

Management rizik výrobního procesu

Bc. Magda Kurucová

Diplomová práce
2021



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta logistiky a krizového řízení

Ústav krizového řízení

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Bc. Magda Kurucová
Osobní číslo:	L19607
Studijní program:	N1032A020002 Bezpečnost společnosti
Studijní obor:	Rizikové inženýrství
Forma studia:	Kombinovaná
Téma práce:	Management rizik výrobního procesu

Zásady pro vypracování

1. Na základě studia domácí i zahraniční odborné literatury zpracujte teoretická východiska práce využitelná v praktické části.
2. Provedte analýzu současného stavu řízení rizik ve výrobním procesu.
3. Na základě analýzy navrhněte možnosti zlepšení současného stavu a zpracujte projekt zefektivnění řízení rizik.
4. Vyhodnotte hlavní přínosy navrženého řešení.

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. HOPKIN, Paul. *Risk Management*. London: Kohan Page, 2013. ISBN 978-0-7494-6838-5.
2. NEUGEBAUER, Tomáš. *Vyhledání a vyhodnocení rizik v praxi*. Vyd. 3. Praha: Wolters Kluwer, 2018. ISBN 978-80-7552-072-2.
3. SMEJKAL, Vladimír a Karel RAIS. *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích*. Vyd. 4. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4644-9.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího diplomové práce.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. et Ing. Jiří Konečný, Ph.D.**
Ústav krizového řízení

Datum zadání diplomové práce: **1. prosince 2020**

Termín odevzdání diplomové práce: **14. května 2021**

L.S.

doc. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.
děkanka

Ing. et Ing. Jiří Konečný, Ph.D.
ředitel ústavu

V Uherském Hradišti dne 2. prosince 2020

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považuji se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

V Uherském Hradišti, dne: 5.8.2021

Jméno a příjmení studenta: Bc. Magda Kurucová

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Tato diplomová práce je zaměřena na management rizik výrobního procesu ve zvolené společnosti. Cílem bylo vypracovat projekt zefektivnění managementu rizik a posoudit přínosy zvoleného řešení. Teoretická část je zaměřena na definice základních pojmů uvedené problematiky a je podkladem pro vypracování části praktické. V praktické části je představena vybraná společnost a její výrobní proces. Cíl výrobního procesu je definován pomocí analýzy HTA. V procesu jsou identifikována rizika ve formě Ishikawa diagramu a tato jsou dále analyzována pomocí metod FMEA a TESEO. Na základě těchto analýz je vyhodnocen stávající stav managementu rizik a navrženo opatření na jeho zefektivnění.

Výstupem práce je vypracovaný projekt zefektivnění managementu rizik výrobního procesu.

Klíčová slova: výrobní proces, management rizik, FMEA, TESEO, HTA, Ishikawa.

ABSTRACT

This diploma thesis is focused on risk management of the production process in the selected company. The aim was to develop a project to streamline risk management and assess the benefits of the chosen solution. The theoretical part is focused on the definition of basic concepts of the issue and is the basis for the development of the practical part. The practical part presents the selected company and its production process. The goal of the production process is defined by HTA analysis. In the process, risks are identified in the form of an Ishikawa diagram and these are further analyzed using FMEA and TESEO methods. Based on these analyzes, the current state of risk management is evaluated and measures to make it more effective are proposed.

The output of the work is an elaborated project of streamlining the risk management of the production process.

Keywords: production process, risk, risk management, FMEA, TESEO, HTA, Ishikawa.

Ráda bych poděkovala vedoucímu diplomové práce panu Ing. Jiřímu Konečnému Ph.D za odborné vedení a trpělivost při zpracování této práce. Dále zaměstnancům společnosti X.Y. s.r.o za poskytnuté informace. A v neposlední řadě mému muži, Ondřeji Kurucovi, za podporu ve studiu.

„Když někdo hovoří o přijatelném riziku, otázka zní – přijatelné pro koho?“

Stephen King, kniha Revival

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD.....	9
CÍLE PRÁCE A METODY ZPRACOVÁNÍ.....	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 DEFINICE ZÁKLADNÍCH POJMŮ.....	12
1.2 AKTIVUM	13
1.3 HROZBA	14
1.4 ZRANITELNOST.....	14
1.5 RIZIKO.....	14
1.5.1 Zdroje rizika	15
1.5.2 Klasifikace rizik	15
1.5.3 Zbytkové riziko	17
2 MANAGEMENT RIZIK	18
2.1 STANOVENÍ KONTEXTU NEBEZPEČÍ	19
2.2 POSUZOVÁNÍ RIZIKA.....	19
2.3 ŘÍZENÍ/OŠETŘENÍ RIZIK	21
2.4 KOMUNIKACE A KONZULTACE	23
2.5 MONITOROVÁNÍ A PŘEZKOUMÁVÁNÍ.....	23
2.6 ZAZNAMENÁVÁNÍ A HLÁŠENÍ	24
3 ANALÝZA A HODNOCENÍ RIZIK	25
3.1 ANALÝZA SPOLEHLIVOSTI LIDSKÉHO ČINITELE	26
3.1.1 Analýza cíle – Hierarchical task analysis (HTA).....	27
3.1.2 Kvantifikace lidské spolehlivosti – metoda TESEO.....	27
3.2 FMEA.....	30
3.3 HODNOCENÍ RIZIK	34
II PRAKTICKÁ ČÁST	36
5 KONCERN A.....	37
6 SPOLEČNOST X.Y. S.R.O	38
7 VOZIDLOVÝ VÁLCOVÝ DYNAMOMETR.....	42
7.1 PROCES PROJEKTU VÁLCOVÉHO DYNAMOMETRU	42
7.1.1 1.fáze	44
7.1.2 2.fáze	45
7.1.3 3.fáze	46
7.2 VÝROBNÍ PROCES VÁLCOVÉHO DYNAMOMETRU	47
7.2.1 Analýza cíle HTA	48
7.2.2 Vývojový diagram výrobního procesu.....	50
8.1.1 Identifikace rizik v dílčím procesu montáže	60

8.1.2	Identifikace rizik v dílčím procesu interní kontroly.....	61
8.1.3	Identifikace rizik v dílčím procesu demontáže	62
8.2.1	FMEA.....	64
8.2.2	TESEO	64
8.3	VYHODNOCENÍ ANALÝZY RIZIK.....	65
9	PROJEKT ZEFEKTIVNĚNÍ MANAGEMENTU RIZIK.....	67
9.1	CÍL PROJEKTU.....	67
9.2	ADRESÁT PROJEKTU	67
9.3	LOGICKÝ RÁMEC PROJEKTU	67
9.4	HARMONOGRAM PROJEKTU.....	72
9.4.1	Časový harmonogram	72
9.4.2	Ganttův diagram.....	73
9.4.3	Síťová analýza a kritická cesta.....	74
9.5	RIZIKOVÁ ANALÝZA PROJEKTU	75
9.6	PŘEDBĚŽNÝ ROZPOČET PROJEKTU	80
10	PŘÍNOSY NAVRŽENÉHO ŘEŠENÍ	82
	ZÁVĚR	83
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	85
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	89
	SEZNAM OBRÁZKŮ	90
	SEZNAM TABULEK.....	91
	SEZNAM PŘÍLOH.....	92

ÚVOD

V současné rychlé a nestabilní době, kdy se vše velice rychle mění, je důležité na tyto změny umět pružně reagovat. Nejinak tomu není ani v oblasti managementu rizik výrobního procesu.

V této diplomové práci je zacíleno na společnost X.Y. s.r.o, která je součástí mezinárodního koncernu A. Tato společnost, se sídlem v Hranicích na Moravě, se zabývá zakázkovou výrobou, kompletací a servisem dynamometrů a zkušebních stánků pro automobilový průmysl. Tato zařízení jsou dodávána firmám po celém světě.

Cílem této diplomové práce je vypracování projektu zefektivnění managementu rizik ve výrobním procesu vybrané společnosti.

Práce je rozdělena do dvou částí: teoretickou a praktickou.

V teoretické části práce jsou definovány základní pojmy z oblasti rizikového inženýrství, které vedou k pochopení popisované problematiky. Dále je definovaný pojem proces a jeho vymezení v rámci prostředí a s ním spojený výrobní proces. Další kapitolou teoretické části je vymezení procesu managementu rizik. Jsou popsány jeho podprocesy a metody, které lze k realizaci těchto podprocesů použít. Následně jsou blíže specifikovány metody, které jsou konkrétně použity v diplomové práci.

Na základě znalostí z teoretické části je zpracována druhá část diplomové práce. V praktické části je popsána společnost X.Y. s.r.o, její vznik a zaměření výrobní činnosti. V praktické části je dále zacíleno na samotný výrobní proces dynamometru. Pomocí vývojového diagramu a analýzy cíle je vymezen samotný proces a stanoveny subprocesy, které jsou nedílnou součástí výrobního procesu.

Na základě rozhovorů se zaměstnanci firmy jsou identifikována rizika, která jsou podrobena důkladné analýze, tato rizika jsou dále vyhodnocena. Na tomto hodnocení jsou stanovena opatření, které by měla vést ke snížení rizik na námi stanovenou úroveň, která je pro nás přijatelná.

Výstupem této práce je vypracovaný projekt zefektivnění managementu rizik definovaného výrobního procesu společnosti X.Y. s.r.o.

CÍLE PRÁCE A METODY ZPRACOVÁNÍ

Cílem této diplomové práce je zpracování projektu zefektivnění managementu rizik výrobního procesu. Tento projekt je vypracován na základě posouzení rizik výrobního procesu výroby válcových dynamometrů pro automobilový průmysl, které jsou konstruovány společností X.Y s.r.o.

K jasnému vymezení výrobního procesu je jednak použit vývojový diagram a dále je použita metoda HTA – analýza cíle výrobního procesu. Ta nám slouží k definování hlavního výrobního procesu a k ujasnění dílčích procesů a subprocesů, které vedou k naplnění hlavního výrobního procesu.

Po vymezení výrobního procesu a dílčích procesů přistupujeme k identifikaci rizik.

Identifikace rizik je založena na základě rozhovorů se zaměstnanci firmy a prohlídkou samotného výrobního procesu v sídle firmy. Na základě získaných informací je vytvořen Ishikawa diagram, pomocí něhož jsou identifikována rizika výrobního procesu.

Tato rizika jsou následně podrobena analýze. K tomuto je použita metoda FMEA, kterou jsou jednotlivá rizika ohodnocena. Jelikož je výrobní proces realizován zaměstnanci firmy a robotizace je minimální je následně použita metoda TESEO, která slouží k analýze spolehlivosti lidského činitele v rámci výrobního procesu.

Dle výsledků analýz jsou navržena opatření, jejichž záměrem je zefektivnění managementu rizik výrobního procesu.

Na základě celého procesu posouzení rizik výrobního procesu je vypracován projekt zefektivnění managementu rizik, který mimo jiné obsahuje logický rámec projektu, časový harmonogram, rizikovou analýzu a orientační kalkulaci nákladů.

.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 DEFINICE ZÁKLADNÍCH POJMŮ

V této kapitole je zacíleno na definice základních pojmů, které slouží k pochopení řešené problematiky této práce. Jedná se o proces, aktivum, hrozbu a riziko.

1.1 Proces

Proces je obecně používán v širokém smyslu – může se jednat o technické či výrobní pojetí nebo o pojetí ryze nevýrobní. Proto je důležité znát kontext, o kterém procesu je pojednáváno.

Obecný proces můžeme definovat jako postupný tok dějů, stavů aktivit nebo práce, který spotřebovává určité zdroje a transformuje vstupy na výstupy. (Proces, © 2011-2016)

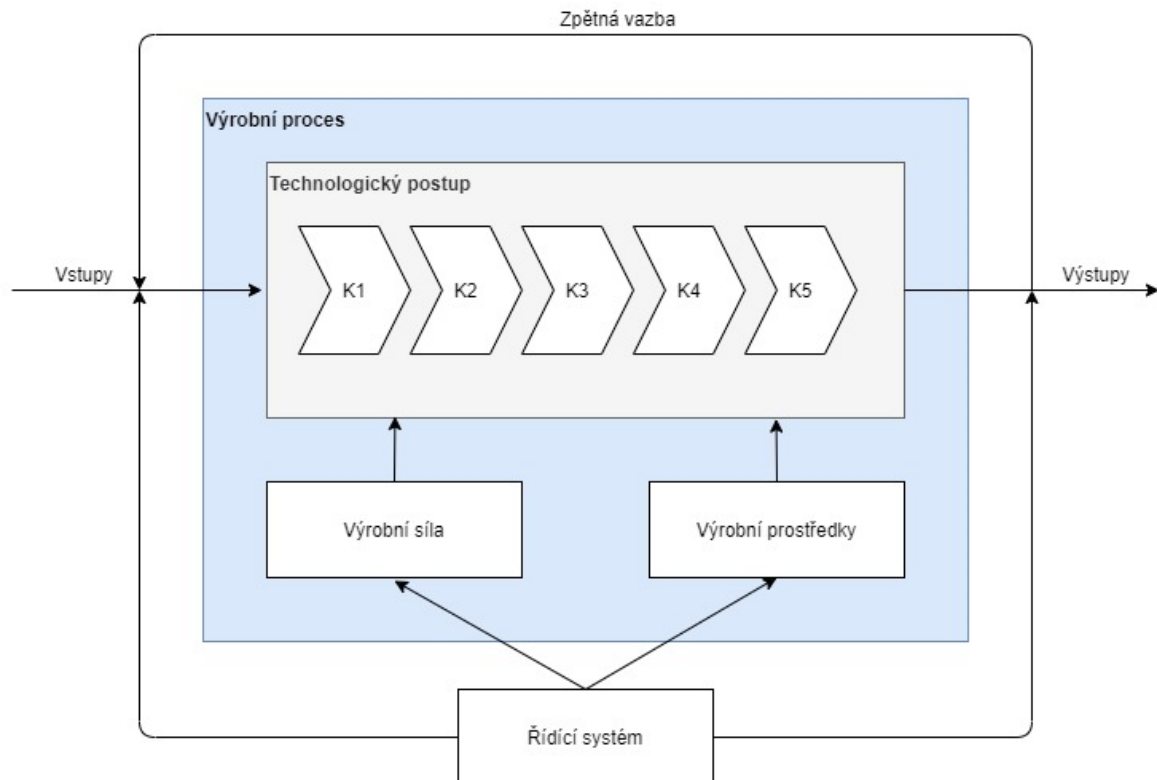
Typy procesů:

- Produkční proces – vytváří hodnotu produktu.
- Systémový proces – proces jako běh software.
- Technologický proces – postup výroby nebo tvorby.
- Chemický proces – chemický děj.
- Biologický proces – biologický děj.
- Psychický proces.
- Výrobní proces – tvorba produktu. (Proces, © 2011-2016)

V této diplomové práci je posuzován management rizik výrobního procesu, proto si tento blíže specifikujeme.

Výrobní proces přetváří vstupy na výstupy dle výrobního postupu a je podmíněn vytvořením přidané hodnoty pro zákazníka. Vstupem výrobního procesu je výchozí materiál či polotovár, který je přetvořen na hotový výrobek za účasti výrobní síly – práce člověka, a výrobního zařízení – prostředků, používaných při výrobě. (Jurová et al., 2016, Význam a účel výrobních postupů, © 2014)

Výrobní proces má jasně definované kroky, které je nutné uskutečnit. Tyto kroky jsou definované v technologickém postupu výroby, což je „*organizovaný sled kvalitativních a kvantitativních změn, jimiž prochází zpracováváný předmět při své přeměně na hotový výrobek v průběhu výrobního procesu*“. (Význam a účel výrobních postupů, © 2014)



Obrázek 1 Výrobní proces (zpracování vlastní)

Obrázek 1 znázorňuje schéma výrobního procesu, které je založené na výše uvedených informacích. Výrobní proces transformuje vstupy na výstupy dle technologického postupu, který se skládá z kroků K1 – K5 za účasti výrobní síly a výrobních prostředků. Vstupy, výstupy, výrobní síla a prostředky jsou řízeny řídicím systémem, který může mít podobu informačního systému či samotného managementu společnosti. Důležitá je zpětná vazba. Ta slouží ke zlepšování výrobního procesu.

Můžeme tedy říct, že výrobní společnost je transformačním systémem. Tento systém využívá výrobního procesu pro přeměnu vstupů na výstupy, přičemž mu přidává přidanou hodnotu a dosahuje tak stanoveného cíle – což je vytváření zisku. (Al-Aomar, Williams a Ulgen, 2015)

Pro výrobní proces jsou důležitá určitá aktiva, která v případě napadení či poruchy způsobí krátkodobý či dlouhodobý výpadek výrobního procesu.

1.2 Aktivum

V obecné rovině je aktivum vše, co má pro subjekt nějakou hodnotu. Tato hodnota může být snížena působením hrozby. Aktiva jsou rozdělena do dvou skupin:

- Hmotná – nemovitosti, strojní zařízení, peníze, zásoby a vše, co lze uchopit.

- Nehmotná – informace, autorská práva, „know how“, programové vybavení, ale i pověst daného subjektu. (Smejkal a Rais, 2013)

1.3 Hrozba

Hrozba je nežádoucí působení, které má vliv na daná aktiva. Může se jednat o událost, či působení nebo aktivitu osoby a způsobení poškození nebo škody.

Hrozby mohou mít různý charakter, od těch úmyslných až po neúmyslné či zcela náhodné. (Smejkal a Rais, 2013)

Vzájemným působením hrozby a aktiva vzniká riziko. Riziko představuje kvantifikovanou hrozbu. (Váchal, Vochozka a kol., 2013)

1.4 Zranitelnost

Tento pojem je používáný v managementu rizik pro označení slabiny. Jedná se o vlastnost samotného aktiva. Můžeme ji charakterizovat dvěma faktory:

- Citlivostí – náchylnost ke vzniku rizika hrozbou.
- Kritičností – význam aktiva pro systém, jednotlivce či samotnou organizaci.

V praxi to pro nás znamená, že známe-li hrozbu a zranitelnost, můžeme určit i velikost rizika z toho plynoucí. V případě kombinace srovnatelné úrovně hrozby s nižší mírou zranitelnosti toto vede k nižší míře rizika a opačně. (Zranitelnost, © 2011-2016)

1.5 Riziko

Pojem riziko je velice starý a v úzké spojitosti se společenským vývojem. Původem toto slovo pochází ze starořeckého ριζα [riza], což znamená kořen, o který je možné na cestě zakopnout. Následně vzniklo latinské „risicum“ jako označení pro útes.

V 16.století se v Německu objevuje pojem Rysigo a stává se z něj synonymum pro podnikání. V této podobě je již vnímáno jako možná ztráta, ale i zisk. (Váchal, Vochozka a kol., 2013)

Obecně uznávaná definice pojmu rizika není. Nejčastěji se riziko definuje jako:

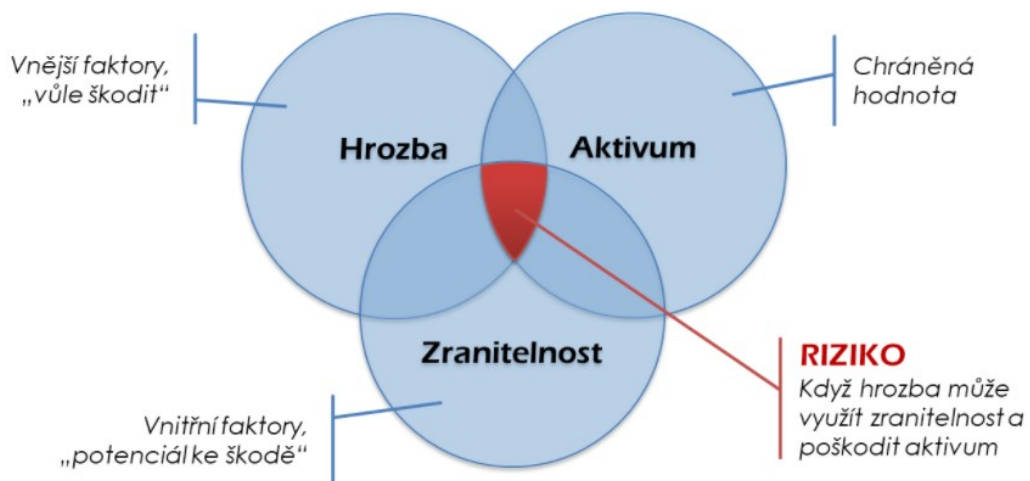
- Škodlivá událost.
- Očekávaná škoda.

- Odchylka od plánovaného cíle. (Váchal, Vochozka a kol., 2013)

Dle normy ČSN ISO 31000 je riziko definováno jako účinek nejistoty na dosažení cílů.

Účinek chápeme jako odchylku od očekávaného, která může být kladná nebo záporná. Cíle jsou pak uplatňovány na různých úrovních (úroveň produktu, procesu, celé společnosti) a mohou být různorodé (finanční, bezpečnostní, enviromentální). (Častorál, 2017)

V rámci pojmů, které byly uvedeny výše, můžeme říct, že riziko vzniká v případě, že hrozba využije zranitelnosti aktiva, a to následně poškodí. Toto znázorňuje obrázek 2.



Obrázek 2 Vznik rizika (Bezouška, © 2020)

1.5.1 Zdroje rizika

Zdrojem rizika může být jakýkoli prvek, ať již živý či neživý, který sám či v kombinaci s ostatními má potenciál generovat riziko. (Bérard a Teyssier, 2017)

Riziko může vycházet z projektu, investice či samotného procesu, ale také z jakékoli činnosti, ať už se jedná o technologickou, provozní, obchodní, ale i finanční. (Bérard a Teyssier, 2017)

1.5.2 Klasifikace rizik

Klasifikace rizik může být pojata dle mnoha aspektů. Jde především o členění na:

- Systematické a nesystematické – kdy systematické riziko je vyvolané společnými faktory a postihuje většinou všechny subjekty, nesystematické (jedinečné) je specifické a postihuje jednotlivé subjekty.
- Vnitřní a vnější – vnitřní jsou vztaženy k faktorům, které působí na proces uvnitř společnosti a vnější, které pocházejí z vně společnosti.
- Ovlivnitelná a neovlivnitelná, kdy ovlivnitelná můžeme působením na jejich příčinu omezit a neovlivnitelná, která nejsme schopni ovlivnit a je nutné přijmout opatření k následkům- např. formou pojištění.
- Primární a sekundární, kdy ovlivněním primárního rizika může vzniknout tímto působením riziko sekundární. (Fotr a Hnilica, 2014)

Dle věcné náplně jsou rizika členěna na:

- Technicko-technologická – spojená s novými technologiemi, jejich zavedením či nezvládnutím technologického procesu.
- Výrobní – vychází z nedostatku zdrojů různé povahy či nespolehlivosti výrobních strojů.
- Ekonomická – vychází z nárůstu cen surovin, materiálu atd.
- Tržní – jsou spojeny s úspěšností výrobku na domácích i zahraničních trzích.
- Finanční – spojená se způsobem financování – zda převládá cizí či vlastní kapitál.
- Kreditní – vychází z nebezpečí platební neschopnosti jak na straně k dodavatelům, tak ze strany odběratelů.
- Legislativní – vyvolaná legislativou a vládními nařízeními.
- Politická – vyvolaná činnostmi, které jsou zdrojem politické nestability jako stávky, nepokoje, války.
- Enviromentální – spojená s náklady na odstranění škod, či přizpůsobení procesu v souladu s opatřeními na ochranu životního prostředí.
- Rizika lidského činitele – plynoucí ze zkušeností, kvalifikací a kompetencí jednotlivců a případně jejich ztráty.
- Informační – spojená s nedostatečnou ochranou informačních systémů a dat.

- Zásahy vyšší moci – rizika spojená s nepředvídatelnými živelnými pohromami různého druhu, s haváriemi výrobního zařízení a teroristickými útoky. (Fotr a Hnilica, 2014)

1.5.3 Zbytkové riziko

Dle normy ČSN ISO 31000 je zbytkové riziko takové riziko, které zůstává po použití ochranných opatření po tzv. ošetření rizik.

1.6 Rizika výrobního procesu

Z výše vyjmenovaných rizik v kapitole 1.5.2 je patrné, že pro výrobní proces jsou nejzávažnější rizika výrobní, dále rizika lidského činitele, informační rizika, z části technicko – technologická rizika a rizika vyšší moci.

Abychom snížili účinky výše jmenovaných rizik je důležité celý proces řídit a k tomu nám dopomáhají postupy a dílčí kroky managementu rizik.

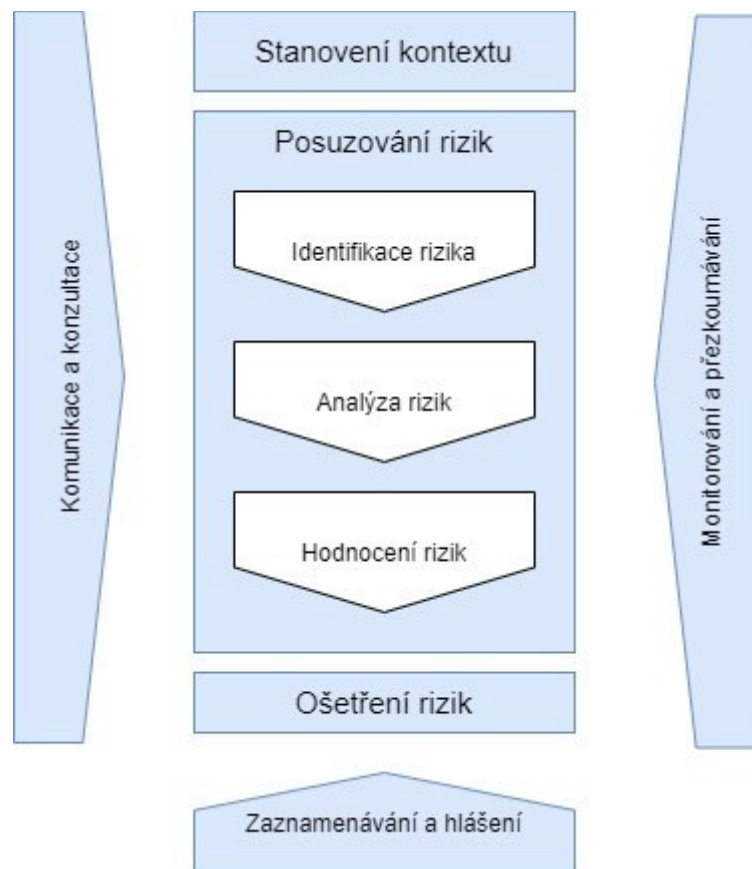
2 MANAGEMENT RIZIK

Management rizik je o dosažení nejlepšího možného výsledku pro organizaci pomocí prevence negativní události a současně minimalizující škody, způsobené těmito událostmi. (Hopkin, 2013)

Norma ČSN ISO 31000 uvádí definici: „Management rizik jsou koordinované činnosti k vedení a řízení organizace s ohledem na rizika.“

Častorál (2017) tuto definici upravuje s vymezením hlavních náplní managementu rizik jako: „Management rizik je součástí metod managementu, využívající strategický (koordinovaný) přístup manažerských opatření k rizikovým faktorům a rizikovým stavům založený na analýze, rozhodování a implementaci.“

Cílem managementu rizik by mělo být včasné rozpoznání rizika, jeho vyhodnocení a přijetí opatření k jeho snížení na akceptovatelnou míru či jeho úplnou eliminaci. Celý proces managementu rizik je znázorněn na obrázku 3.



Obrázek 3 Management rizik (zpracování vlastní dle ČSN ISO 31000, 2018)

Tento proces se skládá z hlavních podprocesů a to:

- Stanovení kontextu nebezpečí.
- Posuzování rizika.
- Řízení/ošetření rizik.
- Komunikace a konzultace.
- Monitorování a přezkoumávání.
- Zaznamenávání a hlášení.

Jednotlivé podprocesy na sebe navzájem navazují a výstup jednoho podprocesu je současně i vstupem pro podproces následující. Jednotlivé podprocesy jsou popsány dále.

2.1 Stanovení kontextu nebezpečí

Stanovení kontextu nebezpečí v procesu managementu rizik je důležité z hlediska definování jednotlivých kritérií. Tato kritéria vedou k přizpůsobení procesu řízení rizik tak, aby hodnocení rizik bylo co nejúčinnější a bylo zvoleno vhodné zacházení s rizikem.

Stanovení kontextu zahrnuje definici rozsahu procesu a pochopení vnitřního a vnějšího kontextu. (ISO 31000(en), 2018)

Stanovení kontextu nebezpečí má tedy tři části:

- Vnější kontext – zahrnuje vše vně společnosti, její okolí a externí vztahy.
- Vnitřní kontext – organizace uvnitř společnosti, její cíle.
- Kontext managementu rizik ve firmě (rozsah) – cíle podniku, rozsah analýzy a určení jejich hranic (míra přijatelného rizika), odpovědnost a způsob kontroly. (Prostějovská, 2013)

2.2 Posuzování rizika

Procesu posouzení rizik předchází důkladná příprava a je důležitá podpora vrcholového managementu. Ten by měl plán posouzení rizik schválit a vybídnout pracovníky k jejich spolupráci. (Neugebauer, 2018)

Posouzení rizik je jedním velkým procesem, který v sobě zahrnuje etapy:

- Identifikace rizik.

- Analýza rizik.
- Hodnocení rizik.

Celý tento proces má za výsledek identifikovat jednotlivá rizika, zanalyzovat je a na základě analýzy provést jejich hodnocení. Následně výběr těch, která je nutná ošetřit.

Identifikace rizik

Identifikace rizik je velice složitý proces. Účastní se ho především zaměstnanci, ale i externí osoby. Tito mají za úkol odhalit, pokud možno, všechna nebezpečí, která jsou potencionálním zdrojem úrazu, mají negativní vliv na výrobní proces, nebo mohou být příčinou závažnějších událostí s negativním vlivem jak na osoby, procesy či celou organizaci.

Předmětem identifikace rizik by měla být všechna pracoviště, procesy i činnosti. Je důležité zahrnout nejen všechny fyzikální, chemické a biologické faktory, ale celkové pracovní prostředí včetně organizace práce. (Analýza a řízení rizik BOZP, © 2020)

K identifikaci rizik jsou používány různé metody. V této diplomové práci je použita metoda Ishikawa diagramu, který je vypracován na základě rozhovorů se zaměstnanci společnosti.

Ishikawa diagram

Ishikawa diagram byl navržen chemickým inženýrem profesorem Kaoru Ishikawa. Jeho první použití bylo v roce 1943 ve společnosti Kawasaki Steel Works.

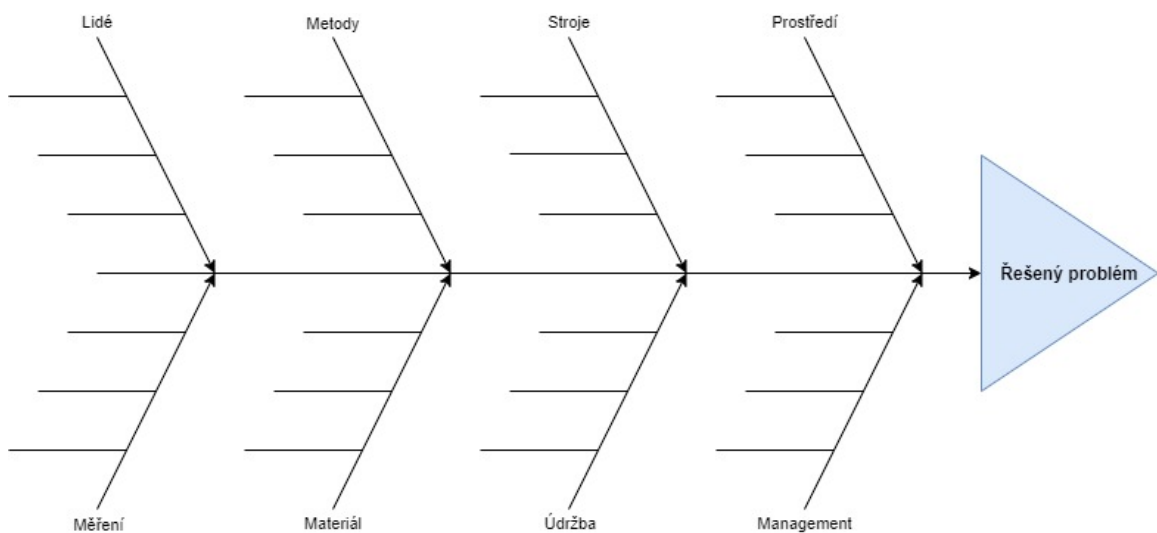
Ishikawa diagram neboli diagram rybí kost je grafický nástroj, který nabízí globální pohled na problém a umožňuje identifikovat jeho příčiny. (de Saeger, 2015)

Modelem diagramu je jakási rybí kost, kde hlava je řešený problém a menší kosti jsou příčiny daného problému. Tyto jsou děleny dle okruhů, ve kterých vznikají. Typickými okruhy je tzv. model 8M.

Model 8M zahrnuje:

- Man power – lidé – příčiny způsobené lidmi.
- Methods – metody – příčiny způsobené legislativou, normami, směrnicemi a pravidly.
- Machines – stroje – příčiny způsobené náradím, stroji, počítači.

- Mother nature – prostředí – příčiny způsobené vlivem prostředí, jako je vlhkost, teplota, ale také kultura.
- Measurements – měření – příčinou je nevhodné nebo špatné měření.
- Materials – materiál – příčiny způsobené vadou materiálu nebo jeho vlastnostmi.
- Maintenance – údržba – příčiny jsou způsobené nesprávnou nebo neúplnou údržbou.
- Management – příčiny jsou způsobené nesprávným řízením. (Ishikawa diagram, © 2011-2016)



Obrázek 4 Ishikawa diagram (zpracování vlastní)

V případě, že máme rizika identifikovaná, následují další etapy procesu posouzení rizik. Jsou jimi samotná analýza rizik a jejich hodnocení. Tyto etapy a metody, které jsou k tomu využity, jsou podrobně popsány v kapitole 3.

2.3 Řízení/ošetření rizik

Na fázi hodnocení rizik navazuje fáze řízení /ošetření rizika. Ta má za cíl stanovit opatření, která omezí působení rizik, nebo toto působení dokonce vyloučí.

Následující posloupnost charakterizuje vhodnost zavádění jednotlivých opatření, které mají za následek ošetření rizika:

1. Vyloučit riziko.

2. Nahradit nebezpečné bezpečným nebo méně nebezpečným.
3. Bojovat proti riziku u zdroje.
4. Použít kolektivní ochranné zařízení.
5. Přizpůsobit se novým informacím a technologickému pokroku.
6. Snažit se o zlepšení míry ochrany. (Neugebauer, 2018)

Ošetření rizik je fází, kdy dochází k minimalizaci rizika.

Měli bychom postupovat dle přístupu ALARA (As Low As Reasonable Achievable), tedy snižovat riziko, na tak nízké, jak je to možné a rozumně dosažitelné. Nebo postupovat dle přístupu ALARP (As Low As Reasonable Practicable) což je princip snižování rizika na takovou míru, která je proveditelná, kdy jsou ještě náklady vynaložené na snížení rizik úměrné k přínosu, který nám toto snížení přinese. (Kotek a Babinec, © 2020)

Strategie 4T

V případě výrobního procesu je vhodné volit strategii 4T (Take, Treat, Transfer, Terminate) a to dle tabulky 1.

Tabulka 1 Použití strategie 4S (zpracování vlastní dle Smejkal a Rais, 2013)

	Vysoká pravděpodobnost	Nízká pravděpodobnost
Vysoký dopad	Vyhnutí se riziku - Terminate	Transfer rizika
Nízký dopad	Ošetření rizika - Treat	Retence rizika - Take

Přijetí rizika – Take

Strategie pro rizika s nízkým dopadem a nízkou pravděpodobností vzniku nebo u zbytkových rizik. Rozhodovatel přijímá daná rizika a v případě vzniku, nese odpovědnost za náklady na tyto rizika.

Ošetření rizik – Treat

Použití pro rizika s nízkým dopadem, ale s vysokou pravděpodobností vzniku. Ošetřují se pomocí:

Alokace – rozdělení rizika.

Diverzifikace – rozložení rizika.

Prevence – předcházení riziku.

Transfer rizika

Tato strategie se používá v případě rizik s vysokým dopadem, ale malou pravděpodobností vzniku. Jedná se o opatření, kdy dochází částečně nebo úplně k přenesení rizika na jiný subjekt. Klasickým představitelem transferu rizika je pojištění.

Vyhnutí se riziku – Terminate

Tato strategie se používá v případě, že je velká pravděpodobnost vzniku s vysokým dopadem. Riziko je pro nás nepřijatelné. (Fotr et al., 2020)

2.4 Komunikace a konzultace

Komunikace a konzultace s příslušnými externími a interními zúčastněnými stranami by měly probíhat ve všech fázích procesu řízení rizik a v jejich průběhu. Jejich účelem je pomoci zúčastněným stranám porozumět rizikům, jejich původu a podkladům, na kterých se rozhoduje a proč jsou vyžadována jednotlivá opatření.

Podstatou komunikace je podpořit povědomí o rizicích. Účelem konzultace je získání zpětné vazby v jednotlivých fázích procesu. (ISO 31000(en), 2018)

Cílem komunikace a konzultace je:

- Zohlednit různé pohledy při definici a hodnocení rizik.
- Propojit odlišné oblasti odborných znalostí.
- Zajistit dostatek informací, aby byl usnadněn dohled nad riziky a rozhodování o nich. (ISO 31000(en), 2018)

2.5 Monitorování a přezkoumávání

Monitorování a přezkoumávání rizik spočívá v kontrole stavu rizik, která má za účel objevení chyb, které by mohly nastat při procesu řízení rizik a pro včasnou detekci rizik nezvládnutých.

Účelem tohoto procesu managementu rizik je:

- Sledování externích a interních změn.
- Identifikace nových rizik.
- Ověření efektivity řízení rizik.
- Zvýšení úrovně řízení rizik pomocí informací získaných v průběhu projektu.

- Poučení z úspěchů a nezdarů projektu. (Hujňák, Hujňák a Motal, 2013)

2.6 Zaznamenávání a hlášení

Zaznamenávání a hlášení se zaměřuje na poskytování informací, které vede k lepšímu rozhodování a zlepšení činnosti v oblasti řízení rizik. Napomáhá v komunikaci a spolupráci zúčastněných stran.

Při podávání zpráv musí být brány v úvahu různé zainteresované strany a specifické potřeby v případě předávání informací. Tzn. volit informace, které jsou pochopitelné pro daného člověka. (ISO 31000(en), 2018)

3 ANALÝZA A HODNOCENÍ RIZIK

Velkou etapou fáze posouzení rizik jsou podprocesy analýza a hodnocení rizik. Vstupem pro tyto procesy jsou výstupy procesu identifikace rizik. Jsou jimi jednotlivá vymezená rizika.

V procesu analýzy rizik je účelem stanovená rizika posoudit, v jakém rozsahu mohou daný projekt či činnost ovlivnit. Po provedené analýze rizik přichází proces hodnocení rizik, kdy námi analyzovaná rizika vyhodnotíme a dle škály hodnocení jsou stanoveny priority, která rizika je nutné ošetřit jako první popřípadě, která rizika jsou zanedbatelná a na cíl projektu nebudou mít zásadní vliv.

Toto posouzení vychází ze vztahu pro míru rizika (R):

$$R = P * D$$

Kde P je pravděpodobnost vzniku nežádoucí události a D je míra důsledků, která touto nežádoucí událostí vzniknou. (Janíček, Marek a kol., 2013)

Na základě tohoto vztahu následně dělíme metody analýzy rizik na:

Kvantitativní – kdy k určení hodnot P a D dochází kvantifikací – tedy číselným vyjádřením.

Kvalitativní – kdy k určení P a D dochází pomocí slovního popisu.

Semikvantitativní – kdy se k určení P a D používá kvalitativně popsanych stupnic, které mají přidělené hodnoty. Následně jejich kombinací je možné určit míru rizika. (Lexikon BOZP, © 1993–2020)

Je mnoho metod, které slouží k analýze rizik. Mezi ty základní patří např. metody:

- ETA (Event tree analysis) – analýza stromu událostí.
- FMEA (Failure modes and effect analysis) – analýza poruch a jejich následků.
- FTA (Fault tree analysis) – analýza stromu poruch.
- HRA (Human reliability analysis) – analýza lidské spolehlivosti.
- JBM – jednobodová metoda. (Oulehlová, 2020)
- RIPRAN – Risk project analysis – analýza rizik projektu.

V této diplomové práci je použita metoda FMEA pro analýzu rizik a jejich ohodnocení a následně je posouzena chyba lidského činitele na základě metod HRA. Obě metody jsou podrobně popsány níže.

3.1 Analýza spolehlivosti lidského činitele

V této diplomové práci se posuzuje spolehlivost v systému člověk - stroj. Jedná se o kompletní výrobu dynamometrů, kde lidský činitel hraje klíčovou roli.

Za poslední dvě desetiletí se objevil dramatický přírůstek lidského zavinění na vývoji nehod dosahující až 70 % - 80 %, a to nezávisle na technologické doméně aplikace.

Jsou zde dva hlavní důvody:

- Velmi vysoká spolehlivost a zdokonalení mechanických a elektronických komponent.
- Složitost systému a role kterou nese lidský operátor při dohledu nad systémem. (Kuracina, 2017)

Mezi typické lidské chyby patří:

Fyzické lidské chyby – jsou charakteristické vynecháním nebo nedokončením akce, provedením nesprávné akce či provedení akce na nesprávném objektu.

Mentální lidské chyby – které se vyznačují nedostatkem znalostí, pozornosti, nebo chybnou komunikací.

Příčiny lidských chyb jde definovat pomocí dvou skupin, a to na:

Individuální – které jsou založeny na charakteristických vlastnostech, dovednostech, zkušenostech a naučených zvyklostech.

Organizační – které souvisí s organizací práce a pracovního místa.

Je tedy důležité posoudit spolehlivost lidského činitele. K tomu jsou dostupné metody HRA (Human Reliability Analysis).

Díky tomu, že je člověk velice interaktivní článek pracovního systému, není jednoduché vytvořit univerzální metodu pro hodnocení jeho spolehlivosti. Díky zdokonalování a vývojem vzniklo mnoho metod HRA, které mají jisté specifikace. (Belčík et al., 2014)

Můžeme je rozdělit do třech kategorií:

- **Metody analýzy úkolu** (Human task analysis – HTA) – charakteristika úkolu.
- **Metody určené k identifikaci lidské chyby** (Human error identification – HEI) – identifikace lidských chyb a jejich příčin ovlivňující výkon.

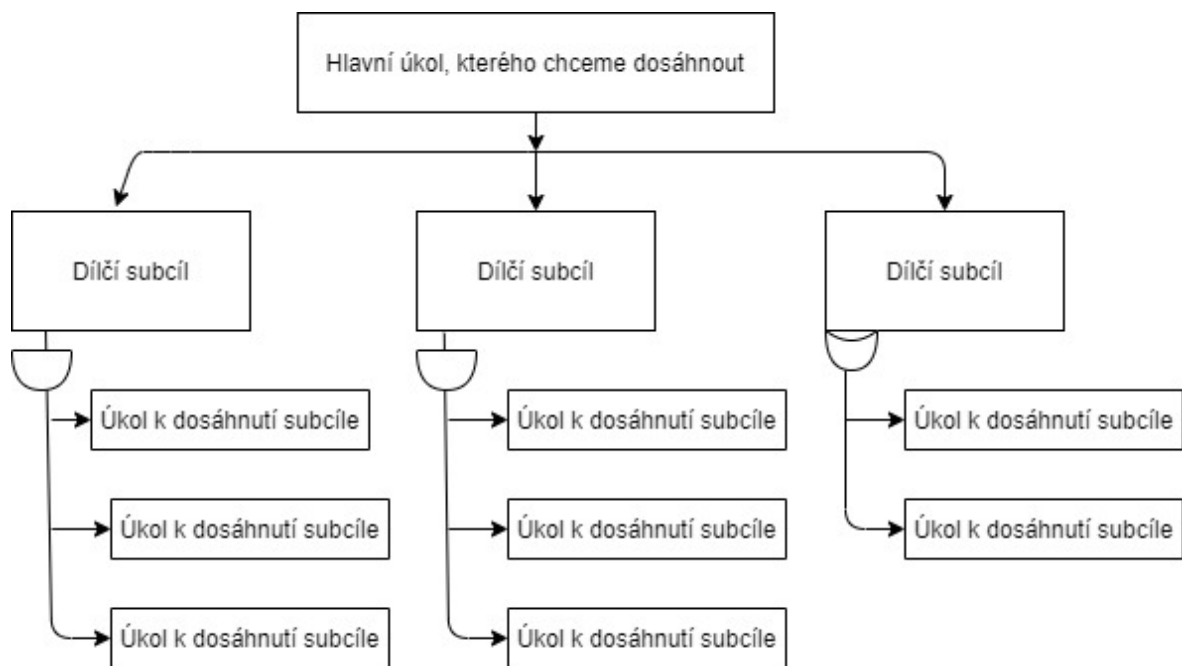
- **Metody určené ke kvantifikaci lidské spolehlivosti** (Human reliability quantification – HRQ) – určení pravděpodobnosti lidské chyby. (Král, © 2020)

3.1.1 Analýza cíle – Hierarchical task analysis (HTA)

Abychom byli schopni nahlédnout na každou část procesu výroby, je důležité pochopit její podstatu a dílčí kroky. Ke znázornění postupu a požadavků na procesy v jednotlivých krocích nám slouží analýzy cílů. Jednou z nich je metoda Hierarchical Task Analysis (HTA).

Metoda HTA začíná vytyčením cíle, kterého chceme dosáhnout. Tohoto dosáhneme pomocí správného vykonání subcílů. Tyto subcíle jsou nadefinovány pomocí dílčích úkolů a navazujících požadavků. Abychom dosáhli požadovaného cíle, je nutné splnit jednotlivé dílčí subcíle a úkoly. (HTA Metoda, 2016)

Toto je vhodné vyjádřit pomocí úkolového diagramu, který je znázorněný na obrázku 5.



Obrázek 5 Obecný úkolový diagram (zpracování vlastní dle Application of the hierarchical task analysis method, 2019)

3.1.2 Kvantifikace lidské spolehlivosti – metoda TESEO

Metod pro kvantifikaci a určení pravděpodobnosti selhání lidského činitele je celá řada. Metoda TESEO (Tecnica Empirica Stima Errori Operatori) – metoda pro odhad chyb operátorů, určuje spolehlivost lidského činitele na základě 5ti faktorů, které jsou na sobě navzájem závislé. Jedná se o:

Faktor činnosti neboli prováděnou aktivitu – označená K_1 .

Faktor podmínek a času – označení K_2 .

Faktor osobních kvalit – označení K_3 .

Faktor únavy, úzkosti a stresu – označení K_4 .

Faktor ergonomie – označení K_5 . (Ščurek, 2016)

Hodnoty jednotlivých faktorů jsou uvedeny v tabulce 2.

Následně se hodnota pravděpodobnosti K vypočítá dle vzorce:

$$K = K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5$$

Dle hodnoty K se následně určuje pravděpodobnost vzniku chyby lidského faktoru následovně:

- Hodnota K dosáhne hodnoty ≥ 1 – předpokládá se selhání.
- Hodnota K je v intervalu 0.7–0.9 – je zde pravděpodobnost vzniku mimořádné události.
- Hodnota K je v intervalu 0–0.6 – mimořádná událost nehrozí.

Tabulka 2 Hodnoty faktorů metody TESEO
(zpracování vlastní dle Kotek a Babinec, © 2014–2020)

Faktor	Kategorie	Kvantitativní charakteristika	Hodnota K_i
K_1	Typ činnosti	jednoduchá, rutinní	0,001
		vyžadující pozornost, rutinní	0.01
		neobvyklá	0.1
K_2	stresový faktor pro běžné činnosti	2	10
		10	1
		20	0.5
	stresový faktor mimořádné činnosti	3	10
		30	1
		45	0.3
		60	0.1
K_3	kvality operátora	dobře vybraný, expert, školený	0.5
		průměrné znalosti a školení	1
K_4	vliv úzkosti a stresu	závažná nepředvídaná situace	3
		nepředvídaná situace	2
		normální stav	1
K_5	vliv ergonomie	vynikající mikroklima i koordinovanost s provozem	0.7
		dobré mikroklima, dobrá koordinovanost s provozem	1
		slabé mikroklima, slabá koordinovanost s provozem	3
		slabé mikroklima, chabá koordinovanost s provozem	7
		špatné mikroklima, chabá koordinovanost s provozem	10

3.2 FMEA

Původní využití metody FMEA bylo ve vesmírných projektech NASA, kde se používala již ve fázi projektu k určení velikosti potencionálních vad. Následně se tato metoda začala využívat ve výrobních závodech i mimo vesmírný průmysl. (Eichler, © 2020)

V dnešní době se metody FMEA využívá obecně pro hledání rizik v různých odvětvích.

Jedná se o velmi pokročilou metodu kvality, jejímž úkolem je odhalit všechna možná selhání a jejich příčiny. Toto je doplněno bodovým ohodnocením důsledků.

Výsledkem je vypočítaný ukazatel míry rizika, který ukáže, jak by bylo vhodné s rizikem naložit. (FMEA, 2020)

Metodu FMEA jde použít v rámci celého životního procesu/ systému, či na některou část viz tabulka 3.

Tabulka 3 Typy FMEA (Molhanec, © 2015)

Typy FMEA	Uplatnění
Systemová	Analýza fce. systému
Návrhová	Analýza návrhu systému/produktu
Procesní/výrobní	Analýza výrobního/konstrukčního proce
Produkrová/provozn	Analýza provozu systému/ produktu
Projektová	Analýza projektového řízení
Na služby	Analýza služeb
Softwarová	Analýza tvorby software

Postup metody FMEA

Při analýze rizik pomocí metody FMEA se nejprve vybere tým a následně jsou analyzována rizika. K zápisu se používá blanket metody FMEA, který je znázorněný na obrázku 6.

Název FMEA				Datum konání FMEA				FMEA Typ							
Předmět FMEA															
FMEA Tým															
Proces	Možná chyba	Možný následek	Příčina	Kontrola, preventivní opatření	Význam	Výskyt	Odhalení	RPN	Doporučená opatření	Odpovědnost/ Termin	Provedená opatření	Význam	Výskyt	Odhalení	RPN

Obrázek 6 Blanket metody FMEA

Jeho originální podoba je součástí přílohy I. Následně je daný proces analyzován a jsou v rámci hodnotícího týmu vybírány možné chyby, jejich důsledky a příčiny.

Tyto chyby jsou dále hodnoceny z hlediska:

- Významu chyby (Vz)
- Výskytu chyby (Vy)
- Možnosti odhalení (Od)

Následně se vypočítá rizikové číslo RPN dle vzorce:

$$RPN = Vz * Vy * Od$$

Toto rizikové číslo se dále porovnává s kritickou hodnotou a na základě porovnání se stanovují taková opatření, která by vedla ke snížení rizika.

Jednotlivé parametry jsou posuzovány dle tabulek pro význam, výskyt a odhalení zobrazené níže. Tyto tabulky byly přepracovány pro pozdější potřeby práce.

Tabulka 4 Výskyt chyby (zpracování vlastní)

Pravděpodobnost výskytu chyby	Četnost chyby	Klasifikace
Velmi vysoká: Chyba je nevyhnutelná	>4 z 50 kusů	10
Velmi vysoká: Chyba je téměř nevyhnutelná		9
Vysoká: Často se opakující chyba	4 z 50 kusů	8
Vysoká: Opakující se chyba	3 z 50 kusů	7
Průměrná: Občasná chyba	(2,3) z 50 kusů	6
Průměrná: Občasná chyba	2 z 50 kusů	5
Průměrná: Občasná chyba	(1,2)z 50 kusů	4
Malá: Málo chyb	1 z 50 kusů	3
Velmi malá: Poměrně málo chyb	<1 z 50 kusů	2
Zanedbatelná: Chyba je nepravděpodobná	<0.5 ze 50 kusů	1

Tabulka 5 Význam chyby (zpracování vlastní)

Význam následků chyby	Úroveň zákaznického významu	Úroveň výrobního významu	Klasifikace
Velmi vysoký	Výrobek/systém je nefunkční.	Výrobek je potřeba separovat.	10
Velmi vysoký	Výrobek/systém je nefunkční.	Výrobek je potřeba separovat a je řešen výměnou, či opravou pracovníky společnosti.	9
Vysoký	Výrobek/systém/komponenta je nefunkční.	Část je potřeba separovat a je řešena výměnou, či opravou pracovníky společnosti.	8
Střední	Výrobek/systém/komponenta není přizpůsoben, plní funkci jen částečně.	Část musí být přepracována. Zajištěno pomocí pracovníky společnosti. Časová prodleva ≥ 2 dny).	7
Nízký	Výrobek/systém/komponenta není přizpůsoben, plní funkci jen částečně.	Část musí být přepracována. Zajištěno pomocí pracovníky společnosti. Časová prodleva > 1 dne).	6
Nízký	Výrobek/systém/komponenta není přizpůsoben, plní funkci jen částečně.	Část musí být přepracována. Zajištěno pomocí pracovníky společnosti. Časová prodleva do 1 dne).	5
Velmi nízký	Výrobek/systém/komponenta není přizpůsoben, plní funkci jen částečně.	Část musí být přepracována. Zajištěno pomocí pracovníky společnosti. Časová prodleva > 1 hod).	4
Málo významný	Funkce systému neovlivněna	Část musí být přepracována. Zajištěno pomocí pracovníky společnosti. Časová prodleva do 1 hod).	3
Zanedbatelný	Funkce systému neovlivněna	Část musí být přepracována. Zajištěno pomocí pracovníky společnosti. Časová prodleva < 0.5 hod).	2
Žádný	Žádný význam.	Nepatrná potíže výkonu nebo bez významu.	1

Tabulka 6 Odhalení chyby (zpracování vlastní)

Pravděpodobnost odhalení chyby	Měřítko	Navrhovaný rozsah zjišťovacích metod	Klasifikace
Velmi Obtížné	Chyba má velmi nízkou šanci na odhalení.	Chyba odhalena jen při použití spec. SW a speciálních měř. systémů.	10
Velmi obtížné	Chyba má nízkou šanci na odhalení.	Chyba odhalena jen při použití spec. SW a speciálních měř. systémů.	9
Obtížné	Chyba má šanci na odhalení	Chyba odhalena jen při použití spec. SW.	8
Velmi nízké	Chyba má dobrou šanci na odhalení.	Chyba odhalena jen při mimořádném měření.	7
Nízké	Chyba má dobrou šanci na odhalení.	Chyba odhalena jen při měření.	6
Střední	Chyba má dobrou šanci na odhalení.	Chyba odhalena v následné operaci, nebo pomocí kontrolního měření.	5
Střední	Chyba má dobrou šanci na odhalení.	Chyba odhalena v následné operaci.	4
Jisté	Chyba téměř spolehlivě odhalena.	Chyba odhalena v následné operaci.	3
Téměř jisté	Chyba téměř spolehlivě odhalena.	Chyba odhalená pouhým okem nebo po zapnutí systému.	2
Jisté	Chyba spolehlivě odhalena.	Chyba odhalená pouhým okem	1

3.3 Hodnocení rizik

Hodnocení rizik je jednou z dalších důležitých částí procesu posouzení rizik. V tomto kroku dochází k vyčíslení rizika pomocí analýzy rizik, kterou jsme provedli v předchozím kroku.

Toto vyčíslení nám následně udává míru daného rizika. Dále je na posuzovateli, jak s daným rizikem budou nakládat. Zda je pro ně riziko přijatelné, nebo nepřijatelné a je nutné je ošetřit.

4 SHRnutí TEoretické Části

Teoretická část diplomové práce byla zaměřena na vypracování rešerše, která nám bude sloužit jako podklad pro část praktickou.

První kapitola byla zaměřena na definice základních pojmů potřebných k pochopení podstaty cíle práce. Je zde vymezený obecný proces a jeho druhy. Dále je blíže specifikovaný výrobní proces.

Součástí první kapitoly jsou dále pojmy jako je aktivum, hrozba a riziko. Dále jsou definovány druhy rizik. A stěžejní jsou pro nás rizika výrobního procesu.

V druhé kapitole teoretické části je řešen výrobní proces a management rizika. Blíže jsou rozebrány jednotlivé části. V procesu identifikace rizik je blíže popsána metoda Ishikawa diagramu, která dále slouží k identifikaci rizik ve výrobním procesu firmy X.Y. s.r.o.

V třetí kapitole jsou podrobně popsány procesy posouzení rizik – analýza a hodnocení rizik. Jsou zde blíže uvedeny metody, které jsou použity v praktické části. Jedná se o metody analýzy cíle, která je podkladem pro vymezení výrobního procesu a jeho součástí. Metoda spolehlivosti lidského činitele TESEO, která odhaluje míru chyby lidského faktoru ve výrobním procesu. A metoda FMEA, která je stěžejní v praktické části pro analýzu a hodnocení rizik výrobního procesu.

V následující praktické části diplomové práce je popsána společnost X.Y. s.r.o.

Na základě výše uvedených podkladů je vyčleněn cíl výrobního procesu a na základě analýzy HTA je znázorněn vývojový diagram výrobního procesu. Ten je následně podroben posouzení rizik pomocí definovaných metod.

Dle vyhodnocení závažnosti rizik jsou navržena opatření, která mají za účel daná rizika ošetřit a zefektivnit management rizik výrobního procesu. Cílem práce je na tomto základě vypracovat projekt zefektivnění managementu rizik výrobního procesu.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 KONCERN A

Koncern A se sídlem v Rakousku se zabývá vývojem, simulací a testováním systémů hnacího ústrojí a jejich integraci do vozidla. Jedná se o největší světovou nezávislou společnost zabývající se řešením a vývojem nových trendů v oblasti automobilů a současně i snahou o inovaci a vývoj technologií pro snížení emisí CO₂. Nově se zabývá také pokročilými asistenčními systémy pro řidiče a aplikacemi pro automatické řízení.

Součástí koncernu A je 45 poboček, které se nachází v 26 zemích celého světa.

V roce 2020 koncern A dosáhl obratu 1,7 miliardy eur z čehož 12 % bylo investováno do činností vývoje a výzkumu. (About AVL, © 2021)

6 SPOLEČNOST X.Y. S.R.O

6.1 Historie společnosti

Společnost X.Y. s.r.o byla založena v roce 1996. Jejím základem byla spolupráce českého vlastníka společnosti X.Y. s.r.o, a koncernu A. Společnost X.Y. s.r.o, zajišťovala výrobu elektrických a částečně i hydraulických dynamometrů a ocelových částí válcových dynamometrů pro německou sesterskou společnost koncernu A.

V roce 1997 došlo k přesunutí kompletní výroby válcových dynamometrů a strojírenské výroby ze sesterské německé společnosti do Hranic.

V roce 1998 se koncern A stal 100 % vlastníkem. Došlo k rozšíření výrobních prostor o 6000m².

6.2 Sídlo a dispoziční řešení společnosti

Společnost X.Y. s.r.o je situována na okraji města Hranice na Moravě. Sídlo společnosti je velice dobře dostupné jak pro dálniční, tak i vlakovou přepravu.

V areálu společnosti – obrázek 7, je umístěno sedm objektů. Jedná se o budovu administrativy a vedení, showroom, obrobnu, řezárnu, sklad a dvě výrobní haly. Součástí původní výrobní haly je lakovna. Nová výrobní hala byla uvedena do provozu v roce 2017.



Obrázek 7 Areál společnosti X.Y. s.r.o. (Mapy.cz, 2021)

Původní hala slouží pro výrobu válcových dynamometrů pro velká a speciální vozidla. Je zde 10 konstrukčních míst. Na starou původní halu navazuje hala nová, kde se vyrábí menší válcové dynamometry – tzv jednoosé. Je zde 11 konstrukčních míst.

6.3 Zaměření společnosti

Společnost X.Y. s.r.o zajišťuje kompletní konstrukční a výrobní činnost pro koncern A se zaměřením na návrh, konstrukci, výrobu a testování vozidlových válcových dynamometrů, včetně elektromagnetických a hydraulických dynamometrů pro vývoj, testování a certifikaci všech typů aut.

Společnost X.Y. s.r.o je držitelem norem ČSN ISO 9001 a ČSN ISO 14001.

Certifikaci dle mezinárodní normy ČSN ISO 9001 pro systém managementu kvality získala společnost v roce 1999, aktualizace certifikátu proběhla v roce 2002. Způsobilost k certifikaci je ověřována ve formě externího auditu jedenkrát ročně.



Obrázek 8 Certifikát ČSN ISO 9001 (Oddělení kvality, © 2020)

V rámci ČSN ISO 14001 managementu životního prostředí je společnost zaměřena na ochranu životního prostředí formou snižování a zamezování znečištění. Společnost dbá na recyklaci a bezpečné nakládání s odpady. Snaží se o ekologicky přijatelná řešení v oblasti laků a nátěrů, které se používají při výrobě komponent.

Vzhledem k tomu, že společnost je členem mezinárodního koncernu, přejímá společnost X.Y. s.r.o standardy na výrobu, zabezpečení a BOZP od své mateřské společnosti.

V současné době je plánována příprava na akreditaci v rámci ČSN ISO 17025 pro potřeby kalibrační a zkušební laboratoře, která by měla proběhnout v polovině roku 2022. V budoucnu se plánuje i přijetí ČSN ISO 27001 pro zavedení systému managementu bezpečnosti informací a ČSN ISO 45001 pro zavedení systému managementu BOZP.

6.4 Výroba

Výroba společnosti X.Y. s.r.o je zakázková – velmi specifická. Jednotlivé zakázky jsou uzpůsobeny dle specifických požadavků zákazníka.

Ročně se zde vyrobí 30-50 kusů válcových dynamometrů, které jsou dodávány do celého světa. Mezi zákazníky patří největší světové automobilky jako Porsche, Mercedes Benz, Ford, BMW, Toyota a mnoho dalších.

Cena jednoho válcového dynamometru se pohybuje řádově mezi stovkami tisíc až jednotkami milionů eur.

Společnost X.Y. s.r.o dodává válcové dynamometry pro testování se zaměřením na širokou skupinu vozidel – od motocyklů po nákladní vozidla. Dle konkrétních požadavků zákazníka je možné využití v různých testovacích aplikacích.

Rozdělení výrobního portfolia:

HD – heavy duty

Jedná se o válcové dynamometry s pohonem obou os. Jsou zaměřené na testování jízdních vlastností nákladních a speciálních vozidel.

EMC – Electromagnetic compatibility

Tyto válcové dynamometry jsou zaměřeny na testování elektromagnetické kompatibility, a to jak z hlediska vyzařování testovaného subjektu, tak k ověření odolnosti proti elektromagnetickým vlivům testovaného subjektu

NVH – Noise, vibration, and harshness

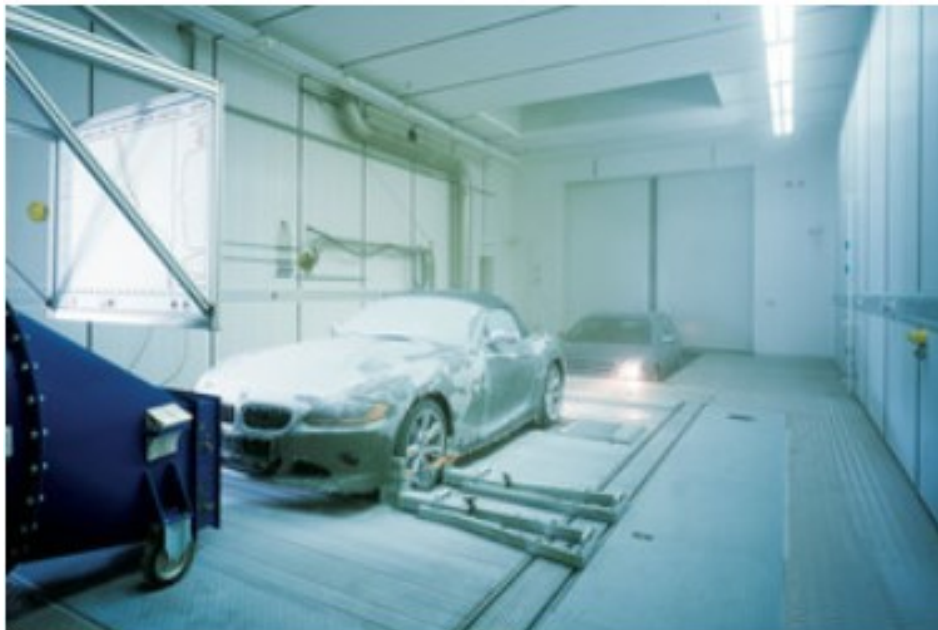
Jedná se o válcové dynamometry, které slouží k testování akustických a vibračních vlastností vozidla. Cílem je snížit hlučnost jak vně tak i uvnitř vozidla. Dynamometr, díky výměnným povrchovým elementům na válcích tzv, rolích, umožňuje simulovat identické silniční podmínky.

ZC1– Zöllner chassis1

Jedná se o standartní válcové dynamometry pro testování emisí, najetých kilometrů a odolnosti vozidla.

ZC2 – Zöllner chassis2

Jedná se o nestandardní válcové dynamometry, které jsou upravované dle zvláštních požadavků zákazníka. Jedná se např. o klimatické komory, klimatické větrné tunely, či testování manévrů.



Obrázek 9 Nestandardní válcový dynamometr s klimatickým tunelem
(zdroj: společnost X.Y. s.r.o)

Testování hnacích ústrojí u všech typů vozidel pomocí vozidlových válcových dynamometrů přináší úsporu jak nákladů na vývoj a testování, tak zejména úspory času. Pomocí simulace a testování je možné odhalit chyby, či nežádoucí aspekty chování vozidla při běžném provozu.

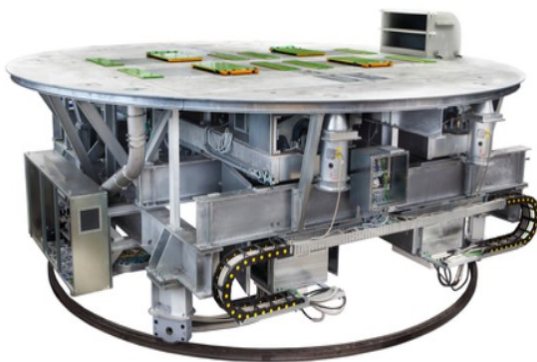
7 VOZIDLOVÝ VÁLCOVÝ DYNAMOMETR

Vozidlové válcové dynamometry jsou určeny pro testování všech druhů jednostopých i dvoustopých vozidel. Principem je simulace odporu vozovky za pomoci válců tzv. rolí.

Princip válcového dynamometru

Jedná se o zařízení, které simuluje vozovku v kontrolovaném prostředí. V zásadě jsou dynamometry konstruovány jako jedno nebo vícenápravové systémy. Jejich podstatou jsou válce tzv. role, které jsou poháněny elektromotory. K těmto válcům jsou připojené snímače, které zachycují rychlost, zrychlení, odpor. Na tyto role je umístěno testované vozidlo, které je zajištěné proti pohybu. Takto poháněná role s určitou drsností povrchu simuluje vozovku. Odpor vzduchu je simulován pomocí brzdné síly působící na válce. Před samotným testováním však probíhá silniční test, při kterém probíhá měření základních veličin na skutečné vozovce.

Válcový dynamometr je zpravidla umístěn uvnitř budovy. Je zapuštěn do podlahy, aby byl válcový dynamometr situován rovnoběžně s podlahou. Ovládací i měřící prvky jsou vyvedeny k řídicímu a kontrolnímu stanovišti dle přání zákazníka.



Obrázek 10 Sestava válcového dynamometru EMC a následné umístění

(zdroj: společnost X.Y. s.r.o)

7.1 Proces projektu válcového dynamometru

Samotnému výrobnímu procesu, který je realizován ve společnosti X.Y. s.r.o, předchází procesy, které specifikují požadavky na daný projekt. Na obrázku 11 je znázorněn kompletní proces projektu válcového dynamometru.



Obrázek 11 Proces projektu válcového dynamometru (zpracování vlastní dle X.Y. s.r.o)

Aby bylo možné sledovat projekt od jeho počátku, přes průběh až do konečné fáze, využívá společnost X.Y. s.r.o informační systém Penta, který slouží k shromažďování informací o projektu, o jeho průběhu a aktuálním stavu. Zde je možné v jakýkoliv čas zjistit, v jakém stavu se projekt nachází a která část procesu právě probíhá. Vedení i strany zainteresované do výroby pak mají zpětnou vazbu o průběhu projektu.

Samotný proces projektu válcového dynamometru lze rozdělit na 3 fáze.

7.1.1 1.fáze

Tuto fázi zajišťuje sesterská německá společnost. Jedná se o dílčí procesy:

- Odbyt.
- Návrh a plánování.
- Zadání zpracování.

Odbyt

Tento proces nastává po obdržení objednávky. Zákazník specifikuje svoje požadavky. Jsou shromážděny veškeré dostupné informace o místě realizace jako jsou již existující infrastruktura a inženýrské sítě. Navrhne se koncepce řešení a její proveditelnost. Jsou identifikována technická rizika. Následně jsou odhadnuty náklady na realizaci a požadavky na technické zabezpečení. V této fázi také dochází k předběžnému odhadu naskladnění stěžejních součástí s dlouhou dodací lhůtou – jedná se zejména o elektromotory, jejichž dodací lhůta se pohybuje mezi 6-9 měsíci.

Výstupem tohoto dílčího procesu jsou technické podklady a dokumenty pro realizaci včetně seznamu identifikovaných rizik. Jsou stanoveny předběžné náklady na realizaci a stanoven hrubý časový plán dle dostupnosti materiálu.

Návrh a plánování

Jestliže zákazník souhlasí s konceptem řešení, předá se objednávka projektovému manažerovi, který zahájí aktivity k návrhu a plánování. Začínají práce na realizaci samotného projektu. Projekt je zaznamenán do systému Penta.

Dále je vytvořen podrobný technický koncept. Ze strojírenského hlediska jsou zajištěny seznamy dílů. U standardních komponent jsou zajištěny kusovníky a výkresy. Součástí procesu je i počáteční vytvoření Hazard and risk assessment – výstupem kterého je výpis a hodnocení rizik a opatření k jejich zmírnění. Další důležitou součástí tohoto dílčího procesu je zabezpečit objednávku výroby a zajistit výrobní kapacitu.

Dále je zadán požadavek na zpracování softwarového vybavení, vše se odvíjí od požadavků zákazníka.

Zadání zpracování

Dle podkladů, které byly připraveny v předchozím procesu, je rozvržena výroba a předána jednotlivým odpovědným společnostem a pracovištím. Je zajištěna dodávka komponent s dlouhou dodací lhůtou a dochází k plánování samotné výroby.

Tímto je ukončena 1.fáze, kterou má na starosti německá sesterská společnost. V tuto chvíli je objednávka a její podklady spolu se specifiky zakázky předána do společnosti X.Y. s.r.o.

7.1.2 2.fáze

Tato fáze zajišťuje společnosti X.Y. s.r.o, spolu s tuzemskými společnostmi tzv. kooperacemi, které se podílí na výrobě komponent. Jedná se o dílčí procesy

- Designový návrh.
- Plánování výroby.
- Výroba a montáž.
- Interní kontrola.
- Demontáž, balení a přeprava.

Designový návrh

Tento dílčí proces pokrývá všechny činnosti týkající se návrhu mechanických a elektrických dílů, úpravy dle specifik zákazníka a vytvoření technické dokumentace.

Plánování výroby

Jedná se o souhrn činností, který má zajistit hladký průběh výrobního procesu. V tomto dílčím procesu se připravují všechny mechanické i elektrické komponenty. Připravují se všechny materiály pro výrobu komponent. Řeší se logistické zabezpečení. Je důležité udržovat aktuální informace v systému Penta, aby všechny zainteresované strany věděly, v jaké fázi se příprava nachází a mohly lépe koordinovat své činnosti.

Výroba a montáž

V tomto dílčím procesu dochází jednak k naskladnění vstupních surovin a k jejich následné transformaci na potřebné komponenty a podsestavy. Výroba musí splňovat požadavky na kvalitu a včasné dodání.

Dále dochází k samotné montáži. Jedná se o kompletaci zakoupených komponent a vyrobených podsestav do výsledného finálního produktu.

Interní kontrola

V této chvíli je hardware hotový a dochází k zavedení softwarového vybavení. Je provedeno testování zaměřené na funkčnost jak mechanických, tak i elektrických podsestav a komponent. Dynamometr je oživen a uveden do provozu. Je provedeno testování softwarového vybavení. U těchto testů funkčnosti bývá ve většině případů přítomen i zákazník, v jeho nepřítomnosti jsou testy zaznamenávány.

Po úspěšném testování a vypracování protokolů je sestava uvolněna k demontáži a je odsouhlasen převoz k zákazníkovi.

Rozložení, balení a přeprava

Před samotnou demontáží probíhá kontrola kompletnosti sestavy, následná demontáž je dokumentována pomocí fotografií. Balení a následná přeprava je realizována externí firmou. V této chvíli jsou vykonávány aktivity, které zajistí bezproblémovou montáž u zákazníka v cílové destinaci.

7.1.3 3.fáze

Tato fáze je také zajišťována společností X.Y. s.r.o, ale již v cílové destinaci ve společnosti zákazníka. Jedná se o:

- Montáž u zákazníka.
- Kontrola u zákazníka.
- Předání zákazníkovi.
- Servis.

Montáž u zákazníka

Před samotnou montáží probíhá vybalení a kontrola úplnosti dodávky a připravenosti k montáži. Následně probíhá montáž sestavy jak po mechanické, tak i elektrické stránce s následným oživením dané sestavy.

Kontrola u zákazníka

V rámci tohoto dílčího procesu je kontrola kvality dodané sestavy a probíhá testování funkčnosti systému. Jsou analyzována rizika v místě instalace a tyto závěry, opatření a bezpečnostní pravidla pro provoz jsou zaneseny do finální provozní dokumentace k sestavě.

Předání zákazníkovi

V tomto dílčím procesu dochází k poslední diskuzi mezi zákazníkem a dodavatelem, zda bylo zajištěno smluvní plnění požadavků zákazníka.

Je zaškolen obsluhující personál, vypracován předávací protokol a sestava válcového dynamometru včetně jeho dokumentace je předána k užívání zákazníkovi.

V systému Penta je projekt ukončen.

Servis

Servis dynamometru probíhá na základě požadavků zákazníka a v průběhu i po skončení záruční lhůty. Dodavatel koordinuje dodávku náhradních dílů, servisování sestavy a generální opravy válcového dynamometru.

Z tohoto procesu projektu je 2. fáze výrobním procesem válcového dynamometru, na který je zaměřena tato diplomová práce. V následujících kapitolách je zacíleno na výrobní proces válcového dynamometru s převážným zaměřením na samotnou montáž a stávající řešení managementu rizik.

7.2 Výrobní proces válcového dynamometru

Jak bylo řečeno výše, samotnému výrobnímu procesu předchází plánování a příprava výroby. Jedná se zejména o objednávku materiálu s dlouhou dodací lhůtou jako jsou elektromotory, zajištění ocelových polotovarů pro výrobu dynamometrů, objednávku spojovacího materiálu a elektrických podsestav. Důležitou součástí je i zajištění výrobních kapacit, zejména konstrukčního místa a zajištění zaměstnanců, kteří vytváří komponenty, podsestavy a v neposlední řadě mechaniků, kteří sestavu válcového dynamometru sestavují a zapojují po elektrické stránce.

Komponenty na konstrukci dynamometrů po mechanické stránce jsou primárně vyráběny přímo ve společnosti X.Y. s.r.o v Hranicích, některé komponenty jsou následně upravovány pomocí tuzemských kooperací. Jedná se především o svařence a díly, které jsou použity na stavbu kostry dynamometru. Část komponent je tvořena dodávkami od externích dodavatelů, jedná se především o elektrické sestavy, elektromotory a spojovací materiál. Co se týče softwarového vybavení jedná se o „know how“ německé sesterské společnosti.

Cíl výrobního procesu je vytyčen na základě analýzy HTA.

7.2.1 Analýza cíle HTA

Principem analýzy cíle HTA (Hierarchical Task Analysis) je vyčlenění cíle, kterého chceme dosáhnout. Tento cíl je rozčleněn na dílčí subprocesy a ty jsou následně doplněny o úkoly, které je nutné vykonat, abychom dosáhli stanovených subprocesů a tím splnili námi daný cíl.

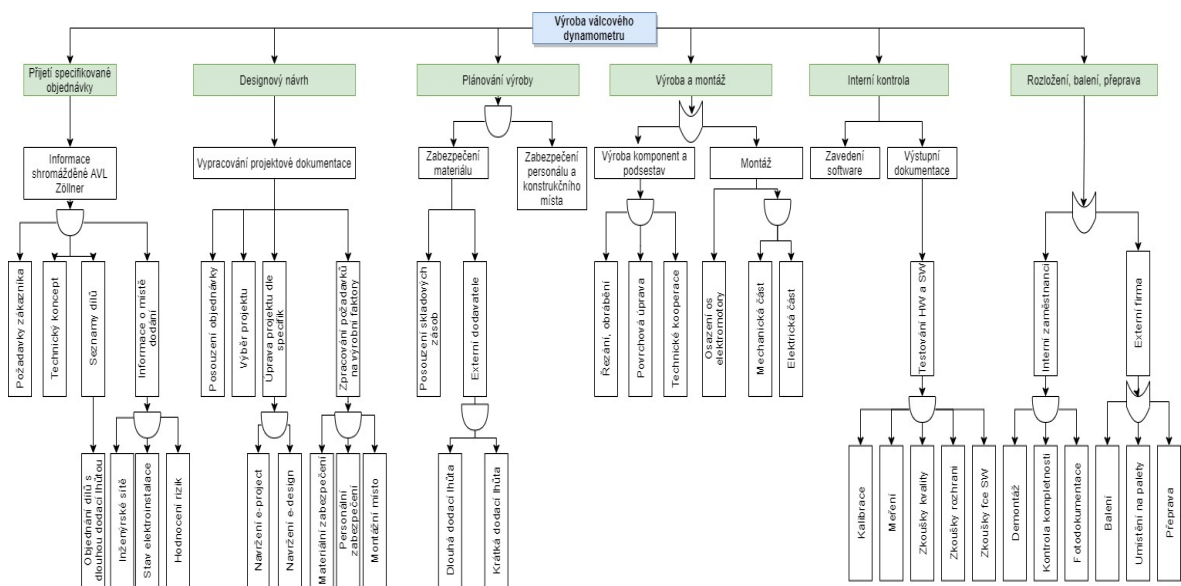
Analýze HTA je podrobena 2.fáze procesu projektu válcového dynamometru, která je vykonávána ve společnosti X.Y. s.r.o. Bližšímu zkoumání a dělení na subprocesy byly podrobena dílčí procesy: designový návrh, plánování výroby, výroba a montáž, interní kontrola a rozložení, balení a přeprava.

Cílem této analýzy je vytyčení cíle 2.fáze, což je pro potřeby této diplomové práce výroba válcového dynamometru, kterou je nutné chápat jako celek. Proto jsou v analýze HTA zahrnuty i počáteční informace, které jsou v kompetenci německé sesterské společnosti.

Samotná analýza byla vypracována na základě podkladů získaných z interních dokumentů společnosti.

Počáteční dělení 2.fáze (designový návrh, plánování výroby, výroba a montáž, interní kontrola a rozložení, balení a přeprava) je doplněno a rozčleněno na subprocesy a doplněno o dílčí úkoly.

Výstupem analýzy HTA je úkolový diagram. Jeho náhled je zobrazen na obrázku 12. Jeho reálná podoba je zobrazena v příloze II.



Obrázek 12 Úkolový diagram analýzy HTA (zpracování vlastní)

Popis úkolového diagramu a jednotlivých podprocesů:

Přijetí specifické objednávky

Vstupními informacemi pro výrobu jsou specifika samotné objednávky. Jedná se především o to, jaký dynamometr je od zákazníka požadován a zda je něčím specifický. Tato informace je stěžejní, protože již v této fázi dochází k objednávce dílů s dlouhou dodací lhůtou, jedná se především o elektromotory, které pohánají dynamometr a jejichž dodací lhůta je v průměru 6 měsíců. Dále je zhodnoceno místo, kam bude dynamometr umístěn. Je potřebné znát dispoziční řešení budovy, rozmístění inženýrských sítí a funkčnost elektroinstalace. Již v této fázi jsou analyzována a hodnocena rizika projektu. Tyto informace obdrží společnost X.Y. s.r.o a odvíjí se od nich následná činnost.

Designový návrh

Na základě obdržených informací je zpracována technická dokumentace projektu. Jsou specifikovány komponenty, které budou pro výrobu a montáž nezbytné. Dále jsou ověřeny dodávky materiálu s dlouhou dodací lhůtou. Následně jsou specifikovány výrobní faktory, které je potřeba zabezpečit v dalším kroku.

Plán výroby

Na základě technické dokumentace je naplánována výroba. Je posouzen skladový materiál. Objednán materiál pro výrobu komponent, které zajišťuje společnosti X.Y. s.r.o sama, popřípadě s dopomocí tuzemských technických kooperací. Dále jsou objednány komponenty od tuzemských externích firem, jedná se především o elektro materiál (rozvodné skříně, motorboxy, controlboxy) a spojovací materiál (silová a slaboproudá kabeláž).

V neposlední řadě je zhodnocena stávající montážní kapacita hal, aby nedošlo ke zpoždění z hlediska nedostatku konstrukčních míst.

Výroba a montáž

Tento dílčí proces je rozdělen na dílčí procesy výroby a samotné montáže.

Výroba spočívá k přetvoření vstupních materiálů k výrobě komponent pro montáž. Probíhá na pracovištích řezárny a obrobny, kde dochází k prvotnímu zpracování surových materiálů. Následně dochází k povrchovým úpravám jako je lakování či pozinkování. Do obou těchto procesů jsou zainteresované i technické kooperace, které vyplňují výpadky technologických procesů, které není společnosti X.Y. s.r.o schopna zajistit sama. Jedná se např. o válcování rolí atp. Výstupem jsou všechny potřebné komponenty a podsestavy, které jsou nutné pro následnou montáž.

Následná montáž pak již probíhá na přiděleném konstrukčním místě. Jedná se o mechanickou montáž a paralelně s ní probíhá i montáž elektrická.

Interní kontrola

Hardware dynamometru je v této fázi hodový a zbývá zavést software a samotný dynamometr vyzkoušet. Cílem tohoto procesu je ověření funkčnosti jak po mechanické, elektrické i softwarové stránce a na základě těchto testů je vytvořena výstupní dokumentace.

Rozložení, balení a přeprava

Dílčí procesy mají na starost interní zaměstnanci a co se týče balení a přepravy je oslovena externí firma. Před samotnou demontáží je zkontrolována kompletnost objednávky. V průběhu demontáže je prováděna fotodokumentace. Následně jsou demontované komponenty baleny a připravovány na převoz k zákazníkovi.

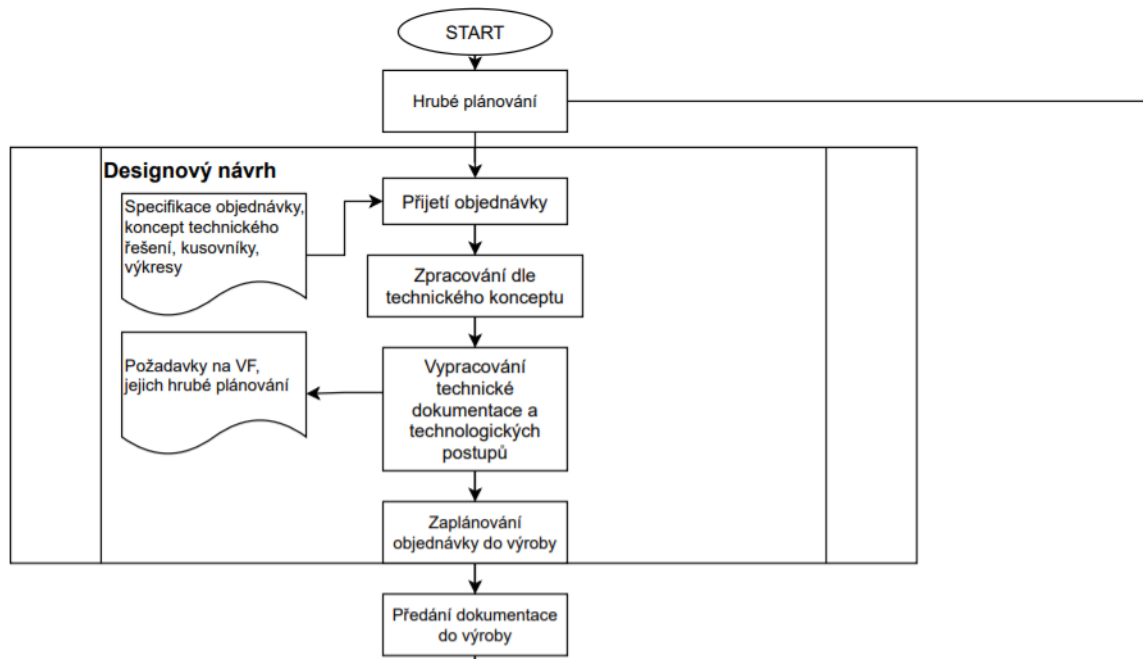
7.2.2 Vývojový diagram výrobního procesu

Na základě analýzy cíle, podkladů poskytnutých společností X.Y. s.r.o a konzultacemi se zaměstnanci společnosti, byl vypracován vývojový diagram výrobního procesu válcového dynamometru. Diagram je zobrazen v příloze PIII.

Vývojový diagram blíže specifikuje jednotlivé dílčí procesy 2.fáze projektu a zobrazuje jednotlivé postupy ve výrobě a jejich návaznost.

Popis jednotlivých částí vývojového diagramu

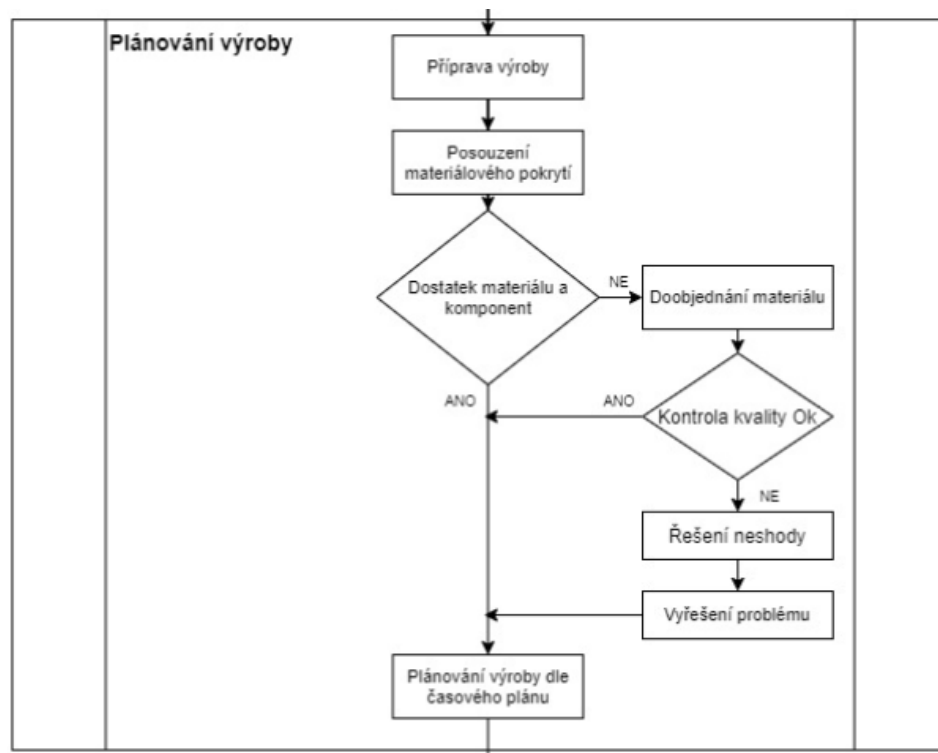
Na obrázku 13 je zobrazen začátek výrobního procesu spolu s dílčím procesem designového návrhu.



Obrázek 13 Část vývojového diagramu výrobního procesu – Designový návrh
(zpracování vlastní)

Na počátku každého obchodního roku je odhad, kolik bude potřeba na daný rok elektromotorů. Jelikož se jedná o stěžejní prvek válcového dynamometru a jeho dodací lhůta je dlouhá, nemůže se tento prvek objednávat až po obdržení objednávky. Tento hrubý plán vychází z prodeje předchozích let spolu se zhodnocením předobjednávek.

Přijetí objednávky společností X.Y. s.r.o znamená, že od své sesterské společnosti obdrží specifickou objednávku válcového dynamometru spolu s konceptem technického řešení, které požaduje zákazník. Obsahem specifikace jsou dále i dokumenty, které popisují místo dodání. Zejména rozvody inženýrských sítí, stav elektroinstalace, výkresy a kusovníky jednotlivých sestav. Dále specifikace obsahuje hodnocení rizik, která by objednávka v místě dodání mohla vykazovat a návrhy, jak jim předejít. Na základě těchto informací společnost X.Y. s.r.o vytvoří technickou dokumentaci, která je doplněna o technologické postupy výroby komponent, které jsou vyráběny přímo společností. Objedávka se zaplňuje do časového plánu výroby. Dokumentace je postoupena do výroby k dalšímu plánování a přípravě, která je zobrazena na obrázku 14.

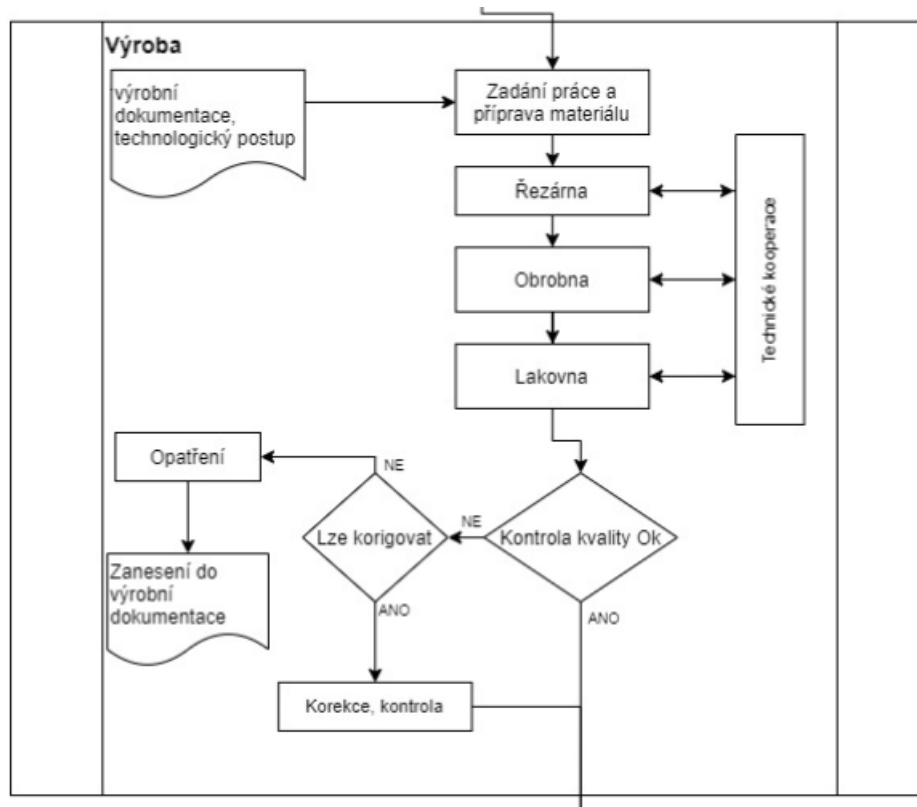


Obrázek 14 Část vývojového diagramu výrobního procesu – Plánování výroby (zpracování vlastní)

Na základě technické dokumentace probíhá příprava výroby. Jsou zhodnoceny skladové zásoby materiálu jak pro výrobu komponent ve společnosti X.Y. s.r.o, tak i komponenty, které se pro montáž objednávají od tuzemských dodavatelů. Jedná se především o elektro sestavy – rozvodné skříně a elektromateriál – kabely, koncovky, jističe a další.

V případě nedostatku obchodní oddělení objedná od stálých dodavatelů potřebné komponenty. Dodavatelé ručí za kvalitu dodávaných komponent. Dle důležitosti a délky dodací lhůty jsou komponenty podrobeny kontrole kvality. V případě, že daný prvek kontrolou kvality není schválen, dochází k řešení neshody viz kapitola 8.

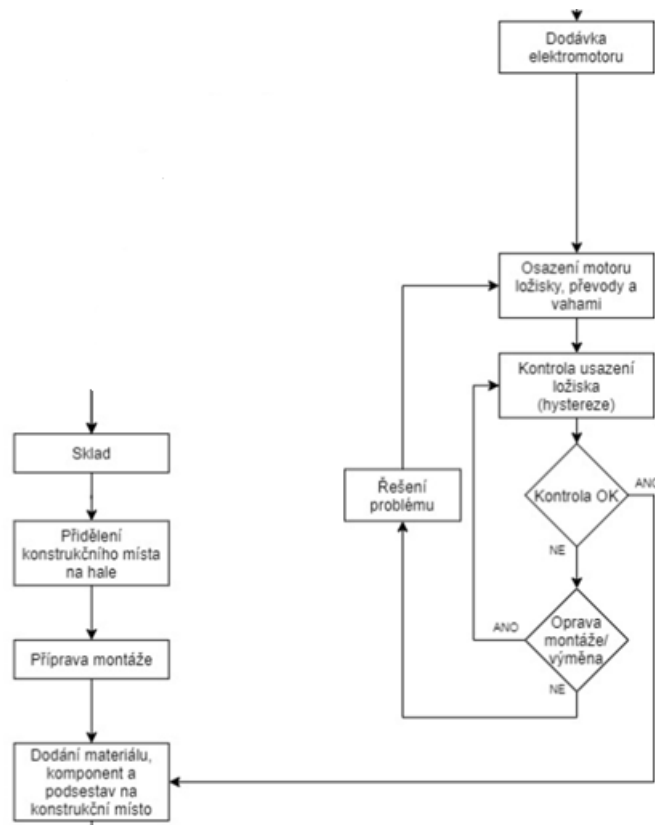
V případě potřebného materiálu se naplánuje již samotná výroba komponent a podsestav válcového dynamometru, která je zobrazena na obrázku 15.



Obrázek 15 Část vývojového diagramu výrobního procesu – Výroba
(zpracování vlastní)

V dílčím procesu výroby dochází k vytvoření ocelové konstrukce a částí dynamometru. Ta probíhá dle výrobní dokumentace a technologických postupů výroby. Materiál je nejprve nařezán, obroben, probíhá svařování do potřebných podsestav a lakování či pozinkování. V případě, že společnost X.Y. s.r.o není schopná splnit všechny kroky technologického postupu, využívá k tomu technické kooperace, těmi jsou místní společnosti, které zajišťují např. válcování materiálu, nebo např. pozinkování, či nástřik drsnosti povrchu na role válců. Společnosti musí splňovat určité požadavky na kvalitu zpracování a ručí za ně. V případě, že není kvalita dodržena, řeší se reklamace viz kapitola 8.

Po dokončení výroby podsestavy, je opět provedena kontrola kvality. V případě nedostatků je posouzeno, zda je možné danou chybu korigovat. Pokud ano, je provedena korekce a výrobek je umístěn na sklad a připraven na montáž viz obrázek 16. Pokud ne jsou stanovena opatření, která mají za cíl se další chybě vyvarovat a tato opatření jsou zanesena do výrobní dokumentace.



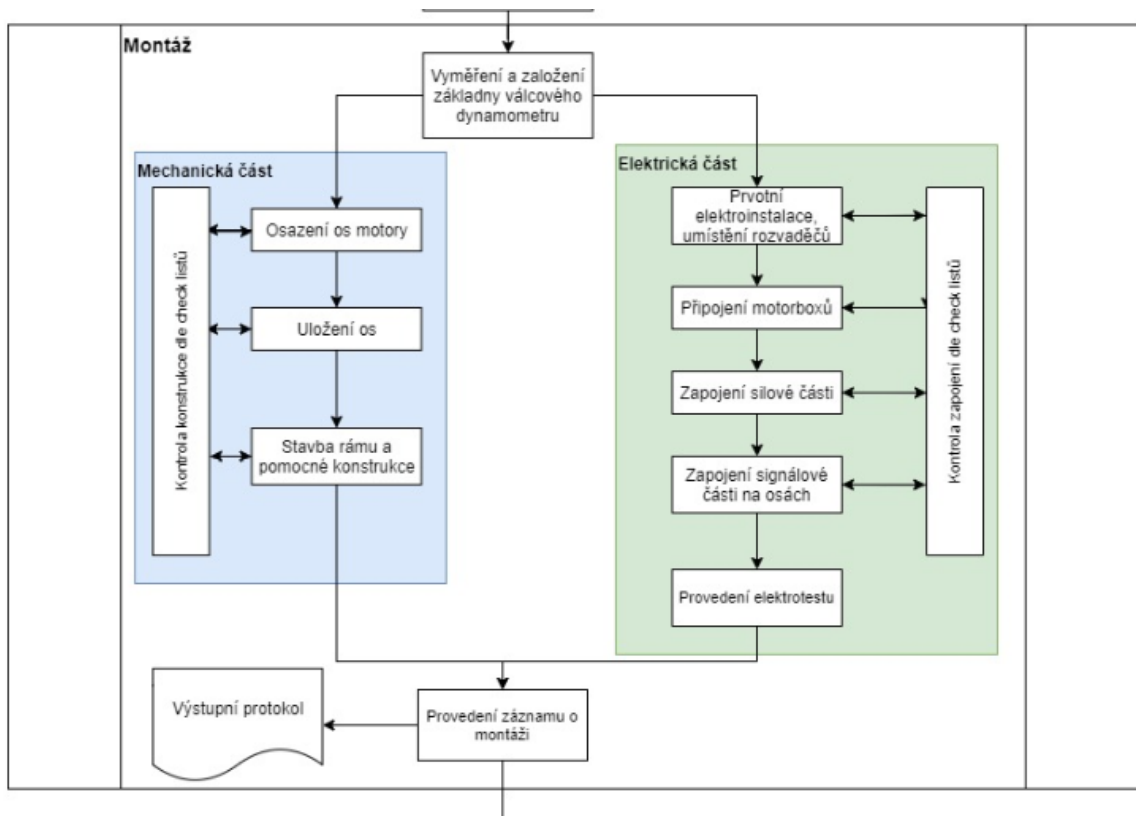
Obrázek 16 Část vývojového diagramu výrobního procesu – elektromotor (zpracování vlastní)

Na obrázku 16 je znázorněn mezičas mezi výrobou komponent a samotnou montáží. Jedná se o kroky, které musí být vykonány, aby došlo k bezproblémové montáži válcového dynamometru. Jde především o přidělení konstrukčního místa na výrobní hale. Jsou přiděleny osoby, které budou dynamometr sestavovat po mechanické stránce a zapojovat po elektrické stránce. Je vyskladňován materiál a přichystán na konstrukční místo.

Důležitým krokem, který je vykonán, je osazení os elektromotory. Elektromotory jsou dodávány dle hrubého plánování s předstihem. Kvalita a funkčnost elektromotoru je zaručena již od výrobce. Jelikož se jedná o stěžejní prvek, je provedena i vstupní kontrola před přijetím do skladových zásob viz kapitola 8. Elektromotor je osazen ložisky, převody a vahami. Následně je usazení ložisek kontrolováno pomocí měření hystereze, kdy je zjišťován odpor, který je vyvíjen ložisky na danou váhu. Tento odpor nesmí přesáhnout určitou hodnotu, aby nedošlo k ovlivnění měření na daném dynamometru. V případě, že jsou hodnoty vyšší, musí být usazení kontrolováno a opraveno.

Pokud je měření v pořádku, je elektromotor dodán na konstrukční místo.

Dochází k samotné montáži válcového dynamometru viz obrázek 17.



Obrázek 17 Část vývojového diagramu výrobního procesu – montáž (zpracování vlastní) Montáž i zapojení probíhá dle technické dokumentace, v případě, že je nutné provést změnu např. v zapojení, je proveden o této změně zápis a daná změna je zaznamenána červeně do dokumentace. Je zde označen i technik, který změnu provedl.

Montáž probíhá nejprve vyměřením základny a následně jejím založením. Z hlediska mechanické a elektrické části probíhá montáž souběžně. Není možné dynamometru nejprve postavit konstrukci a následně doplnit elektroinstalaci.

Před samotnou montáží a zapojením si jednotlivé potřebné komponenty daní mechanici a elektromechanici kontrolují. Tato kontrola zahrnuje počty, typ a nepoškozenost daných prvků.

Následně elektromechanici provedou zapojení prvotní elektroinstalace a umístění rozvaděčů. Mechanici provedou osazení os elektromotory a uložení os dynamometru.

Na ně navazují elektromechanici, kteří provedou osazení motorboxů, které jsou ovládacím a napájecím prvkem pro motory. Dále provedou zapojení silového napájení motorů a přivedení signálové části jak do motorů, tak i směrem od nich, do měřících sestav. Toto zapojení již zůstává na osách a nedemontuje se.

Samotná montáž je rozdělena do několika kroků, kdy dochází k sestavení a zapojení jednotlivých částí, tyto kroky jsou již při zapojení a konstrukci kontrolovány dle check listů. Tyto check listy jsou vyplňovány přímo mechaniky a elektromechaniky, kteří danou část konstruují. Správnost stvrzují svým podpisem.



Check listy jsou zaměřeny z hlediska mechanické konstrukce na to, zda byl dynamometr vším osazen (osy, motory, ventilátory, hydraulika atd.).

Z hlediska zapojení elektrické části se jedná o check listy, které kontrolují jednak zapojení všech částí, ale dále se zaměřují i na způsob provedení zapojení, zda je vše, dle předpisů a norem.

Takto montáž probíhá dále, až do úplného sestavení válcového dynamometru.

Následně je proveden elektro test. Tento test je v kompetenci revizních techniků.

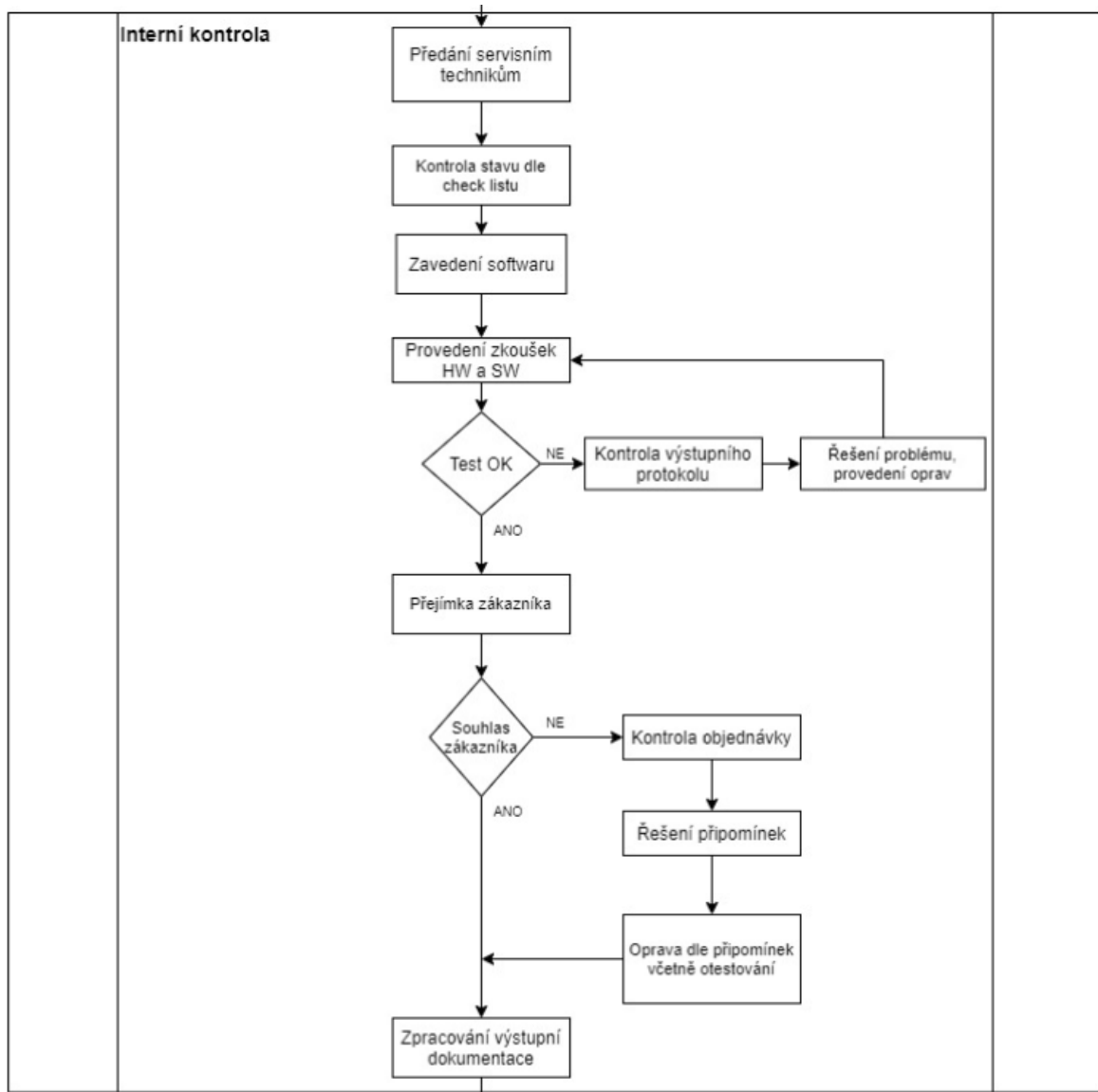
Jedná se o vizuální kontrolu, zda jsou na všech elektro částech štítky, zda jsou zakrytovány všechny živé části atp. Dále probíhá zkouška izolačního odporu a ověření spojitosti ochranného obvodu, které probíhá na základě měření odporu mezi měřícími body. Dané výsledky včetně hodnot odporů jsou zapisovány do check listů, kde je nejen jméno odpovědného pracovníka, ale i použitý měřicí přístroj včetně data kalibrace.

Vizuální kontrola	Výsledek		Poznámka
	Nehodící skrtněte		
1 Bezpečnostních štítků (16.2)	vyhovuje	nevyhovuje	Na všech krytech živých částí nebezpečného napětí musí být značka 
2 Uzemňovací body bezpečnostního a funkčního pospojování (8) jsou označeny příslušnými štítky	vyhovuje	nevyhovuje	Všude, kde jsou připojeny vodiče pospojování musí být příslušné značky ochranného nebo pracovního pospojování 
3 Kontrola popisků zařízení podle dokumentace (16.5)	vyhovuje	nevyhovuje	Štítek korespondující s dokumentací musí být uveden na krytu zařízení a na pozici zařízení.
4 Kontrola výrobních štítků elektrozařízení (16.4)	vyhovuje	nevyhovuje	Výrobní štítek musí obsahovat jméno výrobce, typ, v.č., napětí, proud, frekvence kmitočet a počet fází.
5 Kontrola úplnosti popisů kabelů a vodičů (13.2)	vyhovuje	nevyhovuje	Každý kabel/vodič musí být označen podle dokumentace a dostatečně trvanlivě
6 Všechny živé části jsou zakrytované nebo chráněné izolací (6.2)	vyhovuje	nevyhovuje	
7 Komponenty elektroinstalace nejsou poškozeny (6.2)	vyhovuje	nevyhovuje	
8 Frekvenční měniče jsou opatřeny výstražnou tabulkou upozorňující na zbytkové napětí (6.2)	vyhovuje	nevyhovuje	
9 Konce nepřipojených vodičů jsou trvanlivě zaizolované (13.4)	vyhovuje	nevyhovuje	
10 Dokumentace odpovídá skutečnému stavu, případně všechny odchylky od dokumentace jsou zaznamenány	vyhovuje	nevyhovuje	

Obrázek 18 Část check listu elektrotestu (zdroj: společnost X.Y. s.r.o)

Tyto dokumenty jsou následně podkladem pro vypracování výstupního protokolu, kde jsou informace o montáži, zapojení, včetně měření a výsledcích elektrotestu.

Následuje předání servisním technikům viz obrázek 19.



Obrázek 19 Část vývojového diagramu výrobního procesu – interní kontrola (zpracování vlastní)

Tento dílčí proces zahrnuje všechny činnosti testování a ověřování, aby bylo zajištěno úspěšné interní předběžné přijetí se všemi požadovanými protokoly a certifikáty.

Servisní technici na základě svých checklistů přeberou dynamometr. Pomocí nich kontrolují, zapojení dynamometru z hlediska periférií, které jsou potřebné ke správné funkci dynamometru. Následně probíhá instalace softwaru. Po zavedení softwaru probíhá nastavení, parametrizace a kalibrace zařízení. Provádí se zkouška a kontroly kvality.

V případě nedostatků, probíhá kontrola dle výstupního protokolu, aby se objevila příčina a ta mohla být odstraněna. Po odladění nedostatků dochází k prvotní přejímce zákazníka.

Ve většině případů se dostaví sám zákazník, aby mu byla funkčnost dynamometru dle jeho požadavků předvedena. V případě, že jsou zde nějaké překážky, které způsobí, že se

zákazník nemůže dostavit, může tato přejímka probíhat online, nebo se může pořídit záznam. Ten je následně představen zákazníkovi. V případě, že zákazník nemá výhrady, probíhá zpracování výstupní dokumentace. Součástí této dokumentace jsou výsledky všech testů a kontrol. Objednávka je poté postoupena k demontáži, balení a následné přepravě k zákazníkovi viz obrázek 20.



Obrázek 20 Část vývojového diagramu výrobního procesu – demontáž, balení, přeprava (zpracování vlastní)

Demontáž a kontrola kompletnosti a pořízení fotodokumentace je v kompetenci interních zaměstnanců. Balení a přepravu k zákazníkovi zajišťuje předem stanovená externí firma.

Válcový dynamometr je demontován na podsestavy, které jsou následně uloženy na palety a pečlivě zabaleny.

V této chvíli již probíhá příprava montáže u zákazníka po administrativní stránce. Jedná se především o termínech, kdy bude montáž uskutečněna, zajištění dokumentů potřebných pro vstup do dané země a zajištění přepravy osob, které budou montáž provádět.

Jak je vidět již z vývojového diagramu výrobního procesu, používá společnosti X.Y. s.r.o řízení rizik. Přiblížení jednotlivých řešení managementu rizik je popsáno v následující kapitole.

8 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU ŘÍZENÍ RIZIK VE VÝROBNÍM PROCESU

Management rizik výrobního procesu válcového dynamometru ve stávajícím provedení je velice dobře řešen. Je zde snaha o co největší možnou míru předcházení rizikům, která by měla vliv na kvalitu výroby komponent, kvalitu a správnost montáže, či vliv na časové plnění zakázky.

Mezi základní prvky předcházení riziku jsou:

- Vstupní kontrola – které podléhá jak dodávaný materiál, tak i dodávané komponenty.
- Mezioperační kontrola – která se provádí mezi jednotlivými kroky výroby i montáže.
- Výstupní kontrola – které podléhají jak jednotlivé prvky, které společnost X.Y. s.r.o. vyrobí, tak i celý dynamometr.

Dané kontroly jsou stanovené pomocí k-indexu, který určuje, kolikátý kus kontrole podléhá. Tento k-index je přiřazen již při první objednávce materiálu, či komponenty, nebo v případě výroby, před prvním vyrobeným kusem.

Dodávané komponenty jsou následně kontrolovány opětovně před samotnou montáží techniky formou check listů.

Jako další opatření, které mají předcházet rizikům jsou požadavky na technologie jednotlivých technických kooperací, které se podílí na výrobě. Tyto požadavky jsou smluvně ošetřeny a kontrolovány.

V případě, že se objeví nekompletní nebo chybně dodaný materiál, komponenta nebo elektro prvek, řeší se následně reklamace formou neshody. Kontrolují se podklady objednávek, případně technologická dokumentace, kterou byl požadavek zadán atp. O tomto jsou vedeny záznamy, které jsou jednou za 3měsíce vyhodnocovány. Pokud se neshoda řeší u jedné společnosti vícekrát, dochází ve společnosti ke kontrole smluvních požadavků zaměstnancem společnosti X.Y. s.r.o. Při zjištění neplnění smluvních požadavků, dochází k možnosti nápravy do předem stanoveného času. V případě, že daná společnost nápravu neprovede, dochází k vypovězení smlouvy o dodávce.

Kontrola je podrobena i samotná montáž, a to v jejím průběhu. Toto je řešeno opět formou check listů.

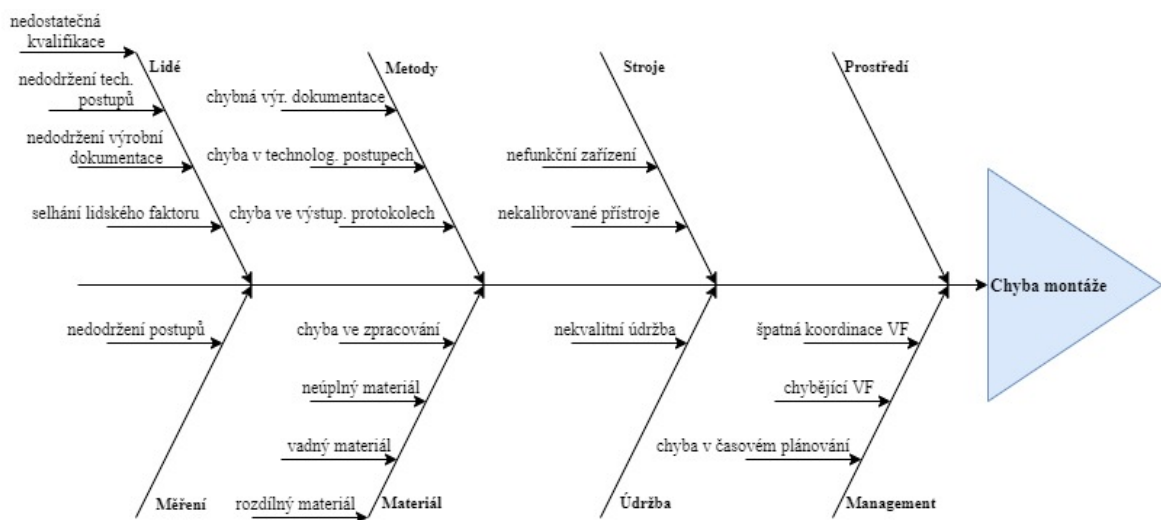
Jelikož je celkový výrobní proces velice obsáhlý, je v této části diplomové práce zacíleno pouze na část výrobního procesu. Jedná se o dílčí procesy: montáž, interní kontrola, demontáž.

8.1 Identifikace rizik výrobního procesu

Identifikace rizik je provedena formou Ishikawa diagramu, který byl vypracován na základě rozhovorů s pracovníky společnosti X.Y. s.r.o. Identifikace se zúčastnili zaměstnanci na pozicích: vedoucí oddělení kvality, mechanik, elektromechanik. Identifikaci rizik byly podrobeny jednotlivé dílčí procesy montáže, interní kontroly, demontáže.

8.1.1 Identifikace rizik v dílčím procesu montáže

Jednotlivá rizika byla identifikována na základě Ishikawa diagramu příčin a následků, a to z hlediska lidí, metod, strojů, měření, materiálu, managementu a údržby. Z hlediska prostředí nebyla zjištěna žádná příčina, která by vedla k ohrožení dílčího procesu montáže.



Obrázek 21 Ishikawa diagram – montáž (zpracování vlastní)

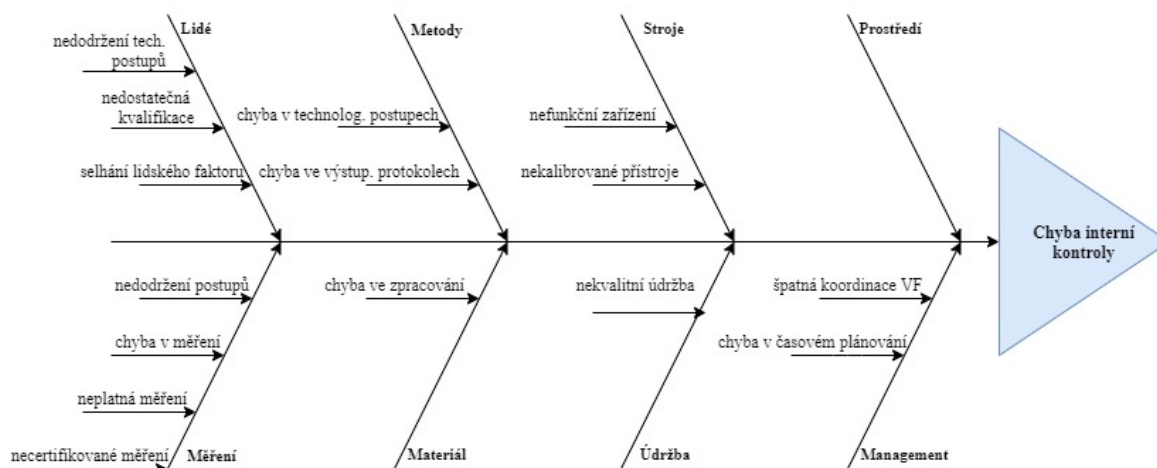
Na základě diagramu zobrazeného na obrázku 21 byla identifikována jednotlivá rizika. Tato rizika jsou uvedena v tabulce 7.

Tabulka 7 Identifikovaná rizika v dílčím procesu montáže (zpracování vlastní)

Důsledek	Nositel	Riziko
Chybná, nekvalitní, opožděná montáž.	Člověk	Nedostatečná kvalifikace mechaniků a elektromechaniků.
		Nedodržení technologických postupů při montáži.
		Nedodržení výrobní a technické dokumentace při montáži.
		Selhání lidského faktoru.
	Metody/ Postupy	Chybně zpracovaná výrobní a technická dokumentace.
		Chybně zpracované technologické postupy.
		Chyby v výstupních protokolech při předání k dalšímu zpracování.
	Stroje	Nefunkční zařízení potřebné pro montáž.
		Špatná kalibrace přístrojů pro vyměření, montáž a kontrolní měření.
		Špatně provedená údržba zařízení.
	Měření	Nedodržení postupů při měření.
	Materiál	Chybně zpracovaný materiál/komponenta od dodavatele.
		Neúplný materiál - rozdílný počet kusů.
		Vadný materiál/komponenta - prvek je nefunkční.
		Rozdílný materiál/komponenta - neodpovídá požadovanému prvku.
	Management	Špatná koordinace výrobních faktorů.
		Chybějící výrobní faktory - zejména lidé a materiál.
		Chyba v časovém plánování - chybí nebo přebývají VF, není konstrukční místo.

8.1.2 Identifikace rizik v dílčím procesu interní kontroly

Pro tento dílčí proces byl také vypracován Ishikawa diagram, který je zobrazen na obrázku 22. Z pohledu prostředí nebyla identifikována příčina, která by měla vliv na tento proces.



Obrázek 22 Ishikawa diagram – interní kontrola (zpracování vlastní)

Jak bylo zmíněno výše, tento dílčí proces je zaměřen na interní kontrolu kvality zpracování válcového dynamometru, zavedení SW pro ovládání. Dále se provádí jednotlivá testování funkčnosti a probíhá kontrolní měření, která by měla vést k odsouhlasení výrobku zákazníkem a vytvoření výstupních protokolů a certifikátů.

Na základě Ishikawa diagramu byla identifikována rizika. Tato jsou uvedena v tabulce 8.

Tabulka 8 Identifikovaná rizika v dílčím procesu interní kontroly (zpracování vlastní)

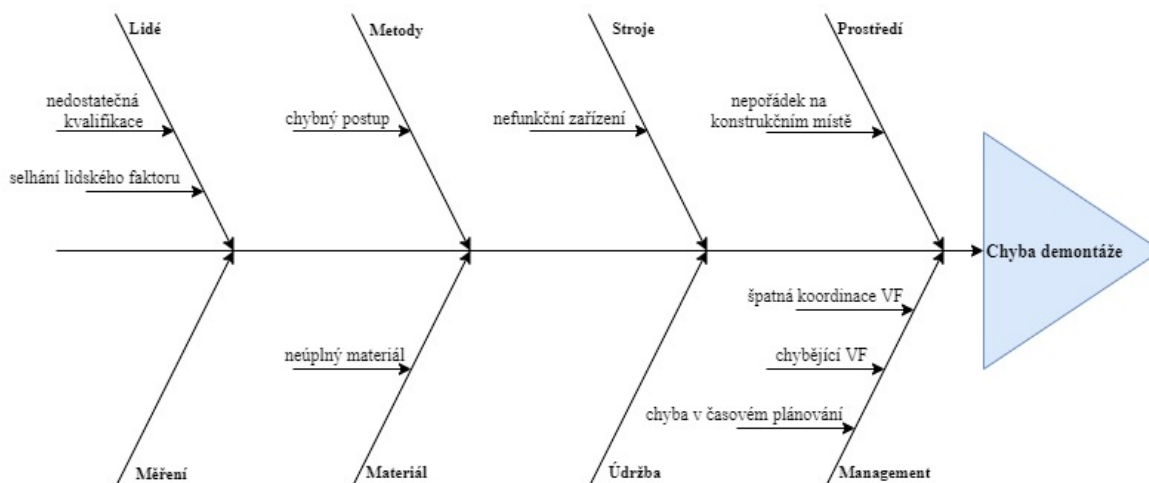
Důsledek	Nositel	Riziko	
Chyba interní kontroly (SW/zařízení nefunkční, chyby v měření, neplatné výstupní protokoly a certifikáty, časová prodleva).	Lidé	Nedodržení technologických postupů při zavedení SW a testování.	
		Nedostatečná kvalifikace servisních techniků.	
		Selhání lidského faktoru.	
	Metody	Chybně zpracované technologické postupy.	
		Chybně zpracované výstupní protokoly předchozího procesu.	
	Stroje	Nekalibrované nebo nefunkční přístroje pro testování.	
	Měření	Nedodržení postupů při měření a testování.	
		Chyba měření.	
		Neplatná měření v důsledku nekvalitních přístrojů.	
			Necertifikovaná měření- měření se musí v některých zemích opakovat.
	Materiál	Chybně zpracovaný SW.	
	Údržba	Chyba přístrojů vlivem nedostatečné údržby.	
Management	Špatná koordinace výrobních faktorů, zejména lidí.		
	Chyba v časovém plánování - plánování přejímky zákazníkem až po otestování.		

8.1.3 Identifikace rizik v dílčím procesu demontáže

I pro tento dílčí proces byl vypracován Ishikawa diagram – znázorněn na obrázku 23.

V tomto procesu probíhá demontáž již schváleného, otestovaného válcového dynamometru. Na tento proces dohlíží pracovník a provádí o tomto fotodokumentaci. Následné balení a přeprava je již v kompetenci externí firmy, proto management rizik spojených s těmito procesy zabezpečuje daná externí firma.

Jednotlivé příčiny možného selhání v tomto procesu byly identifikovány z hlediska lidí, metod, strojů, prostředí, materiálu a managementu. Naopak z hlediska měření a údržby nebylo identifikováno žádné možné selhání.



Obrázek 23 Ishikawa diagram – demontáž (zpracování vlastní)

Na diagramu zobrazeného na obrázku 23 byla identifikována jednotlivá rizika pro tento dílčí proces. Tato jsou uvedena v tabulce 9.

Tabulka 9 Identifikovaná rizika v dílčím procesu demontáže (zpracování vlastní)

Důsledek	Nositel	Riziko
Chyba demontáže, časová prodleva.	Lidé	Nedostatečná kvalifikace mechaniků a elektromechaniků
		Selhání lidského faktoru.
	Metody	Chybný postup demontáže.
	Stroje	Nefunkční zařízení potřebné k demontáži.
	Materiál	Chybějící komponenty při demontáži.
	Prostředí	Nepořádek na konstrukčním místě vlivem demontáže.
	Management	Špatná koordinace VF- zejména kompetentních lidí.
Chybějící VF - lidé na demontáž a externí firma.		
Chyba v časovém plánování - opoždění zajištění externí firmy pro balení a přepravu.		

Jednotlivá identifikovaná rizika ze všech výše uvedených dílčích procesů jsou následně podrobena analýze rizik pomocí metod, které jsou definovány v teoretické části. Jedná se o metodu TESEO, která slouží k analýze lidské spolehlivosti a analyzuje tak riziko selhání lidského faktoru. Další uvedená rizika jsou podrobena analýze FMEA výrobního procesu.

8.2 Analýza rizik

Rizika, která byla identifikována, jsou následně podrobena analýze a následnému vyhodnocení pomocí metody FMEA. Tato metoda byla upravena pro potřeby práce, a tabulky významu, výskytu a možnosti odhalení chyby byly upraveny dle počtů vyrobených dynamometrů za rok. Jednotlivé tabulky jsou uvedeny v kapitole 3.2.

U identifikovaného rizika selhání lidského faktoru je použita metoda TESEO, která slouží k analýze a kvantifikaci lidské spolehlivosti a to proto, že celá montáž, interní kontrola a demontáž jsou náchylné na selhání lidského faktoru. Nedbalostní jednání by mělo zásadní vliv na výsledný produkt.

8.2.1 FMEA

Metoda FMEA byla použita na analýzu 38 identifikovaných rizik. Celá analýza je zobrazena v příloze P IV. Jednotlivá rizika byla ohodnocena pomocí parametrů význam chyby (Tabulka 5), výskyt chyby (Tabulka 4) a možnosti odhalení (Tabulka 6). Následně bylo vypočítáno rizikové číslo RPN dle vzorce: $RPN = Vz * Vy * Od$

Poté byla stanovena míra přijatelnosti rizika (tabulka 10), na jejímž základě je provedeno hodnocení rizik.

Tabulka 10 Míra rizika (zpracování vlastní)

Míra rizika	RPM	Přijatelnost pro společnost
Nízké	0-124	Zanedbatelné
Střední	125-444	Přijatelné
Vysoké	445-1000	Nepřijatelné

Celková analýza dopadla velmi dobře, vše je způsobeno již dobře zavedeným systémem managementu rizik ve společnosti X.Y. s.r.o, který je zaměřen na předcházení rizikům a toto je doplněno o jednotlivé kontroly provedených úkonů ve formě kontrolních měření a check listů.

Střední hodnotu rizika dosáhla pouze rizika:

- V dílčím procesu montáže – Vadný materiál/komponenta – prvek je nefunkční. (RPN = 125)
- V dílčím procesu interní kontroly – Necertifikovaná měření – měření se musí v některých zemích opakovat. (RPN = 192)

8.2.2 TESEO

Na základě pozorování byla provedena analýza lidské spolehlivosti u identifikovaného rizika selhání lidského faktoru. Toto riziko se opakuje u všech tří dílčích procesů.

U metody TESEO dochází k výpočtu ohrožení vlivem selhání lidské spolehlivosti a vzniku mimořádné události.

Metoda je založena na posouzení pěti aspektů, a to:

- Typ činnosti nebo prováděné aktivity (K_1)
- Podmínky a čas práce (K_2)
- Kvality operátora (K_3)
- Vliv stresu a únavy (K_4)
- Ergonomické podmínky (K_5)

Hodnocení jednotlivých aspektů je znázorněno v tabulce 2 v kapitole 3.1.2.

Následně je provedeno vyhodnocení dle vzorce: $K = K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5$

Vyhodnocení lidské spolehlivosti pro identifikované riziko selhání lidského faktoru je zobrazeno v tabulce 11.

Tabulka 11 Vyčíslení lidské spolehlivosti (zpracování vlastní)

Proces	K1	K2	K3	K4	K5	K
Montáž	0.01	1	0.5	1	1	0,005
Interní kontrola	0.01	0.5	0.5	1	1	0,00025
Demontáž	0,01	1	0.5	1	1	0.005

Hodnota K je v intervalu 0–0.6 – mimořádná událost ze strany lidského činitele nehrozí.

8.3 Vyhodnocení analýzy rizik

Kapitola 8 byla zaměřena na identifikaci rizik v dílčích procesech výrobního procesu válcového dynamometru. Byly posuzovány procesy montáže, interní kontroly a demontáže.

Bylo identifikováno celkem 38 rizik v jednotlivých dílčích procesech. Tato rizika byla následně podrobena analýze rizik. Téměř většina rizik byla analyzována a hodnocena dle metody FMEA. Jediné riziko, a to selhání lidského faktoru, bylo analyzováno dle metody TESEO.

Dle analýzy TESEO je z hlediska lidského faktoru nízká hodnota rizika, která by měla vliv na výrobní proces válcového dynamometru. Hlavním aspektem tohoto hodnocení jsou zaměstnanci, na které je kladen důraz na specializaci v oboru a odborné znalosti z hlediska čtení v technické a výrobní dokumentaci. Touto přípravou jsou omezeny stresové situace. V případě, že by nastala nepředvídatelná událost můžeme předpokládat dobrou reakci zaměstnanců.

Dle analýzy a vyhodnocení pomocí metody FMEA bylo potvrzeno, že rizika montáže, interní kontroly a demontáže jsou řešena na velice dobré úrovni. Zaměstnanci na vzniklá rizika umí dobře reagovat. Jen dvě rizika z celkového počtu dosáhla střední hodnoty, jedná se o rizika:

Vadný materiál/komponenta, kdy je prvek nefunkční (RPN = 125). Toto riziko má bohužel vysoký význam, jedná se o prvky a komponenty, které jsou dodávány externími společnostmi. Tomuto se snaží společnost předcházet jednak vstupními kontrolami, dále kontrolou před montáží a následně i mezioperační kontrolou po zapojení. Nefunkční prvky jsou dále řešeny pomocí reklamačních řízení. Proto je chyba odhalena, aniž by způsobila zásadní vadu na válcovém dynamometru.

Necertifikovaná měření – měření se musí v některých zemích opakovat (RPN = 192). Toto riziko nemá tak častý výskyt, ale má vysoký význam. V podstatě z hlediska výrobního procesu je vše správně a měření proběhne, problém nastává v případě, že je válcový dynamometr dodáván do zemí s odlišnou legislativou pro elektrická zařízení.

Na základě těchto skutečností bylo vybráno riziko necertifikovaného měření k vytvoření projektu zefektivnění managementu rizik.

V následující kapitole je vypracován projekt zefektivnění managementu rizik výrobního procesu válcového dynamometru formou zavedení normy ČSN ISO 17025:2018.

9 PROJEKT ZEFEKTIVNĚNÍ MANAGEMENTU RIZIK

Podstatou projektu zefektivnění managementu rizik výrobního procesu ve společnosti X.Y. s.r.o je zavedení normy ČSN ISO 17025:2018. Tato norma jednak stanoví postupy pro testování a měření, zdokonalí tento dílčí proces a dále bude pro společnost přínosem v rámci důvěryhodnosti. V neposlední řadě se zvýší prestiž společnosti na obchodním trhu.

Projekt definuje:

- Cíl projektu.
- Adresáta projektu.
- Logický rámec projektu.
- Harmonogram projektu včetně stanovení kritické cesty.
- Rizikovou analýzu projektu.
- Předběžný rozpočet projektu.

9.1 Cíl projektu

Cílem projektu je zavedení aktualizované normy ČSN ISO 17025:2018, které povede ke zefektivnění managementu rizik v dílčích procesech testování a měření válcového dynamometru.

9.2 Adresát projektu

Adresátem projektu je společnost X.Y. s.r.o, se sídlem v Hranicích na Moravě.

9.3 Logický rámec projektu

Stanovení logického rámce je důležitou součástí na počátku projektu. Jsou zde stanoveny dílčí kroky, které vedou k realizaci projektu.

Tabulka 12 Logický rámec projektu (zpracování vlastní)

Logický rámec projektu zefektivnění managementu rizik výrobního procesu.			
Popis projektu	Objektivně ověřitelné ukazatele	Zdroje informací k ověření	Předpoklady/Rizika
Záměr: Zefektivnění managementu rizik výrobního procesu.	Analýza rizik FMEA dílčích výrobních procesů montáže, interní kontroly, demontáže.	Praktická část DP – Analýza rizik FMEA.	X
Cíl: Ošetření rizika necertifikovaného měření formou zavedení normy ČSN ISO 17025:2018 do výrobního procesu válcového dynamometru.	Zavedení ISO normy do 6/2022.	Zpráva od akreditační společnosti.	
Výstupy: 1. Posouzení současného stavu managementu rizik. 2. Návrh řešení a seznámení vedení společnosti s řešením. 3. Příprava na akreditaci dle normy ČSN ISO 17025:2018.	1. Výsledky analýzy současného stavu managementu rizik. 2. Projekt zefektivnění managementu rizik formou akreditace výrobního procesu dle normy ČSN ISO 17025:2018.	<ul style="list-style-type: none"> • Praktická část DP, návrh opatření k zefektivnění řízení rizik. • IS Penta • Projektová dokumentace. • Smlouva s akreditační společností. • Udělený certifikát. 	<ul style="list-style-type: none"> • Řádný výběr společnosti. • Dobrá organizace činností. • Kvalitně zpracovaná dokumentace.

<p>4. Akreditace dle normy ČSN ISO 17025:2018.</p> <p>5. Udělení certifikátu</p>	<p>3. Revidované dokumenty.</p> <p>4. Dokumentace pro akreditaci.</p> <p>5. Certifikát normy ČSN ISO 17025:2018.</p>		
<p>Aktivity:</p> <p>I. Etapa – Analýza současného stavu</p> <p>1.1 Vypracování analýzy současného stavu managementu rizik.</p> <p>II. Etapa – Plán akreditačního procesu</p> <p>2.1 Vytvoření plánu akreditačního procesu.</p> <p>2.2 Představení projektu vedení, získání souhlasu realizace.</p> <p>III. Etapa – Příprava na akreditaci</p> <p>3.1 Volba akreditační společnosti.</p> <p>3.1.1 Uzavření smlouvy.</p> <p>3.1.2 Zaplacení poplatku.</p> <p>3.1.3 Stanovení termínu.</p>	<p>Vstupy a zdroje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dokumentace. • Projektový tým. • Zainteresovaní zaměstnanci (ředitel výroby, manažer kvality, mistři výroby, metrolog). • Finanční zdroje. 	<p>Časový rámec aktivit:</p> <p>I. etapa: 03-04/2021</p> <p>II. etapa: 05-07/2021</p> <p>III. etapa: 01-02/2022</p> <p>IV. etapa: 03-04/2022</p> <p>V. etapa: 05-06/2022</p>	<p>Předpoklady a rizika:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nesouhlas vedení s projektem. • Laxní přístup zainteresovaných lidí. • Nesprávně zpracovaná dokumentace k auditu. • Nedostatek zdrojů. • Nedodržení časového rámce.

<p>3.2 Seznámit s plánovaným zavedením normy ČSN ISO 17025:2018 zainteresované zaměstnance.</p> <p>3.3 Interní audit.</p> <p>3.4 Plán opatření dle výsledků interního auditu.</p> <p>3.5 Realizace opatření.</p> <p>3.6 Revize dokumentů (příručka kvality, záznamy o zařízení, validace postupů).</p> <p>IV. Etapa – Akreditační proces</p> <p>4.1 Příprava dokumentů pro akreditační komisi.</p> <p>4.2 Akreditační proces.</p> <p>4.2.1 Akreditační audit.</p> <p>4.2.2 Výsledek auditu, případné nedostatky.</p> <p>4.2.3 Plán odstranění nedostatků.</p> <p>4.2.4 Odstranění nedostatků.</p> <p>4.2.5 Kontrolní audit.</p>			
--	--	--	--

4.2.6 Rozhodnutí o akreditaci.			
V. Etapa – Udělení akreditace			
5.1 Vydání certifikátu.			
5.2 Proškolení zaměstnanců			
			Analýza rizik, certifikace dle normy ČSN ISO 9001, předběžný souhlas vedení společnosti, volné finanční zdroje.

9.4 Harmonogram projektu

Projekt zefektivnění managementu rizik formou akreditace dle normy ČSN ISO 17025:2018 je v časovém rozmezí 03/2021–05/2022.

Projekt je členěn na 5 etap. Jedná se o etapy:

- I. Etapa – Analýza současného stavu.
- II. Etapa – Plán akreditačního procesu.
- III. Etapa – Příprava na akreditaci.
- IV. Etapa – Akreditační proces.
- V. Etapa – Udělení akreditace.

Součástí jednotlivých etap jsou dílčí procesy, které na sebe navzájem navazují.

Po úspěšné akreditaci a kladném rozhodnutí akreditační společnosti o udělení akreditace vykonává společnost kontrolní audity. Jedná se o kontrolu plnění podmínek, za kterých byla akreditace udělena. Tyto audity se konají jednou ročně.

9.4.1 Časový harmonogram

Časový harmonogram byl vytvořen na základě logického rámce. Jeho realizace byla vytvořena v programu ProjectLibre.

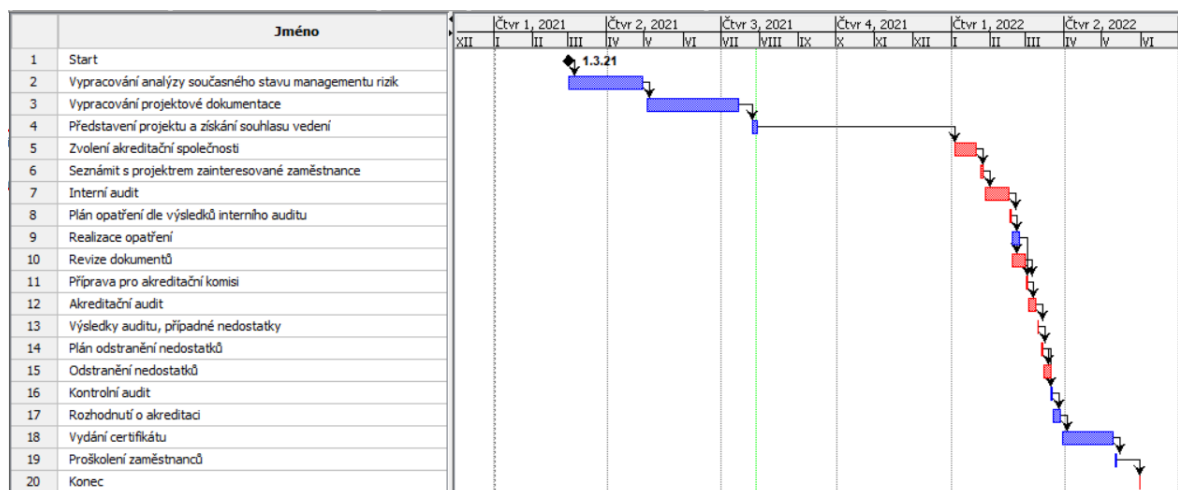
Jednotlivé procesy jsou uvedeny v logické návaznosti spolu s délkou trvání ve dnech. Časový harmonogram počítá s klasickým pracovním týdnem. S osmihodinovou pracovní dobou s hodinovou pauzou na oběd a volným víkendem. Časový harmonogram projektu je znázorněn na obrázku 24.

		Jméno	Trvání	Začátek	Konec	Předchůdci
1		Start	0 dní	1.3.21 8:00	1.3.21 8:00	
2		Vypracování analýzy současného stavu managementu rizik	45 dní	1.3.21 8:00	30.4.21 17:00	1
3		Vypracování projektové dokumentace	54 dní	4.5.21 8:00	16.7.21 17:00	2
4		Představení projektu a získání souhlasu vedení	5 dní	26.7.21 8:00	30.7.21 17:00	3
5		Zvolení akreditační společnosti	15 dní	3.1.22 8:00	21.1.22 17:00	4
6		Seznámit s projektem zainteresované zaměstnance	3 dní	24.1.22 8:00	26.1.22 17:00	5
7		Interní audit	15 dní	27.1.22 8:00	16.2.22 17:00	6
8		Plán opatření dle výsledků interního auditu	1 den	17.2.22 8:00	17.2.22 17:00	7
9		Realizace opatření	5 dní	18.2.22 8:00	24.2.22 17:00	8
10		Revize dokumentů	8 dní	18.2.22 8:00	1.3.22 17:00	8
11		Příprava pro akreditační komisi	1 den	2.3.22 8:00	2.3.22 17:00	9;10
12		Akreditační audit	5 dní	3.3.22 8:00	9.3.22 17:00	11
13		Výsledky auditu, případné nedostatky	2 dní	10.3.22 8:00	11.3.22 17:00	12
14		Plán odstranění nedostatků	1 den	14.3.22 8:00	14.3.22 17:00	13
15		Odstranění nedostatků	5 dní	15.3.22 8:00	21.3.22 17:00	14
16		Kontrolní audit	2 dní	15.3.22 8:00	16.3.22 17:00	13;14
17		Rozhodnutí o akreditaci.	5 dní	17.3.22 8:00	23.3.22 17:00	16
18		Vydání certifikátu	30 dní	24.3.22 8:00	4.5.22 17:00	17
19		Proškolení zaměstnanců	3 dní	9.5.22 8:00	11.5.22 17:00	18
20		Konec	1 den	31.5.22 8:00	31.5.22 17:00	19

Obrázek 24 Časový harmonogram (zpracování vlastní, ProjectLibre)

9.4.2 Ganttův diagram

Na základě časového harmonogramu byl v programu ProjectLibre vytvořen Ganttův diagram, který znázorňuje posloupnost jednotlivých procesů a jejich délku trvání.



Obrázek 25 Ganttův diagram (zpracování vlastní, ProjectLibre)

Přípravná část, do které patří etapy I a II, jsou řešeny formou praktické části diplomové práce.

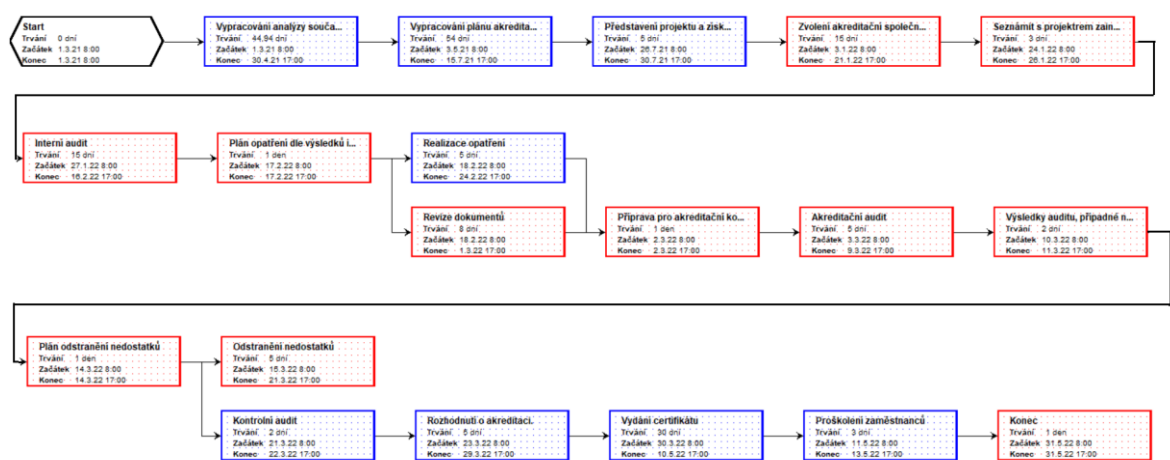
Realizace samotného projektu – v případě odsouhlasení vedením společnosti, je naplánovaná na první polovinu roku 2022.

9.4.3 Síťová analýza a kritická cesta

Síťová analýza slouží k analyzování spolu souvisejících procesů. Výstupem je znázornění této závislosti ve formě síťového diagramu.

Síťová analýza řešeného projektu je zobrazena na obrázku 26. Toto schéma bylo také vytvořeno pomocí programu ProjectLibre.

Jeho základem je časový harmonogram, ve kterém jsou nadefinované závislosti jednotlivých procesů. Z tohoto diagramu lze vyčíst kritickou cestu projektu.



Obrázek 26 Síťový diagram (zpracování vlastní, ProjectLibre)

Kritická cesta je vyjádřena pomocí červeně znázorněných procesů. Jedná se o procesy, jejichž časové opoždění by mělo za následek opoždění celého projektu, nebo v případě nesplnění – zastavení projektu. Tyto procesy nemají žádnou časovou rezervu a jejich splnění je nutné pro pokračování dalšího procesu.

V tomto projektu se jedná zejména o procesy III. a IV. etapy projektu:

- Zvolení akreditační společnosti.
- Seznámení s projektem zainteresované zaměstnance.
- Interní audit.
- Plán opatření dle výsledků interního auditu.
- Revize dokumentů.
- Příprava pro akreditační komisi.
- Akreditační audit.

- Výsledky auditu, případné nedostatky.
- Plán odstranění nedostatků.
- Odstranění nedostatků.

9.5 Riziková analýza projektu

Každý projekt s sebou nese určitá rizika. V tomto projektu bylo identifikováno 5 rizik. Jedná se o rizika:

- Nesouhlas vedení s projektem.
- Nedostatek zdrojů.
- Laxní přístup zainteresovaných lidí.
- Nesprávně zpracovaná dokumentace k auditu.
- Nedodržení termínu dokončení projektu.

Tato rizika jsou podrobena analýze a vyhodnocení dle metody RIPRAN (Risk Project ANalysis).

Nejprve je u jednotlivých rizik určena závislost hrozba – možný scénář vývoje. Tato závislost je zobrazena v tabulce 13.

Tabulka 13 Závislost hrozba – scénář (zpracování vlastní)

Poř. Č.	Hrozba	Scénář
1.	Nesouhlas s projektem. vedení	Nezrealizování projektu.
2.	Nedostatek zdrojů.	Zpoždění projektu oproti časovému harmonogramu.
		Nezrealizování projektu.
3.	Laxní přístup zainteresovaných lidí.	Zpoždění projektu oproti časovému harmonogramu.
		Ohrožení dokončení projektu.
4.	Nesprávně zpracovaná dokumentace k auditu.	Zpoždění projektu oproti časovému harmonogramu.
		Neudělení akreditace.
5.	Nedodržení termínu dokončení.	Vícenáklady na projekt.

Jednotlivé dvojice jsou následně kvantifikovány, a to dle vztahu pro míru rizika:

$$R = P * D$$

Kde P je pravděpodobnost a D jsou důsledky, dopady na projekt. Jednotlivé verbální hodnocení jsou definována pomocí tabulky 14.

Tabulka 14 Hodnocení pravděpodobnosti a dopadu (zpracování vlastní dle Doporučené tabulky pro verbální hodnocení rizika, © 2021)

Pravděpodobnost (P)	Hodnota	Označení
Vysoká pravděpodobnost	Nad 66 %.	VP
Střední pravděpodobnost	33 až 66 %.	SP
Malá pravděpodobnost	Pod 33 %.	MP
Míra dopadu na projekt (D)	Hodnota	Označení
Vysoký dopad na projekt	Ohrožení cíle projektu /koncového termínu/překročení celkového rozpočtu projektu.	VD
Střední dopad na projekt	Ohrožení termínu, nákladů, resp. zdrojů některé dílčí činnosti což bude vyžadovat mimořádné akční zásahy do plánu projektu.	SD
Malý dopad na projekt	Dopady vyžadující určité zásahy do plánu projektu.	MD

Dle vyjádřené míry pravděpodobnosti a dopadu je následně určena celková hodnota daného rizika. Hodnota rizika je definována škálou:

- Vysoká hodnota rizika (VHR).
- Střední hodnota rizika (SHR).
- Malá hodnota rizika (MHR).

Této celkové hodnoty rizika je dosaženo kombinací pravděpodobnosti a dopadu dle tabulky 15.

Tabulka 15 Vyjádření hodnoty rizika (zpracování vlastní dle Doporučené tabulky pro verbální hodnocení rizika, © 2021)

Dopad	Vysoký dopad na projekt	Střední dopad na projekt	Malý dopad na projekt
Pravděpodobnost			
Vysoká pravděpodobnost	Vysoká hodnota rizika (VHR)	Vysoká hodnota rizika (VHR)	Střední hodnota rizika (SHR)
Střední pravděpodobnost	Vysoká hodnota rizika (VHR)	Střední hodnota rizika (SHR)	Malá hodnota rizika (MHR)
Malá pravděpodobnost	Střední hodnota rizika (SHR)	Malá hodnota rizika (MHR)	Malá hodnota rizika (MHR)

V tabulce 16 je uvedena riziková analýza identifikovaných rizik dle metody RIPRAN na základě stanovení hodnot dle výše uvedených tabulek.

Na základě rizikové analýzy bylo vyhodnoceno riziko laxního přístupu zainteresovaných zaměstnanců jako riziko s vysokou hodnotou celkového rizika. Ostatní výše uvedená rizika byla vyhodnocena střední hodnotou.

Pro všechna rizika byla vypracována opatření, která při dobré koordinaci, plánování a jasném definování zodpovědnosti za úkol, povedou ke snížení rizika na akceptovatelnou malou míru celkového rizika.

Tabulka 16 Riziková analýza (zpracování vlastní)

Poř. číslo	Hrozba	Scénář	P	D	R	Opatření	Nové R
1.	Nesouhlas vedení s projektem.	Nezrealizování projektu.	MP	VD	SHR	Představení projektu, uvedení všech přínosů pro společnost.	MHR
2.	Nedostatek zdrojů.	Zpoždění projektu oproti harmonogramu.	MP	VD	SHR	Podrobná kalkulace nákladů na projekt s finanční rezervou.	MHR
		Nezrealizování projektu.	MP	VD	SHR	Vyčlenění zaměstnanců odpovědných za realizaci projektu.	MHR
3.	Laxní přístup zainteresovaných lidí.	Zpoždění projektu oproti harmonogramu.	SP	VD	VHR	Jasně přidělení úkolů a zodpovědnosti za ně, definování termínů splnění úkolů.	MHR
		Ohrožení dokončení projektu.	SP	VD	VHR	Kontrola plnění úkolů projektovým manažerem.	MHR
4.	Nesprávně zpracovaná dokumentace k auditu.	Zpoždění projektu oproti harmonogramu.	MP	VD	SHR	Průběžná kontrola plnění úkolu.	MHR
		Neudělení akreditace.	MP	VD	SHR	Kontrola připravenosti dokumentace před auditem.	MHR
5.	Nedodržení termínu dokončení.	Vicenáklady na projekt.	MP	VD	SHR	Průběžná kontrola. Časová rezerva.	MHR

9.6 Předběžný rozpočet projektu

Orientační kalkulace nákladů na akreditaci byla vypracována na základě dostupných informací Českého institutu pro akreditaci o.p.s.

Proces akreditace zahrnuje následující kroky:

- a. Přezkoumání žádosti o akreditaci.
- b. Posuzování včetně přezkoumání předložené dokumentace, posuzování na místě.
- c. Posouzení způsobu odstranění zjištěných nedostatků.
- d. Rozhodování.
- e. Následné prověřování plnění akreditačních požadavků. (Stanovení nákladů procesu akreditace, © 2021)

Tabulka 17 Orientační kalkulace nákladů na akreditaci (zpracování vlastní)

Úkon akreditační společnosti	Náklady (Kč)
Přezkoumání žádosti	5 600
Akreditační audit (posouzení dokumentace, posuzování na místě)	136 000
Posouzení způsobu odstranění zjištěných nedostatků	77 000
Rozhodování	5 600
Kontrolní audit	77 000
Celkem:	301 200

Výše uvedená kalkulace je pouze orientačního charakteru. Bylo vycházeno z ceníků Českého institutu pro akreditaci o.p.s. Do kalkulace bylo zahrnuto přezkoumání žádosti a rozhodování o akreditaci v délce trvání 8 hodin/aktivitu.

Cena akreditačního auditu byla vytvořena na základě ceny zkušební laboratoře, ve které je zahrnuto 20 zkoušek a tato cena byla navýšena o poplatek za kontrolu předložené dokumentace.

V kalkulaci se počítá i s inspekční kontrolou pro posouzení odstranění zjištěných nedostatků ve výši 77 000Kč. O tuto hodnotu může být cena ponížena v případě dobře provedené přípravy a absenci nedostatků, které by musely být odstraněny.

Celková orientační cena na akreditaci v rámci akreditační společnosti byla vyčíslena na 301 200Kč.

Náklady na úkony vedoucí k přípravě na akreditaci jsou již zahrnuty ve fixních nákladech ve formě platů zainteresovaných zaměstnanců.

10 PŘÍNOSY NAVRŽENÉHO ŘEŠENÍ

V předchozí kapitole byl vypracován projekt zefektivnění managementu rizik výrobního procesu formou zavedení normy ČSN ISO 17025:2018. Pokud se toto zavedení povede a společnost X.Y. s.r.o získá akreditaci dle této normy, bude jím přínosem zejména v oblasti:

- Snížení rizik výstupního testování a měření válcového dynamometru nastavením jasných postupů.
- Snížení chybovosti měření.
- Dodržování nastavených postupů bude vyžadováno z hlediska možných kontrolních auditů.
- Zpracování výstupních protokolů a certifikátů platných na mezinárodní úrovni.
- Zvýšení mezinárodní kooperace formou platných výsledků, které je možné přijímat mezi jednotlivými zeměmi. Tím se sníží i nutnost druhotného testování v adresní zemi.

ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo vypracování projektu na zefektivnění managementu rizik výrobního procesu vybrané společnosti. K tomuto účelu byla vybrána společnost X.Y. s.r.o se sídlem v Hranicích na Moravě, která je členem světového koncernu A.

Podstatou výrobního portfolia společnosti X.Y. s.r.o je výroba válcových dynamometrů. Toto zařízení slouží k testování jízdních i technických vlastností vozidel různé velikosti v automobilovém průmyslu formou simulace vozovky pomocí válců dynamometru.

V teoretické části diplomové práce bylo zacíleno na základní pojmy z oblasti managementu rizik. Byly vyčleněny typy rizik včetně jejich definic. Dále byl definován samotný postup managementu rizik a jeho procesy. V procesu identifikace rizik byly vyjmenované jednotlivé metody, které je vhodné v daném procesu využít. Blíže byla specifikována metoda Ishikawa diagramu. V procesu analýzy rizik byly také vyjmenovány jednotlivé metody. Blíže byly popsány metody analýzy cíle HTA, analýzy lidské spolehlivosti TESEO a analýza rizik FMEA. Tyto metody byly dále použity v praktické části.

Praktická část diplomové práci nejprve představuje společnost X.Y. s.r.o, její historii a současnou podobu výrobního areálu. Na základě interních materiálů, které byly poskytnuty zaměstnanci společnosti X.Y. s.r.o, je vypracován proces projektu výroby válcového dynamometru. V tomto projektu jsou zainteresované i ostatní společnosti koncernu A. Dle tohoto procesu je vypracována analýza cíle pouze pro společnost X.Y. s.r.o. Na základě analýzy HTA je vypracován vývojový diagram procesu výroby válcového dynamometru se zaměřením pouze na výrobu a konstrukci v kompetenci společnosti X.Y. s.r.o.

Kvůli rozsáhlosti výrobního procesu válcového dynamometru se další analytická část zaměřuje pouze na dílčí procesy výrobního procesu, a to na montáž, interní kontrolu a demontáž.

V těchto dílčích výrobních procesech byla na základě rozhovorů s pracovníky společnosti identifikována rizika pomocí Ishikawa diagramu. Tato rizika jsou následně analyzována metodou FMEA a TESEO. Na základě ohodnocení jednotlivých rizik, je pro projekt zefektivnění managementu rizik výrobního procesu vybráno opatření ve formě akreditace dle normy ČSN ISO 17025:2018.

V úvodu projektové části je definován cíl a adresát projektu. Dále je vytvořen logický rámec, ve kterém jsou uvedeny cíle projektu, klíčové aktivity a předpoklady a rizika pro daný

projekt. Na základě logického rámce je vytvořen časový harmonogram jednotlivých aktivit spolu se závislostmi mezi jednotlivými procesy. Tento časový harmonogram je vyjádřen graficky ve formě Ganttova diagramu a dále je vytvořena síťová analýza, jejímž výstupem je síťový graf, z jehož zobrazení je možné vyčíst i kritickou cestu projektu.

Dále byla vytvořena riziková analýza, ve které byla identifikována rizika projektu a ta byla následně posouzena dle metody RIPRAN. Pro všechna rizika byla navržena opatření, která by měla daná rizika snížit na přijatelnou úroveň.

V neposlední řadě byl dle dostupných informací sestaven orientační rozpočet projektu, který činí 301 200 Kč. Tato částka se ale může měnit dle rozsahu akreditačního auditu.

V poslední kapitole jsou zhodnoceny přínosy navrženého řešení – akreditace dle normy ČSN ISO 17025:2018 pro management rizik a všeobecně pro společnost X.Y. s.r.o.

Závěrem lze říci, že pokud se zavedení normy ČSN ISO 17025:2018 do výrobního procesu povede dle časového plánu, bude mít toto vliv nejenom na zefektivnění managementu rizik výrobního procesu, ale bude pro společnost X.Y. s.r.o. přínosem i z hlediska většího tržního potenciálu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

AL-AOMAR, Raid, Edward J. WILLIAMS a Onur M. ULGEN, 2015. Process Simulation Using WITNESS. Hoboken: John Wiley. ISBN 978-0-470-37169-5.

FOTR, Jiří et al., 2020. Tvorba strategie a strategické plánování: Teorie a praxe - 2., aktualizované a doplněné vydání. Praha: Grada. ISBN 978-80271-1633-1.

ČASTORÁL, Zdeněk, 2017. Management rizik v současných podmínkách. Vydání I. Praha: Univerzita Jana Amose Komenského. ISBN 978-80-7452-132-4.

ČSN ISO 31000, 2018. Management rizik. Druhé. Praha: Česká agentura pro standardizaci.

ISO 31000(EN), 2018. Risk management. 2nd. International Organization for Standardization.

KURACINA, Richard, 2017. Integrated system for risk assessment. 1. Plzeň: Aleš Čeněk. ISBN 978-80-7380-710-8.

NEUGEBAUER, Tomáš, 2018. Vyhledání a vyhodnocení rizik v praxi. 3. vydání. Praha: Wolters Kluwer. ISBN 978-80-7552-072-2.

PROSTĚJOVSKÁ, Zita, 2013. Management rizik. 1. Praha: Vysoká škola ekonomie a managementu. ISBN 978-80-87839-06-5.

SMEJKAL, Vladimír a Karel RAIS, 2013. Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích. 4., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4644-9.

VÁCHAL, Jan, Marek VOCHOZKA a kol., 2013. Podnikové řízení. Praha: Grada. Finanční řízení. ISBN 978-80-247-4642-5.

Internetové zdroje a e-knihy:

About AVL, © 2021. AVL [online]. Austria: AVL LIST [cit. 2021-6-10]. Dostupné z: <https://www.avl.com/company>

Analyza a řízení rizik BOZP. Identifikace, hodnocení a management ve firmách a jiných organizacích, © 2020. Dokumentace BOZP [online]. Praha: CRDR [cit. 2020-12-02]. Dostupné z: <https://www.dokumentacebozp.cz/aktuality/analyza-rizik-bozp-rizeni-hodnoceni-identifikace-management/>

Application of the hierarchical task analysis (HTA) method, 2019. In: Research Gate [online]. Berlin: Research Gate [cit. 2020-12-06]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/figure/Application-of-the-hierarchical-task-analysis-HTA-method_fig1_331858643

AVL Moravia: O společnosti, © 2020. AVL [online]. Hranice na Moravě: LMC s.r.o [cit. 2021-6-10]. Dostupné z: <https://avl.jobs.cz/o-spolecnosti>

BELČÍK, Machal et al., 2014. Hodnotenie spoľahlivosti človeka vybranými metódami prvej generácie. In: Fakulta Bezpečnostního Inženýrství: Spektrum [online]. Ostrava: FBI [cit. 2021-01-08]. Dostupné z: https://www.fbi.vsb.cz/export/sites/fbi/cs/.content/galerie-souboru/Spektrum/Spektrum_2014_1.pdf

BÉRARD, Céline a Christine TEYSSIER, ed., 2017. Risk management: Lever for SME Development and Stakeholder Value Creation [online]. London: ISTE [cit. 2020-11-29]. ISBN 978-1-78630-165-9. Dostupné z: <https://books.google.cz/books?id=CqZFDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=cs#v=onepage&q&f=false>

BEZOUŠKA, Tomáš, © 2020. Sedm + jedno pravidlo řízení rizik: Vznik rizika. In: Tomáš Bezouška [online]. Praha [cit. 2020-12-09]. Dostupné z: <https://bezouska.cz/sedm-a-jedno-pravidlo-rizeni-rizik/>

Doporučené tabulky pro verbální hodnocení rizika, © 2021. RIPRAN [online]. Brno: Akademické centrum studentských aktivit [cit. 2021-6-28]. Dostupné z: <https://ripran.cz/tabulky.html>

EICHLER, Tomáš, © 2020. Nebojte se FMEA. Kvalita jednoduše [online]. Kvalita jednoduše [cit. 2020-12-07]. Dostupné z: <http://kvalita-jednoduse.cz/fmea/>

FMEA, 2020. Process Quality Management [online]. Stará Ves nad Ondřejnicí: PQM [cit. 2020-12-07]. Dostupné z: <https://www.pqm.cz/fmea/>

FOTR, Jiří a Jiří HNILICA, 2014. Aplikovaná analýza rizika ve finančním managementu a investičním rozhodování [online]. 2. Praha: Grada [cit. 2020-11-29]. ISBN 978-80-247-9185-2. Dostupné z: <https://www.bookport.cz/e-kniha/aplikovana-analyza-rizika-ve-financnim-managementu-a-investicnim-rozhodovani-351754/>

HOPKIN, Paul, 2013. Risk Management [online]. London: Konan Page [cit. 2020-11-29]. ISBN 978-0-7494-6839-2. Dostupné z: <https://books.google.cz/books?id=lroMkSc7XxcC&printsec=frontcover&hl=cs#v=onepage&q&f=false>

HUJŇÁK, Jaroslav, Petr HUJŇÁK a Michael MOTAL, 2013. Doporučená praxe Společnosti pro projektové řízení oblast Řízení rizik. In: International project management associatino [online]. Praha: IPMA [cit. 202-12-06. 1.]. Dostupné z: https://www.ipma.cz/media/1283/dobra_praxe_rizeni_rizik.pdf

HTA Metoda, 2016. In: Výzkumný ústav bezpečnosti práce [online]. Praha [cit. 2020-12-06]. Dostupné z: https://vubp.cz/soubory/prevence-zavaznych-havarii/metodiky/hierarchical-task-analysis_web.pdf

Ishikawa diagram, © 2011-2016. In: Management Mania [online]. Wilmington: Management mania [cit. 2021-01-15]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/ishikawuv-diagram>

JUROVÁ, Marie et al., 2016. Výrobní a logistické procesy v podnikání [online]. Praha: Grada [cit. 2021-01-14]. ISBN 987-80-271-9331-8. Dostupné z: <https://www.bookport.cz/e-kniha/vyrobni-a-logisticke-procesy-v-podnikani-496866/>

KOTEK, Luboš a František BABINEC, © 2020. Kritéria přijatelnosti rizik závažné havárie. In: Odpadové fórum [online]. Praha: Odpadové Fórum [cit. 2020-12-08]. Dostupné z: <http://www.odpadoveforum.cz/TVIP2014/dokumenty/anotace/117.pdf>

KOTEK, Luboš a František BABINEC, © 2014 - 2020. Použití metody Human HAZOP při redukci chyb operátorů. In: FCC Public [online]. Praha: FCC Public [cit. 2020-12-09]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/39901.pdf>

KRÁL, Miroslav, © 2020. Přístup k analýze a hodnocení spolehlivosti člověka v pracovním systému. In: Práce a mzda [online]. Praha: Wolters Kluwer [cit. 2020-12-08]. Dostupné z: <https://www.praceamzda.cz/clanky/pristup-k-analyze-hodnoceni-spolehlivosti-cloveka-v-pracovnim-systemu>

Lexikon BOZP: Analýza rizik, © 1993–2020. GUARD7 [online]. Pardubice: Guard7 [cit. 2020-12-07]. Dostupné z: <https://www.guard7.cz/lexikon/analyza-rizik>

MOLHANEC, Martin, © 2015. Řízení rizika a FMEA. In: České Vysoké Učení Technické [online]. Praha: ČVUT [cit. 2020-12-08]. Dostupné z:

https://moodle.fel.cvut.cz/pluginfile.php/16616/mod_resource/content/2/X13TPR-p7-RM%2BFMEA.pdf

Oddělení kvality: Kvalita, životní prostředí, bezpečnost a ochrana, © 2020. AVL Moravia [online]. Hranice na Moravě: LMC s.r.o [cit. 2021-6-10]. Dostupné z: <https://avl.jobs.cz/oddeleni-kvality>

OULEHLOVÁ, Alena, 2020. Metody identifikace a hodnocení nebezpečí. In: Univerzita Obrany [online]. Brno: Univerzita Obrany [cit. 2020-12-07]. Dostupné z: https://moodle.unob.cz/pluginfile.php/34854/mod_resource/content/5/Prezentace4_RR_metody_AR_2019_2020.pdf

Proces, © 2011-2016. In: Management Mania [online]. Wilmington: Management mania [cit. 2021-01-14]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/proces>

Stanovení nákladů procesu akreditace, © 2021. Český institut pro akreditaci, o.p.s [online]. Praha: Český institut pro akreditaci, o.p.s [cit. 2021-6-28]. Dostupné z: https://www.cai.cz/wp-content/uploads/2020/03/10_09-P002-Stanoven%C3%AD-n%C3%A1klad%C5%AF-procesu-akreditace.pdf

ŠČUREK, Radomír, 2016. Analýza rizik objektu kritické infrastruktury. In: The Science for Population Protection [online]. Lázně Bohdaneč: MV [cit. 2020-12-09]. Dostupné z: <http://www.population-protection.eu/prilohy/casopis/10/74.pdf>

Význam a účel výrobních postupů, © 2014. In: Elektronická učebnice [online]. Olomouc: Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy [cit. 2021-01-14]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1334>

Zranitelnost, © 2011-2016. Management Mania [online]. Wilmington: Management mania [cit. 2020-11-08]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/zranitelnost-vulnerability>

DE SAEGER, Ariane, 2015. Ishikawa Diagram: Anticipate and solve problems within your business [online]. 50minutes [cit. 2021-01-15]. ISBN 978-280-626-8426. Dostupné z: https://books.google.cz/books?id=0fuQCgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=ishikawa+diagram&hl=cs&sa=X&ved=2ahUKEwiQ7_-

EsP_vAhXohf0HHenzBU0Q6AEwAHoECAyQAg#v=onepage&q=ishikawa%20diagram&f=false

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ALARA	As Low As Reasonable Achievable
ALARP	As Low As Reasonable Practicable
BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
ČSN	Česká státní norma
EMC	Electromagnetic compatibility
ETA	Event Tree Analysis
FMEA	Failure Modes and Effect Analysis
FTA	Fault Tree Analysis
HD	Heavy Duty
HEI	Human Error Identification
HRA	Human Reliability Analysis
HRQ	Human Reliability Quantification
HTA	Hierarchical Task Analysis
HW	Hardware
IS	Informační systém
ISO	International Organization for Standardization
JBM	Jednobodová metoda
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NVH	Noise, vibration, and harshness
RIPRAN	Risk Project ANalysis
RPN	Risk Priority Number
SW	Software
TESEO	Tecnica Empirica Stima Errori Operatori
ZC1	Zöllner chassis1
ZC2	Zöllner chassis2

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Výrobní proces (zpracování vlastní)	13
Obrázek 2 Vznik rizika (Bezouška, © 2020).....	15
Obrázek 3 Management rizik (zpracování vlastní dle ČSN ISO 31000, 2018).....	18
Obrázek 4 Ishikawa diagram (zpracování vlastní)	21
Obrázek 5 Obecný úkolový diagram (zpracování vlastní dle Application of the hierarchical task analysis method, 2019).....	27
Obrázek 6 Blanket metody FMEA	31
Obrázek 7 Areál společnosti X.Y. s.r.o. (Mapy.cz, 2021).....	38
Obrázek 8 Certifikát ČSN ISO 9001 (Oddělení kvality, © 2020).....	39
Obrázek 9 Nestandardní válcový dynamometr s klimatickým tunelem.....	41
Obrázek 10 Sestava válcového dynamometru EMC a následné umístění.....	42
Obrázek 11 Proces projektu válcového dynamometru (zpracování vlastní dle X.Y. s.r.o.).....	43
Obrázek 12 Úkolový diagram analýzy HTA (zpracování vlastní)	48
Obrázek 13 Část vývojového diagramu výrobního procesu – Designový návrh	51
Obrázek 14 Část vývojového diagramu výrobního procesu – Plánování výroby (zpracování vlastní)	52
Obrázek 15 Část vývojového diagramu výrobního procesu – Výroba.....	53
Obrázek 16 Část vývojového diagramu výrobního procesu – elektromotor (zpracování vlastní)	54
Obrázek 17 Část vývojového diagramu výrobního procesu – montáž (zpracování vlastní).....	55
Obrázek 18 Část check listu elektrotestu (zdroj: společnost X.Y. s.r.o)	56
Obrázek 19 Část vývojového diagramu výrobního procesu – interní kontrola (zpracování vlastní)	57
Obrázek 20 Část vývojového diagramu výrobního procesu – demontáž, balení, přeprava (zpracování vlastní).....	58
Obrázek 21 Ishikawa diagram – montáž (zpracování vlastní).....	60
Obrázek 22 Ishikawa diagram – interní kontrola (zpracování vlastní).....	61
Obrázek 23 Ishikawa diagram – demontáž (zpracování vlastní).....	63
Obrázek 24 Časový harmonogram (zpracování vlastní, ProjectLibre).....	73
Obrázek 25 Ganttův diagram (zpracování vlastní, ProjectLibre).....	73
Obrázek 26 Síťový diagram (zpracování vlastní, ProjectLibre).....	74

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Použití strategie 4S (zpracování vlastní dle Smejkal a Rais, 2013)	22
Tabulka 2 Hodnoty faktorů metody TESEO	29
Tabulka 3 Typy FMEA (Molhanec, © 2015)	30
Tabulka 4 Výskyt chyby (zpracování vlastní)	32
Tabulka 5 Význam chyby (zpracování vlastní)	33
Tabulka 6 Odhalení chyby (zpracování vlastní)	34
Tabulka 7 Identifikovaná rizika v dílčím procesu montáže (zpracování vlastní).....	61
Tabulka 8 Identifikovaná rizika v dílčím procesu interní kontroly (zpracování vlastní)	62
Tabulka 9 Identifikovaná rizika v dílčím procesu demontáže (zpracování vlastní)	63
Tabulka 10 Míra rizika (zpracování vlastní).....	64
Tabulka 11 Vyčíslení lidské spolehlivosti (zpracování vlastní)	65
Tabulka 12 Logický rámec projektu (zpracování vlastní)	68
Tabulka 13 Závislost hrozba – scénář (zpracování vlastní).....	76
Tabulka 14 Hodnocení pravděpodobnosti a dopadu (zpracování vlastní dle Doporučené tabulky pro verbální hodnocení rizika, © 2021)	77
Tabulka 15 Vyjádření hodnoty rizika (zpracování vlastní dle Doporučené tabulky pro verbální hodnocení rizika, © 2021)	78
Tabulka 16 Riziková analýza (zpracování vlastní).....	79
Tabulka 17 Orientační kalkulace nákladů na akreditaci (zpracování vlastní)	80

SEZNAM PŘÍLOH

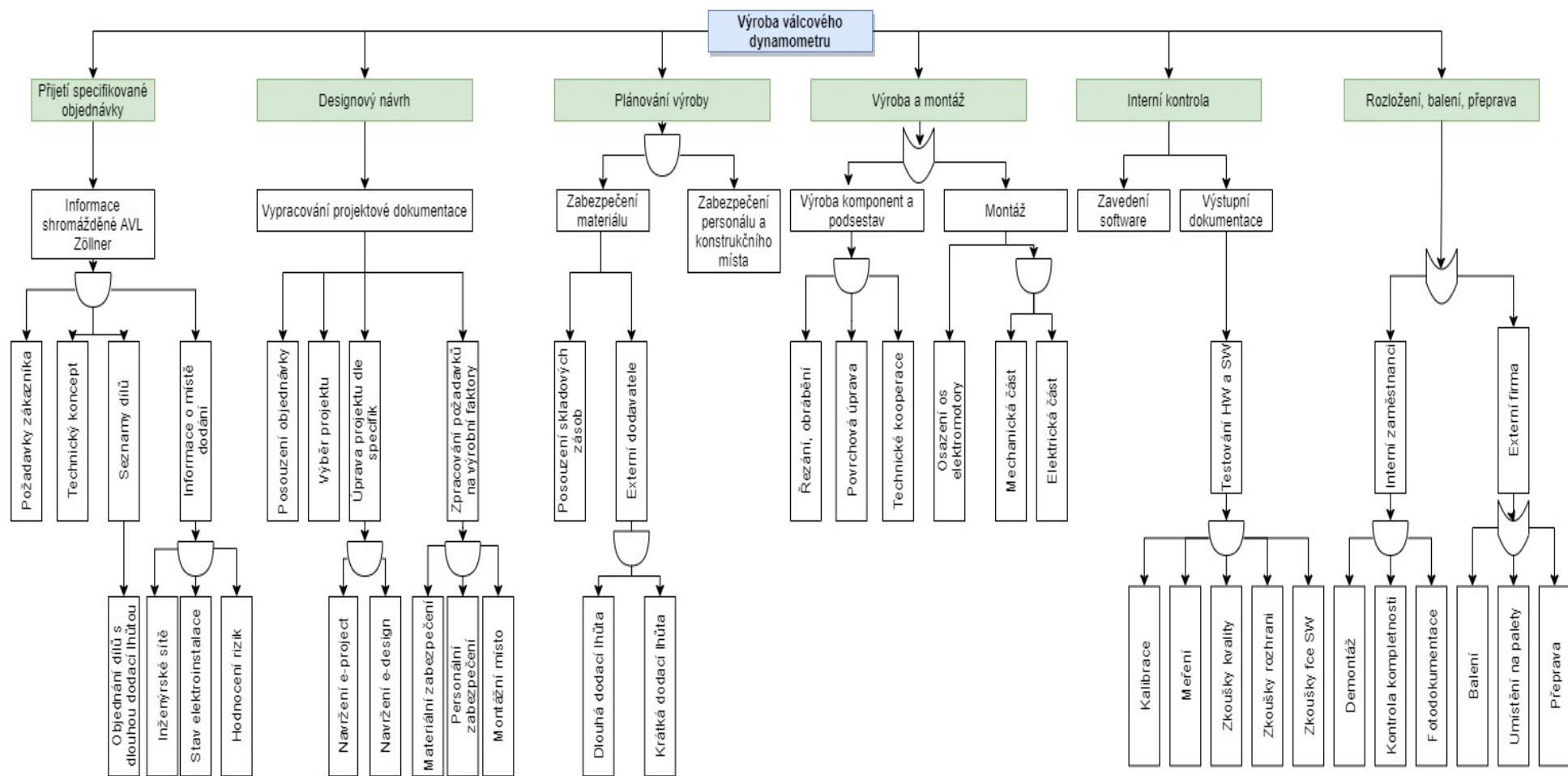
Příloha P I: FMEA

Příloha PII: Úkolový diagram analýzy HTA

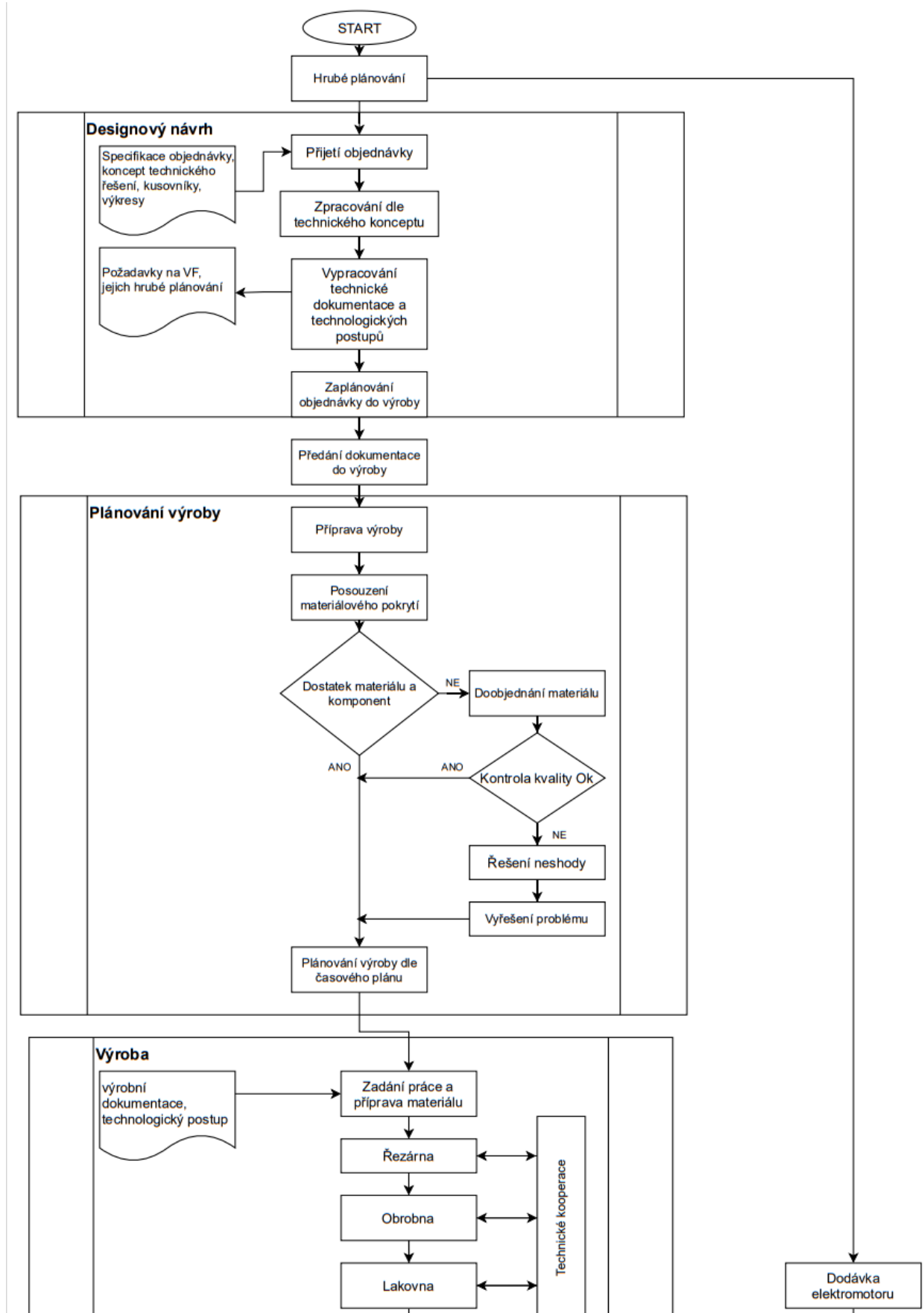
Příloha PIII: Vývojový diagram výrobního procesu

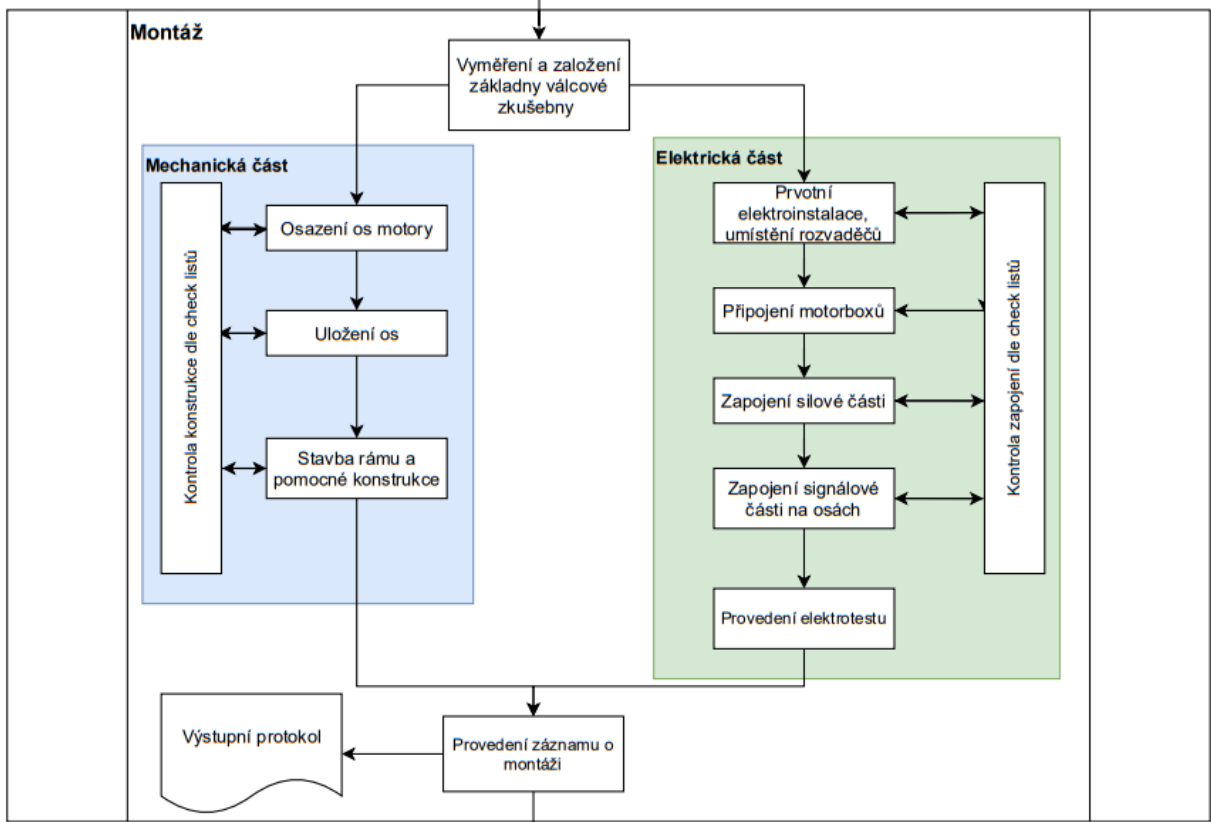
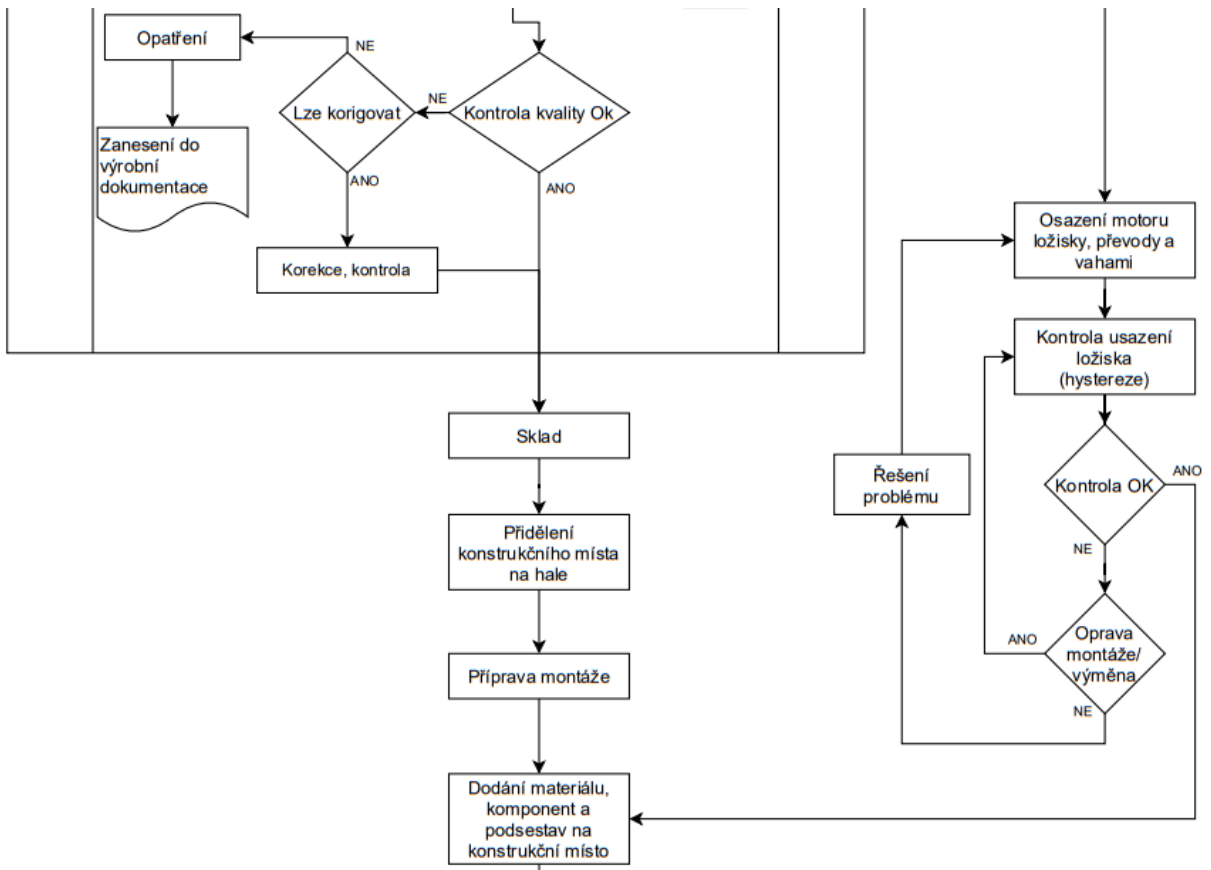
Příloha PIV: FMEA dílčích výrobních procesu montáž, interní kontrola, demontáž

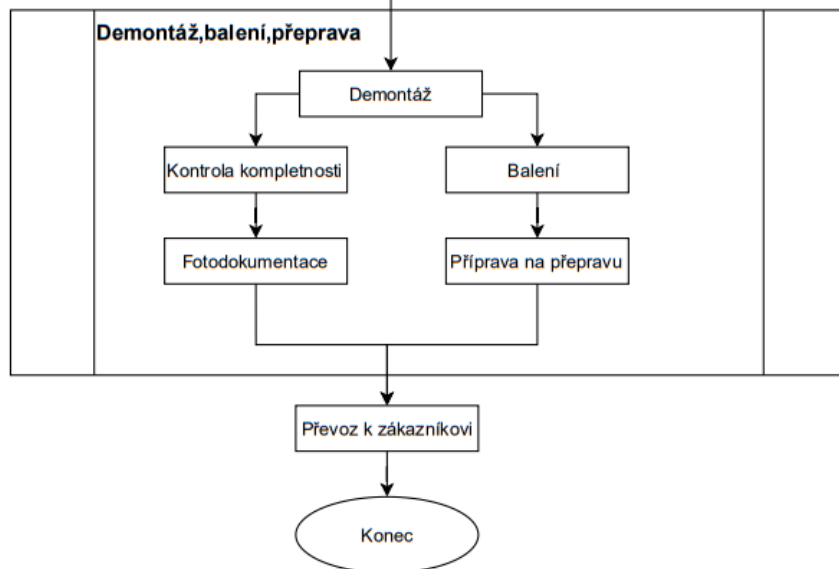
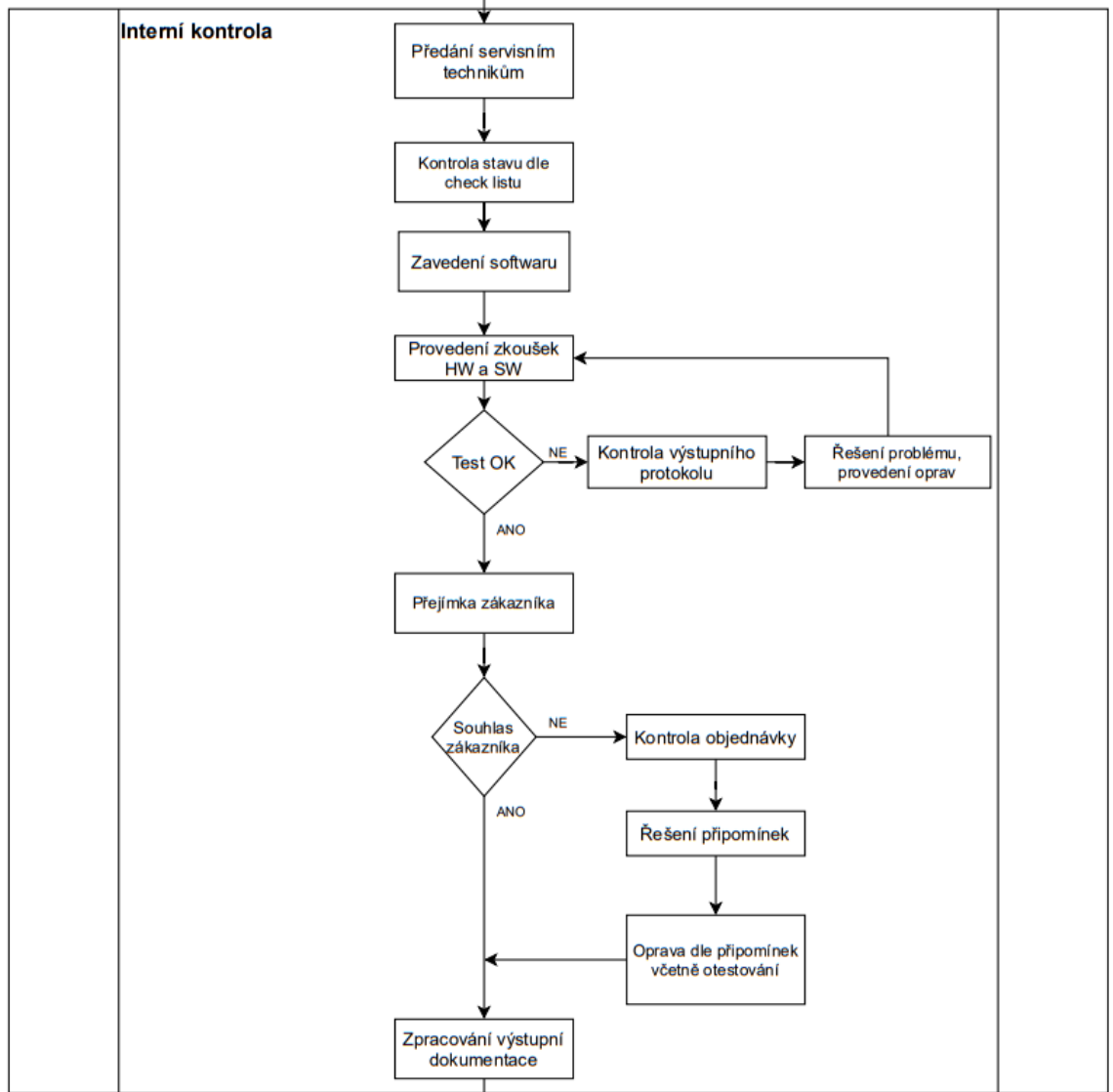
PŘÍLOHA P II: ÚKOLOVÝ DIAGRAM ANALÝZY HTA



PŘÍLOHA P III: VÝVOJOVÝ DIAGRAM VÝROBNÍHO PROCESU







PŘÍLOHA P IV: FMEA DÍLČÍCH PROCESŮ MONTÁŽ, INTERNÍ KONTROLA, DEMONTÁŽ

Název FMEA									Datum konání FMEA			FMEA-Typ			
Analýza rizik dílčích výrobních procesů výroby válcového dynamometru.									02.07.2021			Výrobní			
Předmět FMEA		Montáž, interní kontrola, demontáž													
FMEA Tým		Diplomant, zaměstanci společnosti													
Proces	Možná chyba	Možný následek	Příčina	Kontrola, preventivní opatření	Význam	Výskyt	Odhalení	RPN	Doporučená opatření	Odpovědnost / Termín	Provedená opatření	Význam	Výskyt	Odhalení	RPN
Montáž	Chyba v sestavení a zapojení.	Snížená nebo žádná funkce elektrických a mechanických částí dynamometru.	Nedostatečná kvalifikace mechaniků a elektromechaniků.	Požadavky na přijetí zaměstnance.	9	1	1	9	Žádná opatření.						
			Nedodržení technologických postupů při montáži.	Kontrola zapojení dle check listů.	8	2	3	48	Žádná opatření.						
			Nedodržení výrobní a technické dokumentace při montáži.		8	2	3	48	Žádná opatření.						

Proces	Možná chyba	Možný následek	Příčina	Kontrola, preventivní opatření	Význam	Výskyt	Odhalení	RPN	Doporučená opatření	Odpovědnost/ Termín	Provedená opatření	Význam	Výskyt	Odhalení	RPN
Montáž	Chyba v sestavení a zapojení.	Snížená nebo žádná funkce elektrických a mechanických částí dynamometru.	Nefunkční zařízení potřebné pro montáž.	Pravidelná údržba.	7	2	2	28	Žádná opatření.						
		Časová prodleva v montáži a zapojení.	Chybně zpracovaná výrobní a technická dokumentace.	Kontrola v IS. Zpětná vazba zaměstnanců.	8	6	2	96	Žádná opatření.						
			Chybně zpracované technologické postupy.	Kontrola v IS. Zpětná vazba zaměstnanců.	7	2	3	48	Žádná opatření.						
	Chyba měření.	Opakování měření - časová prodleva.	Chyby ve výstupních protokolech při předání k dalšímu zpracování.	Odpovědnost pracovníka za práci-dohledatelné zpětně.	7	1	5	35	Žádná opatření.						

Proces	Možná chyba	Možný následek	Příčina	Kontrola, preventivní opatření	Význam	Výskyt	Odhalení	RPN	Doporučená opatření	Odpovědnost/ Termín	Provedená opatření	Význam	Výskyt	Odhalení	RPN
Montáž	Chyba měření.	Opakování měření - časová prodleva.	Špatná kalibrace přístrojů pro vyměření, montáž a kontrolní měření.	Kalibrace pravidelně kontrolována metrologem.	5	2	2	20	Žádná opatření.						
			Špatně provedená údržba zařízení.	Pravidelná údržba.	4	2	2	16	Žádná opatření.						
			Nedodržení postupů při měření.	Kontrola postupu měření dle check listů.	5	1	5	25	Žádná opatření.						
	Rozdílné komponenty a materiál.	Časová prodleva v montáži a zapojení.	Chybně zpracovaný materiál/komponenta od dodavatele.	Kontrola materiálu dle technické dokumentace a pomocí check listů.	5	7	3	105	Žádná opatření.						
			Neúplný materiál - rozdílný počet kusů.	Kontrola materiálu dle technické dokumentace a pomocí check listů.	5	6	3	90	Žádná opatření.						
			Vadný materiál/komponenta - prvek je nefunkční.	Stanovené podmínky pro dodavatele. Kontrolované společností.	6	5	5	125	Vstupní kontroly, mezioperační kontroly.	Pracovník skladu, mechanik, elektro-mechanik.					

Proces	Možná chyba	Možný následek	Příčina	Kontrola, preventivní opatření	Význam	Výskyt	Odhalení	RPN	Doporučená opatření	Odpovědnost/ Termín	Provedená opatření	Význam	Výskyt	Odhalení	RPN	
Montáž	Rozdílné komponenty a materiál.	Časová prodleva v montáži a zapojení.	Rozdílný materiál/ komponenta - neodpovídá požadovanému prvku.	Kontrola materiálu dle technické dokumentace a pomocí check listů.	6	4	2	48	Žádná opatření.							
	Nedostatek materiálu, odborného personálu, konstrukčního místa.		Špatná koordinace výrobních faktorů.	Kontrola dle IS Penta.	4	2	2	16	Žádná opatření.							
			Chybějící výrobní faktory - zejména lidé a materiál.		6	2	2	24	Žádná opatření.							
			Chyba v časovém plánování - chybí nebo přebívají VF, není konstrukční místo.		6	2	2	24	Žádná opatření.							
Interní kontrola	Chybně zavedený SW.	Snížená nebo žádná funkce dynamometru.	Nedodržení technologických postupů při zavedení SW a testování.	Kontrola dle check listu.	8	1	2	16	Žádná opatření.							
			Nedostatečná kvalifikace servisních techniků.	Požadavky na přijetí zaměstnance.	9	1	5	45	Žádná opatření.							

Proces	Možná chyba	Možný následek	Příčina	Kontrola, preventivní opatření	Význam	Výskyt	Odhalení	RPN	Doporučená opatření	Odpovědnost / Termín	Provedená opatření	Význam	Výskyt	Odhalení	RPN
Interní kontrola	Chybně zavedený SW/ výsledky testů neodpovídají požadovaným výsledkům.	Časová prodleva - nutná opětovná kontrola.	Chybně zpracované technologické postupy.	Kontrola v IS. Zpětná vazba zaměstnanců.	6	1	4	24	Žádná opatření.						
			Chybně zpracované výstupní protokoly předchozího procesu.	Odpovědnost pracovníka za práci-dohledatelné zpětně.	5	1	5	25	Žádná opatření.						
	Měřené výsledky neodpovídají požadavkům.		Nekalibrované nebo nefunkční přístroje pro testování.	Pravidelná kalibrace.	5	1	2	10	Žádná opatření.						
			Chyba přístrojů vlivem nedostatečné údržby.	Pravidelná údržba.	4	1	2	8	Žádná opatření.						
			Nedodržení postupů při měření a testování.	Kontrola dle check listu.	6	2	5	60	Žádná opatření.						
			Chyba měření.	Kalibrované a kontrolované přístroje	6	2	6	72	Žádná opatření.						
			Neplatná měření v důsledku nekvalitních přístrojů.	Kalibrované a kontrolované přístroje	5	1	6	30	Žádná opatření.						

Proces	Možná chyba	Možný následek	Příčina	Kontrola, preventivní opatření	Význam	Výskyt	Odhalení	RPN	Doporučená opatření	Odpovědnost / Termín	Provedená opatření	Význam	Výskyt	Odhalení	RPN
Interní kontrola	Společnost nemá certifikovanou laboratoř.	Protokoly o měření se v cílové zemi musí opakovat.	Necertifikovaná měření- měření se musí v některých zemích opakovat.	Dosavadní měření a nutnost opětovného měření.	8	8	3	192	Zavedení normy ISO 17025:2018.	Projektový tým 06/2022	Vypracování projektu. Udělení akreditace.	8	1	3	24
	SW neodpovídá požadavkům zákazníka.	Časová prodleva, nutná oprava SW.	Chybně zpracovaný SW.	SW vyvíjen dle požadavků, kontrola před dodáním.	9	2	5	90	Žádná opatření.						
	Nedostatek VF- zejména kompetentních lidí.	Časová prodleva.	Špatná koordinace výrobních faktorů, zejména lidí.	Kontrola dle IS Penta.	4	3	2	24	Žádná opatření.						
	Chyba plánování.	Ztráta důvěryhodnosti u zákazníka.	Chyba v časovém plánování - plánování přejímky zákazníkem až po otestování.	Kontrola dle IS Penta.	6	1	2	12	Žádná opatření.						

Proces	Možná chyba	Možný následek	Příčina	Kontrola, preventivní opatření	Význam	Výskyt	Odhalení	RPN	Doporučená opatření	Odpovědnost/ Termín	Provedená opatření	Význam	Výskyt	Odhalení	RPN
Demontáž	Poškození dynamometru.	Znehodnocení dynamometru, nutná oprava = časová prodleva.	Nedostatečná kvalifikace mechaniků a elektromechaniků provádějící demontáž.	Požadavky na přijetí zaměstnance.	9	1	2	18	Žádná opatření						
			Chybný postup demontáže.	Kontrola dle check listu.	8	2	3	46	Žádná opatření						
			Nefunkční zařízení potřebné k demontáži.	Pravidelná údržba.	4	2	2	16	Žádná opatření						
			Chybějící komponenty při demontáži.	Kontrola formou fotodokumentace.	5	1	3	15	Žádná opatření						
			Nepořádek na konstrukčním místě vlivem demontáže.	Stanovení postupů a koordinace s externí firmou.	5	4	1	20	Žádná opatření						

Proces	Možná chyba	Možný následek	Příčina	Kontrola, preventivní opatření	Význam	Výskyt	Odhalení	RPN	Doporučená opatření	Odpovědnost/ Termín	Provedená opatření	Význam	Výskyt	Odhalení	RPN
Demontáž	Nedostatek kompetentního personálu pro demontáž.	Časová prodleva.	Špatná koordinace VF- zejména kompetentních lidí.	Kontrola dle IS Penta.	4	1	2	8	Žádná opatření.						
	Špatká koordinace časového plánování interních zaměstnanců s externí firmou.	Opoždění zakázky při balení a odeslání k zákazníkovi.	Chybějící VF - lidé na demontáž a externí firma.		6	2	2	24	Žádná opatření.						
			Chyba v časovém plánování - opoždění zajštění externí firmy pro balení a přepravu.		6	2	2	24	Žádná opatření.						