

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V  
NITRE  
TECHNICKÁ FAKULTA**

1130440

**DOKUMENTÁCIA RIZÍK METÓDOU POSUDZOVANIA  
RIZIKA FMEA VO VYBRANOM  
PODNIKU**

**2011**

**Zuzana Kratochvílová**

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V  
NITRE  
TECHNICKÁ FAKULTA**

**DOKUMENTÁCIA RIZÍK METÓDOU POSUDZOVANIA RIZIKA  
FMEA VO VYBRANOM PODNIKU  
(Bakalárska práca)**

Študijný program:	Prevádzková bezpečnosť techniky
Študijný odbor:	2386700 Kvalita produkcie
Školiace pracovisko:	Katedra kvality a strojárskych technológií
Školiteľ:	Marián Bujna, Ing., PhD.

**Nitra 2011**

**Zuzana Kratochvílová**

## **Čestné vyhlásenie**

Podpísaná Zuzana Kratochvílová vyhlasujem, že som záverečnú prácu na tému „Dokumentácia rizík metódou posudzovania rizika FMEA vo vybranom podniku“ vypracovala samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomá zákonných dôsledkov v prípade, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 29. apríla 2011

Zuzana Kratochvílová

## **Pod'akovanie**

Touto cestou si dovoľujem poďakovať Ing. Mariánovi Bujnovi, PhD., za pedagogické vedenie, pripomienky, odbornú pomoc a cenné rady, ktoré mi poskytol pri jej vypracovaní.

## **ABSTRAKT**

Bezpečnosť výrobku je aspektom jeho kvality, pričom nemôžeme hovoriť o kvalite výrobku, pokiaľ výrobok nie je spoľahlivý a bezpečný. Spoľahlivosť a bezpečnosť výrobku sa zabezpečuje systémom, v ktorom počas realizácie výrobku nesmie chýbať spätnoväzobná analýza možných porúch a rizík. Program spoľahlivosti má byť súčasťou integrovaného systému manažérstva kvality, pričom jeho súčasťou sú aplikované štatistické metódy a nástroje. Jedným z účinných nástrojov je aj FMEA, ako analýza možných porúch, príčin a následkov. Aplikuje sa v konštrukcii výrobku ale i v procesoch jeho realizácie. Postup je založený na stanovení miery rizika ako násobok pravdepodobnosti vzniku poruchy, veľkosti významu poruchy a pravdepodobnosti jej odhalenia. Nápravné opatrenia po analýze sa navrhujú a výsledky sa hodnotia dovtedy, kým miera rizika nie je menšia alebo aspoň rovná akceptovateľnej miere rizika. Definitívne opatrenia končia zmenou výrobných dokumentácií. FMEA je vo všeobecnosti značne účinná a pôsobí vyslovene profylakticky.

Kľúčové slová: analýza rizika, analýza ohrozenia, FMEA

## **ABSTRACT**

The safety of a product is an aspect of its quality and it can not be spoken about the quality of a product while it is not reliable and safety. The reliability and safety of product is managed by a system, which provides the feedback analyses of potential failures and risks during the whole life cycle. Reliability programme has to be an integral part of management quality system using applicated statistic methods and approaches. One of them is FMEA – Failure Mode and Effects Analysis. This instrument is applicable within product construction and production processes as well. The approach is based on risk definition as a multiplication of the probability of failure rise, failure signification and probability of the failure expose. Post-analysis corrective actions are realised and repeated until the risk level is acceptable. Final actions generate changes of product documentation. FMEA is substantially effective and acts exclusively prophylactic.

Key words: risk analysis, hazard analysis, FMEA

<b>ÚVOD</b> .....	<b>7</b>
<b>1 PREHĽAD SÚČASNÉHO RIEŠENIE PROBLEMATIKA MANAŽMENTU</b>	
<b>RIZÍK</b> .....	<b>9</b>
1.1 ZÁKLADNÉ POJMY V MANAŽMENTE RIZÍK .....	9
1.2 HODNOTENIE RIZIKA .....	11
1.3 ODHADOVANIE RIZIKA.....	12
1.4 MATEMATICKÉ VYJADRENIE RIZIKA.....	12
1.5 DOSIAHNUTIE ZNÍŽENIA RIZIKA.....	13
<b>2 TEORETICKÁ CHARAKTERISTIKA METÓDY FMEA (FAILURE</b>	
<b>MODE AND EFFECT CRITICAL ANALYSIS) – METÓDA ANALÝZY</b>	
<b>MOŽNOSTI VZNIKU CHÝB A ICH DÔSLEDKOV.....</b>	<b>14</b>
2.1 VŠEOBECNE O FMEA .....	14
2.2 VÝVOJ FMEA.....	15
2.3 CIELE FMEA .....	16
2.4 PREDMET FMEA .....	16
2.5 TYPY FMEA .....	17
2.5.1 Procesná FMEA.....	17
2.5.2 Konštrukčná FMEA.....	17
2.5.2 FMEA výrobku.....	18
2.6 DOKUMENTÁCIA FMEA .....	18
2.7 MOŽNOSTI POUŽITIA .....	20
2.8 POSTUP FMEA.....	21
2.8.1 Postup aplikácie.....	21
2.8.2 Postup FMEA podľa normy STN IEC 60812 .....	22
2.8.3 Postup systémovej FMEA .....	22
2.9 PRÍKLADY POUŽITIA A RIEŠENIA FMEA .....	23
<b>3 CIEĽ PRÁCE</b> .....	<b>25</b>
<b>4 METODIKA PRÁCE</b> .....	<b>26</b>
4.1 CHARAKTERISTIKA SPOLOČNOSTI VOLKSWAGEN SLOVAKIA, a.s. ....	26
4.2. VÝBER ANALÝZY RIZÍK .....	26
4.3 REALIZÁCIA ANALÝZY RIZIKA FMEA v spoločnosti VOLKSWAGEN	
SLOVAKIA, a.s .....	27
4.3.1 Základné právomoci a zodpovednosti pri analýze FMEA .....	27

4.3.2 Stanovenie možných chýb, následkov chýb a ich príčin.....	27
4.3.3. Spracovanie výsledkov.....	27
<b>5 VÝSLEDKY PRÁCE.....</b>	<b>28</b>
5.1 CHARAKTERISTIKA SPOLOČNOSTI.....	28
5.2 POSTUP FMEA V ORGANIZÁCI.....	28
5.3 Analýza FMEA.....	37
<b>6 NÁVRH NA VYUŽITIE VÝSLEDKOV.....</b>	<b>43</b>
<b>7 ZÁVER.....</b>	<b>44</b>
<b>8 POUŽITÁ LITERATÚRA.....</b>	<b>45</b>

# ÚVOD

S rizikom sa človek stretáva neustále počas celého svojho života. Postupuje na základe svojho vlastného úsudku a nielen na základe určitých pravidiel, ktoré sú prijaté spoločnosťou. Riziká teda považujeme za javy protikladné činnostiam, ktoré človek vykonáva.

Riziko definujeme ako možné poškodenie, škodu či možnosť vzniku poškodenia zdravia zamestnanca pri práci. Môžeme ho aj chápať ako pravdepodobnosť vzniku neželanej udalosti, ktorá môže nastať v určitom časovom intervale.

Manažment rizík je súčasťou manažmentu, ktorý sa zameriava na zaisťovanie bezpečnosti riadeného systému, potencionálnych ohrození, analyzovanie rizík a hľadanie preventívnych opatrení vedúcich k zníženiu negatívnych vplyvov rizikových javov a ich následné prerastanie do ohrození. V praxi rozlišujeme 4 základné fázy pre manažment rizík:

1. fáza – Identifikácia rizík a stanovenie ich významnosti
2. fáza – Určenie veľkosti rizika jeho následné ohodnotenie
3. fáza – Príprava, voľba a zrealizovanie opatrení na znižovanie rizika
4. fáza – Operatívne riadenie rizika

Manažment rizík možné riziko identifikuje, zamedzuje mu a usmerňuje ho prijatými opatreniami aby v prípade vzniku rizika spôsobilo čo najmenšie škody. Analýza rizika posudzuje, ktoré riziká je potrebné sledovať a naopak, ktoré pre ich nízku významnosť môžeme zanedbať. Takéto riadenie by malo byť súčasťou komplexného riadenia organizácie. V rámci strategického riadenia organizácie by mali byť ciele v oblasti riadenia rizík v súlade so stanovenými cieľmi organizácie. Tým je umožnené vhodne stanoviť analýzu rizika.

Manažment rizika alebo riadenie rizika môžeme chápať v 3 významoch:

1. Manažment ako praktická činnosť – manažérmi vykonávaná sústava aktivít pri súčasnom využití teoretických schopností a poznatkov.



2. Manažment ako vedná disciplína – zaoberá sa súborom princípov, metód, poznatkov a ich následnom použití v praxi.
3. Manažment ako skupina ľudí – zahŕňa organizačné riadenie, vedenie, postupy, zodpovednosti a plnenie manažérskych funkcií.

Na základe hodnotenia výsledkov vykonaných analýz rizík a výsledného posúdenia rizík sa v rámci manažmentu rizík následne realizujú vhodné nápravné opatrenia s cieľom odstrániť alebo potlačiť rizikovosť. Veľmi však záleží na skutočnosti, v ktorej etape životného cyklu výrobku sa analýza, hodnotenie a posudzovanie rizík realizujú. (Leitner,2007)

Analýza rizika FMEA patrí k metódam vyvinutím pre potreby štúdia porúch v systémoch. Pri rozhodovaní o rozsahu a spôsobe aplikácie FMEA v konkrétnom systéme a na konkrétnom prvku je nutné uvažovať, pre ktoré špecifické účely sa metóda má použiť a v ktorej časovej fáze vzhľadom k celkovej životnosti systému ako aj ostatným činnostiam. Je potrebné zvážiť aj požadovaný stupeň poznania nežiaducich javov, porúch a ich dôsledkov. Na základe týchto úvah je možné rozhodnúť o hĺbke analýzy na konkrétnej úrovni systému (systém, podsystem, diel, prvok). Analýza sa považuje za ukončenú ak sa miera rizika zníži na požadovanú úroveň.

Cieľom FMEA je analyzovať potenciálne chyby/poruchy v konkrétnom systéme vo zvolenom časovom úseku životnosti systému tak, aby bolo možné prijať nápravné opatrenia na zníženie rizika, ktoré so sebou vznik chýb prináša.

# 1 PREHLAD SÚČASNÉHO RIEŠENIE PROBLEMATIKA MANAŽMENTU RIZÍK

## 1.1 ZÁKLADNÉ POJMY V MANAŽMENTE RIZÍK

**Nebezpečenstvo** je vlastnosť objektu spôsobiť neočakávaný negatívny jav – latentná vlastnosť objektu. Nebezpečenstvo je, ak sa objekty ľubovoľnej činnosti alebo samostatné činnosti – napr. stroje a strojné systémy, materiály, výrobné technológie – vyznačujú tým, že môžu spôsobiť neočakávaný negatívny jav (poškodenie človeka alebo majetku) ide o nebezpečenstvo alebo nebezpečné činnosti. (Sinay, 1997)

**Ohrozenie** je aktívna vlastnosť alebo schopnosť objektu (faktora pracovného - technologického procesu a pracovného prostredia) spôsobiť úraz, chorobu z povolania, priemyselnú otravu, iné poškodenie zdravia pri práci, poškodenie životného prostredia alebo spôsobenie materiálnej škody. Zdrojom ohrozenia je nebezpečenstvo. Ohrozenie predstavuje možnosť aktivovania nebezpečenstva na rozhraní vzťahu: človek – technika - prostredie. Ohrozenie človeka vzniká v časovom a priestorovom priblížení sa osôb, vecí alebo faktorov, ktoré sú nositeľmi nebezpečenstva. (Hatina, 2006 )

### Definovanie ohrození

#### **Mechanické ohrozenie:**

- ✚ Riziko stlačenia,
- ✚ riziko strihu,
- ✚ riziko navinutia,
- ✚ riziko nárazu,
- ✚ riziko bodnutia alebo prepichnutia,
- ✚ riziko trenia alebo odretia,
- ✚ riziko výtoku vysokotlakovej tekutiny, ...
- ✚ riziko podmienené
- ✚ riziko pošmyknutia, potknutia a pádu.

#### **Elektrické ohrozenie:**

- ✚ Dotyk osôb so živým časťami,
- ✚ elektrostatické javy,
- ✚ so živými časťami,
- ✚ prístupom osôb k živým častiam,

- ✚ nevhodnou izoláciou.

#### **Tepelné ohrozenie:**

- ✚ Popálenie alebo obarenie.

#### **Ohrozenie hlukom**

#### **Ohrozenie vibráciami**

#### **Ohrozenie žiarením**

- ✚ Nízkofrekvenčným, vysokofrekvenčným

#### **Ohrozenie materiálmi a látkami**

✚ Kontaktom alebo požitím kvapalín, inhaláciou plynov, hmiel, dymov,

- ✚ ohrozenie požiarom alebo výbuchom,
- ✚ biologické a mikrobiologické (vírusové alebo bakteriálne).

#### **Ohrozenie zo zanedbania ergonomických zásad pri konštruovaní**

- ✚ Fyziologickými účinkami,
  - ✚ psychofyziologickými účinkami napr. stres, duševné preťaženie.
- chybami človeka.

#### **Kombinácia ohrození (STN EN 292-1: Bezpečnosť strojných zariadení )**

**Riziko** predstavuje vzájomný vzťah medzi pravdepodobnosťou vzniku negatívneho javu a jeho dôsledkom. Dôsledky ohrozenia sú priamo závislé na tom, aká je pravdepodobnosť, že sa nežiadúca udalosť stane, a čo môže spôsobiť ohrozenie, pričom kombinácia týchto vlastností je definovaná ako riziko. (Sinay, 1997)

**Riziko** je kombinácia pravdepodobnosti a rozsahu možného zranenia alebo poškodenia zdravia v nebezpečnej situácii

**Delenie rizík:** podnikateľské, finančné, poisťné, technologické, bezpečnostné.

**Zostatkové riziko** je riziko, ktoré zostáva po vykonaní bezpečnostných opatrení.

**Rizikové faktory** sú technické a humánne parametre objektov, ktoré ovplyvňujú riziko. Početnosť a dôsledok negatívnych javov možno vyjadriť konkrétnou číselnou hodnotou. Rizikové faktory môžu byť merateľné a nemerateľné

**Bezpečnosť** je vlastnosť objektu neohrozovať ani osoby ani okolie. Analýzy použ. Na posúdenie bezpečnosti zohľadňujú aspekty bezpečnosti práce, ale aj bezpečnosti technických zariadení. . (STN EN 292-1: Bezpečnosť strojných zariadení )

**Bezpečnosť** je vlastnosť objektu, t.j. stroja, technológie, činnosti, neohrozovať ani osoby a ani okolie. Analýzy používané na posúdenie celkovej bezpečnosti objektu

zohľadňujú tak aspekty bezpečnosti práce, ako aj bezpečnosti technických zariadení.

(Tomáš, 2003 )

**Škoda** je fyzické zranenie a/alebo poškodenie zdravia alebo majetku. (STN EN 1050, august 1998)

**Objekt** je výrobný celok, stroj, strojový prvok, technológia, pracovná činnosť

**Systém** je sústava ľudí, postupov, aktivít a zariadení integrovaná tak, aby bola schopná vykonávať špecifické úlohy a aby bola schopná fungovať v špecifickom prostredí. Vonkajším ohraničením systému je okolie. V okolí systém funguje, aj toto okolie ovplyvňuje.

**Systém bezpečnosti** je hlavnou úlohou je dosiahnuť také životné a pracovné podmienky v systéme, aby nebezpečenstvo z neho vyplývajúce bolo známe a riadené tak, aby neprekročilo akceptovateľnú úroveň. Koncepcia systému predstavuje aplikáciu špecifických technických a manažérskych schopností.

**Poškodenie** u technických objektov môže predchádzať škode. Zmena vlastností objektu, človeka, priebehu činností v dôsledku pôsobenia vonkajších vplyvov, pričom dochádza k zhoršovaniu funkčnosti. Poškodenie a škoda vyjadrujú fyziologické alebo biologické poškodzovanie zdravia ľudí, objektov, okolia. Môžu mať charakter: humánny, materiálny, ekonomický, spoločenský

**Havária** je mimoriadna udalosť, ktorá spôsobí odchýlku od ustáleného prevádzkového stavu, v dôsledku čoho dôjde k úniku nebezpečných látok alebo k pôsobeniu ničivých faktorov, ktoré majú vplyv na život, zdravie alebo majetok. Havárie sú najmä: výbuch a požiare; úniky chemických alebo rádioaktívnych látok, ropných produktov a iných škodlivín s následným kontaminovaním územia, ovzdušia, vodných tokov, zdrojov pitnej vody, podzemných vôd a pod. (<http://www.securityrevue.com>)

## ***1.2 HODNOTENIE RIZIKA***

Hodnotenie rizika predstavuje neustále zvažovanie:

poškodenie aktív, ktoré môžu byť spôsobené naplnením hrozieb, pričom je nutné vziať do úvahy všetky potenciálne dôsledky, reálne pravdepodobnosti výskytu takých rizík z

pohľadu hrozieb, zraniteľnosti a aktuálne implementovaných opatrení. .  
(<http://blog.ttsystems.sk>)

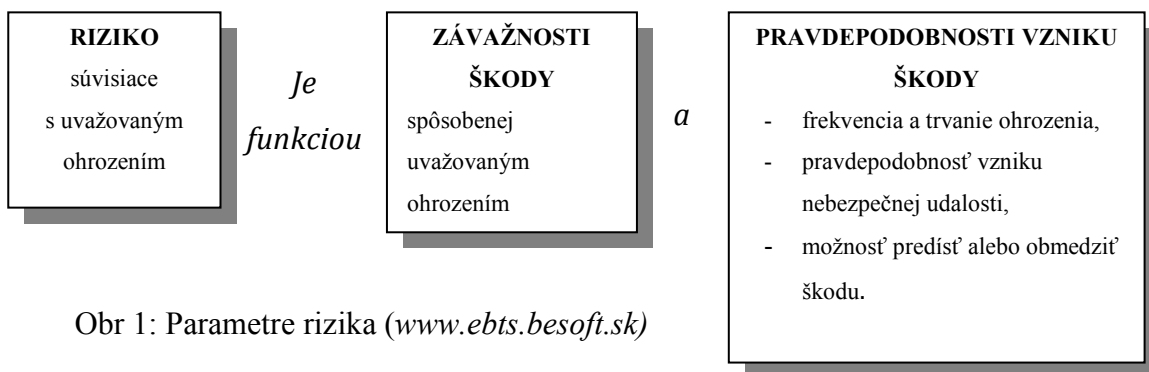
Výsledky hodnotenia rizík môžu určiť kroky vedenia organizácie aj priority pre zvládanie rizík a pre realizáciu opatrení určených k zamedzeniu ich výskytu. Je možné, že proces hodnotenia rizík a stanovenia opatrení bude treba opakovať niekoľko krát, aby boli pokryté rôzne časti organizácie alebo jednotlivé činnosti. (<http://blog.ttsystems.sk>)

### 1.3 ODHADOVANIE RIZIKA

Po identifikovaní ohrození, sa musí odhadnúť riziko určením parametrov rizika pre každé jednotlivé ohrozenia.

**Riziko súvisiace s konkrétnou situáciou a technológiou je odvodené kombináciou nasledujúcich parametrov:**

- ✚ Závažnosťou škody a jej dôsledkov,
- ✚ pravdepodobnosti vzniku takejto škody, ktorá je funkciou frekvencie a trvania ohrozenia,
- ✚ pravdepodobnosti vzniku nebezpečnej udalosti,
- ✚ technických možností a ľudských schopností predchádzať alebo zabrániť riziku.



Obr 1: Parametre rizika ([www.ebts.besoft.sk](http://www.ebts.besoft.sk))

### 1.4 MATEMATICKÉ VYJADRENIE RIZIKA

$$R = P \cdot D \quad (1)$$

Kde:

R – stupeň rizika

P – pravdepodobnosť výskytu danej udalosti

D – dôsledok sledovanej udalosti

**Rozšírená definícia rizika:**

$$\mathbf{R = P \times D \times E \times O} \quad (2)$$

Kde:

R – stupeň rizika

P – pravdepodobnosť výskytu danej udalosti

D – dôsledok sledovanej udalosti

E – časová expozícia t.j. doba trvania podmienok pre vznik negatívneho javu, a hodnotu

O – možnosť využitia ochranných opatrení v etape ohrozenia

### ***1.5 DOSIAHNUTIE ZNÍŽENIA RIZIKA***

- ✚ Ohrozenie sa odstránilo alebo riziko sa znížilo (konštrukčné riešenie, ochranné zariadenie),
- ✚ vybraný typ ochranného zariadenia je bezpečný,
- ✚ informácie o používaní stroja sú dostatočne zrozumiteľné,
- ✚ bezpečné pracovné postupy sú v súlade so schopnosťami osôb,
- ✚ používatelia sú informovaní o zostatkových rizikách,
- ✚ ak sú doporučené ochranné prostriedky, sú pracovníci zaškolení a oboznámení zo spôsobom ich používania,
- ✚ prídavné bezpečnostné opatrenia sú dostatočné.

## **2 TEORETICKÁ CHARAKTERISTIKA METÓDY FMEA (FAILURE MODE AND EFFECT CRITICAL ANALYSIS) – METÓDA ANALÝZY MOŽNOSTI VZNIKU CHÝB A ICH DÔSLEDKOV**

### ***2.1 VŠEOBECNE O FMEA***

FMEA (Failure mode and effect analysis - analýza spôsobov a dôsledkov poruchových stavov) je to metóda, ktorá bola vytvorená pre potreby štúdia porúch v systémoch. Je aplikovateľná na rôzne systémy (elektrické, hydraulické, mechanické) vrátane kombinovaných.

FMEA je postup, ktorý popisuje spôsob a dôsledok poruchy. Logickým rozšírením FMEA o zváženie dôsledku poruchy a pravdepodobnosti výskytu spôsobu porúch je metóda FMECA. Závažnosť, resp. dôsledok poruchy je zatriedovaný do niekoľkých tried v závislosti na zvolených kritériách, napr. bezpečnosť (usmrtenie, ľahký úraz, ťažký úraz). Obe metódy umožňujú identifikovať poruchy s významnými následkami, ktoré ovplyvňujú funkcie systému. Vo všeobecnosti platí, že poruchy, resp. spôsob porúch ľubovoľného prvku systému, negatívne ovplyvňujú funkčnosť celého systému. Pri štúdiu bezpečnosti, spoľahlivosti a prevádzkyschopnosti sa vyžaduje kvantitatívna a kvalitatívna analýza, ktoré sa vzájomne dopĺňajú. Metódy kvantitatívnej analýzy umožňujú výpočet a predpoveď sledovaných parametrov analyzovanej funkcie, činnosti. Postup analýzy je možné uplatniť v konkrétnej úrovni systému, úrovni prvku, pre ktoré sú k dispozícii kritériá porúch. Postup vychádza z charakteristiky poruchy základného prvku a z funkčnej štruktúry prvku. Stanovuje sa vzťah medzi poruchami prvku a poruchami systému, alebo zlyhanie funkcie prvku, resp. systému. Pri uvažovaní porúch druhého a vyššieho rádu v konkrétnej úrovni systému je niekedy nutné uvažovať aj s postupnosťou v čase. FMEA je obmedzená na kvalitatívnu analýzu spôsobu porúch v sledovanom systéme a nezahŕňa ľudské (systémová FMEA zahŕňa) a softwarové chyby napriek skutočnosti, že v bežných systémoch existujú takéto chyby. (<http://blog.ttsystems.sk>)

## 2.2 VÝVOJ FMEA

Metóda FMEA bola vyvinutá v šesťdesiatych rokoch pre analýzy spoľahlivosti zložitých systémov v kozmickom výskume a pre jadrovú energetiku v USA. Bola vyvinutá Národnou spoločnosťou pre vesmír a kozmonautiku NASA pre projekt APOLLO. Veľmi skoro sa ujala aj v iných priemyselných oblastiach, najmä v automobilovom priemysle. V Európe začala ako prvá používať túto metódu firma FORD v roku 1977 (koncern Volkswagen používa metódu od roku 1984). V systémoch manažérstva kvality najmä v automobilovom priemysle bola FMEA rozvinutá do podoby systémovej metódy. Analýza príčin a dôsledkov porúch, resp. podľa STN IEC 60812: Analýza spôsobov a dôsledkov porúch, je v súčasnosti jedným zo základných nástrojov aplikovaných v rámci štandardov ISO 9000 a predstavuje základ filozofie údržby zameranej na bezporuchovosť – RCM (Reliability Centred Maintenance). Jej úlohou je vykonávať analýzu tak, aby výsledkom jej aplikácie sa problémom predchádzalo alebo sa efektívne riešili, t.j. minimalizovali ich negatívne dopady. Pri posúdení jej historického vývoja môžeme z hľadiska jej využitia definovať nasledujúce kroky:

- ✚ **Klasicky spoľahlivostná metóda** – vojenská oblasť, kozmické lety, konštrukcia
- ✚ **metóda zlepšovania procesov** – automobilový priemysel (VDA 4.2, QS 9000)
- ✚ **metóda na stanovenie odpovedajúcich stratégií údržby** (RCM, TPM)
- ✚ **metóda ako podpora analýzy rizík v rámci prevencie závažných priemyselných havárií,**
- ✚ **metóda na analýzu reálneho stavu a vynaložených nákladov** (napr. náklady v súvislosti so vznikom prestoj v údržbe a pod.). Napriek tomu, že táto analýza je subjektívna a časovo náročná metóda (najmä prvýkrát), predstavujúca určitý „chorobopis“ posudzovanej prevádzky, jej jednoduchosť prináša neodškriepiteľný efekt pri riešení problémov. (<http://www.kvalitaprodukcie.info>)

Ako sa historicky menili hodnotové rebríčky najmä z hľadiska posudzovania, čo spoločnosť, resp. zákazník očakáva od výroby, produktu, prostredia, v ktorom sa nachádza, menili sa aj variácie tejto metódy a vnikala tzv. FMECA (Failure Mode and Effect Critical Analysis), systémová FMEA členená na FMEA procesu, výrobu, zariadenia, konštrukcie a pod.

(<http://www.kvalitaprodukcie.info>)



## **2.3 CIELE FMEA**

Ciele metódy FMEA sú:

- ✚ Vyhodnotiť dôsledky a postupnosť javov pre každý zistený spôsob poruchy prvku spôsobenú akoukoľvek príčinou v rôznych funkčných úrovniach,
- ✚ určiť významnosť alebo kritičnosť každého spôsobu poruchy s ohľadom na správne vykonávanie funkcie s uvažovaním dôsledku pri vopred zvolených kritériách, napr. kritérium bezpečnosti,
- ✚ klasifikovať zistené spôsoby porúch podľa toho, ako ľahko sa dá zistiť, diagnostikovať, testovať,
- ✚ určiť ukazovatele významnosti a pravdepodobnosti poruchy, v prípade ak sú k dispozícii potrebné údaje. ( Girmanová, 2009)

## **2.4 PREDMET FMEA**

FMEA je postup, ktorý popisuje spôsob a dôsledok poruchy. Logickým rozšírením FMEA o zváženie dôsledku poruchy a pravdepodobnosti výskytu spôsobu porúch je metóda FMECA. Závažnosť, resp. dôsledok poruchy je zatriedovaný do niekoľkých tried v závislosti na zvolených kritériách, napr. bezpečnosť (usmrtenie, ľahký úraz, ťažký úraz). Obe metódy umožňujú identifikovať poruchy s významnými následkami, ktoré ovplyvňujú funkcie systému.

Vo všeobecnosti platí, že poruchy, resp. spôsob porúch ľubovoľného prvku systému, negatívne ovplyvňujú funkčnosť celého systému. Pri štúdiu bezpečnosti, spoľahlivosti a prevádzkyschopnosti sa vyžaduje kvantitatívna a kvalitatívna analýza, ktoré sa vzájomne dopĺňajú. Metódy kvantitatívnej analýzy umožňujú výpočet a predpoveď sledovaných parametrov analyzovanej funkcie, činnosti.

Postup analýzy je možné uplatniť v konkrétnej úrovni systému, úrovni prvku, pre ktoré sú k dispozícii kritériá porúch. Postup vychádza z charakteristiky poruchy základného prvku a z funkčnej štruktúry prvku. Stanovuje sa vzťah medzi poruchami prvku a poruchami systému, alebo zlyhanie funkcie prvku, resp. systému. Pri uvažovaní

porúch druhého a vyššieho rádu v konkrétnej úrovni systému je niekedy nutné uvažovať aj s postupnosťou v čase.

FMEA je obmedzená na kvalitatívnu analýzu spôsobu porúch v sledovanom systéme a nezahŕňa ľudské (systémová FMEA zahŕňa) a softwarové chyby napriek skutočnosti, že v bežných systémoch existujú takéto chyby.

**Porucha** (Failure) – koniec schopnosti objektu vykonávať požadovanú funkciu (objekt má chybu, ktorá môže byť čiastková alebo celková). Porucha je udalosť, chyba, stav.

**Chyba** (Fault) – stav objektu charakterizovaný jeho neschopnosťou vykonávať požadovanú funkciu okrem neschopnosti z dôvodov preventívnej údržby alebo iných plánovaných činností alebo z dôvodu chýbajúcich vonkajších zdrojov. Z kvalitatívneho hľadiska výrobku – chyba je stav, kedy produkt alebo služba nespĺňa požiadavky zákazníka. (<http://blog.ttsystems.sk>)

## 2.5 TYPY FMEA

### 2.5.1 Procesná FMEA

Procesná FMEA alebo FMEA produkčných procesov zase odstraňuje možné nedostatky ešte pred zahájením sériovej výroby.

Cieľom systémovej FMEA je odstraňovať možné nedostatky produktov a produkčných procesov. Použitie:

- ✚ Pri príprave návrhov (priradovanie procesov a zariadení k výrobkom)
- ✚ skúma chyby výroby, montáže
- ✚ berie do úvahy výsledky z konštrukčnej FMEA
- ✚ použitie nového procesu (s poznateľnou zmenou)
- ✚ použitie novej suroviny (materiálu)
- ✚ použitie novej technológie (v celom procese/častiach).

### 2.5.2 Konštrukčná FMEA

Konštrukčná FMEA nazývaná aj ako FMEA návrhu produktu ma za úlohu odstrániť možné nedostatky návrhu ešte pred jeho zavedením do výroby.

Používa sa:

- ✚ Pri novom ciele využitia produktov
- ✚ pri obzvlášť rizikových faktoroch bezpečnosti
- ✚ skúma všetky možné chyby (zlyhania) systému, podsystemu, komponentu  
rozbor sa robí v konštrukčnej fáze nového výrobku
- ✚ preveruje sa konštrukčná dokumentácia pred začatím výroby (prototypu alebo overovacej série).

### 2.5.2 FMEA výrobku

Systémová FMEA výrobku skúma možné chyby funkcií celého výrobku (napr. prevodovky motora) a postupne pokračuje až k chybám jednotlivých dielov. Pre každú chybu dielu sa vyhľadávajú jej príčiny v jeho vlastnostiach (rozmer, tvrdosť, materiál) alebo prípadne v konštrukčnom riešení. Táto FMEA obyčajne zasahuje až do samotnej konštrukcie výrobku, preto sa tiež niekedy uvádza ako konštrukčná FMEA. Výhodne sa využíva pri navrhovaní nových výrobkov, kde ešte v predvýrobnej etape je možné „vychytat“ potenciálne chyby výrobku a následne navrhnúť opatrenia na ich predchádzanie. Posudzovanie sa vykonáva tímovou prácou za účasti odborníkov z rôznych útvarov (napr. vývoj, výroba, kvalita, bezpečnosť, predaj a pod.). Jej aplikácia sa stala základným nástrojom manažérstva kvality. ( Girmanová, 2009)

## 2.6 DOKUMENTÁCIA FMEA

Celá FMEA analýza podľa VDA 4.2 je realizovaná na jednom formulári, vrátane hodnotenia rizík. Inak je to v ponímaní normy STN IEC 60812, kde na jednom formulári sa vykoná kvalitatívna analýza príčin, spôsobov a dôsledkov porúch a potom sa pre každý prvok pomocou sieťového grafu vykoná analýza kritičnosti. Je zrejmé, že je efektívnejšie a prehľadnejšie, ak sa analýza rizík vykoná spolu s analýzou porúch na jednom formulári. Formulár obsahuje:

- ✚ **Číslo uzla** – slúži na presnú identifikáciu miesta poruchy vzhľadom na zariadenie alebo celkový proces. Pomocou neho je možné presne identifikovať, o ktorú časť zariadenia/procesu ide a aké je jej postavenie vzhľadom na celý systém.
- ✚ **Miesto chyby** – určuje na ktorom čiastkovom prvku došlo k poruche.

- ✚ **Prejav/spôsob chyby** – určuje, akým spôsobom sa daná porucha prejaví, čiže to, ako pracovník zistí, že došlo k poruche (napr. vizuálne zistí nejakú netesnosť, zacíti nejaký zápach, počuje nejaký neprímeraný hluk a pod.).
- ✚ **Dôsledok chyby** – popisuje, čo daná porucha spôsobí vzhľadom na proces/zariadenie (resp. okolie).
- ✚ **Príčina chyby** – charakterizuje stavy alebo okolnosti, činnosti, nedovolené prevádzkové stavy, alebo rozhodnutia osôb, ktoré podmienia, alebo urýchlia mechanizmus vzniku daného javu.
- ✚ **Vz, Vy, Od** – charakteristiky, ktoré určujú mieru rizika (závažnosť poruchy a pravdepodobnosť, že k danej poruche dôjde), ich hodnoty sú volené podľa príslušných tabuliek (matíc).
- ✚ **Bezpečnosť – B, Kvalita – Q, Enviroment – E:** slúži na presnejšiu špecifikáciu dôsledku poruchy, teda či daná porucha môže mať dopad na bezpečnosť, kvalitu a životné prostredie (ÁNO- A, NIE- N). Formulár je vhodné doplniť o túto analýzu (B,Q,E) kvôli tomu, že MR nemá až takú výpovednú hodnotu z hľadiska negatívneho dopadu. Napríklad, ak hodnota ukazovateľa MR je rovná 60, štandardne sa nepovažuje za príliš vysokú, vzhľadom na to, že maximálna hodnota ukazovateľa môže byť až 1000 (doporučená medza je  $MR=120$ ). V prípade, že táto hodnota hovorí o tom, že sa jedná o poruchu, pri ktorej môže dôjsť k usmrteniu pracovníka ( $Vz = 10$ ), poruchu, ktorej predpokladaný výskyt je síce malý ( $Vy=2$ ) a ľahko odhaliteľný ( $Od=3$ ), ale v závislosti od ľudského faktora sa táto hodnota vôbec nejaví nízka. Prirodzene sa žiada navrhnúť nejaké opatrenia na zabránenie vzniku tejto poruchy. Inak by to bolo pri rovnakej hodnote  $MR= 60$ , ale pre  $Vz=2$   $Vy=6$   $Od=5$ . Preto je vhodné urobiť toto rozšírenie formulára o takúto analýzu. Ďalšou výhodou tohto rozšírenia je to, že pri vyhodnotení je možné jednoduchšie vyselektovať aj pri nižších hodnotách MR prvky zariadení/procesov, ktorých poruchy by mohli viesť k nežiaducim vplyvom na zdravie a životy ľudí, k závažným dopadom na životné prostredie alebo kvalitu výrobného procesu. Na základe toho je možné prioritne pre tieto prvky navrhnúť vhodné a efektívne opatrenia.
- ✚ **Prestoj (P)** – dĺžka trvania prestoja v hodinách.
- ✚ **MR** – rizikové prioritné číslo vyjadruje mieru rizika ( $MR/P$  alebo RPN).

- ✚ **Odporúčané opatrenia** – návrh opatrení, ktoré zamedzia vzniku negatívneho javu. K ich návrhu je možné pristupovať tiež na základe hodnoty MR alebo na základe dopadov. Pri veľmi nízkej hodnote MR (napr. MR=10) môže byť návrh opatrení neefektívny.
- ✚ **Zodpovedný** – meno pracovníka zodpovedného za vykonanie opatrení.
- ✚ **Prevedené opatrenia** – vykonané opatrenia na zlepšenie stavu. Formulár je rozšírený aj o opätovné hodnotenie rizika po vykonaní doporučených opatrení. (<http://www.kvalitaprodukcie.info>)

Podnik/Prevádzka:				Systémová FMEA procesu				Číslo FMEA: Strana:            z				
Proces/Systém:				Zodpovednosť:				Spracoval:				
Podproces/Subsystém:				Tím:				Dátum vykonania: (pôvodný) ..... (revidovaný) .....				
Funkcia procesu	Možná porucha (prejav)	Možné príčiny	Možné dôsledky	B	E	K	P	Vy	Vz	Od	MR/P	Doporučené opatrenia
Strihanie plechu	Deformácia	Otupenie hrán	Nedá sa zvrátať	N	N	A	A	4	8	4	128	
	Zubkovatosť	Zlé zoradenie nožnic	Poranenie obsluhy	A	N	A	N	2	9	4	72	
...	...											

\* B – dopad na bezpečnosť,  
E – environment,  
K – kvalitu.

Obr. 2 Príklad formulára pre systémovú FMEA procesu

## 2.7 MOŽNOSTI POUŽITIA

V nasledujúcich bodoch sú zhrnuté podrobnejšie možnosti aplikácie a prínosy FMEA:

- ✚ identifikovanie porúch, ktoré, sa vyskytnú samostatne, alebo majú neprijateľné, významné dôsledky a určia sa tie spôsoby porúch, ktoré by mohli vážne ovplyvniť požadovanú prevádzku. Jedným z dôsledkov môžu byť i závislé poruchy,

- # stanovenie požiadavok na zálohovanie, vlastnosti návrhu, ktoré zvyšujú pravdepodobnosť porúch typu „fail-safe“ (bezpečný pri poruche), ďalšie zjednodušenie návrhu a zníženie obtiažnosti,
- # stanovenie kritérií na výber možných alternatívnych materiálov, dielcov, zariadení a prvkov,
- # identifikovanie závažných dôsledkov porúch a potreby preskúmania a revízie návrhu,
- # poskytnutie logického modelu na vyhodnotenie pravdepodobnosti vzniku abnormálnych prevádzkových podmienok systému,
- # oddialenie kritických miest systému, kde by mohli nastať problémy s právnou zodpovednosťou za výrobok, s bezpečnosťou, alebo odhalenie nesúladu s požiadavkami predpisov,
- # zaistenie, aby skúšobnou prevádzkou bolo možné odhaliť potenciálne spôsoby porúch,
- # stanovenie prevádzkových cyklov, pri ktorých dochádza k poruchám z opotrebenia a tým umožniť ich prevenciu,
- # sústredenie pozornosti na kľúčové oblasti pre riadenie kvality, kontrolu a riadenie výrobného procesu,
- # stanovenie požiadaviek na zber dát pri vývojových a záverečných skúškach, aj v priebehu prevádzky,
- # poskytnutie informácií pre výber miest na preventívnu údržbu, na spracovanie návodov pre opravárov a pre výber vhodných testovacích zariadení a príslušných testovacích miest

## **2.8 POSTUP FMEA**

### **2.8.1 Postup aplikácie**

- # Popis systému a jeho základných funkcií,
- # vypracovanie funkčných blokových štruktúr,
- # stanovenie základných princípov a spôsobu dokumentácie postupu,
- # identifikácia porúch, ich príčin a dôsledkov,
- # voľba metódy na identifikáciu a izoláciu porúch,
- # návrh konštrukčných a prevádzkových opatrení,

- ✚ odporúčania.

### 2.8.2 Postup FMEA podľa normy STN IEC 60812

- ✚ Definícia systému a určenie jeho funkčných a minimálnych prevádzkových požiadaviek,
- ✚ vypracovanie funkčných a spoľahlivostných blokových diagramov, matematických modelov a popisov,
- ✚ stanovenie základných princípov a príslušnej dokumentácie potrebnej pre analýzu,
- ✚ identifikácia spôsobu porúch, ich príčin a dôsledkov a ich relatívne dôležitosti a postupnosti. Nástroje zlepšovania kvality ,
- ✚ identifikácia metód a spôsobov k detekcii a izolácii porúch,
- ✚ identifikácia konštrukčných a iných prevádzkových opatrení na zabránenie zvlášť negatívnych javov,
- ✚ určenie kritičnosti, rizikovosti poruchy (len FMECA),
- ✚ vyhodnotenie pravdepodobnosti poruchy (len FMECA),
- ✚ vyšetrenie špecifických kombinácií viacnásobných porúch, ktoré sa majú podľa potreby uvažovať,
- ✚ odporúčania. (<http://www.kvalitaprodukcie.info>)

### 2.8.3 Postup systémovej FMEA

V minulosti pri používaní FMEA, či už konštrukčnej alebo procesnej, dochádzalo k týmto základným nedostatkom:

- ✚ Pri konštrukčnej FMEA sa poruchy skúmali iba na úrovni dielov. Neskúmali sa vzájomné funkčné súvislosti jednotlivých dielov,
- ✚ pri procesnej FMEA sa možné poruchy skúmali len v jednotlivých operáciách procesu,
- ✚ nevykonávala sa systematicky členená potrebná analýza až po vybavenie, nástroje a stroj,
- ✚ nebol zohľadnený vplyv človeka, resp. prostredia, do akej miery sa podieľal na vzniku porúch. (<http://www.kvalitaprodukcie.info>)

Tieto nedostatky si vyžiadali ďalší vývoj metódy v smere systémovej FMEA výrobku, systémovej FMEA procesu. Pri spracovaní systémovej FMEA výrobkov alebo procesov sú popri doterajších konštrukčných, alebo procesných FMEA vykonávané nasledujúce kroky:

- ✚ Štruktúrovanie skúmaného systému na prvky a znázornenie vzájomných funkčných súvislostí týchto prvkov,
- ✚ určenie možných porúch prvkov systému, vyplývajúcich z uvedených funkcií systému.

Na to nadväzujú logické reťazce súvisiacich chybných funkcií rôznych prvkov systému, aby tým bolo umožnené v systémovej FMEA stanoviť analyzované možné následky porúch, poruchy a príčiny porúch.

## **2.9 PRÍKLADY POUŽITIA A RIEŠENIA FMEA**

**Metóda FMEA sa čiastočne modifikuje pri používaní podľa praktického účelu:**

- ✚ FMEA návrhu produktu s cieľom odstrániť možné nedostatky ešte pred jeho schválením do výroby,
- ✚ FMEA produkčných procesov s cieľom odstrániť ich možné nedostatky ešte pred zahájením sériovej výroby,
- ✚ FMEA systémová, ktorej cieľom je súbežne odstrániť možné nedostatky produktov a produkčných procesov.

**Stav systémov a procesov sa podrobnejšie rozdeľuje na:**

- ✚ Ideálny – bez odchýlok,
- ✚ normálny – má odchýlky, ktoré sa dajú normálne vyregulovať,
- ✚ adaptabilný – dosahujúci stav, ktorý vyžaduje zásahy nad rámec normálnej regulácie,
- ✚ mutačný – keď sa dosiahnu hodnoty mimo obvyklého rámca daného druhu procesov,
- ✚ poruchový – keď prestane akákoľvek činnosť z predchádzajúcich, ale patriacich do vopred vyšpecifikovaných situácií,
- ✚ havarijný – stav s rozsiahlymi poruchami,
- ✚ katastrofálny – keď oprava nie je prakticky možná a systém zaniká.

**Pre určenie rizikového čísla je dôležité:**

- ✚ Viest' záznamy o poruchách,
- ✚ určiť 8 porúch považovaných za vážne,
- ✚ určiť pravdepodobnosť výskytu poruchy F,
- ✚ ohodnotiť následky porúch E,



- ✚ určit pravdepodobnosť detekcie porúch pred ich pôsobením D,
- ✚ vypočítať rizikové čísla  $R = F \cdot E \cdot D$ ,
- ✚ určit priority pre odstraňovanie príčin vzniku porúch.

#### **Tím FMEA**

- ✚ **Vedúci tímu** -- technolog alebo konštruktér,
- ✚ **členovia tímu** -- konštruktér, technolog, inžinier kvality, servisný pracovník, zákazník, dodávateľ, ekonóm,
- ✚ **tím FMEA** má spravidla od 4 až po 8 členov.

#### **Burza FMEA v organizácii**

- ✚ Existencia centra FMEA,
- ✚ používanie jednotných metodík a jednotnej dokumentácie,
- ✚ počítačová podpora FMEA,
- ✚ banka údajov FMEA,
- ✚ informačný systém FMEA,
- ✚ FMEA ako trvalá metóda zabezpečovania kvality produkcie v organizácii.

### 3 CIEĽ PRÁCE

V bakalárskej práci sa sústreďujeme na splnenie nasledujúcich úloh:

- ✚ Identifikácia možných porúch v spoločnosti VOLKSWAGEN SLOVAKIA, a.s.,
- ✚ popis a aplikácia metódy FMEA, analýzy rizík v spoločnosti VOLKSWAGEN SLOVAKIA a.s.,
- ✚ prehľad zodpovedností a právomocí pri aplikácii a realizácii analýzy rizík FMEA,
- ✚ zistenie možných chýb a prijatie nových opatrení, ktorými je možné zabrániť chybe použitím analýzy rizík FMEA.

## **4 METODIKA PRÁCE**

Témou bakalárskej práce bude spracovanie problematiky hodnotenia rizika a prijatie nových opatrení na ich zníženie, prípadne odstránenie. Problematika manažmentu rizika predstavuje významnú úlohu v oblasti bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci. Ovplyvňuje taktiež oblasť kvality služieb, výrobkov a procesov.

### ***4.1 CHARAKTERISTIKA SPOLOČNOSTI VOLKSWAGEN SLOVAKIA, a.s.***

Pri hodnotení rizík budeme sledovať vybrané procesy, ktoré pribiehajú v spoločnosti VOLKSWAGEN SLOVAKIA, a.s. v Bratislave, ktorej činnosť sa zaoberá hlavne výrobou dielov a súčiastok pre automobilový priemysel. Preštudujeme informácie o najčastejších metódach riadenia a hodnotenia rizík a následne zvolíme najvhodnejšiu metódu na sledovanie vybraného procesu.

### ***4.2. VÝBER ANALÝZY RIZÍK***

Nástroj, ktorým sme sa rozhodli hodnotiť riziká bude metóda FMEA, ktorá je súčasťou preventívneho riadenia kvality. Metóda FMEA je tímová analýza možnosti vzniku chýb a porúch v posudzovanom návrhu. Umožňuje nám určenie možných rizík, návrh, realizáciu opatrení, ktoré vedú k zlepšovaniu kvality už pri ich návrhu, nakoľko zo skúseností vyplýva, že použitím metódy FMEA môžeme odhaliť 70 – 90 % možných nezhôd.

### **4.3 REALIZÁCIA ANALÝZY RIZIKA FMEA v spoločnosti VOLKSWAGEN SLOVAKIA, a.s**

#### **4.3.1 Základné právomoci a zodpovednosti pri analýze FMEA**

Je potrebné rozlišovať právomoci a zodpovednosti pri riešení a vyhodnotení analýzy rizík, získať prehľad o organizácii v sledovanej spoločnosti.

#### **4.3.2 Stanovenie možných chýb, následkov chýb a ich príčin**

Nasledujúcim krokom je preskúmanie otázky súvisiacej s problematikou príčin vzniku neželaných rizík a udalostí, taktiež ich priebehu a následkov. Zároveň vyhľadávanie vhodných odpovedí na otázky, ako týmto udalostiam predchádzať a v prípade že nastanú, ako sa správať a analyzovať ich.

#### **4.3.3. Spracovanie výsledkov**

Výsledky získané metódou FMEA budú spracované v podobe formuláru analýzy FMEA.

## 5 VÝSLEDKY PRÁCE

### 5.1 CHARAKTERISTIKA SPOLOČNOSTI

Spoločnosť VOLKSWAGEN SLOVAKIA, a.s. má po celom svete 47 výrobných závodov, ktorými je zastúpený v 11 krajinách Európy ( Belgicko, Česká republika, Taliansko, Veľká Británia, Nemecko, Slovenská republika, Poľsko, Rusko, Maďarsko, Portugalsko, Španielsko a Ukrajina) a v 7 krajinách Ameriky, Afriky, Ázie. Vo všetkých svojich závodoch vyrobí priemerne 21 500 automobilov denne. Automobily sa vyrábajú vo viac ako 150 štátoch.

Spoločnosť VOLKSWAGEN SLOVAKIA, a.s., bratislavský výrobný-montážny závod nemeckého koncernu VOLKSWAGEN AG produkuje v Bratislave osobné automobily a montuje prevodovky a v závode v Martine komponenty pre automobily a prevodovky.

Spoločnosť VOLKSWAGEN SLOVAKIA, a.s., je jedným z najväčších slovenských exportérov a jeho vývoz predstavuje viac ako 7 % celkového exportu Slovenskej republiky.-

### 5.2 POSTUP FMEA V ORGANIZÁCIÍ

Zákazník. Predstavuje konečného spotrebiteľa. Pri analýze FMEA procesu môže ísť čo sa týka pojmu "zákazník" o akúkoľvek nasledujúcu operáciu pri výrobe súčiastok alebo pri ich montáži či servise.

**Vedúci tímu analýzy FMEA konštrukcie zodpovedá za:**

- ✚ Presné vypracovanie formuláru FMEA,
- ✚ výber príslušných odborníkov z jednotlivých oddelení, odporúčané zloženie tímu je max. 4 – 5 pracovníkov z technických oddelení,
- ✚ za prácu tímu,
- ✚ zabezpečenie údajov a podkladov,
- ✚ vecné a termínové dodržiavanie plánu a sledovanie priebehu FMEA,
- ✚ zapojenie iných potrebných odborníkov do postupu činností tímu,
- ✚ dohodnutie a organizáciu stretnutí ,
- ✚ zabezpečenie ochrany dokumentácie FMEA voči nepovoleným osobám.

Tabuľka č. 1: Matica zodpovedností za procesné činnosti podľa analýzy FMEA – konštrukcie:

Činnosť	Zodpovednosť – útvar, úsek				
	Riaditeľ technického úseku	Oddelenie technickej podpory	Vedúci FMEA tímu	Člen FMEA -tímu	Projektová kancelária
Výber prístroja na analýzu	Zodpovedá	Spolupracuje	-	-	-
Zaradenie analýzy FMEA do konštrukčného plánu projektu	-	-	-	-	Zodpovedá
Vymenovanie vedúceho FMEA tímu	Zodpovedá/ spolupracuje	Spolupracuje	-	-	-
Výber vhodných odborníkov od tímu	-	-	Zodpovedá	-	-
Podpora práce v tíme FMEA	Zodpovedá	-	-	-	-
Vedenie práce tímu FMEA	-	-	Zodpovedá	Spolupracuje	-
Zabezpečovanie údajov a podkladov	-	-	Zodpovedá	Spolupracuje	-
Aktívne zapájanie sa do práce tímu	-	-	Zodpovedá	Zodpovedá/ spolupracuje	-
Presné vypracovanie formulára FMEA	-	-	Zodpovedá	Spolupracuje	-

#### Vedúci tímu analýzy FMEA procesu zodpovedá za:

- ✚ Presné vypracovanie FMEA formulárov a ich distribúciu kompetentným členom FMEA tímu a ďalším útvarom,
- ✚ zohľadňovanie a preverovanie rizikovosti,
- ✚ výber vhodných pracovníkov z príslušných odborných oddelení, zloženie tímu. Odporúčané zloženie je max. 4-5 pracovníkov z technický oddelení, vedenie tímu
- ✚ termíny jednaní tímu, aby bol dodržiavaný plán projektu,
- ✚ dodržiavanie termínov jednotlivých úloh, stanovenie zodpovednosti za úlohy,
- ✚ informovanie kompetentných osôb o výsledkoch analýzy FMEA procesu.

Tabuľka č. 2: Matica zodpovedností za procesné činnosti podľa analýzy FMEA – procesu (nové projekty):

Činnosť	Zodpovednosť – útvar, úsek				
	Riaditeľ technického úseku	Oddelenie technickej podpory	Vedúci FMEA tímu	Člen FMEA -tímu	Projektová kancelária
Výber prístroja na analýzu	Zodpovedá/ spolupracuje	Spolupracuje	-	-	-
Zaradenie analýzy FMEA do konštrukčného plánu projektu	-	-	-	-	Zodpovedá
Vymenovanie vedúceho FMEA tímu	Zodpovedá/ spolupracuje	Spolupracuje	-	-	-
Výber vhodných odborníkov od tímu	-	-	Zodpovedá	-	-
Podpora práce v tíme FMEA	Zodpovedá	-	-	-	-
Vedenie práce tímu FMEA	-	-	Zodpovedá	Spolupracuje	-
Zabezpečovanie údajov a podkladov	-	-	Zodpovedá	Spolupracuje	-
Aktívne zapájanie sa do práce tímu	-	-	Zodpovedá	Zodpovedá/ spolupracuje	-
Presné vypracovanie formulára FMEA	-	-	Zodpovedá	Spolupracuje	-

Tabuľka č. 3: Matica zodpovedností za procesné činnosti podľa analýzy FMEA – procesu (sériové výrobky):

Činnosť	Zodpovednosť – útvar, úsek				
	Riaditeľ technického úseku	Oddelenie technickej podpory	Vedúci FMEA tímu	Člen FMEA - tímu	Projektová kancelária
Výber prístroja na analýzu	Zodpovedá/ spolupracuje	Spolupracuje	-	-	-
Vymenovanie vedúceho FMEA tímu	Zodpovedá/ spolupracuje	Spolupracuje	-	-	-
Výber vhodných odborníkov od tímu	-	-	Zodpovedá	-	-
Podpora práce v tíme FMEA	Zodpovedá	-	-	-	-
Vedenie práce tímu FMEA	-	-	Zodpovedá	Spolupracuje	-
Zabezpečovanie údajov a podkladov	-	-	Zodpovedá	Spolupracuje	-
Aktívne zapájanie sa do práce tímu	-	-	Zodpovedá	Zodpovedá/ spolupracuje	-
Presné vypracovanie formulára FMEA	-	-	Zodpovedá	Spolupracuje	-

### Bežne používané slová – príklady:

- |                 |                         |
|-----------------|-------------------------|
| ✚ odlomený      | ✚ neukazuje             |
| ✚ opotrebovaný  | ✚ bez funkcie           |
| ✚ padá          | ✚ klepe                 |
| ✚ nezamyká      | ✚ vhlký                 |
| ✚ poškodený     | ✚ zlomený               |
| ✚ chýba         | ✚ nedodrží              |
| ✚ vypadaný      | ✚ nenastaviteľný        |
| ✚ nejde         | ✚ neodsúhlasený         |
| ✚ kmitá         | ✚ vlnitý                |
| ✚ zadretý       | ✚ nevypína              |
| ✚ ostrá hrana   | ✚ strieka               |
| ✚ rozliaty      | ✚ upchatý               |
| ✚ nezapadá      | ✚ vibruje               |
| ✚ zle nastavené | ✚ znečistený            |
| ✚ krehké        | ✚ hrubý                 |
| ✚ voľný         | ✚ nie je podľa predpisu |
| ✚ nehodí sa     | ✚ spálený               |
| ✚ deformovaný   |                         |

### Heslovité vyjadrovanie dôsledkov chýb – príklady:

- |                   |                          |
|-------------------|--------------------------|
| ✚ odpadnutie      | ✚ puklina                |
| ✚ znečistenie     | ✚ netesnosť              |
| ✚ úraz            | ✚ nestabilita            |
| ✚ korózia         | ✚ zmena farby            |
| ✚ povrchová chyba | ✚ zlý vzhľad             |
| ✚ chemické        | ✚ opotrebenie            |
| ✚ zloženie        | ✚ nebezpečenstvo výbuchu |
| ✚ rozbitý         | ✚ porušenie predpisov    |



### Heslá – príklady:

- ✚ motivácia
- ✚ únava
- ✚ teplo
- ✚ vlhkosť
- ✚ nenamazané
- ✚ bez funkcie
- ✚ nesprávna vôľa
- ✚ vymeniteľnosť
- ✚ nezhodný materiál
- ✚ bez návodu
- ✚ chyba nastavenia
- ✚ chyba materiálu
- ✚ nedostatočné preskúmanie
- ✚ kmitanie
- ✚ extrémne teploty
- ✚ pohyb personálu
- ✚ opotrebený dielec
- ✚ preťaženie
- ✚ lícovanie
- ✚ upevnenie
- ✚ preťaženie
- ✚ spojenie materiálu
- ✚ nedostatočné chladenie
- ✚ vniknutie vody

### Chyba – možná (potencionálna)

Ako možnú chybu sa určí spôsob, ktorým montážna skupina, technický prvok alebo súčiastka nevyhovuje schválenej konštrukcii, požiadavkám procesu.

Možná chyba je opis reklamačného dôvodu pri určitej operácii. Môže byť taktiež dôvod pre chybu nasledujúcej operácie, alebo tiež dôsledok chyby z predchádzajúcej operácie.

Predpokladá sa, že materiál určený pre danú operáciu je v súlade s jej požiadavkami. Je teda potrebné uviesť všetky možné chyby pre daný proces, v závislosti od vlastností procesu alebo súčiastok. Vychádza sa z možnosti vyskytnutia chyby. Riešenia, ktoré by mal hľadať technik procesu:

- ✚ Aký spôsobom by súčiastka nemohla vyhovieť špecifikácii ?
- ✚ Čo by mohol zákazník a to bez ohľadu na technickú špecifikáciu( nasledujúca operácia lebo spotrebiteľ respektíve servis) považovať za nežiaduce ?
- ✚ Dobré východisko pre rozoznávanie možných chýb je porovnávanie s procesmi inými. Je však potrebné v tejto súvislosti dobre poznať konštrukčný zámer

### Typické chyby – príklady:

- |                     |             |
|---------------------|-------------|
| ✚ porézne           | ✚ veľké     |
| ✚ tesné alebo voľné | ✚ malé      |
| ✚ znečistené        | ✚ porézne   |
| ✚ ostré hrany       | ✚ odfarbené |
| ✚ zablokované       | ✚ zlomené   |
| ✚ chýbajúci otvor   | ✚ netesné   |
| ✚ deformované       | ✚ chýba     |
| ✚ skrútené          |             |

### Dôsledky chyby – možné (potencionálne)

Možný dôsledok chyby sa popisuje ako účinok chyby a to tak, ako chybu zákazník spozoruje či pocíti. Ak zákazník predstavuje konečného spotrebiteľa, dôsledky chyby sa potom vzťahujú na pracovný režim systému, vozidla. Ak je zákazník nasledujúcou či jednou z následných operácií, dôsledky chýb sa vzťahujú na funkciu procesu.

### Dôsledky chýb – príklady:

- |                                  |                        |
|----------------------------------|------------------------|
| ✚ roztrhnutie                    | ✚ nedá sa zmotat'      |
| ✚ netesní                        | ✚ korózia              |
| ✚ zlomenie                       | ✚ povrchové vady       |
| ✚ nedá sa závitovať alebo vrtat' | ✚ zneuctenie zákazníka |
| ✚ úraz, ohrozenie                |                        |

### Príčina chyby – potencionálna (možná)

Potencionálna príčina chyby opisuje známu činnosť. Chyby je možné ovládať alebo odstrániť. Každá jedna príčina chyby sa čo najpodrobnejšie uvedie do formulára. FMEA je uzatvorená ak, sa príčina vzťahuje výnimočne na jednu chybu, to znamená že odstránením príčiny je odstránená aj chyba.

Chyby však nevyvoláva vo väčšine prípadov len jedna príčina. Preto sa odporúča postupovať po jednotlivých špecifikáciách, ktoré sú uvedené v kontrolovanom postupe príslušnej operácie pre odstránenie a kontrolovanie príčin.

### **Príklady – typické príklady príčin:**

- ✚ nesprávne meradlá
- ✚ nevhodné rezné podmienky
- ✚ nevhodné balenie
- ✚ nedostatočné chladenie
- ✚ nevhodná úprava povrchu
- ✚ nepresnosť nástroja
- ✚ nedostatočné upínanie
- ✚ nevhodný krútiaci moment
- ✚ poškodenie pri preprave
- ✚ zlé zoradenie nástroja
- ✚ zlé tepelné spracovanie

Tabuľka č. 4: Triedenie – výskyt chýb

Pravdepodobnosť (P) výskytu chyby	Hodnotenie		
Nulová P ( Chyba je skoro vylúčená, je istota, že v nasledujúcej operácii bude prípadná chyba odhalená)	1		
Veľmi nízka P (ojedinelý pravdepodobný výskyt)	2		
Nízka ( 100 % automatická kontrola jednoduchého znaku)	3		
Mierna ( Chyby, ktoré sa vyskytujú iba občas, v procese je potrebná zmena pre odstránenie príčiny)	4	5	6
Vysoká (Chyba sa vyskytuje často, proces je považovaný za problémový, preto musí byť prepracovaný)	7	8	
Veľmi vysoká (Proces musí byť riešený nakoľko je výskyt chyby istý.)	9	10	

Výskyt je vyjadrený počtom, ktorým sa bude predpokladaná chyba vyskytovať na základe určitej príčiny.

Tabuľka č. 5: Triedenie – význam chýb

Význam	Kritérium	Hodnotenie
Veľmi nepatrný	Chyba bude mať pravdepodobne veľmi nepatrný vplyv na sledovaný prvok, predpokladáme, že zákazník si chybu vôbec neuvedomí.	1
Nepatrný	Je potreba malého zvyšovania prácností nakoľko je chyba málo významná.	2 3
Mierny	Je nevyhnutná potreba úpravy, chyba je stredne vážna, nespôsobuje však poškodenie prvku	4 5 6
Vysoký	Nastávajú vážne poruchy, bezpečnosť ale nie je znížená. Vážna chyba zapríčiňuje nespokojnosť na strane zákazníka.	7 8
Veľmi vysoký	Veľmi vážna chyba spôsobujúca ohrozenie bezpečnosti prvku.	9 10

Významný je odhad, ktorý sa vzťahuje iba na dôsledky dôležitosti chyby u zákazníka

Tabuľka č. 6: Triedenie – odhalenia chýb

Pravdepodobnosť	%	Kritérium	Hodnotenie
Veľmi vysoká pravdepodobnosť	96 – 100	Je veľmi vysoká istota, že chyba bude odhalená.	1 2
Vysoká pravdepodobnosť	76 – 95	Automatická 100 % kontrola jednoduchého znaku, chyba je viditeľná.	3 4
Mierna pravdepodobnosť	36 – 75	Stredná pravdepodobnosť, že chyba bude odhalená, kontrola je vykonávaná porovnávaním, meraním,...	5 6
Nepatrná pravdepodobnosť	16 - 35	Veľmi nízka pravdepodobnosť, že chyba bude odhalená, ručná alebo vizuálna kontrola.	7 8
Veľmi nepatrná pravdepodobnosť	6 – 15	Nepatrná pravdepodobnosť odhalenia chyby, proces je bez kontroly.	9
Žiadna pravdepodobnosť	0 – 15	Možná chyba sa neobjaví.	10

Hodnotená je pravdepodobnosť, že bude chyba objavená v určitom procese skôr, než montážna skupina, prípadne súčiastka opustí montážnu prípadne výrobnú operáciu.

Údaje ako sú význam, objav a výskyt sa zapisujú na základe pravdepodobného odhadu. Na kvalifikáciu sa používa 10 – bodová stupnica. Súčin troch činiteľov je prioritné číslo výskytu, objavenia a významu. Ako nástroj pri hodnotení v procese sa použije hodnota (napríklad Pareto diagram). Pre prioritné číslo rizika  $>$  ako 125 je nutné prednostne stanoviť doporučené opatrenia.

### 5.3 Analýza FMEA

Tabuľka č. 7.: Formulár FMEA analýzy č. 1

Analýza FMEA - procesu							
Karoséria vozidla VOLKSWAGEN Passat Var.Comfortline 2.0 TDI 4M 6G BMT							
Zodpovedajúci za útvar:	Názov dielca:	Prístroj:		Výskyt	Význam	Objav	
	Číslo výkresu:	Rozdeľovník:					
	Zloženie tímu:						
Spolupracujúci útvar:	Vypracoval:			2	8	5	
	Dňa:						
	Schválil:						
Termín zahájenia výroby:	Dňa:			3	7	2	
Potencionálna chyba	Potencionálne dôsledky	Potencionálne príčiny chyby	Súčasný stav - ako zabrániť chybe	Výskyt	Význam	Objav	Prioritné číslo
Chyby pri kontrole funkčných parametrov v automatickom cykle	Montáž stlažená alebo nemožná, funkčná vada	Chýba svorník - vadná motáž	Vizuálna kontrola	2	8	5	80
			Výberová kontrola				
			Kontrola nastavenia stroja				
Chybný komponent	Nesplnenie požadovanej funkcie	Kazový vstupný materiál	Vstupná kontrola	3	7	2	42
			Vizuálna kontrola na viacerých úrovniach výroby				

Tabuľka č. 8.: Formulár FMEA analýzy č. 2

Analýza FMEA - procesu							
Karoséria vozidla VOLKSWAGEN Passat Var.Comfortline 2.0 TDI 4M 6G BMT							
Zodpovedajúci za útvár:	Názov dielca:	Pristroj:		Rozdeľovník:			
	Číslo výkresu:						
	Zloženie tímu:						
	Vypracoval:						
	Dňa:						
	Schválil:						
	Dňa:						
Termin zahájenia výroby:							
Potencionálna chyba	Potencionálne dôsledky	Potencionálne príčiny chyby	Súčasný stav - ako zabrániť chybe	Výskyt	Význam	Objav	Prioritné číslo
Stechený lak na karosérii	Vzhľadová chyba, nemá dopad na funkčnosť	Nanesenie hrubšej vrstvy laku	Výstupná kontrola pri balení karosérie	7	4	5	140
		Vysoká teplota vypaľovacej pece	Výstupná kontrola pri balení karosérie	2	4	5	40
Chybný spoj	Dopad na funkčnosť, vyradenie z procesu	Zlé osadenie plechu do ohýbačky	Kontrola stroja pred spustením	3	5	5	75
		Zlý rozmer plechu	Nesprávny rozmer plechu	2	5	3	30
<b>Proces</b>							

Tabuľka č. 9.: Formulár FMEA analýzy č. 3

Analýza FMEA - procesu							
Karoséria vozidla VOLKSWAGEN Passat Var.Comfortline 2.0 TDI 4M 6G BMT							
Zodpovedajúci za útvár:	Názov dielca:	Prístroj:					
	Číslo výkresu:	Rozdelovník:					
	Zloženie tímu:						
	Vypracoval:						
	Dňa:						
Spolupracujúci útvár:	Schválil:						
	Dňa:						
Termín zahájenia výroby:							
<b>Potencionálna chyba</b>	<b>Potencionálne dôsledky</b>	<b>Potencionálne príčiny chyby</b>	<b>Súčasný stav - ako zabrániť chybe</b>	<b>Výskyt</b>	<b>Význam</b>	<b>Objav</b>	<b>Prioritné číslo</b>
Nekvalitný komponent	Vzhľadová chyba, ktorá má výrazný dopad na funkciu karosérie	Nekvalitný vstupný materiál	Vizuálna kontrola	8	5	5	200
Nesprávne označenie dielu	Sťažená, prípadne nemožná montáž vo výrobe	Mechanické poškodenie	Dozrievanie stanovených pokynov a správna manipulácia s materiálom	6	8	4	192
Zámena nitu	Nesprávne spojenie	Chyba pri obsluhu	Výrobný audit, kontrola nastavenia programu stroja	1	7	4	28
			100 % kvalita pri označovaní	1	7	4	28
			100 % vizuálna kontrola, meranie kontrolným prípravkom	2	8	2	32
<b>Proces</b>							



Tabuľka č. 10.: Formulár FMEA analýzy č. 4

Analýza FMEA - procesu										
Karoséria vozidla VOLKSWAGEN Passat Var.Comfortline 2.0 TDI 4M 6G BMT										
Zodpovedajúci za útvar:	Názov dielca:	Prístroj:		Výskyt	Význam	Objav	Prioritné číslo			
	Číslo výkresu:	Rozdelovník:								
	Zloženie tímu:									
Spolupracujúci útvar:	Vypracoval:			2	8	4	64			
	Dňa:									
Termin zahájenia výroby:	Schválil:			2	8	4	64			
	Dňa:									
Proces	Potencionálna chyba	Potencionálne dôsledky	Potencionálne príčiny chyby	Súčasný stav - ako zabrániť chybe	Výberová kontrola	Uvoľnenie výroby, kontrola prvého kusu (zoraďovač + procesná kontrola)	Preventívna kontrola stroja	Sledovanie životnosti stroja meraním	Vizuálna kontrola	
	Odchýlka tvaru	Stiažená, prípadne nemožná montáž vo výrobe	Poškodený stroj	Opatrebné časti stroja						Výberová kontrola
					Opatrebné časti stroja	Poškodený stroj	Opatrebné časti stroja	Výberová kontrola	Uvoľnenie výroby, kontrola prvého kusu (zoraďovač + procesná kontrola)	
			Opatrebné časti stroja	Poškodený stroj						Opatrebné časti stroja
					Opatrebné časti stroja	Poškodený stroj	Opatrebné časti stroja	Výberová kontrola	Uvoľnenie výroby, kontrola prvého kusu (zoraďovač + procesná kontrola)	
	Opatrebné časti stroja	Poškodený stroj	Opatrebné časti stroja	Výberová kontrola						Uvoľnenie výroby, kontrola prvého kusu (zoraďovač + procesná kontrola)
Opatrebné časti stroja					Poškodený stroj	Opatrebné časti stroja	Výberová kontrola	Uvoľnenie výroby, kontrola prvého kusu (zoraďovač + procesná kontrola)	Preventívna kontrola stroja	

Tabuľka č. 11.: Formulár FMEA analýzy č. 5

Analýza FMEA - procesu							
Karoséria vozidla VOLKSWAGEN Passat Var.Comfortline 2.0 TDI 4M 6G BMT							
Zodpovedajúci za útvar:	Názov dielca:	Prístroj:		Výskyt	Význam	Objav	Prioritné číslo
	Číslo výkresu:	Rozdeľovník:					
	Zloženie tímu:						
Spolupracujúci útvar:	Vypracoval:			1	10	3	30
	Dňa:						
Termín zahájenia výroby:	Schválil:			1	10	3	30
	Dňa:						
Potencionálna chyba	Potencionálne dôsledky	Potencionálne príčiny chyby	Súčasný stav - ako zabrániť chybe	Výskyt	Význam	Objav	Prioritné číslo
Preslabenie materiálu	Zníženie pevnosti dielu	Nekvalitný vstupný materiál - mechanické vlastnosti	Vstupná kontrola materiálu, kontrola uvoľnenia materiálu pri použití, dokladovanie akosti materiálu atestom	1	10	3	30
		Nekvalitný vstupný materiál - hrúbka materiálu mimo tolerancii, zlá identifikácia	Vstupná kontrola materiálu, kontrola uvoľnenia materiálu pri použití, dokladovanie akosti materiálu atestom	1	10	3	30
<b>Proces</b>							

Tabuľka č. 12.: Formulár FMEA analýzy č. 6

Analýza FMEA - procesu								
Karoséria vozidla VOLKSWAGEN Passat Var.Comfortline 2.0 TDI 4M 6G BMT								
Zodpovedajúci za útvar:	Názov dielca:	Prístroj:						
	Číslo výkresu:	Rozdeľovník:						
	Zloženie tímu:							
	Vypracoval:							
Spolupracujúci útvar:	Dňa:							
	Schválil:							
Termín zahájenia výroby:	Dňa:							
Proces	Potencionálna chyba	Potencionálne dôsledky	Potencionálne príčiny chyby	Súčasný stav - ako zabrániť chybe	Výskyt	Význam	Objav	Prioritné číslo
	Trhliny	Vzhľadová vada, zníženie pevnosti dielu	Nekvalitný materiál - mechanické vlastnosti	Vstupná kontrola materiálu pri dokladovaní materiálu atestom, 100 % vizuálna kontrola operátorom na ďalších operáciách	1	10	3	30

## 6 NÁVRH NA VYUŽITIE VÝSLEDKOV

Je dôležité zdôrazniť, že metóda FMEA má významný ekonomický prínos, nakoľko nápravné opatrenia na odstránenie potencionálnych porúch vykonané v príprave výroby sú výrazne rýchlejšie a lacnejšie než prípadné opatrenia na nápravu porúch.

Výhody, ktoré prináša posudzovanie analýzou FMEA:

- ✚ Vedie k zníženiu počtu zmien a optimalizácii návrhov v realizačnej fáze, umožňuje správne riešenie už na prvýkrát
- ✚ Podporuje ekonomické využívanie zdrojov
- ✚ Zlepšuje konkurencieschopnosť, meno a značku organizácie
- ✚ Znižuje straty, ktoré sú vyvolané nízkou kvalitou systému a skracuje dobu na riešenie vývojových prác a
- ✚ Náklady, ktoré sú vynaložené na vykonanie analýzy FMEA sú iba minimálnou časťou nákladov, ktoré by mohli vzniknúť pri reálnej existencii nezhôd
- ✚ Napomáha zvyšovať spokojnosť na strane zákazníka s ohľadom na plnenie požiadaviek zákazníka
- ✚ Analýza FMEA je podstatnou súčasťou kontrolného systému v oblasti tvorby návrhu
- ✚ Vedie k znižovaniu množstva zmien v realizačnej fáze a optimalizuje návrhy
- ✚ Prezentuje systémový prístup predchádzania neželateľným javom
- ✚ Umožňuje klasifikovať riziko potencionálnych chýb a na jeho základe stanoviť opatrenia, ciele, ktoré vedú k zlepšeniu kvality návrhov

## 7 ZÁVER

V bakalárskej práci sme rozoberali tému mažmentu rizík a analýzu posudzovania rizika. Analýzou rizika zistíme podstatu a význam jednotlivých sledovaných činiteľov. Na riešenie rizikových javov je nevyhnutné poznanie obsahovej stránky rizík. Riziko je potrebné popísať, zistiť, ale aj poznať jeho dôsledky a váhu rizika. Analýzu rizika môžeme považovať ako proces určenia hrozieb, pravdepodobnosť ich možného výskytu a dopadu na posudzované oblasti analýzy.

Vybranou metódou analýzy rizík FMEA sme sledovali procesy v spoločnosti VOLKSWAGEN SLOVAKIA, a.s v bratislavskom výrobnom závode. Sledovaným procesom v rámci spoločnosti bola výroba karosérie vozidla VW Passat.

Vykonávanie analýzy znamená systematické, racionálne skúmanie možných slabých stránok výrobného procesu, ktoré sa v rámci neho môžu pravdepodobne vyskytnúť. Cieľom je včasné odhalenie možných chýb, ich odstraňovanie a zavádzanie nových, prípadne už zavedených výrobných postupov. Súčasťou analýzy je väčšinou tímová spolupráca, pri ktorej sa tímoví pracovníci snažia v čo najmenších etapách daného procesu odhaľovať a odstraňovať všetky nedostatky procesu.

Je dôležité, sledované riziko úplne odstrániť prípadne ho znížiť na najmenšiu akceptovateľnú mieru. Opatrenia boli prijaté na dosiahnutie tohto cieľa.

## 8 POUŽITÁ LITERATÚRA

1. Analýza, hodnotenie a manažment rizika, 21 NOVEMBER 2010 16:18 MECHOŠ  
Dostupné z: <http://blog.ttsystems.sk/index.php/manaerske-metody/28-analyza-hodnotenie-a-manament-rizika>
2. Hodnotenie rizika a prijateľné riziko  
Dostupné z: <http://www.euroekonom.sk/ekonomia/riziko/hodnotenie-rizika-a-prijatelne-riziko/>
3. Hatina, T., et al. Terminologický slovník bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci, [online]  
Dostupné z <http://www.employment.gov.sk/new/index.php?id=13090>
4. Ing. Lenka Girmanová, PhD., Ing. Vojtech Mikloš, PhD, doc. RNDr. Pavol Palfy, PhD., doc. Ing. Jozef Petrik, PhD., Ing. Andrea Sütőová, PhD., Ing. Marek Šolc, PhD. : NÁSTROJE A METÓDY MANAŽÉRSTVA KVALITY, Košice 2009, ISBN 978-80-553-0144-0
5. Metóda FMEA  
Dostupné z: (<http://www.kvalitaprodukcie.info/metoda-fmea/>)
6. Leitner, B. Fatigue of Material – A Risk Factor of Large Steel Structures Reliability. Security Magazine [online]. Žilina : Fakulta špeciálneho inžinierstva Žilinskej univerzity v Žiline, 2006-08-04. Web: ISSN 1336-8958
7. Leitner, B. : Manažment rizík a jeho ciele v oblasti posudzovania bezpečnosti technických systémov. In: 12.medzinárodná vedecká konferencia „Riešenie krízových situácií v špecifickom prostredí“, FŠI, ŽU, Žilina 2007. str.401-408. ISBN 978-80-8070-701-9.

8. POSUDZOVANIE RIZÍK – POROVNANIE DEFINÍCIÍ, METÓD A POSTUPOV  
Ing. Hana Pačaiová, PhD., TU – SjF, Katedra bezpečnosti a kvality produkcie, Košice  
Dostupné z: ([www.ebts.besoft.sk/part\\_UVOD/odborne\\_forum/.../BP\\_ARB.doc](http://www.ebts.besoft.sk/part_UVOD/odborne_forum/.../BP_ARB.doc))
9. Sinay, J.: Riziká technických zariadení – manažérstvo rizika, OTA, Košice 1997. 212 s., ISBN 80-967783-0-7.
10. (STN EN 1050 - Bezpečnosť strojov, princípy posudzovania rizika, august 1998)
11. Terminológia bezpečnostného manažmentu výkladový slovník Dostupné z :  
[http://www.securityrevue.com/tbm/part1\\_h.html#havaria](http://www.securityrevue.com/tbm/part1_h.html#havaria)
12. STN EN 292-1: Bezpečnosť strojných zariadení – Základné termíny, všeobecné zásady navrhovania (ENV 1070: 1993 Názvoslovie),(1996)
13. Tomáš, J. : Bezpečnosť strojov. SPU Nitra, 2003

---

---