

# **Analýza rizik ve výrobní organizaci**

Jana Krpalová

---

Bakalářská práce  
2017



**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: 2016/2017

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jana Krpalová**  
Osobní číslo: **L14404**  
Studijní program: **B3909 Procesní inženýrství**  
Studijní obor: **Ovládání rizik**  
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Analýza rizik ve výrobní organizaci**

Zásady pro vypracování:

- 1. Zpracujte teoretickou část, zabývající se problematikou nových trendů v oblasti výroby.**
- 2. Analyzujte rizika výrobní organizace s ohledem na Průmysl 4.0.**
- 3. Navrhněte doporučení pro zlepšení.**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] ČSN ISO 31000 (01 0351) Management rizik – Principy a směrnice. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010.

[2] MAŘÍK, Vladimír. Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku. Praha: Management Press, 2016. ISBN 978-80-7261-440-0.

[3] JUROVÁ, Marie. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: Grada Publishing, 2016. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-5717-9.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Slavomíra Vargová, PhD.**

Ústav krizového řízení

Datum zadání bakalářské práce:

**3. února 2017**

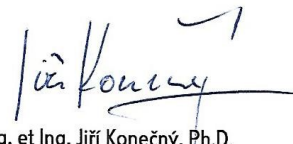
Termín odevzdání bakalářské práce:

**15. května 2017**

V Uherském Hradišti dne 20. února 2017



doc. RNDr. Jiří Dostál, CSc.  
*děkan*



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

## PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby<sup>1)</sup>;
- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou 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<sup>2)</sup>;
- podle § 60<sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60<sup>3)</sup> odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou 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 bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se bakalářská práce skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

### Prohlašuji,

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

V Uherském Hradišti ..... 15. 5. 2014

.....  
Kupalov  
podpis studenta

1) zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevdělečně zveřejňuje bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy. Vysoká škola disertační práce nezveřejňuje, byla-li již zveřejněna jiným způsobem.

(2) Bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlázení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

(4) Vysoká škola může odložit zveřejnění bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce nebo jejich částí, a to po dobu trvání překážky pro zveřejnění, nejdéle však na dobu 3 let. Informace o odložení zveřejnění musí být spolu s odůvodněním zveřejněna na stejném místě, kde jsou zveřejňovány bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce, jíž se týká odklad zveřejnění podle věty první, jeden výtisk práce k uchování ministerstvu.

2) 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, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní vnitřní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

3) 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, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídí k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Předmětem bakalářské práce je analýza rizik vybraného výrobního procesu. Vybraná organizace se zabývá osazováním desek plošných spojů a podporuje prvky koncepce Průmyslu 4.0 (vedení podniku si nepřeje název organizace zveřejňovat). První část práce je zpracována s ohledem na Průmysl 4. 0. Druhá část práce začíná charakteristikou organizace, identifikací rizik a pokračuje následnou analýzou jejich příčin. Závěrečná část práce obsahuje doporučení, co všechno by mohla výrobní organizace zlepšit.

Klíčová slova: trvalé zlepšování, Průmysl 4.0, management rizik, montážní linka, analýza

## **ABSTRACT**

The subject of the bachelor thesis is the risk analysis of a selected production process. The selected organization is involved in PCB assembly and supports elements of the Industry 4.0 conception. (The management does not allow publishing the name of the organization). The first part of the thesis is processed with respect to the Industry 4.0 conception. The second part of the thesis begins with the organization's features, risk identification and continues with the subsequent analysis of their causes. The final part of the thesis contains recommendations what could be improved in the production organization.

Keywords: continual improvement, Industry 4.0, risk management, assembly line, analysis

Ráda bych poděkovala vedoucí mé bakalářské práce Ing. Slavomíře Vargové, PhD za cenné rady, poskytnuté podněty a připomínky a odborné vedení při zpracování této práce.

Také děkuji všem ostatním, kteří jakkoliv přispěli k vypracování práce.

# OBSAH

<b>ÚVOD.....</b>	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST.....</b>	<b>10</b>
<b>1 TRVALÉ ZLEPŠOVÁNÍ .....</b>	<b>11</b>
1.1 CYKLU PDCA .....	11
1.2 MANAGEMENT RIZIK .....	14
1.3 PROCES MANAGEMENTU RIZIK .....	14
1.4 KVALITA .....	16
<b>2 VÝROBA A PRŮMYSL .....</b>	<b>19</b>
2.1 VYMEZENÍ POJMU PRŮMYSL 4.0.....	19
2.2 PĚT KATEGORIÍ DIGITÁLNÍ ZRALOSTI FIRMY .....	20
2.3 PŘÍLEŽITOSTI V NOVÉM PRŮMYSLOVÉM PROSTŘEDÍ .....	21
2.4 RIZIKA V NOVÉM PRŮMYSLOVÉM PROSTŘEDÍ.....	22
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>25</b>
<b>3 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O VÝROBNÍ ORGANIZACI.....</b>	<b>26</b>
3.1 ORGANIZAČNÍ STRUKTURA .....	27
3.2 VÝROBNÍ PROVOZ II. ....	29
<b>4 ANALÝZA VÝROBNÍHO PROCESU MONTÁŽNÍ LINKY .....</b>	<b>32</b>
4.1 POPIS MONTÁŽNÍ LINKY .....	32
4.2 IDENTIFIKACE RIZIKOVÝCH FAKTORŮ .....	34
4.1 VYHODNOCENÍ A NAVRHOVANÁ OPATŘENÍ.....	38
4.3 VYHODNOCENÍ METODY PNH.....	46
<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>47</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>48</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>49</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>50</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>51</b>



## ÚVOD

Odhad nejpravděpodobnějších vývojových trendů a rizik není v současné době úkolem teoretickým, ale zcela nutným a potřebným v podmínkách praxe. Pro zajištění bezpečnosti a rozvoje vybrané organizace je nutné odhadnout rizika a najít vhodná opatření, která zabrání jejich opakovatelnému výskytu nebo neúměrnému dopadu. Pokud má být řízení rizik v organizaci efektivní, musíme procesy, analyzovat, monitorovat, standardizovat a zlepšovat. To je princip PDCA. Cyklus PDCA je detailněji popsán v první kapitole teoretické části práce včetně trvalého zlepšování procesů, které úzce souvisí s Průmyslem 4.0. a managementem rizik.

Hlavním cílem mé bakalářské práce je zpracování analýzy rizik výrobního procesu v souvislostech s montážní linkou, která vyrábí systémy pro řízení oken pohybu v automobilu. Po vyhodnocení analyzovaného procesu byla navržena nápravná opatření, která by měla snížit rizikové faktory strojního zařízení. Zvláštní důraz je kladen na bezpečnost a ochranu zdraví při provozu montážní linky.

K řešení různých úkolů a problémů je potřeba mnoho informací z různých zdrojů. Často je obtížné vytržít z velkých informačních zdrojů získané informace a ty pak ohodnotit podle důležitosti a vlivů na hledání řešení problémů. Proto byla pro tuto vypracovanou studii velmi důležitá skladba účastníků týmu, která se skládala z technických odborníků. Každý účastník týmu ovládá jiné dovednosti a přináší zcela odlišný pohled na věc. Tato vypracovaná studie zahrnuje nejen logiku a myšlenky účastníků týmu a autorů známých teorií, ale je často i věcí pocitů a emocí.

Diskutovat o možných a existujících problémech v týmu nebylo snadným úkolem, i když prostředí výrobní organizace znám a navštěvuji ho několik let. Do této předkládané analýzy rizik jsem se snažila zahrnout zajímavé informace získané v rámci studia oboru Ovládnutí rizik a praktické zkušenosti z výrobního podniku. Dále také i trend zvaný Průmysl 4.0, který přináší komplexní změny, jež se určitým způsobem dotýkají výrobní organizace. Základním předpokladem úspěšného zvládnutí změn je analýza rizik a využití příležitostí.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 TRVALÉ ZLEPŠOVÁNÍ

Pro efektivní fungování organizace je žádoucí proaktivní úsilí ke zlepšování, zejména pak kontinuální. Světoví odborníci v oblasti zlepšování navrhli několik metod a cyklů, které jsou popsány v této kapitole. Jejich smyslem je řídit změny tak, aby bylo dosaženo dlouhodobé prosperity a rozvoje organizace.

Změny ve výrobní organizaci se mohou týkat například plánování výroby, realizačních procesů, logistiky, údržby strojů a zařízení, ale také ochrany životního prostředí, bezpečnosti práce, informačních systémů a podobně. Všechny tyto cílené změny by měly mít příznivé dopady pro organizaci, a to zejména ve směru ekonomickém (úspory, produktivita), v oblasti kvality, zlepšení flexibility. [1] Každé takové plánované zlepšování znamená posun od stávajícího k novému a skládá se z několika kroků.

Za otce moderního řízení kvality je považován americký statistik Dr. Edward Deming, který propagoval cyklus PDSA. Demingova teorie se stala východiskem pro vypracování různých metod v oblasti řízení kvality a tvoří základ struktur mezinárodních norem.

### 1.1 Cyklu PDCA

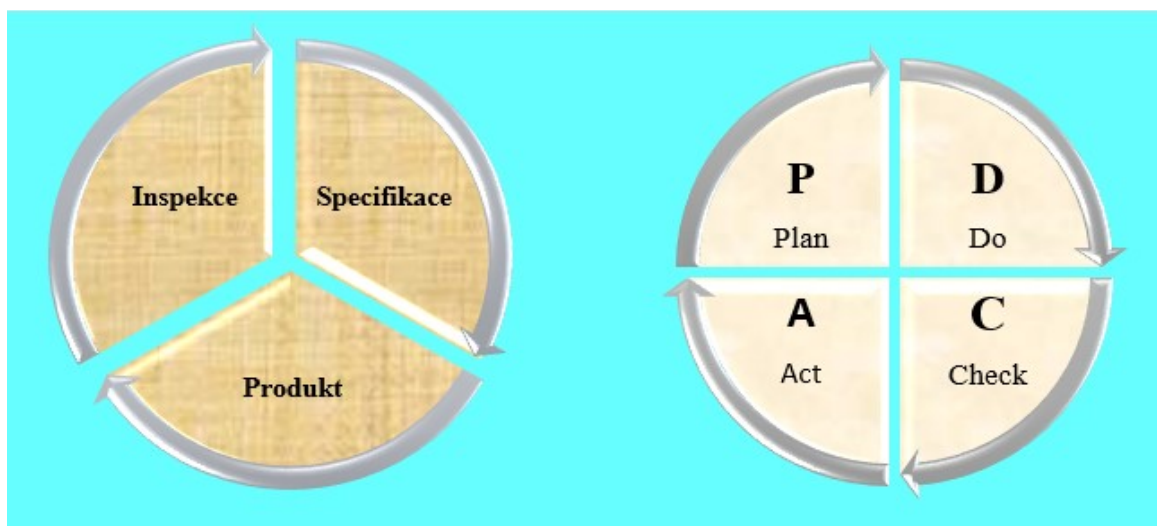
Jedná se o nástroj, který je v organizacích často využíván. Tento cyklus se rozšířil díky tomu, že byl použit jako základ struktur a požadavků mezinárodních norem. Autorství cyklu PDCA je nejvíce přisuzováno Dr. Demingovi, ale on sám označil za autora Waltera A. Shewharta, amerického fyzika, inženýra a statistika. Zrod cyklu můžeme nalézt v několikaletém odborném semináři Dr. Deminga, který se uskutečnil v roce 1950 v Tokiu. Seminář pořádala Japonská unie vědců a inženýrů (Union of Japanese Scientists and Engineers, zkratka JUSE), která byla založena v roce 1946 s cílem pozvednout japonské hospodářství po druhé světové válce. Hlavní téma semináře se týkalo statistického řízení procesů. V rámci těchto seminářů Dr. Deming prezentoval modifikaci cyklu Waltera A. Shewharta.

Shewhart byl autorem prvního cyklu v oblasti managementu kvality. Jeho navržený cyklus se skládal ze tří za sebou řazených činností, tak jak je zobrazeno na obrázku 1.

Dr. Deming navázal na práci Shewharta a navržený cyklus dále rozšířil, takže zahrnoval následující čtyři kroky: Design (navrhni), Production (vyrob), Sales (prodej), Research (uprav návrh na základě marketingového výzkumu). Japonci cyklus Dr. Deminga nazvali

„Demingovým kolečkem“, které se uvádí v odborné literatuře pod anglickou zkratkou PDSA.

Obrázek 1 popisuje princip cyklu Shewarta a dnes obecně známou podobu cyklu PDCA, kterou vytvořila skupina japonských inženýrů v návaznosti na přednášku Dr. Deminga s kroky: Plan (plánuj), Do (dělej), Check (kontroluj), Act (jednej), ve kterých by mělo probíhat zlepšování prostřednictvím prevence chyb založené na vytváření standardů a jejich neustálé modifikaci. Další změnu cyklu provedl Kaoru Ishikawa tak, že zahrnul do kroku „plánuj“ stanovení cílů, cílových hodnot a způsobů jejich dosažení. Ke kroku „jednej“ dodal, pokud nejsou stanovené standardy jednou za půl roku revidovány, znamená to, že je nikdo nepoužívá.



Obr. 1. Vlevo je cyklus Shewarta, vpravo cyklus PDCA [Zdroj: vlastní]

### Smyčka PDCA managementu rizik

Management rizik by měl být zakomponovaný do všech čtyř částí smyčky PDCA. [2] Cílem celého systému je vlastní realizace řízení rizik. [2] Kroky smyčky PDCA lze popsat následujícím způsobem:

- **krok 1:** plánuj (obsahuje definování problému, příčiny a řešení);
- **krok 2:** dělej (zavádění řešení, plánů);
- **krok 3:** kontroluj (monitorování výsledků změny);
- **krok 4:** jednej (obsahuje opatření pro zlepšování výkonnosti).

Management rizik přispívá k trvalému zlepšování výkonů celé organizaci. Obrázek 2 zobrazuje smyčku PDCA managementu rizik.



Obr. 2. Smyčka managementu rizik [Zdroj: 2]

Jak už jsem výše uvedla, cyklus PDCA je součástí mezinárodních norem, jejichž předmětem je také řízení rizik. V první řadě bych chtěla upozornit na normu ČSN ISO 31000 Management rizik, která byla u nás vydána v roce 2010 a v současné době se připravuje její nová verze. Mezinárodní norma ISO 31000 popisuje základní principy managementu rizik. Tato norma není určena pro účely certifikace, ale poskytuje společný přístup v podporování norem týkající se řízení rizik. [3]

#### Mezinárodní normy, ve kterých je věnována pozornost řízení rizik

- ISO 31010 Řízení rizik – Techniky posuzování rizik
- OHSAS 18001 Hodnocení ochrany zdraví a bezpečnosti práce

- ISO 14001:2015 Systémy environmentálního managementu
- ISO 22301 Ochrana společnosti – Systémy managementu kontinuity podnikání
- ISO 27001 Management bezpečnosti informací
- ISO 9001:2015 Systémy managementu kvality (Poslední norma, kde byl zaveden management rizik.)

## 1.2 Management rizik

Management rizik je poměrně složitý, zasahuje do mnoha činností a oborů, které se navzájem ovlivňují. Cílem managementu rizik je identifikovat a analyzovat současná i budoucí rizika s pomocí vhodných technik a metod. Pokud má v organizaci řízení rizik dobře fungovat, musí být využity všechny možné postupy, podklady a normy, aby bylo dosaženo co nejlepšího výsledku.

### Riziko

Tímto pojmem se vyjadřuje pravděpodobnost výskytu nežádoucí události, která může mít negativní důsledek na chráněné hodnoty (život, zdraví, majetek, životní prostředí). V normě ČSN ISO 31000 Management rizik je riziko definováno jako:

„Účinek nejistoty na dosažený cíl“. [4]

Účinek vyjadřuje odchylku od očekávaného cíle nebo více cílů, tato odchylka může mít negativní nebo pozitivní dopad. Stanovené cíle mohou být různé (například vyšší kvalita produktu, vyšší zisk, lepší bezpečnost a podobně).

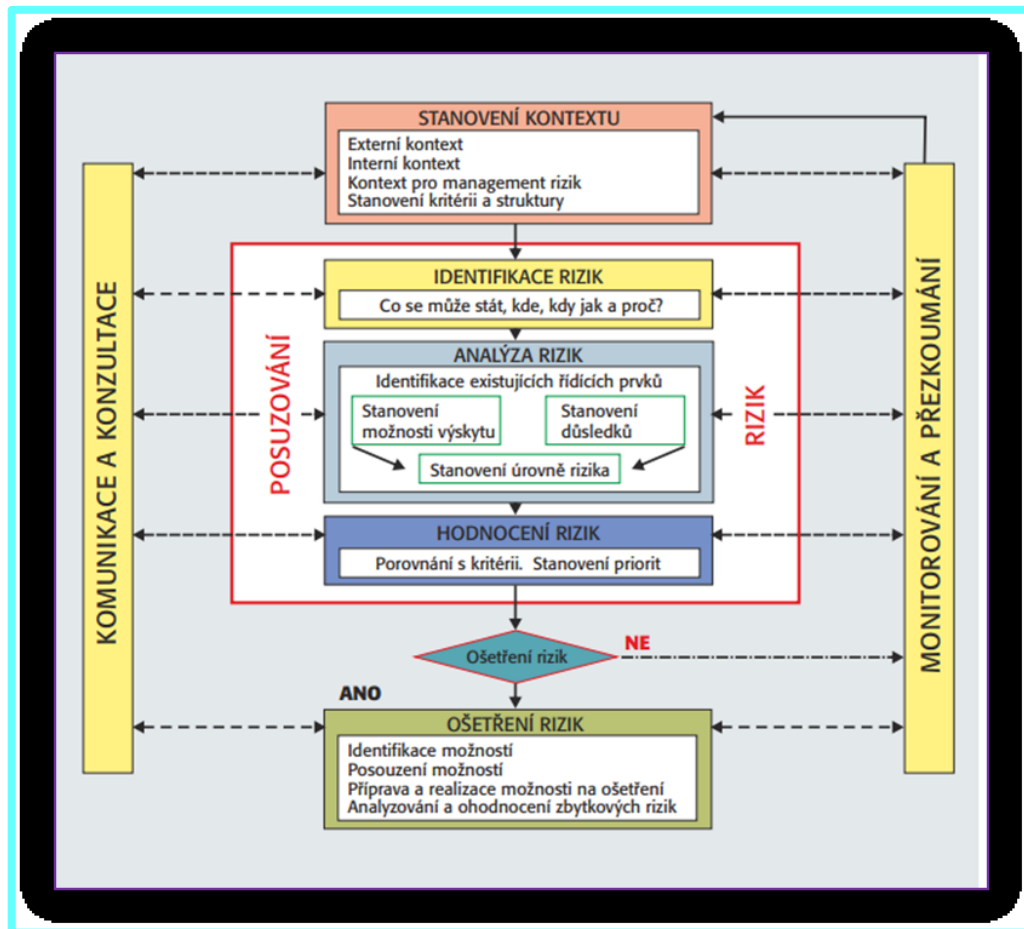
## 1.3 Proces managementu rizik

Tento logicky uspořádaný proces pomáhá organizacím řídit rizika. Pro identifikaci nebezpečí a hodnocení rizik je možné použít pět základních otázek: Co je nebezpečí? Odkud se nám nebezpečí objevilo? S jakou pravděpodobností nás může ohrozit? Jaké budou následky? A jaké opatření již máme zavedené? Základní kroky procesu jsou zobrazeny na obrázku 4.

**Do managementu rizik se zahrnují následující kroky:**

- **Komunikace a konzultace** - zásadní vliv na dění celého procesu má komunikace, ta by měla probíhat se všemi zainteresovanými stranami. Každá zainteresovaná strana vnímá nebezpečí jinak;

- **Identifikace rizik** - při identifikaci by mělo být nalezeno maximum možných rizik, identifikace rizik vyžaduje schopnost vidět a pochopit kauzální řetězce příčin a následků;
- **Analýza rizik** – jedná se o proces rozpoznávání povahy rizika, v rámci analýzy rizik se zjišťují vzájemné závislosti různých rizik a jejich zdrojů;
- **Hodnocení rizik** – v této fázi se rozhoduje o tom, která rizika budou ošetřena;
- **Ošetření rizik** - v rámci fáze ošetření rizik jsou vybírány nejlepší možnosti, jak realizovat protiopatření, možností, jak ošetřit rizika, je více (například vyhnutí se riziku, akceptace rizik, omezení rizik, náhradní řešení, přenesení rizik, sdílení a využití rizika);
- **Monitorování a přezkoumávání** – monitorování rizik může být periodické nebo se provádí v případě potřeby.



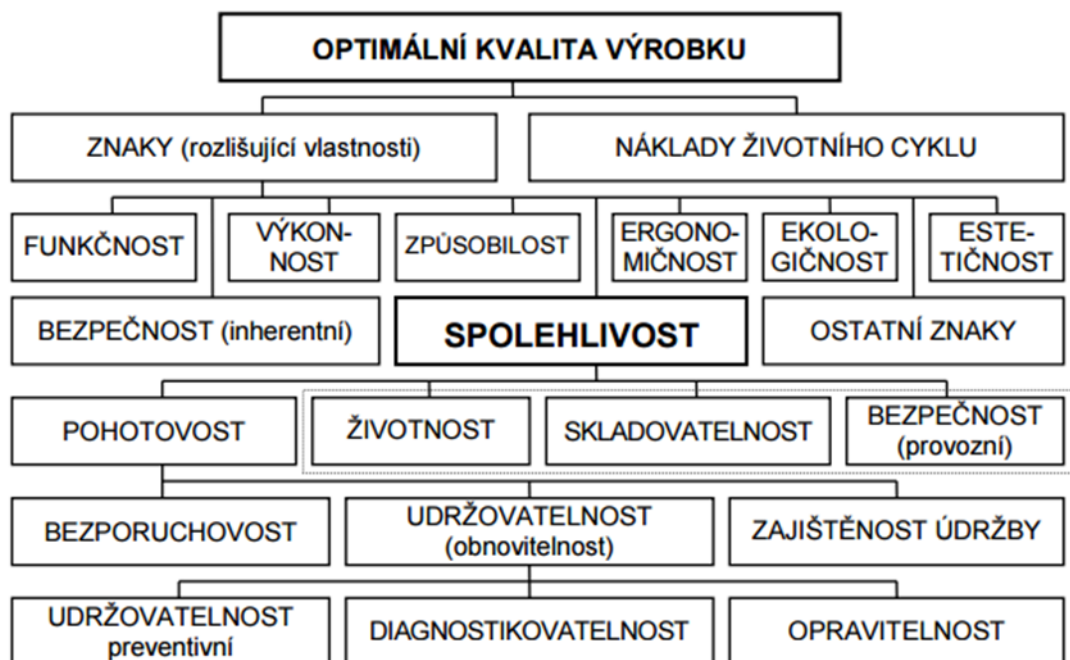
Obr. 3. Proces managementu rizik [Zdroj: 3]

## 1.4 Kvalita

Oblast řízení kvality je součástí řízení podnikových procesů. Budování systému kvality je postavené na normách a standardech. Z pohledu mezinárodní normy ISO 9000:2015 není mezi kvalitou a jakostí žádný rozdíl, jedná se o pojmy se stejným významem, pokládáme je za synonyma. Jedním z tradičních nástrojů, který se používá při řízení kvality je také zmiňovaný cyklus PDCA.

Kvalita znamená v obecném pojetí splnění požadavků zákazníka.





Obr. 4. Optimální kvalita výrobku [Zdroj: 4]

Samotné řízení kvality má několik úrovní. Mezi základní úrovně patří strategická kvalita a operativní kvalita. [5] Strategická úroveň řeší problematiku kvality jako celku v kontextu definice cílů a způsobů jejich dosažení. [5]

### Strategická kvalita

Strategické řízení kvality v sobě zahrnuje plánování, realizaci, vyhodnocování a zlepšování. Při plánování strategické kvality je velmi důležité navrhnout schéma oblasti zlepšování kvality (například výroba, servis, nákup a podobně). [5] Plán cílů kvality poskytuje komplexní přehled kontrolních činností v aktuálním a následujícím období a je každoročně aktualizován.

### Operativní kvalita

Z pohledu prevence a detekce se v oblasti plánování operativní kvality používá metoda FMEA – Analýza chyb a následků.

### Analýza chyb a následků

Metoda FMEA (Failure Mode Effect Analysis) je analytickou metodou, která zohledňuje a řeší možné problémy v průběhu vývoje produktu a procesu. Jejím hlavním cílem je podpora zlepšování procesu s důrazem na prevenci zajištění proti chybám. Počátky této metody

můžeme najít kolem roku 1949, kdy byla používána americkou armádou k odhalení chyb strojů a zařízení. V 60. letech 20. století se uplatnila ve vesmírném programu APOLLO společnosti NASA, jako nástroj pro hledání rizik. V civilním sektoru byla FMEA poprvé použita v roce 1971 společností Ford.

#### **Existuje několik aplikací analýzy FMEA:**

- **DFMEA** (Design Failure Mode and Effect Analysis) – je zaměřena na analýzu nových návrhů produktu nebo technologie.
- **SFMEA** (System Failure Mode and Effect Analysis) – používá se pro systémy.
- **PFMEA** (Process Failure Mode and Effect Analysis) – je zaměřena na analýzu procesu výroby a montáže.

#### **Cíle analýzy FMEA:**

- rozpoznat způsob selhání výrobku nebo procesu (poruchu);
- rozpoznat následek selhání;
- identifikovat opatření, která vylučují nebo snižují možnost výskytu poruchy;
- dokumentovat tento proces pro uchování zkušeností z navrhování výrobku nebo procesu;
- lepší interní komunikace;
- zkrácení dob vývoje produktu a procesu;
- lepší dodržování termínů nových vývojových projektů;
- hospodárnější sériová výroba;
- snížení garančních nákladů a nákladů v rámci servisní politiky (kulance) stanovené výrobcem nebo dodavatelem.

## 2 VÝROBA A PRŮMYSL

Výrobu je možné popsat jako proces, při kterém se proměňují výrobní faktory ve výrobky a služby. „*Tato proměna se odehrává v civilizaci, to jest ve složité struktuře sociálních vztahů, ekonomického přerozdělování společenského produktu, distribuce moci mezi jednotlivci a skupiny, vymáhaných pravidel – práva, morálního hodnocení dobra a zla i hodnocení výsledku z pohledu krásy*“. [6] Každý proces ve výrobní organizaci musí být řízen a zásobován výrobními faktory.

### Základní členění výrobních faktorů:

- **prvotní, původní** – půda, práce;
- **odvozené** – kapitál.

Půda patří mezi nejcennější přírodní zdroje, její množství je omezené. Aby mohla výrobní firma vyrábět, potřebuje prostor (půdu). Práce je především lidská aktivita, která je ovlivněna fyzickými a duševními vlastnostmi člověka. Kapitál je na rozdíl od práce a půdy výsledkem výrobní činnosti. [7] Při použití kapitálu vzniká výrobní organizaci zisk nebo úrok.

Výroba a průmysl jsou součástí národního hospodářství. Patří sem všechny odvětví lidské činnosti, které přeměňují suroviny na výrobky. V základním rozdělení se průmysl dělí na těžební, zpracovatelský a energetický. Česká republika patří mezi nejvíce průmyslové státy Evropy. [8] Struktura českého průmyslu je podobná německému průmyslu, výrobci jsou spolu úzce provázáni. Pokud si chceme udržet konkurenceschopnost, musíme reagovat na rychlý technologický vývoj. [9] Díky novým technologiím se nacházíme v takzvané čtvrté průmyslové revoluci, která je založena na principu automatizace.

### 2.1 Vymezení pojmu Průmysl 4.0

Průmysl 4.0 má svůj původ v Německu a jeho název vychází z rozdělení čtyř stupňů průmyslové revoluce. První průmyslová revoluce přinesla lidstvu parní stroj, druhá pásovou výrobu, třetí automatizaci výroby a čtvrtá je založena kyberfyzikálních systémech (CPS). Průmysl 4.0 se soustředí na využívání nových technologií, internet se stává důležitým integračním prvkem. Průmyslová revoluce se projevuje změnami v mnoha technologiích, v komunikačních, automatizačních a infromatických, ty začínají postupovat do výroby i našich životů.

*„Jde o propojování výrobních zařízení do kyberneticko-fyzických systémů společně s masivním nástupem internetu věcí, služeb a lidí cestou technologických a strukturálních změn zasahujících průmyslovou výrobu, ale i řadu dalších sektorů, samozřejmě vědu a výzkum, vzdělávání, ale i etiku a vlastně celou společnost“.* [6]

Klíčovými slovy nového průmyslového prostředí jsou: kyberfyzikální systémy, internet věcí, internet služeb, velká data, aditivní výroba a digitální ekonomika.

**Kyberfyzikální systémy** (Cyber-Physical Systém, zkratka CPS) – jsou technické systémy, v nichž síťové propojené počítače a roboti komunikují s reálným světem. Spojují v sobě teorii kybernetiky, mechaniky, konstrukční a výrobní vědy.

**Internet věcí** (Internet of Things , zkratka IoT) - již samotný název vypovídá o tom, že se jedná o internetové spojení (zejména bezdrátové) různých věcí, které mohou být řízeny na dálku díky vloženým senzorům a softwaru. Tato propojená zařízení umí komunikovat mezi sebou i se svými majiteli. Důležitá je vzájemná konektivita jednotlivých zařízení. Aplikace IoT nachází uplatnění nejen v průmyslovém odvětví, ale i v mnoha dalších odvětvích, jako je zemědělství, zdravotnictví, doprava, ale také při řešení hlavních problémů, kterým čelí lidé žijící ve městech (například znečištění a dopravní zácpy).

**Internet služeb** – propojení výroby, logistiky, marketingu a servisu.

**Velká data** – velké datové soubory dat. Organizace čím dál častěji zpracovávají velké objemy komplexních dat.

**Aditivní výroba neboli 3D tisk** – je proces, při kterém vzniká výrobek postupným nanášením tenkých vrstev materiálů na sebe (zpracovávání kovů, plastů, keramiky).

**Digitální ekonomika** – umožňuje přesunout některé běžné činnosti na internet.

## 2.2 Pět kategorií digitální zralosti firmy

Z hlediska připravenosti na čtvrtou průmyslovou revoluci skupina odborníků rozdělila firmy podle jejich digitální zralosti do pěti kategorií:

### 1. Tradiční firma na hranici katastrofy [8]

Do této kategorie jsou zařazeny firmy, které mají zavedený informační systém pro řízení výroby, ale jejich internetové připojení je pasivní (webová stránka). V této fázi začínají firmy uvažovat o digitalizaci procesů, výroby, údržby, návrhu produktu, ale nemají definovanou žádnou digitální strategii. [10]

### 2. Tradiční firma s digitálním povědomím [8]

Do druhé kategorie jsou zařazeny firmy aktivní v internetovém prostředí a začínají chápat význam dat. Realizují se první integrační projekty, mají zavedenou dílčí automatizaci. Zvažují o nastavení digitální strategie. [10]

### 3. Inovativní firma s digitálním uvědoměním [8]

Firmy využívají pro interní a externí komunikaci více kanálů, například web, mobily a tablety, sociální sítě a další nástroje pro komunikaci. Mají definovanou digitální strategii a zavedenou integrovanou automatizaci řízenou v reálném čase (systém pro řízení výroby). [10]

### 4. Digitální firma aspirující na platformu či kooperující s platformou [8]

V čtvrté kategorii ve firmě již existuje distribuovaná a personalizovaná digitální strategie. Má integrovanou datovou architekturu v celém výrobním řetězci od komunikace a sdílení dat se zákazníkem až po subdodavatele. Využívá digitální diagnostiku pro odhadování poruch a neshod v systémech (výrobní systémy, měřicí systémy a další). [10]

### 5. Exponenciální digitální firma – integrační platforma [8]

Firma je závislá na digitálních technologiích. Prostřednictvím virtuální reality nabízí svým zákazníkům produkty a komunikuje se zákazníky v průběhu celého životního cyklu partnerského vztahu. Taková firma poskytuje svým zákazníkům a subdodavatelům digitální služby a tím globálně řídí produkční doménový prostor. [10]

## 2.3 Příležitosti v novém průmyslovém prostředí

Z pohledu firem nové průmyslové prostředí umožní podnikům rychleji reagovat na potřeby zákazníků, zvýší se flexibilita, produktivita a kvalita výrobních procesů. Nové technologie Průmyslu 4.0 zvýší bezpečnost práce a bezpečnost zdraví zaměstnanců. Již nyní můžeme vidět některé nové technologie, které pomáhají při léčbě nemocných pacientů. Například

3D tisk zachraňuje životy vytvářením implantátů na míru. Systémy pro přivolání první pomoci usnadňují péči o nemocné osoby a seniory. Inteligentní technologické pomůcky pomáhají zdravotně postiženým osobám. Zavedení nových technologií také umožní zefektivnit využití zdrojů (snížení počtu pracovních úrazů, dojde ke snížení energetické a surovinové náročnosti výroby). Vzniknou nové profese a na trhu práce se zvýší poptávka po technicky vzdělané pracovní síle.

## **2.4 Rizika v novém průmyslovém prostředí**

Hrozby a rizika reagují rychle na měnící se prostředí a vývoj společnosti, vědy a techniky. Mezi největší hrozby nového průmyslového prostředí patří globální rizika, kybernetické útoky, technologická rizika, rostoucí nerovnost příjmů, politická nespokojenost, migrace, ztráta konkurenceschopnosti s negativním dopadem na zaměstnanost.

### **a) Globální rizika**

Globální rizika vznikají z narůstajících propojování technologií a výrobních procesů. Mohou negativně ovlivnit státy a jejich ekonomiky. Globalizace ovlivňuje pohyb kapitálu, zboží, pohyb lidí i myšlenek. Globální společnosti budou zanedlouho ovládat většinu trhu. Globální firmy mohou ohrozit základní fungování systému, příkladem může být výpadek internetu.

### **b) Kybernetická rizika**

Jsou uskutečňovány prostřednictvím informačních a komunikačních technologií. Patří sem například kybernetická kriminalita, kybernetická válka a kybernetická špionáž a další hrozby. Útočníci mohou být hackeři, špioni, teroristé, průmysloví špioni – od konkurentů, organizovaní zločinci a vandalové.

### **c) Technologická rizika**

S tím, jak se výrobní stroje stávají složitější, roste riziko jejich nefunkčnosti. Hrozí masivní zneužití technologií například 3D tisku a umělé inteligence. Systémy umělé inteligence (AI), přinášejí celou řadu potenciálních rizik, jako jsou možné nehody, vznik nepředvídatelné události a zneužití ohrožující bezpečnost lidí, majetek i životního prostředí. Dále kvůli technologickým rozdílům hrozí v zaostalých zemích hospodářské problémy. Chudé státy nebudou mít vlastní prostředky na výstavbu průmyslu. Z tohoto hlediska dochází k migraci lidí do bohatšího prostředí.

**d) Sociální rizika**

Prohlubující se rozdíly mezi jednotlivými skupinami, regiony, nejbohatšími a nejchudšími lidmi způsobí sociálně-ekonomické nepokoje. Jednotlivci jsou bohatší než celé státy. Lidé, kteří nerozumějí virtuálnímu světu, mohou vytvářet čím dál tím větší napětí. Mezi další socioekonomické rizikové faktory patří nedostatečně financované sociální systémy.

**e) Geopolitická rizika**

Obsahují vládní rozhodnutí, vláda může zastavit dodávky surovin a energie například kvůli válce, občanským nepokojům a terorismu. Potencionální ohrožení ze strany teroristických skupin se stále zvyšuje. Evropské země jsou cílem útoků a již byly několikrát napadeny.

**f) Ekonomická rizika**

Zahrnují nárůst cen a zdrojů, kolaps státních financí, kolaps peněžních ústavů, bankrot státu, platební neschopnost dlužníků, velké hospodářské migrace a transfery obyvatelstva, nezákonné obchody a toky financí, ekonomické sabotáže a riziko změny daní.

**g) Geologická rizika**

Možné vyčerpání nebo omezení přístupu k neobnovitelným energetickým zdrojům by zasáhlo každou oblast našeho života, například energetiku, dopravu, výrobu hnojiv, plastů, léků a řadu dalších předmětů denní spotřeby.

**h) Environmentální rizika**

Pojednávají o poškození životního prostředí, zdrojem jsou člověk a životní prostředí. Mezi významné environmentální problémy řadíme nadprodukcí odpadů, únik ropy, jaderné nehody, dopravní nehody, chemické havárie, zemětřesení, povodně, požáry, vichřice, sucho, úbytek zdrojů pitné vody, šíření civilizačních chorob a jiné.

**i) Reputační riziko**

Vzniká v důsledku negativní publicity, má vliv na existenci organizace. Zdrojem negativní publicity mohou být sociální média, naštvaný zaměstnanec, nekvalitní výrobek a dopady organizace na životní prostředí. Reputační riziko lze obtížně řídit. Čím dříve je riziko objeveno, tím dříve může být určeno. Digitální svět dává značnou moc do rukou zákazníka, ten se na základě vyhledaných informací rozmýšlí o nákupu. Prostřednictvím sociální sítě

dochází k násobení efektu drobných incidentů spojených s operačními riziky, zvyšují vystavení se reputačnímu riziku, zásadně ovlivňují rychlost šíření negativní publicity.



## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

### 3 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O VÝROBNÍ ORGANIZACI

Společnost, kterou jsem si vybrala pro svou bakalářskou práci, je výrobcem komponentů pro automobilový, elektronický a spotřební průmysl. Firma byla založena v roce 1991 jako rodinný podnik. V současné době ve svých dvou výrobních provozech zaměstnává cca 850 zaměstnanců. Mezi její přední zákazníky patří nadnárodní společnosti, jako jsou Braun, Bosch nebo Siemens.

Silnou stránkou společnosti je vlastní vývojové oddělení, které vyrábí automatizované a poloautomatizované výrobní linky včetně jejich systému řízení. Společnost se řadí mezi inovativní firmy, které využívají a podporují prvky Průmyslu 4.0. Typickým prvkem koncepce Průmyslu 4.0 je snaha o plnou automatizaci výroby. V tomto směru hledá společnost nové postupy pro automatizaci výrobních procesů. Dále společnost zavádí na výrobních linkách prediktivní údržbu. Po zavedení prediktivní údržby by mělo dojít ke snížení výrobních prostojů a nákladů na energie výrobních linek. Do rozvoje, nových technologií a zařízení společnost investuje každoročně miliony korun.

#### Vize společnosti

- Společnost se chce stát špicovým dodavatelem komponentů pro automobilový průmysl.
- Společnost chce být trvale vyhledávaným dodavatelem elektrických a elektrotechnických komponentů do automobilového a spotřebního průmyslu.
- Společnost chce být moderní společností, která se snaží vytvářet nové trendy v oblasti průmyslové automatizace.

#### Výrobní aktivity

Vývoj, výroba a prodej elektrických a elektronických produktů zahrnuje tyto procesy:

- sestavování elektronických komponent a celků na výrobních linkách (holících strojky, depilátory a držáky uhlíků do elektromotorů);
- výroba kabelových svazků;
- osazování tištěných spojů;
- pájení;
- odporové svařování;

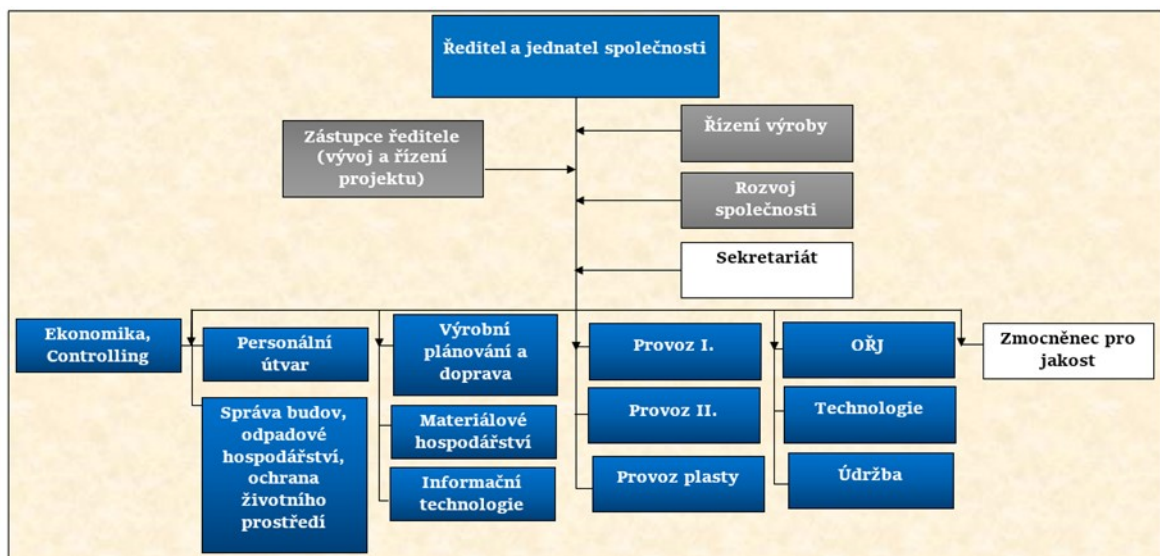
- vstřikování plastových dílů;
- montáž sestav.

Vývoj a výroba zařízení pro automatizaci výroby zahrnuje:

- výrobu specializovaných poloautomatických a automatických výrobních linek;
- vývoj aplikačního softwaru pro řízení vyvíjených linek;
- výrobu vibračních hrnců;
- výrobu samotných dílů linek na CNC strojích.

### 3.1 Organizační struktura

Uplatňování, rozvíjení systému managementu kvality a neustále zlepšování je zajišťováno managementem společnosti. Aktuální organizační schéma se vydává na základě Rozhodnutí ředitele společnosti. Organizační strukturu společnosti si můžeme prohlédnout na obrázku 5. Společnost je řízená ředitelem (majitelem) společnosti, který je nadřízený zmocněnce pro jakost. Zmocněnec pro jakost zajišťuje, že procesy potřebné pro systém managementu kvality jsou vytvářeny, uplatňovány a udržovány. Dále podává zprávy vrcholovému vedení o výkonnosti managementu kvality a potřebě zlepšování a informuje zaměstnance o závažnosti požadavků zákazníka a potřebách jakosti.



Obr. 5. Organizační struktura [Zdroj: vlastní]

**Management společnosti se na rozvíjení a neustálém zlepšování podílí:**

- stanovením politiky jakosti – je pravidelně přezkoumávána;
- stanovením cílů jakosti – společnosti a útvarů;
- prováděním přezkoumávání managementu;
- zajišťováním dostupných zdrojů;
- sdělováním uvnitř organizace, pomocí pravidelných porad vedení společnosti a porad jednotlivých oddělení.

Při zajišťování neshod, určování příčin a ověřování efektivnosti opatření jsou využívány v organizaci následující metody:

- Diagram příčin a následků
- Metoda FMEA
- Paretův diagram
- 5 Why (5 proč)
- 8 D Report
- Bezpečnostní prohlídky
- Kontrolní seznam (Checklist)
- Matice rizik

Všechny výše uvedené metody jsou součástí Plánů a řízení kontroly.

**Řízení příručky pro jakost**

Příručku jakosti zpracovává a uvolňuje zmocněnec pro jakost a schvaluje ji ředitel společnosti. Příručka jakosti podléhá minimálně jedenkrát ročně revizi, kterou provádí zmocněnec pro jakost. Revize probíhá rovněž při rozsáhlejších organizačních změnách týkajících se managementu jakosti společnosti a zásadních změn požadavků norem jakosti. Změny jednotlivých vydání Příručky jakosti jsou zaznamenávány v „Přehledu změn Příručky jakosti“. Autorizace změn je prováděna podpisem zmocněnce pro jakost a ředitelem společnosti v „Přehledu změn Příručky jakosti“ originálního výtisku. Změny jsou prováděny výměnou změněných stran v originálním výtisku a řízených kopiích (včetně přehledu změn). Při rozsáhlejších změnách nebo při větším počtu změn, které by vedly k nepřehlednosti textu, se příručka jakosti znovu vydá s aktualizovaným „Přehledem změn Příručky jakos-

ti“. Neplatné strany nebo celá příručka jakosti jsou označeny s červeným nápisem „NEPLATNÉ“.

### **Související dokumentace**

Včasné informace a dostupnost technických norem a předpisů jsou velmi důležité pro výrobní organizaci. Z tohoto důvodu je velmi užitečné seznámit se s různými informačními nástroji a dokumenty, mezi něž patří například:

- EN ISO 9001:2015 – Systém managementu jakosti;
- IATF 16949:2016 – Systém managementu kvality – Zvláštní požadavky na používání ISO 9001:2015 v organizaci zajišťující sériovou výrobu a výrobu náhradních dílů v automobilovém průmyslu. Na tuto novou normu bude muset organizace přejít do 14. září 2018. V současné době organizace používá stále ještě starou normu ISO/TS 16949 – Systém managementu kvality;
- zákon č. 90/2016 Sb., o posuzování shody stanovených výrobků při jejich dodávání na trh;
- mezinárodní, evropské a české normy, které mají vztah k předmětu podnikání (například normy z oblasti strojírenské výroby, elektrotechnické výroby, bezpečnosti práce a podobně.

## **3.2 Výrobní provoz II.**

Výrobní společnost vyrábí produkty ve dvou výrobních provozech. Předmětem bakalářské práce je analýza rizik výrobního procesu, která se týká výrobního provozu II. – Elektronika.

Ve výrobním provozu Elektronika se nachází kancelář mistrů, technologů, pracoviště speciálních zakázek. Dále je ve výrobním provozu sklad pro elektronické součástky, obaly a expediční materiál. Všechny materiály jsou uloženy do ESD přepravek v kovových regálech a manipulačních plochách. Manipulace s materiálem se provádí ručně. Osazené DPS se ukládají do zakladačů, beden nebo blistrů.

Ve výrobním provozu se osazují a kontrolují desky plošných spojů. Součástky s drátovými vývody (THT) se osazují na DPS ručně. Následné pájení se provádí pájecí vlnou nebo ročně na pomocí německých pájecích stanic Weller. Součástky SMD jsou osazovány na au-

tomatických osazovacích linkách. Hořlavé kapaliny se skladují v kovové uzemněné skříně. Pracoviště výroby jsou vzduchotechnicky, klimaticky a přirozeně odvětrána.



*Obr. 6. Výrobní provoz II. [Zdroj: vlastní]*

### **Povinnosti pracovníků**

- Před vstupem do prostoru EPA musí každý pracovník projít testováním antistatické obuvi, antistatického náramku a potvrzení oblečení antistatického pláště. Toto testování se provádí jedenkrát denně při prvním vstupu do vyhrazeného prostoru EPA.
- Do prostoru EPA se nesmí vnášet žádné věci, které by mohly vyvolat vznik ESD (igelitové tašky a sáčky, hřebínky, plastové hníčky, plastové láhve, kosmetické pomůcky).
- Vstupovat do prostor EPA se může pouze v antistatické obuvi a plášti, který musí být bezpodmínečně zapnut.
- Antistatická náramek si může pracovník odpojit až po stoupnutí ze židle.
- V prostoru EPA se nesmí používat žádné potraviny a kouření je zakázáno.
- Používání mobilního telefonu je rovněž zakázáno.
- Každý pracovník je povinen při vykonávání pracovní operace mít na pracovišti: technologický postup operace, záznam závad, krabičku pro neshodný produkt, katalog chyb a další přílohy pokud jsou uvedeny v TPO, měřky a přípravky, které jsou uvedeny v TPO a další pomůcky, které jsou uvedeny v TPO.

- Pokud se na pracovišti používají krabičky s materiálem, musí být tyto krabičky označeny štítkem s číslem materiálu.
- V případě zvláštních zakázek je nutné mít na pracovišti výrobní dokumentaci (výkres, kusovník) zpravidla dodanou zákazníkem a formulář – Průvodka pro zvláštní zakázku, kde pracovník vyplní číslo výrobku, počet kusů a čas potřebný pro provedení operace.



*Obr. 7. Test ESD [Zdroj: 10]*

## 4 ANALÝZA VÝROBNÍHO PROCESU MONTÁŽNÍ LINKY

K dosažení hlavního cíle analýzy rizik mi budou dopomáhat následující dílčí cíle, které jsem definovala následovně:

- Identifikace významných rizik pomocí kontrolního seznamu.
- Stanovení významnosti dopadů jednotlivých identifikovaných rizik a určení pravděpodobnosti jejich výskytu metodou PNH.
- Vypracování doporučení pro ošetření identifikovaných rizik na základě vyhodnocených výsledků analýzy.

### 4.1 Popis montážní linky

Montážní linka slouží ke kompletaci a testování výrobků pro automobilový průmysl. Linka se skládá z následujících funkčních a měřících stanic:

1. Vládání konektoru a DPS
2. Rezerva
3. Test VN
4. Lisování konektoru
5. Rezerva
6. Nanesení tavidla
7. Rezerva
8. Předehřev 1
9. Předehřev 2
10. Pájení (probíhá v ochranné dusíkové atmosféře)
11. Rezerva
12. Rezerva
13. Měřicí výška HAL IC a délky pájení pinu
14. Test zkratu, měření kapacity (pro typy s kondenzátory), test kontroly vyhnutí PWR kontaktu pomocí kamery
15. Kontrola sevření/rozevření PWR kontaktů pomocí kamery
16. Kontrola funkce HALL IC
17. Kontrola funkce HALL IC při 9V, 12V, 16V



18. Rezerva
19. Nadzvednutí dílu, vyjmutí shodného dílu, potisk shodného a uložení dílu na výstupní dopravník
20. Vyjmutí neshodného dílu

### Technologický postup výroby

Výrobní proces probíhá tak, že na stanici č. 1 vloží obsluha montážní linky nejprve DPS a poté konektor do vozíku. Pracovní cyklus je zahájen současným stlačením obou tlačítek START (v ručním režimu), nebo, po oddělení rukou s pracovního prostoru karuselu (hlídáno čidlem). Režimy je možné měnit přepínačem. Díl je postupně testován na elektrickou pevnost (konektor), zkompletován, zapájen, testován. Shodný díl je po projití cyklu vyjmut z vozíku, potisknut a uložen na dopravník, který jej dopraví na pracoviště výstupní kontroly. Poté pracovnice výstupní kontroly zkontroluje díl a vloží ho do připraveného blistru.



Obr. 8. Výrobky uložené v blistrech [Zdroj: vlastní]

## 4.2 Identifikace rizikových faktorů

Analýza pomocí kontrolního seznamu vychází obvykle z nějaké dobré praxe, pomocí které je vytvořen seznam identifikovaných rizik. Tuto metodu jsem zvolila, protože patří mezi ty jednodušší techniky a zároveň je i velmi účinná. Při analýze jsem spolupracovala s několika odborníky, kteří mají na starost řízení kvality a údržbu linky. Na základě mých návštěv v podniku a diskuzí byla identifikována rizika, která by mohla ohrozit bezpečnost pracovníků.

Tab. 1. Montážní pájecí linka [Zdroj: vlastní]

MONTÁŽNÍ PÁJECÍ LINKA		ANO	NE
1	Jsou všechny kryty montážní linky zajištěny a nesnadno odstranitelné?	X	
2	Chrání ochranné kryty montážní linky dostatečně ruce, paže a jiné části těla pracovníků před kontaktem s nebezpečnými pohyblivými částmi?	X	
3	Může nějaký předmět spadnout do pohyblivé části montážní linky?	X	
4	Je možné odstranit kryty bez zastavení nebezpečného chodu karuselu?	X	
5	Je pro obsluhu stroje snadné dosáhnout na ovládače „zapnuto“ a vypnuto“?	X	
6	Funguje bezpečnostní zařízení karuselu (například ochranné zařízení)?	X	
7	Může být oděv zaměstnance zachycen pohyblivými částmi strojů a způsobit zaměstnanci zranění?	X	
8	Dochází ke kontaktu zaměstnanců s horkými nebo studenými materiály a zařízeními?	X	
9	Provádí se čištění a údržba strojů, jsou-li připojeny ke zdroji energie?	X	

Tab. 2. Pracovní postupy [Zdroj: vlastní]

PRACOVNÍ POSTUPY		ANO	NE
10	Jsou zaměstnanci školeni, jak používat karusel?	X	
11	Mají zaměstnanci odpovídající znalosti a dovednosti pro provádění prací?	X	
12	Jsou k dispozici pracovní postupy?	X	
13	Jsou zaměstnanci povinni čistit pracoviště?	X	

Tab. 3. Osobní ochranné prostředky [Zdroj: vlastní]

OSOBNÍ OCHRANNÉ PROSTŘEDKY		ANO	NE
14	Nosí pracovníci předepsaný antistatický plášť?	X	
15	Používají pracovníci správné ochranné rukavice?	X	
16	Nosí pracovníci antistatickou obuv?	X	
17	Používají pracovníci antistatické náramky?	X	

Tab. 4. Elektrické nebezpečí [Zdroj: vlastní]

ELEKTRICKÉ NEBEZPEČÍ		ANO	NE
17	Jsou stroje poháněné elektrinou uzemněny?	X	
18	Jsou všechny elektrické šňůry, kabely a vidlice elektrického přívodu udržovány v dobrém stavu?	X	
19	Jsou všechny zástrčky, přípojky, spínače, spojky izolovány?	X	

Tab. 5. Osvětlení [Zdroj: vlastní]

OSVĚTLENÍ		ANO	NE
20	Je osvětlení na pracovištích dostatečné pro efektivní a přesné provádění úkolů?		X
21	Jsou v pracovním prostoru viditelné stíny, které mohou ovlivnit účinnost a přesnost práce?		X
22	Existují nějaké stížnosti zaměstnanců na špatnou viditelnost, ostré světlo nebo nevhodné osvětlení na pracovišti?	X	

Tab. 6. Ergonomie [Zdroj: vlastní]

ERGONOMIE		ANO	NE
23	Jsou zaměstnanci vystaveni nebezpečí či riziku opakovaného pohybu?	X	
24	Jsou zaměstnanci vystaveni nebezpečí nebo riziku ruční manipulace?	X	
25	Vykonávají zde zaměstnanci monotónní práci?	X	
26	Je výška židle snadno nastavitelná?	X	
27	Je k dispozici v případě nutnosti podpěrka nohou?	X	

Tab. 7. Zdravotní rizika [Zdroj: vlastní]

ZDRAVOTNÍ RIZIKA		ANO	NE
28	Chodí zaměstnanci na lékařské kontroly?		
29	Pracují zaměstnanci na noční směny?	X	
30	Věnuje se pozornost stížnostem zaměstnanců na problémy s jejich zrakem?		X

Tab. 8. Požár [Zdroj: vlastní]

POŽÁR		ANO	NE
31	Používáte oxidující nebo hořlavé látky jako například barvy, rozpouštědla?	X	
32	Existují nějaké zdroje zapálení (například elektrické zařízení, elektrostatické výboje nebo vysoká teplota)?	X	
33	Jsou zaměstnanci, kteří používají spalitelné nebo hořlavé materiály pravidelně informováni o nebezpečných vlastnostech těchto chemikálií?	X	
34	Existuje v místě hasicí zařízení a je vhodné?	X	
35	Je hasicí zařízení provozuschopné a je pravidelně prováděn servis?	X	
36	Je hasicí zařízení snadno dostupné?	X	
37	Existuje plán únikových cest a nouzových vchodů?	X	
38	Jsou únikové cesty značeny?	X	
39	Jsou prováděny protipožární cvičení a cvičné požární poplachy?	X	
40	Je v místě větrací zařízení a je pravidelně kontrolováno?	X	

Tab. 9. Hluk a vibrace [Zdroj: vlastní]

HLUK		ANO	NE
41	Mohou se vyskytnout vysoké hodnoty hluku jako důsledek pracovních procesů (například dopad kovu na kov, stroje)?	X	
VIBRACE		ANO	NE
42	Provádí se práce, při kterých mohou být pociťovány jasné vibrace při stání nebo sedění?		X

Tab. 10. Chemické látky [Zdroj: vlastní]

CHEMICKÁ RIZIKA		ANO	NE
43	Používají se nebezpečné chemické látky (klasifikované jako velmi jedovaté, škodlivé, korodující, dráždivé, senzibilující, karcinogenní, mutagenní, toxické pro reprodukci, výbušné, oxidující, extrémně hořlavé, vysoce hořlavé nebo hořlavé?	X	
44	Jsou všechny nebezpečné chemické látky řádně označeny?	X	
45	Je se všemi nebezpečnými chemickými látkami manipulováno správně?	X	
46	Jsou zabezpečeny kolektivní ochranné pomůcky (větrací zařízení a zařízení k místnímu odsávání) pro všechny pracoviště, kde jsou používány chemické látky?	X	
47	Kontrolujete pravidelně větrací zařízení?	X	
48	Zajišťujete pravidelné lékařské kontroly pro zaměstnance, kteří jsou vystaveni nebezpečným chemickým látkám nebo přípravkům?	X	

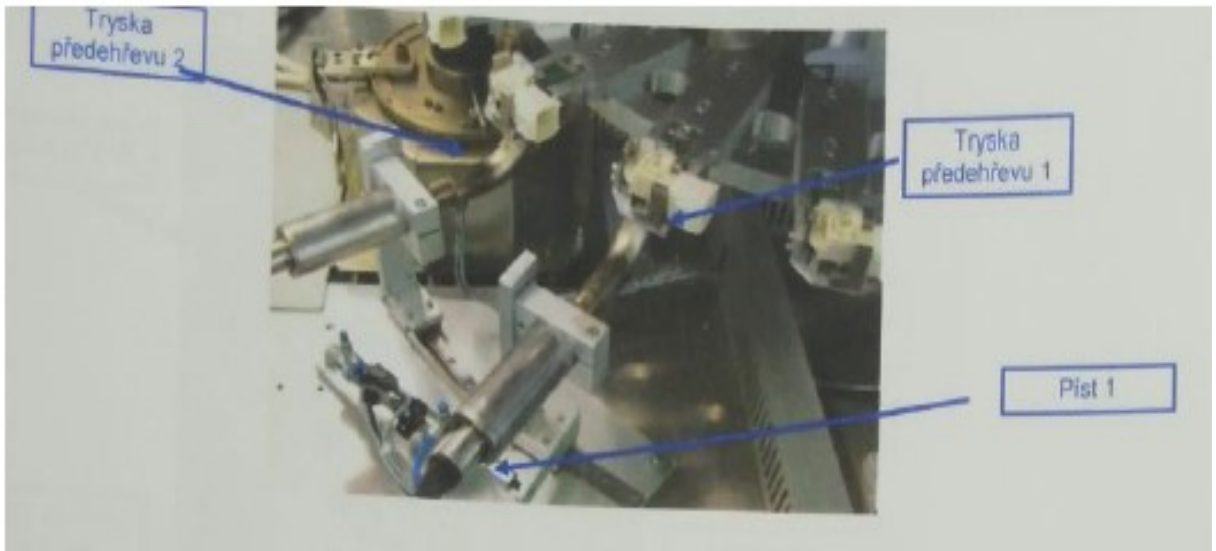
#### 4.1 Vyhodnocení a navrhovaná opatření

Analýza rizik pomocí kontrolního seznamu prokázala, že při dodržování bezpečnostních norem, pracovních postupů a bezpečnostních předpisů je stroj bezpečný. Dále také poukázala na špatné osvětlení, na nevyhovující prostorové uspořádání vybavení pracoviště (zejména nevyhovující židle) a také se zjistilo hrozící nebezpečí popálení rukou nebo požáru při práci s pájecí vlnou a přehřevem na stanicích 8 až 10.

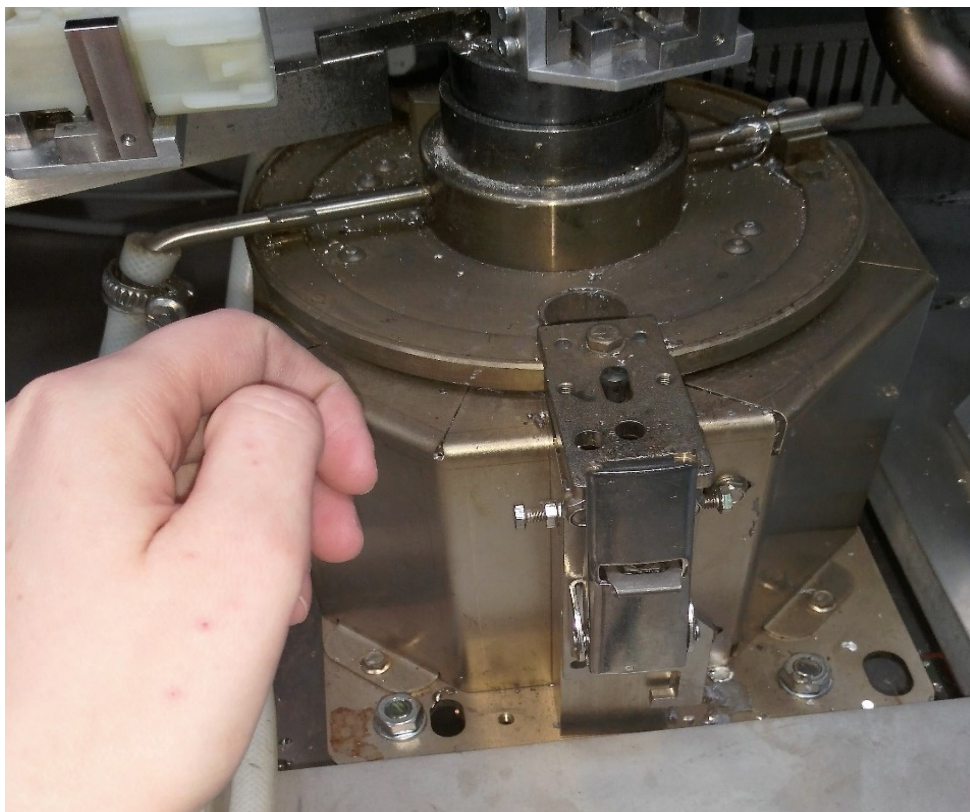
### Navrhovaná opatření

Na základě vyhodnocených výsledků doporučuji:

- používání přídavného místního nebo lokalizovaného osvětlení na pracovištích, kde jsou vyžadovány vysoké úrovně osvětlení, úpravu pracoviště, typ a specifikace žárovek (výkon, barva světla a index padání barev);
- zlepšení ergonomické funkčnosti vybavení pracoviště, zejména prostorových uspořádání mezi stoly a židlí;
- systematické lékařské monitorování zdraví zaměstnanců (zejména problémů zraku a muskuloskeletální problémy);
- neprovádět údržbu stroje připojeného ke zdroji energie;
- při práci s pájecí vlnou nikdy nečistit stroj lihem;
- při práci s pájecí vlnou (čištění vlny, doplňování cínu) používat ochranné rukavice.



Obr. 9. Nebezpečná část montážní linky [Zdroj: vlastní]



Obr. 10. Nebezpečná část montážního a pájecí linky [Zdroj: vlastní]

#### 4.2 Metoda PNH

Jedná se o jednu s nejpoužívanějších metod, strukturou je podobná matici rizik. Použití této metody vyžaduje, aby byly k dispozici osoby, které mají odborné znalosti. Výsledná hodnota rizika je stanovena jako součin pravděpodobnosti vzniku rizika, závažnosti možných následků a názor hodnotitele.

***R** – míra rizika, **P** – pravděpodobnost vzniku rizika, **N** – pravděpodobnost následku,*

***H** – názor hodnotitele.*

Vzoreček pro výpočet míry rizika je:  **$R = P \times N \times H$** .

Metoda PNH může mít několik stupňů pravděpodobnosti (obvykle se stanovuje pět stupňů), následně je ke každému stupni přiřazena slovní charakteristika. Příklady přiřazení hodnot jsou uvedeny v níže uvedených tabulkách.



Tab. 11. Pravděpodobnost výskytu rizika [Zdroj: vlastní]

P – pravděpodobnost vzniku a existence nebezpečí	
velmi častý výskyt	6
častý výskyt	5
občasný výskyt	4
možných výskyt	3
nepravděpodobný výskyt	2
téměř nemožný výskyt	1

Tab. 12. Pravděpodobnost následku [Zdroj: vlastní]

N – pravděpodobnost následku	
katastrofické	9 až 10
velmi závažné	7 až 8
významné	4 až 6
malé	2 až 3
zanedbatelné	1

Tab. 13. Názor hodnotitele [Zdroj: vlastní]

H – názor hodnotitele	
<b>Nepřijatelné riziko</b> – činnost nesmí být započata nebo v ní pokračováno do doby, než riziko bude redukováno.	4
<b>Nežádoucí riziko</b> – jsou nutná preventivní opatření a kontrola jejich dodržování. Bez toho není možné ohrožené pracovní činnosti provádět.	3
<b>Přijatelné riziko</b> – nepřiliš významné riziko. Je třeba je monitorovat a kontrolovat	2
<b>Akceptovatelné riziko</b> – nejsou potřebná žádná opatření.	1

Tab. 14. Výsledky hodnocení míry rizika [Zdroj: vlastní]

Rizikový stupeň	R	Míra rizika
I.	více než 100	nepříjatelné riziko
II.	51 až 100	nežádoucí riziko
III.	11 až 50	mírné riziko
IV.	30 až 10	akceptovatelné riziko
V.	méně než 3	bezvýznamné riziko

Tab. 15. Analýza metodou PNH – I [Zdroj: vlastní]

Subsystém	Identifikace nebezpečí	Vyhodnocení závažnosti rizika				Bezpečnostní opatření
		P	N	H	R	
Montážní pájecí linka/kontrola a obsluha chodu stroje						
nebezpečí za chodu stroje	sevření prstů při rovnání DPS a konektoru ve stroji	2	2	2	8	dbát mimořádné opatrnosti při rovnání DPS a konektoru ve stroji
nebezpečí při chodu stroje	zachycení oděvu ve stroji	1	1	1	1	při práci používat upnutý a zapnutý pracovní oděv bez volně vlajících částí
nebezpečí za chodu stroje	porucha chodu stroje (mechanická porucha)	2	2	2	8	opravy stroje provádět pouze dle návodu výrobce a dle interních pracovního postupu

Tab. 16. Analýza metodou PNH – II [Zdroj: vlastní]

Subsystém	Identifikace nebezpečí	Vyhodnocení závažnosti rizika				Bezpečnostní opatření
		P	N	H	R	
Montážní pájecí linka		P	N	H	R	
Nebezpečí za chodu stroje	udeření pohyblivými částmi stroje	1	1	2	2	udržovat odstup od pohyblivých částí stroje, v případě poruchy nebo jiné závady nejdříve vypnout stroj a opravu nebo jinou manipulaci provádět po zastavení stroje
nebezpečí za chodu stroje	stlačení mezi pevnou a pohyblivou částí stroje	1	1	2	2	udržovat odstup od pohyblivé části stroje, v případě poruchy nebo jiné závady nejdříve vypnout stroj a opravu nebo jinou manipulaci provádět po zastavení stroje
nebezpečí za chodu stroje	popálení rukou při doplňování cínu do pájecí vany	3	2	2	12	Podle potřeby upozornit na nebezpečná místa, kde hrozí zaměstnancům popálení, výstražnými tabulkami

Tab. 17. Analýza metodou PNH – III [Zdroj: vlastní]

Sub-systém	Identifikace nebezpečí	Vyhodnocení závažnosti rizika				Bezpečnostní opatření
		P	N	H	R	
Montážní pájecí linka						
nebezpečí za chodu stroje	úraz elektrickým proudem	2	2	1	4	Zajistit, aby práci na elektrickém zařízení prováděli jen zaměstnanci s příslušnou elektrotechnickou kvalifikací, soustavně kontrolovat technický stav elektrického zařízení, neprovádět zakázanou manipulaci s elektrickým zařízením
Montážní a pájecí linka/nebezpečí za chodu stroje/ruční nářadí						
ruční nářadí	vyklouznutí nářadí z ruky, poranění ruky	2	2	1	4	používat nepoškozené nářadí, udržovat suchých a čistých rukojetí a uchopovacích částí, pro danou práci používat správný druh a velikost nářadí
ruční nářadí	stísněné prostory (odřeny rukou při práci s nářadím ve stísněných prostorech, při seřizování, opravách, údržbě	1	2	1	2	ve stísněných prostorech dbát zvýšené opatrnosti při manipulaci s ručním nářadím

Tab. 18. Analýza metodou PNH – IV [Zdroj: vlastní]

Sub-systém	Identifikace nebezpečí	Vyhodnocení závažnosti rizika				Bezpečnostní opatření
		P	N	H	R	
Montážní a pájecí linka/nebezpečí za chodu stroje/ruční nářadí						
ruční nářadí	zasažení osoby uvolněným nástrojem	1	2	1	2	nepoužívat poškozené nářadí (s uvolněnou násadou, deformovanou pracovní částí a podobně)
Montážní a pájecí linka/seřizování stroje/šroubováky						
šroubováky	píchnutí, bodnutí šroubovákem při jeho sklouznutí	1	2	2	2	dbát zvýšené opatrnosti při manipulaci s ručním nářadím
šroubováky	kontakt ostří šroubováku s dlaní při vynaloženém úsilí	1	2	1	2	nikdy nešroubovat předměty v ruce proti dlaní, při šroubování nedržet malé předměty v ruce
Montáž a pájecí karusel/seřízení stroje/kleště a nože						
kleště	vyklouznutí kleští z rukou	1	2	1	2	kleště držet na konci rukojeti, rukojeť kleští udržovat nezamaštěné
kleště	sevření, přiskřípnutí dlaní rukou	1	2	1	2	dbát zvýšené opatrnosti při manipulaci
nože	pořezání, píchnutí nožem	1	2	1	2	nenosit otevřené nože v kapse, nože ukládat na bezpečné místo

Tab. 19. Analýza metodou PNH -V [Zdroj: vlastní]

Sub-systém	Identifikace nebezpečí	Vyhodnocení závažnosti rizika				Bezpečnostní opatření
		P	N	H	R	
Montážní pájecí linka/manipulace s materiálem						
manipulace s materiálem	při zvedání těžkého břemene – muskuloskeletální problémy;	2	2	2	8	školení zaměstnanců, jak správně zvedat a nosit břemeno
Montážní a pájecí linka osvětlení						
osvětlení	nedostatek osvětlení, poškození zraku	2	2	2	8	kde jsou vyžadovány vysoké úrovně osvětlení, úpravy pracoviště, typ a specifikace žárovek /výkon, barva a index barev)

### 4.3 Vyhodnocení metody PNH

Na montážním a pájecím zařízení byl identifikováno několik nebezpečí pomocí metody PNH. U těchto nebezpečí byla odhadnuta míra rizika a navržena ochranná opatření. Z provedené analýzy rizik montážního a pájecího zařízení vyplývá, že ve sledovaných parametrech vyhovuje a může být při realizaci ochranných opatření považováno za bezpečné.

## ZÁVĚR

Problematika zajištění bezpečnosti strojů není vůbec jednoduchá. V této bakalářské práci se věnuji bezpečnosti montážní linky, která vyrábí komponenty do automobilů. Bezpečnost strojního zařízení je pro lidskou obsluhu velmi důležitá. Mechanické pohyby stroje, elektrický proud a horké materiály mohou způsobit závažné úrazy. Ne vždy je chování montážní linky a obsluhy stroje předvídatelné, protože pohyby stroje jsou dnes řízeny programem, který zná jen výrobce. Nehledě na neočekávaná chování pracovníků.

Hlavní cílem mé bakalářské práce bylo vypracování analýzy rizik, která se týká montážní linky. Pro potřebu identifikace rizik jsem použila kontrolní seznamy a následně je vyhodnotila. Po vyhodnocení kontrolních seznamů bylo zjištěno, že při čištění montážní linky a doplňování cínu dochází ke kontaktu pracovníků s horkými materiály strojního zařízení a může dojít i k požáru. Proto byla navržena nápravná opatření, která by měla zabránit vzniku nebezpečných situací.

Teoretická část práce je rozdělena do kapitol, které se zabývají trvalým zlepšováním procesů organizace, což úzce souvisí s novým trendem nazvaným Průmysl 4.0. Tato nová koncepce je založena na principu automatizovat vše, co se dá. Dalším rysem Průmyslu 4.0 je digitalizace, které se věnuji ve druhé kapitole.

Průmysl 4.0 přináší nové příležitosti, ale i rizika. Na mnoha moderních zařízeních je společnost závislá už nyní. Příkladem jsou různá elektronická zařízení, která mohou v případě poruchy způsobit řadu neočekávaných problémů, jenž se musí monitorovat a řídit. Z tohoto důvodu vznikl i management rizik.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] VEBER, Jaromír. *Management inovací*. 1. Praha: Management Press, 2016. ISBN 978-80-7261-423-3.
- [2] *Perspektivy kvality: Management rizik*. Praha: Česká společnost pro jakost, 2012, **2015**(2). ISSN 18005-6857.
- [3] *Perspektivy kvality: Revize klíčových norem systémů managementu*. Praha: Česká společnost pro jakost, 2015, **2015**(1). ISSN 1805-496X.
- [4] *Management rizik ČSN ISO 31000: Principy a směrnice*. 2010. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, 2010.
- [5] *IS a nástroje řízení jakosti* [online]. b.r. [cit. 2017-05-22]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz>
- [6] *Perspektivy kvality: Průmysl 4.0*. Praha: Česká společnost pro jakost, 2016, **2016**(3). ISSN 1805-496.
- [7] MACKOVÁ, Libuše. *Mikroekonomie: Základní kurz*. 1. Praha: MELANDRIUM, 2010. ISBN 978-80-86175-70-6.
- [8] *Monotematická příloha strojírenského měsíčníku MM Průmyslové spektrum: Industry 4.0 průmysl současnosti*. Praha: MM publishing, 2016, **2016**. ISSN 1212-5272.
- [9] JUROVÁ, MARIE. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. 2016. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5717-9.
- [10] MAŘÍK, Vladimír. *Průmysl 4.0: Výzva pro Českou republiku*. 1. Praha: Management Press, 2016. ISBN 978-80-7261-440-0.



**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

<b>AI</b>	Systemy umělé inteligence
<b>CNC</b>	Computerized Numerical Control
<b>CPS</b>	Cyber-Physical Systems
<b>DFMEA</b>	Design Failure Mode and Effect Analysis
<b>DPS</b>	Desky plošných spojů
<b>ESD</b>	Electrostatic discharge (elektrostatický výboj)
<b>FMEA</b>	Failure Mode Effect Analysis
<b>HALL IC</b>	Hallova sonda
<b>IoT</b>	Internet of Things
<b>PFMEA</b>	Process Failure Mode and Effect Analysis
<b>SFMEA</b>	System Failure Mode and Effect Analysis
<b>SMD</b>	Surface Mount Device – součástka pro povrchovou montáž plošných spojů
<b>TPO</b>	Technologický postup operace

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obr. 1. Vlevo je cyklus Shewarta, vpravo cyklus PDCA [Zdroj: vlastní] .....</i>	<i>12</i>
<i>Obr. 2. Smyčka managementu rizik [Zdroj: 2] .....</i>	<i>13</i>
<i>Obr. 3. Proces managementu rizik [Zdroj:3] .....</i>	<i>16</i>
<i>Obr. 4. Optimální kvalita výrobku [Zdroj: 4] .....</i>	<i>17</i>
<i>Obr. 5. Organizační struktura [Zdroj: vlastní] .....</i>	<i>27</i>
<i>Obr. 6. Výrobní provoz II. [Zdroj: vlastní].....</i>	<i>30</i>
<i>Obr. 7. Test ESD [Zdroj: 10] .....</i>	<i>31</i>
<i>Obr. 8. Výrobky uložené v blistrech [Zdroj: vlastní] .....</i>	<i>33</i>
<i>Obr. 9. Nebezpečná část montážní linky [Zdroj: vlastní] .....</i>	<i>39</i>
<i>Obr. 10. Nebezpečná část montážního a pájecí linky [Zdroj: vlastní] .....</i>	<i>40</i>

**SEZNAM TABULEK**

<i>Tab. 1. Montážní pájecí linka [Zdroj: vlastní]</i> .....	34
<i>Tab. 2. Pracovní postupy [Zdroj: vlastní]</i> .....	35
<i>Tab. 3. Osobní ochranné prostředky [Zdroj: vlastní]</i> .....	35
<i>Tab. 4. Elektrické nebezpečí [Zdroj: vlastní]</i> .....	35
<i>Tab. 5. Osvětlení [Zdroj: vlastní]</i> .....	36
<i>Tab. 6. Ergonomie [Zdroj: vlastní]</i> .....	36
<i>Tab. 7. Zdravotní rizika [Zdroj: vlastní]</i> .....	36
<i>Tab. 8. Požár [Zdroj: vlastní]</i> .....	37
<i>Tab. 9. Hluk a vibrace [Zdroj: vlastní]</i> .....	37
<i>Tab. 10. Chemické látky [Zdroj: vlastní]</i> .....	38
<i>Tab. 11. Pravděpodobnost výskytu rizika [Zdroj: vlastní]</i> .....	41
<i>Tab. 12. Pravděpodobnost následku [Zdroj: vlastní]</i> .....	41
<i>Tab. 13. Názor hodnotitele [Zdroj: vlastní]</i> .....	41
<i>Tab. 14. Výsledky hodnocení míry rizika [Zdroj: vlastní]</i> .....	42
<i>Tab. 15. Analýza metodou PNH – I [Zdroj: vlastní]</i> .....	42
<i>Tab. 16. Analýza metodou PNH – II [Zdroj: vlastní]</i> .....	43
<i>Tab. 17. Analýza metodou PNH – III [Zdroj: vlastní]</i> .....	44
<i>Tab. 18. Analýza metodou PNH – IV [Zdroj: vlastní]</i> .....	45
<i>Tab. 19. Analýza metodou PNH -V [Zdroj: vlastní]</i> .....	46