



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

**NÁSTROJE A METODY PRO MĚŘENÍ A SNIŽOVÁNÍ
RIZIKA**

TOOLS AND METHODS FOR MEASURING AND REDUCING RISK

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jana Rozehnalová, M.Sc.

VEDOUČÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.

BRNO 2018

Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav soudního inženýrství
Studentka:	Bc. Jana Rozehnalová, M.Sc.
Studijní program:	Rizikové inženýrství
Studijní obor:	Řízení rizik firem a institucí
Vedoucí práce:	doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.
Akademický rok:	2017/18

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Nástroje a metody pro měření a snižování rizika

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Cílem práce je kriticky analyzovat nástroje a metody pro měření a snižování rizika ve vybraných oblastech spojených se spotřebitelským chováním a navrhnout metody ke snižování rizika vedoucích k podpoře racionálního chování spotřebitelů v rizikových situacích.

Cíle diplomové práce:

- 1) Proveďte rešerši využití metod FMEA a FMECA
- 2) Popište proces výroby komponent spojky a identifikujte jeho dílčí subprocesy
- 3) Aplikujte metodu FMECA na proces výroby vybrané komponenty
- 4) Stanovte preventivní opatření vedoucí ke zvýšení efektivnosti výrobního procesu

Seznam doporučené literatury:

ČSN EN 60812:2007 - Techniky analýzy bezporuchovosti systémů – Postup analýzy způsobů a důsledků poruch (FMEA)

ČSN EN 61025:2007 - Analýza stromu poruchových stavů (FTA)

MAREK, J.; BLECHA, P.; MAREČEK, J.; KRČÁLOVÁ, E. Management rizik v konstrukci výrobních strojů. odborná monografie vydaná formou speciálního vydání časopisu MM Průmyslové spektrum ISSN 1212- 2572. odborná monografie vydaná formou speciálního vydání časopisu MM Průmyslové spektrum ISSN 1212- 2572. Praha: MM publishing, 2009. 90 s.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2017/18

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D.
ředitel

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá aplikací nástrojů kritické analýzy FMECA na proces výroby antihoppingové spojky. Práce popisuje výrobu spojky a navrhuje metody ke snižování rizika spojeného s uspokojením očekávaných potřeb spotřebitele a nákladovostí na nahrazení sériové spojky inovativním produktem.

Abstract

The diploma thesis deals with the application of the instruments of critical analysis FMECA to the process of production of an anti-coupling clutch. The paper describes clutch production and suggests methods to reduce the risk associated with meeting the expected consumer needs and cost of replacing a serial connector with an innovative product.

Klíčová slova

Analýza, FMEA, FMECA, motocykl, spojka.

Keywords

Analysis, FMEA, FMECA, motorcycle, clutch.

Bibliografická citace

ROZEHNALOVÁ, J. *Nástroje a metody pro měření a snižování rizika*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2018. 83 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D..

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval/a samostatně a že jsem uvedl/a všechny použité informační zdroje.

V Brně dne

.....

Podpis diplomanta

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Petr Blechovi, Ph.D. za cenné rady a ochotu při tvorbě diplomové práce, dále také Ing. Marku Morávkovi za poskytnutí informací a podporu při vypracování praktické části.

OBSAH

OBSAH	9
1 ÚVOD	11
2 TEORIE MANAGEMENTU RIZIK	13
2.1 Odhad rizika	15
2.1.1 <i>Typologie podnikatelského rizika</i>	17
2.1.2 <i>Ekonomická a finanční rizika</i>	18
2.1.3 <i>Provozní rizika</i>	19
2.2 Systém	21
2.3 Systémový přístup	21
2.3.1 <i>Systém managementu</i>	22
2.3.2 <i>Management kvality</i>	23
2.3.3 <i>Proces managementu řízení rizik</i>	25
2.4 Metody managementu rizik	29
3 REŠERŠE POUŽITÍ METOD FMEA A FMECA	31
3.1 Legislativní opory	34
3.2 FMECA	34
3.2.1 <i>Cíle FMECA</i>	35
3.2.2 <i>Klasifikační stupnice modelu RPN(s)</i>	36
3.2.3 <i>CPM – Metoda kritické cesty</i>	37
4 MOTOCYKLOVÁ SPOJKA A PŘEVODNÉ ÚSTROJÍ	39
4.1 Primární a sekundární převod	39
4.1.1 <i>Primární převod</i>	40
4.1.2 <i>Sekundární převod</i>	41
4.2 Typologie spojek	42
4.3 Ovládání spojky	45
4.4 Antihoppingová spojka	46
5 SPOLEČNOST TSS-TECHNICAL SPORTS S.R.O.	49
6 REALIZACE ANALÝZY FMECA	51
6.1 Definice řešeného procesu a sestavení týmu	51
6.2 Analýza a hodnocení současného stavu	52
6.2.1 <i>Zmapování procesů</i>	54
6.2.2 <i>Stanovení řešené oblasti</i>	57
6.2.3 <i>Nastavení hodnotících kritérií</i>	58

6.2.4	<i>Vypracování tabulky FMECA</i>	61
6.3	Návrh opatření	63
6.4	Hodnocení stavu po realizaci opatření.....	65
7	ZÁVĚR	67
8	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	69
9	SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK	71
9.1	Seznam obrázků.....	71
9.2	Seznam tabulek.....	72
10	SEZNAM ZKRATEK.....	73
11	SEZNAM PŘÍLOH.....	74

1 ÚVOD

Jak již předesílá název diplomové práce, je zaměřena na identifikaci nebezpečí a poruchových stavů, které lze definovat v rámci vývoje a výroby inovované antihoppingové motocyklové spojky. Výsledek je následně využit managementem podniku v oblasti podpory vývoje, výroby, marketingu nebo prodeje. Cílem je zajistit požadovanou úroveň kvality při optimálních nákladech, tak aby se zvýšil zájem spotřebitelů o konkrétní produkt. V případě této závěrečné práce se jedná o nahrazení sériové přítlačné lamelové spojky motocyklu inovovaným produktem, antihoppingovou motocyklovou spojkou, vyrobeným na konstrukčním základě původního dílu. Tato inovovaná spojka je vyrobena na nejmodernějších CNC obráběcích centrech, z hliníkových slitin nízké hmotnosti, dobrých obráběcích vlastností a požadované pevnosti.

Pro samotné řešení cílů závěrečné práce, byla vybrána procesní FMECA analýza (Process Failure Modes, Effects and Criticality Analysis), která byla vyvinuta na platformě analýzy FMEA (Failure Modes, Effects Analysis).

Práce je strukturovaně rozčleněna do dvou na sebe logicky navazujících částí, v níž část první pojednává o teorii spojky, představí společnost TSS – TECHNICAL SPORTS, s. r. o. v České u Brna, která se zabývá nejen vývojem antihoppingových spojek a tato část také obsahuje stručné pojednání o managementu rizik a s ním souvisejících pojmech. Druhá část pak pojednává již o samotné aplikaci teorie do praxe na konkrétním produktu. Na vybrané komponentě motocyklů budou stanoveny nebezpečí a poruchové stavy pro jednotlivé fáze výroby antihoppingové spojky, dále pak zde práce obsahuje vyhodnocení na základě vstupních parametrů. Pro nejvíce kritická místa budou navržena preventivní opatření snižující míru pravděpodobnosti jejich případného výskytu.

2 TEORIE MANAGEMENTU RIZIK

Jedná se o veskrze již historický pojem, kdy první záznamy sahají do zhruba 50. let dvacátého století. Důvodem byly – jak jinak, peníze – kdy podnikatelé ve spolupráci s finančními institucemi vymysleli nástroj s cílem lineárního snížení podnikatelského rizika s mírou platby pojištění. Což dalo vzniknout novému vědnímu zaměření „rizikové inženýrství“. Všeobecně je management rizik spojován primárně s řízením především finančních rizik, kde pracujeme i s pojmem ušlých příležitostí. V současnosti však již existuje i jiný směr řízení rizik s odlišnou filozofií, který je mnohdy nazýván managementem technických rizik, kde jsou rizika chápána více fakticky a práce s nimi odpovídá dané průmyslové realitě. [2]

Co to tedy je obecný pojem „MANAGEMENT RIZIK“? V podstatě lze říci, že se jedná o souhrn preventivních činností, které mají za úkol sloužit k poznání, ocenění, a v případě dobrého výsledku především k minimalizaci rizik a zamezení jejich negativního působení.

Norma ČSN EN 31000 též rozlišuje i pojmy „management rizik“ a „řízení rizik“, kde **management rizik** vyjadřuje architekturu (zásady, rámeček a proces) pro efektivní řízení rizik a **řízení rizik** pak používání dané architektury pro konkrétní rizika. [10]

Má-li být management rizik účinný, pak by měl obsahovat:

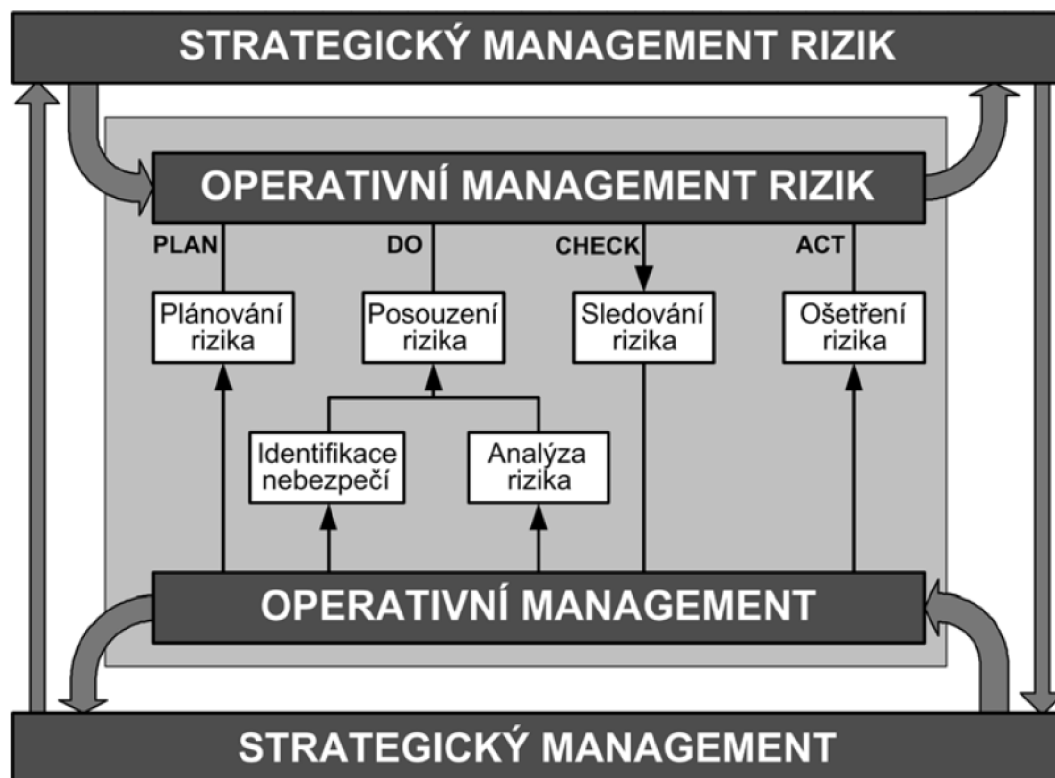
- **Analýzu rizik** – tedy systematické zpracování dostupných, faktických a ověřitelných informací k identifikaci nebezpečí a odhadu s nimi spojených rizik. U významných rizik pak navrhnout preventivní opatření ke snížení potenciální škody.
- **Hodnocení rizika** – je postaveno na analýze rizik a jedná se vlastně o proces, při němž je možno cíleně dojít k jistému úsudku o přijatelnosti rizika. V úvahu se zde bere také multioborové propojení na úrovni sociálně-ekonomických kritérií a v neposlední řadě též vliv environmentálních dopadů.
- **Řízení rizika** – jedná se o proces zvládnutí případně snížení rizika na akceptovatelnou mez a realizace jednotlivých rozhodnutí, vyplývajících z předchozích zjištění.
- **Posouzení rizika** – je kombinací analýzy a hodnocení rizika (risk assessment).

Management rizik, je-li dobře zaveden a udržován, **umožňuje organizacím** kupříkladu [10]:

- Zvýšit pravděpodobnost dosažení cílů;
- Dodat odvalu proaktivním řešením;
- Zajistit povědomí o potřebě identifikace a ošetřování rizik v rámci celé organizace;
- Zajistit zlepšování příležitostí a hrozeb;
- Být v souladu s příslušnými požadavky zákonů, předpisů a mezinárodních norem;
- Zlepšit finanční vykazování;
- Zlepšit řízení organizace;
- Zlepšit důvěryhodnost pro stakeholdery;
- Vytvořit spolehlivou základnu pro rozhodování a plánování;
- Zlepšit úroveň vedení (managementu);
- Účinně rozmístit a využívat zdrojů pro ošetření rizik;
- Zlepšit provozní funkčnost a efektivnost;
- Pozvednout výkonnost bezpečnosti a ochrany zdraví a enviromentální ochrany;
- Zlepšit prevenci ztrát a management incidentů;
- Minimalizovat ztráty;
- Zlepšit princip učení se v organizaci;
- Zlepšit pružnost organizace.

Management technických rizik

Management rizik u strojních zařízení, je specifickou podobou všeobecného pojmu řízení rizik, který pracuje s metodikou realizace managementu rizika v průmyslu. Dříve se tato oblast potýkala s jistou terminologickou nejednoznačností nebo jejich účelovému přizpůsobování dle legislativních potřeb. Postupným zpracováním údajů z výzkumných úkolů a rozsáhlé spolupráce s praxí, jdoucí lineárně s vývojovými trendy, byla vytvořena minimálně jedna plnohodnotná metodika pro realizaci managementu rizik u výrobních strojů. [1]



Obrázek 1 Základní prvky managementu rizik [1]

Podnik, jako organizace, by měl mít na paměti důležitost managementu rizik a zavádět je do svého manažerského plánování, již na úrovni strategických a operativních plánů.

2.1 ODHAD RIZIKA

ČSN EN ISO 9000:2016 – Systémy managementu kvality definuje riziko jako účinek nejistoty, což je v podstatě velmi nejednoznačný výklad. Oproti tomu existuje definice rizika dle normy ISO 31000:2009, která jednoznačně definuje předmět, ke kterému je riziko vztahováno, a tím je cíl. [23][10]

Nejjednodušeji lze pojem riziko charakterizovat jako určitou míru pravděpodobnosti, s níž může dojít k události, která se liší od předpokládaného stavu či vývoje a její přímé dopady. Při uchopení samotného rizika se pak potýkáme s určitou nahodilostí jeho výskytu, tedy bez záruk. Riziko je všeobecně pojímáno, jako cosi negativního, však může mít výjimečně i pozitivních dopadů, ale převažuje obecný postoj v souvislostech s nebezpečím vzniku škody, poškození, ztráty či zničení, případně i nezdaru. [17]

Základní charakteristiky všeobecného pojmu rizika:

- **Úroveň rizika**
- **Dopady rizika** – důsledky, které se projeví, pokud nastane riziková situace
- **Předvídatelnost rizika** – šance, že riziko lze předem identifikovat a předvídat
- **Míra ovlivnitelnosti rizika**
 - Ovlivnitelná
 - Částečně ovlivnitelná
 - Neovlivnitelná
- **Vztah k organizaci**
 - Interní rizika – tyto druhy rizik může subjekt ovlivňovat a řídit, projevují se uvnitř organizace
 - Externí rizika – tyto druhy rizik subjekt nemůže přímo ovlivňovat, jedná se o faktory prostředí
- **Pořadí působení** – v niku a odstranitelnosti
 - Primární
 - Sekundární – tyto druhy rizik vznikají při eliminaci primárních rizik
 - Zbytková (zůstatková, reziduální) – tento typ rizik zůstává po eliminaci rizika, jedná se o riziko, které je subjekt ochoten nést
- **Velikost rizika**
 - Malá
 - Střední
 - Velká
- **Míra akceptovatelnosti (přijatelnosti, únosnosti)**
 - Nezbytná (nutná)
 - Únosná (přijatelná)
 - Neúnosná (nepřijatelná)
- **Pravděpodobnost vzniku a působení škody**
 - Nepravděpodobná
 - Málo pravděpodobná
 - Pravděpodobná
 - Velmi pravděpodobná
 - Téměř jistá
- **Rozsah působení**

- Systematická – jedná se o typ rizika, který platí pro všechny podnikatelské subjekty
- Nesystematická – v tomto případě typ rizika platí pouze pro určitý obor podnikání

Je důležité si také vymezit rozdíl mezi pojmy riziko a nejistota, nejlépe to lze vyjádřit pomocí grafického vyjádření srovnání těchto pojmů. [5]

Tabulka 1 Srovnání pojmů riziko a nejistota [vlastní]

Dimenze	Riziko	Nejistota
Měřitelnost	Měřitelné	Neměřitelné
Metody	Statistické a pravděpodobnostní	Založeno na subjektivním odhadu
Data	Kvantitativní	Kvalitativní

2.1.1 Typologie podnikatelského rizika

Výraz podnikatelské riziko je souhrnným pojmem pro veškerá rizika, která zásadním způsobem mohou ovlivňovat podnikání, co by systematickou snahu subjektu generovat peněžní zisk. Samotné rozhodnutí o zahájení podnikatelské činnosti, financování vývoje, inovací nebo zavádění nových výrobků do výroby a následně na trh jsou největší podnikatelská rizika. [17]

Existuje několik druhů podnikatelského rizika, v souhrnu se jedná o:

- Provozní rizika
 - Technická (technologická) rizika
 - Výrobní rizika
- Informační rizika – viz též informační bezpečnost
- Ekonomická a finanční rizika
 - Úvěrová rizika
 - Riziko insolvence
 - Investiční rizika – odhad ziskovosti a spolehlivosti investice
 - Pojistná rizika – odhad velikosti rizika a pravděpodobnosti pojistné události

- Měnová rizika – rizika vyplývající ze změn kurzů v mezinárodním obchodě
 - Tržní rizika (Market Risks)
 - Marketingová rizika
 - Sociální rizika
 - Obchodní rizika
 - Legislativní rizika
 - Logistická rizika
 - Politická rizika
 - Projektová rizika
 - Sociální rizika
 - Ekologická rizika
 - Živelná a přírodní rizika
 - Bezpečnostní rizika

Z celého seznamu rizik jsou pro potřeby této diplomové práce vybrána ty nejvýznamnější.

2.1.2 Ekonomická a finanční rizika

Pod pojmem ekonomická a finanční rizika je možno rozumět taková rizika, které jsou schopna ovlivňovat hospodářský výsledek podniku a spadají do kategorie závažných podnikatelských rizik. Z komplexního pohledu jsou to všechna rizika navázaná na hospodaření a řízení firemní ekonomické politiky, jednotlivé chyby v dílčích oblastech podniku i jeho vnějšího prostředí z pohledu makroekonomického i mikroekonomického. Interními faktory mohou být nevhodné nastavení vnitropodnikového řízení, špatně zvolené strategie, finanční hospodaření, které pak v důsledcích mohou vést až k likvidaci takového podniku. Zásadou ochrany je průběžné vytváření strategických analýz a průběžné prevence vzniku takových rizik. [14]

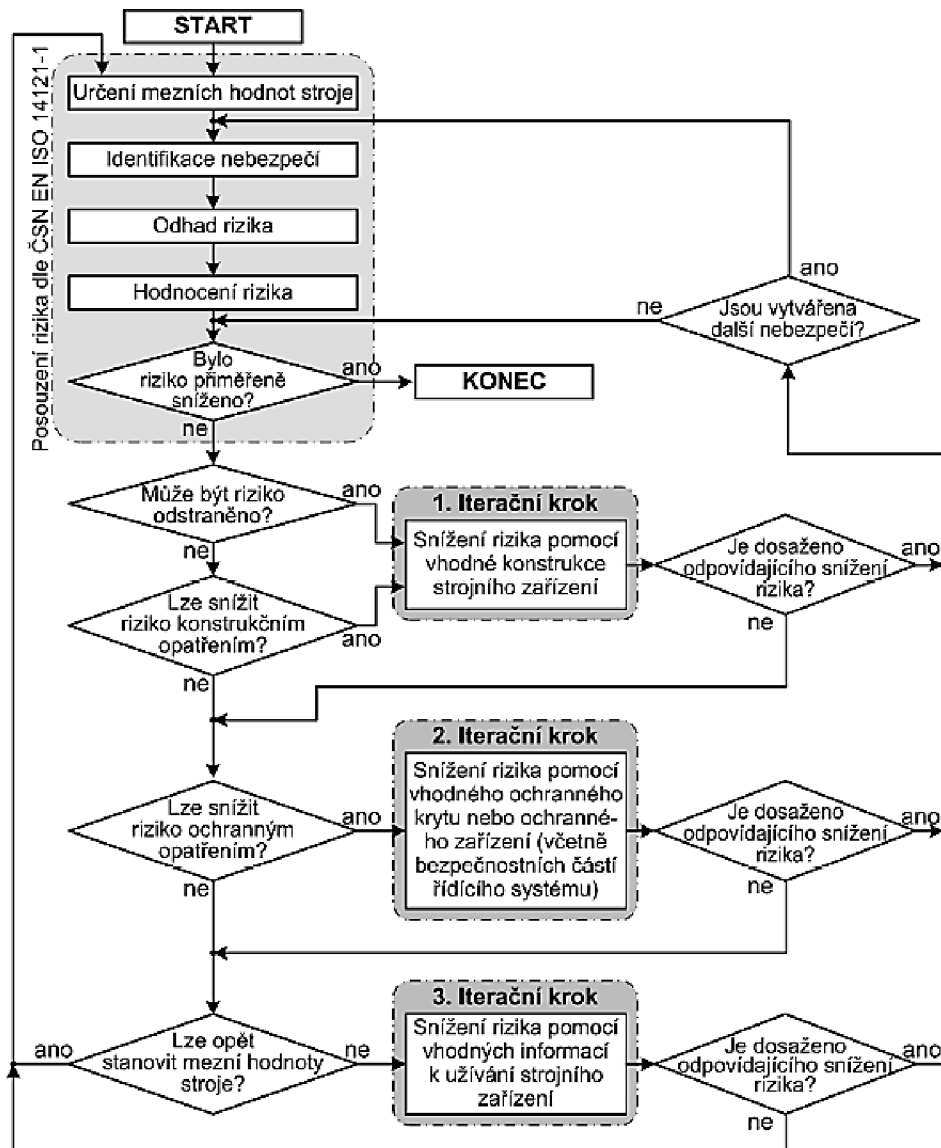
Ekonomické riziko zahrnuje především širokou škálu nákladových rizik, která jsou vyvolána růstem cen surovin, materiálů, energií, služeb a dalších nákladových položek. V důsledku takovýchto rizik může dojít k překročení plánovaných nákladů a tím pádem nedosažení plánovaného výsledku hospodaření. [3]

2.1.3 Provozní rizika

Provozní riziko souvisí s výrobou produktů nebo poskytováním služeb. Možný výskyt provozního rizika ovlivňují riziková ohniska – lidské zdroje, produkt, stroje a zařízení, technologie a postupy, organizace, prostředí.

Technická a výrobní rizika

Technická, též technologická rizika, jsou určitým druhem podnikatelských rizik a spadají pod samostatnou sekci provozních rizik, v managementu rizik mají pak své významné postavení. Pojí se s aplikací výsledků vědecko-technického rozvoje a jejich výskyt vede k neúspěchu vývoje nových výrobků nebo technologií, nezvládnutí technologického procesu, který je spojen kupříkladu s poklesem výrobní kapacity. Ve zjednodušeném pojetí se jedná o rizika způsobená použitím nových, neověřených nebo nevyzkoušených technologií, technických zařízení nebo výrobních prostředků, kde tyto představují rozsáhlý soubor nebezpečí, která mohou být zdrojem újmy na majetku, zdraví či životním prostředí. V současné době dynamického rozvoje průmyslu v turbulentním prostředí Průmyslu 4.0 dostávají na ještě větší důležitosti. Základní požadavky, terminologie a metodologie používané k dosažení požadované míry bezpečnosti strojních zařízení, jsou podporovány normou ČSN EN ISO 12100:2011 a SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2006/42/ES. Primárním účelem dané normy je poskytnout konstruktérům podklad souhrnného systému a návod při jednotlivých rozhodnutích vývoje zařízení, tak aby nabývaly stroje vyšší míry bezpečnosti v rámci jejich užívání. V normě ČSN EN ISO 12100:2011 Bezpečnost strojních zařízení / Všeobecné zásady pro konstrukci / Posouzení rizika a snižování rizika, která vstoupila v platnost 1.7.2011, jsou uvedeny postupy pro identifikaci nebezpečí a pro odhad a hodnocení rizik v relevantních fázích životního cyklu stroje, a pro vyloučení nebezpečí nebo pro opatření dostatečně snižující riziko. Dále je zde také uveden návod na dokumentaci a ověřování procesu posouzení rizika a snížení rizika. Obecně lze říci, že se daná norma zaobírá strategií snižování rizika pomocí iterační metody „Tří kroků“. [1][3]



Obrázek 2 Postupový diagram iterační metody [1]

Pro zajištění požadované úrovně bezpečnosti různých strojních a technologických zařízení je důležité zajistit identifikaci všech relevantních nebezpečí.

Výrobní riziko má velmi často charakter nedostatku zdrojů různé povahy (surovin, materiál, energie, pracovní síla, kvalifikace), které může ohrozit průběh výrobního procesu a jeho výsledky. Příčinou mohou být nedostatky a poruchy na straně dodavatelů (rizika dodavatelská). Mezi výrobní rizika lze také zařadit rizika, která se projevují např. výpadky či nespolehlivost výrobních zařízení spojenými s omezením dodávky produktů, vzrůstem nákladů na opravy, údržbu aj. Tato rizika někdy také nesou název provozní nebo operační. [3]

2.2 SYSTÉM

V první fázi je dobré jasně vyjádřit, co je myšleno pod pojmem systém. Jedná se o ucelený soubor vzájemně souvisejících vymezeným způsobem a současně na sebe působících prvků (nutná interaktivní vazba). Provázanost jednotlivých segmentů (prvků systému) může být vytvořena na základě toků informací, energie nebo procesních materiálových či jinak hmotných vzájemností. Ovšem nejedná se o jednosměrnou trasu, ale o obousměrný tok, neboť v případě kolize, kdy některá z výstupních veličin může ovlivnit některou z veličin vstupních, pak se tedy toto dotkne celého systému. Neopomenutelnou roli ve vytváření systémů hraje i strategie podniku či cíle, jichž je třeba dosáhnout a které mají charakter vnějších aspektů.

Systemy lze primárně rozčlenit:

- Otevřené / uzavřené systémy – dle rozdílu vlivu vnějšího okolí. Dochází-li k úmyslné interakci s okolím, pak hovoříme o systému otevřeném, v němž evidujeme výměnu toků s okolím. V případě, že v systému nedochází k výměně hmoty, energie či informací, jedná se o systém uzavřený.
- Deterministické / stochastické systémy – rozdílem je pojetí systému vůči pravděpodobnosti. Tedy systém se může chovat jednoznačně, kdy je jeho chování nastaveno předem, v opačném případě je systém založen na náhodě.

U systému lze rozeznávat a zkoumat poměrně značné množství jeho vlastností, příkladem může být stabilita, dynamika, degradace, komplexnost, případně výkon a mohli bychom pokračovat v tomto výčtu dále. Vytvoření souladu mezi systémem a procesem je primárním úkolem managementu organizace při zajištění přijatelné úrovně rizika. [2]

2.3 SYSTÉMOVÝ PŘÍSTUP

Management, alias systémový přístup, je v zásadě velice širokospektrálním pojmem, který se nejčastěji užívá ve vztahu k lidem, tedy k vedení a řízení organizace skupinou osob s přidělenými pravomocemi a odpovědností. Hlavním úkolem managementu je nastavit korigované činnosti tak, aby vedli k úspěšnému řízení organizace za pomoci stanovení jednoznačných priorit, cílů a procesů. Lze říci, že management má za svůj prvotní úkol vést, spravovat, řídit (regulovat), potažmo i ovládat

veškeré aktivity ve prospěch podniku, a to za pomoci využití veškerých dostupných prostředků (strategického řízení, kvality, efektivnosti, denní operativa, etc.).

Za otce myšlenky managementu je považován F. W. Taylor, který je započal zavádět do praxe v 19. století a počátkem 20. století a to v podobě odměňování zaměstnanců na základě plnění zadaných úkolů, míru kvalifikace řídicích pracovníků a jejich podřízených. V našich zeměpisných končinách lze považovat za otce zavádění managementu do praxe Tomáše Baťu. Existují čtyři základní principy vědeckého řízení dle F. W. Taylora a jsou známy jako Taylorovi principy. [2]

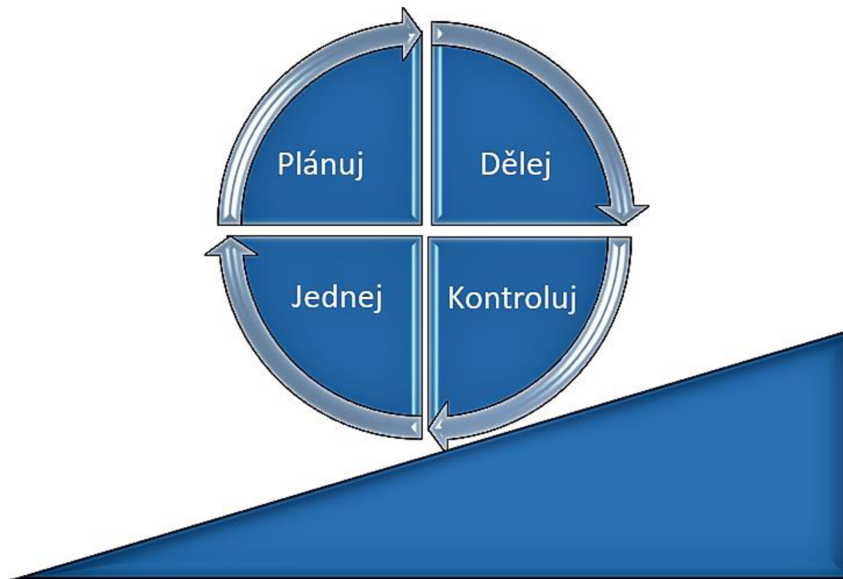
- 1) Nahradit pravidlo osahání práce za metodu založenou na vědeckém studiu úkolu.
- 2) Vědecky zvolit, trénovat a rozvíjet každého zaměstnance je lepší než nechat, aby se zdokonaloval sám.
- 3) Poskytnout podrobné instrukce a dozor nad každým zaměstnancem při vykonávání jeho úkolu.
- 4) Rozdělit práci rovným dílem mezi manažery a zaměstnance tak, aby manažeři aplikovali vědecké principy managementu naplánování práce a zaměstnanci skutečně vykonávali tyto úkoly.

Další vývoj managementu pak lze zaznamenat po druhé světové válce, kdy dochází k jeho rozvoji a používání nových technik, specializací i použití systémového a procesního přístupu. Tento postup vedl k vzniku koncepcí standardů managementu od oborových, národních až po metodiky typu standardů řady ISO norem.

2.3.1 Systém managementu

Výběr systému managementu si organizace určují sami na základě vlastní volby a zaměření činnosti. ISO norma 9001 se prokazatelně snaží sjednotit principy zavádění norem do praxe a sjednotit určité principy a požadavky na organizace bez rozdílu jejich tržních principů a podnikatelských aktivit za pomoci užití certifikačních kritérií. Norma dále využívá procesního přístupu na základě Demingova modelu PDCA (Plan-Do-Check-Akt), tedy Plánuj-Dělej-Kontroluj-Jednej a zvažování rizik. Tento model umožňuje organizacím ujistit se, že jsou pro její procesy zajištěny a řízeny odpovídající zdroje a stanoveny příležitosti ke neustálému zlepšování. Uvědomění si rizik znamená pro podnik schopnost určovat faktory, které by mohli způsobit významné odchylky od jejich procesů,

plánovaných cílů a způsobit odchýlení systému managementu kvality od plánovaných výsledků.



Obrázek 3 PDCA model neustálého zlepšování [vlastní]

2.3.2 Management kvality

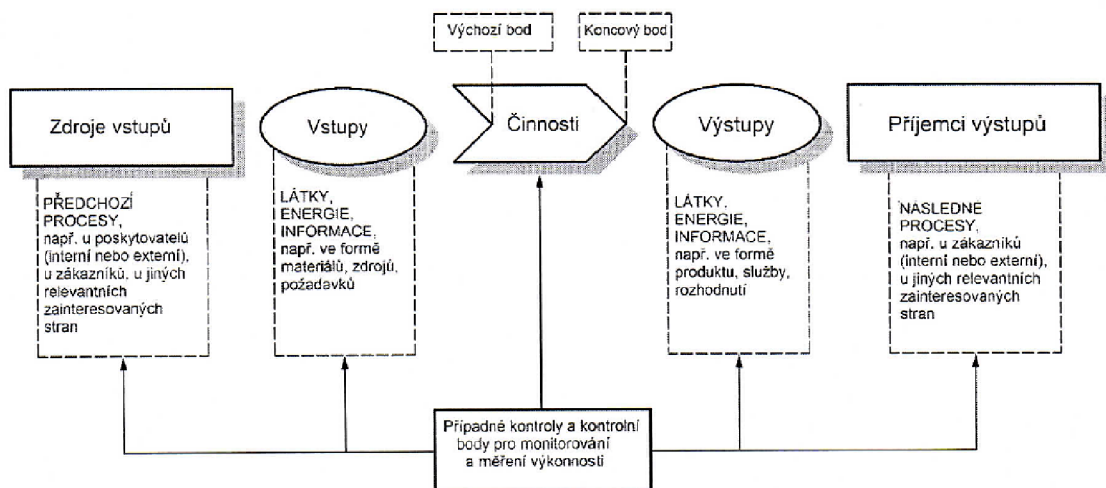
Management kvality je specifickým typem managementu, který se zabývá především otázkami kvality a zahrnuje stanovení politik kvality, cílů kvality a jednotlivých procesů pro dosahování plánovaných kvalitativních cílů úrovně výstupů. Toho je dosahováno věcným užitím nástrojů plánování, prokazování, řízení a zlepšování kvality. [2]

- **Plánování kvality** – zahrnuje stanovení cílů kvality, definování specifik požadovaných na provozní procesy a jejich souvisejících zdrojů, pro cílené zajištění požadovaných úrovní kvality. V praxi je možné se s nimi setkat v době podnikových plánů kvality.
- **Prokazování kvality** – jedná se o schopnost podniku prokázat, že požadavky na kvalitu jsou a budou i v budoucnosti plněny.
- **Řízení kvality** – je logickým vyústěním snahy podniku řádně odpovídat za plnění kvalitativních požadavků.
- **Zlepšování kvality** – jedná se o neustálý proces, který má zaručovat stabilní vývoj zlepšování produktů a schopností podniku plnit požadavky na kvalitu.

Za zásady management kvality uvádí norma ISO 9001:2015:

- Zaměření na zákazníka;
- Vedení (leadership);
- Angažovanost lidí;
- Procesní přístup;
- Zlepšování;
- Rozhodování založené na faktech;
- Management vztahů.

Procesní přístup je jedním z velice podstatných součástí řízení kvality a zavádění procesního přístupu již při vývoji, zavádění a následně zlepšování efektivnosti systému kvality má za cíl zvýšit spokojenost zákazníka a minimalizovat veškerá možná rizika. Toto následně je schopnost vést podnik k navýšení vlastní konkurence schopnosti, ekonomické stability a míry jeho raitingu, jako způsobu hodnocení subjektu, do jaké míry je schopen dostát svým závazkům. V rámci vnímání procesu je nezbytné si uvědomit, že existuje přímá provázanost mezi jednotlivými prvky, z nichž je složen a jeho aplikace v praxi by měla obsahovat kontrolní monitorovací a měřicí body zajišťující optimalizaci míry rizik. [23]



Obrázek 4 Schématické znázornění prvků procesu [23]

2.3.3 Proces managementu řízení rizik

V tomto procesu je kladen důraz na porovnání výsledků analýzy rizik s kritérii přijatelnosti (sociální, ekonomické, legislativní, politické, technologické...), kde se posuzují možná řešení, přes rozhodovací proces následně přechází k realizaci opatření ke snižování rizika. [2]

Analýza a identifikace nebezpečí

Při řešení otázky analyzování rizik je využíváno zásad týmové práce, kde jednotlivci mají být především kompetentní v řešené oblasti a měli by disponovat dostatečnými znalostmi v realizaci analýzy rizik. Tato činnost je následně segmentována do na sebe navazujících kroků.

- Stanovení rozsahu (důvody, definice systému, zdroje informací, předpoklady a omezení, kompetence);
- Identifikace nebezpečí a počáteční vyhodnocení následků;
- Odhad míry rizika (analýza četností, analýza následků, výpočet rizik, odhad nejistot);
- Výpočet rizik (matematické vyjádření rizika jako funkce více proměnných)



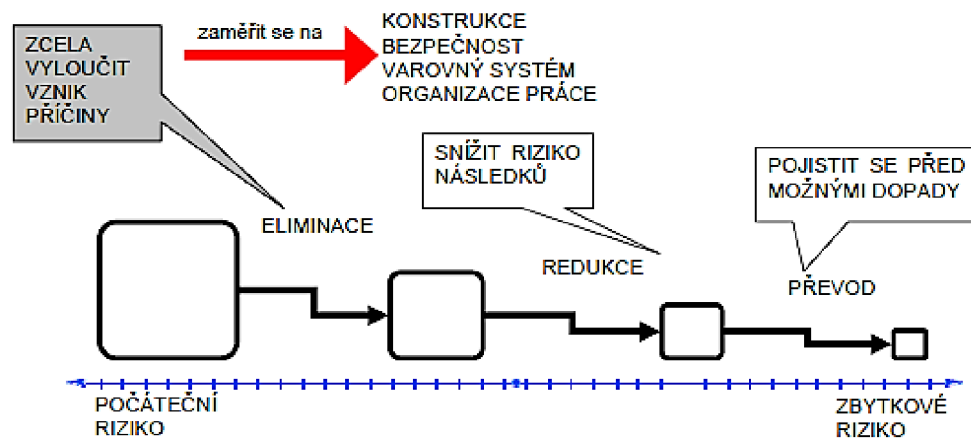
Obrázek 5 Stanovení hranice přijatelnosti rizika [2]

Proces posouzení rizik

Navazuje na předchozí vyhodnocení v závislosti na stanovení hranice přijatelnosti rizika. Rozdělení rizik do kategorií přijatelné a nepřijatelné riziko. Jedná se o proces velice složitý, jednotně nedefinovatelný a subjektivní, na základě individuality posuzovaného subjektu. Dle normy ČSN EN 31010 je posuzování rizik celkovým procesem identifikace rizik, analýz rizik a hodnocení rizik. Tato rizika mohou být posuzována na úrovni organizace, jednotlivých oddělení, u projektů, jednotlivých činností nebo jako specifická rizika. Samotné posuzování rizik tak slouží k pochopení rizik, jejich příčin, následků a pravděpodobností. To je vstupem pro rozhodování o dalších skutečnostech, kupříkladu zda má být konkrétní činnost podniknuta, nebo zda je třeba, či existuje-li vůbec možnost určitá rizika ošetřit. [7][8]

Proces ošetření rizik

Tento proces je všeobecně zaměřen na eliminaci poznanych rizik, jejich případnou redukcí, popřípadě pomocí pojištění zajistit jejich převod na úroveň akceptovaného rizika.



Obrázek 6 Řízení rizik [2]

Jak je uvedeno na obrázku výše, pak při procesu řízení rizik se pracuje především s metodami preventivního managementu.

Proces ošetření rizik se aplikuje po ukončení posuzování rizik zahrnuje i volbu a odsouhlasení jedné nebo více příslušných variant, jak změnit pravděpodobnost výskytu, důsledek rizik, případně obojí, a zavádění daných variant. Po ošetření rizika následuje cyklický proces opětovného posuzování nové úrovně rizika se zaměřením na určení míry

přijatelnosti vůči dříve stanoveným kritériím, aby se rozhodla, zda-li bylo ošetření již dostačující. [2][8]

Proces monitoringu rizik

Rizika jsou všudypřítomná a jejich existenci je nutné neustále monitorovat a mít nad nimi zajištěn určitý dohled na základě podstaty rizika, že nulové riziko neexistuje. [2]

2.4 METODY MANAGEMENTU RIZIK

Mezi nejznámější metody a metodiky v oblasti řízení rizik patří:

- BASEL I, BASEL II, BASEL III – pravidla kapitálové přiměřenosti týkající se provozních rizik bank
- CorIA (Core Impact Assessment)
- Analýza pomocí kontrolního seznamu – CLA (Checklist analysis) – analýza kontrolním seznamem
- Analýza příčiny a následků (CCA – Cause-Consequence Analysis) - analýza příčin a následků - kombinace FTA a ETA
- CRI (Continuous Risk Improvement)
- Metoda Delphi
- Metodika CRAMM (CCTA Risk Analysis and Management Method) – analýza rizik a řízení bezpečnosti informací
- CPQRA (Chemical Process Quantitative Risk Analysis) – kvantitativní posouzení rizika chemického procesu
- EWRM (Enterprise-Wide Risk Management)
- ETA (Event tree analysis) – analýza stromu událostí
- **FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) – analýza možných vad a jejich následků**
- **FMECA (Failure Mode, Effects and Critically Analysis) – analýza možných vad a jejich kritických následků**
- FTA (Fault Tree Analysis) – analýza stromu poruchových stavů
- HAZOP (Hazard and Operability Study) – riziková a operační analýza
- HAZID (Hazard Identification Study) – studie identifikace nebezpečí
- HRA (Human Reliability Analysis) – analýza lidské spolehlivosti
- kognitivní modelovací struktury při identifikaci a hodnocení rizik:
- PHA (Preliminary Hazard Analysis)
- PPAP (Production Part Approval Process)
- Prognózování
- Pravděpodobnostní metody
- RIPRAN (RISK PROject ANALYSIS)
- RR (Relative ranking) – relativní klasifikace

- SA (Safety Audit) – bezpečnostní audit
- SR (Safety Review) – bezpečnostní prohlídka
- VaR (Value at Risk)
- W-I (What-if Analysis) – Co když.. analýza
- Winterlingova krizová matice

Řízení rizik vychází ze standardů:

- ISO 14971 (pro zdravotnické prostředky) – Global Harmonization Task Force (GHTF)
- ISO 16085:2006 – Systems and software engineering – Life cycle processes – Risk management
- ISO 31000 Risk management (Řízení rizik – Principy a směrnice)
- IEC/ISO 31010 Management rizik – Techniky posuzování rizik
- ISO Guide 73:2009 Risk management – Slovník
- ISO/IEC TR 13335-1:1999 ČSN ISO/IEC TR 13335-1 (369786) Informační technologie - Směrnice pro řízení bezpečnosti IT - Část 1: Pojetí a modely bezpečnosti IT (norma zrušena 2011)
- OHSAS 18001 Hodnocení ochrany zdraví a bezpečnosti práce
- AS/NZS 4360:2004 – Risk Management
- SOX (Sarbanes-Oxley Act)

3 REŠERŠE POUŽITÍ METOD FMEA A FMECA

Analýza možných vad a jejich následků FMEA a analýza možných vad a jejich kritických následků FMECA, jsou expertními týmovými metodami určenými detekci a identifikaci možných selhání výrobku nebo procesu, jsou primárně určené k posouzení rizika spojeného s definovanými poruchovými režimy. Dále jsou také využívány pro hodnocení problémů z hlediska jejich významu a identifikaci, v neposlední řadě je možno na jejich úrovni vypracování provést návrh nápravných opatření vedoucích k řešení zjištěných významných rizik. [2]

Metoda FMEA/FMECA z obecného hlediska vyžaduje identifikace určitých základních informací:

- Položky;
- Funkce;
- Selhání;
- Následek selhání;
- Příčina selhání;
- Doporučení;
- Doplnění relevantních detailů.

Jako jiné analýzy daného typu, tak i tyto obsahují standardizované metody posuzování rizika spojeného s problémy zajištěnými během analýzy a pro stanovení priorit nápravných opatření. Nejběžnější je užití:

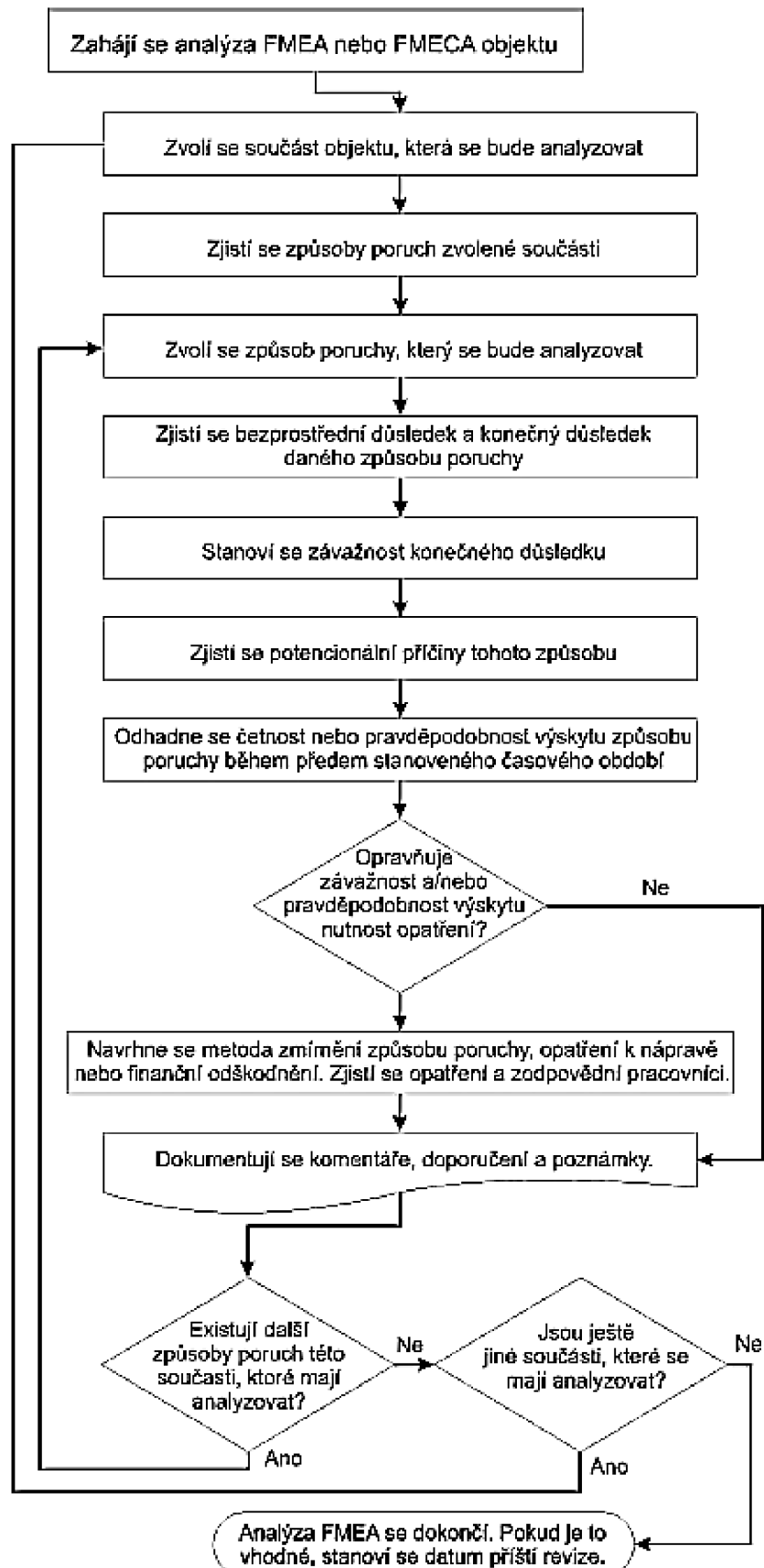
- **R** respektive **RPN(s)** – číslo rizikové priority – součin hodnot významu, výskytu a detekce.
- **Kritická analýza FMEA / FMECA CPM (Critical Path Method)** (kvantitativní, kvalitativní). Výpočet kritické hodnoty pro každý potenciální režim selhání = nespolehlivost x režim nespolehlivosti x pravděpodobnost.

Doporučený postup zpracování analýzy FMEA / FMECA [9]:

- Sestavení týmu;
- Stanovení základních pravidel;
- Určení položek nebo definice procesů, které mají být podrobeny analýze;
- Definice funkcí, selhání, účinků, příčin, následků a monitoringu pro každou jednotlivou položku nebo proces, který má být analyzován;
- Vyhodnocení rizika spojeného s identifikovanými problémy;
- Přiřazení možných nápravných opatření;
- Realizace nápravných opatření a přehodnocení rizika;
- Rozdělení, přezkoumání a provedení aktualizací analýzy;
- Následné monitorování výsledků.

Typy analýz FMEA / FMECA dle účelu užití:

- DFMEA / DFMECA (D = design);
- SFMEA / SFMECA (S = systém);
- PFMEA / PFMECA (P = proces).



Obrázek 7 Grafické znázornění postupu řešení FMEA / FMECA [9]

Postup analýzy FMEA / FMECA je nástroj, který byl přizpůsoben mnoha různými způsoby pro mnoho různých účelů. Může přispět ke zlepšení návrhů produktů a procesů, což vede k vyšší spolehlivosti, lepší kvalitě, vyšší bezpečnosti, vyšší spokojenosti zákazníků a snížením nákladům. Nástroj může být také použit k vytvoření a optimalizaci plánů údržby pro opravitelné systémy a / nebo ke kontrole plánů a dalšího zajištění kvality postupů. Poskytuje znalostní bázi způsobu selhání a informace o nápravných opatřeních, které mohou být použity jako prostředek pro budoucí řešení problémů a jako nástroj školení pro nové inženýry. Navíc FMEA či FMECA jsou často povinny dodržovat požadavky na bezpečnost a kvalitu, jako jsou ISO 9001, QS 9000, ISO / TS 16949, Six Sigma, správné výrobní postupy FDA (GMP), zákon o řízení bezpečnosti procesů (PSM) V současnosti jsou již na trhu SW řešení, které usnadňují analýzu, správu dat a hlášení v případě poruchového režimu. [2][9]

3.1 LEGISLATIVNÍ OPORY

Jako podklad či návod pro zpracování analýz FMEA / FMECA lze považovat normu ČSN EN 60812:2007, která je věrným obrazem mezinárodní normy IEC 60812:2006 Techniky analýzy spolehlivosti systému-Postup analýzy způsobů a důsledků poruch (FMEA). V této normě lze dohledat popis analýzy způsobů a důsledků poruch (FMEA - Failure Mode and Effects Analysis) a analýza způsobů, důsledků a kritičnosti poruch (FMECA - Failure Mode, Effects and Criticality Analysis) a je v ní uveden návod, jak se mohou tyto analýzy používat, aby se dosáhlo různých cílů. Krom jiného norma dále obsahuje:

- Popis procedurálních kroků nutných k provedení analýzy;
- Návod na stanovení vhodných termínů, předpokladů, ukazatelů kritičnosti a způsobů poruch;
- Stanovení základních principů;
- Příklady nezbytných pracovních listů nebo jiných tabulkových formulářů.

Všechny obecné kvalitativní úvahy uvedené pro analýzu FMEA, pak lze aplikovat i na analýzu FMECA, která je praktickým rozšířením analýzy FMEA. [2][12]

3.2 FMECA

Dle dostupných informací, byla tato metoda vzniku poruch a jejich kritických následků vyvinuta ve spolupráci s americkou vládní organizací NASA už v šedesátých letech minulého století pro projekt Apollo. Jejich nesporných kvalit bylo následně

zužitkováno v oblastech letectví, včetně kosmických letů, v jaderné energetice a následně se započala uplatňovat v automobilovém průmyslu. V současné chvíli je tato efektivní metoda využívána celosvětově, napříč různými výrobními odvětvími.

3.2.1 Cíle FMECA

Cíle FMECA lze nazvat specifickými, které se dovozují od ovlivňujících faktorů působících na řešené odvětví. Stoupající nároky zákazníků na kvalitu působí stejně tak jako nutná optimalizace nákladů na produkty a zákonem požadovaná odpovědnost výrobce za výrobek, což ovlivňuje konkurenceschopnost podniku. Metoda FMECA je nástroj, který je schopen napomoci dosahování podnikových cílů na principu zvyšování funkční bezpečnosti a spolehlivosti produktu, díky:

- Snižováním záručních a servisních nákladů;
- Zkrácením procesu vývoje;
- Náběhy sérií s menšími závadami;
- Lepší termínovou kázní;
- Hospodárnější výrobou;
- Lepší službami;
- Lepší vnitropodnikovou komunikací.

Je-li aplikována metoda FMECA na úrovni prevence, pak by měla být její realizace zahájena již v ranném stádiu procesu vzniku produktu (stanovování požadavků) a možné závady tak přezkoumány ke stavu vývoje a plánování v daném čase, aby mohlo dojít k nastavení preventivních opatření k jejich předcházení. FMECA je stejně jako FMEA týmově orientovaná metoda k minimalizaci rizik vývojových a plánovacích procesů a vyžaduje interdisciplinární spolupráci všech subjektů od samého počátku. [9]

3.2.2 Klasifikační stupnice modelu RPN(s)

Vzhledem k principu hodnocení pomocí RPN, tedy součinu hodnoty založené na jednoznačném zadání klasifikace je nutné toto provádět na základě stanovených a týmu známých tabulek. Jako příkladu může uvést tabulky:

Tabulka 2 Příklad hodnocení výskytu [vlastní]

Číslo kritičnosti	Pravděpodobnost výskytu		
	Stupeň	Četnost	Hodnocení
1	nepravděpodobný výskyt	$0 \leq P_i < 0,001$	1 až 2
2	velmi slabý výskyt	$0,001 \leq P_i < 0,01$	3 až 4
3	občasný výskyt	$0,01 \leq P_i < 0,1$	5 až 6
4	pravděpodobný výskyt	$0,1 \leq P_i < 0,2$	7 až 8
5	častý výskyt	$P_i \geq 0,2$	9 až 10

Tabulka 3 Příklad hodnocení závažnosti [vlastní]

Třída	Závažnost rizika	
	Úroveň závažnosti	Hodnocení
1	bez následků	1 až 2
2	Bezvýznamný	3 až 4
3	okrajová	5 až 6
4	Kritická	7 až 8
5	Katastrofická	9 až 10

Tabulka 4 Příklad hodnocení odhalení rizika [vlastní]

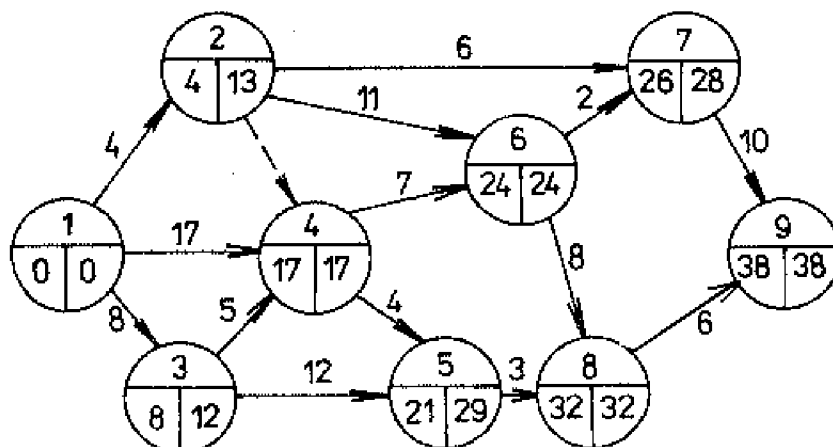
Třída	Odhalení	
	Míra odhalení	Hodnocení
1	vysoká	1 až 2
2	střední	3 až 4
3	mírná	5 až 6
4	velmi malá	7 až 8
5	nepravděpodobná	9 až 10

3.2.3 CPM – Metoda kritické cesty

Jedná se o matematickou metodu, které se užívá v souvislostech s řízením projektů složených z dílčích činností. Jedná se o monitoring časové osy, pomocí dohledání takových činností, které jsou schopny významně ovlivnit trvání projektu. Proces je zobrazován pomocí grafického vyjádření návaznosti cesty, hrany reprezentují jednotlivé činnosti projektu, vrcholy okamžiky zahájení, resp. ukončení jednotlivých činností a ohodnocení hran pak dobu trvání jednotlivé činnosti. Dále je nutné znát celkovou dobu trvání projektu, během které by měl být projekt ukončen – T. Tento princip je postaven na daných proměnných:

- $t_i^{(0)}$ (ZM) – počátek činnosti vycházející z uzlu i, tj. časový okamžik, v němž může příslušná činnost nejdříve začít,
- $t_i^{(0)} + y_{ij}$ (KM) – nejdříve možný termín ukončení činnosti [i,j],
- $t_j^{(1)}$ (KP) – nejpozději přípustný konec činnosti, tj. časový okamžik, v němž se musí nejpozději ukončit příslušná činnost,
- $t_j^{(1)} - y_{ij}$ (ZP) – nejpozději přípustný začátek činnosti,

Výpočet se provádí ve dvou fázích, kde první probíhá od počátečního uzlu sítě k uzlu koncovému a druhá pak od koncového uzlu k počátečnímu.



Obrázek 8 Grafické znázornění CPM (výpočtu obou fází) [vlastní]

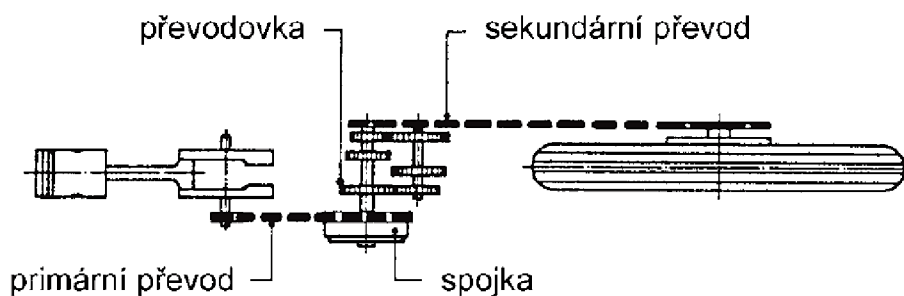
Kritická cesta se vyhledává podle celkové rezervy činností CR_{ij} , která představuje rozdíl mezi maximálním časovým intervalem, který je pro danou činnost k dispozici pro vykonání, a dobou trvání této činnosti podle vzorce $CR_{ij} = t_j^{(1)} - (t_i^{(0)} + y_{ij})$. Kritickou cestu potom tvoří hrany, pro něž je celková rezerva činností rovna nule. [16]

4 MOTOCYKLOVÁ SPOJKA A PŘEVODNÉ ÚSTROJÍ

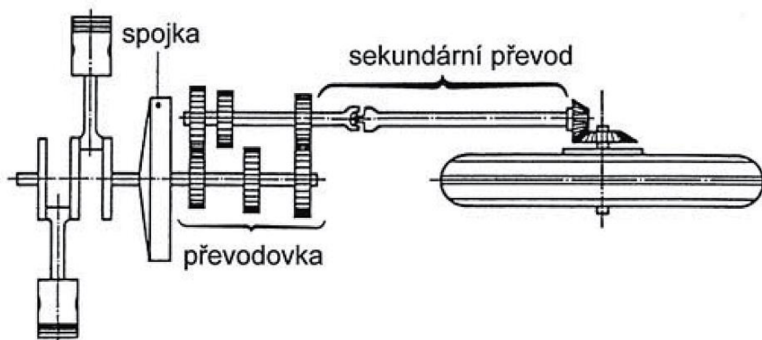
Tento komponent z konstrukce motocyklů je tvořen dílčími součástkami spojující motor s převodovkou a hnacím zadním kolem motocyklu a který uskutečňuje přenos točivého momentu. Spojka, která je umístěna mezi motorem a převodovkou, umožňuje přenášet výkon motoru na hnací kolo, v případě startování pak tuto sílu odpojit, pomocí promáčknutí spojkové páčky, která zajistí přerušení silového propojení. Jak vychází ze samotného názvu, pak spojka plní funkci kultivovaného spojení motoru se vstupní hřídelí převodovky, čímž zajišťuje plynulý chod stroje při jízdě. [12]

4.1 PRIMÁRNÍ A SEKUNDÁRNÍ PŘEVOD

Přenos hnacího momentu spalovacího motoru se děje z motoru do spojky a následně převodovky a je definován jako primární převod, z převodovky na zadní kolo, pak jako převod sekundární. Jedná se o tentýž princip jak u sestavy hnacího ústrojí motocyklu s příčným uložením motoru (například HONDA CBR900RR), tak i podélným (například BMW 1250GS, tzv. boxer).



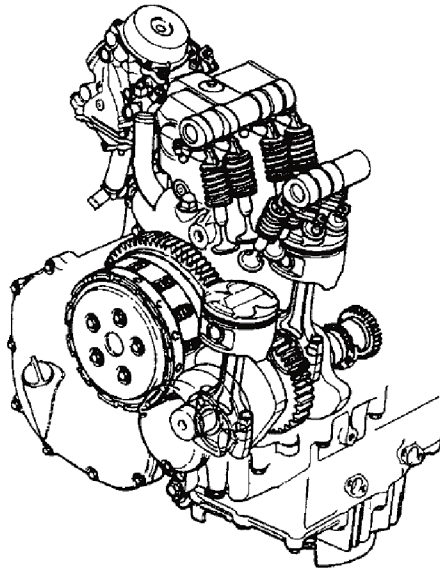
Obrázek 9 Hnací ústrojí motocyklu s příčně uloženým motorem [12]



Obrázek 10 Hnací ústrojí motocyklu s podélně uloženým motorem [12]

4.1.1 Primární převod

Primární převod je prvním článkem, který umožňuje pomocí různě velikých ozubených kol, přenášet otáčky a točivý moment motoru na zadní kolo motocyklu. Jako příkladu lze uvést hodnoty stroje Yamaha FJR 1300, v případě, že vykoná-li kliková hřídel motoru 1,563 otáčky, pak spojka umístěná na vstupním hřídeli převodovky vykoná pouze otáčku jednu. Což znamená, že spojka se otáčí pomaleji, ale přenáší větší sílu, tak aby byla schopna pojímat odpory při rozjíždění, případně i v průběhu jízdy. Doposud nejvíce optimální spojení mezi klikovým hřídelem a samotnou spojkou je zajišťováno ozubenými koly, která fungují téměř bez jakékoliv vůle mezi zuby a nevyžadují údržbu, krom průběžného mazání motorovým olejem, v němž jsou uložena. [12]



Obrázek 11 Primární převod s ozubenými koly (HONDA CBR 1000F) [12]

Další typy primárních převodů:

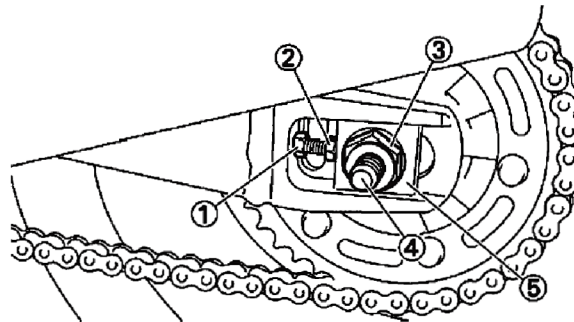
- Převod s řetězem.
- Převod ozubeným řetězem.
- Převod ozubeným řemenem.

4.1.2 Sekundární převod

Nejběžněji je tento proces přenosu síly hnacího momentu z převodovky na zadní kolo realizován u příčných motorů pomocí řetězu či řemenu, u podélných motorů pak kloubovým hřídelem.

Jednotlivé druhy pohonů zadního kola jsou:

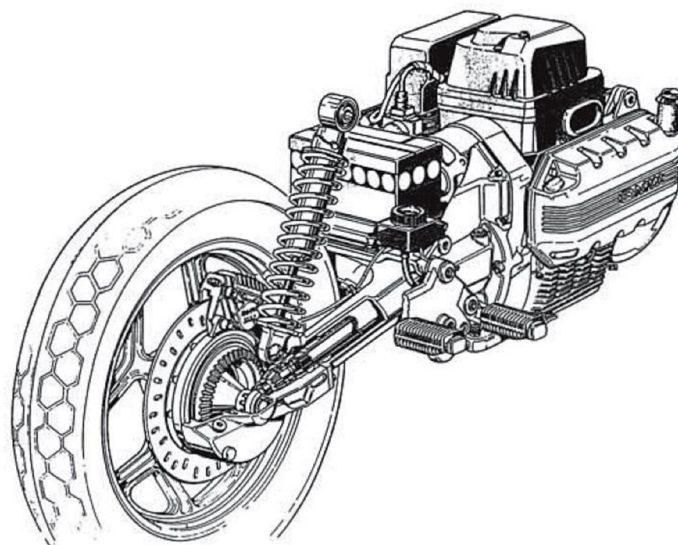
- Válečkový řetěz a řetězová kola.



Obrázek 12 Pohon řetězem a řetězovými koly s napínákem [12]

Popis obrázku: : 1-pojistná matice, 2-seřizovací šroub, 3-matice zadního kola, 4-hřídel zadního kola, 5-seřizovací blok

- Ozubený řemen a ozubené řemenice.
- Kardanový převod (kloubový hřídel a jedno nebo dvě kuželová soukolí).



Obrázek 13 Příklad zavěšení zadního kola s kardanovým pohonem [12]

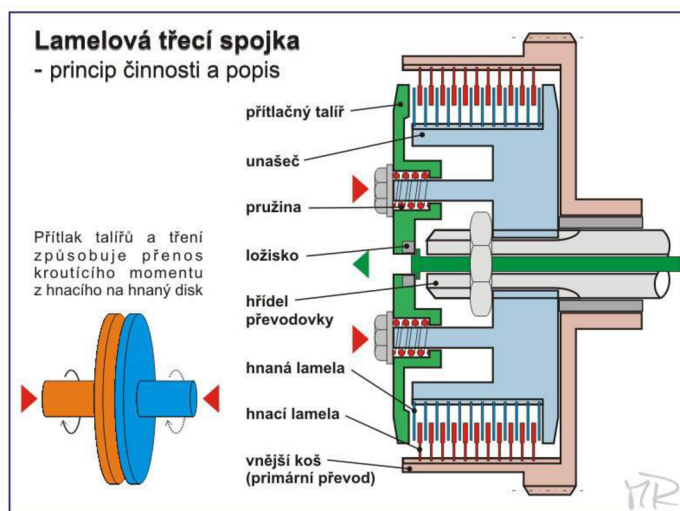
4.2 TYPOLOGIE SPOJEK

Jak již bylo napsáno výše, tak motocyklová spojka tvoří spojovací a současně i rozpojovací článek mezi motorem, co by hnací silou a převodovkou. U motocyklu má spojka tyto úkoly:

- Přerušit spojení mezi motorem a (manuální) převodovkou, současně tak i zadním hnaným kolem, při přeřazování rychlostních stupňů eventuálně i při startování.
- Spojka slouží i k pozvolnému přenosu točivého momentu do převodovky z motoru potřebný pro rozjetí.
- Při řazení jednotlivých rychlostních stupňů za jízdy, spojka přerušuje přenos sil mezi motorem a převodovkou, čímž zajišťuje plynulé a tiché přeřazení.

V současné době se používá především třecí typ spojky, ta může působit v axiálním i radiálním směru a vyrábí se jako kotoučová nebo lamelová. Velikost přenášeného momentu lamelové třecí spojce závisí hned na několika vstupních parametrech:

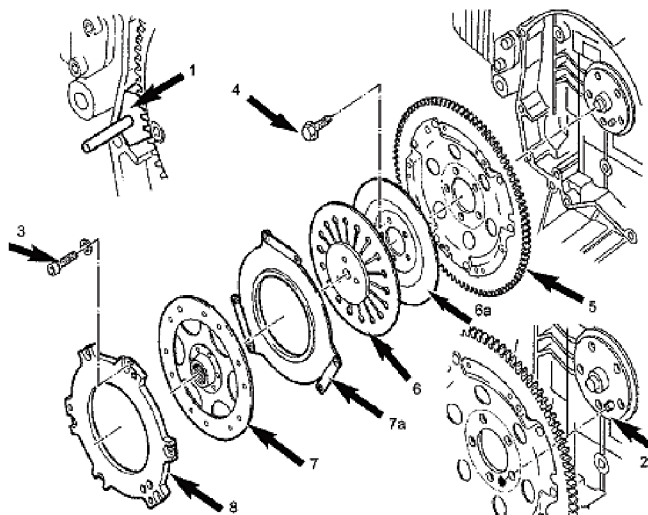
- Velikosti přitlačných pružin, kdy větší síla přitlaku zajišťuje přenos většího momentu.
- Velikosti styčných ploch lamel, větší část obloženého mezikruží zajišťuje větší míru přenosu kroutícího momentu.
- Průměru lamel, kdy spojka většího průměru je schopna pojmout větší kroutící moment.
- Součinitel tření, který je především ovlivněn typem materiálu obložení a tím, jedná-li se o spojku suchou či mokrou.
-



Obrázek 14 Lamelová třecí spojka [19]

Ve zjednodušeném modelu lze motocyklové spojky rozdělit do kategorií suchá a mokrá, tedy v olejové lázni. V případě suchých spojek můžeme hovořit o:

- Jednokotoučové suché třecí spojce – základní úlohu zde hraje třecí kotouč, který při uvolnění je pomocí membránové pružiny přitlačován na koš spojky a přítlačný talíř. Při odpojení spojky od hnací síly motoru pomocí odtažení přítlačného štítu od třecího kotouče.

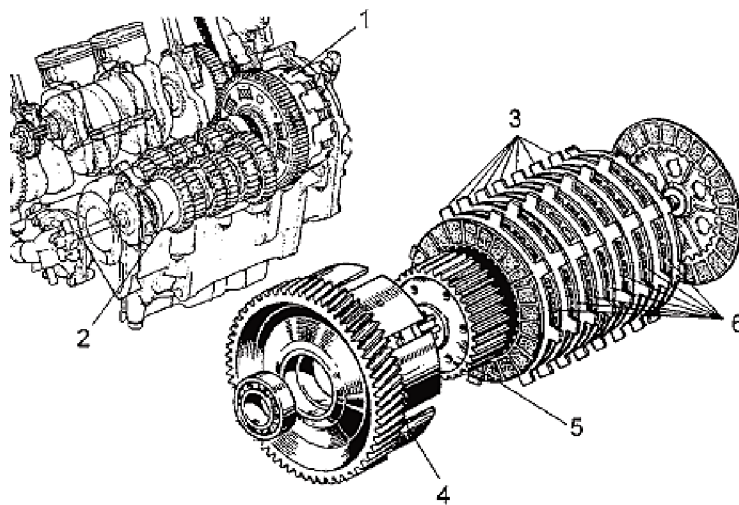


Obrázek 15 Rozbor suché spojky [12]

Popis obrázku: -1- zajišťovací kolík, 2-upevnění skříně spojky, 3-šrouby víka spojky, 4-šrouby víka spojky, 5-skříň spojky, 6- talířová pružina, 6a-talíř pružiny, 7-třecí obložení spojky, 7a-přítlačná deska, 8-víko skříně.

- Dvoulamelové suché spojce – jedná se opět o přímé spojení klikové hřídele s převodovkou, stejně jako u výše uvedeného případu. Tato spojka se skládá ze dvou ocelových kotoučů a dvou třecích lamel.
- Vícelamelové suché spojce – jedná se o spojení klikové hřídele s košem spojky přes primární pohon pomocí unašeče zakomponovaného uvnitř spojky. Princip spočívá v přitlačení přitlačného talíře spojky pomocí pružin upevněných do kruhu na unašeči spojky, na soubor třecích lamel a ocelových lamel motocyklové spojky.

Podstata mokré spojky je postavena na lamelách, které jsou opatřeny drážkami zajišťující oběh oleje a pomocí nichž je rozděleno třecí obložení do jednotlivých polí. Olej zde působí jako tlumič a zajišťuje plynulý záběr spojky, včetně kultivovanosti rozjezdu. Olejová lázeň snižuje součinitele tření oproti suché spojce, což zvyšuje životnost lamel, snižuje tepotu celé sestavy a tím i celého prvku spojky. [13][19][12]



Obrázek 16 Lamelová spojka s olejovou lázní (mokrú lamelová spojka)[12]

Popis obrázku: : 1-spojka, 2-převodovka, 3-spojkové kotouče, 4-koš spojky s primárním ozubením, 5-unašeč spojky, 6-spojkové kotouče [12]

4.3 OVLÁDÁNÍ SPOJKY

Spojka u motocyklu je převážně ovládána rukou, pomocí spojkové páčky, jejíž ovládací systém může být buď lankový, nebo hydraulický.

- Lankové ovládání spojky – bowdenové lanko vede od páčky spojky umístěné na řídítkách do vypínací páky na samotné motocyklové spojce. Jakmile se páčka na řídítkách zmáčkne, bowdenové lanko se zapře o uložení před pákou a lanko uvnitř bowdenu se napne a zatáhne na vypínací páku na spojce, která se odpojí. Většina sériových motocyklů má ocelová lanka, která potřebují větší údržbu v podobě průběžného napínání, z důvodů opotřebení třecího obložení spojky. Vůli spojky je tedy třeba, v případě lanovodů, pravidelně kontrolovat.
- Hydraulické ovládání spojky – je složeno z hydraulického válce na levé straně řídítek, spojovacích hadic a pracovního vypínacího válce. Tento princip je založen na tlaku hydraulické kapaliny, kdy se při zmáčknutí spojkové páčky vyvine hydraulický tlak, který je přenesen hadicí do pracovního válce. Z pracovního válce se následně vyvine tlak, který dokáže vysunout píst a ten zatlačí na vypínací páku spojky.

4.4 ANTIHOPPINGOVÁ SPOJKA

Typ mechanické antihoppingové spojky se od běžné sériové spojky liší tím, že její náboj je složen ze dvou částí, které se po sobě mohou pohybovat. V tomto místě se pak setkávají dva momenty, jeden od klikové hřídele (přes primární převod a spojkové lamely), druhý pak od zadního kola (finální převod prostřednictvím řetězu a přes převodovku) způsobený kinetickou energií motocyklu. Je-li tedy motocykl v tahu, pak antihoppingová spojka funguje zcela totožně jako běžná, ovšem v případě zavření plynové rukojeti a přeřazení na nižší převodové stupně začne moment od zadního kola přetlačovat motor. A právě v tomto okamžiku nastupuje podstata užití spojky typu antihopping, neboť dojde k vzájemnému pohybu obou částí náboje spojky, kdy prostřednictvím šikmých rovin, které jsou nejčastěji umístěny mezi dolním talířem spojeným s hřídelí převodovky a s ozubením spojeným s plechovými lamelami, dojde k nadzvednutí přítlačného talíře. Tím následně dojde k odlehčení spojkových lamel a jejich vzájemného prokluzu, který je schopen redukovat moment přetlačení zadního kola motorem. Zamezí se tím přetočení motoru (překročení RPM), otáčky se tak sníží, zadní kolo není nárazově brzděno a dojde ke zklidnění celé zadní části motocyklu, vedoucí k navýšení bezpečnosti jízdních vlastností motocyklu. [18][19]



Obrázek 17 Antihoppingová spojka [19]

Proč tedy antihoppingová spojka? Souhrn informací o tomto typu spojky, dle slov pana Ing. Marka Morávka (jednatele firmy „TSS“):

„Známky prvního používání spojek, které automaticky vypínají při brzdění motorem jsou neuvěřitelně dávné, ale to se nejednalo o antihoppingové spojky pro závodní motocykly. Tady historie začíná s debutem legendární Hondy NR500 v MS v roce 1979 (pro připomenutí: 4T V4 motor s oválnými písty, a který točil přes 20.000 otáček za minutu). U tohoto motocyklu poprvé zodpovědně řešili problém s přílišným brzdícím účinkem motoru. Tento projekt neměl dlouhého trvání v osmdesátých letech se spojka objevovala na továrních Hondách 750 a na Kawasaki Muzzy týmu při závodech AMA. Ve WSBK to byla Ducati, která v r. 1994 začala používat antihop ve svých továrních motocyklech. První impulz byl, když jim John Kocinski přetočil pár motorů, ale protože se osvědčila i jako pomoc k rychlejším časům, tak se její používání rychle rozšířilo. Přechod zdvihového objemu ze 750 ccm na 1000 ccm (resp. 1200 u 2V) vše urychlil. Taky Supersporty (600ccm) získaly na výkonu a lepší podvozky s pneumatikami umožnily rychlejší nájezdy do zatáček a k tomu také potřebovaly antihoppingovou spojku.“ [18]

5 SPOLEČNOST TSS-TECHNICAL SPORTS S.R.O.

Firma TSS-TECHNICAL SPORTS s.r.o. (dále jen „TSS“), byla založena, dvěma bývalými motocyklovými závodníky Milanem Horákem a Markem Morávkem, v roce 1994. S ohledem na jejich úspěchy:

- Milan Horák – závody silničních motocyklů, např. 3 místo v MR 350 ccm (1982);
- Marek Morávek – nejprve se věnoval endurovým závodům a následně se započal realizovat i na závodním okruhu, kde získal například titul Přeborník ČR (1989), dvakrát titul Mistr ČSSR, divoká karta GP250 a za svou motocyklovou kariéru dosáhl a stále dosahuje mnoha dalších osobních úspěchů.

Tato společnost se zasloužila o dění závodů Supermoto na území České Republiky, jelikož byla prvním soukromým subjektem, který zaštiťoval první dva závody republikových mistrovství v pozici pořadatele. Podnikatelský záměr vznikl po ukončení závodní kariéry, však zůstal zápal pro technické inovace v oblasti závodních motocyklů, především pak zdokonalování spojek určených pro závodní účely. [18]

Oficiálním **předmětem podnikání** společnosti TSS je [20]:

- Výroba, obchod a služby neuvedené v přílohách 1 až 3 živnostenského zákona;
- Opravy silničních vozidel;
- Obráběčství.

Na této platformě tedy společnost realizuje svoji **podnikatelskou činnost v oblastech:**

- Prodej motocyklů (autorizovaný dealer motocyklů značek Ducati a GAS GAS);
- Prodeje dílů pro motocykly;
- Servis motocyklů (servis je vybaven nejnovější diagnostikou Ducati a dále Technoresearch Nascar);
- Motorová brzda (základem je Power tester PT150 firmy Jaroš (s certifikátem TÜV), umožňující jak dynamické, tak i stacionární měření

výkonu. K dispozici jsou údaje dle norem SAE, DIN, ale optimální výsledky jsou dosahovány dle japonské státní normy, která jediná zohledňuje vedle teploty a tlaky vzduchu i vlhkost okolí. Tento systém byl doplněn o nezávislý software MotoComtest, umožňující navíc podrobnou Lambda analýzu a následnou optimalizaci palivových map).

- Výroba náhradních dílů pro motocykly různých značek;
- Prodej motocyklového vybavení a doplňků.

Pro potřeby této diplomové práce je nejvíce podstatný segment podnikání zaměřený na výrobu náhradních dílů pro motocykly, konkrétně pak motocyklové antihoppingové spojky. Jako materiálu je využito nejkvalitnějších dostupných slitin, které je možné dohledat při výrobách letadel, díly spojky vznikají pomocí opracování na nejmodernějších CNC obráběcích centrech, všechny součásti spojky jsou povrchově galvanicky ošetřené, inovací je pak pokrytí dílu přitlačného desky keramickou povrchovou úpravou zajišťující její dlouhou životnost (pouze o suchých spojkách). [21][22]



Obrázek 18 Antihoppingová spojka z katalogu firmy. [21]

6 REALIZACE ANALÝZY FMECA

Aplikace procesní analýzy možného vzniku poruch a jejich kritických následků (FMECA) na výrobní proces bude realizována na základě doporučených, dostupných a všeobecně přijatých postupů.

6.1 DEFINICE ŘEŠENÉHO PROCESU A SESTAVENÍ TÝMU

V této etapě je, na základě zkušeností s výrobou antihoppingových spojek, definován problém s technologií výroby a interním plánem řízení rizik a kvality. Na základě vyhodnocení současného stavu bylo navrženo řešení pomocí využití nástrojů FMECA analýzy. Vznikne tak srozumitelný přehled o realizaci stávajícího procesu výroby antihoppingové spojky, pro typizovaný testovací motocykl dle konceptu sériové spojky užití výrobcem stroje. Výsledkem je projekt s jasně definovanými cíli vedoucí ke zmapování procesu, analýze rizik a návrhů na úpravy současného stavu vedoucí ke snížení míry rizik s ohledem na uspokojení potřeb koncového uživatele.

Stanovený úkol ve smyslu číslo 3) cílů této DP: „Vypracování procesní FMECA na vývoj a výrobu antihoppingové spojky dle modelu sériové spojky testovaného motocyklu.“

Tabulka 5 Krycí list dokumentu FMECA analýzy [vlastní]

ID	<u>Krycí list dokumentu</u>	Zvláštní znak
		DP
<u>Název dokumentu:</u>	Vývoj antihoppingové spojky na testovacím motocyklu	
<u>Číslo:</u>	012018_TSS	
<u>Revize:</u>	AA	
<u>Datum vydání:</u>	14.05.2018	
<u>Datum revize:</u>	22.08.2018	
<u>Zpracovatel:</u>	Jana Rozehnalová	
<u>FMECA tým:</u>	Jana Rozehnalová, Ing. Marek Morávek, Milan Horák, technici výroby, mechanici	
<u>Platné pro PN:</u>	Neuvedeno	
<u>Zákazník:</u>	Koncový odběratel	

Součástí realizačního a vyhodnocovacího týmu jsou odborníci z řad zkoumaného podniku, tedy management a dále také zaměstnanci ve výrobě, kteří mohou poskytnout relevantní poznatky a důležité informace k procesu vývoje a výroby nové spojky.

6.2 ANALÝZA A HODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU

Na základě sběru dat, informací a diskuzí vznikl koncept procesu, rozdělený do dílčích částí, které jsou dále členěny do procesních segmentů výroby antihoppingové spojky testovacího motocyklu.

Tabulka 6 Rozvržení jednotlivých etap procesu výroby spojky [vlastní].

Pořadové číslo	Fáze	Etapa procesu	Sjednocení a úpravy
1	VÝVOJOVÁ	přípravný proces	Průběžný vývoj na základě sběru informací o nových technologiích a jejich vyhodnocování
2			Určení směru inovačního vývoje
3		zahajovací proces	Příjem nové zakázky (testovacího motocyklu se sériovou spojkou)
4			Předání stroje z příjmu do dílny
5			Laboratorní test brzdného účinku motoru se sériovou spojkou
6			Demontáž stávajících komponentů ze stroje
7		proces předprojektové přípravy	Demontáž sériové spojky na dílčí komponenty
8			Změření jednotlivých částí spojky měřicími nástroji
9			Změření velikosti prostoru mezi nábojem a košem spojky
10			Změření velikosti prostoru mezi přitlačným talířem a víkem motoru
11		proces projektové fáze	Vytvoření návrhové řešení nové antihoppingové spojky
12			Specifikace požadavků na jednotlivé komponenty nové spojky
13			Tvorba návrhu spojky v SW prostředí CAD
14			Kontrola návrhu projektu nové spojky
15			Zadání výroby dílčích komponent nové spojky
16	VÝROBNÍ	proces výrobní fáze funkčního prototypu	Příjem materiálu k výrobě
17			Naprogramování CNC stroje dle projektové dokumentace
18			Výroba CNC komponent nové spojky (soustružení a vrtání)
19			Obrábění hotového dílce
20			Závěrečné čištění obrobených dílů
21			Povrchová úprava
22			Manipulace s výrobkem
23			Kontrola stavu zásob typizovaných dílů nové spojky (pružiny, lamely, šrouby...)
24			Doplnění na sklad neskladového materiálu
25			Materiálová kompletace jednotlivých dílů nové spojky
26			Provedení kvalitativní kontroly vyrobených dílů
27			Sestavení nové spojky
28			Kontrola a proměření jednotlivých dílů
29			Montáž nové spojky do stroje
30			Kontrola zapojení a funkčnosti
31	KONTROLNÍ	proces kontrolní a metrologické fáze s vyhodnocením	Laboratorní test brzdného účinku motoru s novou spojkou
32			Vyhodnocení výsledků testu
33		proces pokračovací fáze	Laboratorní výsledek - spojka vyhovuje
34			Laboratorní výsledek - spojka nevyhovuje

6.2.1 Zmapování procesů

Na základě tabulkové sumarizace byl vytvořen popis současného stavu a zpracovány procesní diagramy (flow chart), které graficky znázorňují jednotlivé dílčí rozdělení projektu do etap vývoje, výroby nové antihoppingové spojky a kontrolní fáze testování výsledného funkčního vzorku. Tyto diagramy jsou umístěny v příloze práce. Na jejich základě je sepsán souhrn postupných kroků v rámci jednotlivých fází procesu.

Etapa vývojové fáze

Součástí etapy vývoje jsou především veškeré znalosti, které jsou využity k vývoji nové antihoppingové spojky, mezi ně se řadí poznatky z průběžného vývoje na základě sběru informací o nových technologiích a jejich vyhodnocování, které určuje inovační směr vývoje. V případě společnosti „TSS“ za tyto činnosti nese zodpovědnost management firmy, který je součástí dění na poli motocyklových závodů a používá komunikačních a dalších nástrojů manažerských dovedností pro zajištění konkurenceschopnosti své podnikatelské činnosti. Proces příjmu zakázky probíhá standardizovaným způsobem, testovací motocykl obsahující sériovou spojku montovanou výrobcem je na firmu přijat a je k němu vytvořena tzv. typová karta motocyklu, obsahující veškeré potřebné údaje o stroji.

Tabulka 7 Karta testovacího motocyklu (příklad) [vlastní]

Technické údaje Honda VTR 1000F Firestorm			
Rok výroby	1998	Zdvih předního odpr.	109 mm
Objem	996 cm ³	Zdvih zadního odpr.	124 mm
Výkon	80.3 kW	Úhel hlavy řízení	65 °
Výkon při otáčkách	9000 ot/min	Závlak předního kola	97 mm
Množství oleje	Točivý moment	Rozvor	1430 mm
98 Nm	96 Nm	Brzdy vpředu	2 kotouč
Otáčky při max toč.mom	7000 ot/min	Rozměr předního kotouče	296 mm
Uspořádání válců	Vidlicový	Přední třmen	-
Startér	Elektrický	Brzdy vzadu	kotouč
Počet válců	2	Přední kolo	17 "
Dvoudobý/čtyřdobý	4	Zadní kolo	17 "
Chlazení	Kapalina	Rozměr přední pneu	120/70 ZR 17
Vrtání	98 mm	Rozměr zadní pneu	180/55 ZR 17
Zdvih	66 mm	Výška sedla	810 mm
Kompresní poměr	9.4 : 1	Suchá hmotnost	192 kg
Rozvod	DOHC	Pohotovostní hmotnost	216 kg
Ventilů na válec	4	Objem nádrže	16 l
Příprava paliva	Karburátor	Rezerva	2.5 l
Počet rychlostí	6	Spotřeba	6.9 l/100 km
Sekundární převod	Řetěz	Zrychlení	3.2 0-100 km/h
Typ rámu	Mostový	Maximální rychlost	255 km/h 241 km/h
Materiál rámu	lehká slitina	Typ spojky	Mokrá přítlačná lamelová

Za vytvoření karty stroje nese zodpovědnost **přijímací technik**, data v ní musí být reálná, faktická a ověřitelná, součástí celkového záznamu je také datum příjmu motocyklu k testování a výrobě inovované spojky, určující též datum zahájení projektu. Součástí pokračovací fáze je předání stroje do prostor dílny, tento krok je též v gesci stejné osoby. V dílně je stroj podroben vstupnímu laboratornímu měření přístrojem Power tester PT150 (s certifikátem TÜV), z něhož jsou získány primární data určená k využití v dalším procesu vývoje.



Obrázek 19 Vstupní laboratorní test [22]

Následně je již stávající sériová motocyklová spojka demontována, zaměřeny její vnitřní části a definovány měrné hodnoty velikosti prostoru mezi nábojem a košem spojky a mezi přitlačným talířem a víkem motoru. Na základě všech zjištěných dat a údajů je vytvořena koncepce návrhu v podobě zjednodušeného náčrtu, který je následně převeden do SW podoby projektové dokumentace prostředím CAD. Výsledný projekt je z hlediska technologie výroby a materiálu konzultován s příslušnou osobou a po jeho schválení je přistoupeno k fázi výroby funkčního vzorku.

Etapa výrobní fáze

Jedná se o posloupnost na sebe navazujících kroků výroby nového dílu ze vstupních dat předchozí etapy. Z výkresové dokumentace jsou vzaty údaje potřebné k naprogramování CNC stroje a realizaci výroby. Na součástku je využito materiálu obrobitelné hliníkové slitiny vhodné k danému užití výroby dílců antihoppingové spojky. **Soustružení a frézování** je dalším procesem reálné etapy výroby, kde se z hliníkových polotovarů obrobí téměř celé součástky spojky s drážkami, včetně vyvrtání děr. Jedná se o automatický provoz, kde stroj je vybaven podavačem polotovarů a jeho obsluha je poměrně jednoduchá a velmi bezpečná. Dalším krokem výroby je **finální obrábění**

hotových dílů na vhodné brusce určené k opracování vnějších ploch spojkových dílů. Po obroušení jsou díly již nachystány k přípravě na povrchovou úpravu, která spočívá v **čištění a odmašťování** dílců v průmyslové pračce s ohřevem. Jednotlivé komponenty spojky jsou umístěny do košíku s proložkami, ten se následně umístí do otočného držáku průmyslové pračky a pomocí několika procesů se komponenty vyčistí a následně jsou i vysušeny. Po důkladné očištění následuje provedení **povrchové úpravy** dílců pomocí elektrochemického procesu eloxování, kdy jednotlivé díly jsou zapojeny v elektrotechnické lázni jako anoda, kde dochází k tvorbě rovnoměrné kompaktní vrstvy oxidu hlinitého s příměsí barvy, který má výrazně tvrdší vlastnosti než neošetřená slitina.

Po celou dobu realizace výrobního procesu je kladen důraz na **manipulaci** s jednotlivými dílci, především pak u jejich přemísťování z jednoho procesu k dalšímu je zvýšena opatrnost před jejich poškozením. K transportu je užíváno speciálních přepravek s proložkami zamezujícími oděru jednotlivých dílců o sebe. V dalších krocích je provedeno **ověření stavu zásob** typizovaných komponent, jsou to především lamely spojky, šrouby, matky, podložky a pružiny. Pokud jsou všechny potřebné díly skladem, pak je možno přistoupit již ke kompletaci jednotlivých částí spojky, jejímu **sestavení a kontrole**, pomocí porovnání nové spojky s původní sériovou (tovární) spojkou. Po všech předchozích krocích se zahájí montáž nové antihoppingové spojky do testovacího motocyklu. Pokud skladové zásoby nedisponují potřebnými díly, pak je nutno ještě tyto doobjednat od prověřených dodavatelů a doplnit na sklad.



Obrázek 20 Obrobené a povrchově ošetřené dílce [21]

Etapa kontrolní fáze

Na proces kontroly a jejího řízení je, společností TSS TECHNICAL SPORTS s.r.o., věnována velická pozornost, neb si je firma vědoma její důležitosti. Celý výrobní postup je tedy zaznamenáván do dokumentu „průvodka nového typu spojky“, kam jsou zaznamenávány veškeré operace spjaté s vývojem a výrobou nového typu spojky a tato průvodka je spárována s typovou kartou stroje obsahující veškeré měrné hodnoty všech měřících fází. Jednotlivé činnosti jsou přiděleny konkrétním pracovníku, kteří pro provedení dané činnosti, zapíší její stručný záznam, datum a čas provedení a zajistí ji svým podpisem, čímž je jasně definována osoba a zodpovědnosti. Při kontrole se používá kvalitních měřících pomůcek, které jsou často kontrolovány a kalibrovány. Před čištěním práním dílů je první vizuální kontrola všech vyráběných komponent spojky, kde se zjišťují případná povrchová poškození, stejná kontrola je zavedena i po dokončení povrchové úpravy. Součástí kontroly je také laboratorní test funkčnosti spojky na testovacím zařízení měřícího brzdny účinek motoru na spojku, následuje vyhodnocení, porovnání a analýza dat zajištěných z první a druhé fáze laboratorního měření. Výsledkem je zřejmé hodnocení, zda-li spojka vyhovuje požadovaným výstupům či nikoliv. V případě, že je nová spojka klasifikována jako **nevyhovující**, následuje cyklus změn ve výkresové dokumentaci, změny naprogramování CNC stroje a opětovný proces výroby a kontroly nových výstupů. Následně je nová spojka opět namontována do stroje a laboratorně testována. V případě, že je upravená spojka již zařazena do kategorie **vyhovující**, pak je z testovacího stroje taktéž demontována a odeslána na doplňující „track test“, díky němuž jsou zajištěny výstupní kontrolní údaje o procentuální funkcionalitě spojky. Projde-li inovovaná spojka i touto závěrečnou výstupní kontrolou, pak je vytvořen její přehledný uživatelský manuál a spojka je zařazena do produktového katalogu a je zahájena její sériová výroba.

6.2.2 Stanovení řešené oblasti

Na základě předběžného vyhodnocení, je zjevné, že největším nositelem rizika při vývoji a výrobě nové antihoppingové spojky je etapa výrobního procesu. Analýza FMECA bude tedy aplikována na tuto realizační část s tím, že fáze kontrolní, je řešena laboratorním měřícím strojním zařízením s certifikátem TÜV u něž se nepředpokládá vznik rizik v procesu konečného měření. V části vývoje se pak potýkáme především s riziky lidského faktoru, přičemž tyto jsou minimalizovány průběžnou osvětou, dohledem a jednoznačnou deklarací přísně dodržovaných postupů.

6.2.3 Nastavení hodnotících kritérií

V této fázi jsou vytvořeny přehledné tabulky s hodnotícími kritérii určené pro členy analytického týmu minimalizující riziko nepochopení vstupních hodnot.

- **Kritéria hodnocení závažnosti** – jsou nastavena s ohledem na hodnotu produktu antihoppingové spojky pro koncového zákazníka a rizik vzniku vad či ohrožení v průběhu výroby.

Tabulka 8 Kritéria hodnocení závažnosti procesu výroby inovované spojky [vlastní]

Důsledek	Kritéria závažnosti důsledku		Známka
	Známka deklaruje možný způsob závady, který vede k vadě patrné finálnímu zákazníkovi. Finální zákazník má být vždy uvažován jako první. Vyskytují-li se oba případy, použijte větší závažnost. (Dopad na zákazníka)	Známka deklaruje možný způsob závady, který vede k vadě patrné výrobnímu/montážnímu podniku. Finální zákazník má být vždy uvažován jako první. Vyskytují-li se oba případy, použijte větší závažnost. (Dopad na výrobu/montáž)	
Kritický bez výstrahy	Velmi vysoké hodnocení závažnosti, když možný způsob závady ohrožuje bezpečný provoz stroje.	Nebo může bez výstrahy ohrožovat laboratorního zaměstnance.	10
Kritický s výstrahou	Velmi vysoké hodnocení závažnosti, když možný způsob závady ohrožuje bezpečný provoz stroje s výstrahou.	Nebo může ohrožovat operátora (stroj nebo sestavu) s výstrahou.	9
Velmi závažný	Zařízení/prvek nefunkční (ztráta základní funkce).	Nebo se musí výrobek/prvek opravit v opravárenské dílně za dobu delší než 1 hodina.	8
Závažný	Zařízení/prvek funguje, ale úroveň výkonu je snížena. Zákazník je velmi nespokojen.	Nebo se musí výrobek přetřídit a část dílů spojky šrotovat, nebo se musí zařízení/prvek opravit v opravárenské dílně za dobu od 1/2 do 1 hodiny.	7
Mírný	Zařízení/prvek funguje, ale položky určující pohodlí nefungují. Zákazník nespokojen.	Nebo se musí část dílů spojky šrotovat bez třídění, nebo se musí zařízení/prvek opravit v opravárenské dílně za dobu kratší než 1/2 hodiny.	6
Nízký	Zařízení/prvek funguje, ale prvky podmiňující pohodlí fungují se sníženým výkonem. Zákazník je poněkud nespokojený.	Nebo se musí celá spojka nebo její části přepracovat mimo linku, ale nemusí jít do opravárenského oddělení.	5
Velmi nízký	Úprava/skřípot a drnčení prvku neodpovídá. Vady si všimne většina zákazníků (přes 75%).	Nebo se musí část dílů spojky kompletně přepracovat.	4
Nepatrný	Úprava/skřípot a drnčení prvku neodpovídá. Vady si všimne 50% zákazníků.	Nebo se musí celá spojka nebo její části přepracovat na lince, ale mimo normální pozici.	3
Zanedbatelný	Úprava/skřípot a drnčení prvku neodpovídá. Vady si všimnou kritičtí zákazníci (méně než 25%).	Nebo se musí celá spojka nebo její části přepracovat na lince a na normální pozici.	2
Žádný	Žádný znatelný důsledek.	Nebo nepatrná obtíž v operaci nebo pro operátora nebo žádný dopad.	1

- **Kritéria hodnocení výskytu** – jsou nastavena ve vztahu k četnosti a pravděpodobnosti výskytu.

Tabulka 9 Kritéria hodnocení výskytu procesu výroby inovované spojky [vlastní]

Pravd. Vady	Možné četnosti závad	Ppk	Bodování
Velmi vysoká: Neustálé závady	> 80 na 100 kusů	<0,55	10
	50 na 100 kusů	> 0,55	9
Vysoká: Časté závady	20 na 100 kusů	> 0,78	8
	10 na 100 kusů	> 0,86	7
Mírná: Občasné závady	5 na 100 kusů	> 0,94	6
	2 na 100 kusů	> 1	5
	1 na 100 kusů	> 1,1	4
Nízká: Poměrně málo závad	0,05 na 100 kusů	> 1,2	3
	0,01 na 100 kusů	> 1,3	2
Vzácná: Závada je nepravděpodobná.	< 0,01 na 100 kusů	> 1,67	1

- **Kritéria hodnocení odhalitelnosti**

Tabulka 10 Kritéria hodnocení závažnosti procesu výroby inovované spojky [vlastní]

Odhalení	Kritéria	Návrh rozsahu metod odhalování	Známka
Téměř vyloučené	Absolutní jistota, že nebude odhaleno.	Nedá se odhalit nebo se nekontroluje.	10
Velmi nepravděpodobné	Nástroje řízení závadu pravděpodobně neodhalí.	Řízení se provádí jen nepřímo nebo náhodnými kontrolami.	9
Nepravděpodobné	Nástroje řízení mají malou šanci závadu odhalit.	Řízení se provádí jen vizuální kontrolou	8
Velmi nízká pravděpodobnost	Nástroje řízení mají malou šanci závadu odhalit.	Řízení se provádí jen dvojí vizuální kontrolou	7
Nízká pravděpodobnost	Nástroje řízení mohou závadu odhalit	Řízení se provádí pomocí měřících přístrojů	6
Mírná pravděpodobnost	Nástroje řízení mohou závadu odhalit	Řízení se opírá o měření, když součásti opustily pracoviště, nebo kontrolu kalibrem.	5
Poněkud vyšší pravděpodobnost	Nástroje řízení mají dobrou šanci závadu odhalit.	Odhalování chyb v následných operacích, nebo kontrola kalibrem prováděná po seřízení.	4
Vysoká pravděpodobnost	Nástroje řízení mají dobrou šanci závadu odhalit.	Odhalení chyb na pracovišti nebo v následujících operacích vícenásobnými přejímkami: při dodání, výběru, instalaci, verifikaci. Nedají se převzít nevyhovující součásti.	3
Velmi vysoká pravděpodobnost	Nástroje řízení téměř s jistotou závadu odhalí.	Odhalení chyb na pracovišti (automatické měření). Nemůže propustit neshodné díly.	2
Téměř jistota	Nástroje řízení odhalí závadu s jistotou.	Neshodné součásti se nedají vyrobit, protože prvek byl návrhem procesu/výrobku proti vzniku vad zajištěn.	1

6.2.4 Vypracování tabulky FMECA

V této realizační části DP, aplikace metody FMECA na výrobní proces vývoje antihoppingové spojky, byla na platformě sběru informací vytvořena přehledná tabulka popisující jednotlivé procesy a jejich souvztažnost k otázkám rizik. Kompletní tabulka procesní FMECA analýzy procesů výroby je umístěna v příloze této diplomové práce. K jednotlivých procesním krokům byly přiřazeny požadavky a stručně popsán možný způsob a důsledky poruchy. K vyhodnocení bylo využito matematického nástroje výpočtu RPN (závažnost * výskyt * odhalení). Kritická míra řešení výskytu rizika byla nastavena na součinnou hodnotu RPN sta dosažených bodů míry priority rizika, při překročení této hodnoty bylo nutné přistoupit k návrhu opatření vedoucích ke snížení míry rizika.

6.3 NÁVRH OPATŘENÍ

Z komplexního pohledu na problematiku ošetření procesů výroby, i vývoje a testování, z hlediska řízení rizik by bylo více nežli na zváženu zamyslet se nad zavedením QMS (Quality Management Systém), nebo interní metodiky systému řízení kvality, který není v této menší firmě zdaleka dostatečně řešen.

V oblasti vstupního materiálu je zjevné, že tento proces není řešen na potřebné úrovni, především se zde vyskytují rizika vycházející z nedostatečného užití systémů řízení zásob. Lidský zdroj zde působí v mnoha případech jako stěžejní subjekt s minimální zárukou nízké chybovosti. Ve všech případech s výskytem vysokého hodnocení RPN, bylo doporučeno zavést opatření v podobě zlepšení informovanosti na pracovišti pomocí průběžných školení, vytvoření jednoznačného pracovního postupu, kterým by se delegovaný pracovník řídil a zavedením pravidelných, průběžných inventur. Nejvhodnějším řešením se pak jeví zavedení systému řízení zásob na principu KANBAN, tedy nástroje řízení materiálových toků ve výrobě, za užití jednoduchých kartiček, které jsou založeny, pro zaměstnance, na poměrně snadno pochopitelné platformě.

U procesů založených na strojní výrobě se opět setkáváme s problematikou lidského faktoru, tedy na faktické snižování jejich výskytu. Ke zlepšení stavu jakosti vyráběných součástí by měla přispět větší pozornost při vykonávání práce a větší zodpovědnost pracovníků. Je zapotřebí větší míry zapojení managementu, co by osob, kteří by měli s pracovníky více komunikovat, jednoznačně deklarovat své požadavky, ale brát v potaz také zpětnou vazbu od svých podřízených, což by mělo přispět k větší pozornosti při vykonávání konkrétních činností a větší zodpovědnosti pracovníků. V druhé řadě by bylo třeba se zaměřit na zvyšování detekce těchto vad. Vhodným prostředkem by mohlo být zavedení statistického řízení procesů (SPC – Statistical Process Control). Toto řízení kvality produktu má největší přínos při hromadné výrobě a při výrobě, kde jsou kladeny vysoké požadavky na přesnost. Proto je vhodným prostředkem pro monitorování právě těchto operací a pro detekci odchylek při opracování průměrů i délkových rozměrů. Prostřednictvím tohoto řízení kvality může operátor reagovat v reálném čase na odchylky, které ve výrobě mohou nastat. Pomocí zjištěných odchylek potom obsluha stroje provádí změnu nastavení stroje, výměnu nástroje, optimalizuje řezné podmínky nebo jiné úkony, které vedou k udržení odchylek v povolených mezích. Návratnost investic vložených do procesu statického řízení se dá v tuto chvíli těžko odhadnout, ale může se pohybovat v řádech měsíců. Další nápravná

opatření, která byla navrhována, jsou častější dohled kontrolního pracovníka, v některých případech optimalizace řezných podmínek za účelem zvýšení trvanlivosti nástroje.

V oblasti kontroly dílů, především pak pomocí měrných nástrojů, je problematika vcelku jednoznačná, tedy, že společnost nedisponuje zařízením, které by bylo schopno odhalit skrytou vadu produktu. Kupříkladu trhliny uvnitř materiálu způsobené neodbornou manipulací, či opracováním. V tomto případě by bylo v zásadě řešením zajištění této kontroly odpovídajícími nástroji, za něž lze považovat ultrazvuk či magnetickou rezonanci buď vlastními, nebo pomocí externího subjektu, čímž by se však prodloužila doba výroby funkčního vzorku nové antihoppingové spojky.

V oblasti montáže lze detekovat vyšší míru rizika opět u lidského faktoru v podobě přílišného či nedostatečného dotažení šroubů. V zájmu kvality produkce bylo doporučeno navýšení průběžného školení a zavedení motivačních nástrojů vedoucích ke zvýšení kvality odvedené práce zaměstnancem.

6.4 HODNOCENÍ STAVU PO REALIZACI OPATŘENÍ

V tuto chvíli neexistuje dostatečné množství dat, které by mohly vést k relevantním závěrům, je zde tedy užito nástrojů čisté predikce a předpokladu. Lze však již nyní říci a odůvodněně tvrdit, že po zavedení doporučených opatření se úroveň výskytů rizika sníží.

7 ZÁVĚR

Předem vytyčeným hlavním cílem této vysokoškolské závěrečné kvalifikační práce bylo kriticky analyzovat nástroje a metody pro měření a snižování rizika ve vybraných oblastech spojených se spotřebitelským chováním a navrhnout metody ke snižování rizika vedoucích k podpoře racionálního chování spotřebitelů v rizikových situacích. Osobním cílem zpracovatele této diplomové práce tedy bylo zadané úlohy naplnit v minimálně dostatečném rozsahu.

Díličními cíli bylo:

- 1) Provedení rešerše využití metod FMEA a FMECA – na základě studia a zpracování dostupných zdrojů informací byla provedena rešerše (hluboká, nikoli však bezezbytku vyčerpávající, ale pro účely této práce zcela dostačující), kdy i problematiky méně známému čtenáři je náležitě objasněna.
- 2) Popsání procesu výroby komponent spojky a identifikace jeho dílčích subprocessů – byla vybrána jedna z podstatných komponent motocyklů – antihoppingová spojka – která se vyrábí v renomované firmě nedaleko Brna. Na místě její výroby byla detailně studována stávající výroba, včetně poznání celkového i dílčích procesů výroby této komponenty, kdy na základě popisu, vytvoření procesních diagramů, jenž jsou též součástí této práce, a pochopení současného stavu výroby, bylo možno přistoupit k plnění bodu 3) – viz níže.
- 3) Aplikování metody FMECA na proces výroby vybrané komponenty – je možno konstatovat, že tento cíl byl splněn. Hmatatelným výstupem je zpracovaná tabulka, pro potřeby této DP jsou v přílohách uvedeny nejvýznamnější data a údaje této metody, podávající velmi dobré výsledky v praxi.
- 4) Stanovení preventivních opatření, vedoucích ke zvýšení efektivnosti výrobního procesu – opět možno konstatovat, že byla navržena opatření, jako zásadní výsledek analýzy pomocí metody FMECA, jež jsou uvedena výše. Je však zřejmé, že jejich přijetí a realizace ve společnosti „TSS“ je odvislé od rozhodnutí vlastníka ji přijmout. Nicméně lze odůvodněně předpokládat, že její realizaci nebrání žádné překážky a navrhovaná preventivní opatření budou s. r. o. ku prospěchu.

S ohledem na ucelenost závěrečného konstatování lze i říci, že celá práce se primárně zaměřovala na otázku zvýšení kvality při snížení dodatečných a vcelku zbytečných

nákladů na kvalitu, které následně v důsledku ovlivňují konečnou cenu antihoppingové spojky pro zákazníka. Tedy snaha o nastavení optimálního poměru maloobchodní ceny vůči míře uspokojení potřeb zákazníka v potřebné a požadované kvalitě. Zavedení managementu kvality, efektivním užitím zdrojů a zapojením různých nástrojů řízení materiálových toků je společnost schopna konečnou cenu produktu snížit, zvýšit tak její dostupnost pro širší okruh zájemců o inovaci jejich motocyklu a zajistit si vyšší odbyt produktů. Přičemž v souvislosti s jejich další činností, kterou je provoz servisu pro motocykly zajistit navýšení příjmu ze servisních prací a celkové navýšení objemů zisků.

Zavedení opatření důsledků dopadů rizik při samotné výrobě, bude mít kladných výsledků a při rozšíření managementu kvality i do dalších oblastí firemních procesů, pak navýšení konkurenceschopnosti podniku ve větším měřítku.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

(seznam byl vygenerován doplňkem „Citace PRO“ pro MS Word)

[1] BLECHA, Petr. *MANAGEMENT TECHNICKÝCH RIZIK U VÝROBNÍCH STROJŮ*. Brno, 2010. Habilitační práce. VUT v Brně. Vedoucí práce ISBN 978-80-214-4062-3.

[2] *Metoda FMEA* [online]. , 15 [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <http://www.komora-khk.cz/business/documents/?soubor=moduly/5-jakost/12-neustale-zlepsovani/12-2-fmea.pdf>.

[3] FOTR, Jiří a Jiří HNILICA. *Aplikovaná analýza rizika ve finančním managementu a investičním rozhodování. 2.*, aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2014. Expert (Grada). ISBN isbn978-80-247-5104-7.

[4] JANÍČEK, Přemysl a Jiří MAREK. *Expertní inženýrství v systémovém pojetí*. Praha: Grada, 2013. Expert (Grada). ISBN isbn978-80-247-4127-7.

[5] RAIS, Karel a Radek DOSKOČIL. *Risk management. 1*. Brno: Cerm, 2007. ISBN ISBN 978-80-214-3510-0.

[6] SMEJKAL, Vladimír a Karel RAIS. *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích. 4.*, aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2013. Expert (Grada). ISBN isbn978-80-247-4644-9.

[7] FIALA, Roman. *ZÁKLADY MANAGEMENTU. 1*. Jihlava: Vydala Vysoká škola polytechnická Jihlava, Tolstého 16, Jihlava, 2009. ISBN 978-80-87035-24-5.

[8] ČSN EN 31010: *Management rizik - Techniky posuzování rizik titulní stránka. 1*. Praha: Český normalizační institut, 2011.

[9] ČSN EN 60812: *Techniky analýz bezporuchovosti systémů-Postup analýzy způsobů a důsledků poruch (FMEA). 1*. Praha: Český normalizační institut, 2007.

[10] ČSN ISO 31000: *Management rizik - Principy a směrnice. 1*. Praha: Český normalizační institut, 2010.

[11] *MM Průmyslové spektrum*. Praha: Vogel Publishing, 1997-, **2009(09)**. ISSN issn1212-2572.

[12] *Soudní inženýrství: časopis pro soudní znalectví v technických a ekonomických oborech*. Brno: Vysoké učení technické v Brně. Ústav soudního inženýrství, 2005, **16(2)**. ISSN issn1211-443x.

[13] VALÁŠEK, Dominik. ANTIHOPPINGOVÁ SPOJKA. *Okruháři.cz* [online]. Praha: Okruháři.cz, 2015 [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <http://www.okruhari.cz/cs/antihoppingova-spojka>

[14] Ekonomická a finanční rizika. *ManagementMania* [online]. Praha: ManagementMania's Series of Management ISSN 2327-3658, 2015 [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/ekonomicka-a-financni-rizika>

- [15] KORECKÝ, Michal a Václav TRKOVSKÝ. Management rizik projektů. *Businessinfo* [online]. Praha: CzechTrade, 2011 [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <http://www.businessinfo.cz/cs/clanky/charakteristika-hlavnich-skupin-rizik-2866.html#!&chapter=7>
- [16] MAŘÍK, Robert. Metoda kritické cesty (CPM). *Mendelu* [online]. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014 [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: user.mendelu.cz/marik/wiki/inzmat/cpm.pdf
- [17] Rizika (Risks). *Managementmania* [online]. Praha: ManagementMania's Series of Management ISSN 2327-3658, 2013 [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/rizika>
- [18] S Markem Morávkem o antihoppingové spojce. *BikeRacing.cz* [online]. Praha: internet-webdesign.cz, 2013 [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <http://www.bikeracing.cz/moto-magazin/road-racing/ostatni-road-racing/s-markem-moravkem-o-antihoppingove-spojce-a14517/>
- [19] ROLLINGER, Miroslav. Technika motocyklu - 11. část - spojka. *Motorkari.cz* [online]. Praha: Motorkáři.cz, 2006 [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <http://www.motorkari.cz/clanky/jak-na-to/technika-motocyklu-11.-cast-spojka-3524.html>
- [20] Výpis z obchodního rejstříku: TSS-TECHNICAL SPORTS s.r.o. *Veřejný rejstřík a sbírka listin* [online]. Praha: Ministerstvo spravedlnosti České republiky, 2012 [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik-firma.vysledky?subjektId=565131&typ=PLATNY>
- [21] *Slipperclutchs* [online]. Brno: TSS-TECHNICAL SPORTS, 2009 [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <http://www.slipperclutchs.com/>
- [22] *TSS-TECHNICAL SPORTS* [online]. Brno: StaWEBnice, 2016 [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <http://www.tss.cz/cs>
- [23] ČSN EN ISO 9001:2015: *Systémy managementu jakosti - Požadavky*. 02. Praha: Český normalizační institut, 2016.

9 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

9.1 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Základní prvky managementu rizik [1]	15
Obrázek 2 Postupový diagram iterační metody [1]	20
Obrázek 3 PDCA model neustálého zlepšování [vlastní]	23
Obrázek 4 Schématické znázornění prvků procesu [23]	24
Obrázek 5 Stanovení hranice přijatelnosti rizika [2]	25
Obrázek 6 Řízení rizik [2]	26
Obrázek 7 Grafické znázornění postupu řešení FMEA / FMECA [9]	33
Obrázek 8 Grafické znázornění CPM (výpočtu obou fází) [vlastní]	37
Obrázek 9 Hnací ústrojí motocyklu s příčně uloženým motorem [12]	39
Obrázek 10 Hnací ústrojí motocyklu s podélně uloženým motorem [12]	39
Obrázek 11 Primární převod s ozobnými koly (HONDA CBR 1000F) [12]	40
Obrázek 12 Pohon řetězem a řetězovými koly s napínákem [12]	41
Obrázek 13 Příklad zavěšení zadního kola s kardanovým pohonem [12]	41
Obrázek 14 Lamelová třecí spojka [19]	43
Obrázek 15 Rozbor suché spojky [12]	43
Obrázek 16 Lamelová spojka s olejovou lázní (mokrý lamelová spojka)[12]	44
Obrázek 17 Antihoppingová spojka [19]	46
Obrázek 18 Antihoppingová spojka z katalogu firmy. [21]	50
Obrázek 19 Vstupní laboratorní test [22]	55
Obrázek 20 Obrobené a povrchově ošetřené dílce [21]	56

9.2 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Srovnání pojmů riziko a nejistota [vlastní].....	17
Tabulka 2 Příklad hodnocení výskytu [vlastní]	36
Tabulka 3 Příklad hodnocení závažnosti [vlastní].....	36
Tabulka 4 Příklad hodnocení odhalení rizika [vlastní].....	36
Tabulka 5 Krycí list dokumentu FMECA analýzy [vlastní].....	51
Tabulka 6 Rozvržení jednotlivých etap procesu výroby spojky [vlastní].	53
Tabulka 7 Karta testovacího motocyklu (příklad) [vlastní].....	54
Tabulka 8 Kritéria hodnocení závažnosti procesu výroby inovované spojky [vlastní]..	58
Tabulka 9 Kritéria hodnocení výskytu procesu výroby inovované spojky [vlastní]	59
Tabulka 10 Kritéria hodnocení závažnosti procesu výroby inovované spojky [vlastní]	60

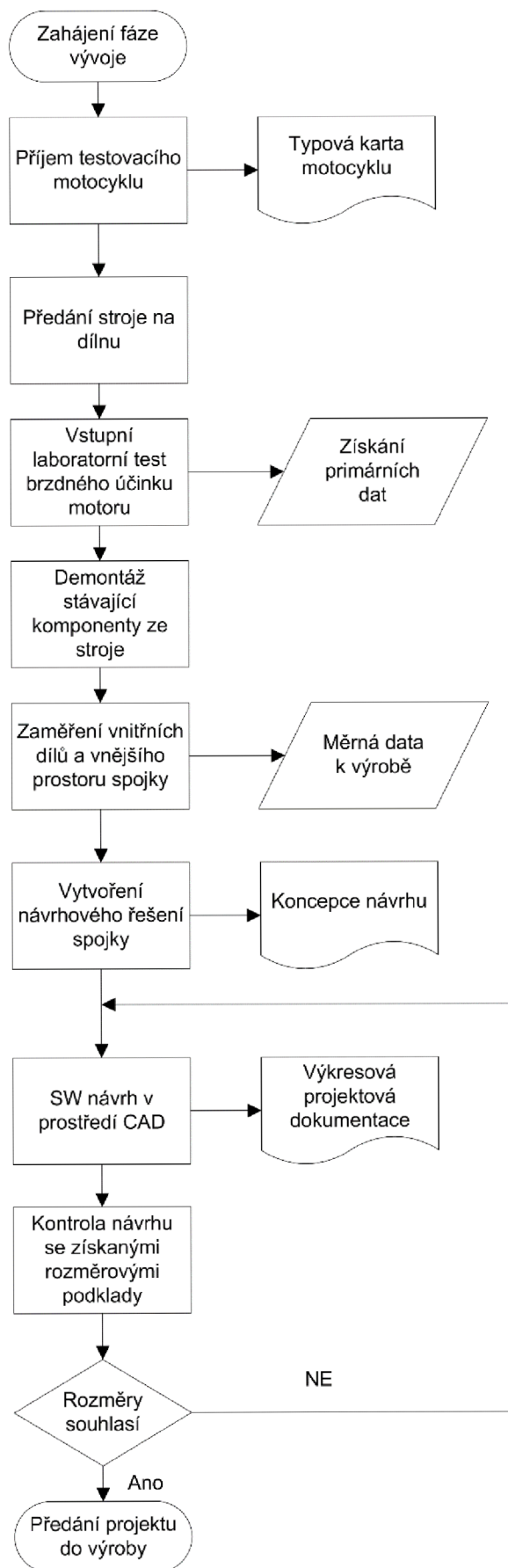
10 SEZNAM ZKRATEK

Zkratka	Popis
FMEA	(Failure Modes and Effects Analysis) – analýza možných vad a jejich následků
FMECA	(Failure Mode, Effects and Critically Analysis) – analýza možných vad a jejich kritických následků
RPN	číslo rizikové priority
CPM	(Critical Path Method) Metoda kritické cesty
TSS	TSS-TECHNICAL SPORTS S.R.O.
DFMEA	design FMEA
SFMEA	system FMEA
PFMEA	process FMEA
PSM	řízení bezpečnosti procesů
GMP	správné výrobní postupy
SPC	Statistické řízení procesů
QMS	Quality Management System
KANBAN	řízení materiálových toků ve výrobě
RPM	revolutions per minute - otáček za minutu

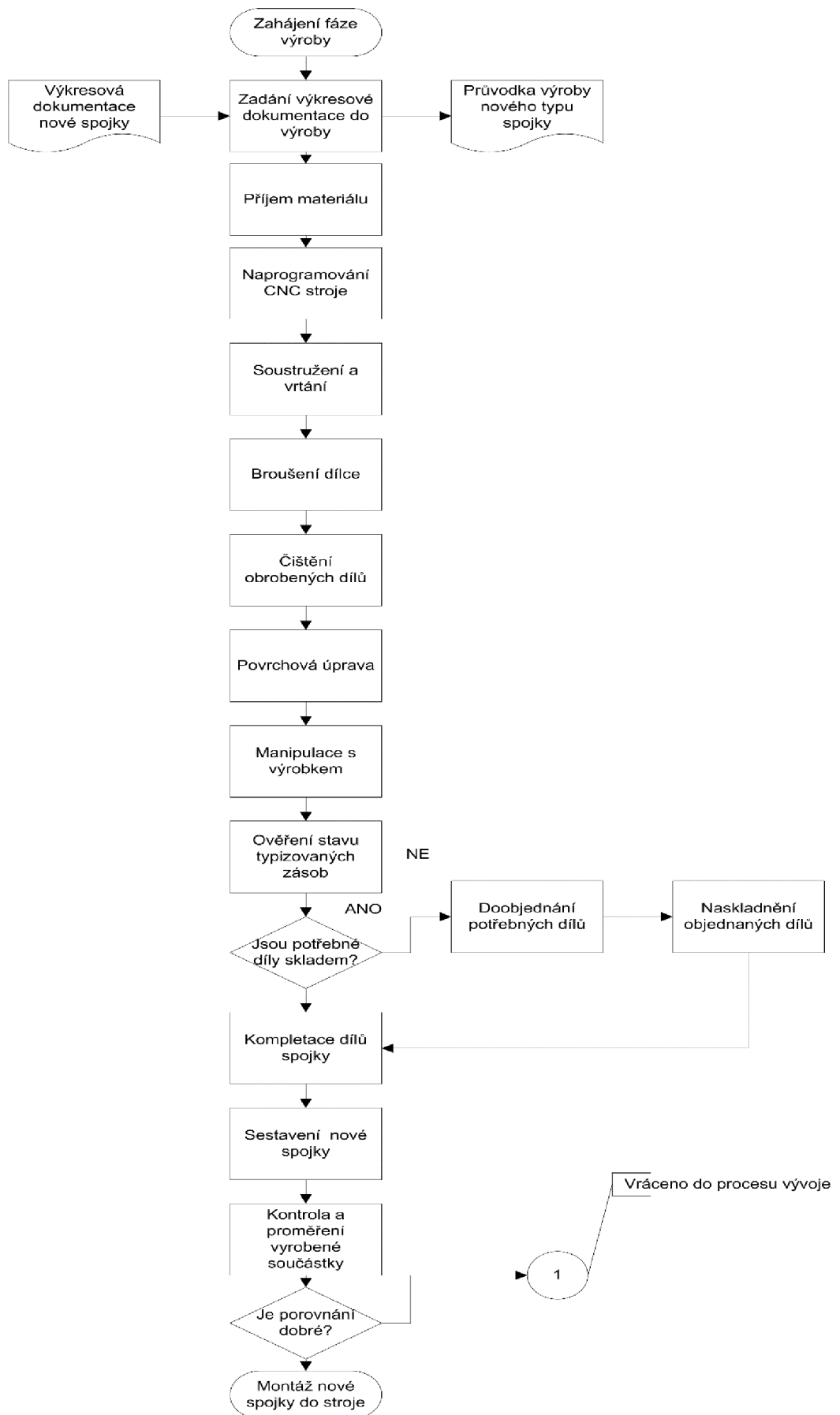
11 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 Procesní diagram vývoje inovované spojky	75
Příloha 2 Procesní diagram výroby inovované spojky.....	76
Příloha 3 Procesní diagram kontroly inovované spojky	77
Příloha 4 Tabulka FMECA Analýzy výroby komponent spojky.....	79

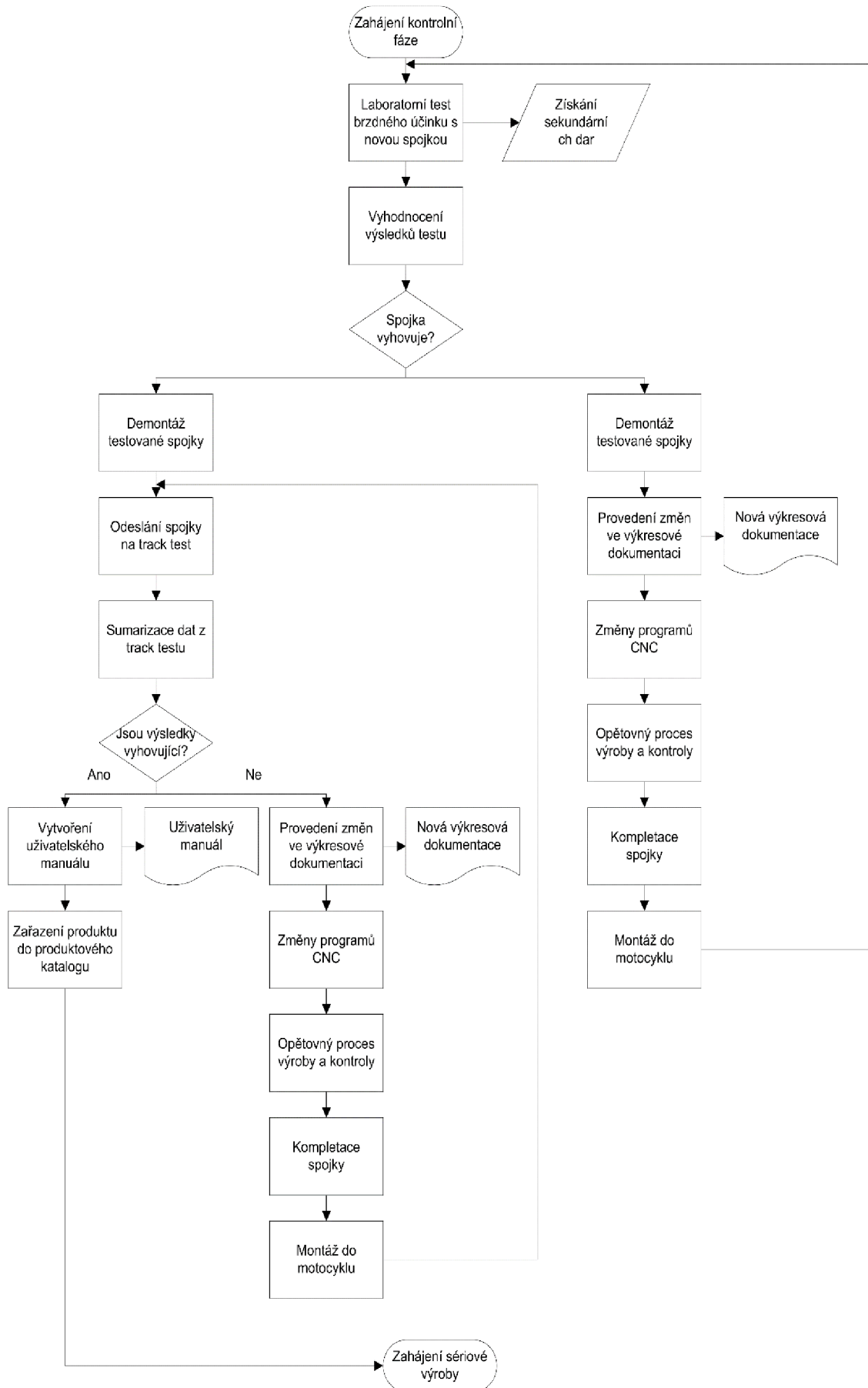
Příloha 1 Procesní diagram vývoje inovované spojky




Příloha 2 Procesní diagram výroby inovované spojky



Příloha 3 Procesní diagram kontroly inovované spojky



Příloha 4 Tabulka FMECA Analýzy výroby komponent spojky

		PROCESNÍ FMECA								Číslo FMECA:													
Proces/produkt:		Výroba antihoppingové spojky				Tým:		Jana Rozehnalová; Ing. Marek Morávek; Milan Horák				1_2018_DP_Jana Rozehnalová											
Vytvořil:		Jana Rozehnalová										Datum vydání:											
												16.05.2018											
ID kroku	Procesní krok	Požadavky	Možný způsob poruchy	Možné důsledky poruchy	Závažnost	Možné příčiny/mechanismy poruchy	stávající proces				RPN	Doporučená opatření	Odpovědnost										
							Nástroje řízení pro stávající proces (prevence)	Výdej	Nástroje řízení pro stávající proces (detekce)	Odbavení				S	O	D	RPN						
0.	Převzetí výkresové dokumentace	Vysoká úroveň projektového návrhu	Zadání špatných rozměrných hodnot do výroby	Výroba nefunkční nebo vadně motocyklové antihoppingové spojky																			
1.	Příjem materiálu k výrobě	vstupní materiál pro opracování	záměna materiálu	výrobek v rozporu s požadavky	7	záměna typu materiálu dodavatelem	doložení certifikátu složení materiálu	2	detekce vady možná u dodavatele	3	42	vydej materiálu řízen odpovědnou a průběžně proškolenou osobou, vytvoření pracovního postupu, zavedení KANBAN											
				průnik závadného kusu k zákazníkovi	6	záměna typu materiálu pracovníkem na skladu	Instrukce, zaškolení	4	kontrola při příjmu a výdeji	4	112									7	3	2	42
				nefunkční kus	8	záměna stitků	kontrola při příjmu materiálu	3	detekce vady možná u příjemky	4	72												
			nevýhovující materiál	průnik závadného kusu k zákazníkovi	6	nesprávné chemické složení materiálu	doložení certifikátu složení materiálu	2	detekce vady možná u dodavatele	3	48												
				vadná funkce součástky	7	nesprávné vychystané materiál	nákup materiálu pouze od certifikovaného dodavatele	2	kontrola předávacího protokolu	3	36												
				nefunkční kus	8	nedostatečná pozornost pracovníka příjemky	kontrola při příjmu materiálu	4	vizuální kontrola	4	112									zvýšení důrazu na odpovědnost kompetentních osob, definování pracovního postupu, průběžné inventury, zavedení principů KANBAN	pracovník skladu	7	3
8	špatné označení materiálu	kontrola při příjmu materiálu	5	detekce vady možná u dodavatele	3	120	proškolení zaměstnance sklad, zavedení principů KANBAN	pracovník skladu	8	3	3	72											
2.	Naprogramování CNC stroje a příprava nástrojů	příprava CNC stroje	chyba v naprogramování	výroba nefunkčního kusu	8	chyba programátora	Instrukce	4	kontrola programu	2	64												
			stroj mimo provoz	zdržení výroby	3	servisní chyba	definování odpovědnosti	3	servisní kontroly	4	36												
		přichystání obráběcích nástrojů	přichystání špatných přípravků a nástrojů	8	nesprávné vychystané obráběcí nástroje	Instrukce, označení přípravků, nástroje kontroly	4	kontrola při uvolnění nástroje kontroly	4	128	vytvoření manuálu přípravy stroje před použitím, proškolení zaměstnanců	vedoucí výroby	8	3	3	72							

3.	Výroba spojkového koše (soustružení)	Opracování polotovaru soustružitvaru koše spojky	nedodrženy rozměr průměru a předepsané tolerance	vadná funkce součástky	7	chyba nastavení pracovníkem	Instrukce a výkresová dokumentace	5	kontrola dle projektové dokumentace	4	140	Proškolení operátora výroby a vytvoření metodické příručky postupů, zavedení řízení pomocí integrovaných systémů kvality	vedoucí výroby	7	3	3	63
				výroba nefunkčního kusu	8	vada stroje	plánovaná údržba	2	mezioperační kontrola	3	48						
					chybné seřízení stroje	průběžné seřizování	3	mezioperační kontrola	4	96							
				nemožnost namontování spojky do motocyklu (rozdíl velikostí)	8	opotrebování nástroje	nastavení parametrů výměn obráběcích nástrojů	3	kontrola před naběhu výroby	3	72						
		nedodržení výškového rozměru a tolerance	vadná funkce součástky	7	chyba odpovědného pracovníka	Instrukce a výkresová dokumentace	5	kontrola dle projektové dokumentace	4	140							
			výroba nefunkčního kusu	7	špatné uchycení v upínacím zařízení	čištění upínacího zařízení	3	kontrola před vložením polotovaru	4	84							
				8	vada stroje	plánovaná údržba	2	mezioperační kontrola	3	48							
			nemožnost namontování spojky do motocyklu (rozdíl velikostí)	8	opotrebování nástroje	nastavení parametrů výměn obráběcích nástrojů	4	kontrola před naběhem výroby	3	96							
chybné seřízení stroje	průběžné seřizování	3		průběžná kontrola	3	72											
4.	Výroba přítičného talíře (soustružení)	Soustružení přítičného talíře spojky	nedodrženy rozměr průměru a předepsané tolerance	vadná funkce součástky	7	chyba nastavení pracovníkem	Instrukce a výkresová dokumentace	5	kontrola dle projektové dokumentace	4	140	Proškolení operátora výroby a vytvoření metodické příručky postupů, zavedení řízení pomocí integrovaných systémů kvality	vedoucí výroby	7	3	3	63
				výroba nefunkčního kusu	8	vada stroje	plánovaná údržba	2	mezioperační kontrola	3	48						
					chybné seřízení stroje	průběžné seřizování	3	mezioperační kontrola	4	96							
				nemožnost namontování spojky do motocyklu	8	opotrebování nástroje	nastavení parametrů výměn obráběcích nástrojů	3	kontrola před naběhu výroby	3	72						
		nedodržení výškového rozměru a tolerance	vadná funkce součástky	7	chyba odpovědného pracovníka	Instrukce a výkresová dokumentace	5	kontrola dle projektové dokumentace	4	140							
			výroba nefunkčního kusu	7	špatné uchycení v upínacím zařízení	čištění upínacího zařízení	3	kontrola před vložením polotovaru	4	84							
				8	vada stroje	plánovaná údržba	2	mezioperační kontrola	3	48							
			nemožnost namontování spojky do motocyklu	8	chybné seřízení stroje	průběžné seřizování	4	průběžná kontrola	3	96							
opotrebování nástroje	nastavení parametrů výměn obráběcích nástrojů	3		kontrola před naběhem výroby	3	72											

5.	Výroba motocyklové spojky (frézování)	Frézování komponent spojky	nedodržení rozměr průměru a předepsané tolerance	vadná funkce součástky	7	chyba nastavení operátorem	instrukce a výkresová dokumentace	4	kontrola dle projektové dokumentace	4	112	Proškolení operátora výroby a vytvoření metodické příručky postupů, zavedení řízení pomocí SPC, zaznamenání konkrétního typu vady	7	3	2	42			
						špatné uchycení v upínacím zařízení	čistění upínacího zařízení	3	mezioperační kontrola	3	63								
						vada stroje	průběžné seřizování	2	mezioperační kontrola	3	42								
			výroba nefunkčního kusu	8	chybné seřazení stroje	plánovaná údržba	3	kontrola před naběhu výroby	4	96									
					nedodržení hloubky	7	chyba nastavení operátorem	instrukce a výkresová dokumentace	4	kontrola dle projektové dokumentace	4						112		
							vada stroje	plánovaná údržba	3	mezioperační kontrola	2						42		
výroba nefunkčního kusu	8	opotřebování nástroje	nastavení parametrů výměn obráběcích nástrojů	3	kontrola před naběhem výroby	3	72												
kus není dle dokumentace	5	špatné uchycení v upínacím zařízení	čistění upínacího zařízení	4	kontrola před vložením pototovarů	3	60												
6.	Opracování hotových dílců	Strojní opracování vyrobených dílců	nedodržení předepsané drsnosti povrchu	výroba závadného kusu	6	chyba nastavení operátorem	instrukce a definice požadavků	3	školení operátorů výroby	4	72								
						vadná funkce spojky	7	vada stroje	pravidelné měření	2	mezioperační kontrola						3	42	
									plánovaná údržba	3	mezioperační kontrola						3	63	
7.	Čistění	Vymutí ze stroje a první čistění	závažné poškození zpracovaných dílců	znehodnocení vyrobených dílců	6	chyba operátora / nevhodná manipulace s výrobkem	instrukce a zaškolení	3	při vizuální kontrole	4	72								
						povrchové poškození	vadná funkce součástky	7	chyba operátora / nevhodná manipulace s výrobkem	instrukce a zaškolení	3						při vizuální kontrole	4	84
									povrchové poškození	znehodnocení vyrobených dílců	6						chyba operátora / nevhodná manipulace s výrobkem	instrukce a zaškolení	3
		chybné uložení dílů mezi proložkami pracovního koše	správné uložení komponent do sektorů koše	4	při vizuální kontrole	4	96												
		špatné upěvnění koše	používání schválených upínacích prostředků	4	při vizuální kontrole	4	96												
		Praní dílů	znečištění dílů	znehodnocení povrchové úpravy	5	špatné uložení dílů do koše	instrukce a zaškolení	4	při vizuální kontrole	4	80								
						použití nesprávného programu čistění	instrukce a zaškolení	3	při vizuální kontrole	4	60								
						použití nevhodných čisticích chemikálií	instrukce a zaškolení	3	při vizuální kontrole	4	60								

6.	Povrchová úprava	Povrchová úprava opracovaných komponent spojky	nedodržena tloušťka eloxové vrstvy	průnik závadného kusu k zákazníkovi	6	nesprávně nastavené parametry zadání požadavků na povrchovou úpravu	žádné	3	při kontrole v externí laboratoři	3	54							
				snížená životnost spojky	6		žádné	3	při kontrole v externí laboratoři	3	54							
				vadná funkce spojky	7		žádné	3	při kontrole v externí laboratoři	3	63							
			nedodržena tvrdost eloxové vrstvy	průnik závadného kusu k zákazníkovi	6		žádné	3	při kontrole v externí laboratoři	3	54							
				snížená životnost spojky	6		žádné	3	při kontrole v externí laboratoři	3	54							
				vadná funkce spojky	7		žádné	3	při kontrole v externí laboratoři	3	63							
poškození povrchu	průnik závadného kusu k zákazníkovi	6	chybné upínání dílů pracovníkem	instrukce a zaškolení	3	při vizuální kontrole	5	90										
9.	Manipulace s výrobkem	Manipulace s vyrobenými díly spojky	poškození dílů spojky	znehodnocení vyrobených komponent	6	nevhodná manipulace manipulanta (pracovníka)	žádné		při vizuální kontrole	4	96							
				vadná funkce spojky	7				při vizuální kontrole	4	112	navýšení informovanosti zaměstnanců o podstatě jeho práce, využití motivačních nástrojů, užití vhodných přepravních prostředků	vedoucí výroby	7	2	4	56	
10.	Stav zásob	Stav zásob umožňující kompletaci spojky do finální podoby	potřebné komponenty nejsou na skladě	zpoždění výroby	5	chyba pracovníka skladu	žádné		při kontrole stavových zásob	4	3	60	zavedení řízení toků zásob Just-in-time	vedoucí skladu	5	2	2	20
11.	Kontrola dílů	Vizuální kontrola zhotovených dílů spojky a příslušenství	přehlédnutí vady	průnik závadného kusu k zákazníkovi	6	chyba výstupní kontroly	instrukce a zaškolení	4	při konečné kontrole	3	72							
				skrytá vada	vadná funkce spojky	7	nedostatečná předchozí kontrola	instrukce a zaškolení	4	při kontrole tesováním	5	140	navýšení úrovně průběžného systému kontroly (např. ultrazvuk, magnetická rezonance)	management	7	3	3	63
		Měrná kontrola zhotovených dílů spojky a příslušenství	špatné provedení měření	průnik závadného kusu k zákazníkovi	6	chyba výstupní kontroly	instrukce a zaškolení	5	při konečné kontrole	3	90							
			nerелеvantní měřicí údaje	vadná funkce spojky	7	kvalitace měřicích nástrojů	kvalitní měrné nástroje	4	průběžná kontrola	3	84							

12.	Montáž spojky do testovacího motocyklu	správné sestavení komponent spojky	špatné sestavení spojky	znehodnocení výroby spojky	7	chyba servisního technika	instruktaž, zaškolení, manuály	4	testování	3	84							
			vůle mezi díly	vadná funkce spojky	7	chybné dotažení	manuály výroby	5	testování	3	105	provedení školení manuálů výroby, zavedení motivačních technik pro navýšení kvality práce	vedoucí díly	7	2	3	42	
		montáž do testovacího motocyklu	protínání oleje	snížení životnosti spojky	6	špatné nasezení a upevnění víka motoru	instruktaž, zaškolení	3	testování	3	54							
			zvýšená hlučnost spojky	vadná funkce spojky	7	použití nesprávného oleje	manuály výroby	3	testování	3	63							
13.	Výstupní kontrola	Kontrola při předání motocyklu do laboratoře	páčka spojky nejde zmačknout	vadná funkce spojky	7	chyba servisního technika	instruktaž, školení	4	výstupní kontrola	3	84							
			viditelné chyby montáže	vadná funkce spojky	7	chyba servisního technika	instruktaž, školení	4	výstupní kontrola	3	84							