

Kateřina Štěrbová
Technická univerzita v Liberci
Hospodářská fakulta

Studijní program: 6208 - Ekonomika a management
Studijní obor: Podniková ekonomika

Použití FMEA jako preventivní opatření vzniku vad a nežádoucích nákladů

Application FMEA (Failure mode and effect analysis) to eliminate the risks of failures and undesirable costs in the process

BP – PE – KPE - 200807

KATEŘINA ŠTĚRBOVÁ

Vedoucí práce: Ing. Jaromír Švihovský, Ph.D., katedra podnikové ekonomiky
Konzultant: Ing. Jiřina Jamborová, Methods Engineer, Delphi

Počet stran 32
11.01.2008

Počet příloh 5

Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 - školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

Datum: 9. 12. 2007

Podpis:

Resumé:

Předmětem mé bakalářské práce je teoretické i praktické seznámení s metodou FMEA. Jako typicky preventivní metoda je to velice důležitý nástroj k přecházení chyb a v neposlední řadě nežádoucích nákladů. Ve své práci jsem se zaměřila nejprve na teoretický popis FMEA. Vznik, využití či tvorbu FMEA. Ve své praktické části jsem pak využila možnost popsat konkrétní proces přímo ve firmě, kde pracuji. Firma Delphi si na tvorbě FMEA velice zakládá a je velmi důležitá nejen pro interní využití, ale i při externích auditech prováděných jak renomovanými auditorskými firmami, tak samotnými zákazníky. FMEA se ve firmě vytváří nejen pro projekty nové, ale samozřejmě je udržování a aktualizace FMEA pro projekty stávající. FMEA ale pomáhá především při vývoji nových produktů, odhalování jejich slabých míst a tím snižovat případná rizika. Dále je důležitá při optimalizaci procesů a snižování jejich chybovosti. Nižší chybovost snižuje i počet špatně vyrobených kusů, snižuje náklady na jejich přepracování a umožňuje plynulou výrobu a následnou dodávku až ke spokojenému zákazníkovi. Spokojený zákazník je pak nejen cílem FMEA, ale zároveň celé společnosti. Její přínos je tedy zřejmý a má celkově dobrý vliv na úspěch a dobré jméno společnosti.

Klíčová slova:

proces, prevence, chybovost, závažnost, zákazník

Summary:

The object of my bachelor thesis is theoretical and practical introduction of FMEA method. As a typical preventive method it is a very important tool used for fault prevention and for unwanted costs reduction. The theoretical description of FMEA was the first topic I tried to concentrate on. It is nascency, utilization and development of FMEA. In my practical part I used the opportunity to describe specific process in company I work for. Delphi puts great effort in FMEA formation and updating. It is important not only for internal use. The FMEA is significant in external audits which are provided by prestigious audit companies as well as customers. FMEA is created not only for new projects, but it is obviosity to keep FMEA updated for current projects. It helps mainly at new product development to find weak points and reduce contingent risks. FMEA is also important in process optimalization and error rate reducing which manages decreasing quantity of rejected products, accompanying transport costs and allows continuous production and subsequent delivery to the satisfied consumer. The satisfied consumer is not only the target of FMEA processes but of all the company. The benefit of FMEA is evident and it has great influence to company reputation.

Keywords:

process, prevention, failure, severity, customer

OBSAH

Úvod	9
1 Vznik FMEA	9
2 Cíle FMEA	10
3 Základní informace o FMEA	11
3.1 Systémová FMEA návrhu	11
3.2 Systémová FMEA procesu	11
3.3 Výhody FMEA	12
3.4 Nevýhody FMEA	12
4 Sestavování FMEA	13
4.1 Teamy FMEA a jejich úloha	13
4.2 Nástroje týmu využívané při vzniku FMEA.....	14
4.2.1 Brainstorming	14
4.2.2 Diagram příčin a následků	15
4.2.3 Vývojový diagram	17
4.3 Tvorba FMEA	18
4.3.1 Shromažďování základních údajů	18
4.3.2 Analýza chyb	19
4.3.3 Hodnocení chyb	20
4.3.4 Shrnutí	22
5 Příklad z praxe	23
5.1 Delphi	23
5.2 Delphi Packard Electric systems Česká Lípa	24
5.3 Tvorba FMEA procesu pro nový projekt v závodě Česká Lípa.....	25
5.3.1 FMEA tým pro nový projekt	25
5.3.2 FMEA pro stávající projekty v České Lípě	38
Závěr	39
Seznam literatury	40
Seznam příloh	41

Seznam zkratk

0S	Nultá série
AIAG (Automot. Industry Action Group)	Nevýdělečné družení společností působících v automobilovém průmyslu
D (Detectability)	Odhalení
GSD (Global shared data)	Globální sdílení dat
MoT (Moments of Truth)	Okamžik pravdy
O (Occurrence)	Výskyt
PDF (Process flow diagram)	Procesový diagram
PVS	Předsérie
RPN (Risk Priority Number)	Celková míra rizika
S (Severity)	Závažnost
SOP (Start Of Production)	Série
TP	Technologický postup
VDA (Verand der Automobilindustrie)	Svaz automobilového průmyslu

Úvod

Účelem mé práce je seznámení s metodou FMEA. Její použití jako preventivní opatření vzniku vad a s tím související zamezení nákladů, které při použití metody nikdy nenastanou. FMEA je nástroj, který umožňuje podnikům zaměřit se na možné chyby a selhání v procesu ještě dříve než vůbec nastanou a tím se vyhnout mnoha problémům a komplikacím, které by mohly mít neblahý vliv na samotného zákazníka. V této práci jsem se nejdříve zaměřila na uvedení základních informací, které jsou pro pochopení metody potřeba. Vznik FMEA, základní informace o metodě a také kroky potřebné při tvorbě FMEA. Důležité jsou i nástroje používané při sestavování týmu FMEA, které se tvorbou FMEA přímo zabývají. V praktické části jsem si vybrala konkrétní proces, který se vyskytuje ve firmě, kde pracuji. Na tomto konkrétním případě již názorně popisuji vznik a tvorbu FMEA a její přínosy pro společnost Delphi.

1 Vznik FMEA

FMEA – Analýza možných chyb a jejich důsledků – byla vyvinuta v šedesátých letech v USA. NASA vyvinula tuto metodu pro projekt Apollo. Metoda nenašla uplatnění pouze v letectví a kosmickém průmyslu. Dále se rozšířila do jaderné techniky a následně do automobilového průmyslu. Tím se FMEA celosvětově rozšířila a dnes je základním metodickým nástrojem managementu systému jakosti jak u mnoha výrobců automobilů, tak i jejich dodavatelů. Ovšem od prvního uvedení až po dnešní aplikaci prošla metoda výrazným rozvojem. V minulosti docházelo při používání FMEA k různým nedostatkům. Při konstrukční FMEA se vady zkoumaly pouze na úrovni dílu a nezkoumaly se vzájemné funkční souvislosti jednotlivých dílů a stejně tak i u procesní FMEA. Zde se zkoumaly možné závady jen v jednotlivých operacích procesu. Neprováděla se systematicky členěná potřebná analýza výrobního procesu až po vybavení nástroji a stroji, pokud je třeba. Vypracování FMEA se prováděla pouze na velice jednoduchém formuláři a nebyl tedy možný strukturovaný popis vzájemných souvislostí mezi funkcemi a možnými chybami funkcí v systémech. To si vynutilo další vývoj metody ve směru systémové FMEA produktu a systémové FMEA procesu. [8]

2 Cíle FMEA

Cíle FMEA se odvozují od stále se zvyšujícího tlaku zákazníků jak na kvalitu nabízených produktů, tak na snižování a optimalizaci nákladů. FMEA, kromě jiných metod, pomáhá k dosažení vyžadovaných a potřebných cílů, s co možná minimálními náklady. Aby toto bylo možné, je nutný metodický, důkladně promyšlený a strukturovaný způsob počínání. Dále je důležité, aby FMEA byla naplánována již na začátku projektů, aby bylo možné v plánované době vyvinout vhodný výrobek pro zákazníka a zároveň co nejdříve rozpoznat slabá místa, zvýšit funkční bezpečnost a spolehlivost produktu, odhalit kritické komponenty a snížit rizika vhodnými opatřeními. Dalšími cíly FMEA jsou:

- Systematická práce v týmu odborníků
- Zvýšení srozumitelnosti struktury výrobku (transparentnost výrobku)
- Definování odpovědností za zlepšovací opatření popř. havarijní opatření
- Zkrácení procesu vývoje
- Snížení záručních a servisních nákladů
- Náběhy sérií s menšími závadami
- Lepší termínová kázeň, služby, vnitropodniková komunikace
- Optimalizování strategie výroby

Jak je již výše uvedeno, systémová FMEA je nejúčinnější, pokud se provádí hned v etapě návrhu. Je to typicky preventivní metoda. To umožňuje včas změnit konstrukci nebo návrh, případně použít jiný technologický postup. Možné vady přitom vyhledáváme na základě našich minulých zkušeností s obdobnými výrobky nebo procesy. Existuje mnoho situací, kdy je metodu FMEA vhodné použít. Příklady použití lze zobecnit na následující situace. Jedná-li se o nové činnosti. To jest před zaváděním nových technologických postupů, před zaváděním nových materiálů. Dále provádí-li se změny stávajícího procesu. Jako před většími změnami postupů nebo materiálů. Použití systémové FMEA je vhodné i mění-li se prostředí výroby nebo použití výrobku nebo v kritických etapách výroby. U stávajících projektů je pak nutné zpracovávat případné reklamace, kterým jsme nedokázali předejít předem. Vyvarujeme se tak opakováním stejných chyb a tím pádem i stejným reklamacím. [4]

3 Základní informace o FMEA

3.1 Systémová FMEA návrhu

začíná již v rané etapě tvorby návrhu a měla by doprovázet celý proces navrhování, aby se vzaly do úvahy všechny myslitelné vady již při návrhu konstrukce dílu nebo výrobku. Vychází se z členění celého výrobku na skupiny, podskupiny a díly. Důležité je, aby od samého počátku byl návrh uvažován v celé šíři a souvislostech. Cílem analýzy je ochránit výrobek proti nedostatkům týkajících se například funkčnosti, spolehlivosti, geometrie, volby materiálu, hospodárné vyrobitelnosti, udržovatelnosti. Zkoumáním v rámci analýzy by například mělo zahrnout následující otázky – účel užití, funkčnost, způsob zabudování, design, tvarování. Celý myšlenkový postup jde od celku k části, od komplexnějšího k jednoduššímu. [4]

3.2 Systémová FMEA procesu

navazuje na FMEA návrhu, začíná v etapě plánování výroby a to v okamžiku, kdy se do plánování výroby zavedou úvahy o samostatném výrobku. Je vedena po celou dobu přípravy a náběhu výroby až do fáze sériové výroby a dle potřeby průběžně aktualizována. Vychází se z členění celého procesu na podtémata. Výrobní proces se člení na jednotlivé výrobní postupy a případně jednotlivé výrobní operace. Důležité je, aby proces byl zpočátku uvažován v celé šíři. Analýza výrobního procesu by měla zahrnovat následující činitele – zpracovávaný předmět, pracovní postupy, stroje a nářadí, přívody energií, logistiku, údržbu, lidské činitele, kontroly a měření, bezpečnostní hlediska, dokumenty a data. Případně je nutno zachytit úplný řetězec operací se všemi rušivými vlivy. Při volbě témat pro analýzu se přihlíží k důležitosti výrobku a daného postupu a i k ceně výrobku. Postupujeme od nejsložitějších výrobních postupů k nejjednodušším. [5]

3.3 Výhody FMEA

Výhody FMEA pro zákazníka i dodavatele jsou zcela zřejmé. Mezi technické výhody patří zlepšení výrobku či optimalizace procesu, kterého se dosáhne neustálým a systematickým sledováním kvality jako prevencí vad konstrukce a výroby. Identifikují a následně i eliminují poruchy tradičně se vyskytující při zavádění výroby, tzv. „dědičnost“. Navíc se předejde nákladům, které díky preventivním účinkům FMEA nikdy nenastanou. Mezi organizátorské výhody se pak řadí zlepšená harmonizace a systematika bez mezer. Výhody se dosáhne právě použitím prevence před nutnými dodatečnými korekturami a navíc je metoda aplikována cíleně. To vede k určitým psychologickým výhodám jako je společný pocit odpovědnosti, který se společnou spoluprací a častou komunikací v týmu jen zesiluje. Výhody zavedení FMEA se ale odrazí i na trhu. Díky usilovné a úzké spolupráci mezi dodavatelem a zákazníkem se vypracují prostřednictvím analýzy FMEA zkušenosti, které jsou oběma partnerům k dispozici a pomáhají tak úspěšně k dosažení společných cílů. Navíc se tím snižuje počet možných paralelních dodavatelů, protože usilovná spolupráce je i pro zákazníka personálně a nákladově intenzivní. Není tedy takového dodavatele možno snadno a bez následků zaměnit, pokud nechce zákazník minimálně na čas opět riskovat systematicky a dlouhodobě dosažený stav. Tyto výhody zajisté přinesou mnoho jak zákazníkovi, tak dodavateli [8]

3.4 Nevýhody FMEA

Metoda FMEA má i své nevýhody. Vzhledem k tomu, že při aplikaci metody FMEA se silně uplatňuje subjektivní přístup k věci, je zcela nutné, aby analýzu možností vzniku vad a jejich příčin prováděli jen pracovníci, kteří výrobní proces dokonale ovládají a jsou schopni se často jen intuitivně zaměřit na kritická místa. I tak zabere příprava metody spoustu času. Ve složitějších případech je tedy nutné zkoumaný díl či proces rozdělit na jednotlivé součásti a ty zvláště důležité (pro výsledný efekt kritické) podrobit metodě FMEA detailněji. Jiná omezení v účinnosti FMEA se objevují tehdy, kdy se významně prosazují vlivy prostředí a chyby člověka. V takových případech je výhodnější použít jiných metod, jako je např. analýza příčin a následků. V souvislosti s metodou FMEA se často hovoří o tzv. „okamžiku pravdy“ – MoT (Moments of Truth), který vychází

z obdobného konceptu jako FMEA. MoT hodnotí zákazníkův možný dojem v okamžiku, kdy se poprvé dostane do styku s výrobkem nebo službou a činí si tak první úsudek o kvalitě nabízeného produktu. Je ovšem obtížné identifikovat všechny možné dojmy, které u zákazníka mohou vzniknout. Systematickým postupem lze však většinu očekávaných nepříznivých dojmů zaznamenat.

Další problémy a nejasnosti mohou nastat při zavádění FMEA. Problémy mohou nastat při komunikaci ze zákazníkem. Vzhledem k tomu, že veškerá kritéria na procesy a výrobky se u jednotlivých výrobců automobilů mohou trochu lišit, je nutná přímá komunikace se zákazníkem a sestavení hodnotících kritérií v souladu s danými normami a od zákazníka požadovanými skutečnostmi. [8]

4 Sestavování FMEA

4.1 Teamy FMEA a jejich úloha

Prvním krokem při tvorbě FMEA je vždy jmenování týmu, který se tvorbou FMEA bude zabývat. FMEA je vždy výsledkem mezioborového týmu. Proto dříve než se začne s vlastní analýzou, je nutné jmenovat tým, který bude za realizaci zodpovědný. Tým se obvykle skládá z pracovníků z různých odborných oddělení a to proto, aby bylo možno využít poznatků a zkušeností více pracovníků s různými úhly pohledu dle jejich specializace. Tím roste akceptace zpracovávané systémové FMEA, je tím podporována komunikace a spolupráce mezi jednotlivými odděleními. Specialistů se využije k zabezpečení systematického a efektivního zpracování. Tým je řízen vedoucím týmu. Vedoucího týmu vybere iniciátor a požádá jej o návrh členů. Vedoucí týmu by měl být člověk, v jehož kompetenci je příslušný proces, cíl, úkol atp. Iniciátor je ten, který konečné složení týmu schválí. Měl by vzít v úvahu obecná doporučení, vycházející z praktických zkušeností. Důležitou roli hraje management, který použití analýzy FMEA navrhuje, umožňuje její provádění delegováním příslušných pravomocí odpovědným pracovníkům a kterému výsledky analýzy slouží jako důležitý podklad pro rozhodování. [1]

4.2 *Nástroje týmu využívané při vzniku FMEA*

4.2.1 **Brainstorming**

Brainstorming se v širokém měřítku používá:

- K určování problémů (slabých míst) v procesu
- K nalezení možných příčin problémů
- K nalezení možných řešení problémů
- K navrhování způsobů zavedení řešení na zlepšení procesu

Brainstorming je technika, která umožňuje získat velký počet nápadů od skupiny lidí v krátkém čase, využívá síly kolektivního myšlení pro vznik nápadů a povzbuzuje tvůrčí myšlení.

Aby mohl být brainstorming účinný, uskutečňuje se na schůzce za „zavřenými dveřmi“ bez jakéhokoliv rušení. Skupina by měla být malá, v počtu 3 - 10 lidí, složení skupiny závisí na tématu jednání. Pro efektivnost je nutná účast různě zaměřených lidí, ne pouze technických expertů v příslušné oblasti. Sám vedoucí skupiny musí mít zkušenost v brainstormingu. Brainstorming má dvě fáze. V první fázi vedoucí skupiny stručně vysvětlí pravidla brainstormingu a účel jednání zaměřeného na hledání nápadů. Pak členové týmu vytvoří soupis nápadů. Cílem je vytvoření co největšího množství nápadů.

V druhé fázi tým přezkoumává soupis nápadů, aby se ujistil, že každý pochopil všechny tyto nápady. Hodnocení nápadů začne, když jednání zaměřené na hledání nápadů skončí.

[1]

Postup při brainstormingu:

- Vyberte jednoznačně definujte a запиšte námět nebo problém.
- Každá osoba napíše seznam nápadů na papír. To by nemělo trvat déle než 10 až 15 minut.

- Každá osoba, když na ni přijde řada, přečte jeden nápad a to tak, že je čte postupně ze svého seznamu od shora dolů.
- Vedoucí zapisuje každý nápad. Přečtené nápady by měly být napsány tak, aby je všichni viděli.
- Jestliže nápad byl kýmkoliv předtím přečten, čte se další nápad ze seznamu tak dlouho, dokud nejsou všechny nápady ze seznamů všech přečteny.
- Vedoucí se pak zeptá každé osoby, nemá-li nějaké nové nápady, které dříve nezazněly. Je pravděpodobné, že sledujete-li myšlenky druhých, přijdete na více nápadů.
- Vedoucí pokračuje v dotazování každé osoby popořadě (jestli nemají nějaké nové nápady) do té doby, kdy skupina již nemůže nic vymyslet

Při brainstormingu nekritizujte slovy nebo gesty jakýkoliv nápad. Nediskutujete žádné nápady, avšak umožněte jejich vysvětlení. Neváhejte navrhnout nápad jen proto, že jej považujete za hloupý, mnohokrát vedly takové nápady k řešení. Každý člen týmu může v daném čas navrhnout pouze jeden nápad. Nepřipusťte dominanci jedné nebo dvou individualit. Každý se musí zúčastnit, jen tak se dosáhne maximální efektivity. Nedovolte tísnivou atmosféru ve skupině. K výběru z neuspořádaného seznamu námětů lze využít formulář, nazývaný stanovení priorit. [1]

4.2.2 Diagram příčin a následků

Účelem diagramu příčin a následků je pochopit faktory působící na proces. Diagram se využívá pro:

- Analyzování souvislostí příčina – následek
- Informování o souvislostech příčina – následek
- Snazší vyřešení problému od symptomu k příčině a k řešení

Diagram příčin a následků je metoda pro kolektivní řešení problému, používá se po brainstormingu k uspořádání informací, z něj získaných. Soustřeďuje a organizuje možné důvody a příčiny problému, vybírá nejpravděpodobnější příčinu, prověřuje možné příčiny

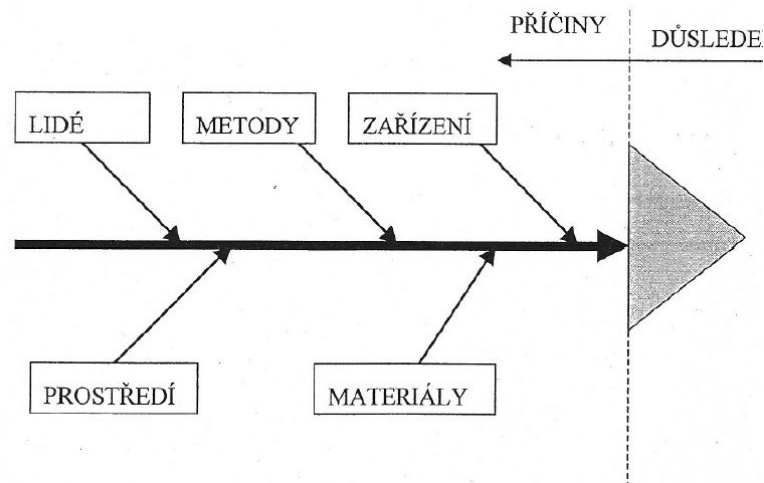
tak dlouho, dokud není zjištěn platný vztah příčiny a následku, vedoucí k řešení. U chaotického procesu pomůže odhalit oblasti, které pomohou stabilizovat proces, u stabilního procesu pomůže organizovat úsilí pro zlepšování procesu. Diagram příčin a následků je nástrojem využívaným pro domyšlení souvislostí do konce a pro zobrazení souvislostí mezi daným následkem (např. změnami v parametrech jakosti) a jeho možnými příčinami. Množství možných příčin je uspořádáno do hlavních kategorií (primárních příčin) a vedlejších kategorií (sekundárních příčin) tak, že zobrazení připomíná kostru ryby. Z tohoto důvodu se tento nástroj nazývá také diagram „rybí kost“. Podle svého autora se často také nazývá „Ishikawův diagram“.

Pro diagram příčin a následků je pravidlem především povzbudit každého k aktivní činnosti, nekritizovat žádný návrh a důležité je, že návrhy nesmějí být omezeny pouze na faktory, příslušející pracovní náplni účastníka. Někdy pomůže přestávka mezi začátkem a dokončením diagramu. Je důležité se soustředit na to, jak potíže vyloučit a ne jak je obhájit. [1]

Postup:

- Přesně a stručně definujte problém nebo následek a zapište jej do obdélníka v pravé části diagramu.
- Definujte hlavní kategorie možných příčin – dávají strukturu diagramu.
- Určete subpříčiny – využijte výsledku brainstormingu. Všechny subpříčiny, ne návrhy, zapište do diagramu. Dobře sestrojený diagram nebude mít žádné větve s méně než dvěma úrovněmi a bude mít mnoho větví se třemi nebo více úrovněmi
- Zvažte příčiny před jejich vyhodnocením.
- Zvolte a identifikujte malý počet (3 – 5) příčin na nejvyšší úrovni, které budou mít pravděpodobně největší vliv na následek a budou vyžadovat další opatření.
- Vyhodnoťte příčiny a nejpravděpodobnější z nich zakroužkujte.
- Prověřte a potvrďte tuto příčinu. Soustřeďte data o příčině, analyzujte zda má významný vliv na problém. Pokud nemá, prověřte další nejpravděpodobnější příčiny.

Schéma č. 1 Ishikawův diagram



Zdroj: [1]

4.2.3 Vývojový diagram

Vývojový diagram (také: průběhový diagram, diagram průběhu procesu) se využívá pro:

- Popis stávajícího procesu
- Navržení nového procesu

Vývojový diagram je diagnostický nástroj umožňující odhalit problémy v procesu, nedostatky v systému nebo bariéry v komunikaci. Vývojový diagram je názorným grafickým zobrazením a dokumentováním toku a kroku (operací, úkonu) procesu. Je užitečný pro vyšetřování, vyzkoušení a pochopení příležitosti ke zlepšování na základě detailního pochopení toho, jak proces skutečně pracuje. Přezkoumáním, jak jsou různé kroky v procesu ve vztahu jeden k druhému, mohou se často objevit možné zdroje problému. Diagramy mohou být aplikovány na všechny aspekty kteréhokoliv procesu. Od toku materiálu po kroky při uzavírání obchodu nebo při servisu výrobku. Vývojové diagramy se sestavují ze snadno rozpoznatelných symbolů (značek). [1]

Všeobecně se používají tyto symboly:



Postup:

- Jednoznačně určete začátek a konec procesu.
- Zaznamenejte celý proces od začátku do konce: Pečlivě určete a vyjasněte znázorňované kroky procesu (činnosti, rozhodnutí, vstupy, výstupy). Jednoznačně určete, kde aktivity začínají a kde končí a stručně popište každý krok aktivity. Dodržujte správné pořadí každého kroku aktivity. Pečlivě sledujte rozsah aktivity. Nekreslete větve, které jdou mimo sledovanou aktivitu. Používejte standardní symboly.
- Sestrojte návrh vývojového diagramu, který bude reprezentovat proces.
- Přezkoumejte návrh vývojového diagramu ve spolupráci s lidmi, kterých se proces týká.
- Na základě tohoto přezkoumání případně upravte vývojový diagram.
- Ověřte vývojový diagram ve vztahu ke skutečnému procesu.
- Diagram označte datem pro budoucí odkazy a použití. Slouží jako záznam toho, jak proces ve skutečnosti pracuje a rovněž se může použít pro identifikování příležitostí ke zlepšování. [1]

4.3 Tvorba FMEA

Jak jsem již zmínila, FMEA je metoda požadovaná všemi výrobci v automobilovém průmyslu. Automobiloví výrobci či koncerny ji požadují i po svých přímých dodavatelích. Obecná pravidla a normy pro tvorbu FMEA jsou pro všechny výrobce automobilů stejná. Lišit se mohou v konkrétních požadavcích na formu a v hodnotících kritériích jednotlivých výrobků, či procesů. Následující kroky je vždy nutné dodržet.

4.3.1 Shromážd'ování základních údajů

V první fázi je vždy nutné vytvořit seznam procesů, popř. výrobků, na které chceme FMEA tvořit. Výsledné údaje se roztrídí a označí. Tato fáze je velice závislá na typu

závodu a zaměření jeho výroby. Konkrétnější informace jsou uvedeny v praktické části této práce. [7]

4.3.2 Analýza chyb

V tomto kroku se analyzují všechny procesy, či výrobky, které jsme určili a označili v prvním kroku s ohledem na:

- Potencionální chyby
- Potencionální následky chyb
- Potencionální příčiny chyb

Možnými poruchami jsou omezené nebo žádné plnění funkce daného procesu či výrobku. Samozřejmě jsou vždy ovlivněny nadřazenými funkcemi a ovlivňují podřazené, proto je důležité vždy vyjmenovat co možná nejvíce chyb, které by mohly nastat. [6]

4.3.2.1 Potencionální chyby

Zde si FMEA tým dává především otázky, jaké poruchy funkce se mohou projevit nebo mohou nastat u sledovaných procesů či výrobků. Abychom mohli vyhledat a pojmenovat všechny potencionální chyby, je potřebné mít v týmu odborníky, kteří se mohou odvolat na zkušenosti z dřívějších podobných projektů. Odborníky, kteří dle možnosti neopomenou žádnou důležitou chybu. Na tomto místě má rozhodující význam neprovést žádné subjektivní hodnocení chyby. Jednou z takových chyb může být ohodnotit potencionální chybu jako nepravděpodobnou. Může se pak stát, že chyba, která byla nejprve hodnocena jako bezvýznamná, byla u podrobného zkoumání shledána kritickou. Je dobré nezapomenout zohlednit všechny podmínky okolního prostředí a provozní podmínky po celou dobu používání. [6]

4.3.2.2 Potencionální následky chyb

Jako další krok určíme potencionální následky námi již určených chyb. I v tomto případě je nutné nezanedbat či nepodcenit žádnou skutečnost. Podle míry a tíhy následků se pak hodnotí potencionální následky chyby, neboť následky potencionálních chyb mohou být různě závažné. Více závažné, které mají bezprostřední vliv při použití, jako je vynechání funkce, omezená funkce nebo méně či minimálně významné, jako jsou takové, které nevyvolávají žádnou poruchu funkce a jsou například jen „kosmetické“. [6]

4.3.2.3 Potencionální příčiny chyb

Zde jsou vyjmenovány všechny možné příčiny potencionálních chyb. Teprve až máme sepsané i potencionální příčiny chyb, jsme schopni navrhnout správné akce. Obecně můžeme hledat potencionální příčiny chyb v pěti základních vlivech. [7]

- Lidé – např. montážní chyby
- Zařízení – např. špatné provedení úkonu v důsledku nesprávného seřízení stroje
- Metody – např. chyba v principu (nedostatečná teplota)
- Materiály – např. poškozený, špatně použitý materiál
- Prostředí – např. vysoká prašnost, nízké teploty

4.3.3 Hodnocení chyb

Metoda FMEA je typická expertní metoda. Na základě úsudku odborníků a jejich dosavadních zkušeností umožňuje kvantifikaci pravděpodobnosti výskytu vady, jejího významu a také pravděpodobnost odhalení. Tedy 10 znamená kritickou hodnotu. Hodnotí se riziko každé příčiny závady. Mírou tohoto hodnocení je celková míra rizika, tzv. RPN číslo. (Risk priority number) [8]

RPN je tvořený třemi faktory:

- Výskyt chyby (O z anglického Occurrence)
- Závažnost chyby (S z anglického Severity)
- Odhalení chyby (D z anglického Detectability)

Faktory mohou nabývat hodnot od 1 – 10, kdy 10 je hodnota kritická. RPN se pak vypočítá násobením. $RPN = O \times S \times D$ [3]

4.3.3.1 Výskyt chyby (O)

V tomto kroku hodnotíme pravděpodobnost výskytu chyby. Je vždy nutné hodnotit každou chybu a naprosto nezávisle na jejím významu. Při hodnocení musí však být bezpodmínečně respektovány preventivní opatření. Obecně lze říct, že vyskytující se chyby jsou koncepční slabá místa a tyto chyby se projeví při výrobě. V případě, že nebudou odhaleny až u zákazníka. Pravděpodobnost výskytu chyb je vyjádřena počtem chyb, které se vyskytnou v průběhu procesu. Pro automobilový průmysl je dána optimální hranice výskytu hodnotícího kritéria 1 – 3. Čím více nad tuto hranici se chyba nachází, tím více je operace z hlediska výskytu chyb kritičtější. [7]

4.3.3.2 Závažnost chyby (S)

V této fázi hodnotíme závažnost chyby. Jako měřítko hodnocení závažnosti chyby je nutné vzít v potaz potencionální následky chyb pro celý systém a tím i pro konečného uživatele (externího zákazníka). I v tomto případě je nutné hodnotit každý možný následek chyby. Stejně následky chyb mají stejné hodnocení a jako návod opět použijeme domluvená kritéria hodnocení následků schválená zákazníkem. Čím vyšší hodnota a závažnější proces, tím větší pozornost se mu musí věnovat. Samozřejmě i zde je zřejmá souvislost mezi závažností, odhalením a výskytem chyb. Nevyskytne-li se chyba, nebo je-li 100 % odhalena, nedostane se k zákazníkovi. Její potencionální závažnost je tedy tímto eliminována. [7]

4.3.3.3 Odhalení chyby (D)

Hodnocení pravděpodobnosti odhalení vzniklé vady se provádí se zřetelem na všechna použitá opatření k jejímu odhalení. K hodnocení pravděpodobnosti odhalení příčiny poruchy lze také využít opatření k odhalení poruch a následků poruch. Takováto opatření k odhalení poruch pak vedou k jednotnému hodnocení pravděpodobnosti výskytu pro všechny příčiny odhalené poruchy nebo jejího následku. Hodnocení 10 se zadá, nejsou-li plánovaná žádná opatření k odhalení, hodnocení 1 se pak zadá, bude-li hodnocená příčina poruchy v průběhu vývoje pomocí všech zkušebních opatření a jistotou odhalena nebo je-li výrobní porucha zcela jistě objevena na místě svého vzniku. [7]

4.3.4 Shrnutí

Dospěli-li jsme až do této fáze, máme již dost přesnou představu o tom, jak rizikové či naopak bezpečné jsou naše procesy, či výrobky. Vypočítáním RPN u každého procesu nám výsledná hodnota ukáže, nakolik jsou sledované skutečnosti stabilní. Pokud odhalíme nějaký proces jako rizikový, aby bylo FMEA smysluplnou metodou, je nutné vytvořit opravná opatření k zabezpečení daného procesu. Hodnotící kritéria jsou volena tak, aby se usilovalo především o zabránění vniku chyb před kontrolou chyb. Zásadně je třeba zajistit, aby chybě zabráňující opatření mělo přednost před chybou odhalující zkouškou. Proto je nutné FMEA provést dříve, než se chyba může vyskytnout. Včasným provedením FMEA může být zabráněno příčině chyby, zmenšena pravděpodobnost výskytu chyb nebo zmenšen význam následku. Zvýšení pravděpodobnosti odhalení chyb již ve fázi vývoje či zahájení výroby přinese výsledky pro celý výrobní proces až do jeho ukončení. FMEA je vytvářena v systému, který umožňuje přehlednost a zaručí úplnost celého procesu tvorby FMEA. Systém si volí každý výrobce či dodavatel dle svých priorit a možností. FMEA slouží jak pro interní potřebu, tak především pro externí audity od renomovaných firem, či audity prováděné zákazníkem. Zajištění řádného provádění FMEA je dobrou známkou spolehlivosti a zájmu firmy o dobrou kvalitu svých výrobků a stabilitu svých procesů.

5 Příklad z praxe

Vhledem k tomu, že sama pracuji v automobilovém průmyslu a zároveň jsem sama členem týmu FMEA, mám možnost ukázat na následujícím příkladu tvorbu FMEA na nový projekt.

5.1 Delphi

Firma Delphi je původně americká společnost, která až do roku 1999 byla součástí velkého automobilového koncernu General Motors. Je to jeden z největších dodavatelů automobilového průmyslu ve světě a dělí se do mnoha divizí. Česká republika patří do divize **Packard Electric systems**, která se zabývá kabelovými systémy do vozidel jako jsou:

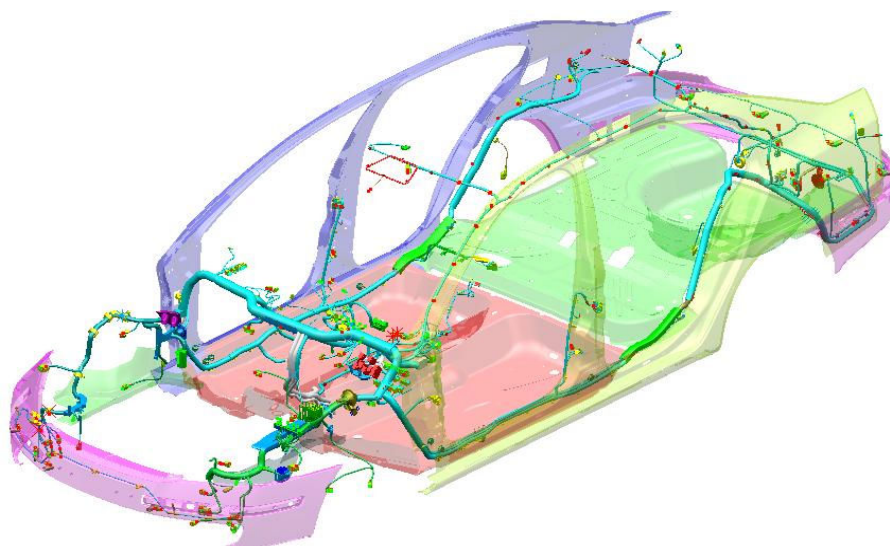
- Kabeláž pro zážehové systémy
- Elektrická centra
- Multiplexní systémy
- Fyzická integrace kabeláže do modulárních struktur
- Čidla
- Integrovaná elektronika
- Komponenty pro elektrické /elektronické systémy
- Nízko-proudové spínače

Všechny tyto procesy jsou velmi náročné na dodržení kvality a bezpečnosti procesů. Proto FMEA je jedním z klíčových požadavků zákazníků, pro které Delphi dodává. Veškeré požadavky zákazníků a požadavky pro přípravu a vytváření FMEA jsou součástí předpisů a směrnic vydávané pro závod Delphi v celém světě. Směrnice a stejně tak hodnotící kritéria pro metodu FMEA jsou vytvořeny podle norem AIAG, které jsou vydávané koncernem General Motors. Vhledem k tomu, že systém FMEA je stejný pro všechny zákazníky, lze tyto směrnice použít pro všechny zákazníky Delphi. Pokud se hodnotící kritéria hodnocení FMEA u některého zákazníka liší, jsou tyto záležitosti vždy řešeny lokálně v jednotlivých závodech. [10]

5.2 Delphi Packard Electric systems Česká Lípa

Delphi přišlo na český trh odkupem firmy AZ Bělá. AZ Bělá vyráběla elektroinstalaci pro závod Škoda Auto, Mladá Boleslav. Delphi převzala firmu i se stávajícím projektem Škoda Favorit. V roce 1996 se firma přesunula do nově postavené haly v České Lípě. Postupně se rozšířila výroba o projekt Škoda Felicia, Octavia a v roce 2003 přišel do České Lípy také nový zákazník, a to BMW. Nyní se vyrábí verze BMW X3. V témže roce se firma rozšířila a získala ještě jeden nový projekt, kterým je Audi A8. Závod Česká Lípa je orientován pouze na výrobu elektroinstalace neboli kabelových svazků. [9]

Obrázek č.1 Kabelový svazek



Zdroj: [10]

Jak jsem již zmínila, zákazníci jsou Škoda, Audi a BMW. Všichni zákazníci respektují VDA normy, které se nijak neliší od norem AIAG, takže i tvorba FMEA se v České Lípě řídí právě normami AIAG.

5.3 *Tvorba FMEA procesu pro nový projekt v závodě Česká Lípa*

Ve své praktické části se zaměřím na tvorbu FMEA procesu pro nový projekt Škoda Roomster, který se naposledy v tomto závodě zahajoval. I v tomto případě se začíná vytvořením FMEA týmu.

5.3.1 FMEA tým pro nový projekt

V případě nového projektu je to tým základní, který zastupuje každé požadované oddělení. Členové tohoto týmu si posléze rozdělí pravomoci a zodpovědnosti dle jednotlivých odborností požadované jednotlivými procesy. Z těchto základních členů se posléze stanou vedoucí jednotlivých týmů, které budou nyní i do budoucna zodpovědní za podrobnější zkoumání a rozklad jednotlivých procesů. Z každého jednání týmu musí být vytvořen tzv. Zápis z jednání, kde se vyjmenují jednotlivé procesy, o kterých bylo jednáno a stav, ve kterém se tento proces nachází. Zároveň je nutné stanovit cíle a zodpovědnosti pro další jednání a postup.

Pro popisovaný projekt to jsou oddělení:

- **Methods Laboratory (Method Engineeri)**, které se zabývá přípravou projektu a jeho zavedením do výroby. Má na starosti technickou podporu výroby svazku. Toto oddělení je zodpovědné za počáteční fázi výroba až po přechod do fáze série. Jakmile se projekt dostane do série, zodpovědnost za technickou podporu výroby přebírá Industrial Engineering. Toto oddělení spolupracuje s vývojáři svazku, aby dle jeho technické a konstrukční specifikace mohli co nejlépe připravit postup výroby svazku a lépe sledovat požadavky zákazníka. I závod Česká Lípa má své vývojové centrum. Nachází se v Bakově nad Jezerem a dodává potřebné informace, výkresy a rozpisky nutné k výrobě svazku.
- **Central reliability, Quality (kvalita)**, které se stará především o zajištění kvality a dodržení norem, kontrolních plánů u jednotlivých procesů. Vzhledem k tomu, že kvalita je velmi důležitá a zákazníkem vysoce ceněná, je to velmi důležitá část v procesu výroby svazků.

- **Manufacturing (výroba)** – zajišťuje samotnou výrobu svazků. Je nutné zajištění plné kapacity výrobních prostředků a její plnohodnotné využití. Je nutné, aby veškeré procesy navržené Methods Engineery byly zároveň proveditelné a příliš nezatěžovaly výrobní kapacity a byly v souladu s výrobními možnostmi.

5.3.1.1 Sběr informací

5.3.1.2 Vytvoření seznamu transakcí

Je-li tým určen, je nutné se sejít a určit všechny procesy, které se na daném projektu nachází. Při výrobě svazku je těchto procesů opravdu mnoho, proto je to náročná a zdlouhavá práce. Procesy se dále dělí podle umístění ve výrobě.

- **Oblast nástřihu**, kde jsou prováděny veškeré operace týkající se nástřihu veškerého materiálu, který je nutné připravit v určité požadované délce. Je to oblast, kde se nachází nástřihové stroje, je to tedy především strojní výroba, která je dobře kontrolovatelná a řízená. Jedná se o nástřih vodičů a hadic.
- **Oblast předkonfekce**. Tato oblast je kombinací strojní a lidské výroby. Je již mnohem náročnější na kontrolu a nachází se zde již složitější operace jako je lisování jednotlivých kontaktů, sváření či smršťování.
- **Oblast montáže**, která obsahuje především lidskou práci. Je velice náročná na kontrolu a proto musí být dobře koordinována. Veškeré podklady a pokyny pro dělníky musí být jednoduché, jasné a práce musí být optimálně dělena mezi jednotlivé pracovníky, aby byla vyvážena náročnost a požadavky na každého z nich. Tím je docílena velká efektivita výroby.

Seznam transakcí pro popisovaný projekt je obsahem přílohy č. 1 – Seznam procesů pro projekt Škoda Roomster.

5.3.1.3 Proces flow diagram (PFD)

Jakmile se přiřadí ke každému procesu FMEA číslo, je nutné vytvořit tzv. Process flow diagram:

Process flow diagram obsahuje následující informace:

- Číslo procesu, což je číslo, které jsme procesu na začátku přiřadili.
- Popis procesu, což je činnost, která charakterizuje danou operaci.
- Kontrolní plán. Každý proces musí být kontrolován. Kontrolní plán v Delphi určuje standardy kontroly. Zároveň každý kontrolní plán je současně směrnici, založenou v databázi směrnic. Číslo kontrolního plánu v PFD zároveň označuje číslo směrnice.

PFD se vytváří samostatně pro všechny fáze výroby – PVS (předsérie), 0S (nultá série) i SOP (série). Je to nutné, aby mohly být věrně zachyceny všechny procesy, ale také procesové toky, které jsou také předmětem PFD a které se v jednotlivých fázích výroby mění. U tohoto projektu sledujeme výrobní tok a tok nakupovaného materiálu.

V PFD nesledujeme pouze jednotlivé toky, ale zároveň je zde pro přehled vyznačeno, které operace již svou FMEA mají (vyskytují se již v současné výrobě), které FMEA již sice vytvořenou mají, ale není aplikovaná ve výrobě a procesy, pro které se FMEA teprve tvoří.

Process flow diagram k popisovanému projektu je obsahem přílohy č. 2 – Procesový diagram_A05_26_06_06_PVS, přílohy č. 3 - Procesový diagram_A05_26_06_06_0S a přílohy č. 4 - Procesový diagram_A05_26_06_06_SOP. [9]

5.3.1.4 **Analýza chyb**

Do této fáze se FMEA tým zabývá všemi procesy, které se vyskytují na novém projektu. Vzhledem k tomu, že mnou popisovaný projekt se bude vyrábět v již existujícím a vyrábějícím závodě, bude se tým zabývat pouze oblastí výroby montáž. Nástřih a předkonfekce je pro všechny projekty společná, není proto třeba vytvářet novou FMEA,

ale převezme se již vytvořená FMEA. Pro tyto oblasti se tvoří nová FMEA pouze pro procesy, které se zatím v závodě nevyskytují. Pro projekt Škoda Roomster neexistují žádné nové procesy v oblasti nástřihu a předkonfekce, proto dále nebude pro tyto oblasti FMEA tvořeno.

V této fázi se tedy tým zaměří na všechny operace v oblasti montáže, které se nacházejí na projektu Škoda Roomster a nastává čas analýzy a hodnocení všech již výše jmenovaných procesů. S přihlédnutím k tomu, že procesů je hodně a bylo by velice náročné je všechny popsat, pro svůj záměr jsem vybrala proces pouze jeden a to proces F.1 10.00.008 Montáž vlnitých hadic

Tento proces můžete nalézt v příloze č. 5 - Proces F1 10.00.008 Montáž vlnitých hadic. [9]

5.3.1.5 Potencionální chyby

I u popisovaného projektu je nutné sepsat všechny potencionální chyby. Jak jsem již psala, je velice důležité, aby zde nebyla opomenuta žádná chyba. Především se v této fázi využívá zkušeností a vědomostí všech odborníků z výše jmenovaného týmu.

U popisovaného jsou možné vady následující:

- Jiný typ hadice
- Nepřibalená hadice
- Posunutí umístění hadice
- Vodič vyčnívá z hadice
- Poškození vodičů o ostré hrany hadice
- Hadice chybí

5.3.1.6 Následky chyb

Jako druhý krok určíme potencionální následky výše uvedených chyb. I v tomto případě je nutné nezanedbat nebo nepodcenit žádnou skutečnost. Pro výše uvedené možné vady jsou možné následky chyb tyto:

- Obtížná montáž, možnost poškození vodičů
- Neshodný díl → ztížená montáž do vozu, možné poškození vodičů
- Snížená životnost svazku → možný zkrat
- Porušení izolace → zkrat
- Poškození svazku v místě chybějící hadice

5.3.1.7 Potencionální příčiny chyb a preventivní opatření

Jako další důležité informace, které je nezbytné určit a pro důkladné a plnohodnotné vytvoření FMEA procesu uvést, jsou potencionální příčiny chyb. I ty lze najít v příložené tabulce. Vzhledem k tomu, že se jedná o proces vykonávaný plně operátory na montáži pouze s pomocí potřebných pomůcek či přípravků, jsou to většinou chyby nepozornosti či nedbalosti operátora, který nedodrží technologický postup (TP), nebo nesprávně použije požadovaný přípravek nutný k montáži daného dílu – tedy vlnité hadice. I zde je velice nutná znalost procesu a zkušenosti odborníků, abychom byli schopni komplexně podchytit potencionální příčiny chyb a také preventivní opatření, která mohou být vykonána pro kontrolu procesu. V našem případě to jsou:

- Vizualní pomůcky na layoutu desky (nákres na desce, v jakých místech, v jakém rozměru a směru má být hadice montována)
- 100 % samokontrola každého operátora
- Proškolením operátorů

V návaznosti na všechny výše uvedené informace je nutné daný proces ohodnotit. Jak již z teorie víme, hodnotí se následující skutečnosti:

- Výskyt chyby (O)
- Závažnost chyby pro zákazníka (S)
- Odhalení chyby (D)

Hodnotí se každá výše uvedená skutečnost zvlášť a kritéria pro jednotlivá hodnocení se vyvíjejí z chyb, následků a příčin. Chyba je pak hodnocena prostřednictvím stupnice od 1 do 10, přičemž 10 znamená kritickou hodnotu.

Hodnoty a kritéria pro ohodnocení jednotlivých chyb jsou uvedeny v následující tabulce Hodnocení výskytu, závažnosti a odhalení chyb. Uvedená tabulka je platná pro dodavatele v automobilovém průmyslu a je vydána a odsouhlasena zákazníky přímo pro potřeby firmy Delphi Pacard. [9]

Tab. 1 Závažnost vady

DELPHI

Klasifikace	ZÁVAŽNOST		
Body	AIAG REFERENCE *		
	Projev vady	<i>Kritéria významu poruch procesu: Oceňuje význam vady/poruchy u konečného zákazníka a/nebo ve výrobní/montážním procesu. Konečný uživatel/zákazník by měl být zvažován přednostně. Jestliže se vada projeví u zákazníka i ve výroba, použijte vyšší bodovou hodnotu</i>	
		<i>Projev u zákazníka</i>	<i>Projev v procesu výroby/montáže</i>
10	Ohrožení bez varování	Velmi významná vada, která má vliv na bezpečnost a/nebo plnění legislativních požadavků. Objeví se bez předchozího varování	Nebo je ohrožen operátor (stroje nebo montáže) bez předchozího varování
9	Ohrožení s varováním	Velmi významná vada, která má vliv na bezpečnost a/nebo plnění legislativních požadavků. Objeví se ale s varováním	Nebo je ohrožen operátor (stroje nebo montáže) s varováním
8	Velmi vysoký	Vozidlo/díl fungují nefungují (ztráta základních funkcí)	Nebo 100 % výrobků musí být zlikvidováno, nebo vozidlo/díl opraveno v oddělení oprav s dobou opravy delší než jedna hodina
7	Vysoký	Vozidlo/díl fungují omezeně, zákazník je velmi nespokojen	Nebo část (méně než 100 %) výrobků musí být zlikvidováno bez třídění, nebo vozidlo/díl opraveno v oddělení oprav s dobou opravy půl hodiny až jedna hodina
6	Střední	Vozidlo/díl funguje, ale položky ovlivňující komfort nefungují. Zákazník je nespokojen	Nebo část (méně než 100 %) výrobků musí být zlikvidováno bez třídění, nebo vozidlo/díl opraveno v oddělení oprav s dobou opravy kratší než půl hodiny
5	Malý	Vozidlo/díl funguje, ale položky ovlivňující komfort nefungují. Zákazník je nespokojen.	Nebo 100 % výrobků musí být přepracováno, nebo vozidlo/díl opraveno mimo linku, ale nemusí se oprava provádět v oddělení oprav
4	Velmi malý	Objeví se mírné nepříjemné zvuky (skřipání, vrzání). Vady si všimne většina zákazníků (více než 75 %)	Nebo výrobky musí být přetříděny, bez odpadu, nebo část (méně než 100 %) musí být přepracována
3	Zanedbatelný	Objeví se mírné nepříjemné zvuky (skřipání, vrzání), ale vady si všimne asi 50 % zákazníků.	Nebo část (méně než 100 %) výrobků musí být přepracováno, bez odpadu ale mimo linku
2	Velmi zanedbatelný	Objeví se mírné nepříjemné zvuky (skřipání, vrzání), ale vady si všimne jen asi 25 % zákazníků	Nebo část (méně než 100 %) výrobků musí být přepracováno, bez odpadu přímo na lince
1	Žádný	Žádný rozeznatelný efekt	Nebo nepatrná potíže v procesu nebo pro operátora

* AIAG reference - třetí vydání, červenec, 2001

Zdroj: [9]

Tab. 2 Výskyt vady

DELPHI

Klasifikace	VÝSKYT		
	AIAG REFERENCE *		
Body	Pravděpodobnost	Výskyt vady/poruchy	Ppk
10	Velmi vysoká: Neustálé chyby	» 100 na tisíc kusů	<0.55
9		50 na tisíc kusů	» 0.55
8	Vysoká: Časté chyby	20 na tisíc kusů	» 0.78
7		10 na tisíc kusů	» 0.86
6	Střední: Příležitostné chyby	5 na tisíc kusů	» 0.94
5		2 na tisíc kusů	» 1.00
4		1 na tisíc kusů	» 1.10
3	Nízká: Poměrně málo vad	0,5 na tisíc kusů	» 1.20
2		0,1 na tisíc kusů	» 1.30
1	Nepravděpodobná	« 0.01 na tisíc kusů	» 1.67

* AIAG reference - třetí vydání, červenec, 2001

Zdroj: [9]

Tab. 3 Odhalení vady

DELPHI

Klasifikace	ODHALENÍ					
Body	AIAG REFERENCE *					
	Odhalení	Kritéria odhalení	Druh kontroly			Navržený rozsah kontrolní metody
			A	B	C	
10	Téměř nemožné	Neodhalitelné			X	Není možné detekovat nebo se neprovádí žádná kontrola
9	Velmi málo pravděpodobné	Kontrola pravděpodobně neodhalí			X	Kontrola se provádí pouze nepřímo nebo náhodným výběrem
8	Málo pravděpodobné	Kontrola má malou šanci odhalit			X	Kontrola se provádí vizuálně pouze jednou
7	Velmi nízké	Kontrola má malou šanci odhalit			X	Kontrola se provádí vizuálně a je zdvojnásobena
6	Nízké	Kontrola může odhalit		X	X	Kontrola využívá diagramů/grafů jako je např. SPC
5	Střední	Kontrola může odhalit		X		Kontrola je založena na různých měřících metodách kontrolujících díly po opuštění výrobní linky nebo 100 % kontrola ANO/NE dílů po opuštění linky
4	Středně vysoké	Kritéria pravděpodobnosti odhalení poruchy	X	X		Detekce vady je v následující operaci, nebo se provádí nastavení a kontroluje se první kus
3	Vysoké	Kontrola má velkou šanci odhalit	X	X		Detekce vady na místě nebo chyba je detekována v následujících operacích několikanásobnou přejímkou při dodávce, výběru, montáži, ověření. Nemůže být přijet vadný díl
2	Velmi vysoké	Kontrola odhalí téměř s jistotou	X	X		Detekce vady na místě (automatická identifikace vady a zastavení linky). Nemůže projít vadný díl
1	Velmi vysoké	Kontrola odhalí s jistotou	X			Vada se nemůže vyskytnout, protože již při návrhu procesu/výrobku bylo použito metod vyloučení možnosti chyby

* AIAG reference - třetí vydání, červenec, 2001

- A. Vyloučení chyb
 B. Měření
 C. Manuální kontrola

Zdroj: [9]

5.3.1.8 Výskyt (Occurrence)

Mnou popisovaný proces není proces, který se vyskytuje v závodě ojediněle. Není to tedy specifický proces pro popisovaný projekt. Výskyt chyb se u žádné operace není vyšší než 3, což je akceptovatelné. Nejmenší výskyt zaznamená úplně chybějící hadice, vzhledem k tomu, že tato operace se vyskytuje skoro v každém voze a operátoři ji dobře znají. Navíc značení a návodky, dodávané z technologie minimalizují i možnost záměny, popř. špatného umístění hadice. Ani poškození vodičů se nevyskytuje často, vzhledem k tomu, že operátoři na lince mají již dostatečné zkušenosti s montáží vlnitých hadic. Co se ve skutečnosti vyskytuje častěji, je opomenutí přibalení hadice. Ale ani to není z hlediska celkového hodnocení kritická operace.

5.3.1.9 Závažnost (Severity)

Z teorie je jasné, že v této fázi hodnotíme závažnost chyby pro zákazníka. I v tomto případě je nutné hodnotit každý možný následek chyby. Stejně následky chyb mají stejné hodnocení a jako návod opět použijeme domluvená kritéria hodnocení následků, který nám schválil zákazník. V našem případě se může stát, že vlnitá hadice nemusí mít takový vliv na funkčnost svazku, a tudíž ani závažnost špatné montáže nebude tak veliká. Jak je vidět v tabulce č. 3, tak skutečnost je jiná. Samotná přítomnost nebo nepřítomnost vlnité hadice sice nemá přímý vliv na funkci svazku, ale vzhledem k tomu, že chrání vodiče, její špatná montáž, popř. absence by mohla vést v krajním případě až k poškození vodičů. Tato vada již se správnou funkcí svazku a potažmo celého vozu souvisí, proto dopad špatné montáže může být v důsledku velký. Tomu i odpovídá hodnocení 7 – 8.

5.3.1.10 Odhalení (Detectability)

V tomto případě se hodnotí pravděpodobnost odhalení dané chyby. Pro ohodnocení možnosti odhalení chyby je nutné se řídit a orientovat dle druhu kontrolního opatření. Pro

výrobu svazku se považuje za nejspolehlivější kontrolní opatření elektrický test, který spolehlivě detekuje každý chybějící či špatně umístěný díl a zároveň špatnou elektrickou funkci svazku. Operace, které lze úplně či alespoň částečně zkontrolovat elektrickým testem, jsou ohodnocené nejlépe, tedy i nejnižším hodnotícím číslem. Za spolehlivé se dále považují metody, které mohou zkontrolovat správnost provedené operace. Pro příklad uvedu vytahovací zkoušku u lisování kontaktů, zkoušku vodotěsnosti u průchodek a podobné. Další již kritičtější kontrolní metody jsou metody statistické. I statistická metoda může obecně velice dobře zmapovat proces a ukázat, na kolik je proces spolehlivý. Tyto metody jsou nejspolehlivější u strojní části výroby, kde nedochází k častým odchylkám. V ruční výrobě je pak aplikována opakovaná kontrola více operátory. Operaci je možné zkontrolovat i v další části výroby svazku, popřípadě na ni přímo navazuje práce dalšího operátora, který tuto chybu může snadno odhalit.

V našem případě jsou hodnoty odhalení mezi 5 – 9. Je to poměrně vysoký rozsah a je to dáno možnostmi kontroly. Nejlépe odhalitelná je chybějící hadice, kterou lze snadno zjistit při další manipulaci se svazkem. Obalování, test. Odhalená část svazku je snadno rozpoznatelná. Nejkritičtější je odhalit poškozené vodiče pod již namontovanou hadicí. V případě, že by nebyla narušena jejich vodivost a tím správná funkce, elektrický test by toto poškození neodhalil. Proto jsme zvolili nápravné opatření, které bude minimalizovat výskyt této chyby. Důmyslný přípravek na montáž těchto vlnitých hadic, který zabrání poškození vodičů v případě, že bude mít hadice ostré hrany.

5.3.1.11 Shrnutí

V této fázi již máme připravené všechny detaily pro FMEA mnou popisovaného projektu. Pro všechny možné vady se pomocí výše popsaného hodnocení vypočítá celková míra rizika, tzv. RPN. Vypočítá se vynásobením právě platných hodnotících bodů.

$RPN = \text{výskyt} \times \text{závažnost} \times \text{odhalení}$

Obecně v Delphi platí, že je-li hodnota $RPN > 125$, je nutné navrhnout nápravná opatření ke snížení RPN a tuto hodnotu poté zaktualizovat. I v tomto pro příklad vybraném procesu se vyskytla vysoce kritická hodnota RPN, kterou se pomocí nápravného opatření podařilo snížit na přijatelnou hodnotu. Dále ještě platí, že pokud kombinace Výskyt & Závažnost se

vyskytuje v červeném poli, odhalení musí být 3 nebo méně. Jinak je také doporučeno nápravné opatření.

Tab. 4 Výskyt & Závažnost

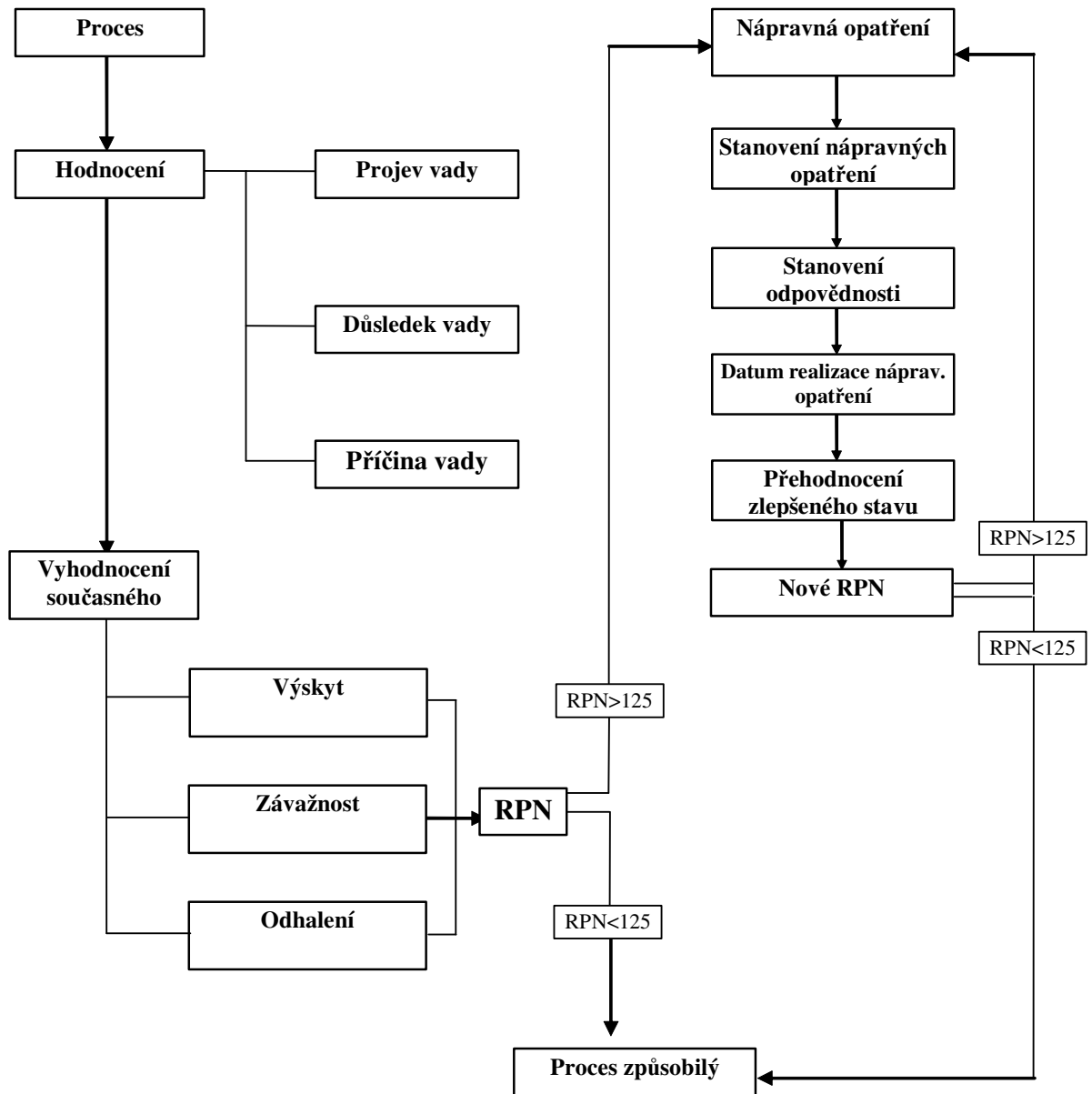
Výskyt	10					
	8					
	6					
	4					
	2					
		2	4	6	8	10
	Závažnost					

Zdroj: [9]

Vytvořením FMEA ale proces rozhodně nekončí. Při každém novém projektu je nutné výše popsanými kroky proces FMEA nastartovat. Neznamená to ale, že když je hodnota RPN < než 125, není co zlepšovat. I poté, co projekt přejde do série, je nutné kvalitu a všechny procesy sledovat. Proto vytvořené týmy rozhodně nejsou rozpuštěny. Naopak vzhledem ke komplexnosti sériové výroby jsou přizváni noví členové z nových oblastí výroby. Za sebe mohu říct, že vidím tvorbu a udržování FMEA jako velice efektivní způsob, jak předejít chybám ve výrobě a následným reklamacím od zákazníka. Sama jsem v průběhu tvorby bakalářské práce svolala, po dohodě s vedoucím týmu, několik mimořádných schůzek, kde jsem ještě diskutovali některá hodnocení ve výše uvedených procesech.

Pro přehlednost přikládám graficky zpracovaný proces hodnocení FMEA, který je platný pro celou společnost Delphi:

Schéma č. 2 znázornění procesu FMEA



Zdroj: [9]

5.3.2 FMEA pro stávající projekty v České Lípě

Na závěr bych chtěla ještě uvést pár informací o FMEA, které se udržuje a aktualizuje pro stávající projekty. Vytvoření FMEA pro nový projekt je velice důležitá a náročná fáze. Přesto, abychom dosáhli co největší efektivity, je potřeba FMEA stále aktualizovat a doplňovat. Děje se tak na základě změn, který projekt prodělává, ale také na základě nových zkušeností a informací přímo z výroby a od zákazníka. Od zákazníka je to ve formě reklamací. Čím méně reklamací obdržíme, tím více se nám podařilo metodu FMEA implementovat. V této fázi je potřeba zapojit opravdu všechna možná oddělení v závodě. Složení FMEA týmu pro sériové projekty je řízený směrnicí CL-IE 03.03-01.002 CZ, kde je uvedena i matice zodpovědnosti, která je platná pro závod Česká Lípa.

Tab. 5 Matice zodpovědnosti ze směrnice

ÚKOLY	ORGANIZAČNÍ JEDNOTKY																	
	MG	FM	HR	FI	I&CI M	LE	PU	QU	IT	IE		ME		PR	MC	PC	SA	DE
										ML	IE	EN G	MN					
Zpracování										R+P								
Dodržování	p						P	P		P	P	P	P	P	P	P		
Rozdělení	I						K+I	P+I		R+I	I	I	I	I	I	I		
Archivace									K	P								

VYSVĚTLIVKY K MATICI ZODPOVĚDNOSTI

<u>Kódy organizačních jednotek:</u>	
MG	Management (Vedení)
FM	Facility Management
HR	Human Resources (Personální oddělení)
FI	Finance
I&CIM	CI
LE	Lean
PU	Global Supply Management (Nákup)
IT	Information System and Services (Informační technologie)
IE	Industrial Engineering; Methods Lab
ME	Process Engineering; Maintenance + Environmental
PR	Production
QU	Kvalita
PC, MC	Product Control and Logistics
SA	Sales and Marketing (Zákaznické oddělení)
DE	Product Engineering

R	Vydání rozhodnutí (příkazu)
P	Zodpovědnost za provedení
K	Kooperace (povinnost spolupracovat)
I	Příjemce informace

Zdroj: [9]

Závěr

Závěrem bych chtěla zhodnotit přínosy metody FMEA nejen pro závod, ve kterém pracuji, ale pro celý koncern Delphi. Vzhledem k tomu, že Česká Lípa je závod výrobní, je na první pohled rozeznatelné velké plus zavedení metody FMEA. Především při zavádění nových projektů a velkých modelových změn. Vzhledem k tomu, že procesy se stále opakují a i u nových projektů je velká řada procesů, které se od stávajících příliš neliší, zavedené FMEA, zanalyzované procedury a zkušenosti velice pomáhají k předcházení opakujících se chyb. Postupně zavedená nápravná opatření jsou u nových projektů zaváděna automaticky. Chyby, které se vyskytovaly a byly odhalovány u stávajících projektů jsou při zavádění nových výrob již známy, a proto se jim dá snadno předejít. To vede k poklesu chybovosti, reklamací a co je důležité, spokojenosti zákazníka, což je prvořadé. Firma jde v tomto ohledu velice daleko. Jako vizi si nestanovuje pouze uspokojit potřeby zákazníka, vizí společnosti je „*Aby nás zákazník považoval za svého nejlepšího dodavatele*“. Této vizi firma přizpůsobila i poslání a strategii, která naplnění této vize vede. Dále bych chtěla dodat, že ačkoliv FMEA již v naší společnosti funguje a je velikým přínosem pro zefektivnění a optimalizace výrobních, ale v rámci Delphi i vývojových procesů, stále je ještě co zlepšovat. V průběhu vypracovávání bakalářské práce jsem se setkala s dobrou spoluprací svých kolegů nejen v České Lípě, ale i z ostatních závodů především v Evropě. Zjistila jsem také, že spolupráce v oblasti FMEA se všemi ostatními závody by mohla být ještě efektivnější. K tomu by měl přispět nový systém, který se v Delphi nyní zavádí. Jmenuje se GSD a původně měl sloužit pouze k rozšíření a sjednocení databází všech používaných dílů a dodavatelů v rámci koncernu. Tento systém byl ale rozšířen o vývojovou a technologickou část a ani FMEA není výjimkou. V rámci systému GSD budou dostupné všechny procesy pro všechny závody a vývojová centra v Delphi. To přinese i přehled o používaných procesech, možné chybovosti i nápravných opatřeních pro všechny procesy, které se v Delphi používají. Zveřejněné reklamace ze všech závodů pomohou k prevenci obdobných chyb v závodech ostatních. To samozřejmě přispěje i k optimalizaci nákladů. Se snížením chybovosti, reklamací a nutných následných oprav klesnou ve velké míře i dodatečné náklady na servis. Přínosy budou tedy nemalé.

Seznam literatury

Odborná literatura a výukové materiály

- [1] BUBENÍKOVÁ, V. Úloha vedoucích / moderátorů týmů FMEA. PRAHA: Gradua-CEGOS, 2005.
- [2] Delphi Packard Electric systems, Směrnice DPEW EU-MEN 3.9.1-1.1 16.07.2007, MEC Lisabon, 2007
- [3] Delphi Packard Electric systems, Směrnice DPEP CL-IE 03.03-01.01.002, 6. vydání Česká Lípa 2006
- [4] FRANKE, W. D. FMEA Analýza možností vzniku vad a jejich následků. PRAHA: Česká společnost pro jakost, 1993. ISBN 80-02-00968-1
- [5] KOHL, J. FMEA procesu. PRAHA: InterQuality, 2004.
- [6] PFEUFER, H. J. FMEA Fehler-Möglichkeiten- und Einfluss- Analyse. München: BMW AG Unternehmensqualität, 1993.
- [7] PLURA, J. Plánování a neustálé zlepšování jakosti. PRAHA: Computer press, 2001. ISBN 80-7226-543-1
- [8] VDA Qualitätsmanagement in der Automobilindustrie. Oberusel, Februar 2003.

Intranetové zdroje

- [9] Delphi intranet [online]. [cit. 10. 12. 2007] Dostupné z <http://ariane2.eu.delphiauto.com/>
- [10] Delphi intranet [online]. [cit. 10. 12. 2007] Dostupné z <http://apollo.delphiauto.com/>

Seznam příloh

- Příloha č. 1 Seznam procesů pro projekt Roomster
- Příloha č. 2 Procesový diagram_A05_26_06_06_PVS
- Příloha č. 3 Procesový diagram_A05_26_06_06_0S
- Příloha č. 4 Procesový diagram_A05_26_06_06_SOP
- Příloha č. 5 Proces F1 10.00.008 Montáž vlnitých hadic