školení pracovníků na daném úseku výroby. Tato kategorie chyb je ovšem lehce vizuálně odhalitelná pracovníkem na dalším úseku montáže. Z tohoto důvodu je dostačující daným chybám věnovat zvýšenou pozornost a zamezit jejich častému výskytu. Dalšími chybami vyskytujícími se v rizikové oblasti hodnot UPR jsou chyby zapříčiněny strojem. Při těchto chybách je nápravou správné seřízení stroje či jeho částečná úprava.

Po těchto zhodnoceních FMEA formulářů, které jsou vyplňovány na základě zkušeností techniků z již probíhajících montáží držáků uhlíků podobného typu, je tento montážní proces považován za spolehlivý. Tyto formuláře budou však nadále doplňovány o nepředvídatelné chyby, které se v průběhu budoucí výroby mohou vyskytnout. K vyhodnocení míry odhalitelnosti a zamezení těchto i již předvídaných chyb slouží metoda QAM popsaná v následující kapitole.

9 APLIKACE QAM METODY NA PROCES MONTÁŽE DRŽÁKU UHLÍKŮ S OZNAČENÍM DPO

QAM metoda, jak již bylo popsáno v teoretické části této práce, je metodou vedoucí k celkovému zkvalitnění výroby. Zavedení této metody do výroby ve firmě TNS SERVIS a.s. bylo přáním zákazníka odebírajícího více typů držáků uhlíků. Tato metoda tedy byla aplikována na mnoho kategorií držáků uhlíků vyráběných ve firmě. V této práci je však uveden pouze formulář pro držák uhlíků s označením DPO. Podobně jako u analýzy FMEA je formulář vzhledem k jeho velikosti vložen jako příloha (*PII*) v bakalářské práci a i zde je hlavička pouze částečně vyplněna na přání vedení firmy TNS SERVIS a.s..

9.1 Popis informací plynoucích z QAM formuláře

Pro zhodnocení QAM formuláře je nejdůležitější kolonka uvádějící celkovou sumu reklamací od zákazníka před a po provedených opatřeních. Z této kolonky jasně plyne účinnost opatření, které jsou ve všech případech stoprocentní. Z 15 dosavadních reklamací od zákazníka jich celkem 5 bylo zaviněno nekvalitní dodávkou polotovarů pro montáž a 2 chyby vznikly při vývojové fázi, konkrétně u stanovení rozměrů výlisku základny. Chyby, které se vyskytly při samotné montáži byly odstraněny úpravou strojů nebo technologických postupů u daných operací. Opatření byla provedena i u operací, které nevykazovaly nejvyšší rizikovost (v kolonce účinnosti kontrolních bodů označeny červenou barvou), ale vyskytly se reklamace způsobené chybou při těchto operacích.

QAM metodou byly tedy z formuláře vybrány operace, které bylo nutné zkvalitnit tak, aby počet reklamací od zákazníka vlivem chyb u daných operací byl nulový. Tento záměr se zdařil a lze tedy považovat zavedení metody QAM do výroby za spolehlivý prostředek k dosažení téměř totální kvality montáže při dlouhodobější produkci tohoto typu držáku uhlíků.

ZÁVĚR

V této bakalářské práci se zabývám analýzou kvality u výrobního procesu, konkrétně u procesu montáže držáku uhlíků. Účelem této práce mělo být dokonalé zabezpečení kvality montážního procesu za pomoci zvolených analýz a metod. Cílem bylo zajištění nulové chyby ve výrobě. Tento cíl je samozřejmě téměř utopický vzhledem k množství operací prováděných při montáži a teoretickému počtu možných závad. Použitím nástrojů jakosti nelze nikdy zcela vyloučit chyby zaviněné pracovníkem či jiné nepředvídatelné komplikace a problémy. Použitím analýz a metod se tedy dosáhlo alespoň určitého zkvalitnění výroby a minimalizace reklamací od zákazníka. K tomuto závěru přispělo použití velmi rozšířené FMEA analýzy, jejíž výhodou je zavedení ještě v předvýrobním procesu a snížení dodatečných nákladů a komplikací spojených s pozdějšími úpravami výrobního procesu. Druhým použitým nástrojem jakosti v praktické části práce byla metoda QAM používaná již v probíhající výrobě. Oba tyto nástroje k zabezpečení kvality montáže držáku uhlíků budou v praxi nadále rozvíjeny o nové záznamy vzniklé při dlouhodobé výrobě produktu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BLECHA, P.; VAVŘÍK, I.: *Jakost II - Řízení a zabezpečování jakosti - kapitola FMEA* - Národní informační středisko pro podporu jakosti, Praha 2005
- [2] NENADÁL, J.; LÁTALOVÁ, K.; HERCÍK, P.; VOLKO, V.; VÁPENÍČEK, V.: *Systém řízení s využitím jednoduchých nástrojů pro malé organizace* - Národní informační středisko pro podporu jakosti, Praha 2005
- [3] HORÁLEK, V.: *Jednoduché nástroje řízení jakosti I* - Národní informační středisko pro podporu jakosti, Praha 2004
- [4] PLÁŠKOVÁ A.: *Jednoduché nástroje řízení jakosti II* - Národní informační středisko pro podporu jakosti, Praha 2004
- [5] PLÁŠKOVÁ A.: *Metody a techniky analýzy a zlepšování kvality* - VŠE, Praha 1999
- [6] JANEČEK, Z.: *Jakost – potřeba moderního člověka* - Národní informační středisko pro podporu jakosti, Praha 2004
- [7] *Analýza možných vad a jejich důsledků(FMEA)* - Chrysler Corporation, Ford Motor Company a General Motors Corporation; Český překlad vydala ČSJ, Praha 2001
- [8] *QS-9000 SPC Statistické řízení procesů (SPC)* - Chrysler Corporation, Ford Motor Company a General Motors Corporation; Český překlad vydala ČSJ, Praha 1999
- [9] ČSN EN ISO 9000:2001 *Systémy managementu jakosti - Základy, zásady a slovník*
- [10] PLURA, J.: *Plánování a neustálé zlepšování jakosti* - Computer Press, Praha 2001
- [11] SVIGIR, M.; NUESSELE, M.: *QAM Schulungsunterlagen* - Robert Bosch GmbH, 2005

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ČSN	České Technické Normy
EN	Evropské Normy
FMEA	Fault Mode and Effects Analysis
FMECA	Fault Mode, Effects and Criticality Analysis
FTA	Fault Tree Analysis
ISO	International Organization for Standardization
OEM	Original Equipment Manufacturer
PDCA	Plan, Do, Check, Act
PPAP	Production Part Approval Process
QAM	Quality Assurance Matrix
SPC	Statistical Process Control
UPR	Ukazatel Priority Rizika

SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr. 1.1.1 - Dodavatelsko-odběratelský vztah
- Obr. 3.1.1 - Metoda PDCA
- Obr. 3.2.1 - Smyčka jakosti (Juranova spirála jakosti)
- Obr. 3.3.4.1 - Základní schéma diagramu příčin a následku
- Obr. 3.3.5.1 - Paretův graf
- Obr. 3.3.6.1 - Regulační diagram
- Obr. 4.2.1 - Postup analýzy sledu možných způsobů a důsledků závad
- Obr. 4.2.1.1 - Formulář pro FMEA procesu
- Obr. 7.1 - Držák uhlíků s označením DPO
- Obr. 8.1 - Standardní hlavička FMEA formuláře

SEZNAM TABULEK

- Tab. 5.1.4 - Ukázka formuláře pro metodu QAM
- Tab. 5.1.3 - Matice k zaručení kvality
- Tab. 5.1.2 - Ohodnocení odhalitelnosti chyb metodou QAM
- Tab. 5.1.1 - Ohodnocení četnosti výskytu chyb metodou QAM
- Tab. 4.2.1.4 - Navržená kritéria hodnocení odhalitelnosti pro FMEA procesu
- Tab. 4.2.1.3 - Navržená kritéria hodnocení výskytu pro FMEA procesu
- Tab. 4.2.1.2 - Návrh kritérií hodnocení významu vady - závažnosti pro FMEA procesu

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Formulář FMEA analýzy procesu montáže držáku uhlíků s označením DPO

Příloha P II: Formulář QAM pro proces montáže držáku uhlíků s označením DPO