

# Koncept přechodu na novou metodiku VDA/AIAG

## Bakalářská práce

*Studijní program:*

B6209 Systémové inženýrství a informatika

*Studijní obor:*

Manažerská informatika

*Autor práce:*

**Jan Láska**

*Vedoucí práce:*

doc. Ing. Klára Antlová, Ph.D.

Katedra informatiky







## Zadání bakalářské práce

# Koncept přechodu na novou metodiku VDA/AIAG

*Jméno a příjmení:* **Jan Láska**  
*Osobní číslo:* E17000016  
*Studijní program:* B6209 Systémové inženýrství a informatika  
*Studijní obor:* Manažerská informatika  
*Zadávací katedra:* Katedra informatiky  
*Akademický rok:* **2019/2020**

### Zásady pro vypracování:

1. Metody kvality
2. Metoda FMEA
3. Návrh implementace nové metodiky VDA/AIAG
4. Stanovení přínosů implementace

Rozsah grafických prací:  
Rozsah pracovní zprávy:  
Forma zpracování práce:  
Jazyk práce:

30 normostran  
tištěná/elektronická  
Čeština



### Seznam odborné literatury:

- MACHAN, Jaroslav, Jaromír TOBIŠKA, Dana BAKOŠOVÁ a Pavel BAUMRUK. 2012. *Metody kvality užívané ve fázi vývoje výrobku – aplikace v automobilovém průmyslu. 2.*, přeprac. a rozš. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, Fakulta dopravní. ISBN 978-80-87042-50-2.
- NENADÁL, Jaroslav, et al. 2018. *Management kvality pro 21. století*. Praha: Management Press. ISBN 978-80-7261-561-2.
- MCDERMOTT, Robin E., Raymond J. MIKULAK a Michael R. BEAUREGARD. 2009. *The basics of FMEA*. 2nd ed. New York: Productivity Press. ISBN 978-1563273773.
- CARLSON, Carl. 2012. *Effective FMEAs: achieving safe, reliable, and economical products and processes using failure mode and effects analysis* [online]. Hoboken, N.J.: John Wiley [cit. 2019-10-09]. ISBN 978-1111-8312-568. Dostupné z: <https://search.proquest.com/docview/2131274543/507DBE7A48F64D10PQ/2>.
- PROQUEST. 2019. *Databáze článků ProQuest* [online]. Ann Arbor, MI, USA: ProQuest. [cit. 2019-09-26]. Dostupné z: <http://knihovna.tul.cz>

Konzultant – Ing. Jaromír Tobiška

Vedoucí práce:

doc. Ing. Klára Antlová, Ph.D.  
Katedra informatiky

Datum zadání práce:

31. října 2019

Předpokládaný termín odevzdání:

31. srpna 2021

prof. Ing. Miroslav Žižka, Ph.D.  
děkan

L.S.

doc. Ing. Klára Antlová, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Liberci dne 31. října 2019

## Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Jsem si vědom toho, 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 nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

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

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má bakalářská práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědom následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

4. května 2020

Jan Láska



## **Anotace**

Tato bakalářská práce se zaměřuje na návrh konceptu přechodu na novou metodiku VDA/AIAG v metodě FMEA. Práce je rešeršního charakteru a obsahuje základní informace o stávající a nové metodice FMEA. Součástí práce je popis kvality a jejího řízení, různých metod kvality, a také metody FMEA a její historie.

Hlavní část práce je věnována návrhu konceptu přechodu na novou metodiku VDA/AIAG. Před tímto návrhem bude nová metodika porovnána se starou metodikou a popsány změny.

V následujících kapitolách jsou popsány softwarové možnosti přechodu, faktory důležité pro implementaci nové metodiky a dostupné koncepty přechodu s jejich nároky. Na základě zvoleného konceptu přechodu jsou závěrem shrnuty přínosy, které zavedení nové metodiky pomocí zvoleného způsobu přinese.

### **Klíčová slova:**

metody kvality, metodika, kvalita, FMEA, VDA, AIAG, analýza, vada, následek, příčina, odhalitelnost, výskyt, význam, riziko

# **Annotation**

## **The concept of transition to the new VDA/AIAG methodology**

This bachelor thesis focuses on the concept of transition to the new VDA / AIAG methodology in the FMEA method. The thesis is of a research nature and contains basic information about the existing and new FMEA methodology including a description of quality and its management, various quality methods, as well as FMEA methods and its history.

The main subject of the thesis is the concept of transition to the new VDA/AIAG methodology. Prior to this proposal, the new methodology will be compared with the old methodology and the changes described.

The following chapters describe the software transition options, the factors important for implementing the new methodology, and the available transition concepts with their demands. Based on the chosen transition concept, the benefits of the introduction of the new methodology using the chosen method are summarized.

### **Keywords:**

quality methods, methodology, quality, FMEA, VDA, AIAG, analysis, defect, consequence, cause, detectability, occurrence, significance, risk



## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval vedoucí své bakalářské práce doc. Ing. Kláře Antlové, Ph.D. a svému konzultantovi Ing. Jaromírovi Tobiškovi za odborné konzultace, ochotu, trpělivost, čas a velmi cenné rady a připomínky, které mi při psaní bakalářské práce poskytli. Dále bych chtěl poděkovat oddělení GQZ ve společnosti ŠKODA AUTO a.s. za odpovědi a rady, které dopomohly k dokončení této práce. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat své rodině a přátelům, kteří mne podporovali a zvládali nápor mých myšlenek při psaní této práce.



## Obsah

Seznam obrázků .....	14
Seznam použitých zkratek .....	15
Úvod.....	17
1. Kvalita.....	19
2. Řízení kvality .....	21
2.1 Historie .....	21
2.2 Podnikové standardy .....	22
2.3 Koncepce ISO .....	23
2.4 Koncepce TQM .....	25
3. Metody kvality .....	26
4. Fáze vývoje produktu – životní cyklus produktu.....	28
Charakteristika jednotlivých fází životního cyklu výrobku: .....	28
1. Fáze vývoje .....	28
2. Fáze zavádění .....	29
3. Fáze růstu .....	29
4. Fáze zralosti.....	29
5. Fáze útlumu .....	29
5. Metody ke zjištění požadavků zákazníků .....	31
5.1 Zákaznická klinika – Kunden Clinic Qualität.....	31
5.2 Klinická studie.....	32
5.3 Metoda QFD.....	33
5.4 Metoda DFMA+SE .....	36
5.5 Metoda FTA .....	36
6. Metoda FMEA – Analýza možných vad a jejich následků.....	38
6.1 Cíle FMEA .....	39

6.2 FMEA v organizaci .....	39
6.3 FMEA tým.....	40
6.4 Historie .....	40
6.5 Konstrukční FMEA – K-FMEA.....	41
6.5.1 Analýza a zhodnocení současného stavu.....	41
6.5.2 Význam vady (B).....	41
6.5.3 Pravděpodobnost výskytu závady (A).....	42
6.5.4 Odhalitelnost závady (E) .....	43
6.5.5 RPZ.....	44
6.5.6 Návrh opatření .....	44
6.5.6 Hodnocení stavu po realizaci návrhů.....	45
6.5.7 Hodnocení závažnosti pomocí matice rizik.....	47
6.6 Formulář FMEA .....	48
6.7 Procesní FMEA – P-FMEA .....	50
6.8 Systémová FMEA – S-FMEA .....	50
6.9 FMEA ve ŠKODA AUTO a.s.....	50
7. Nová FMEA.....	51
8. Porovnání obou verzí FMEA .....	53
8.1 Přístup.....	53
8.2 Přidání doplňkové FMEA - FMEA-MSR .....	54
8.3 Zapojení vedení .....	54
8.4 Rodinná FMEA .....	55
Krok 1. - Plánování a příprava před FMEA.....	55
Krok 2. - Analýza struktury.....	55
Krok 3. - Analýza funkcí.....	56
Krok 4. - Analýza vad .....	56

Krok 5. - Analýza rizik.....	57
Krok 6. - Optimalizace .....	59
Krok 7. - Dokumentování výsledků .....	59
9. Software .....	60
9.1 Dostupný software na trhu .....	60
9.2 Požadavky na SW.....	60
9.3 Doporučené úpravy v MS Excel .....	61
9.3.1 Formulář .....	61
9.3.2 Nahrazení RPZ .....	61
9.3.3 Hodnotící tabulky .....	62
10. Faktory důležité pro implementaci nové metodiky .....	63
11. Vhodné metody přechodu.....	65
11.1 Varianta 1: přechod na novou metodiku s využitím plně profesionálního programu pro tvorbu FMEA .....	65
11.2 Varianta 2: zachování stávající verze formuláře za pomoci Microsoft Excel.....	66
12. Návrh přechodu.....	68
12.1 Aktuální využívání FMEA.....	68
12.2 Navržená změna směrnice pro provádění FMEA .....	73
13. Stanovení přínosů implementace .....	79
Závěr .....	80
Seznam použité literatury .....	82
Seznam příloh .....	85

## Seznam obrázků

Obrázek 1 - Vývoj systémů zabezpečování jakosti .....	21
Obrázek 2 - Procesní model systému managementu jakosti v koncepci ISO .....	24
Obrázek 3 - EFQM excellence model.....	25
Obrázek 4 - Aplikace metod v procesu vzniku výrobku.....	27
Obrázek 5 - Životní cyklus výrobku .....	28
Obrázek 6 - Struktura QFD.....	34
Obrázek 7 - Hodnocení významu důsledku vad .....	42
Obrázek 8 - Hodnocení pravděpodobnosti výskytu vady .....	43
Obrázek 9 - Hodnocení pro pravděpodobnost odhalení závady .....	44
Obrázek 10 - Vývojový diagram pro průběh FMEA.....	46
Obrázek 11 - Matice rizik .....	47
Obrázek 12 – Formulář FMEA podle VDA 4 v programu Microsoft Excel	49
Obrázek 13 – Postup k vypracování FMEA podle VDA 4.....	53
Obrázek 14 - Postup k vypracování FMEA podle harmonizované FMEA VDA/AIAG.....	53

## Seznam použitých zkratek

A	- Auftretenswahrscheinlichkeit / pravděpodobnost vzniku vady
AIAG	- The Automotive Industry Action Group
AP	- Action Priority
ASME	- American Society of Mechanical Engineers
B	- Bedeutung / význam vady
CWQC	- Company Wide Quality Control
ČSN	- Česká technická norma
DFMAS	- Design For Manufacture, Assembly and Service
DOE	- Design of Experiments
E	- Entdeckungswahrscheinlichkeit / pravděpodobnost odhalení vady
EN	- Evropská norma
FMEA	- Failure mode and Effect Analysis / Analýza možného vzniku vad a jejich následků
FMEA-MSR	- Monitorování a odezvy systému a jejich analýza možného vzniku vad a jejich následků
FTA	- Fault Tree Analysis / Analýza stromu poruchových stavů
GQM	- Global Quality Management
GQZ	- Management systému kvality ve ŠKODA AUTO a.s.
HACCP	- Hazard Analysis and Critical Control Points
IATF	- International Automotive Task Force / Mezinárodní pracovní skupina pro automobilový průmysl

ISO	- International Organization for Standardization / Mezinárodní organizace pro normalizaci
K-FMEA	- Konstrukční analýza možného vzniku vad a jejich následků
MS	- Microsoft
NASA	- National Aeronautics and Space Administration
NATO	- North Atlantic Treaty Organization
P-FMEA	- Procesní analýza možného vzniku vad a jejich následků
PEP	- Produktentstehungsprozess / proces vzniku výrobku platný v koncernu
QFD	- Quality Function Deployment („Dům kvality“)
QMS	- Quality Management System / Systém managementu kvality
RPZ	- Risiko Prioritätszahl / míra rizika
S-FMEA	- Systémová analýza možného vzniku vad a jejich následků
TQM	- Total Quality Management
TIER 1	- Přímý dodavatel s více montážními skupinami a systémy.
VBA	- Virtual Basic for Applications
VDA	- Verband der Automobilindustrie / Svaz německého automobilového průmyslu
VDA 4	- VDA Svazek: Zajištění kvality před sériovou výrobou
VoC	- Voice of Customer
VoC-C	- Voice of Customer Concurrence
VoC-E	- Voice of Customer Expectation
VW	- Volkswagen



## Úvod

Kvalita produktů byla vždy důležitá, ale v dnešní době s mnoha dostupnými technologiemi a inovacemi jsou na ní kladeny velmi vysoké nároky. Každý člověk si pod pojmem „kvalitní produkt“ představí něco jiného. Toto vnímání je odlišné díky několika faktorům, kterými jsou například věková skupina, zařazení osoby ve společnosti, finanční gramotnost nebo také geografické zařazení. Výroba je s kvalitou velmi spojená a po celém světě se řídí dle různých pravidel a zákonů, které se snaží o maximální bezpečí zákazníka a minimalizaci nákladů spojených se špatným vývojem nebo výrobou produktu. Jedním z mnoha přísných odvětví je automobilový průmysl. Od jehož prvopočátku byla kvalita jedním z důležitých měřítek produktu a postupem let se na toto kritérium vztahují velmi přísné podmínky, a tudíž i hodnocení kvality se musí stále vyvíjet. Tato práce se zaměřuje přímo na metodu kvality FMEA, která je v dnešní době nejvíce využívána v automobilovém odvětví pro analýzu možného vzniku vad a jejich následků.

Téma této práce jsem si vybral na základě své povinné roční stáže v největší české firmě v automobilovém průmyslu – ŠKODA AUTO a.s. Svou stáž jsem vykonával na oddělení managementu systému kvality (GQZ), které spravuje QMS, plánuje a provádí interní systémové a procesní audity, spravuje IMS příručku, podporuje informační systémy kvality a také moderuje, podporuje a zavádí metody kvality, jako je FMEA, QFD, DFMA, atd.

Pro svou práci jsem si vybral metodu kvality FMEA, která je s kvalitou spojena od 60. let minulého století a vyvíjí se na základě měnících se požadavků zákazníků na kvalitu. První část této bakalářské práce je rešeršního charakteru a zaměřím se nejdříve na vysvětlení kvality a jejího způsobu řízení, dále jsou představeny metody kvality (QFD, DFMA, DOE,...), cyklus produktu a v poslední části rešerše je představena samotná metodika analýzy možného vzniku vad a jejich následků (FMEA).

Druhá část bakalářské práce, a tedy její praktická část se zaměřuje na porovnání staré a nové metodiky. Dalším bodem praktické části je možnost využití dostupného softwarového řešení pro tvorbu FMEA na trhu. Jsou

zmíněny faktory, které je dobré si uvědomit před implementací nové metodiky do systému řízení kvality. Také je vytvořen přehled výhod, nevýhod a požadavků v případě nasazení nové metodiky pomocí profesionálního programu pro tvorbu FMEA nebo zanechání metody tvorby FMEA pomocí Microsoft Excel. Poslední částí je vypracování návrhu nové organizační směrnice, podle které se bude společnost řídit a stanovení jejích přínosů.

Cílem této práce je v následujících kapitolách popsat metody kvality a metodu FMEA, porovnat původní metodiku FMEA podle VDA 4 s novou harmonizovanou FMEA podle VDA/AIAG platnou od minulého roku. Hlavním cílem je návrh vhodného způsobu implementace nové metodiky VDA/AIAG do chodu společnosti a stanovení přínosů této implementace pro společnost.

## 1. Kvalita

Nejdříve by bylo vhodné vysvětlit pojem kvalita neboli jakost. Již v úvodu bylo zmíněno, že kvalita je subjektivně vnímána a z toho důvodu si pod ní každý představí něco jiného, ale vždy to je pro něho důležité. Na toto vnímání má velký vliv finanční vzdělání jedince, jeho věk a lokace, ve které bydlí a v neposlední řadě i osobní postavení ve společnosti. Přesnou definici kvality můžeme nalézt v normě ČSN EN ISO 9000:2015, ve které je obecná definice kvality vysvětlena takto: „*Kvalita je stupeň splnění požadavků souborem inherentních charakteristik objektu.*“. Pro lepší pochopení této normované definice si můžeme slovo požadavek vymežit jako očekávání nebo potřebu, která jsou závazná nebo se předpokládají. Pojem inherentní lze chápat jako vnitřní vlastnosti objektu kvality (proces, zdroj, systém), a charakteristika vyjadřuje určitou vlastnost pro lepší odlišení.

Existuje mnoho definic kvality, každá zní jinak, ale vždy splňují požadavky zákazníka. V knize Řízení jakosti a ochrana spotřebitele (Veber, 2007, s. 19) jsou přiblíženy některé definice na kvalitu takto:

- Kvalita je minimum ztrát, které výrobek od okamžiku své expedice dále společnosti způsobí (Taguchi).
- Kvalita je to, co za ni považuje zákazník (Feigenbaum).
- Jakost je shoda s požadavky (Crosby).

Zmíněné definice jsou krátké a stručné, ale obsáhlejší definici uvádí Jaromír Řezáč (2009, s. 72). „*Kvalita (jakost) je názor zákazníků nebo uživatelů na vlastnosti produktu nebo služby, ale i organizace či systému; je to míra, o které jsou uživatelé přesvědčeni, že služba nebo produkt splní jejich potřeby a očekávání.*“

Kvalitní produkt pro zákazníka tedy znamená, že splňuje jeho požadavky a přání, ale co to znamená pro firmu, aby vytvořila kvalitní produkt? Každý produkt potřebuje mít kvalitní zdroje, procesy, a hlavně management ve společnosti. Za zdroje můžeme považovat stroje a zařízení potřebné k výrobě nebo expedici, informace nebo pracovní prostředí. Do skupiny procesů patří

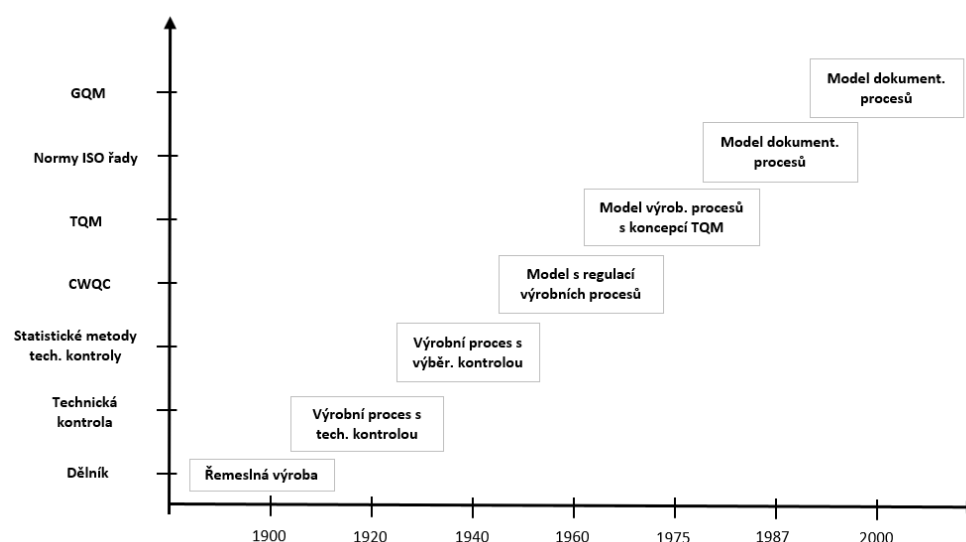
zásobování, skladování, expedice nebo samostatná výroba. A samostatnou kategorií, která je nejvíce důležitá je management, který se stará o návrh a vývoj výrobku. V situaci, kdy management nefunguje dostatečně dobře a podcení vlastnosti výrobku při jeho vývoji, tak je za toto selhání odpovědný právě management. I přesto, že procesy a výroba výrobku bude v požadované kvalitě, není možné zajistit maximální uspokojení zákazníka z důvodu možného pochybení managementu v brzkých fázích vývoje výrobku. (Veber, 2007)

## 2. Řízení kvality

Řízení kvality by se dalo označit slovním spojením – neustálé zlepšování. Jedná se o neustálé zlepšování kvality, které se odráží napříč všemi firemními procesy a je důležité pro úspěšnost firem pohybující se na trhu a pro boj s konkurencí. V následujících podkapitolách je přiblížen historický vývoj řízení kvality a poté jsou detailněji popsány tři možné způsoby řízení kvality ve společnostech.

### 2.1 Historie

Přístup k řízení kvality, ale i výrobky se postupem času vyvíjely, a tudíž vznikaly složitější přístupy ke kvalitě a k její kontrole. Na obrázku je zobrazen intenzivní vývoj systému řízení jakosti ve dvacátém století.



Obrázek 1 - Vývoj systémů zabezpečování jakosti

Zdroj: (Nenadál, 2002, přepracováno pomocí MS Excel)

Vše započalo okolo roku 1900, kdy byl využíván takzvaný model řemeslné výroby. Princip byl takový, že dělník velmi často byl v úzkém kontaktu se zákazníky, a proto se mohl snažit splnit jejich požadavky téměř okamžitě, ale zásadním problémem v tomto modelu byla velmi nízká produktivita práce. (Veber et al., 2010)

Pro zvýšení produktivity byly zavedeny ve dvacátých letech první výrobní linky. Na tomto základě začali vznikat speciální technické pozice kontrolorů. Obvykle to byly nejzkušenější pracovníci s náležitým finančním ohodnocením, avšak tato výhoda byla vykoupena tím, že zodpovídali za jakost výrobku. (Nenadál et al., 2008)

Ve 30. letech se objevily první statistické metody pro kontroly, které daly vzniknout modelu výrobních procesů s výběrovou kontrolou. Bohužel metody se v civilní sféře uchytily až po druhé světové válce díky Japoncům, které velmi znatelně rozšířili řízení procesů pomocí statistiky i do dalších oblastí, jmenovitě do předvýrobní fáze. Toto řízení jakosti bylo označováno CWQC – Company Wide Quality Control

Pokrokovost minulého systému s dalším propracováním umožnila nový pohled na management řízení kvality. Forma TQM (Total Quality Management) která se pomocí ISO normy řady 9000, jenž byly zveřejněny v roce 1987, snaží zdokumentovat rozsáhlé podnikové procesy.

V současnosti se management jakosti vyvíjí směrem spojení s péčí o environmentální prostředí a bezpečnost. Tento vývoj je také označován za integrovaný management neboli Global Quality Management (GQM). (Nenadál, 2002)

K řízení kvality můžeme aktuálně přistupovat těmito třemi základními přístupy řízení kvality. Jsou seřazeny podle časové náročnosti zavedení a také podle obtížnosti.

1. Koncepce podnikových standardů
2. Koncepce ISO
3. Koncepce TQM

## **2.2 Podnikové standardy**

Smysl podnikových standardů je takový, že takovéto standardy jsou platné pouze v jednotlivých firmách a pro jejich dodavatele, pro které byly standardy vydány. Mnohdy jsou mnohem přísnější než požadavky zveřejněné v normě ISO 9000. V dnešní době je možné se setkat například s ASME kódy v oblasti

těžkého strojírenství, speciální směrnici AQAP sloužící pro kvalitu v rámci NATO nebo zkratkou HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points), jenž zajišťuje základní nástroj využívaný k předcházení rizikům ohrožující bezpečnost potravin. (Nenadál et al., 2008) V roce 1994 byla vytvořena oborová norma QS 9000 pro americký automobilový průmysl na základě společného úsilí automobilek General Motors, Chrysler a Ford. Tato norma byla vydána pod hlavičkou AIAG, která normu zpracovává, distribuuje a provádí školení. (QS 9000, 2015) Pro německý automobilový průmysl byla vydána oborová norma VDA 6.1, která stejně jako americká norma QS 9000 obsahuje plné znění ISO normy 9001. (VDA 6.1, 2016) Pro zjednodušení byla vyvinuta společná oborová norma IATF 16949, která slučuje celosvětové požadavky na systém řízení kvality v automobilovém průmyslu. Tato norma již směřuje více ke koncepci TQM. (IATF 16949, 2018)

### **2.3 Koncepce ISO**

Na základě globalizace trhu byla v roce 1987 mezinárodní organizací pro standardizaci vydána generická sada norem řady ISO 9000. Tyto normy je možné použít v jakékoliv organizaci, tzn. pro jejich aplikaci, není rozhodná velikost firmy, povaha výrobku apod. Také jedním z aspektů je fakt, že normy nemají zavazující charakter a jsou pouze doporučující. Naopak v momentě, kdy se dodavatel s odběratelem domluví, že aplikuje systém řízení kvality podle tohoto souboru norem, stává se norma pro něj závazná. Výjimku mají dodavatelé, jenž mají výrobky v regulovatelné sféře, u který je certifikace podle normy ISO 9001 závazná. V regulovatelné sféře jsou výrobky, které ohrožují spotřebitele v situaci, kdy výrobek nesplňuje povinné požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví. Například tlaková zařízení, výtahy nebo zdravotnické prostředky. (Nenadál et al., 2008)

Pro fungování vztahu mezi dodavatelem a odběratelem je již zcela běžné, když odběratel vyžaduje prokázání certifikátem o fungování systému managementu kvality v souladu s normami řady ISO 9000 a ISO 9001 a jejich požadavky. Tento certifikát vydává nezávislý certifikační institut, kterým například může být TÜV NORD.

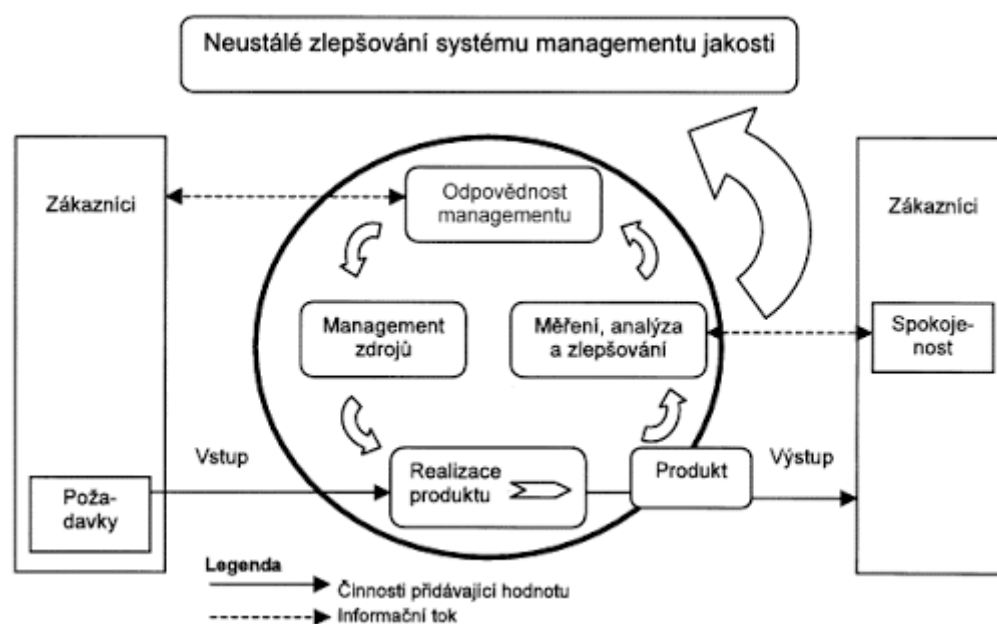
Soustavu norem z řad ČSN EN ISO 9000 tvoří tyto tři normy:

- ČSN EN ISO 9000:2016 – Základní principy a slovník
- ČSN EN ISO 9001:2016 – Požadavky na systém řízení kvality
- ČSN EN ISO 9004:2018 – Směrnice pro zlepšování výkonosti

V normě ČSN EN ISO 9000:2016 jsou popsány základní principy managementu jakosti a také slovník se základními pojmy spojené se systémem kvality. (ČSN ISO 9000, 2016)

Norma ČSN EN ISO 9001:2016 je norma, kterou využívá více než milión společností a organizací ve více než 170 zemích. Obsahuje požadavky potřebné pro získání certifikátu. Je nutná v případě, kdy firma chce prokázat, že vyrábí produkty, které splňují právní předpisy a požadavky zákazníků.

Na normu ČSN EN ISO 9004:2018 je možno nahlížet jako na návod sloužící pro dosahování trvalého úspěchu organizace. (ISO 9000 Family, 2020)



Obrázek 2 - Procesní model systému managementu jakosti v koncepci ISO

Zdroj: ([http://csnonlinefirmy.unmz.cz/html\\_nahledy/01/64317/64317\\_nahled.htm](http://csnonlinefirmy.unmz.cz/html_nahledy/01/64317/64317_nahled.htm))

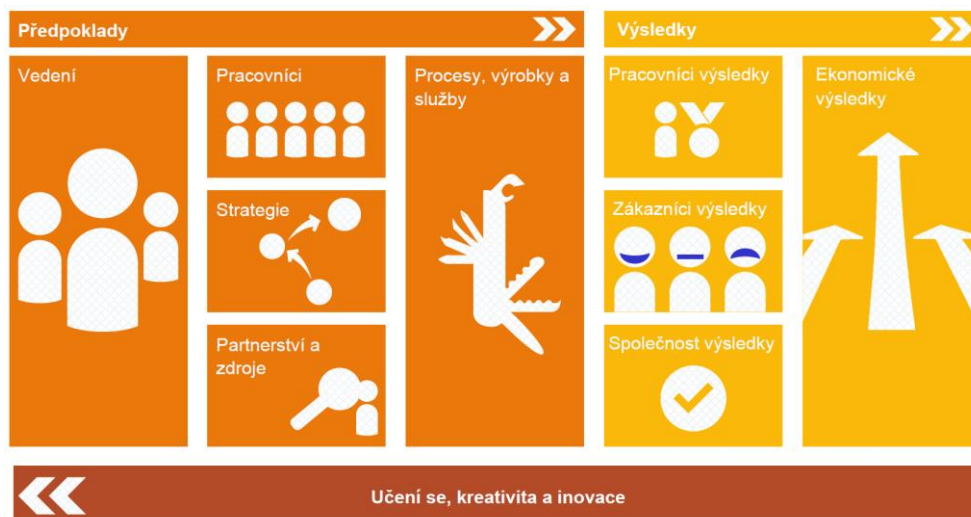


## 2.4 Koncepce TQM

Pro lepší pochopení pojmu TQM můžeme využít jednotlivá písmena této zkratky:

- T – TOTAL – Každý pracovník se podílí svým dílem na výrobě produktu, jenž maximálně splňuje požadavky zákazníka a nic není opomenuto.
- Q – QUALITY – kvalita chápána obecně. Nejenom, že se výrobek považuje za perfektní, splnění všech požadavků ale je brána v potaz i společnost jako komplex, tedy kvalita produktu, procesů, zdrojů a image firmy.
- M – MANAGEMENT – principy se prolínají všemi úrovněmi řízení i všemi manažerskými funkcemi. (Total Quality management (TQM), 2014)

TQM lze označit za strategickou metodu řízení, jelikož klade důraz na kvalitu v celém rozsahu organizace. Pro podporu zavedení TQM do praxe se využívá EFQM excellence model, který ukazuje, jak řídit organizaci a dosáhnout výsledků. (Spejchalová, 2007)



Obrázek 3 - EFQM excellence model

Zdroj: ([http://www.becon.cz/sluzby/strategicky\\_feedback/metoda-strategickeho-feedbacku/](http://www.becon.cz/sluzby/strategicky_feedback/metoda-strategickeho-feedbacku/))

### 3. Metody kvality

K neustálému zlepšování kvality se využívá systém komplexního řízení neboli systém řízení jakosti (QMS). Spejchalová Dana (2007, s. 8) uvádí ve své knize, že: „*Systémy řízení jakosti (QMS) v současné době pomáhají jako nástroj pro prevenci vad a nedostatků, pro snižování reklamací a zmírnění nespokojenosti klientů, ale hlavně pro neustálé zlepšování, které vede k uspokojení zákazníků.*“ QMS má za cíle:

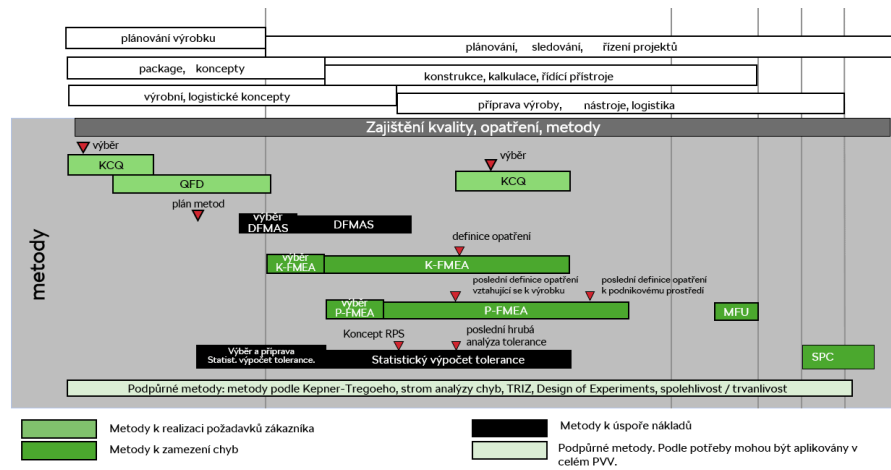
- Zabezpečit výrobu bezpečných výrobků pro zákazníka.
- Produkci výrobku, které splňují zákonné nebo jiné nařízení pro výrobky.
- Zamezit k distribuci nekvalitních produktů.
- Zlepšovat zavedené postupy a zdokonalovat metody kvality. (Spejchalová, 2007)

Jak zmínil poslední bod cílů QMS výše, tak se v rámci QMS využívají a zdokonalují metody kvality.

Ve společnosti je možné využívat pouze jednu metodu kvality nebo více metod. V druhém zmíněném případě je potřeba aby používání metod mělo systematické naplánování a metody se aplikovali do brzkých fází vývoje výrobku. (Machan et al., 2012) Existují i metody podpůrné. Takovéto metody nemají přesné zařazení do fází vývoje výrobku, ale aplikace podpůrné metody může ovlivnit konečný výsledek. (Interní dokumenty)

Ve společnosti ŠKODA AUTO a.s., která je součástí koncernu VW se nasazení metod řídí časově dle metodiky PEP – popis procesu vzniku výrobku.

Časová náročnost vývoje nového vozu je v podobě minimálně čtyř let. Nejprve se provádí průzkum trhu s požadavky zákazníků, k tomu se využívá metoda QFD a poté se využívají metodiky k úspoře nákladů a zamezení vzniku vad, tedy DFMAS, FMEA. (Interní dokumenty)



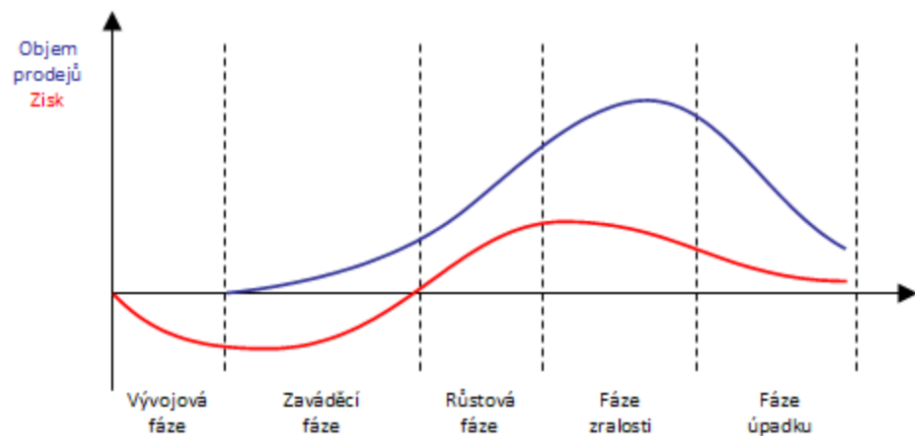
Obrázek 4 - Aplikace metod v procesu vzniku výrobku

Zdroj: (Interní dokumenty)

## 4. Fáze vývoje produktu – životní cyklus produktu

Životní cyklus je obecně známý časový úsek mezi vznikem a zánikem nebo narozením a úmrtím. Každý výrobek má tudíž svůj životní cyklus, který lze popsat jednoduchými pěti body. (Kotler, Armstrong, 2004)

1. Vývoj
2. Zavádění
3. Růst
4. Zralost
5. Útlum



Obrázek 5 - Životní cyklus výrobku

Zdroj: (<https://managementmania.com/cs/zivotni-cyklus-vyrobku-sluzby>)

### Charakteristika jednotlivých fází životního cyklu výrobku:

#### 1. Fáze vývoje

Ve fázi vývoje podnik prozkoumává trh a na jeho základě pracuje na vývoji nového produktu. Vývoj produktu se potýká se zvýšením počátečních investičních nákladů. Zisk z prodeje je vysoce ovlivněn investicemi do vývoje a nízkou prodejností, a proto je možné, že firma může být v tyto momenty ztrátová. (Kotler, Armstrong, 2004)

## **2. Fáze zavádění**

V této fázi je nový produkt oficiálně představen na trhu. V této situaci se zákazník seznamuje s novým produktem a jeho přednostmi. Zisk z prodejů stále nepřesahuje investované náklady z důvodu možných technických problémů výrobku a vysokých nákladů na marketing zboží. (Vysekalová, 2006)

## **3. Fáze růstu**

Produkt je úspěšně uveden na trhu, získává si své zákazníky a začínají růst zisky z prodejů. Také v této fázi produkt potýká se stávající konkurencí na trhu. Je zde velký konkurenční boj. (Kotler, Armstrong, 2004)

## **4. Fáze zralosti**

Zisky z prodejů plně předčily veškeré investice spojené s výrobou a distribucí výrobku, také je možné díky zkušenostem získané výrobou a vysoké sériovosti snižovat výrobní náklady. Ale tato situace vyžaduje zvýšení investic do marketingových kampaní. Hlavním cílem zmíněných marketingových kampaní je udržení produktu v co možná nejdelší době ve fázi zralosti. (Vysekalová, 2006)

## **5. Fáze útlumu**

V situaci, kdy je trh nasycen dojde k poklesu prodejů a úpadku zisků. Prodeje a zisky mohou dosáhnout až na nulu nebo po dobu několika let zůstat na velmi nízké úrovni. (Kotler, Armstrong, 2004)

V reálném životě se výrobek potýká s různými modifikacemi svého životního cyklu produktu. Teorie rozeznává čtyři základní typy:

- Produkt nestárnoucí, který je na trhu stále a nikdy nenastane fáze úpadku.
- Produkty, které jsou bez fáze zralosti – tzn. z fáze růstu, přejde rovnou na fázi úpadku.
- Produkt s obnoveným cyklem, jedná se o produkt, který místo fáze úpadku na trh představí dosavadní produkt vylepšen o nové inovace.

- Produkt, který z fáze zavedení přejde rovnou do fáze úpadku, na trhu se neuchytí. (Jakubíková, 2012)

## 5. Metody ke zjištění požadavků zákazníků

V dnešní době jsou, pro všechna odvětví důležitá data. Jinak tomu není ani v automobilovém průmyslu, kdy jsou důležitým stavebním prvkem vývoje nového vozu právě data, požadavky nebo přání. Pro získání takovýchto dat je možné využít různé metody:

- Dotazníky
- Klinické studie
- Skupinové diskuze
- Zákaznická klinika (dle VW terminologie „Kunden Klinik Qualität“) (Machan et al., 2012)

Dle mého názoru, s dotazníky již každý do styku přišel, a tudíž víme, jakým způsobem tento způsob sběru dat funguje. Proto budou raději představeny, méně známe metody klinické studie a hlasitého myšlení.

### 5.1 Zákaznická klinika – Kunden Klinik Qualität

Jedná se výzkumnou metodu, jenž zahrnuje neformální rozhovor, dotazník, porovnání a skupinovou diskuzi. Metoda se správně aplikuje v době, kdy je potřeba ověření, zda je koncepce nového vozu správná. Vyžaduje buď hotový prototyp nového výrobku, nebo v případě vývoje se využije stávající model ve srovnání s konkurenčním modelem.

Nejčastější podoba aplikace této metody je taková, že před zákazníkem stojí dvě vozidla – stávající model a podobný model od konkurenčního výrobce. Zákazník s moderátorem při setkání neformálně diskutuje o tom, jak se mu jednotlivá vozidla líbí, a naopak co se mu nelíbí. Pro nejefektivnější využití této metody je zákazník posazen i dovnitř vozidla, kde hovoří a sdílí své pocity ze všech prvků interiéru vozidla. Celý tento rozhovor by měl moderátor směřovat směrem, který si předem určí, tzn. na oblast, ze které potřebují nejvíce poznámek. Důležitým faktorem je, aby se této metody zkoumání zúčastnila menší skupina lidí (např. skupina o 12 účastnících) v co možná nejširším zastoupení zákazníků na trhu, tím je zaručena lepší orientace na koncové zákazníky. Po skončení porovnávání a hodnocení vozů jsou

účastníci přítomni na skupinové diskuzi, kde odpovídají na moderátorovi otázky. Cílem této preventivní metody je zjištění a odhalení požadavků zákazníka, které by se projevíly po více než 100 hodinách praktického využití. (Machan et al., 2012)

## 5.2 Klinická studie

Pan Machan (2012, s. 39) definuje klinickou studii ve své publikaci *Metody kvality užívané ve fázi vývoje výrobku – aplikace v automobilovém průmyslu* takto: „*Produktová klinická studie (car clinic) má za cíl zjišťování zákaznického pohledu na model nového vozu s cílem obdržet relevantní informace z pohledu designu, technického vývoje a marketingu v konkurenčním prostředí.*“

Získané informace udávají směr dalšího vývoje vozu v příslušných oblastech.

K hodnocení vozu v rámci klinické studie je potřeba mít přístupné vozy na stejném, dostatečně velkém místě – obvykle se jedná o halu. Respondenti jsou vybíráni na základě kritérií, které zadal objednavatel klinické studie. Klinické studie se obvykle provádí v několika zemích a s respondenty z různých zemí.

Průběh kvantitativní části klinické studie probíhá formou osobního rozhovoru respondenta s tazatelem. Zbytek skupiny se účastní kvalitativní části klinické studie – skupinové diskuze. Skupinová diskuze probíhá tak, že respondentům je odepřen pohled na vystavené vozy a probíhá všeobecná diskuze. Po odhalení vozidel respondenti diskutují u jednotlivých modelů o otázkách týkajících se konkrétního vystaveného modelu.

Průběh dotazování, které trvá přibližně 2,5 hodiny:

1. Všeobecná diskuze bez pohledu na zúčastněné vozy.
2. Respondenti po přísné kontrole spatří vozidla. Testovaný model je umístěn uprostřed mezi ostatními modely, probíhají odpovědi na první uzavřené otázky týkající se exteriéru vozu s pětibodovou škálou možnosti odpovědi.



3. Ve dvojicích (tazatel – respondent) obcházejí jednotlivě vozy a vyplňují dotazník s uzavřenými otázkami.
4. Dalším bodem je tzv. cenový test – preferenční analýza, kde se zjišťuje akceptovatelná cena za celý vůz, jednotlivé motorizace a výbavy. (Machan et al., 2012)

### **5.3 Metoda QFD**

Metoda QFD se používá nejčastěji v prvotní fázi vývoje výrobku a zajištění procesu výroby, jelikož má za účel transformaci požadavků, přání a představ zákazníků do technické podoby.

#### **Historie**

Metodika Quality Function Deployment zkráceně QFD byla vynalezena v Japonsku koncem 60. let profesory Shigeru Mizuno a Yoji Akao. Snaha těchto profesorů bylo vyvinout metodu zajištění kvality, která by navrhla spokojenost zákazníka na produkt před jeho výrobou. Dosavadní metody kvality v té době se zaměřovali spíše na řešení problému při výrobě nebo po výrobě. První nasazení konceptu QFD proběhlo v roce 1966 ve společnosti Bridgestone Tire v Japonsku. V roce 1972 se aplikovala metoda QFD na konstrukci ropného tankeru v loděnicích Kobe v těžkém průmyslu Mitsubishi se diagramy rybích kostí staly těžkopádnými. Protože problémy sdíleli více příčin, byl tento diagram přeměněn na tabulkový nebo maticový formát, přičemž řádky byly žádoucími účinky spokojenosti zákazníků a sloupce byli řídicími a měřitelnými příčinami. Spojením s těmito novými nápady se QFD stalo nakonec komplexním systémem designu kvality jak pro produkt, tak pro obchodní proces. Zavádění QFD do Ameriky a Evropy začalo v roce 1983, když Americká společnost pro kontrolu kvality zveřejnila práci Akao v Quality Progress a Cambridge Research (dnes Kaizen Institute) pozvala Akao, aby uspořádal seminář QFD v Chicagu. (History of QFD, 2020)

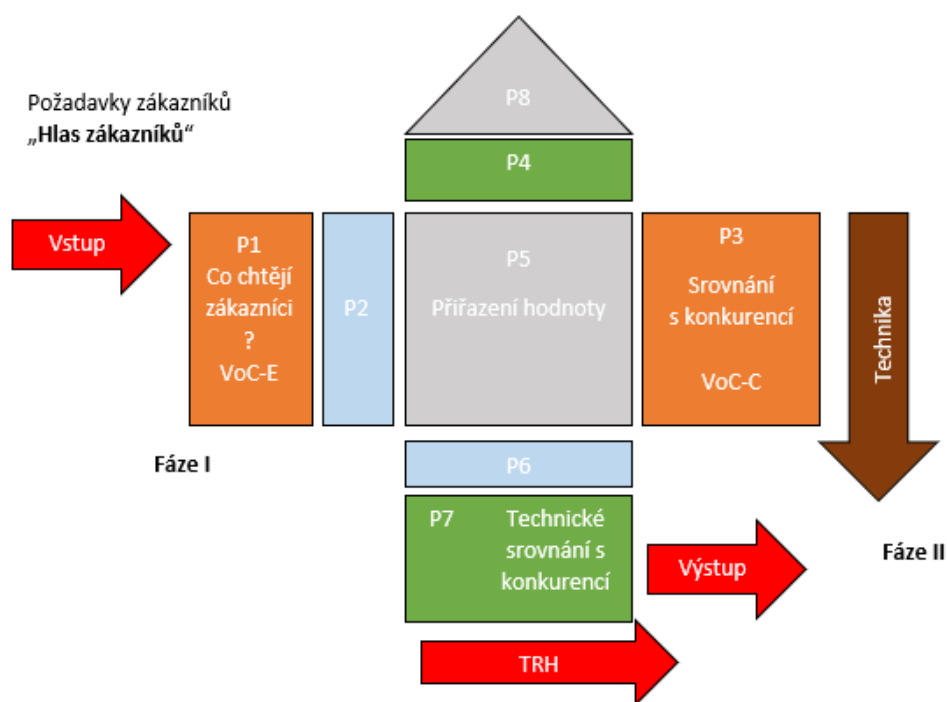
Mezi hlavní přínosy této metody můžeme zařadit:

1. Orientace na zákazníka
2. Zkrácení doby vývoje

3. Nové znalosti.
4. Důvěryhodnost a akceptovatelnost výsledku. (Nenadál et al., 2008)

### Dům kvality - QFD

Pro zápis metody QFD se používá formulář, který často bývá označen jako „House of Quality“ neboli „Dům kvality“. Toto označení získal podle své horní konstrukce, která připomíná střechu. Jednotlivým částem se říká pokoje.



Obrázek 6 - Struktura QFD

Zdroj: (Machan et al., 2012, s. 50, překresleno pomocí MS Excel)

### Pokoj 1

VoC-E. V této části tedy nalezneme seznam všech požadavků, přání a vnitřních i vnějších potřeb zákazníků. Zde se uplatňují veškerá nasbíraná data pomocí různých dotazníků, rozhovorů nebo díky metodám jako je „Hlasité myšlení“ nebo „Klinická studie“.

## **Pokoj 2**

Priority očekávání. V tomto pokoji jsou všem zákaznickým očekáváním přiřazeny priority v rozsahu 1 – 9, kdy hodnota 9 představuje nejvyšší prioritu.

## **Pokoj 3**

Srovnání s konkurencí (VoC-C)

V této části jsou uvedeny hodnoty vlastností, dle názorů zákazníků. Pro ohodnocení vlastností je využito tří skupin hodnocení (9 – velmi důležité, 3 – důležité, 1 – nedůležité).

## **Pokoj 4**

V tomto pokoji se ke každému požadavku zákazníka stanoví alespoň jeden technický parametr, jakým můžeme plnit zákaznicko očekávání. U technických parametrů je nutné uvádět jejich jednotky (např. mm, km/h, atd.).

## **Pokoj 5**

Zde jsou uvedeny vzájemné korelace mezi požadavky zákazníků a technickými parametry. Hodnotí se vliv technických parametrů na očekávání zákazníka. Pro hodnocení jsou pouze 4 bodové stupně (9 = úplné ovlivnění, 3 = průměrné ovlivnění, 1 = nízké ovlivnění a 0 = žádné ovlivnění).

## **Pokoj 6**

Tento pokoj je pro další postup velmi důležitý. Jedná se o vytřídění technických parametrů podle jejich míry ovlivnění požadavků zákazníka. Každá hodnota je dána součtem součinů korelací daného parametru a priority odpovídajícího očekávání (skalární součin).

## **Pokoj 7**

Tato oblast obsahuje reálné technické parametry srovnávaných výrobků.

## **Pokoj 8**

V této oblasti někdy značena jako střecha najdeme vzájemnou korelaci technických parametrů. Hodnocení je zde taktéž 4 bodového charakteru, ale rozlišuje se znaménky na kladné či záporné hodnoty. (Machan et al., 2012)

### **5.4 Metoda DFMAS+E**

Design For Manufacture, Assembly, and Service jsou metody podporující optimalizaci s cílem zjednodušení výroby, montáže a opravitelnosti. Každý výrobek je složen z několika menších dílů a tyto menší díly ještě z dalších menších dílů. Každý díl se musí nějak vytvořit, spojit s dalším dílem a v případě poškození opravit. Toto všechno stojí výrobce mnoho úsilí a zájmem každého je takovéto náklady co nejvíce optimalizovat a snížit.

Jednotlivé metody:

- DFM – Design for Manufacturing – úspora nákladů na výrobu dílů
- DFA – Design for Assembly – úspora nákladu při montáži dílů
- DFS – Design for Services – úspora nákladů při výměně dílů nebo opravě v servisu
- DFE – Design for Enviroment - úspora nákladů při recyklaci

Důležité je, aby výrobek byl schopný po optimalizaci dosáhnout stejné kvality a funkčnosti jako před svou optimalizací. (Machan et al., 2012)

### **5.5 Metoda FTA**

Zkratka FTA znamená Fault Tree Analysis, kterou můžeme přeložit jako analýzu stromu poruchových stavů. Jedná se o hloubkovou analýzu spolehlivosti spleťtých systémů. Princip analýzy je velmi jednoduchý, jelikož zkoumá problém od shora dolů a umožňuje velmi hloubkovou analýzu. Tudiž rozložením problému od nebezpečné vrcholové události analyzuje a zkoumá dílčí problémy nebo faktory, které mohou mít vliv na zkoumaný problém. Velmi často je také možné využitím FTA optimalizovat už fungující systém

provedenou analýzou případných poruch a snížit možnost jejího vzniku. (Plura, 2001)

Metodika FTA a FMEA jsou si v základu podobné, jedná se o analýzy zkoumající možné příčiny, avšak rozdíl v nich je velký. FTA se využívá hlavně pro hloubkovou analýzu složitých systémů naopak FMEA je jednobodová a využívá se pro jednoduché systémy. (Interní dokumentace)

## 6. Metoda FMEA – Analýza možných vad a jejich následků

Failure Mode and Effects Analysis zkráceně FMEA je preventivní analytická metoda, která se hojně aplikuje nejen v automobilovém průmyslu. V českém jazyce jí lze přeložit jako „Analýzu možnosti vzniku vad a jejich následků“. Využívá se k odhalení možných rizik a vad výrobků ještě předtím, než jsou díly vpuštěny do výroby, a to činí obrovské přínosy hlavně na úrovni úspory nákladů díky včasnému a mnohdy jednoduchému odstranění možný závad z důvodu fáze vývoje. (McDermott et al., 2009)

Pro maximální uspokojení zákazníka je potřeba metodiku aplikovat co nejdříve to je možné. Nejlepší čas pro aplikaci je přímo po dokončení metody QFD, kdy známe již mnoho informací, protože pokud bychom čekali déle, abychom měli všechny informace, tak nikdy nezačneme, protože nebudeme mít nikdy všechny informace. (Stamatis, 2003)

Aplikace metody je doporučována ve třech základních situacích:

- Nové návrhy, technologie nebo procesy, zkrátka se jedná o situaci, kdy je předmětem FMEA jednání zcela nový produkt nebo systém.
- Úprava stávajícího návrhu nebo procesu je předpokládáno, že pro změnu stávajícího návrhu již existuje vytvořená FMEA, podle které se budou provádět změny.
- Stávající návrh nebo proces využít v novém prostředí. Situace, kdy náš produkt nebo proces je adaptován do nového prostředí. Výsledkem FMEA v tomto případě je dopad nového prostředí na aktuální proces nebo návrh. (Česká společnost pro jakost, 2001)

Mezi hlavní přínosy využívání této metodiky lze zařadit:

- Systémový přístup k prevenci nízké jakosti.
- Možnost ohodnotit riziko možných vad a na jeho základě stanovit priority opatření ke zlepšení.

- Optimalizace návrhu, což se projeví ve snížení počtu změn ve fázi realizace.
- Vytváření cenné informační databáze o produktu či procesu.
- Pomáhá zvýšit spokojenost zákazníka.
- Větší konkurenceschopnost firmy.
- Minimální náklady na její provedení v porovnání s náklady, které by mohly vzniknout při výskytu vad. (Plura, 2001)

FMEA lze rozdělit do tří kategorií:

- konstrukční FMEA – označenou K-FMEA nebo D-FMEA
- procesní FMEA – označenou P-FMEA (Plura, 2001)
- systémová FMEA – označována S-FMEA (Interní dokumentace)

## 6.1 Cíle FMEA

Cíle jsou závislé na změny požadavků na organizaci. V dnešní době je velmi vysoký nárok na kvalitu ze strany zákazníků, a proto je nezbytná optimalizace nákladů na produkty, procesy a odpovědnost výrobců za škody.

- Hospodárná výroba
- Lepší služby
- Náběhy sérií s menším počtem vad
- Zkrácení procesu vývoje
- Zvyšování bezpečnosti funkcí a spolehlivosti výrobků (VDA, 2005)

## 6.2 FMEA v organizaci

FMEA v dnešní době již představuje požadavek v samostatných automobilových systémech managementu, kterými jsou například AITF 16949 nebo VDA 6.1 nebo VDA 6.4.

V několika dalších svazcích VDA se na FMEA přihlíží nebo přímo vyžaduje:

- VDA 1 Prokazování
- VDA 2 Zajištění kvality dodávek
- VDA 4 Zajišťování kvality před sériovou výrobou

- VDA 4.3. Plánování projektu
- VDA 6.1. Systémový audit
- VDA 6.3. Procesní audit
- IATF 16949:2016

Mimo tyto všeobecné požadavky v systémech managementu hraje velkou roli zaměření právě na zákazníka. (VDA, 2005)

### **6.3 FMEA tým**

Pro úspěšné provedení FMEA je potřebný správně vytvořený FMEA tým, který se vždy musí skládat z moderátora, dalších kompetentních aktivních pracovníků z odborných útvarů z projektu, pracovníci z vývoje, konstrukce a plánování výrobních procesů, zkoušek a výroby vzorků. V případě potřeby je nutné zapojit i lidi z dalšími znalostmi například pracovníky servisů. Před začátkem každého jednání je potřebné si určit důvod schůzky a k tomu přizvat všechny nezbytné účastníky. (McDermott et al., 2009) Každá schůzka týmu je zapsána do formuláře FMEA, který dokládá soustavnou péči o kvalitu výrobku. Ve společnosti ŠKODA AUTO a.s. se tato metoda využívá na každý nový díl, který jde do výroby, protože kvalita dílů a automobilů v dnešním automobilovém průmyslu je velmi důležitá. (Interní dokumentace)

### **6.4 Historie**

S rozmachem letectví se začala FMEA používat při výrobě letadel. V šedesátých letech minulého století NASA využila metodiku FMEA pro projekt Apollo a její původní záměr byl pro analýzy spolehlivosti složitých systémů v kosmickém výzkumu. Později i v jaderné energetice. (Stamatis, 2003) Avšak zanedlouho se začala využívat k prevenci výskytu nehod v dalších oborech, ale největšího rozmachu došlo právě v automobilovém průmyslu. (Nenadál et al., 2008)

První nasazení metody v automobilovém průmyslu uskutečnila americká firma FORD v roce 1977 k preventivnímu zajištění kvality. Roku 1990 byla metodika rozvinuta do FMEA produktu a FMEA procesu pro automobilový průmysl. (VDA, 2005)



## **6.5 Konstrukční FMEA – K-FMEA**

Použití konstrukční FMEA nám zajistí nejpodrobnější zkoumání návrhu produktu s cílem odhalení všech možných nedostatků a umožní nám realizovat postup, kterým nedostatky odstraníme. Celá realizace se dá rozdělit do tří možných etap:

- Analýza a zhodnocení současného stavu.
- Návrh opatření.
- Hodnocení navrženého opatření. (Nenadál et al., 2008)

### **6.5.1 Analýza a zhodnocení současného stavu**

Celý proces začíná u týmu, kdy zodpovědná osoba ostatní členy týmu seznámí s navrhovaným řešením, jenž souzní s požadavky zákazníka. Dále jsou představeny jednotlivé komponenty a jejich základní charakteristiky a funkce.

Nyní začíná analyzování aktuálního stavu komponent a zjišťování jejich možných závad v důsledku běžného používání nebo používání za zvláštních podmínek. Postupně jsou analyzovány následky, význam a pravděpodobnost vzniku jednotlivých závad a jejich přibližný dopad na zákazníka. Je důležité, aby veškeré možné příčiny byly popsány podrobně a bylo možné k nim najít vhodná opatření.

Pro vizuální podobu systému je možné jeho zanesení do stromového diagramu, který nám pomůže s představivostí. (Nenadál et al., 2008)

### **6.5.2 Význam vady (B)**

Jedním ze tří aspektů pro hodnocení je význam vady. Tým by měl správně posoudit na kolik je význam vady pro zákazníka důležitý a ovlivňující. Pro hodnocení se znovu využívá pomocná tabulka s bodovou stupnicí od 1 – 10. Avšak nejvyšší hodnoty tzv. 9 – 10 se používají v případech, kdy vzniklá porucha narušuje bezpečnost, porušuje předpisy nebo hrozí ohrožení dobrého jména společnosti. (VDA, 2005)

Význam důsledku vady "B" (FMEA produktu)	
B	Obecná hodnotící kritéria produktu pro význam B
velmi vysoký 10 – 9	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mimořádně závažná vada ovlivňující bezpečnost a/nebo porušuje dodržení zákonných předpisů.</li> <li>Riziko ohrožující existenci firmy.</li> </ul>
vysoký 8 – 7	<ul style="list-style-type: none"> <li>Funkčnost vozu je silně omezena, resp. výpadek funkcí, které jsou nutné pro provoz.</li> <li>Nutné okamžité přistavení vozu do servisu.</li> </ul>
průměrný 6 – 5 – 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Funkčnost vozu je omezena, okamžité přistavení vozu do servisu není nutné.</li> <li>Výpadek důležitých ovládacích a komfortních systémů.</li> </ul>
nízký 3 – 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nepatrné narušení funkce vozu, omezení funkce důležitých ovládacích a komfortních systémů.</li> </ul>
velmi nízký 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Velmi nepatrné narušení funkce vozu, které rozpozná pouze odborný personál.</li> </ul>

Obrázek 7 - Hodnocení významu důsledku vad

Zdroj: (Interní dokumentace, výstřižek z aktuálního formuláře v MS Excel)

### 6.5.3 Pravděpodobnost výskytu závady (A)

Dalším aspektem pro hodnocení je pravděpodobnost výskytu vady během životnosti výrobku, kde je zapotřebí zohlednit všechny dostupné technické příčiny vzniku vady. Vada vznikne vždy na základě nějaké příčiny, a proto je vhodné při hodnocení brát v úvahu používaná opatření, Hodnotí se znovu podle pomocné tabulky s bodovou stupnicí od 1-10, kdy hodnota 10 vyjadřuje vysokou pravděpodobnost vzniku závady. (VDA, 2005)

Pravděpodobnost vzniku vady "A" (FMEA produktu)

A	Plánování produktu	ppm/LD
velmi vysoká 10 – 9	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nový vývoj systémů / komponent bez zkušeností nebo za nevyjasněných podmínek použití.</li> <li>Známý systém s problémy.</li> </ul>	< 500 000 (A = 10) < 100 000 (A = 9)
vysoká 8 – 7	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nový vývoj systémů / komponent za použití nových technologií nebo za použití dosud problematických technologií.</li> <li>Známý systém s problémy.</li> </ul>	< 30.000 (A = 8) < 10.000 (A = 7)
průměrná 6 – 5 – 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nový vývoj systémů / komponent se zkušenostmi nebo se změnami v detailech dřívějšího vývoje za srovnatelných podmínek použití.</li> <li>Osvědčený systém / komponenty s dlouholetou zkušeností bez poruch ze sériové výroby za změněných podmínek použití.</li> </ul>	< 5.000 (A = 6) < 2.000 (A = 5) < 500 (A = 4)
nízká 3 – 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nový vývoj systémů / komponent s kladně uzavřenými postupy prokazování.</li> <li>Změny v detailech osvědčených systémů / komponent s dlouholetou zkušeností ze sériové výroby bez škod za srovnatelných podmínek použití.</li> </ul>	< 100 (A = 3) < 10 (A = 2)
velmi nízká 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nový vývoj nebo osvědčený systém / komponenty se zkušenostmi za srovnatelných podmínek s kladně uzavřenými postupy prokazování.</li> <li>Osvědčený systém / komponenty s dlouholetou zkušeností ze sériové výroby bez škod za srovnatelných podmínek použití.</li> </ul>	<1 (A=1)

Obrázek 8 - Hodnocení pravděpodobnosti výskytu vady

Zdroj: (Interní dokumentace, výstřížek z aktuálního formuláře v MS Excel)

#### 6.5.4 Odhalitelnost závady (E)

Posledním velmi důležitým aspektem při provádění K-FMEA je posuzována odhalitelnost vady. Hodnocení tedy vychází z posouzení účinnosti aktuálních kontrolních procesů. V případě, že jsme si jisti, že možnou závadu odhalíme, hodnotíme na stupnici od 1 - 10 hodnotou 1. Naopak, pokud si nejsme jisti, tento případ hodnotí maximálním možným bodem 10. (VDA, 2005)

Pravděpodobnost odhalení vady "E" v FMEA produktu "návrh / konstrukce"	
E	Odhalení vady pro zajištění plánování produktu
velmi nízká 10 – 9	<ul style="list-style-type: none"> <li>Velmi malá pravděpodobnost odhalení vady, neboť není stanoven ani znám postup pro její prokázání.</li> </ul>
nízká 8 – 7	<ul style="list-style-type: none"> <li>Malá pravděpodobnost odhalení vady, neboť je způsob jejího prokázání nejistý, resp. není s ním zkušenost.</li> </ul>
průměrná 6 – 5 – 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Průměrná pravděpodobnost odhalení vady.</li> <li>Osvědčený způsob jejího prokazování z porovnatelných produktů za nových podmínek nasazení/krajních podmínek.</li> </ul>
vysoká 3 – 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vysoká pravděpodobnost odhalení vady díky osvědčenému postupu při jejím prokazování.</li> <li>Účinnost opatření k odhalení byla u tohoto produktu prokázána.</li> </ul>
velmi vysoká 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vysoká pravděpodobnost odhalení vady díky osvědčenému postupu při jejím prokazování u předchozí generace modelu.</li> <li>Účinnost opatření k odhalení byla u tohoto produktu prokázána.</li> </ul>

Obrázek 9 - Hodnocení pro pravděpodobnost odhalení závady

Zdroj: (Interní dokumentace, výstřižek z aktuálního formuláře v MS Excel)

### 6.5.5 RPZ

V momentě, kdy máme stanoveno hodnocení významnosti, odhalitelnosti a pravděpodobnosti výskytu závad se pro jednotlivé závady vypočítá, tzv. rizikové číslo (RPZ – Risikoprioritätzahl). RPZ se vypočítá jako:

**Rizikové číslo = význam závady (B) x výskyt závady (A) x odhalitelnost závady (E)**

Nejprve se řeší ty vady, jenž mají vysoká riziková čísla a mohla by svou závažností ohrozit zákazníka. (McDermott et al., 2009) Kromě řešení vysokých rizikových čísel je potřeba i analyzovat a navrhnout opatření pro závady, které dosáhli v dílčím hodnocení vysokých čísel. Kritická hodnota čísel bývá běžně okolo čísla 100, v situacích, kdy je vyžadována vysoká kvalita je možné kritické číslo i snížit. Každý podnik si kritickou hodnotu stanoví sám. (VDA, 2005)

### 6.5.6 Návrh opatření

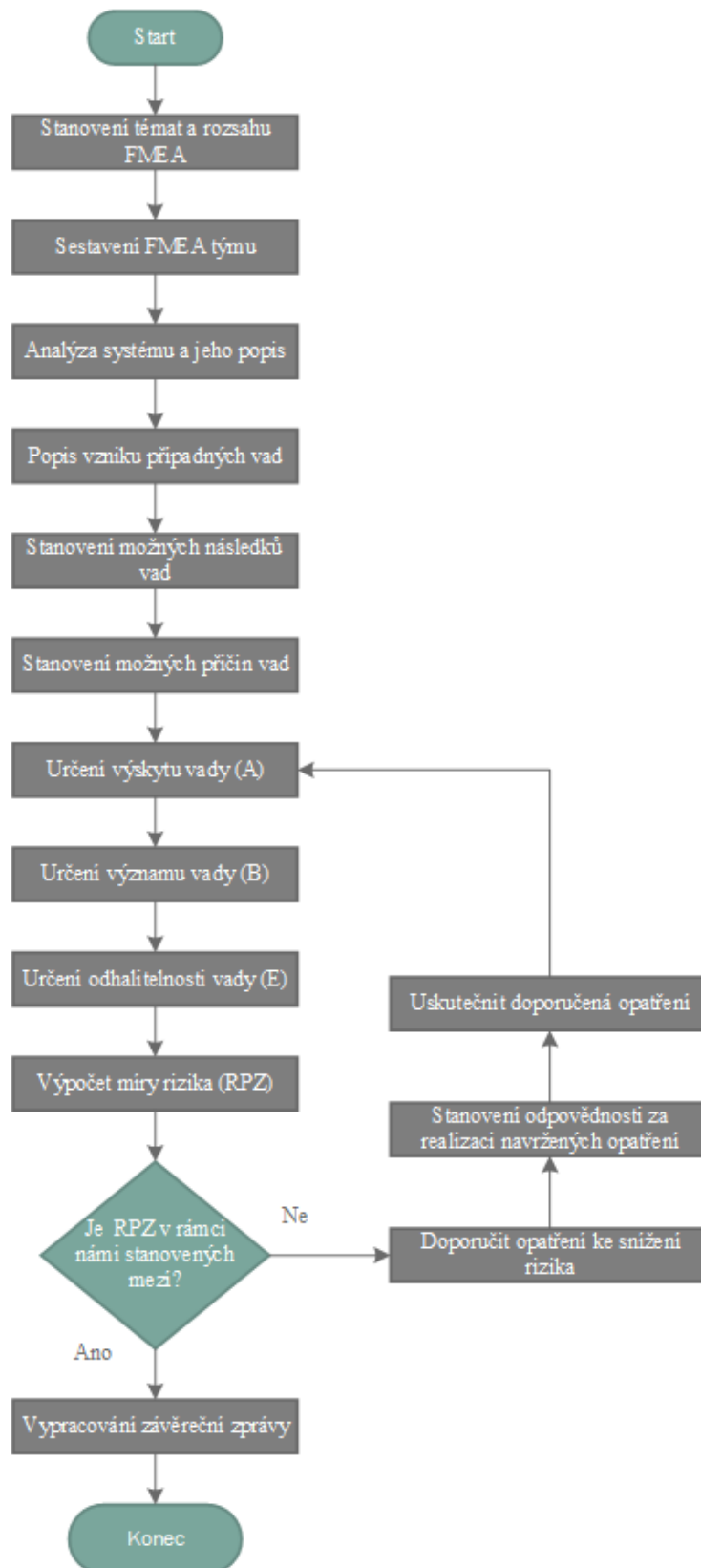
U vybrané nejrizikovější skupiny s vysokým RPZ nebo dílčím hodnocením, členové týmu navrhnou postupně řešení, která odstraňují nebo snižují riziko vzniku těchto vad. V případě, že závada nemá nebezpečné následky, tak se

snižuje nejdříve logicky pravděpodobnost výskytu závady a až poté odhalitelnost závady. Návrhy jsou předány odpovědnému vedoucímu ke schválení. (Nenadál et al., 2008)

#### **6.5.6 Hodnocení stavu po realizaci návrhů**

Jedná se o poslední část K-FMEA, která proběhne po zrealizování navržených opatření. Znovu se sejde stejný tým, který hodnotí nově vzniklá rizika u jednotlivých vad, na které byly aplikovány navržené řešení možných vad. Do stejného formuláře se znovu zapisují nové možné vady a počítají se u nich nová riziková čísla.

Pro přehled efektivnosti navržených řešení slouží právě porovnání mezi novým rizikovým číslem a původním RPZ. Pro přijatelnost rizika je důležité, aby RPZ kleslo pod kritickou hodnotu. Pokud se tak nestane, je nutné navrhnout nové řešení vady. (Nenadál et al., 2008)

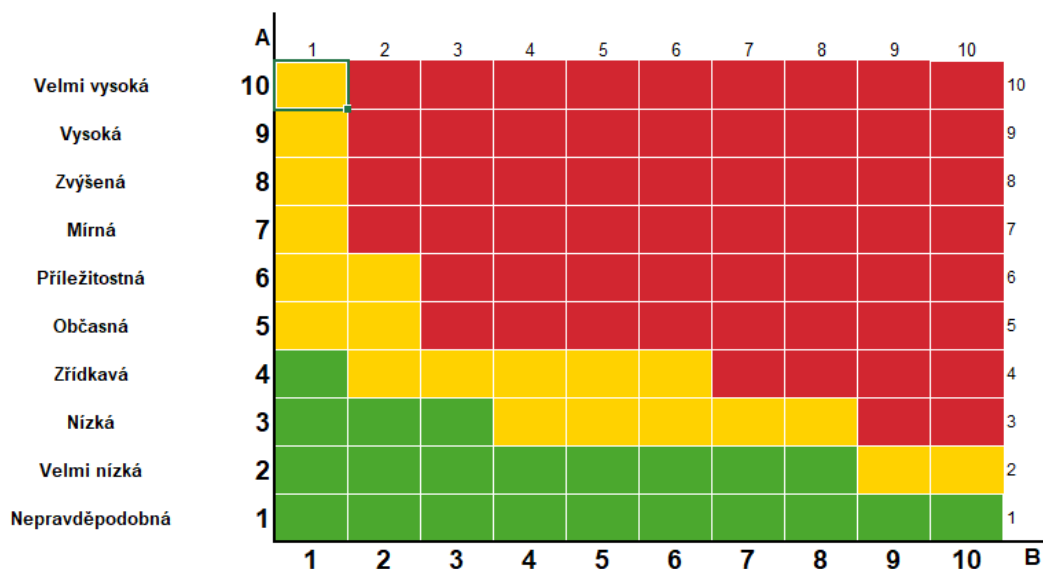


Obrázek 10 - Vývojový diagram pro průběh FMEA

Zdroj: (Interní dokumenty, překresleno pomocí MS Visio)

### 6.5.7 Hodnocení závažnosti pomocí matice rizik

Mimo rizikového čísla lze určit míru rizika pouze pomocí **významu (B)** a **výskytu (A)** závady sestrojít tabulkové přiřazení neboli matici.



Obrázek 11 - Matice rizik

Zdroj: (Interní dokumenty, výstřížek z aktuálního formuláře v MS Excel)

Matici je možné rozdělit do tří barevně odlišných zón podle důležitosti.

- **Spodní oblast** (zelená barva)  
Jedná se o vady, které nejsou potřeba dále jednat.
- **Střední oblast** (žlutá barva)  
U takto označených hodnot není nutná potřeba jednat. Velmi často se jedná o závady, které mají velmi vysokou pravděpodobnost vzniku, ale jejich význam je velmi malý (např. rýha na spodní straně palubní desky). Riziko by se mělo snížit vhodným opatřením.
- **Horní oblast** (červená barva)  
Jedná se o nepřijatelné hodnoty, které jsou potřeba jednat a riziko vzniku se musí snížit navrženými opatřeními. (VDA, 2005)

## 6.6 Formulář FMEA

Formulář je složen z několika částí, ovšem když si ho rozdělíme na přibližně tři části, podle jejich účelu, dostaneme toto:

### První část:

V první část bych nazval jako obecnou nebo informativní. Najdeme zde:

Název, předmět, datum

Typ FMEA – jestli se jedná o procesní, konstrukční nebo systémovou

Stav FMEA – označení, jestli je FMEA hotová nebo je potřeba jí dokončit

Zodpovědná oblast – vlastník problému

Zpracovatel – moderátor

Zúčastněná oblast – oddělení, které se podílí na řešení

Tým FMEA – zde jsou vypsána jednotlivá jména všech zúčastněných účastníků

### Druhá část:

Ve druhé části se již věnujeme popisu problému, určení míry rizika a zhodnocení pravděpodobnosti odhalení, vzniku a významu jednotlivých závad.

Funkce – zde se napíše název dílu a jeho funkce

Možná chyba – možná závada, která se na díle může zobrazit

Možný důsledek – důsledek, který by se stal v případě neodstranění závady

S – zde je prostor pro specifické symboly

Příčina – důvod proč k závadě dochází

Kontrolní a preventivní opatření – prostor pro další informace o současném stavu řešení

Vznik – hodnoty odsouhlasené týmem pro vznik jednotlivých závad



Význam – hodnoty odsouhlasené týmem pro významnost závad

Odhalení – hodnoty odsouhlasené týmem pro odhalení závady

Možné riziko – rizikové číslo RPZ

Doporučená opatření – zde je doplněno doporučené opatření odsouhlasené týmem, aby problém nemohl nastat, snížil se význam nebo se zvýšila možnost odhalení.

Odpovědnost – osoba, která má na starosti implementaci doporučeného opatření

Termín splnění – časový horizont pro splnění doporučeného řešení

### Třetí část:

Tato poslední část formuláře slouží vždy při dalších schůzkách týmu pro hodnocení úspěšnosti implementace doporučených opatření.

Provedená opatření – opatření, které se aplikovalo

Vznik – znovu ohodnocení vzniku závady po implementaci řešení

Význam – znovu ohodnocení významu závady po implementaci řešení

Odhalení – znovu ohodnocení míry odhalení závady po implementaci řešení

Možné riziko – nově vypočítané rizikové číslo RPZ

Status – stav, jestli navržené řešení bylo úspěšné nebo ne (VDA, 2005)

Název FMEA			Moderátor	Datum konání FMEA			Projekt	FMEA-Typ	Číslo protokolu														
Name der FMEA			Moderator	Datum der Umsetzung			Projekt	FMEA-Typ	Protokolnummer														
Předmět FMEA			Zodpovědná oblast	FMEA-Stav			Datum kontroly protokolu																
Gegenstand der FMEA			Verantwortlicher Bereich	FMEA-Status			Datum der Protokoll-Kontrolle																
FMEA Tým / FMEA Team																							
Funkce	Možná vada	Možný důsledek	S/Příčina	Kont. prev opatření	Vznik	Možné riziko	Doporučená opatření	Řešitel	Termín	Provedená opatření	Vznik	Možné riziko	Stav										
Skrýt / Zobrazit Návěšbu					Význam	ozn			Propadlé		Význam	ozn											
Funktion	Potentielle Fehler	Potentielle Fehlerfolge	Ursache	Kontrollmaßnahme	A	B	E	RPZ	Empfohlene Abstellmaßnahme	zu erledigen durch	Termin odzn	Getroffene Maßnahmen	A	B	E	RPZ	odzn	Stand					
FMEA vychází ze zkušenosti s předchozími modely. Projednány zvláštní znaky jednotlivých funkcí a zohledněny ve sloupci "S".																							

Obrázek 12 – Formulář FMEA podle VDA 4 v programu Microsoft Excel

Zdroj: (Interní dokumenty, výstřižek z aktuálního formuláře v MS Excel)

## **6.7 Procesní FMEA – P-FMEA**

Procesní FMEA je spojená s konstrukční FMEA a navazuje na ní a využívá navržená konstrukční opatření. Obvykle se s P-FMEA setkáme při výrobě nových nebo zdokonalených výrobků nebo při změně zavedených systémů.

Postup a provedení je velice podobné jako u K-FMEA avšak tým již nemá za úkol vyřešení vzniku, významu a výskytu závad v samotné konstrukci výrobku, ale řeší případné problémy v procesu výroby tohoto výrobku. (Plura, 2001)

## **6.8 Systémová FMEA – S-FMEA**

Pro S-FMEA platí stejné principy jako pro předchozí dva druhy FMEA (K-FMEA a P-FMEA) naopak se ale při analýze využívá systémový přístup.

V tomto případě je výrobek nebo proces chápán jako systém, jenž je samozřejmě složen z jednotlivých prvků na různých úrovních. Právě u těchto jednotlivých prvků systému jsou analyzovány jejich funkce. Selhání těchto funkcí je chápána v podobě příčiny, důsledky a vady. (Interní dokumentace)

## **6.9 FMEA ve ŠKODA AUTO a.s.**

FMEA ve společnosti ŠKODA AUTO a.s. se již z principu, že je součástí koncernu Volkswagen, který se nachází v Německu, řídila právě německou směrnicí VDA. V České republice se o překlady německé směrnice VDA a školení kvality stará Česká společnost pro jakost, zkráceně ČSJ. (Interní dokumentace)

## 7. Nová FMEA

Do minulého roku se FMEA řídila podle dvou základních směrnic, které se rozdělovaly podle regionu. Pro Ameriku ji spravovalo sdružení pro automobilový průmysl Automotive Industry Action Group (neboli AIAG). Směrnice, která je využívána v německém průmyslu byla spravována německým sdružením pro automobilový průmysl Verband der Automobilindustrie (neboli VDA).

Více než tříletá spolupráce výše zmíněných institutů (VDA a AIAG) s cílem hledání jedné společné metodiky úspěšně vyvrcholila minulý rok. Po vytvoření společné metodiky žádali dodavatelé kategorie TIER 1, jenž dodávali do Ameriky a Německa zároveň. Důvod byl velmi jednoduchý, bylo velice časově a finančně náročné spravovat a připravovat FMEA k jednomu produktu ve dvou různých formulářích podle směrnic dodávané země. Primární myšlenka zůstala nezměněná, stále se jedná o analýzu možných vad a jejich následků. (VDA, AIAG, 2019)

Mezi zásadní vlastnosti lze považovat rozšířený 7krokový přístup k provádění FMEA. Bylo potřeba začlenit metodu do dvou procesů – vývoje a plánování. Také se zdůraznila zodpovědnost managementu, který je povinen poskytnout pro FMEA všechny zdroje a procesy, aby její průběh byl co možná nejhladší. V neposlední řadě došlo ke sjednocení a aktualizování hodnotících tabulek pro význam, výskyt a detekci vad, které mohou firmy používat. (Interní dokumentace)

Prvním krokem v praktické části této bakalářské práce je porovnání staré a nové metodiky a popsání změn, které se udály. V dalším kroku praktické části bude provedena analýza nabízených softwarových možností pro vykonávání analýzy možných vad a jejich následků a doporučení případných změn ve stávajícím formuláři MS Excel. Poté jsou zohledněny faktory, které lze označit za rozhodující, a měly by se zvážit před implementací nové metodiky. Také budou popsány výhody, nevýhody a požadavky pro navržené dva způsoby přechodu na novou metodiku. Tyto dva způsoby budou k sobě naprostým opakem, hlavně tedy z důvodu, že jedním z nich bude využití

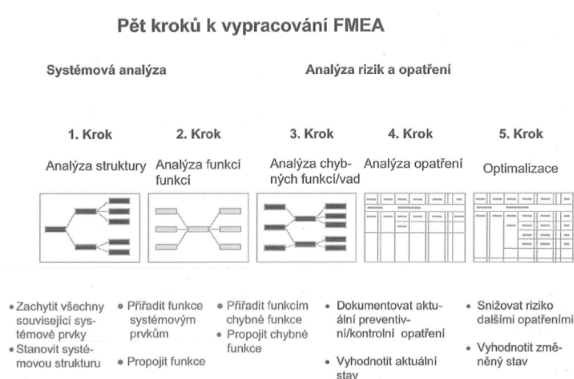
odborného programu pro tvorbu FMEA a druhý pro úpravu a rozšíření propracovaného formuláře v kancelářském programu Microsoft Excel. Hlavním cílem této bakalářské práce je navržení konceptu přechodu na novou metodiku pro společnost ŠKODA AUTO a.s. pro splnění této zásady bude navržena úprava stávající směrnice podle požadavků nové metodiky a stanovení přínosů doporučeného způsobu přechodu.

## 8. Porovnání obou verzí FMEA

V následující kapitole budou přiblíženy změny a odlišnosti v nové FMEA VDA/AIAG metodice oproti původní FMEA podle VDA 4. Nejdříve budou zmíněny zásadní změny a novinky a poté budou podkapitoly rozděleny do jednotlivých kroků z nového 7krokového přístupu. V každé podkapitole bude nejdříve zmíněn přístup podle původní metodiky a dalším odstavcem bude popsáno pojetí podle nové metodiky.

### 8.1 Přístup

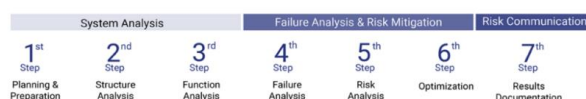
Již pro začátek je potřeba zmínit první velkou změnu, která se projevuje na počtu kroků v přístupu. Původní metodika využívala pouze 5krokový přístup FMEA, který je zobrazen na obrázku níže.



Obrázek 13 – Postup k vypracování FMEA podle VDA 4

Zdroj: (VDA, 2005, s. 31)

Nová metodika má ve svém přístupu celkem 7 kroků. Byl přidán povinný první krok – „Plánování a příprava“ a poslední krok – „Dokumentování výsledků“.



Obrázek 14 - Postup k vypracování FMEA podle harmonizované FMEA VDA/AIAG

Zdroj: (AIAG & VDA FMEA Whitepaper, 2020, s. 6)

## 8.2 Přidání doplňkové FMEA - FMEA-MSR

Do vydání harmonizace FMEA podle VDA/AIAG byly prováděny K-FMEA neboli designová/konstrukční FMEA, P-FMEA taktéž označována za procesní. S příchodem nové metodiky byla zveřejněna doplňková FMEA monitorování a odezvy systému (FMEA-MSR), která má poněkud odlišné hodnocení, ale jedná se o doplňkovou FMEA ke konstrukční FMEA.

Cílem této doplňkové FMEA je sledování možné příčiny poruchy, díky kterým systém nemusí reagovat správně. Pro uvedení příkladu se jedná například o systém držení vozidla v jízdních pružích a o nesprávnou detekci jízdního pruhu nebo pro opožděnou reakci při překročení jízdního pruhu.

Hodnotí se následující prvky rizika:

- **Význam (S)** – nepřijatelná kvalita, ohrožení bezpečnosti nebo nesplnění právních předpisů.
- **Četnost (F)** – přibližná četnost výskytu příčiny závady v průběhu provozu systému.
- **Monitoring (M)** – hodnotí úspěšnost detekce selhání v provozu.

FMEA-MSR může být součástí K-FMEA za předpokladu, že v konstrukční FMEA jsou hlediska vývoje produktu doplněny o hlediska provozu. Ovšem nejčastěji se využívá v případech, kdy je nutné diagnostikovat správnou funkčnost systému, která nezasahuje do bezpečnosti a je v shodě s právními předpisy. (VDA, AIAG, 2019)

## 8.3 Zapojení vedení

Nová metodika zapojuje do provádění FMEA mnohem více management, než tomu bylo ve VDA 4. Klade se důraz na poskytnutí potřebných zdrojů, zapojení vlastníků produktů a procesů, a hlavně aktivní účast managementu. Důvodem je fakt, že odpovědnost za provádění FMEA a přijetí rizik a opatření k jejich snížení v konečném důsledku nese právě projektový management nikoliv odpovědný technický vedoucí za analyzovaný díl nebo proces. (VDA, AIAG, 2019)

## **8.4 Rodinná FMEA**

Nová metodika doporučuje využívání základní a rodinné FMEA, jako odrazový můstek pro nové projekty. Využívání této možnosti poskytuje příležitosti vycházet z předchozích zkušeností, a díky tomu nemusí docházet k opakování chyb.

Základní FMEA, také označována za basic nebo generic lze považovat za výchozí bod pro tvorbu nové FMEA. Jelikož její obsah tvoří znalosti z přechozích projektů. Nejedná se o specifickou FMEA pro projekt, a proto je možné, aby byla obecná.

Rodinná FMEA – jedná se o specifické rozšíření základní FMEA. Příležitost využití rodinné FMEA je právě na místech, kdy jsou vyráběny produkty ve více variantách, které mají společné prvky nebo hranice například nárazník, který je v základu stejný, ale odlišný podle různých stupňů výbavy. Samozřejmě využití rodinné FMEA je možné i v procesech, které obsahují řadu procesů, ve kterých je vyráběno několik produktů například linka svařování dveří, na které jsou svařovány dveře pro tři různé modely. (VDA, AIAG, 2019)

### **Krok 1. - Plánování a příprava před FMEA**

Příprava byla částečně zvažována již v příručce VDA 4. Nebyla, ale tolik rozšířena do celkového postupu pro tvorbu FMEA. (VDA, 2005)

V nové metodice příprava tvoří první krok ze sedmi krokového postupu pro tvorbu FMEA. Je specifikována také pojmem „5 T“, jenž znamená: účel, termíny, tým, úlohy, nástroje. Tato změna se tedy projevila ve změnách záhlaví formuláře. (VDA, AIAG, 2019)

### **Krok 2. - Analýza struktury**

Dle původní metodiky podle VDA 4 se analýze struktury nevěnovala taková pozornost, jako v nové metodice. Samozřejmostí je provedení správné identifikace a rozdělení výrobního systému do prvků, kroků nebo příčin. (VDA, 2005)

V rámci nové metodiky se detailněji provádí analýza struktury i po vizuální stránce. Původní položka „objekt“ byla rozdělena a rozšířena do třech úrovní. Nejvyšší úroveň je pojmenována jako „systém“ jedná se o nadřazený prvek k námi analyzovanému prvku, který se nově nazývá „focus element“. Nejnižší úroveň struktury je „komponent/díl“. Pro lepší pochopení je nově využívána i vizualizace za pomoci:

- Blokového diagramu / diagram rozhraní
- Strom struktury
- Procesní vývojový diagram – který umožní pochopení vztahů mezi procesními prvky, procesními kroky a příčinnými prvky v rámci procesu (VDA, AIAG, 2019)

### **Krok 3. - Analýza funkcí**

V původní metodice byla analýza funkcí pomocí struktury funkcí, to znamenalo, že do stromu systému byla k jednotlivým prvkům přiřazena jejich funkce. Bylo ovšem také možné, aby prvek měl i více funkcí než jenom jednu. (VDA, 2005)

Podle nové metodiky jsou formulace funkcí podrobnější, znovu je využito znázornění vlivu námi vybraného prvku na funkce a požadavky vyšší úrovně nebo funkce a požadavky nižší úrovně. Je možné, že prvek může mít jednu nebo několik dalších funkcí. Je vyžadováno, aby funkce byla uváděna v přítomném čase a v infinitivu slovesa (např. montovat). Funkce je chápána jako popis, jenž popisuje vztah mezi vstupem a výstupem položky. (VDA, AIAG, 2019)

### **Krok 4. - Analýza vad**

Původní metodika měla seřazení poněkud nešikovné, z důvodu, že vybraná možná vada byla postavena na první úroveň, poté se řešil její následek a až poté se zkoumali příčiny vzniku možné vady. Sloupce byly tedy v následujícím pořadí FM, FE, FC. Možná vadu námi zkoumaného prvku (FM), následek vady (FE) a možná příčina vady (FC). (VDA, 2005)



Nová metodika vychází z pojmu „vybraný prvek“, který nám určuje zaměření analýzy. Proběhlo zde velké množství slovního přejmenování jednotlivých komponentů analýzy selhání a jiné uspořádání sloupců.

Jmenovitě došlo k přejmenování v těchto případech:

Možný způsob poruchy byl změněn na: **Vada (FM) prvku**

Možné důsledky poruchy změněno na: **Následek (FE) na prvek vyšší úrovně nebo u uživatele v provozu**

Možné příčiny poruchy změněno na: **Příčina (FC) na prvku nižší úrovně nebo charakteristiky**

Došlo také k již zmíněnému jinému uspořádání sloupců, původní rozložení bylo FM, FE, FC, nyní v nové metodice FE, FM, FC. Toto uspořádání je lepší pro vizuální představivost, kdy námi zkoumaný prvek neboli „Focus element“ je ve středu, a tudíž logicky řešíme nadřazený a nižší prvek po stranách. (VDA, AIAG, 2019)

## **Krok 5. - Analýza rizik**

Původní metodika využívala pro hodnocení významu, výskytu závady a pravděpodobnost jejího odhalení stupnice od 1-10. Pro vyčíslení míry rizika se využívalo RPZ. (VDA, 2005)

Nová metodika pro hodnocení používá také stupnice od 1–10 s několika úpravami. V hodnotící stupnici pro význam vady došlo k vytvoření nových definic pro každou úroveň a rozdělení hodnocení stupně 10 a 9. Bodové označení 10 se využívá pro označení ohrožení bezpečnosti bez ohledu na varování. Označení bodem 9 je používáno pro nesplnění požadavků právních předpisů.

## **Tabulka hodnocení**

Ve stupnici pro výskyt vady došlo také k vytvoření nových definic pro každou úroveň a klade se větší důraz na preventivní opatření.

V nové metodice již nenalezneme pojem „Pravděpodobnost odhalení (E)“, jelikož byl přejmenován na „Detekce“. A nově se tedy označuje „D“. Pro

detekci vady jsou také nové definice pro každou úroveň. I zbylé vlastnosti jako význam a výskyt jsou přejmenovány podle amerického standardu. Nově tedy místo označení „B“ pro význam vady je využíváno označení „S – Severity“ a označení výskytu vady je značeno „O – Occurrence“.

## **RPZ**

RPZ, které sloužilo k určení míry rizika, bylo zde nahrazeno pomocí „priority opatření – AP“. Jsou zde platné tři úrovně opatření **vysoká, střední** a **nízká**, která jsou barevně odděleny pomocí techniky „semafor“. Tato technika využívá pro nejvíce závažné hodnoty barvu červenou, v tomto případě červenou barvou označíme opatření s **vysokou prioritou**. Pro **střední prioritu** je zvolena barva oranžová. Pro nejnižší úroveň opatření je vyhrazena barva zelená, která označuje akceptovatelné riziko.

### **Hodnocení priority opatření:**

- **Vysoká priorita (H):**  
FMEA tým by měl v tomto případě zvolit vhodné kroky pomocí, niž dojde ke snížení výskytu nebo zjištění vady. V případě, že není možné navrhnout kroky ke zlepšení, je potřebné zdokumentovat důvody, proč zlepšení není realizovatelné.
- **Střední priorita (M):**  
FMEA tým by měl v tomto případě zvolit vhodné kroky pomocí, niž dojde ke snížení výskytu nebo zjištění vady a odůvodnit jejich správnost.
- **Nízká priorita (L):**  
FMEA tým může navrhnout akce, pomocí kterých se sníží míra výskytu vady nebo se zvýší šance na její odhalení.

Pro zařazení do správné úrovně je vytvořena tabulka, jenž zahrnuje všechny možné kombinace hodnocení. Tabulka je stejná pro K-FMEA a P-FMEA pro FMEA-MSR je odlišná.

Barevná technika „semafor“ byla v původní metodice využívána při matici rizik, která ovšem byla schopná barevně hodnotit vždy pouze dvě kritéria (význam x výskyt).

V této situaci barevné hodnocení pomocí AP má úplně jiný přínos než hodnocení pomocí matice rizik, jelikož v hodnocení jsou zahrnuty všechny tři kritéria (význam, výskyt, detekce). Zjednodušená tabulka k hodnocení priority akce je dostupná v přílohách.

Další změnou je přejmenování záložky „Klasifikace“ ve starém formuláři nově na „Kód filtru. Tato záložka se využívá pro označení potencionálních zvláštních charakteristik nebo jiných informací. (VDA, AIAG, 2019)

### **Krok 6. - Optimalizace**

Dříve poslední krok podle původní metodiky, který slouží k interpretaci opatření nutných ke zlepšení a odhad jejich rizik. (VDA, 2005)

Nová metodika tento krok popisuje poněkud podrobněji. Původní sloupec „Doporučená opatření“ jsou rozdělena do dvou sloupců: „Preventivní opatření“ a „Opatření k odhalení“. Je přidána záložka status, která doporučuje používat pouze tři úrovně: otevřeno, uzavřeno, nezavedeno. Také je potřeba zmínit záložku „Provedené opatření s odkazem na důkaz“, která je důležitá pro potřeby pozdějších úvah. Novinkou je i sloupec „Poznámky“, které slouží pro potřeby FMEA týmu. (VDA, AIAG, 2019)

### **Krok 7. - Dokumentování výsledků**

V původní metodice tento krok byl volně uveden v popisu formuláře. Výsledky byly zaznamenávány do formuláře a v případě prezentace výsledků byla vytvořena prezentace nebo ukázán formulář. (VDA, 2005)

Tento krok, který byl přidán v nové metodice, poskytuje doporučení, co by se mělo zmínit v dokumentaci výsledků. Výsledkem by měla být zpráva, která sice nenahrazuje přezkoumání návrhu, ale informuje o průběhu a výsledcích dané FMEA. Mělo by se zde uvádět technické riziko selhání jako součást plánu návrhu a vývoje milníků projektu. (VDA, AIAG, 2019)

## 9. Software

Jednou ze stávajících otázek je vyřešení softwarového vybavení pro práci a následnou správu FMEA. Používání softwarového řešení poskytuje strukturalizované zaznamenání informací o projektu v elektronické podobě, snadnou úpravu dat ve formuláři a mnoho dalšího. Velmi mnoho společností, jako například Volkswagen pro tvorbu FMEA využívali již v minulosti některá profesionální softwarová řešení pro tvorbu a správu FMEA, a naopak některé společnosti využívali program Microsoft Excel z kancelářského balíčku Microsoft Office. V přítomnosti, s aktuální změnou metodiky vyvstává otázka, zda je použití programu Microsoft Excel stále vhodným a dostatečným řešením nebo je zapotřebí již zvolit profesionální program pro tvorbu a správu FMEA.

### 9.1 Dostupný software na trhu

Trh se softwarovým vybavením pro tvorbu FMEA není příliš velký, velkou část tvoří převážně německé firmy např. (Plato AG, APIS Informationstechnologien a Babtec). Na českém území je pouze jedna firma, která poskytuje komplexní systém řízení kvality – Palstat CAQ.

### 9.2 Požadavky na SW

Jedním z hlavních požadavků je disponibilita hodnotících tabulek a formulářů v souznění s požadavky nové harmonizované metodiky FMEA podle VDA/AIAG. Dalším požadavkem na případný software je zařazena velmi důležitá vlastnost a tím je podpora v českém jazyce. Ačkoli v dnešní době mezinárodních jazyků, které umí velké procento lidí na světě, najdou se tací, kteří je příliš neovládají, hlavně tedy plně odborné termíny, kterých je v FMEA mnoho.

- Intuitivnost ovládání
- Jazyková dostupnost
- Nenáročnost na počítačový výkon
- Dlouhodobá podpora softwaru (aktualizace)

### **9.3 Doporučené úpravy v MS Excel**

V této podkapitole budou doporučeny změny, které je nutné provést v aktuálně používaném formuláři v programu MS Excel. Změny jsou v grafické podobě, kdy je nutné upravit rozložení formuláře a vytvořit nový formulář pro FMEA-MSR. Další méně náročnou změnou je aktualizace hodnotících tabulek. Poslední změnou, která je náročná na provedení je úprava algoritmu RPZ, který musí být upraven, popřípadě nově vytvořen pro prioritu akce (AP).

#### **9.3.1 Formulář**

Pro dodržování nové metodiky je nutné upravit stávající formulář do příslušné podoby. Drobné změny budou v hlavičce formuláře, kdy dojde k doplnění alespoň této položky:

- Stupeň ochrany informací

V záložkách analýzy struktury a analýzy funkcí bude nutné dodržet rozdělení systému na tři úrovně (nadřazený prvek/funkce, focus element, podřazený prvek/funkce). V záložce pro analýzu selhání musí být nové rozložení FE, FM, FC. V posledním kroku formuláře – optimalizace je původní sloupec s názvem provedená opatření rozdělen na:

- Preventivní opatření
- Opatření k odhalení

Také musí být označení RPZ nahrazeno za AP.

Taktéž je nutné vytvořit samostatný formulář pro FMEA-MSR.

#### **9.3.2 Nahrazení RPZ**

V nové metodice se uskutečnila jedna z velkých změn, kdy právě došlo k nahrazení RPZ za AP – Action Priority. Tuto změnu je nutné zanést i do formuláře, která si bude vyžadovat změnu stávajícího algoritmu pro výpočty RPZ. V souvislosti s touto změnou a vzhledem k principu stávajícího algoritmu, který formulář nyní obsahuje lze doporučit navrhnout přidání

funkce, která bude rozpoznávat barvu buňky a na základě barvy do ní doplní označení úrovně.

### **9.3.3 Hodnotící tabulky**

Další změnou jsou hodnotící tabulky, které byly aktualizovány a upřesněny. Pro aplikaci nové metodiky a předchozích doporučených změn je striktně vyžadováno používání nových aktualizovaných tabulek, které vzešly v platnost s novou metodikou. Tabulky pro FMEA-MSR jsou odlišné od používaných pro P-FMEA a K-FMEA a je tedy nutné jejich doplnění k formuláři.

## **10. Faktory důležité pro implementaci nové metodiky**

Pro začátek je vhodné zmínit, že přechod na novou metodiku je doporučený a jsou s ním spojené výhody. Není nutné spravovat dva různé FMEA formuláře pro různé trhy. Z toho vyplývá, že každá firma se musí s dodavateli domluvit na přechodu na novou metodiku. Proto je nutné zmínit několik hlavních faktorů, které je potřeba vyřešit pro hladkou implementaci.

### **1) Datum přechodu**

Je nezbytné při přemýšlení nad přechodem si určit datum přechodu, po kterém se budou veškeré nové projekty řídit právě touto metodikou.

### **2) Metodika**

Je nutné podotknout, že nová metodika se netýká pouze nových projektů, ale také určit transformaci stávajících projektů. Transformací je myšleno využívat nové hodnotící stupně, analytické metody a formáty formulářů i v probíhajících jednáních.

### **3) Požadavky**

Pravděpodobně jeden z nejnáročnějších faktorů, který je těžko odhadnutelný. V tomto faktoru se odráží finanční a časová náročnost, potřebný proškolený personál s pravidelným výcvikem.

### **4) Software**

Jedním z dalších faktorů je otázka softwarového vybavení. Je nutné prozkoumat trh a provést analýzu dostupných programů, které splňují dané požadavky (uvedené v předchozí kapitole) a jsou pro nás cenově dostupné.

### **5) Zálaha**

Pro případné zkoumání projektů podle původní metodiky splňující směrnici VDA 4, je potřebné si uložit a uschovat původní VDA směrnice, všechny používané materiály, podle nichž se projekty do doby přechodu řídily.

Pro případ, že za pár let bude nutné zdůvodnit provedenou FMEA, tak aby bylo jasné, podle čeho se prováděla a hodnotila.



## **11. Vhodné metody přechodu**

Praktická část se ubírá směrem vytvoření dvou variant, které budou reprezentovat **přechod na novou metodiku s využitím plně profesionálního programu pro tvorbu FMEA a zachování stávající verze formuláře v programu Microsoft Excel**. Jsou zhodnoceny jejich výhody, nevýhody a nároky, které každá varianta skrývá.

### **11.1 Varianta 1: přechod na novou metodiku s využitím plně profesionálního programu pro tvorbu FMEA**

Používání profesionálního programu přináší vysoké finanční nároky v podobě pořízení programu, licencování, podpory a následného školení pro uživatele. Jedním z velkých výhod je ovšem formulář se všemi náležitostmi podle nové metodiky a případná kompatibilita s ostatními formuláři. Další výhody, nevýhody a nároky jsou popsány níže.

#### **Výhody:**

- Získanou znalost používání takového odborného programu.
- Zjednodušení průběhu schůzek/jednání FMEA, z důvodu mnoha integrovaných funkcí programu (možnost přímého vytvoření struktury systému, aj.).
- Automatické hlídání stavu projektů (dodržení termínů dokončení, schůzek).

#### **Nevýhody:**

- Potřeba minimálně jednoho správce, jehož hlavní pracovní činnost bude spravování FMEA. Bude dostupný pro případné rady ostatním moderátorům.
- Nízká míra přizpůsobení na míru, vysoká závislost na povolení možnosti úprav od dodavatele programu.

### **Nároky:**

- Finančně náročné na pořízení programu nebo licencí a následné proškolení personálu a v případě problému i za podporu při řešení problémů.
- Velmi vysoké časové nároky (v podobě několika dní – základní školení jsou v délkách okolo třech dnů) na školení moderátorů a na správu aktuálních projektů.

## **11.2 Varianta 2: zachování stávající verze formuláře za pomoci Microsoft Excel**

Zachování stávajícího, funkčního a propracovaného formuláře je z hlediska ekonomických požadavků velmi zajímavé. Finanční náročnost je oproti první navržené variantě velmi nízká. Velmi důležitý faktor, který nejvíc zasahuje do tohoto návrhu je potřeba specialisty, který je velmi zdatný v tvorbě maker v programu MS Excel.

### **Výhody:**

- Finanční náročnost bude o poznání nižší, není potřeba kupovat licence, platit školení a případnou podporu programu.
- Stávající metoda je mezi pracovníky již známá.
- Není nutná potřeba odborníka, který bude pracovat **pouze** na FMEA.
- Vysoká míra ovlivnění formuláře, uzpůsobení pro potřeby firmy.

### **Nevýhody:**

- Mnoho úprav stávajícího formuláře dle nové metodiky.
- Vytvoření několika nových druhů formulářů.
- Časová náročnost.
- Rozdílné podoby formulářů mezi společnostmi v koncernu, protože každý může používat pro FMEA jiný

SW, a proto může dojít k nekompatibilitě formulářů mezi sebou.

**Nároky:**

- Osoba s velmi dobrou znalostí pokročilých maker v MS Excel.
- Čas potřebný na úpravu.
- Dostatečná znalost harmonizované metodiky FMEA pro schopnost správného zavedení úprav.

## **12. Návrh přechodu**

V předchozích částech byly charakterizovány změny, které se udály v nové metodice. Taktéž byla představena softwarová nabídka na trhu a v neposlední řadě zmíněny dvě softwarové možnosti přechodu. Cílem této práce je navržení konceptu přechodu, který lze doporučit aplikovat ve společnosti ŠKODA AUTO a.s. a jaké změny je potřebné zanést do podnikové směrnice.

### **12.1 Aktuální využívání FMEA**

Pro tvorbu a správu FMEA se využívá velmi propracovaného a přehledného formuláře, vytvořeného v programu Microsoft Excel, se kterým umí pracovat všichni ve společnosti. Jedná se o velmi intuitivní formulář, který nabízí vše potřebné k tvorbě FMEA. Provádění analýzy FMEA se řídí interní směrnicí. Některá data nebudou ve směrnici z důvodu utajení dat zveřejněna, jedná se jmenovitě o kapitoly 4, 6, 7, 8, zbylé kapitoly budou přepsány. V následujících řádcích budou vybrány kapitoly směrnice, které bude nutné aktualizovat podle nynějších podmínek.

#### **Aktuální směrnice**

Obsah pokynu tvoří tyto kapitoly:

1. Účel
2. Oblast platnosti
3. Základní pojmy/zkratky
4. Kompetence
5. Postup
6. Související podklady – koncernová dokumentace a další související interní směrnice
7. Záznamy – odkaz na soubory s FMEA spojené
8. Přílohy

Provést aktualizaci a změny bude nutné hlavně v kapitole „3. Základní pojmy/zkratky“, kdy bude nutné přidat zkratky podle nové metodiky a staré již dále neplatné odstranit. Další kapitolou, která projde největší

restrukturalizací, bude právě kapitola „5. Postup“. Tento bod bude nutné přepracovat celý a také charakterizovat používání FMEA-MSR. Nezveřejněné kapitoly 6, 7, 8 budou aktualizovány podle nových dokumentů a příruček potřebných k provádění analýzy. Kapitola 4. neprojde žádnou aktualizací.

### **1. Účel**

Účelem metody FMEA je odhalení možných vad a slabých míst výrobku/procesu a tyto vady eliminovat ještě ve fázi vývoje/přípravy.

### **2. Oblast platnosti**

Tato směrnice je platná v celé společnosti a upravuje postupy týkající se všech vedoucích a jimi určených zaměstnanců.

### **3. Základní pojmy**

**A** - „Aufretenswahrscheinlichkeit“ – pravděpodobnost vzniku vady

**B** – „Bedeutung“ – význam vady

**DAMUK** – Model procesu FMEA dle VDA 4

**E** - „Entdeckungswahrscheinlichkeit“ – pravděpodobnost odhalení vady

**FMEA** - „Failure Mode and Effects Analysis“ – Analýza možnosti vzniku vad a jejich následků – systematický rozbor slabých míst (systému, konstrukce nebo procesu), který umožňuje včas se vyvarovat neočekávaných potíží při realizaci.

**K-FMEA** – Konstrukční FMEA – analyzuje výrobek dříve, než se začne s výrobou, zaměřuje se na druhy vad způsobené nedostatky konstrukce (návrhu).

**PEP** - „Produktentstehungsprozess“ - proces vzniku výrobku

**P-FMEA** – Procesní FMEA – analyzuje výrobní a montážní procesy, je zaměřena na vady procesu výroby nebo montáže.

**RPZ** - „Risiko Prioritätszahl“ – celková míra rizika  $RPZ = A \times B \times E$

**S-FMEA** – Systémová FMEA – analyzuje výrobek z pohledu provozu u zákazníka.

**VDA** - „Verband der Automobilindustrie“ - Svaz německého automobilového průmyslu

**VDA 4** – VDA Svazek: Zajištění kvality před sériovou výrobou.

## **5. Postup**

Provedení FMEA se řídí obecnými pravidly popsány v příručce VDA 4 – Zabezpečování kvality před sériovou výrobou. Proces FMEA je popsán pomocí modelu DAMUK (D-Definice: A – Analýzy, M – Rozhodnutí o opatření, U – Realizace, K – Komunikace), jehož princip je uplatněn i v následujícím textu.

### **Definice / plánování FMEA – DAMUK**

- Pro každý nový projekt je sestaven přehled navržených témat, který je potřeba odsouhlasit a doplnit odpovědné osoby a plánované termíny moderací v souladu s harmonogramem projektu (viz. PEP). Témata vycházejí z předchozích projektů a zkušeností dle požadavků nového projektu.
- Nasazení FMEA se doporučuje pro maximální efektivnost této metody v raných fázích vývoje výrobku nebo plánování nových výrobních procesů. Ve standardních situacích je FMEA nasazena dle metodiky PEP.
- Je nutné sestavit FMEA tým, který se musí vždy skládat z moderátora, odpovědné osoby za projednávané téma (vlastník tématu FMEA) a pracovníky z jiných odborných oblastí.

### **Analýzy – DAMUK**

- Jednání je nutné svolat vždy s dostatečným předstihem s ohledem na průběh vývoje projektu.

- V rámci FMEA schůzky se provede analýza struktury výrobku nebo procesu, funkcí možných vad a stanoví se opatření ke snížení příslušné míry rizika. Každé jednání musí být moderováno moderátorem FMEA a zapisováno do příslušného protokolu FMEA podle druhu projednávané FMEA.
- V důsledku změn nebo nových skutečností v rámci projektu se bude schůzka FMEA opakovat.

### **Rozhodnutí o opatření – DAMUK**

- Na základě určených možných vad jsou navržena opatření ke snížení celkové míry rizika. O uskutečnění opatření rozhoduje vlastník tématu FMEA. V důsledku navržení opatření ke snížení míry rizika se uvádí i odpovědné osoby za provedení a termíny dokončení.
- Protokol FMEA je po schválení vlastníkem tématu FMEA rozeslán zúčastněným členům.

### **Realizace – DAMUK**

- Odpovědné osoby za realizaci opatření se snaží aplikovat navržená opatření ve stanovených termínech v případě, kdy není možné opatření aplikovat ve stanovený čas je možné tento termín posunout. Avšak o této změně musí být informován správce protokolů a vlastník tématu FMEA. Všechny změny se zanáší do příslušného protokolu. Jestliže opatření jsou splněna a dojde ke snížení míry rizika na dostatečnou úroveň je příslušný bod uzavřen a označen statutem dokončeno.

### **Komunikace – DAMUK**

- Na základě každé úpravy provedených opatření je příslušný formulář FMEA aktualizován. V případě potřeby je možné poskytovat měsíční zprávy a průběhu. Na konci, kdy dojde ke splnění všech opatření je vystavena závěrečná zpráva.

- Podléhá-li téma FMEA statusu utajení, důvěryhodnosti nebo ochrany know-how, podléhají tomuto režimu i všechny podklady a výstupy z dané FMEA. (Interní dokumenty)



## 12.2 Navržená změna směrnice pro provádění FMEA

Na základě změn, které jsou s příchodem nové metodiky spojeny, je nutné upravit směrnici podle těchto změn. Hlavní změny jsou, jak již bylo napsáno hlavně v bodech „3. Základní zkratky“ a „5. Postup“. Bod 5. je změněn podle nového 7krokového přístupu navíc, je přiblížen pojem FMEA-MSR.

### 1) Účel

Účelem metody FMEA je odhalení možných vad a slabých míst výrobku/procesu a tyto vady eliminovat ještě ve fázi vývoje/přípravy.

### 2) Oblast platnosti

Tato směrnice je platná v celé společnosti a upravuje postupy týkající se všech vedoucích a jimi určených zaměstnanců.

### 3) Základní zkratky

**AP** – Action priority / Priorita akce, nahrazuje RPZ

**AIAG** – „The Automotive Industry Action Group“

**D** – „Detection“ – odhalení příčiny vady

**FMEA** - „Failure Mode and Effects Analysis“ – Analýza možnosti vzniku vad a jejich následků – systematický rozbor slabých míst (systému, konstrukce nebo procesu), který umožňuje včas se vyvarovat neočekávaných potíží při realizaci.

**K-FMEA** – Konstrukční FMEA – analyzuje výrobek dříve, než se začne s výrobou, zaměřuje se na druhy vad způsobené nedostatky konstrukce (návrhu).

**O** – „Occurence“ – výskyt vady

**PEP** - „Produktentstehungsprozess“ - proces vzniku výrobku

**P-FMEA** – Procesní FMEA – analyzuje výrobní a montážní procesy, je zaměřena na vady procesu výroby nebo montáže.

**S** – „Severity“ – význam vady

**S-FMEA** – Systémová FMEA – analyzuje výrobek z pohledu provozu u zákazníka.

**VDA** - „Verband der Automobilindustrie“ - Svaz německého automobilového průmyslu

## **5) Postup**

Provedení FMEA se řídí obecnými pravidly popsány v harmonizované příručce AIAG/VDA FMEA – Analýza možnosti vzniku vad a jejich následků. Průběh FMEA je popsán pomocí 7krokového modelu přístupu k vytvoření FMEA v následujících řádcích textu.

Pro každý nový projekt je sestaven přehled navržených témat, který je potřeba odsouhlasit a doplnit odpovědné osoby a plánované termíny moderací v souladu s harmonogramem projektu (viz. PEP). Témata vycházejí z předchozích projektů a zkušeností dle požadavků nového projektu.

Je nutné sestavit FMEA tým, který se musí vždy skládat z moderátora, odpovědné osoby za projednávané téma (vlastník tématu FMEA) a pracovníky z jiných odborných oblastí související s diskutovaným tématem.

Využívání základní a rodinné FMEA. Pro obecné FMEA je doporučováno využívat základní FMEA a pro projekty, jakými jsou například produktové řady je doporučováno využití rodinné FMEA, která poskytuje kompletní přehled.

### **Definice / plánování a příprava**

- Pro každý nový projekt je sestaven přehled navržených témat, který je potřeba odsouhlasit a doplnit odpovědné osoby a plánované termíny moderací v souladu s harmonogramem projektu (viz. PEP). Témata vycházejí z předchozích projektů a zkušeností dle požadavků nového projektu.

- Nasazení FMEA se doporučuje pro maximální efektivnost této metody v raných fázích vývoje výrobku nebo plánování nových výrobních procesů. Ve standardních situacích je FMEA nasazena dle metodiky PEP.
- Je nutné sestavit FMEA tým, který se musí vždy skládat z moderátora, odpovědné osoby za projednávané téma (vlastník tématu FMEA) a pracovníky z jiných odborných oblastí.

### **Analýza struktury**

- Jednání je nutné svolat vždy s dostatečným předstihem s ohledem na průběh vývoje projektu.
- Velmi důležitá je znalost rozdělení struktury projednávaného dílu/systému. Struktura je vždy tvořena prvky a v případě analýzy je dobré si strukturu vizualizovat například pomocí blokového diagramu/diagramu rozhraní, nebo stromu struktury. Zápis analýzy je proveden do příslušných míst ve formuláři FMEA.
- Analýza struktury využívá tří stupňový přístup. Ve smyslu takovém, že námi vybraný prvek má nadřazený prvek a prvek nižší úrovně. Zobrazení nadřazeného prvku, vybraného prvku a prvku nižší kategorie pomáhá zlepšit uvažování nad problémem.

### **Analýza funkcí**

- Účelem analýzy funkcí je zajištění přiřazení funkcí k příslušným prvků. Mělo by být dodrženo, že popis funkce bude v přítomné čase a že se používá infinitiv slovesa (dodávat, obsahovat). Jsou zde vyžadovány velmi obsáhlé znalosti systému a všech okolních podmínek. Provedení této analýzy je velmi důležité pro možné odhalení rizik. Zápis je proveden do příslušných míst ve formuláři.
- V analýze funkcí je uplatňován tří stupňový přístup. Mimo námi vybraný prvek (focus element) se zkoumají i funkce a požadavky o úroveň výše a pod námi zvoleným prvkem.

- Vizualizace je možná za pomoci stromu funkcí, nebo diagramu parametrů.

### **Analýza selhání**

- V rámci selhání jsou definovány možné příčiny, vady, následky a provede se jejich seřazení pro následující analýzu rizik. Vyžaduje se stručné a srozumitelné označení možné vady, následku nebo příčiny.
- V analýze selhání je řešen následek vady (FE) na prvku vyšší úrovně, poté je zmíněna vada (FM) na vybraném prvku a naposledy je zkoumána příčina (FC) na podřazeném prvku.

### **Analýza rizik**

- Výsledkem analýzy rizik je odhad rizika využitím hodnocení významu, výskytu a detekci vady za pomoci tabulek. Je vhodné pro analyzování parametru výskytu vycházet ze stávajících preventivních opatření. Výsledkem je určení priority akce (AP).
- Pro hodnocení významu (S), výskytu (O) a detekci (D) vady jsou využívány hodnotící tabulky, které nám pomohou s vhodným ohodnocením.
- Na základě ohodnocení S, O, E je provedeno rozdělení pomocí priority akce. Pro rozdělení je využita tabulka obsahující všechny možné kombinace výskytu, významu a detekci vady. Na základě tohoto rozdělení jsou vady rozděleny podle barvy a označení. Označení je následující:
  - High – označeno červeně jedná se o nejvyšší prioritu opatření a je nezbytné, aby tým určil opatření ke snížení rizika.
  - Medium – označeno oranžovou barvou, tým musí určit opatření ke snížení možného rizika nebo odůvodnit proč stávající řešení je nejlepší.

- Low – označeno zelenou barvou, tým může identifikovat opatření, které povedou ke snížení rizika.

### **Optimalizace**

- Výsledkem tohoto kroku je určení možností, které povedou ke snížení možných rizik. Je zde možnost pro uvedení preventivních opatření a opatření k odhalení vady. Vždy by mělo být v zájmu týmu eliminovat v nejlepší možné míře případně riziko.
- Pro kategorizace aktuálního stavu opatření je doporučeno toto rozdělení:
  - Otevřeno – nejsou zmíněna žádná řešení případných rizik
  - V rozhodování – řešení je právě projednáváno
  - V realizaci – řešení nebylo ještě zatím provedeno
  - Uzavřeno – řešení bylo aplikováno a efektivita byla zdokumentována
  - Nerealizováno – řešení nebylo provedeno

### **Dokumentování výsledků**

- Výsledkem dokumentace je oznámení o výsledcích a jejich sumarizace do celkové zprávy o provedené FMEA.
- Do zprávy je vyžadováno uvést provedenou analýzu s navrženými opatřeními a také jejich následnou kontrolu. Informace o záměru FMEA, pracujícím týmu a celkové délce projednávání FMEA (první schůzka až poslední schůzka).
- Podléhá-li téma FMEA statusu utajení, důvěryhodnosti nebo ochrany know-how, podléhají tomuto režimu i všechny podklady a výstupy z dané FMEA.

## **FMEA-MSR**

FMEA-MSR představuje FMEA pro monitorování a odezvy systému. Cílem této doplňkové FMEA je sledování možné příčiny poruchy, díky kterým systém nemusí reagovat správně.

- Hodnocení

Pro tuto FMEA jsou jiné parametry pro hodnocení. Hodnotí se:

- Význam poruchy
- Četnost poruchy
- Monitoring – technické možnosti zabránění následku poruchy

A zároveň pro tuto situaci jsou připraveny odlišné hodnotící tabulky.

### **Související podklady**

- Harmonizovaná VDA/AIAG FMEA – analýza způsobů a důsledků poruch

### **Přílohy**

Pro představení podoby nových formulářů a ukázkou hodnocení priority akce jsou k dispozici v přílohách práce následující dokumenty:

- Tabulka pro prioritu akce (Příloha A)
- Formulář pro provádění K-FMEA (Příloha B)
- Formulář pro provádění doplňkové FMEA-MSR (Příloha C)

### 13. Stanovení přínosů implementace

Praktická část této bakalářské práce pojednává o návrhu implementace nové metodiky. Řešení využívá stávající formulář v programu Microsoft Excel a po aplikaci nutných změn přináší tyto přínosy.

První velký přínos je hlavně ekonomický. Využití stávajícího propracovaného formuláře v kancelářském programu Microsoft Excel poskytne vysoké peněžní úspory. V této nadcházející těžké situaci, která z důvodu pandemie velmi ohrozí pracovní pozice a finanční úspěšnost firem. Pořízení a správa profesionálního softwaru pro tvorbu FMEA v této vzniklé situaci je tedy méně pravděpodobná než například před rokem. Jelikož v případě pořízení programu bude nutná užší specializace personálu a s tím spojené dodatečné finanční náklady.

Přínosy, které je vhodné zmínit, jsou určitě i časová náročnost a personalizace formuláře. Časová náročnost potřebná k úpravám stávající verze formuláře je v tomto případě považována za časovou úsporu. Protože s pořízením programu je spojeno i mnoho učení a studování, a proto pouhé úpravy jsou naopak časovou úsporou. Tyto úpravy však také přináší jednu z velkých výhod a tím je personalizace. Programy pro správu FMEA jsou sice podle všech náležitostí, které mají mít, avšak jsou velmi obecné. Zvolená varianta přechodu s využitím MS Excel přináší výhodu právě v možnosti personalizace. Doporučené změny ve formuláři jsou popsány v kapitole 9, podkapitole 9.3 – doporučené změny v MS Excel.

Mezi další přínos lze zařadit kompatibilitu formuláře se zařízeními napříč společnostmi. Myšleno situací, kdy formulář v programu Microsoft Excel je možné otevřít na jakémkoli počítači, tabletu nebo jiném zařízení disponující aplikací Microsoft Excel.

Dalším velmi podstatným bodem je znalost zaměstnanců. Stávající formulář je dlouhodobě využíván a prošel již několika změnami. Přestože absolvoval obsáhlé změny, uživatelé s ním umí pracovat. Proto je možné další přínos označit za uživatelskou znalost.

## Závěr

Cílem této práce bylo navržení konceptu implementace nové FMEA metodiky VDA/AIAG ve společnosti ŠKODA AUTO a.s. První část bakalářské práce je částí rešeršní a je zaměřena na objasnění pojmu kvalita neboli jakost, dále je zmíněno řízení kvality od jeho historie do současnosti, jsou popsány tři možné způsoby řízení kvality, kterými jsou podnikové standardy, koncepce řízení podle ISO norem a v poslední řadě řízení na bázi koncepce TQM. Další částí je přiblížení pojmu metod kvality a životní fáze výrobku, také jsou stručně popsány metody ke zjištění požadavků zákazníka, jako např. klinická studie, metoda QFD, DFMAS+E nebo analýza stromu poruchových stavů (FTA), která je velmi podobná hlavnímu tématu této bakalářské práce, a to metodě analýze možných vad a jejich následků zkráceně FMEA, jenž je vysvětlena podrobněji. V dílčích kapitolách je představen historický vývoj metodiky, jaké cíle jsou pro metodiku běžné, její základní rozdělení na konstrukční FMEA (K-FMEA), procesní FMEA (P-FMEA) a systémovou FMEA (S-FMEA). Je zmíněno vše potřebné k naplánování projektu FMEA a sestavení týmu. Je ukázán průběh konstrukční analýzy možných vad a jejich následků. Pro zápis z jednání je využíváno FMEA formuláře, který je ukázán a vysvětlen. V posledním bodě teoretické části bakalářské práce je charakterizováno využívání FMEA ve společnosti ŠKODA AUTO a.s.

První kapitola praktické části přibližuje vznik nové harmonizované FMEA podle VDA/AIAG a důvody vzniku této projednávané harmonizace.

V následující kapitole jsou shrnuty všechny podstatné změny, které byly provedeny díky vydání nové metodiky. Je zde uveden odlišný přístup k FMEA, jenž nově tvoří 7krokový přístup tvorby FMEA oproti původnímu pouze 5krokovému, vysvětlení doplňkové FMEA-MSR, která slouží k analýze možných vad a jejich následků pro monitorování a odezvy systému, zkráceně pro mechatroniku. Je provedeno objasnění pojmu rodinná a základní FMEA, na kterou je kladen důraz v nové metodice. Poté jsou v individuálních



krocích popsány rozdíly nové metodiky na rozdíl od původní metodiky podle VDA 4.

Samostatná kapitola software, který je možné využívat k provádění FMEA, kde jsou shrnuty dostupné možnosti výběru softwaru pro tvorbu FMEA, požadavky na software a zároveň shrnuty změny, jenž je nutné provést ve formuláři vytvořeném v kancelářském programu Microsoft Excel pro používání nové metodiky.

V další kapitole této bakalářské práce jsou objasněny faktory, které je nutné si uvědomit pro implementaci nové metodiky a v rámci toho navazují dva možné způsoby přechodu a jejich výhody, nevýhody a požadavky. Tento přechod je možný s využíváním profesionálního programu pro tvorbu analýzy možných vad a jejich následků nebo s využitím stávajícího pokročilého formuláře v programu Microsoft Excel.

Poslední kapitola praktické části zhmotňuje cíl této bakalářské práce, kterým je návrh přechodu na novou metodiku. Pro aplikaci nové metodiky ve firmě je nutné upravit stávající směrnici, kterou se každá prováděná FMEA řídí. Pro přiblížení situace je popsána stávající platná směrnice, která některé části v důsledku interní povahy má změněné nebo nezveřejněné. Poté je doporučena nová směrnice, která se řídí popsányi změnami v této bakalářské práci. Jedná se primárně o námět pro tvorbu nové směrnice. Potom jsou stanoveny přínosy právě zvoleného návrhu přechodu na novou harmonizovanou metodiku FMEA podle VDA/AIAG. Pro přechod bylo doporučeno využití stávajícího formuláře v MS Excel, který bude upraven podle navržených změn a úprava interní směrnice, kterou se řídí všechny prováděné analýzy možných vad a jejich následků.

Výsledkem mé bakalářské práce bylo právě navržení implementace a stanovení přínosů tohoto přechodu podle nové metodiky VDA/AIAG, která představuje vývoj metody FMEA kupředu.

## Seznam použité literatury

AIAG & VDA FMEA Whitepaper [online]. In: . [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: <https://go.aiag.org/aiag-vda-fmea-whitepaper>

Analýza možných způsobů a důsledků závad (FMEA): příručka. 3. vyd. Praha: Česká společnost pro jakost, 2001. ISBN 80-02-01476-6.

ČSN EN ISO 9000:2015. 2016. *Systémy managementu kvality – základní principy a slovník*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.

ČSN ISO 9000:2016. 2016. *Technické normy* [online]. [cit. 2020-04-09]. Dostupné z: <http://www.iso-normy.cz/index.html>

History of QFD. In: Quality Function Deployment Institute [online]. [cit. 2020-04-19]. Dostupné z: [http://www.qfdi.org/what\\_is\\_qfd/history\\_of\\_qfd.html](http://www.qfdi.org/what_is_qfd/history_of_qfd.html)

IATF 16949. In: ManagementMania.com [online]. Wilmington (DE) 2011-2020, 20.04.2018 [cit. 19.04.2020]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/iatf-16949>

### Interní dokumenty

ISO 9000 Family. ISO [online]. [cit. 2020-04-09]. Dostupné z: <https://www.iso.org/iso-9001-quality-management.html>

JAKUBÍKOVÁ, Dagmar. 2012. *Marketing v cestovním ruchu: jak uspět v domácí i světové konkurenci*. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4209-0.

KOTLER, Philip a Gary ARMSTRONG. c2004. *Marketing*. Praha: Grada. ISBN 80-247-0513-3.

MACHAN, Jaroslav, Jaromír TOBIŠKA, Dana BAKOŠOVÁ a Pavel BAUMRUK. 2012. *Metody kvality užívané ve fázi vývoje výrobku - aplikace v automobilovém průmyslu*. 2., přeprac. a rozš. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, Fakulta dopravní. ISBN 978-80-87042-50-2.

MCDERMOTT, Robin E., Raymond J. MIKULAK a Michael R. BEAUREGARD. 2009. *The basics of FMEA*. 2nd ed. New York: Productivity Press. ISBN 978-1563273773.

NENADÁL, Jaroslav. 2002. *Moderní systémy řízení jakosti: quality management*. 2. dopl. vyd. Praha: Management Press. ISBN 80-7261-071-6.

NENADÁL, Jaroslav, Darja NOSKIEVIČOVÁ, Jiří PLURA, Josef TOŠENOVSKÝ a Růžena PETŘÍKOVÁ. 2008. *Moderní management jakosti: principy, postupy, metody*. Praha: Management Press. ISBN 978-80-7261-186-7.

PLURA, Jiří. 2001. *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. Praha: Computer Press. Business books (Computer Press). ISBN 80-722-6543-1.

QS 9000. In: ManagementMania.com [online]. Wilmington (DE) 2011-2020, 30.06.2015 [cit. 19.04.2020]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/qs-9000>

ŘEZÁČ, Jaromír. 2009. *Moderní management: manažer pro 21. století*. Brno: Computer Press. Business books (Computer Press). ISBN 978-80-251-1959-4.

SPEJCHALOVÁ, Dana. 2007. *Management kvality*. Praha: Vysoká škola ekonomie a managementu. ISBN 978-80-86730-22-6.

STAMATIS, D. H.. 2003. *Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution*. 2nd ed., rev. and expanded. Milwaukee, Wisc.: ASQ Quality Press. ISBN 08-738-9598-3.

Total Quality Management (TQM). In: ManagementMania.com [online]. Wilmington (DE) 2011-2020, 09.10.2014 [cit. 16.04.2020]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/total-quality-management>

VDA 6.1. In: ManagementMania.com [online]. Wilmington (DE) 2011-2020, 11.11.2016 [cit. 19.04.2020]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/vda-61>

VDA, AIAG. 2019. *Příručka FMEA - analýza možností vzniku vad a jejich následků*. Praha: Česká společnost pro jakost. ISBN 978-80-02-02885-7.

VDA. 2005. *Zajišťování kvality před sériovou výrobou: zajišťování kvality během realizace produktu: metody a postupy*. Praha: Česká společnost pro jakost. Management jakosti v automobilovém průmyslu. ISBN 80-020-1682-3.

VEBER, Jaromír. 2007. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Grada. Manažer. ISBN 978-80-247-1782-1.

VEBER, Jaromír, Marie HŮLOVÁ a Alena PLÁŠKOVÁ. 2010. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Management Press. ISBN 978-80-7261-210-9.

VYSEKALOVÁ, Jitka. 2006. *Marketing: pro střední školy a vyšší odborné školy*. Praha: Fortuna. ISBN 80-716-8979-3.

## **Seznam příloh**

Příloha A - Zjednodušená tabulka hodnocení priority akce - AP .....	86
Příloha B - Nový formulář pro D-FMEA .....	87
Příloha C - Nový formulář pro FMEA-MSR.....	88

Příloha A - Zjednodušená tabulka hodnocení priority akce - AP

S	O	D	AP
9-10	8-10	1-10	H
9-10	6-7	1-10	H
9-10	4-5	2-10	H
9-10	4-5	1	M
9-10	2-3	7-10	H
9-10	2-3	5-6	M
9-10	2-3	1-4	L
9-10	1	1-10	L
7-8	8-10	1-10	H
7-8	6-7	2-10	H
7-8	6-7	1	M
7-8	4-5	7-10	H
7-8	4-5	1-6	M
7-8	2-3	5-10	M
7-8	2-3	1-4	L
7-8	1	1-10	L
4-6	8-10	5-10	H
4-6	8-10	1-4	M
4-6	6-7	2-10	M
4-6	6-7	1	L
4-6	4-5	7-10	M
4-6	4-5	1-6	L
4-6	2-3	1-10	L
4-6	1	1-10	L
2-3	8-10	5-10	M
2-3	8-10	1-4	L
2-3	6-7	1-10	L
2-3	4-5	1-10	L
2-3	2-3	1-10	L
2-3	1	1-10	L
1	1-10	1-10	L



# Příloha C - Nový formulář pro FMEA-MSR

Plánování a příprava (tab. 1)		Číslo problému:		Datum zahájení:		FMEA-yp:		Odpovědnost za vývoj:											
Název FMEA:		Projekt:		Datum revize:		FMEA-ym:													
Příčina/PM:		Skupič/ohraňj:		Datum dokončení:															
Modifikátor:		FMEA-štev:																	
Analýza struktury (tab. 2)		Analýza funkcí (tab. 3)		Analýza selhání (tab. 4)		Dodatková FMEA-MSR analýza rizí (tab. 5)		Dodatková FMEA-MSR optimalizace (tab. 6)											
1. Systém; 2. Vybraný / nadsazený / součást / komponent / prvěk / fokus / element; 3. NIŠÍ úroveň / součást / komponent / prvěk / fokus / element; nebo oš	1. Funkce a charakteristika / výšší úroveň	2. Funkce a charakteristika / prvěk / fokus / element	3. Funkce a charakteristika / prvěk / fokus / element	1. Následek (NE) na prvěk / fokus / element / vyšší úroveň	2. Vada (FM) / prvěk / fokus / element; 3. Příčina (FC) na prvěk / fokus / element; přes níši úroveň	Stavějící způsob monitorování	Stavějící způsob odezvy systému	Monitoring (M)	Nezávaznejší následek po odezvě systému	Význam (S) následku po odezvě MSR	Odpovědná osoba	Plánované Datum dokončení	Status	Přijata opatření	Datum dokončení	Četnost (F)	Monitoring (M)	Podrobný význam (S) následku (pokud)	MSR AP