

# Řízení rizik ve výrobním procesu ve vybrané společnosti

Matěj Lanšperk

---

Bakalářská práce  
2024

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta logistiky a krizového řízení

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta logistiky a krizového řízení  
Ústav logistiky

Akademický rok: 2023/2024

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Matěj Lanšperk
Osobní číslo:	L21097
Studijní program:	B1041P040003 Aplikovaná logistika
Forma studia:	Prezenční
Téma práce:	Řízení rizik ve výrobním procesu ve vybrané společnosti

### Zásady pro vypracování

1. Proveďte literární rešerši v oblasti řízení rizik a ergonomie.
2. Proveďte analýzu současného stavu výroby v podniku.
3. Zpracujte návrhy na zlepšení stavu výroby podniku.

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

Seznam doporučené literatury:

1. AYYUB, Bilal M. *Risk Analysis in Engineering and Economics*. Second edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2014. ISBN 978-1-4665-1825-4.
  2. SALVENDY, Gavriel a KARWOWSKI Waldemar (ed.). *Handbook of Human Factors and Ergonomics*. Fifth edition. Hoboken: Wiley, 2021. ISBN 978-1-119-63608-3.
  3. SMEJKAL, Vladimír a RAIS Karel. *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích*. Čtvrté aktualizované a rozšířené vydání. Praha: Grada Publishing, 2013. ISBN 978-80-247-4644-9.
- Další odborná literatura dle doporučení vedoucí bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Tereza Bartošová**  
Ústav logistiky

Datum zadání bakalářské práce: **1. prosince 2023**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **3. května 2024**

L.S.

---

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

---

**doc. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.**  
ředitel ústavu

V Uherském Hradišti dne 4. prosince 2023

## PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- 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;
- 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 – 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 projekt 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 obsahově totožné.

V Uherském Hradišti, dne: 3. 5. 2024

Jméno a příjmení studenta: Matěj Lanšperk

.....  
podpis studenta

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce se zabývá řízením rizik a ergonomií ve společnosti, která se zabývá výrobou malých sportovních letadel. V teoretické části jsou popsány základní pojmy spojené s řízením rizik a ergonomií. V praktické části je pak provedena analýza rizik pomocí FMEA analýzy. Na základě výsledků FMEA analýzy byla následně provedena ergonomická analýza vybraných pracovišť. Nalezená rizika jsou vyhodnocena a pro neakceptovatelná rizika jsou navržena opatření. Navržená opatření redukuje hodnotu rizik na uspokojivou úroveň.

Klíčová slova: řízení rizik, riziko, analýza rizik, výrobní systém, ergonomie

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis deals with risk management and ergonomics in a company that manufactures small sport aircraft. The theoretical part describes the basic concepts related to risk management and ergonomics. In the practical part, a risk analysis is then performed using FMEA analysis. Based on the results of the FMEA analysis, an ergonomic analysis of selected workplaces was subsequently performed. The risks found are evaluated and measures are proposed for unacceptable risks. The proposed measures reduce the value of the risks to a satisfactory level.

Keywords: risk management, risk, risk analysis, production system, ergonomics

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

# OBSAH

ÚVOD.....	9
<b>I TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>10</b>
<b>1 ZÁKLADNÍ POJMY ŘÍZENÍ RIZIK .....</b>	<b>11</b>
1.1 RIZIKO.....	11
1.2 AKTIVUM .....	13
1.3 NEBEZPEČÍ .....	13
1.4 HROZBA .....	13
1.5 ZRANITELNOST.....	14
1.6 PROTIOPATŘENÍ.....	14
<b>2 ŘÍZENÍ RIZIK .....</b>	<b>15</b>
2.1 STANOVENÍ KONTEXTU ORGANIZACE .....	16
2.2 ZÁKLADNÍ KROKY ŘÍZENÍ RIZIK.....	17
2.2.1 Identifikace rizik .....	17
2.2.2 Analýza rizik .....	18
2.2.3 Hodnocení rizik.....	20
2.2.4 Ošetření rizik .....	20
2.3 MONITOROVÁNÍ A PŘEZKOUMÁVÁNÍ RIZIKA .....	22
2.4 ZAZNAMENÁVÁNÍ A PODÁVÁNÍ HLÁŠENÍ.....	23
<b>3 METODY A ANALÝZY POUŽITÉ V TÉTO PRÁCI.....</b>	<b>24</b>
3.1 ANALÝZA FMEA .....	24
3.2 SWOT ANALÝZA .....	26
3.2.1 Postup tvorby SWOT analýzy.....	27
3.2.2 Možné strategie vyplývající z analýzy .....	28
<b>4 ERGONOMIE .....</b>	<b>30</b>
4.1 DEFINICE ERGONOMIE .....	30
4.2 ZÁKLADNÍ OBLASTI ERGONOMIE .....	30
4.3 VÝVOJ ERGONOMIE .....	31
4.4 FYZICKÁ ERGONOMIE .....	32
4.4.1 Vibrace .....	32
4.4.2 Ruční manipulace s břemeny .....	33
4.4.3 Vynucené pracovní polohy .....	34
4.5 ERGONOMICKÝ CHECKLIST .....	35
<b>5 METODIKA PRÁCE.....</b>	<b>36</b>
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST.....</b>	<b>37</b>
<b>6 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI.....</b>	<b>38</b>

6.1	STANOVENÍ KONTEXTU ORGANIZACE .....	39
<b>7</b>	<b>ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VÝROBY .....</b>	<b>41</b>
7.1	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU NA ODDĚLENÍ MONTÁŽE .....	42
7.2	ANALÝZA RIZIK NA VYBRANÝCH PRACOVIŠTÍCH.....	44
7.3	VYHODNOCENÍ FMEA ANALÝZ VYBRANÝCH PROCESŮ .....	47
7.4	ERGONOMICKÉ ANALÝZY VYBRANÝCH PRACOVIŠŤ.....	48
<b>8</b>	<b>NAVRŽENÍ OPATŘENÍ.....</b>	<b>56</b>
<b>9</b>	<b>VYHODNOCENÍ ZAVEDENÝCH OPATŘENÍ.....</b>	<b>63</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>66</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>68</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>71</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>72</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>73</b>



## ÚVOD

Průmysl se v posledních pár letech začal velmi rychlým tempem vyvíjet. Toto tempo s sebou přináší mnoho pozitivních změn, ale také řadu složitostí a nových potřeb pro řešení. Z průmyslu se stalo dynamické prostředí náchylné na změny či neočekávané výpadky dodávek. Tento fakt jsme za posledních několik let mohli jasně zaznamenat například při výpadku dodávek čipů, nedostatku železa a podobně. Pro úspěšné fungování podniku, který bude mít silné postavení na trhu a bude generovat zisk, je tak v dnešní době řízení rizik klíčovým faktorem.

Tato bakalářská práce se zaměřuje na analýzu rizik ve výrobním procesu ve společnosti působící v leteckém průmyslu. Podnik se konkrétně zabývá výrobou malých sportovních letadel. V práci bude věnována pozornost celému výrobnímu procesu s důrazem na oddělení montáže a identifikaci ergonomických rizik. Právě ergonomická rizika jsou v podnicích menší velikosti stále poměrně palčivým problémem. Menší firmy jsou totiž v oblasti ergonomie většinou stále o krok pozadu oproti větším nadnárodním společnostem.

V teoretické části bude pozornost věnována terminologii, která je s řízením rizik a ergonomií spojena. Kapitola se bude rovněž zabývat historickým vývojem v těchto oblastech a metodami pro identifikaci a analýzu rizik ve výrobním procesu. Praktická část se zaměří na provedení detailní analýzy výrobního procesu a budou zhodnocena ergonomická rizika na oddělení montáže.

Data, která jsou v práci zahrnuta, byla získávána na základě výzkumné metody strukturovaného pozorování a v součinnosti s opakovaně vedenými konzultacemi s vyšším managementem společnosti. Část dat byla pořízena rovněž při snímkování pracovního procesu. Všechna získaná data byla konzultována s vedoucí výroby pro případné ověření jejich správnosti.

Primárním cílem této práce je zpracování analýzy rizik na oddělení montáže ve společnosti zabývající se výrobou malých sportovních letadel. Dosažení tohoto cíle přispěje k efektivnímu řízení rizik ve výrobním procesu. Dále pak mohou závěry přispět ke zlepšení pracovních podmínek zaměstnanců a zpříjemnění pracovních úkonů s ohledem na bezpečnost a ochranu zdraví.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 ZÁKLADNÍ POJMY ŘÍZENÍ RIZIK

Pod pojmem riziko si můžeme představit možnost odchylek od plánu. Rizika jako taková jsou nedílnou součástí podnikatelské činnosti, a z tohoto důvodu musí být brána v potaz při rozhodování o budoucnosti podnikání. Uvědomování si, že existuje více druhů rizik, je pro podnik velmi důležité. To zejména pro stanovení kritérií a technik pro jejich kontrolu a řízení. Řízením rizik se zabývá norma ČSN ISO 31000, která představuje ucelenou skupinu norem popisující obecné pokyny přístupu k řízení rizik, jenž se dá použít na všechny typy podniků či jiných situací, kde je řízení rizik nezbytné. (Niesen, Houy, Fettke, Loos, 2016)

### 1.1 Riziko

Riziko jako takové je odvozeno od latinského výrazu *risicum*. Tento výraz používali námořníci pro bariérový útes. Pocit nebezpečí z nárazu do bariérového útesu a potopení lodi tak dal impuls ke vzniku slovu riziko s významem, který známe dnes. Pod pojmem riziko si můžeme představit různé nejistoty spojené s určitými událostmi. Oxfordský slovník popisuje riziko jako možnost nebezpečí, špatného následku, ztráty apod. Na druhou stranu lze riziko definovat jako možnost vzniku události s negativním dopadem na výsledek. (Ayyub, 2014)

Tuto definici více méně potvrzují i Smejkal a Rais (2013). Ve své publikaci představují riziko jako historický výraz, který údajně pochází ze 17. století, kdy byl spojován s námořní dopravou. Tito dva autoři však uvádějí, že riziko vzniklo z italského výrazu *risico*, které označovalo nebezpečí, jemuž byli námořníci nuceni se vyhnout.

Do dnešní doby ovšem nebyla vytvořena jedna obecně uznávaná definice rizika. Riziko tak podle Smejkala a Raise můžeme definovat několika následujícími způsoby:

- Pravděpodobnost neboli možnost vzniku ztráty.
- Různorodost či proměnlivost výsledků, nebo nejistota, dosažení cíle.
- Odchýlení skutečných výsledků od těch očekávaných.
- Nebezpečí špatné volby nebo chybného rozhodnutí.
- Možnost vzniku ztráty nebo zisku (tzv. spekulativní riziko).
- Neurčitost spojená s vývojem hodnoty aktiva (tzv. investiční riziko).

- Možnost, že specifická hrozba využije specifickou zranitelnost systému.
- Kombinace pravděpodobnosti události a jejího následku. (Smejkal, Rais, 2013)

Na druhou stranu norma ČSN ISO 31000 definuje riziko poměrně stroze, a to následujícím způsobem: „Riziko je účinek nejistoty na dosažení cílů.“

Ke správnému pochopení této definice se v poznámce normy dále uvádí podrobnější vysvětlení významu slov v definici. Pod slovem účinek si máme představit odklonění se od očekávaného průběhu, a to ať už v pozitivním, či negativním směru. Na cíle se můžeme dívat z různých úhlů pohledu, konkrétně mohou být finanční, zdravotní, bezpečnostní, ale třeba i environmentální. Zároveň se mohou vztahovat „pouze“ na projekt společnosti, provoz, produkt nebo klidně i na celou organizaci. Pomocí událostí a následků je riziko často definováno. Popisuje se jako spolupůsobení následků a pravděpodobností výskytu. Nejistota pak představuje stav, kdy máme nedostatek informací, nebo znalostí k pochopení události rizika a následků jeho výskytu. (ÚNMZ, 2018)

Podle Častorála (2017) z normy vyplývá, že s rizikem je vždy spojena určitá nejistota, to znamená nejen pouze pravděpodobnost. Dále pak, že samotná nejistota ještě není rizikem, riziko je to pouze tehdy, když je s nejistotou spjat i účinek. Takto specifikované riziko pomůže všem organizacím různých velikostí dostatečně pochopit a dále šířit chápání rizika.

Pojem riziko je užíván i v ekonomii, a to ve vztahu s nejistým průběhem a nejednoznačným výsledkem ekonomických procesů. Existují však ještě další druhy rizik, a to:

- politická a teritoriální
- bezpečnostní
- právní a spojená s odpovědností za škodu
- předvídatelná a nepředvídatelná
- specifická (pojišťovací, manažerská, odbytová rizika apod.).

## 1.2 Aktivum

Aktivum je vše, co má pro nás a naši společnost hodnotu, která může být vlivem hrozby ohrožena. Aktiva kategorizujeme jako hmotná, do nichž řadíme nemovitosti, cenné papíry, peníze apod., a aktiva nehmotná, pod která spadají například informace, know-how, motivace a kvalita zaměstnanců, pověst firmy atd. Aktivem pro nás může být také firma jako celek, protože určitá hrozba může mít negativní dopad na celou společnost. Základní informací o aktivu je jeho hodnota, která je vytvořena objektivním vnímáním ceny, nebo oceněním důležitosti, popřípadě kombinací obou přístupů. Hodnota aktiva je však relativní a velmi záleží na úhlu pohledu daného hodnocení. (Smejkal, Rais, 2013)

## 1.3 Nebezpečí

Nebezpečí se dá definovat jako zdroj potencionální škody nebo stav, který může být způsoben nejen vnějším, ale i vnitřním zdrojem. Z hlediska vnějších vlivů se může jednat např. o povodně, zemětřesení, ale třeba i o lidskou činnost. Nebezpečí však může indikovat i vnitřní zranitelnost, která může způsobit vyšší nehodovost, zmetkovitost, a tím tedy způsobit škodu. Z toho plyne, že nebezpečí je pro nás zdrojem rizika. (Ayyub, 2014)

## 1.4 Hrozba

Hrozba je hypotetický záměr způsobit škodu nebo poškodit systém zneužitím jeho zranitelností. Hrozby mohou vzniknout úmyslným lidským jednáním. (Ayyub, 2014)

Pod hrozbou si můžeme představit sílu, událost nebo osobu, která má negativní vliv na naše aktiva a může tak způsobit škodu. Hrozba se může vyskytnout jak náhodně, tak úmyslně, mohou ji způsobit přírodní vlivy, ale i lidská činnost. Hrozba může pramenit jak zvenčí, tak i zevnitř organizace. Pod hrozbou si tedy můžeme představit třeba požár, přírodní katastrofu, krádež majetku, ale třeba i únik citlivých informací či nevyhovující kurz měny, ve které firma obchoduje.

Pokud hrozba způsobí škodu na našem aktivu, jedná se o dopad hrozby. Ten může být odvozen od absolutní hodnoty ztrát, které hrozba způsobila spolu s náklady na znovuoobnovení životaschopnosti aktiva, nebo náklady na sanaci jiných škod způsobených hrozbou. Jednotlivé hrozby mohou mít dopad i na více než jedno aktivum. V tomto případě má hrozba různý dopad a záleží na tom, která aktiva jsou hrozbou postihnuta. Například zničení vozového parku může mít dopad na celý chod firmy, a to od výroby, distribuce až po servis zákazníkům. (Smejkal, Rais, 2013)

## 1.5 Zranitelnost

Pod pojmem zranitelnost si můžeme představit slabinu či nedokonalost aktiva, pomocí které může na aktivum zapůsobit hrozba. Zranitelnost určuje, jak moc je naše aktivum citlivé na působení dané hrozby. Vysoká zranitelnost našeho aktiva však nutně neznamená, že pro nás ihned bude ztrátové. Pro vznik rizika je totiž nutná také hrozba. Pokud se tedy aktivum nachází v prostředí, kde je hrozba minimální, může být pro nás i tak výhodné. Je však nutné toto prostředí stále monitorovat, abychom v případě vzniku hrozby mohli zavést adekvátní opatření a ochránit tak naše aktivum. V případě volby nesprávného opatření pak nejenže zranitelnost nesnížíme, ale můžeme ji i zvýšit. Zranitelnost se nachází všude, ať už v malé či velké míře tam, kde se střetává aktivum s hrozbou. Stupeň zranitelnosti aktiva potom hodnotíme na základě dvou faktorů, a to:

- **Citlivost** – tíhnutí aktiva k poškození danou hrozbou.
- **Kritičnost** – Významnost aktiva pro analyzovaný subjekt.

## 1.6 Protiopatření

Protiopatření je reakce na existenci hrozby, pomocí protiopatření se snažíme zmírnit či eliminovat působení této hrozby. Protiopatření je navrhováno za účelem odvrácení potencionálního vzniku škody nebo pro snížení dopadů a s tím spojeným rychlejším zotavením po dopadu hrozby.

Z pohledu analýzy rizik se protiopatření definuje **efektivitou a nákladovostí**. Efektivita opatření znázorňuje, jak moc je dané opatření proti hrozbě účinné, a jak úspěšně jeho působení hrozby eliminuje. Nákladovost pak určuje, kolik zdrojů nás bude opatření stát. Na tomto principu pak musíme zvolit vhodné opatření, které bude uspokojivě eliminovat vzniklou hrozbu. A zároveň budou náklady na jeho zavedení adekvátní. V průběhu analýzy rizik je nutné brát v potaz již zavedená protiopatření, v případě opomenutí by totiž mohlo dojít k jejich zdvojení a v ten moment by aktivum nebylo chráněno tak, jak by se mohlo zdát. Rovněž je vhodné při tvorbě analýzy zvážit účinnost stávajících opatření. Mohlo by totiž být vyhodnoceno jako neúčinné, nedostatečné či naopak předimenzované. V tom okamžiku by mělo být dané opatření nahrazeno opatřením novým, vyhovujícím. (Smejkal, Rais, 2013)

## 2 ŘÍZENÍ RIZIK

Řízení rizik se dá vysvětlit také jako koordinovaná činnost, která má za cíl řídit a kontrolovat organizaci s ohledem na rizika. Jak můžeme vypožorovat z obrázku 1, řízení rizik je stále se opakující systematický proces, který je maximálně zobecněn, aby se dal aplikovat na jakékoliv riziko, v jakýchkoliv společnostech působících v různých odvětvích. (Roberts, 2017)

Ayyub (2014) pak definuje řízení rizik velmi podobně, a to takto: *„Řízení rizik je koordinovanou činností, jejímž cílem je řídit a kontrolovat organizaci s ohledem na rizika a v rozsahu navrhování, provádění, monitorování, přezkoumávání a neustálého zlepšování rizik v rámci celé organizace.“*

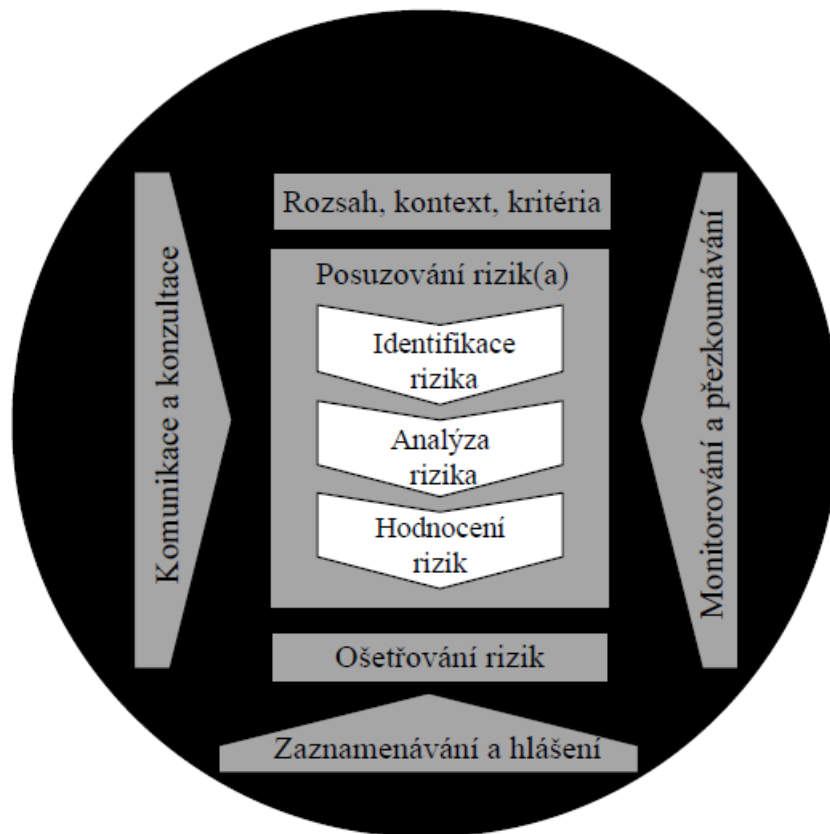
Dále by podle něj řízení rizik mělo být založeno na strategické, provozní politice a cílech organizace. Zároveň by měla být určena podpora řízení rizik, tím míněno odpovědnosti za řízení rizik a vyčlenění zdrojů, které budou pro řízení rizik nezbytné.

Řízení rizik je proces, při kterém se společnost snaží co nejvíce snížit, či v ideálním případě eliminovat působení již existujících negativních vlivů, ale i zamezit vzniku nových, budoucích aspektů. Součástí procesu je také stanovení řešení, které pomůže eliminovat nežádoucí účinky, a na druhou stranu umožní využití příležitostí, které vzniknou působením pozitivních vlivů. (Smejkal, Rais, 2013)

Častorál (2017) však poukazuje na chybějící vztah této definice k identifikaci a analýze rizik. Také se podle něj soustředí pouze na druhotnou část řízení rizik, a to pouze na eliminaci jejich působení. Přičemž právě analýza a identifikace rizik by měla být hlavním předmětem zkoumání v řízení rizik. Proto se autor rozhodl uvést novou definici:

*„Řízení rizik je součástí metod managementu, využívající strategický (koordinovaný) přístup manažerských opatření k rizikovým faktorům a rizikovým stavům založených na analýze, rozhodování a implementaci.“*

Tato nová definice dává jasně najevo, že rozhodování pramení právě z analýzy rizika. Výstupem rozhodování je potom zavedení určitého rozhodnutí o riziku. Prezntuje možnost zpětné vazby, tedy možnost přejít z implementace k opětovné analýze a dává důraz na důležitost systematického postupu. (Častorál, 2017)



Obrázek 1 Proces řízení rizik (ÚNMZ, 2018)

## 2.1 Stanovení kontextu organizace

Základním krokem v procesu řízení rizik je stanovení kontextu, ve kterém bude riziko řešeno. Tento krok se skládá z určení cílů managementu rizik a analýzy vnějšího a vnitřního prostředí, ve kterém se budeme snažit stanovené cíle naplnit. (Roberts, 2017)

### Vnější a vnitřní prostředí

Pod vnějším prostředím si můžeme představit politické, právní, finanční, technologické, sociální, kulturní, přírodní a konkurenční prostředí, a to na mezinárodní, národní, regionální nebo pouze místní úrovni. Zjednodušeně řečeno se jedná o vše, co organizace jako taková z pravidla není schopna svým jednáním ovlivnit. Na druhou stranu vnitřní prostředí se dá definovat jako vše, co se nachází uvnitř organizace, tím myšleno kultura, struktura a strategie společnosti. Z toho vyplývá že právě vnitřní prostředí je firma schopna ovlivnit a může tak mít vliv na to, jakým způsobem bude řízení rizik ve společnosti fungovat. (Roberts, 2017)



## **Komunikace a konzultace**

Tato část řízení rizik má za cíl podpořit všechny zúčastněné strany při pochopení rizik, rozhodování o rizicích a navržení adekvátního opatření. Komunikace a konzultace jsou klíčové pro zlepšení povědomí o rizicích a získání zpětné vazby pro potřebu rozhodování. Důležité je zajistit úzkou spolupráci mezi všemi zainteresovanými stranami, tato spolupráce umožní efektivní a důvěryhodnou výměnu informací a zároveň umožní respektovat soukromí jednotlivců.

V rámci managementu rizik se komunikace a konzultace provádějí nejen s interními, ale i externími stranami, které se procesu účastní. Soustředí se na propojení různých odborných oblastí, aby se zajistilo, že při sestavování kritérií a hodnocení rizik bude brát zřetel na různé aspekty procesu. Dále poskytují potřebné informace pro dohled nad riziky a budují sounáležitost mezi těmi, kdo jsou riziky ovlivněni. (ÚNMZ, 2018)

## **2.2 Základní kroky řízení rizik**

Řízení rizik se skládá z několika kroků. Každý krok má svůj důvod a správné provedení všech kroků je klíčové pro správnou analýzu rizik.

### **2.2.1 Identifikace rizik**

Identifikace rizik je zásadní fází managementu rizik. Nemůžeme totiž eliminovat riziko či snížit jeho následky, když nevíme, že nám hrozí. Je velmi náročné a téměř nemožné se vyhnout činnostem, o kterých nevíme, že jsou pro nás potencionálně nebezpečné. Právě proto je identifikace rizik klíčovou součástí analýzy rizik. Je však nutné dbát na preciznost při provádění identifikace rizik. Poměrně často se při vytváření analýzy vychází z analýz předchozích, dochází tak ke kopírování hrozeb či nebezpečí. Při tomto postupu se může stát, že opomeneme zohlednit riziko pro podnik specifické, či se dopustíme stejné chyby, jako v přechodí analýze. Z tohoto důvodu je nutné přistupovat k tvorbě analýzy systematicky a za podpory odborně způsobilé osoby. (Aven, 2015)

Identifikace rizik jako pojem není možné jednoduše charakterizovat. Pro správné určení rizik a správné určení jejich významu je nutné dobře znát specifika daného podniku. Těmito základními rysy může být třeba politická situace nebo typ výrobku. Právě k tomu slouží stanovení kontextu, popsaného v předchozí kapitole. Při identifikaci rizik je nutné se držet systematických procesů, k tomu nám mohou pomoci základní metody pro identifikaci

rizik, kterými jsou analytické mřížky, tabulky rizik, rozhovory a analýza provozních procesů. (Wolke, 2017)

Pro identifikaci rizik je vhodné využít seznam hrozeb. Ten můžeme vytvořit na základě informací z odborné literatury, vlastních zkušeností nebo z průzkumů dříve provedených analýz. Pro identifikaci vlastních rizik je pak vhodné použít k tomu určené metody jako např. metodu Delphi či brainstorming. (Smejkal, Rais, 2013)

Při identifikaci rizik se hledají a následně analyzují možné situace, které by mohly narušit průběh procesů a splnění jejich logistických cílů. Hlavním záměrem identifikace rizik je zjistit, jaké situace ať pozitivní, či negativní, by mohly nastat, a jakým způsobem by ovlivnily dosažení stanovených cílů našeho podniku. (Macurová, 2011)

### **2.2.2 Analýza rizik**

Dalším krokem po identifikaci rizik je jejich analýza, pro jejíž provedení bychom si měli položit tři základní otázky, které se také nazývají jako trojí definice rizika. Těmito otázkami jsou:

1. Co se může pokazit?
2. S jak vysokou pravděpodobností se to stane?
3. Jaké jsou dopady?

Kombinovanou odpověď na tyto tři otázky nám poskytne právě analýza rizik. Při pokusu odpovědět na první otázku vytvoříme seznam různých scénářů nehod. Pro získání odpovědi můžeme využít metody identifikace nebezpečí jako je například brainstorming. Odpovědí na druhou otázku pak získáme četnost či frekvenci vzniku scénáře nehody. Odpověď na třetí otázku stanoví množinu možných následků neboli spektrum následků. (Rausand, Haugen, 2020)

Činností analýzy rizik je pochopit chování námi odhaleného rizika, zjistit, jak, v jakém případě a jak moc je pro nás nebezpečné. Analýza tak důkladně zpracovává a posuzuje nejistoty, zdroje rizik, pravděpodobnost jejich výskytu a možné následky. Zpracovává rovněž scénáře možného vzniku a efektivnost případných opatření. Událost spojená se vznikem rizika může mít více důvodů vzniku, může zasáhnout více cílů.

Analýzu rizik je možné zpracovávat na různé úrovni podrobnosti a složitosti. Záleží na tom, pro jaký účel analýzu zpracováváme. Můžeme použít kvalitativní i kvantitativní metody, případně tyto metody kombinovat. (ÚNMZ, 2018)

### Metody vhodné pro analýzu rizik

Analýza musí svým rozsahem zabrat celou skupinu nehod spolu s jejich dopady, které mohou vzniknout. Pokud má podnik zpracované provozní a havarijní řády, je vhodné z těchto dokumentů vycházet při tvorbě analýzy. Také je třeba brát v úvahu všechny dostupné informace z již dříve uskutečněných havárií.

Jako nejvhodnější metody, které nám svou systematičností dopomohou ke správnému zpracování analýzy, se nabízí:

- Metoda **What if?** (Co když) – tato metoda zkoumá s využitím brainstormingu možnosti vzniku různých neočekávaných událostí, čímž definuje nebezpečná místa systému a odhaluje prvky pro metody FMEA a FTA.
- Metoda **Failure Modes and Effects Analysis** (FMEA, analýza způsobů poškození a účinků) – pracuje se všemi možnými příčinami selhání jednotlivých prvků procesu.
- Metoda **Hazard and Operability Analysis** (HAZOP, riziková a operační analýza) – je rozvinutou fází metody FMEA a zpracovává nejen příčiny, ale rovněž i následky nebezpečných situací. (Smejkal, Rais, 2013)

Odhaluje systémové nedostatky, které mohou vést k nežádoucím následkům a příčinám jejich vzniku. Zároveň tato metoda navrhuje opatření ke snížení pravděpodobnosti vzniku nebo zmírnění následků dopadu. (Ayyub, 2013)

- **Checklist** – vytvoření seznamu obecných nebezpečí a následné upřesnění, jak často se budou vyskytovat, na jaká aktiva budou působit a jak moc jsou nebezpečná. (Rausand, Haugen, 2020)
- Metoda **Preliminary Hazard Analysis** (PHA, předběžná analýza rizik) – slouží k identifikaci nebezpečí ve fázi návrhu objektu studie. (Rausand, Haugen, 2020)

Smejkal a Rais (2013) překládají PHA jako předběžné posouzení nebezpečí. Tato metoda vznikla pro potřeby armády USA a využívá se ve fázi návrhu či vývoje za účelem registrovat charakter a pravděpodobnost vzniku potenciálních nebezpečí.

- Metoda **Job Safety Analysis** (JSA, analýza bezpečnosti práce) – Používá se před provedením pracovní operace z důvodu přípravy operace a zvýšení bezpečnosti práce a povědomí zúčastněných osob. (Rausand, Haugen, 2020)

### 2.2.3 Hodnocení rizik

Při procesu hodnocení rizik se hodnotí právě na základě analýzy rizik, zda je pro nás riziko přijatelné, či je nutné zavést opatření. Přihlíží se také k sociálním, ekonomickým a environmentálním stránkám věci. Výsledek, tedy to, zda je riziko přijatelné, se skládá z vícero hledisek. Například přínosy z akceptování rizika a náklady spojené se snížením rizika. I navzdory tomu, že nám v analýze vyšlo riziko jako nepřijatelné, přínosy z jeho akceptace mohou být tak vysoké, že pokryjí potencionální nebezpečí a rozhodneme se tak riziko akceptovat. (Rausand, Haugen, 2020)

Hodnocení rizik má za úkol určit, která rizika jsou pro nás neakceptovatelná a která můžeme naopak tolerovat. Při tomto rozhodování je nutné vnímat a brát v potaz skutečné následky pro všechny strany, kterých se riziko týká. (ÚNMZ, 2018)

Zatímco charakterizace rizika stojí pouze na odhadech, hodnocení rizik již staví na reálných číslech.

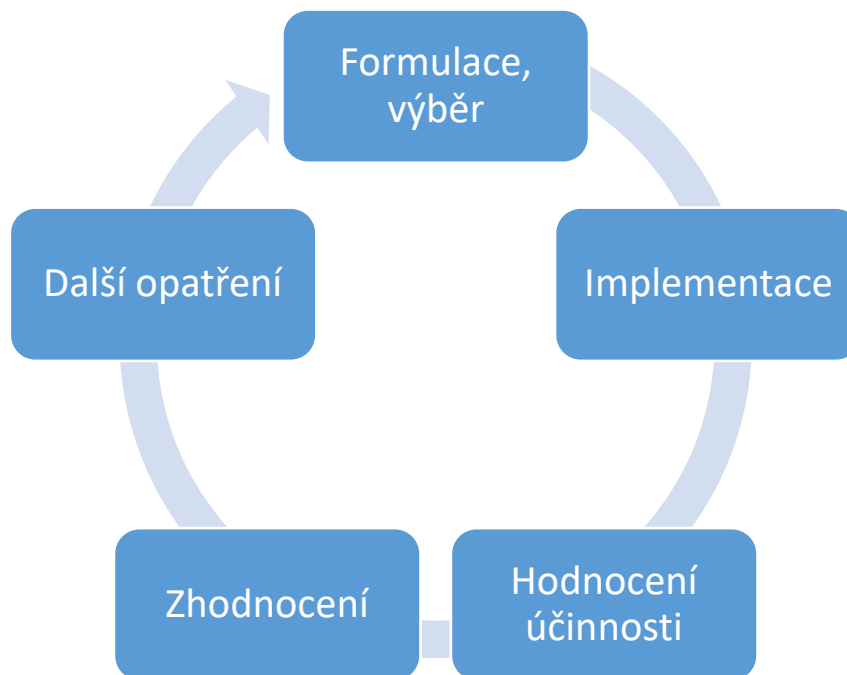
### 2.2.4 Ošetření rizik

Je evidentní, že s přítomností rizik se musíme částečně smířit a počítat s nimi, a to zejména u subjektů s nesnadno předvídatelným chováním. Část takových rizik můžeme přesunout a některá zadržet. V některých případech je efektivnější se riziku vyhnout a zvolit jinou cestu nebo průběh procesu. Dále se pak před riziky můžeme bránit pomocí jejich transferu neboli přesunutí, či jejich retencí neboli zadržením rizika. To, která z metod je, a v jaký moment, nejefektivnější, a kterou v dané situaci zvolit, je součástí této části řízení rizik. (Smejkal, Rais, 2013)

Smyslem ošetřování rizika je zvolit a aplikovat nejefektivnější možnost pro jeho řešení. Ošetřování rizik je stále se opakující proces skládající se z:

1. Formulace a výběr strategií pro zvládnutí rizik.
2. Plánování a provádění opatření k řízení rizika.
3. Hodnocení účinnosti těchto opatření.
4. Rozhodování o přijatelnosti zbývajících rizik.

5. V případě nepřijatelnosti přijetí dalších preventivních opatření. (ÚNMZ, 2018)



Obrázek 2 Proces ošetřování rizik (Vlastní zpracování dle: ÚNMZ, 2018)

### **Redukce rizika**

Pod redukcí rizika si můžeme představit například vybudování záložního závodu či výrobní linky, která by byla v záloze, a při neočekávaném výpadku by zastoupila linku primární. Redukce jako taková se s rizikem vypořádá téměř dokonale, slovo téměř je zde však velmi důležité, stále totiž může nastat situace, byť málo pravděpodobná, kdy se stane chyba i na záložní lince. Tato metoda je nicméně finančně velmi nákladná a téměř pro většinu podniků nereálná nebo přinejmenším z finančního pohledu na riziko neekonomická. Může však dávat smysl ve výrobě velmi speciálního zboží, kde by úplný výpadek znamenal pro podnik katastrofu a výroba luxusního produktu poskytne dostatek prostředků pro realizaci záložní výrobní linky. (Smejkal, Rais, 2013)

### **Přenesení rizika**

Všeobecně platí, že v případě, kdy je to možné, by na sobě rizika měla nést strana, která je připravena jim co nejlépe čelit a tím je snižovat. Proto je přenesení rizika velmi efektivní strategií řízení rizik. Nejčastěji se k tomuto účelu využívají pojišťovny, ty za úplatu (pojistné) přenesou všechna rizika na sebe a jsou povinny nám při dopadu

rizika vyplatit odškodné. Firma se tak může z dopadu rizika co nejrychleji vzpamatovat. (Ayyub, 2013)

### **Vyhnutí se riziku**

Při této strategii se riziku vyhneme díky odstoupení od prvotního záměru. Firma se rozhodne, že riziko je příliš vysoké a za daných podmínek nebude ve věci pokračovat. Tato strategie se sice jeví jako velmi defenzivní, ale občas riziko může být tak vysoké, že může ohrozit životaschopnost celé firmy. Vedení by tak mělo stát nohama na zemi a ani vidina obrovského zisku by jej neměla strhnout a riskovat, že firma skončí například v insolvenční.

### **Podstoupení rizika**

Podstoupení rizika neboli jeho retence dává smysl v případě, že na základě analýzy rizik je dopad hrozby velmi nepravděpodobný anebo se podnik s případným dopadem snadno vypořádá. Je však nutné se nad úroveň rizika důkladně zamyslet. (Smejkal, Rais, 2013)

## **2.3 Monitorování a přezkoumávání rizika**

Pro management rizik je monitorování rizika klíčové, poskytuje totiž organizaci zpětnou vazbu ohledně efektivity dosahování stanovených cílů. Management rizik má za úkol monitorovat výsledky svých opatření a hodnotit, zda fungují tak, jak se předpokládalo. Některá rozhodnutí v oblasti řízení rizik nemusí přinést okamžitě pozorovatelné výsledky. Opatření přijatá nyní za účelem ovlivnění vzdálené budoucnosti nejsou ihned pozorovatelná, jako příklad se nabízí opatření proti zvyšování mořské hladiny. (Aven, 2015)



Obrázek 3 Proces monitorování rizik (Vlastní zpracování dle: Aven, 2015)

Hlavním úkolem monitorování a přezkoumávání rizik je posoudit kvalitu a funkčnost dříve aplikovaného opatření. Pravidelné monitorování by mělo mít své pevné místo v managementu rizik a mělo by probíhat ve všech fázích procesu.

## 2.4 Zaznamenávání a podávání hlášení

Výsledky monitorování by měly být dokumentovány a předávány. Zaznamenávání a šíření těchto výsledků nám poskytne další informace pro rozhodování, zkvalitní činnost managementu rizik a informuje celou organizaci o činnosti managementu řízení rizik. Sdílení dokumentů tak může pozitivně ovlivnit komunikaci společnosti, musíme však stále brát v potaz použití těchto informací, jejich citlivost a kontext.

Podávání hlášení je klíčovým prvkem v řízení společnosti, který má za cíl zlepšit kvalitu komunikace se všemi zúčastněnými stranami a posílit podporu pro vrcholný management a kontrolní orgány při plnění jejich povinností. Existuje několik faktorů, které je třeba brát v potaz při podávání zpráv.

Prvním faktorem jsou rozdílné potřeby a požadavky na informace od zúčastněných stran. Každá strana může mít od informací a jejich prezentace svá specifická očekávání.

Druhým faktorem jsou náklady, frekvence a časování podání hlášení. Rozhodnutí o tom, jak často a v jaký moment budeme zprávy poskytovat, je důležité s ohledem na efektivitu a ekonomické zdroje.

Třetím faktorem je způsob, jakým jsou hlášení podávána. Musíme dbát na to, aby byl obsah zprávy srozumitelný a snadno pochopitelný pro všechny zainteresované strany.

Posledním a stejně důležitým faktorem je důležitost informací pro rozhodování společnosti. Zprávy by měly poskytovat relevantní data, která umožní efektivní strategické rozhodování a dopomoci tak k dosažení stanovených cílů společnosti. (ÚNMZ, 2018)

### 3 METODY A ANALÝZY POUŽITÉ V TÉTO PRÁCI

Pro kvalitní a co nejpřesnější analýzu rizik je nutné zvolit adekvátní metody.

#### 3.1 Analýza FMEA

Analýzu FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) využívá management společnosti pro určení spolehlivosti jednotlivých procesů a operací. Pomáhá definovat, identifikovat a vyhodnocovat potencionální rizika související s poruchami v systému, konstrukci nebo výrobním procesu. Cílem této analýzy je eliminovat poruchy a snížit rizika selhání dříve, než se výsledný produkt dostane k zákazníkovi. FMEA rovněž usnadňuje komunikaci mezi odděleními a generuje myšlenky pro inženýrské týmy. Je tedy živým dokumentem, který prezentuje nejnovější návrhy, produkty, postupy a opatření. V neposlední řadě FMEA určuje účinek a závažnost těchto způsobů selhání, identifikuje příčiny a pravděpodobnost výskytu poruchy a hodnotí účinnost navržených opatření.

Výsledkem správné FMEA analýzy by tak měla být identifikace možných vad, vyhodnocení možných následků, které může případná vada způsobit, nalezení příčin vzniku vady, navržení opatření pro snížení následků a zhodnocení adekvátnosti a úspěšnosti zvoleného opatření. (Stamatis, 2019)

Dle Menčíka (2020) je FMEA systematický proces pro odhalování možných poruch. Poprvé byla použita ve vesmírném průmyslu, konkrétně při projektu Apollo. Aktuálně je povinná právě pro letecký průmysl a hojně se využívá rovněž v průmyslu automobilovém.

Analýza FMEA se skládá z deseti po sobě jdoucích kroků:

##### 1. Formulace problému a vytvoření týmu

Před zahájením analýzy je nezbytně nutné definovat její účel, rozpočet a konečný termín. V týmu by měl být zastoupen člověk, který bude představovat budoucího zákazníka, člověk odpovědný za výrobu, člen krizového managementu a technolog. V neposlední řadě člověk s praktickými zkušenostmi s provozem a údržbou produktu. (Menčík, 2020)

Po vytvoření týmu následuje formulace problémů, k té je vhodné použít např. metodu brainstormingu.



## 2. Vytvoření vývojového diagramu procesu

Cílem vytvoření vývojového diagramu je srovnání znalostí a upřesnění systému návrhu procesu. V této části se pracovníci ujišťují, že všichni rozumí problémům, které jsou spolu se systémem spojeny. (Stamatis, 2019)

## 3. Odhalení všech potencionálních způsobů poruch

Poté, co se členové týmu adekvátně seznámí s analyzovaným produktem či službou, přichází na řadu přemýšlení o všech přípustných způsobech poruch, které mohou nastat. Pro maximálně komplexní seznam možných poruch se využívá metody brainstormingu a žádný návrh či myšlenka by neměla být předem smetena ze stolu, aniž by se důkladně prokonzultovala.

## 4. Sepsání všech následků pro každou poruchu

Po identifikování všech možných způsobů poruch se všechny tyto poruchy zapíší do speciálního FMEA formuláře. Tým poté každou jednotlivou poruchu prochází a přiřazuje k ní případné následky. Každá porucha může mít jeden, ale klidně i více následků, je důležité zapsat je všechny. Při tvorbě této části je vhodné pokládat otázku: „Jestliže tato porucha nastane, jaké budou následky?“

## 5. Přiřazení hodnocení závažnosti, výskytu a odhalitelnosti

Každá případná porucha se hodnotí třemi kritérii, a to závažnost (Z), pravděpodobnost vzniku (P), odhalitelnost neboli možnost detekce v čase (D). Tyto kritéria jsou pak hodnocena pomocí desetibodové stupnice, kdy stupeň 1 odpovídá nejlepšímu a naopak stupeň 10 nejhoršímu možnému výsledku. Při hodnocení je vhodné vycházet z analýz podobného procesu, pokud však takové analýzy ve společnosti ještě neexistují, je nutné tyto hodnoty co nejpřesněji odhadnout.

## 6. Výpočet míry rizika (MR)

Míra rizika MR, anglicky RPN (Risk Priority Number), se vypočítá následovně: viz obr. č. 4. Výsledek MR se pro každou poruchu pohybuje v rozmezí mezi 1 a 1000.

$$MR = \text{Závažnost} * \text{Četnost} * \text{Odhalitelnost} = Z * P * D$$

Obrázek 4 Výpočet míry rizika (Vlastní zpracování dle: Menčík, 2022)

## 7. Uspořádání poruch

Jednotlivé poruchy se nyní seřadí podle závažnosti, tedy sestupně od největšího MR. V seznamu totiž bývá velké množství poruch, a tak se většinou předem stanovuje mezní hodnota výsledného MR. Rizika, která se nacházejí pod touto hodnotou, tak z pravidla nebývají v analýze dále řešena. Maximální důraz je však kladen na rizika s nejvyššími hodnotami MR, tj. se  $Z = 8$  až 10.

## 8. Návrh opatření

Pro poruchy s vysokou mírou rizika tým navrhne opatření. Následkem zvoleného opatření by mělo klesnout číslo MR. Jak jsme si již řekli, číslo MR je součinitelem třech veličin, a to závažnosti, četnosti a odhalitelnosti. Snížení každého z nich tak vede i ke snížení výsledného MR.

## 9. Výpočet výsledné hodnoty MR

Po zavedení opatření se musí opětovně spočítat hodnocení. Díky zavedení opatření tak může být výsledné MR klidně o desítky procent nižší a může tak splňovat naši mezní hodnotu. Porovnání obou hodnot, tedy MR před a po opatření, znázorňuje, jak moc byla FMEA efektivní. Může rovněž dopomoci k rozhodnutí, jaká opatření budou zavedena a jaká ne.

## 10. Aplikace navržených opatření

Nejdůležitější částí celé FMEA analýzy je uskutečnění navržených opatření. Součástí analýzy je rovněž stanovení, kdo bude za zavedení opatření zodpovědný a kdy, případně kým budou opatření zkontrolována. Výsledná verze FMEA formuláře pak bude předána managementu. (Menčík, 2020)

## 3.2 SWOT analýza

SWOT (S – strengths – silné stránky W – weaknesses – slabé stránky O – opportunities – příležitosti T – threats – hrozby) analýza je základním nástrojem managementu řízení společnosti. Hodnotí současný stav společnosti z hlediska silných a slabých stránek, příležitostí a hrozeb. Cílem této analýzy je zhodnocení vnitřního prostředí a vnějšího prostředí. Pomocí jejich kombinace pak určit, v jaké aktuální situaci se podnik nachází. SWOT analýza je tak základním kamenem pro tvorbu strategie společnosti.

### 3.2.1 Postup tvorby SWOT analýzy

Jakým postupem se zpracovává SWOT analýza:

1. Analýza interního prostředí – silné a slabé stránky

Pro určení můžeme použít např. McKinseyho model 7S a po definování zapíšeme do matice SWOT analýzy

2. Analýza externího prostředí – příležitosti a hrozby

Pro definování příležitostí a hrozeb můžeme použít např. PESTLE analýzu a po vytvoření rovněž zapíšeme do matice.

3. Hodnocení parametrů v matici

Při pozitivních vlivech, tedy při silných stránkách a příležitostech, ohodnotíme jednotlivé parametry podle jejich významu stupnicí od +1 do +10 a při negativních vlivech, tedy slabých stránkách a hrozbách, pak stupnicí od -1 do -10.

4. Váhové ohodnocení

Pro maximální přesnost analýzy je vhodné ke každému parametru v každém kvadrantu přiřadit váhu s tím, že součet vah v každém kvadrantu se musí rovnat 1. Čím důležitější parametr, tím vyšší váha.

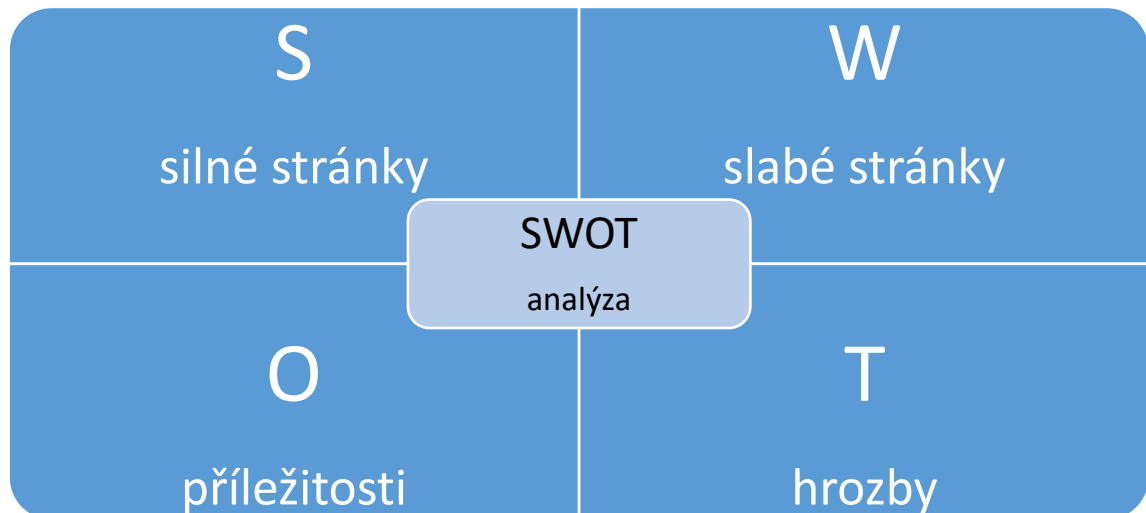
5. Vynásobení hodnocení parametrů a váhy.

6. Součet hodnot všech parametrů v každém kvadrantu.

7. Součet interní části SWOT analýzy.

8. Součet externí části SWOT analýzy.

9. Výpočet konečné bilance a určení strategie. (Černaj, 2024)



Obrázek 5 matice SWOT analýzy (Vlastní zpracování dle: Černaj, 2024)

### 3.2.2 Možné strategie vyplývající z analýzy

#### Ofenzivní strategie

Nastává v situaci, kdy silné stránky překonají stránky slabé a příležitosti jsou významnější než hrozby. Jedná se o nejatraktivnější situace a znamená, že podnik je silný a je schopen využít všechny nabízející se příležitosti.

#### Defenzivní strategie

Je vhodná v případě, kdy silné stránky převyšují slabé, ale hrozby jsou vyšší než příležitosti. Z toho lze vyčíst, že se jedná o strategii silného podniku, který se nachází v nepříznivém prostředí. Svou silnou pozici by podnik měl využít k blokování hrozeb, odstrašení konkurence nebo úniku do vlídnějšího prostředí a tím uchránění již vybudované pozice na trhu.

#### Strategie spojení

Touto strategií jde podnik, ve kterém převažují slabé stránky nad silnými, ale nachází se v atraktivním prostředí. Podnik proto volí strategii spojení, aby využil možnosti příjemného prostředí a posílil svou vnitřní sílu.

#### Strategie úniku

Tuto strategii by měl zvolit podnik, který je vnitřně slabý, a ještě k tomu se nachází v nebezpečném či nevyhovujícím prostředí. Podnik by měl v takové situaci uvažovat

o opuštění tohoto typu podnikání, pokusit se přizpůsobit a začít podnikat v atraktivnějším prostředí. (Černaj, 2024)

## 4 ERGONOMIE

První slovo tohoto významu vzniklo v Německu v meziválečném období, a to pod názvem věda o práci (Arbeitswissenschaften). Toto slovní spojení můžeme stále objevit v některých podnicích místo označení ergonomie. Po roce 1945, tedy skončení druhé světové války, se však stále více setkáváme s pojmem ergonomie (ergonomics), a to hlavně v Evropě, USA, Austrálii, ale také v případě ekonomicky vyspělejších zemích Asie. Mezinárodní úřad práce (ILO) a také Evropské společenství se rovněž soustředí na širší přístup k problematice ochrany člověka při práci, a to pod označením Industrial Health and Safety.

Výraz ergonomie vznikl uměle, a to spojením dvou řeckých slov: *ergon*, což znamená práce, a *nomos* ve významu pravidlo či zákon. Tento umělý výraz byl vytvořen za účelem podtržení rovnocenného zastoupení všech uvedených disciplín, které se na předmětu ergonomie podílejí. Termín ergonomie bývá však nahrazován i termíny Human Factors, Biotechnology nebo i Human Engineering. (Gilbertová, Matoušek, 2002)

### 4.1 Definice ergonomie

Mezinárodní ergonomická asociace neboli IEA (International Ergonomics Association) přijala v roce 2000 tuto definici: „*Ergonomie je vědní disciplína zabývající se pochopením interakcí mezi člověkem a ostatními prvky systému a profese, která aplikuje teorii, principy, data a metody při navrhování s cílem optimalizovat pohodu člověka a celkovou výkonnost systému.*“ (IAE, 2000)

Na druhou stranu aktuální norma ČSN EN 614-1+A1: 2009 (83 3501) definuje ergonomii takto: „*Ergonomie (studium lidských činitelů) je vědecká disciplína zabývající se studiem vzájemných vztahů (interakcí) mezi lidmi a dalšími prvky systému, a profese, která aplikuje teoretické poznatky, zásady, empirická data a metody pro navrhování zaměřené na optimalizaci pohody osob a celkovou výkonnost systému.*“ (ÚNMZ, 2009)

### 4.2 Základní oblasti ergonomie

Ergonomie se podle IEA dělí na další tři základní oblasti.

#### Fyzická ergonomie

Tato oblast ergonomie bude pro téma této bakalářské práce nejdůležitější, zkoumá totiž to, co mě zajímá, a to konkrétně jak se na člověku odrážejí podmínky pracovního prostředí. Používá při tom prvky a poznatky z anatomie (stavba organismu), antropometrie

(růst a stavba těla), fyziologie či biomechaniky. Ve fyzické ergonomii se skloňuje například problematika pracovních poloh, manipulace s břemeny, opakovatelné pracovní činnosti, uspořádání pracovního místa, onemocnění související s pracovní činností a většinou pohybového aparátu či bezpečnost práce.

### **Kognitivní (psychická) ergonomie**

Do této oblasti patří pracovní činnosti jako třeba percepce, paměť, usuzování a jiné psychologické aspekty. Rovněž se sem řadí psychická zátěž, pracovní stres, rozhodovací procesy, dovednosti a výkonnost nebo např. i práce s počítačem.

### **Organizační ergonomie**

Toto odvětví ergonomie se zabývá zlepšováním komfortu zaměstnanců s ohledem na lidskou komunikaci zaměstnanců, týmovou práci, sociální klima či třísměnný pracovní režim. Jednoduše řešeno, podílí se na zajištění pocitu komfortu zaměstnance při práci.

## **4.3 Vývoj ergonomie**

Ruku v ruce s vývojem společnosti a průmyslu se rovněž vyvíjí i ergonomie. V oblasti průmyslové výroby je ergonomie stále častěji skloňovaným pojmem. Nejen společnosti, ale i samotní pracovníci si začínají uvědomovat důležitost lidského faktoru ve vztahu k práci a nahlízejí tak na ergonomii neboli HF/E (Human Factors and Ergonomics) jako na nutnou součást pracovního procesu. Podle IEA se klade důraz na interakci mezi lidmi a dalšími prvky systému, a to zejména při návrhu práce.

V oblasti HF/E je relativně malé množství odborníků, z čehož vyplývá, že odpovědnost za bezpečnou práci z hlediska ergonomie často přebírá vyšší management, který k tomu však nemusí mít všechny potřebné znalosti a dovednosti. Tato situace může vést k negativním dopadům, kdy nekontrolované používání slova ergonomie může vést nejen pouze ke špatným výsledkům, ale může mít za následek i pomyslnou diskreditaci následných ergonomických projektů ve společnosti. Je tak klíčové najít vyvážený přístup. Toho můžeme dosáhnout rozdělováním oblasti HF/E na specializované a nesespecializované. Mezi těmito oblastmi je pak vhodné zvolit takzvanou střední cestu. Pro nalezení této cesty je nutná spolupráce mezi odborníky v oblasti teorie a praxe, kteří znají dokonale svůj obor, technologii a pracovní postup. Tímto způsobem se dá dopomoci šíření principů HF/E napříč společnostmi. (Shorrock, Williams, 2016)

## **Ergonomická simulace**

Ergonomická simulace v průmyslových procesech, například při montáži, se provádí s využitím různých metod a různých lidských modelů. Tyto maximálně uzpůsobené modely zohledňují různé charakteristiky jako je národnost, pohlaví, věk, tělesná stavba. Veškeré tyto údaje jsou prostřednictvím simulace přeneseny do digitálního prostředí a používají se k ověření funkčnosti výrobního systému. Pro nastavení simulace a hodnocení ergonomie se používají specifické metody. Přestože existují automatické systémy ke konfiguraci těchto modelů, manuální nastavení polohy kloubů je často pro dosažení maximálně možné reality pohybu zaměstnanců nezbytné.

Z důvodu náročnosti tohoto procesu se pomalu přechází k modelování pohybů pomocí virtuální reality (VR). Tento přístup poskytuje nástroj pro hodnocení ergonomie ve výrobním procesu. Průběh hodnocení je rozdělen do čtyř jednotlivých kroků, které zahrnují nastavení virtuální scény, přidání modelu člověka, sledování pohybu člověka pomocí optických senzorů a vyhodnocení ergonomie během pohybu. Neergonomické polohy jsou systémem automaticky zvýrazněny, a pokud je to nutné, může být proces upraven použitím pomocných prostředků, jako jsou zvedací pomůcky nebo pracovní plošiny. Tímto způsobem je možné ověřit ergonomickou proveditelnost téměř jakéhokoliv procesu. (Beuss et al., 2019)

Cílem VR simulátoru je provádět a hodnotit nové montážní procesy nebo v případě potřeby analyzovat ty stávající. Každý montážní proces je svým způsobem specifický, a proto je zapotřebí vyvinout či alespoň upravit specifický VR simulátor. Simulátor by měl efektivně zpracovávat fyziku, osvětlení a další proměnné. Pro maximálně reálné simulace by měla být do simulátoru začleněna reálná montážní data. (Ottogalli et al., 2021)

## **4.4 Fyzická ergonomie**

Cílem této části je popsat ergonomická rizika, která se budou nejčastěji vyskytovat v praktické části.

### **4.4.1 Vibrace**

Vibrace vzniká tím, že objekt rychle střídá svůj směr a neustále zrychluje. Nejvýraznějším následkem vibrací je přímé mechanické zatížení ruky. V důsledku vibrací mohou nastat také nepřesnosti či chyby operátora. Toto si můžeme představit např. jako ovládní



dotykové obrazovky při jízdě ve vozidle. Auto vydává vibrace a nám se tak může stát, že na obrazovce stiskneme jinou funkci, než jsme původně plánovali.

Nejčastějším způsobem vibrací jsou však vibrace přenášené na ruce. Ty jsou způsobeny různými procesy v průmyslu, zemědělství, hornictví, stavebnictví nebo dopravě. Dlouhodobé vystavování horních končetin, ať už celých rukou či pouze prstů, může mít za následek rozsáhlý počet poruch. Tyto poruchy se označují rovněž jako vibrační syndrom nebo syndrom vibrací ruky. Pro upřesnění jednoho, nebo více účinků vibračního syndromu se používají další typy onemocnění, a to:

- Oběhové poruchy,
- Poruchy kostí a kloubů,
- Neurologické poruchy,
- Svalové poruchy,
- Jiné obecné poruchy (např. CNS).

Tyto poruchy se mohou vyskytovat samostatně, ale i v kombinaci. (Salvendy, Karwowski, 2021)

#### 4.4.2 Ruční manipulace s břemeny

Ruční manipulaci s materiálem lze definovat jako fyzickou činnost, při níž pracovníci přemísťují, manipulují nebo podpírají předměty ručně. Tato činnost vyžaduje použití fyzické síly. Ruční manipulace s břemeny má tak významný dopad na výskyt profesionálních muskuloskeletálních poruch neboli MSD, a to zejména na dolní části zad. (Salvendy, Karwowski, 2021)

Tyto poruchy jsou časté a mají ekonomický význam. Náklady na léčbu tohoto pracovního onemocnění totiž atakovaly v Evropské unii hranici 2 % hrubého domácího produktu. Jedná se tedy o problém, který bylo a stále je nezbytně nutné řešit. Z tohoto důvodu byly vyvinuty exoskelety jako kompenzační pomůcky, které usnadní fyzickou námahu při manipulaci s materiálem. Exoskelety pomohou snižovat svalovou zátěž v často namáhaných oblastech těla jako jsou bederní část zad nebo ramena. Je však důležité brát v úvahu i bezpečnostní a zdravotní aspekty při používání exoskeletů na pracovišti. (Peters, Wischniewski, 2019)

Obvykle se ruční manipulace s materiálem dělí na zvedání, spouštění, tlačení, odstrkování, tahání a přenášení. Většina analýz ergonomických rizik se tak při svém hodnocení zaměřuje právě na tyto aspekty. Některé úkony jako trvalé shýbaní nebo držení předmětu nad úrovní ramen nejsou vždy tak snadno odhalitelné, a proto představují výzvu pro ergonomy a pracovníky v oblasti BOZP. (Salvendy, Karwowski, 2021)

Ruční manipulace s břemeny tedy zahrnuje přemísťování, manipulaci nebo podpírání předmětů fyzickou silou. Při této činnosti pracovníci často překračují limity pro manipulaci s břemeny. Tuto zátěž je tak nutné zohlednit při hodnocení dlouhodobé udržitelnosti práce, jelikož časté překračování těchto limitů může mít za následek přetížení nejen zádových svalů a páteře. Pro snížení zátěže lze zvážit následující opatření:

1. Snížení hmotnosti břemen – např. rozdělením těžkých balení na menší jednotky.
2. Správný způsob přenášení – dodržování pravidel pro přenášení břemen (fyziologie, minimalizace ohýbání, nepřetáčení trupu a pevný úchop).
3. Manipulace ve více osobách – manipulace s více pracovníky nebo použití technických pomůcek (vozíky, skelety).
4. Kontrola ukládání břemen – těžká břemena by se měla ukládat v nižších částech skladovacích prostor.
5. Rozmístění skladů – vytvoření příručních skladů v blízkosti pracoviště.
6. Bezpečná manipulace na pracovišti – omezit otáčení a ohýbání se k břemenu.

Tato opatření mohou pomoci snížit riziko spojené s ruční manipulací s břemeny a chránit tak zdraví pracovníků. (Malý et al., 2019)

#### **4.4.3 Vynucené pracovní polohy**

Pracovní poloha je důležitou součástí pracovní činnosti. Pracovní polohy mohou zahrnovat stání, sezení, klečení a jsou ovlivněny charakterem práce a designem pracoviště. Některé polohy jsou nevhodné pro dlouhodobou práci a mohou způsobit namáhání různých částí těla jako například trupu, horních končetin, krku, hlavy, nohou a chodidel. Nejčastější pracovní polohy pak jsou:

### **Práce vstoje**

Pracovníci, kteří tráví většinu své pracovní doby na nohou, jako například prodavači, číšníci, jsou vystaveni zvýšenému riziku zdravotních problémů. Tato poloha totiž zatěžuje páteř a může tak vést k únavě svalů, křečovým žilám a dalším komplikacím.

### **Sezení**

Práce vsedě je pohodlnější pracovní polohou, ale z dlouhodobého hlediska má rovněž svá negativa. Pracovníci v kancelářích, řidiči a další, kteří tráví většinu své pracovní doby v sedavé poloze, by měli tuto polohu kompenzovat pohybem a cvičením. Sedavá práce totiž může ovlivnit srdeční činnost a zvýšit tak riziko kardiovaskulárních onemocnění.

### **Dřep**

Při dřepu je k udržení rovnováhy nutné výrazné zapojení statických svalů (jejich dlouhodobé smrštění či natažení). Při dřepu jsou rovněž trvale ohnuta záda, což má za následek nedostatečné prokrvení plotýnek a tím zvýšenou možnost jejich vyhřeznutí. Dále jsou pak nadměrně ohnuta kolena, což má negativní vliv na meniskus, je stlačen hrudník a práce se provádí se svěšenýma rukama. Tato pozice je ergonomicky velmi náročná, a proto bývá často nahrazována prací vkleče. Ta však vyvíjí velký tlak na kolenní klouby a opět výrazně zapojuje statické svaly za účelem udržení rovnováhy.

### **Práce vleže**

Nejméně častou pracovní polohou je práce vleže. Specifikem této pracovní pozice je nepřírozená pozice rukou vzhledem k tělu. Držení rukou před či nad hlavou totiž rovněž způsobuje statické namáhání svalů spolu s nedostatečným prokrvováním horních končetin, důsledkem čehož je rychlá únava a bolest. (Malý et al., 2019)

## **4.5 Ergonomický checklist**

Ergonomický checklist je hojně využívaný nástroj. Používá se k identifikaci ergonomických rizik, bezpečnosti práce a vlivu práce na zdraví pracovníka. Checklist neboli kontrolní seznam je navržen tak, aby pomohl zajistit pohodlí a produktivitu zaměstnanců při vykonávání pracovní činnosti s minimálním rizikem zranění. Ergonomické hodnocení se rovněž zaměřuje na identifikaci a měření různých druhů stresu, které pracovníci obvykle zažívají při své každodenní činnosti a jejich příčiny. Výsledky získané pomocí ergonomického checklistu pak mohou být použity k navržení opatření ke snížení rizika stresu a zranění zaměstnanců při práci. (Hlávková a Valečková, 2007)

## 5 METODIKA PRÁCE

Před zahájením zpracování uvedené bakalářské práce byla provedena literární rešerše v oblastech řízení rizik a ergonomie. Na realizaci excerptce a literární rešerše navazovalo stanovení cílů, kterých chce práce dosáhnout. Primárním zadáním této práce je zpracování analýzy rizik s dalším navazujícím cílem pokusit se definovat zlepšení pracovních podmínek zaměstnanců a zpříjemnění pracovních úkonů s ohledem na bezpečnost a ochranu zdraví. Pro tvorbu této práce bylo rovněž nutné stanovení výzkumných otázek:

1. Jaká neodhalená rizika se aktuálně ve výrobním procesu vyskytují?
2. Jakým způsobem se projevuje vysoký podíl manuální práce na zaměstnancích?
3. Ovlivňuje současný pracovní systém zdraví pracovníků?

Po stanovení těchto kritérií následovala tvorba teoretické části s využitím rešerše z oblasti výzkumu. Praktická část je založena na poznatcích nabytých při absolvování odborné praxe. Po konzultacích a brainstormingu spolu s vedoucí výroby podniku byla provedena SWOT analýza, která určila postavení podniku na trhu a pomohla tak k reálné představě o kontextu, ve kterém se organizace nachází. Následovala předběžná analýza rizik celého procesu montáže a po konzultaci s managementem, konkrétně opět s vedoucí výroby, byla vybrána nejvíce riziková pracoviště, na kterých byla provedena podrobnější analýza rizik. Pro tuto analýzu byla zvolena metoda FMEA pro svou metodiku, kdy tato metoda dopomáhá k identifikaci rizik, jejich vyhodnocení, navržení opatření a zhodnocení stavu po zavedení opatření. Po zpracování první části FMEA analýzy bylo evidentní, že nejvýznamnějšími riziky jsou rizika ergonomická. Bylo tedy přistoupeno k samotné analýze ergonomických rizik. Pro tuto analýzu byl zvolen ergonomický checklist, a to z důvodu variability a schopnosti přizpůsobení na každý typ výroby. Za pomoci mistra a vedoucí výroby byl sestaven seznam otázek, ze kterých se checklist skládal. Po vyplnění checklistu následovalo vyhodnocení, na základě kterého bylo provedeno navržení opatření pro snížení identifikovaných rizik. Účinnost těchto opatření byla ověřena pomocí dopracování druhé části FMEA analýzy, tedy analýzy stavu po zavedení opatření. Tato analýza prokázala, že zavedená opatření jsou adekvátní a plní svůj účel.

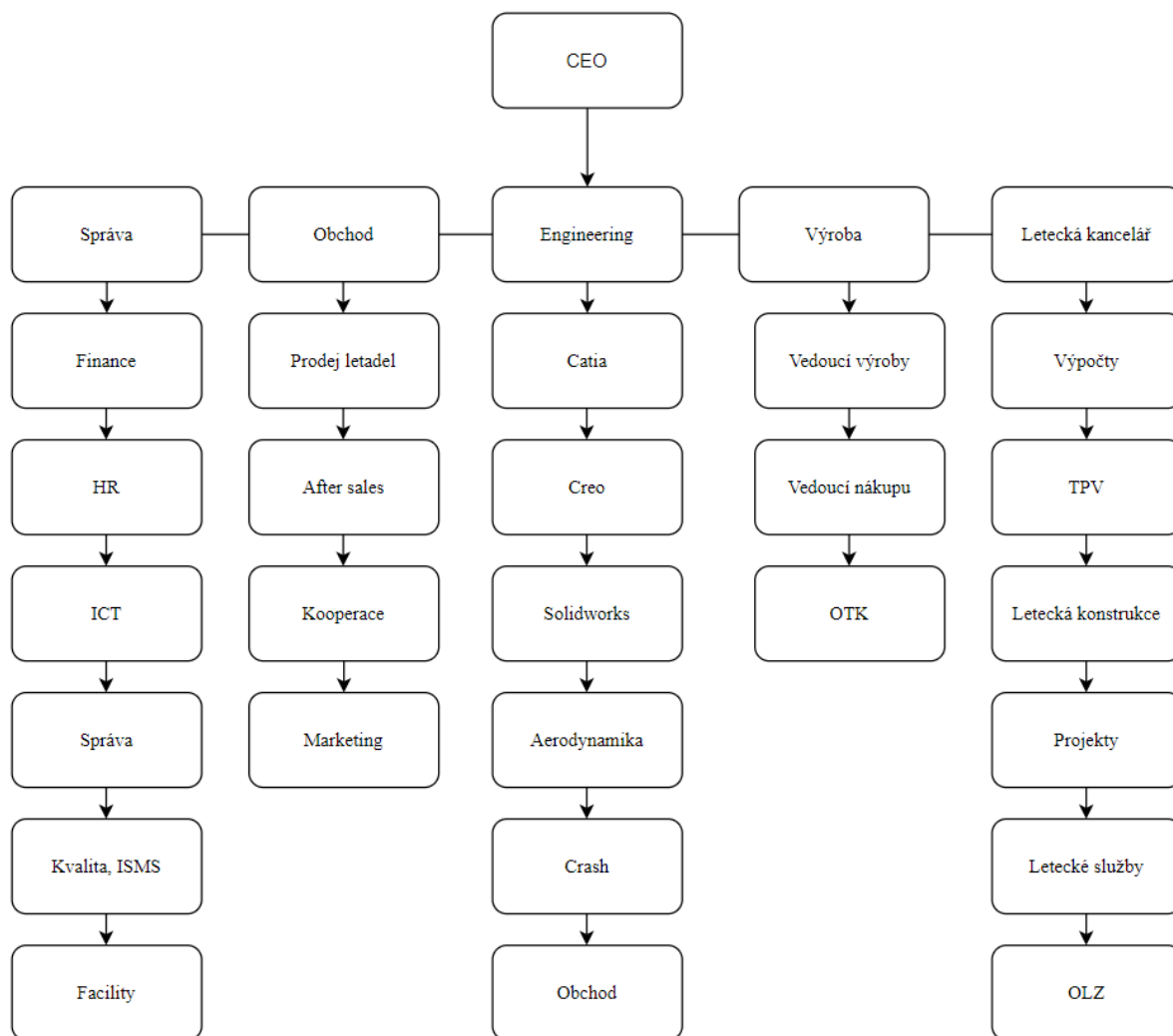
## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 6 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Firma XY se podílí na vývoji a konstrukci letadel menší velikosti více než 30 let. Společnost tak navázala na padesátiletou tradici výroby letadel v Kunovicích, a to konkrétně na tradici firmy Let Kunovice. Podnik se momentálně právem řadí mezi přední výrobce lehkých letadel nejen v České republice, ale i v Evropě. Dnešním dnem je v provozu přes 1450 letadel této společnosti ve více než padesáti zemích světa.

Společnost se rovněž řadí mezi přední vývojové firmy v oblasti leteckého průmyslu České republiky. Vyjma letectví se podnik zaměřuje na automobilový a strojírenský průmysl, kde má rovněž rozsáhlé vývojové aktivity.

### Organizační struktura



Obrázek 6 Organizační struktura (vlastní zpracování dle podkladů od společnosti)

### 6.1 Stanovení kontextu organizace

Pro co nejpřesnější představení společnosti a situace, v jaké se na trhu nachází, jsem se rozhodl vypracovat stručnou SWOT analýzu, tedy analýzu, která kombinuje vnitřní (silné a slabé stránky) a vnější prostředí (příležitosti a hrozby).

#### SWOT analýza

Tabulka 1 SWOT analýza

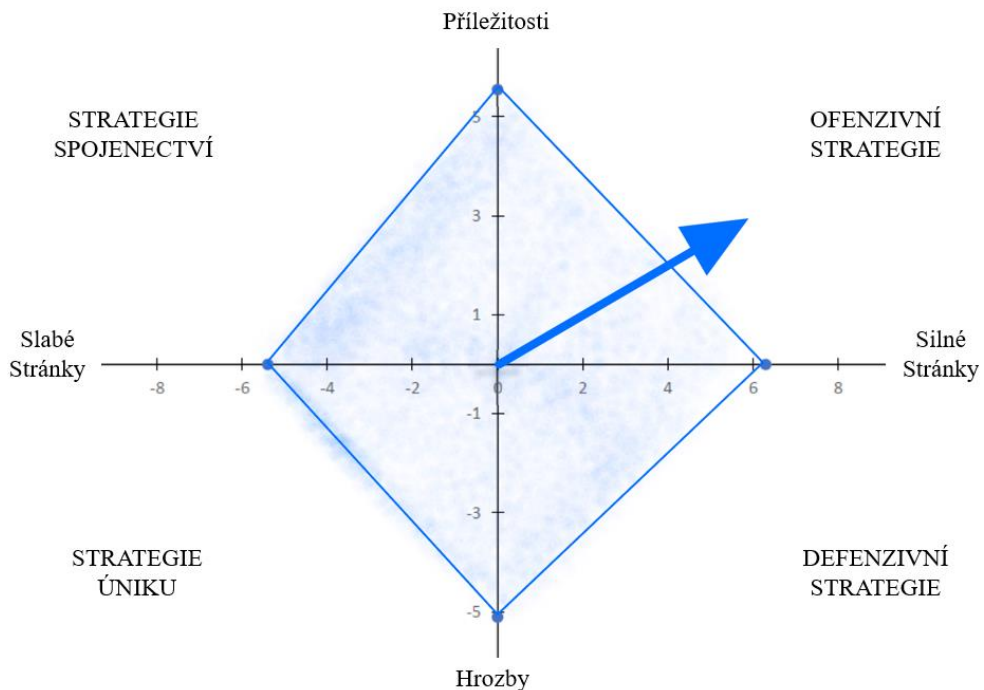
Silné stránky				Příležitosti			
Parametr	Body	Váha	Výsledek	Parametr	Body	Váha	Výsledek
Vysoká kvalita výsledného produktu	8	0,3	2,4	Zavedení moderní technologie	7	0,15	1,05
Na poměry v odvětví rychlé dodání	4	0,1	0,4	Nedaleká stavba dálnice	8	0,2	1,6
Minimum nehod	6	0,2	1,2	Potencionální investor	7	0,15	1,05
Pevné pozice na trhu	7	0,2	1,4	Spolupráce s LET Kunovice	5	0,2	1
Zakázková výroba	3	0,1	0,3	Lokalita významná leteckým průmyslem	8	0,2	1,6
Kvalitní komunikace se zákazníkem	6	0,1	0,6	Zvýšení povědomí občanů o společnosti	3	0,1	0,3
	<1, 10>	1	6,3		<1, 10>	1	6,6

Slabé stránky				Hrozby			
Parametr	Body	Váha	Výsledek	Parametr	Body	Váha	Výsledek
Omezené výrobní prostory	-6	0,2	-1,2	Vzrůstající konkurence	-6	0,3	-1,8
Zastaralé technologie	-7	0,15	-1,05	Vyšší legislativní nároky	-5	0,1	-0,5
Nízké množství nabízených produktů	-5	0,1	-0,5	Rychlý rozvoj leteckého průmyslu	-7	0,2	-1,4
Závislost na extreních dodávkách	-4	0,1	-0,4	Inflace	-3	0,1	-0,3
Vysoké nároky na kvalitu	-5	0,15	-0,75	Nízká nezaměstnanost	-4	0,1	-0,4
Nedostatek financí pro rozvoj	-6	0,2	-1,2	Ceny energií	-7	0,2	-1,4
Vysoká hodnota produktu	-3	0,1	-0,3		<-1, -10>	1	-5,8
	<-1, -10>	1	-5,4				

Výsledek vnitřního prostředí	<b>0,9</b>	Výsledek vnějšího prostředí	<b>0,8</b>
------------------------------	------------	-----------------------------	------------



Obrázek 7 Výsledný graf SWOT analýzy

Na základě SWOT je patrné, že se podnik nachází v té nejvíce lukrativní pozici. Společnost se pohybuje v atraktivním prostředí a jeho vnitřní schopnosti jsou pozitivní. Podnik by proto měl využít svého postavení na trhu k zhodnocení všech nabízejících se příležitostí a případně k odstrašení konkurence.



## 7 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VÝROBY

Pro analýzu současné stavu společnosti je nutné si představit celý výrobní proces. Firma svou výrobu začíná prvovýrobou, kde vznikají jednotlivé dílky, ze kterých se posléze letadlo montuje. Portfolio společnosti se skládá ze tří druhů sportovních letounů. Mezi těmito letouny jsou jisté nuance, které je nejen při prvovýrobě, ale i při montáži nutné brát v potaz.

### **Sklad**

Skladovací prostory jsou na poměry jiných firem poměrně stísněné, je to však zapříčiněno tím, že většina dílů z prvovýroby je menší velikosti a díky svému tvaru rovněž velmi dobře skladovatelná. Dodávané díly, jako jsou motory, křídla či elektronické systémy, jsou pak dodavatelem dodány přímo na výrobní halu dle aktuální potřeby a speciální skladovací prostor tak nepotřebují. Sklad není žádným způsobem automatizovaný a všechny pracovní úkony tak vykonává skladník. Vzhledem k typu výroby by případná automatizace skladu byla nejen neekonomická, ale svým způsobem i zbytečná.

### **Prvovýroba**

Zde celý proces výroby letounu začíná. Pracovníci prvovýroby se zabývají nejen výrobou dílů do letounů, které jsou následně použity pro montáž přímo ve společnosti, ale pro maximální vytížení strojů a pracovníků se prvovýroba rovněž zaměřuje na produkci dílů pro strojírenský i automobilový průmysl. Oddělení tak obrábí materiál na CNC strojích a vyřezává z plátů s pomocí vodního paprsku či laseru jednotlivé díly pro montáž.

### **Zámečnická dílna**

Při produkci malých sportovních letadel se společnost neobejde bez klasické ruční práce. Zámečnická dílna je tak klíčovou součástí výrobního procesu. Činnost zde vykonávají povětšinou dlouhodobí zaměstnanci, kterých si podnik velmi váží, neboť zaměstnanci na montážní lince musejí být a jsou zruční, precizní a trpěliví.

### **Montážní dílna**

Na montážní dílně se celý proces a všechny materiálové a informační toky setkávají a díky práci zaměstnanců montážní linky se pak spojí ve výsledný produkt, tedy sportovní letadlo menší velikosti. Přímou na montážní dílně vzniká celý letoun, přeměňují se zde vstupy v podobě malých očíslovaných kousků plechu či odlitků ze sklolaminátu na požadovaný druh letadla. Celý proces montáže je zahájen sestavením trupu letadla a pokračuje

přes montáž křídel, které musí před montáží projít speciálním procesem hermetizace. Zavádí se elektronika, s ní spojená kabeláž, motor a veškeré další příslušenství spojené s bezpečností a speciálními požadavky zákazníka. V této fázi se letoun rovněž lakuje přesně podle přání koncového zákazníka. Po komplexním procesu montáže prochází celý letoun revizí, je prověřen z hlediska bezpečnosti, spolehlivosti systému a v závěrečné fázi pak letadlo podstupuje zalétávací zkoušky.

Práce na montážní dílně je náročná hlavně vzhledem k potřebě výstupu velmi vysoké kvality. Proces má nadstandardní nároky na odbornost, zkušenost, zodpovědnost, pečlivost a v neposlední řadě zručnost zaměstnanců montáže. Práce je navíc ještě mnohem náročnější kvůli komplikovanému přístupu v pracovním procesu. Pracovníci se při montáži jednotlivých dílů musejí velmi často vystavovat ergonomicky nepřírozeným pozicím, aby na dílčí místo v pracovním procesu dostatečně viděli a měli k němu ten nejlepší správný přístup.

## **7.1 Analýza současného stavu na oddělení montáže**

Předběžnou analýzu současného stavu výroby jsem konzultoval s vedením společnosti, která vyslovila požadavek, abych se v uvedené práci zaměřil právě na montážní dílnu, a to z toho důvodu, že právě tam se podle předběžné analýzy nachází nejvyšší počet rizik.

### **Montáž trupu letadla**

V montážní dílně dostanou díly vyrobené prvovýrobou tvar budoucího letadla. Z malých kousků hliníkového plechu je postupně sestaven celý trup letadla. Pro správnou montáž a vyhovující rozměr byl vyvinut speciální držák, do kterého pracovník postupně vkládá jednotlivé části, které nejprve provrtá a následně snýtuje. Práce jako taková je vysoce náročná, jelikož velkou část pracovní směny se pracovník vystavuje vibracím na horní končetiny, a to už při vrtání děr pro nýty, tak při samotném nýtování. Dalším aspektem náročnosti tohoto procesu je fakt, že každý letoun má pevně stanovenou pozici všech nýtů, tudíž jakákoliv, byť sebemenší chyba, by mohla být velmi nákladná na opravu.

### **Montáž kabiny letadla**

Po sestavení trupu letadla následuje montáž kabiny. Sklolaminátové díly kabiny firmě dodává externí dodavatel a jsou skladovány přímo ve výrobní hale, bezprostředně vedle pracoviště, kde se montáž kabiny odehrává. Před samotnou montáží je nutné sklolaminátové odlitky obrousit, očistit a připravit potřebné otvory v konstrukci.

Nejdůležitější částí přípravy kabiny je obroušení a očištění celého obvodu sklolaminátového dílu pro následné přilepení skla. Tato operace je velmi riziková, jelikož se celý díl musí několik hodin brousit ruční vibrační bruskou. Pracovník tak není vystaven pouze nebezpečnému sklolaminátovému prachu, ale i několikahodinovému působení vibrací na horní končetiny. Samotné usazení kabiny je také velmi náročné a namáhavé, neboť každý odlitek i každý trup je ve své podstatě trochu jiný, je originální. Proto je tedy nutné, aby montáž prováděl zkušený pracovník/expert, který na sebe oba díly pomocí vybroušení perfektně napasuje a pak přinýtuje.

### **Montáž křídel**

Po usazení kabiny následuje montáž křídel. Křídla jako taková podniku opět dodává externí dodavatel. Jelikož se v křídlech nachází palivové nádrže, před samotnou montáží je nutné provést na nádržích speciální operaci, a to jejich hermetizaci, tedy utěsnění pomocí speciálního nátěru. Tento nátěr je karcinogenní a je tak nezbytně nutné jeho aplikaci provádět ve speciální, odvětrávané místnosti a při aplikaci používat všechny dostupné osobní ochranné pracovní pomůcky (OOPP). Hermetizaci všech křídel tak provádí pouze jeden zkušený pracovník. Po nánosu hermetizačního nátěru je nutné nechat křídla vytvrdnout, poté jsou připravena na uchycení k trupu letadla.

### **Instalace motoru**

Po úspěšném sestavení trupu letadla přichází na řadu montáž motoru. Motor je srdcem každého letadla a jeho správná instalace je tak klíčová pro správný a bezpečný provoz. Motory podniku dodává externí společnost. Před samotnou instalací motoru do konstrukce letadla je nutné provést kontrolu všech součástí motoru, zda jsou nepoškozeny a umístěny na správném místě. Motor by měl být rovněž perfektně očištěn a zbaven všech případných nečistot. Manipulace potřebná pro zvednutí a uchycení motoru do správného místa v konstrukci letadla je díky jeho hmotnosti velmi náročná. Proto je nutné před samotnou manipulací, kterou momentálně manuálně provádí 4 až 5 zaměstnanců, provést již zmiňovanou kontrolu a přípravu. Po usazení motoru je nutné jej upevnit na správném místě, provést elektroinstalaci, připojit palivový systém a ověřit jeho těsnost a stejně tak systém chladicí kapaliny. Po provedení všech nezbytných úkonů následuje testování motoru, kdy je zkontrolováno, zda správně startuje a udržuje potřebné otáčky.

## **Elektroinstalace**

Poslední fází před záletem letounu je zapojení kompletní elektroinstalace. S tím souvisí zapojení všech přístrojů potřebných pro bezpečný provoz letadla. Zapojení palubního počítače, navigace, bezpečnostního padáku apod. Instalaci provádí dva zkušení elektrotechnici. Po provedení výše zmíněného procesu následuje upevnění sedadel, která jsou rovněž vyrobena na základě specifických požadavků zákazníka. Kvůli úspoře prostoru kolem letounu jsou až nyní osazeny všechny dříve demontované prvky a letadlo je připraveno k testovacímu letu neboli záletu.

## **7.2 Analýza rizik na vybraných pracovištích**

Po konzultaci s vedením a předložení mých prvotních výstupů jsme se společně s vyšším managementem společnosti shodli, že je dále žádoucí podrobněji se zaměřit pouze na montáž trupu a instalaci motoru. K tomuto rozhodnutí nás vedl fakt, že po prvotní analýze současného stavu se tyto operace jeví jako nejvíce rizikové a nejméně prozkoumané. Následovalo tedy provedení FMEA analýzy rizik u zmíněných úkonů.

### Analýza rizik montáže trupu letadla

Analýzu montáže trupu jsem zvolil proto, že se jedná o vstupní operaci na oddělení montáže. Zde získává poptávaný letoun první reálné křivky. Je tak zjevné, že to, jakým způsobem a s jakou pečlivostí bude trup sestaven, bude mít nezanedbatelný vliv na budoucí kvalitu celého letadla.

Tabulka 2 FMEA analýza montáže trupu

Místo pracoviště:	Montážní hala
Proces výroby:	Montáž trupu
Vypracoval:	Matěj Lanšperk

Současný stav									
Číslo prvku	Prvek procesu	Možná vada	Možné následky	Závažnost (1-10)	Možné příčiny	Výskyt (1-10)	Stávající opatření k odhalení	Odhalitelnost (1-10)	Rizikové číslo (RPN)
1	Usazení jednotlivých plátů	Nepřesné usazení plátů	Koplikace při další práci na letadle	8	Nepřesně opracovaný díl	1	Kontrola a popis dílu	1	8
		Úraz	Pracovní neschopnost zaměstnance	5	Nedostatečné OOPP	2	Proškolení	2	20
2	Spojování	Nekvalitní spoje	Prodloužení výroby	6	Neudržení pozornosti zaměstnance	2	Proškolení, přestávky, kontrola	1	12
		Vibrace	Nemoc z povolání	8	Vysoké vytížení pracovníků	3	Proškolení, přestávky	5	120
		Neergonomické pozice	Bolesti zad	8	Vysoké vytížení pracovníků	4	Přestávky, proškolení, cvičení	4	128
		Nedostatečná kontrola kvality	Prodloužení výroby	5	Nedostatek zaměstnanců	2	Monitoring nemocnosti	1	10
		Nedostatečné proškolení	Úraz, nekvalitní práce	5	Náhlá změna pracovní pozice	3	Míst výroby určuje pracovní pozice	1	15

### Analýza rizik montáže kabiny

Již při absolvování první části mé praxe ve společnosti jsem si všiml náročnosti a velkého množství úkonů při montáži kabiny letadla. Proto jsem se touto oblastí rozhodl v mé bakalářské práci hlouběji zajímat.

Tabulka 3 FMEA analýza montáže kabiny

Místo pracoviště:	Montážní hala
Proces výroby:	Montáž kabiny
Vypracoval:	Matěj Lanšperk

Současný stav									
Číslo prvku	Prvek procesu	Možná vada	Možné následky	Závažnost (1-10)	Možné příčiny	Výskyt (1-10)	Stávající opatření k odhalení	Odhalitelnost (1-10)	Rizikové číslo (RPN)
1	Broušení	Nedostatečné obroušení	Dostatečná pevnost po přilepení	8	Nepřesně opracovaný díl	1	Kontrola a popis dílu	2	16
		Vibrace	Nemoc z povolání	8	Nevhodný nástroj	3	Přestávky, proškolení	3	72
		Prašnost	Nemoc dýchacích cest, očí, sliznic	8	Nedostatečné OOPP	3	Proškolení, respirátor	4	96
2	Usazení kabiny	Nesprávné upevnění	Nutnost opravy	7	Nekvalitní spojovací materiál	2	Namátková kontrola šroubů	3	42
		Neergonomické pozice	Bolesti zad	8	Vysoké vytížení pracovníků	4	Přestávky, proškolení, cvičení	4	128
		Nevhodné lepidlo	Nutnost opravy	5	Nedostatečné proškolení	3	Proškolení, dohled zkušeného pracovníka	1	15
		Špatná komunikace	Nesprávná montáž	4	Pocit rutinní operace	2	Školení zaměstnanců	3	24

### Analýza rizik montáže motoru

Analýzu rizik při instalaci motoru jsem se rozhodl vykonat na základě požadavku a přání vedení organizace. Motor, jak už bylo řečeno, je tzv. srdcem každého letadla a jedná se tak o klíčovou operaci celého montážního procesu.

Tabulka 4 FMEA analýza montáže motoru

Místo pracoviště:	Montážní hala
Místo pracoviště:	Montážní hala
Pracovní proces:	Montáž motoru letadla

Současný stav									
Číslo prvku	Prvek procesu	Možná vada	Možné následky	Závažnost (1-10)	Možné příčiny	Výskyt (1-10)	Stávající opatření k odhalení	Odhaditelnost (1-10)	Rizikové číslo (RPN)
1	Příprava na montáž	Nedostatečný pracovní prostor	Možnost úrazu	7	Nedostatečná příprava pracovního místa	2	Pracovníci postupují podle firemních postupů a návodů	2	28
		Nedostatečná kontrola kvality součástí	Nízká spolehlivost motoru	8	Přetížení pracovníků	2	Proškolení, dohled zkušeného zaměstnance	2	32
2	Montáž	Zvedání břemen	Úraz, poškození součástky	7	Nedostatečný počet vyčleněných pracovníků	3	Míst výroby určuje pracovní pozice	4	84
		Nedostatečná kvalifikace pracovníků	Chybná montáž, úraz	5	Zanedbané školení, nemocnost	2	Montáž je většinou prováděna za dozoru mistra montáže	2	20
		Nesprávné upevnění	Nestabilita, uvolnění	8	Nepozornost	2	Kontrola, proškolení	1	16
		Nergonomická poloha	Bolesti zad	8	Vysoké vytižení pracovníků	4	Přestávky, proškolení, cvičení	2	64
3	Zapojení	Chyba v elektroinstalaci	Nefunkčnost motoru, požár	8	nepozornost, pocit rutinní operace	1	Proškolení, dohled zkušeného zaměstnance	2	16
		Chybné nastavení palivového systému	Nesprávný výkon, spotřeba	4	nepozornost, pocit rutinní operace	2	Školení	1	8

### 7.3 Vyhodnocení FMEA analýz vybraných procesů

Jak můžeme vyčíst z tabulek FMEA analýzy pro jednotlivé procesy, jednoznačně nejvýznamnějšími riziky napříč operacemi jsou rizika spjata s ergonomií a BOZP. Není to až tak překvapující, jelikož v leteckém průmyslu je nutné, aby rizika spojená s kvalitou výroby, byla maximálně eliminována. Stejně tak případná zmetkovitost se z důvodu cenových nákladů vstupů musí, pokud chce být podnik úspěšný, blížit nule. Z toho důvodu jsem se rozhodl se dále věnovat pouze rizikům ergonomických, podrobněji je analyzovat a pokusit se co nejvíce snížit jejich dopad na zaměstnance.

## 7.4 Ergonomické analýzy vybraných pracovišť

Pro podrobnější analýzu ergonomie na vybraných pracovištích jsem si vytvořil checklist, ve kterém jsou hodnoceny podmínky pracovního prostředí a jeho vliv na pracovníka, vliv vykonávané operace na zdraví a kvalitu života.

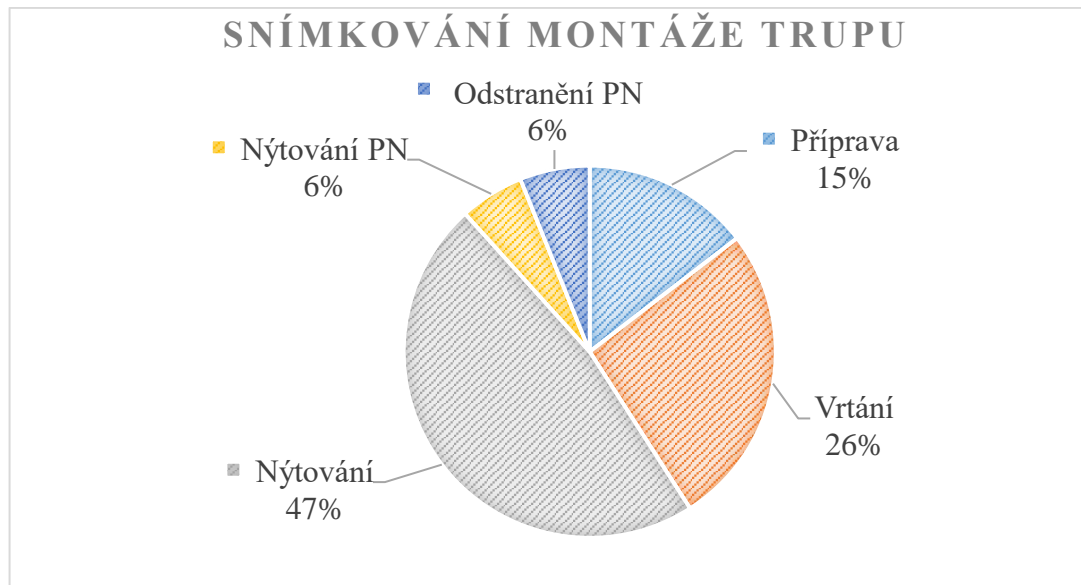
### Montáž trupu

Na pracovišti montáže trupu na mě zapůsobila pravděpodobná rizika spojená s prací v předklonu a s častým vystavováním vibrací na horní končetiny. Před vyplněním checklistu bylo pro pochopení posloupnosti a náročnosti operací provedeno snímkování procesu.

Tabulka 5 Snímkování procesu montáže trupu

Č. operace	Doba trvání	Popis operace
1	0:04:36	Příprava, chystání náradí
2	0:00:55	Hledání a kontrola příslušného dílku
3	0:00:25	Přichycení a vrtání děr pro pomocné nýty
4	0:00:38	Přípevnění pomocnými nýty
5	0:00:51	Vrtání ostatních děr
6	0:01:08	Nýtování ostatních děr pevnými nýty
7	0:00:41	Odstranění pomocných nýtů
8	0:01:02	Pevné zanýtování děr po pomocných nýtech
9	0:01:28	Hledání a kontrola následujícího dílku
10	0:02:49	Přichycení a vrtání děr pro pomocné nýty
11	0:00:34	Přípevnění pomocnými nýty
12	0:02:14	Vrtání
13	0:05:11	Nýtování pevnými nýty
14	0:03:09	Vrtání
15	0:07:45	Nýtování pevnými nýty
16	0:04:37	Vrtání
17	0:07:19	Nýtování pevnými nýty
18	0:00:57	Odstranění pomocných nýtů
19	0:03:25	Pevné zanýtování děr po pomocných nýtech
20	0:04:57	Hledání a kontrola následujícího dílu
21	0:02:34	Přichycení a vrtání děr pro pomocné nýty
22	0:03:24	Přípevnění pomocnými nýty
23	0:02:13	Vrtání
24	0:04:01	Nýtování pevnými nýty
25	0:02:46	Vrtání
26	0:03:57	Nýtování pevnými nýty
27	0:03:21	Odstranění pomocných nýtů
28	0:05:03	Pevné zanýtování děr po pomocných nýtech





Obrázek 8 Graf snímkování procesu montáže trupu (zdroj: vlastní)

Tabulka 6 Ergonomický checklist montáže trupu

<b>Checklist pro ergonomická rizika</b>			
Místo pracoviště	Montážní hala		
Proces výroby:	Montáž trupu		
Datum	09.04.2024		
Vypracoval:	Matěj Lanšperk		
	Ano	Ne	Poznámka
1. Jsou rozměrové parametry pracovního místa dostatečné?	<input checked="" type="checkbox"/>		
2. Je zvolená základní pracovní poloha vhodná?		<input checked="" type="checkbox"/>	Vysoké procento pracovní činnosti je prováděno v předklonu.
3. Jsou používané nástroje a nářadí vyhovující?		<input checked="" type="checkbox"/>	Bylo by vhodnější použití pneumatického nářadí.
4. Jsou splněna kritéria pro ruční manipulaci s břemeny?	<input checked="" type="checkbox"/>		
5. Vykytují se při provádění práce opakovaně nefyziologické pracovní polohy trupu a hlavy?	<input checked="" type="checkbox"/>		
6. Je při provádění práce vysoký podíl statické zátěže?	<input checked="" type="checkbox"/>		
7. Jsou používané OOPP vhodné?	<input checked="" type="checkbox"/>		Je důležité na zaměstnance apelovat, aby OOPP využívali.
8. Jsou při práci vynakládány velké nebo nadlimitní svalové síly?		<input checked="" type="checkbox"/>	

9. Vyskytují se při práci vibrace?	<input checked="" type="checkbox"/>		
10. Je v pracovním prostředí zvýšená prašnost?		<input checked="" type="checkbox"/>	
11. Dochází při práci k ruční manipulaci s jednoduchými bezmotorovými prostředky?		<input checked="" type="checkbox"/>	
12. Je práce prováděna pod dostatečným osvětlením?	<input checked="" type="checkbox"/>		
13. Je úroveň hluku bezpečná?	<input checked="" type="checkbox"/>		
14. Vyskytují se při práci další rizikové faktory (teplo, chlad)		<input checked="" type="checkbox"/>	

Z vytvořeného checklistu můžeme vyčíst reálná rizika, která pracovníkům při montáži trupu letadla hrozí. Významným rizikem je provádění pracovní činnosti v předklonu. Pracovník se totiž musí nahýbat dovnitř trupu letounu, aby dokázal provrtat a přinýtovat všechny potřebné spoje. S tím souvisí i časté nefyziologické polohy hlavy a trupu pracovníka. Dalším významným rizikem jsou vibrace přenášené na ruce zaměstnanců. Dochází k nim při procesu provrtávání spojovaných materiálů pro následnou kompletaci nýtováním. Jelikož jsou na celém trupu díla tisíce těchto otvorů, je práce s vrtačkou a tím vystavování horních končetin vibracím velmi časté a namáhavé.

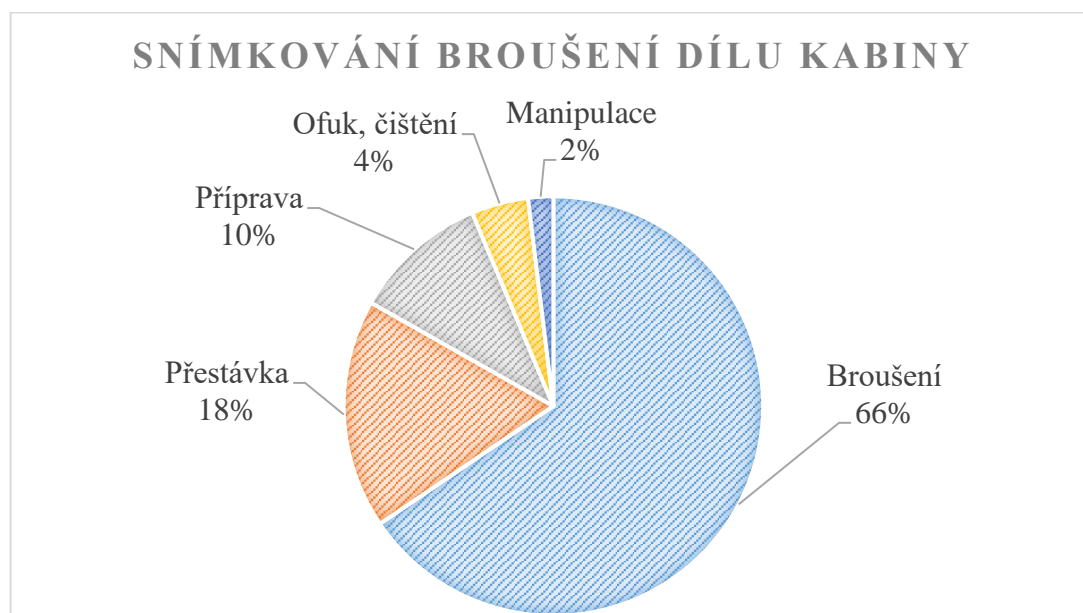
### Montáž kabiny

Před samotným vyplněním checklistu bylo opět provedeno snímkování procesu. To nám pomohlo maximálně pochopit posloupnost a náročnost operací.

Tabulka 7 Snímkování procesu broušení vrchního dílu kabiny

Č. operace	Doba trvání	Popis operace
1	0:09:14	Příprava laminátu na broušení začištění dosedací plochy pro lepení
2	0:05:19	Příprava vybroušení barvy separátu až na sklo z důvodu lepení skla
3	0:12:42	Zahájení broušení
4	0:00:27	Ofuk
5	0:15:52	Pokračování v broušení
6	0:01:05	Ofuk
7	0:00:11	Manipulace s dílem, kotvení
8	0:15:14	Přestávka
9	0:16:16	Broušení

10	0:00:11	Ofuk
11	0:02:45	Broušení
12	0:00:34	Manipulace a kotvení
13	0:09:40	Broušení
14	0:06:07	Přestávka, výměna brusné desky
15	0:07:53	Broušení
16	0:01:27	Manipulace a kotvení
17	0:41:46	Hygiena + oběd
18	0:15:43	Broušení
19	0:00:55	Manipulace a kotvení
20	0:00:23	Úprava brusky
21	0:09:43	Broušení
22	0:06:44	Přestávka
23	0:04:39	Broušení
24	0:02:17	Příprava na ruční broušení
25	0:10:08	Ruční broušení hrany
26	0:05:21	Čištění laminátu a značení tužkou pro dobrou broušení skla



Obrázek 9 Graf snímkování broušení dílu kabiny (zdroj: vlastní)

Toto snímkování nám ukázalo, že nejen pouze montáže, ale i samotná příprava kabiny je velmi náročná, a to hlavně s ohledem na ergonomii a zdraví pracovníků, jak koneckonců potvrdila i FMEA analýza.

Tabulka 8 Ergonomický checklist montáže kabiny

<b>Checklist pro ergonomická rizika</b>			
Místo pracoviště	Montážní hala		
Proces výroby:	Montáž kabiny		
Datum	10.04.2024		
Vypracoval:	Matěj Lanšperk		
	Ano	Ne	Poznámka
1. Jsou rozměrové parametry pracovního místa dostatečné?		<input checked="" type="checkbox"/>	Bylo by vhodnější, kdyby měl pracovník kolem kabiny při broušení více prostoru. Momentální podmínky pracoviště to však neumožňují.
2. Je zvolená základní pracovní poloha vhodná?		<input checked="" type="checkbox"/>	Vysoké procento pracovní činnosti je prováděno v předklonu.
3. Jsou používané nástroje a nářadí vyhovující?		<input checked="" type="checkbox"/>	Bylo by vhodnější použití pneumatického nářadí.
4. Jsou splněna kritéria pro ruční manipulaci s břemeny?	<input checked="" type="checkbox"/>		
5. Vykytují se při provádění práce opakovaně nefyziologické pracovní polohy trupu a hlavy?	<input checked="" type="checkbox"/>		
6. Je při provádění práce vysoký podíl statické zátěže?	<input checked="" type="checkbox"/>		
7. Jsou používané OOPP vhodné?	<input checked="" type="checkbox"/>		Je důležité na zaměstnance apelovat, aby OOPP využívali.
8. Jsou při práci vynakládány velké nebo nadlimitní svalové síly?		<input checked="" type="checkbox"/>	
9. Vyskytují se při práci vibrace?	<input checked="" type="checkbox"/>		
10. Je v pracovním prostředí zvýšená prašnost?	<input checked="" type="checkbox"/>		
11. Dochází při práci k ruční manipulaci s jednoduchými bezmotorovými prostředky?		<input checked="" type="checkbox"/>	
12. Je práce prováděna pod dostatečným osvětlením?	<input checked="" type="checkbox"/>		
13. Je úroveň hluku bezpečná?	<input checked="" type="checkbox"/>		
14. Vyskytují se při práci další rizikové faktory (teplo, chlad)		<input checked="" type="checkbox"/>	

Zde jsou opět výrazným rizikem vibrace přenášené na horní končetiny. Ty jsou produkovány vibrační bruskou, kterou pracovník opracovává hranu celého dílu kabiny, aby bylo posléze možné na kabinu nalepit sklo. Broušením pak vzniká vysoké množství

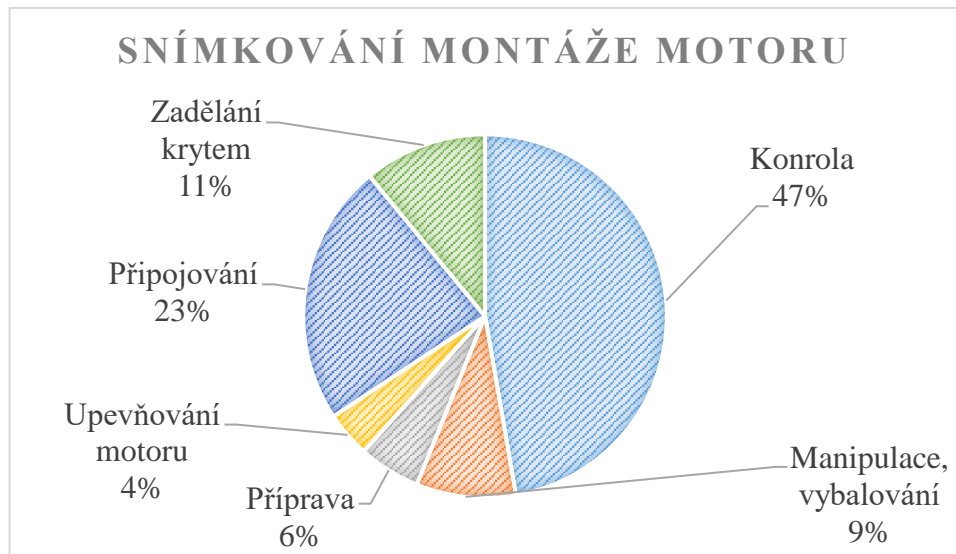
prachu, který se skládá nejen z obroušené základové barvy, ale rovněž i z kousků skla, které se ze sklolaminátové kabiny rovněž uvolňují a pro zdraví zaměstnance jsou velmi nebezpečné. Proto je nezbytně nutné při broušení používat všechny dostupné OOPP. Broušení rovněž způsobuje statickou zátěž na svaly zad, jelikož pracovník při broušení dost často vyvíjí tlak celou svou vahou na brusnou plochu, velká část práce je tak opět vykonávána v předklonu.

### Montáž motoru

Při montáži motoru je z části zastaven provoz na celé montážní hale. Motor je totiž velmi těžký a musí se tak vymezit větší počet pracovníků, kteří s montáží pomohou. Rovněž tato operace byla před vyplněním checklistu pozorována a při pozorování bylo prováděno snímkování.

Tabulka 9 Snímkování procesu montáže motoru

Č. operace	Doba trvání	Popis operace
1	0:06:12	Kontrola všech součástí, která se již nachází v trupu letadla
2	0:01:02	Doprava motoru pomocí paletového vozíku
3	0:02:51	Vybalení motoru
4	0:05:36	Kontrola motoru
5	0:02:25	Příprava všech šroubů a materiálu pro upevnění motoru
6	0:00:14	Zvednutí motoru
7	0:00:20	Usazení do pozice
8	0:01:47	Upevňování pomocí šroubů
9	0:00:05	Puštění motoru
10	0:10:14	Připojování hadiček, lanek a ostatních dílů
11	0:08:57	Kontrola správnosti zapojení
12	0:04:49	Zadělání krytem



Obrázek 10 Graf snímkování montáže motoru (zdroj: vlastní)

Tabulka 10 Ergonomický checklist montáže motoru

<b>Checklist pro ergonomická rizika</b>			
Místo pracoviště	Montážní hala		
Proces výroby:	Montáž motoru		
Datum	11.04.2024		
Vypracoval:	Matěj Lanšperk		
	Ano	Ne	Poznámka
1. Jsou rozměrové parametry pracovního místa dostatečné?		<input checked="" type="checkbox"/>	
2. Je zvolená základní pracovní poloha vhodná?		<input checked="" type="checkbox"/>	Pracovníci držící motor jsou po celou dobu jeho upevňování v předklonu.
3. Jsou používané nástroje a nářadí vyhovující?	<input checked="" type="checkbox"/>		
4. Jsou splněna kritéria pro ruční manipulaci s břemeny?		<input checked="" type="checkbox"/>	
5. Vykytují se při provádění práce opakovaně nefyziologické pracovní polohy trupu a hlavy?		<input checked="" type="checkbox"/>	
6. Je při provádění práce vysoký podíl statické zátěže?	<input checked="" type="checkbox"/>		
7. Jsou používané OOPP vhodné?	<input checked="" type="checkbox"/>		
8. Jsou při práci vynakládány velké nebo nadlimitní svalové síly?	<input checked="" type="checkbox"/>		
9. Vyskytují se při práci vibrace?		<input checked="" type="checkbox"/>	

10. Je v pracovním prostředí zvýšená prašnost?		<input checked="" type="checkbox"/>	
11. Dochází při práci k ruční manipulaci s jednoduchými bezmotorovými prostředky?		<input checked="" type="checkbox"/>	
12. Je práce prováděna pod dostatečným osvětlením?	<input checked="" type="checkbox"/>		
13. Je úroveň hluku bezpečná?	<input checked="" type="checkbox"/>		
14. Vyskytují se při práci další rizikové faktory (teplo, chlad)		<input checked="" type="checkbox"/>	

Jak nám prozradila již FMEA analýza, montáž motoru je ergonomicky velmi náročná. Motor je totiž velmi těžký a pracovníci tak při montáži nejenže manipulují s těžkými břemeny, ale musejí jej i držet na místě po celou dobu, než je motor pevně uchycen ke konstrukci letadla. Zaměstnanci se tak vystavují vysoké statické zátěži a vydávají nadměrné množství fyzické síly při zvedání a držení motoru. Nesmíme zapomenout ani na nefyziologické polohy, jimž se vystavuje pracovník, který motor upevňuje ke konstrukci letadla. Některé šrouby jsou totiž poměrně těžce dostupné. Je rovněž vystaven psychickému tlaku, neboť pracovníci kolem něj musejí motor držet po celou dobu, než jej dokonale uchytí.

## 8 NAVRŽENÍ OPATŘENÍ

Účelem mé bakalářské je doporučení snížení potenciálního rizika ve vybrané společnosti. Jako první jsme rizika identifikovali pomocí FMEA analýzy a ergonomického checklistu. Nyní je na řadě navrhnout adekvátní opatření, která identifikovaná rizika mohou snížit či v ideálním případě úplně eliminovat.

### Montáž trupu

Nejvýznamnějším rizikem na stanovišti montáže trupu letadla je jednoznačně nefyziologická pracovní poloha zaměstnanců. Pracovníci se, jak můžeme vidět na přiložené fotografii, téměř po celou dobu montáže trupu ohýbají v zádové části těla, aby dokázali připevnit pomocí nýtů všechny potřebné součástky. Vzhledem k tomu, že při tvorbě letadlového trupu je potřeba vyvrtat a zanýtovat tisíce děr, je tato nefyziologická poloha velkým problémem.



Obrázek 11 Pracovní poloha při montáži trupu letadla (zdroj: vlastní)

Tento problém by mohl vyřešit speciální polohovatelný pracovní pult. Na ten by se přesunula část trupu, která musí být vytvořena kvůli maximálnímu dodržení rozměrů ve speciálně vyrobeném podpůrném prostředku (formě). Na polohovatelném pultu by se



pak trup letadla dále sestavoval a ve fázi, kdy se do něj začne pracovník shýbat, by se trup k polohovatelné pracovní desce upevnil. Tak by bylo možné s ním pohybovat a manipulovat jakýmkoliv směrem, až do polohy, ve které se do vnitřní části trupu letounu pracovník pohodlně dostane. Práce tak pro něj bude komfortnější, bezpečnější, z dlouhodobého hlediska zdravotně nezávadná, a dokonce i příjemnější.

Dalším rovněž nezanedbatelným rizikem je bezpochyby přenášení vibrací na horní končetiny pracovníka. Tyto vibrace vznikají při vrtání děr pro následné nýtování dílů trupu. Jak jsem již zmínil, pro úspěšné sestavení trupu letadla je potřeba takových děr vyvrtat několik tisíc. Z tohoto důvodu je pravděpodobnost vzniku dlouhodobé nemoci způsobené vibracemi, jako například syndrom karpálního tunelu, nebezpečně vysoké. Proto je vhodné a žádoucí toto riziko maximálně snižovat.



Obrázek 12 Vrtání při montáži trupu letadla (zdroj: vlastní)

Jako první řešení se nabízí použití pneumatické vrtačky, která bude produkovat značně menší vibrační vlny. Vzhledem k tomu, že je na pracoviště již doveden stlačený vzduch pro potřebu nýtování, by toto opatření nebylo příliš nákladné ani náročné k aplikaci.

Rovněž cena pneumatických vrtaček není příliš vysoká. Toto opatření ale nezbrání působení vibrací, výrazně jej však sníží.



Obrázek 13 Hazet 9030-1 pneumatická vrtačka (GMTECHNIK, 2024)

Pro další ochranu se nabízí použití antivibračních pracovních rukavic. To je však komplikovanější, jelikož pracovník ihned po vyvrtání několika málo děr musí alespoň pár z nich přichytit tzv. pomocným nýtkem, aby dílek neposunul a díry tak dokonale seděly na správném místě. Pro toto přichycení tak musí pracovník manipulovat s nýtem poměrně malé velikosti, což by v pracovních rukavicích mohlo být problematické. Benefit z využití těchto rukavic však přináší další pozitiva, která stojí za zvážení.



Obrázek 14 OS 1st VIBRA-X Pracovní rukavice antivibrační (Pracovníochrana.cz, 2024)

Dalším, ale rozhodně komplikovanějším způsobem, pomocí kterého však lze dosáhnout téměř eliminace rizika přenášení vibrací, je předvrtání děr do jednotlivých dílků. Tyto dílky by se pak na oddělení montáže pouze sestavily a pomocí pneumatické nýtovací pistole upevnily. Zde je však zásadní problém, a to fakt, že každý trup letadla je originálem, je jiný, i když se jedná o pouhé milimetry. Při obrovském počtu otvorů by tak mohla nastat vysoká pravděpodobnost, že v průběhu sestavování se bude zvyšovat počet nesedících otvorů. V tomto případě by bylo problematické otvory předvrtat, jelikož by se tak mohla oslabit pevnost celé konstrukce, což by mělo fatální dopad. Proto je toto řešení jen velmi těžce proveditelné až do doby, než se najde způsob, jak vytvářet každý trup letadla stoprocentně stejný.

### **Montáž kabiny**

I broušení kabiny se na první pohled jevílo, že bude z hlediska ergonomie a bezpečnosti pracovníků velmi rizikovou operací. To potvrdila i FMEA analýza a následný ergonomický checklist. Při broušení dílu kabiny totiž nejenže opět dochází k přesunu vibrací na horní končetiny pracovníka, neergonomickým polohám a statické svalové zátěži. K tomu všemu je zaměstnanec vystaven i vysoké prašnosti, která v sobě navíc nese mikročástice vybroušeného sklolaminátu, tedy skla, které je při vdechnutí z dlouhodobého hlediska velmi nebezpečné. Zaměstnanec si sice chrání dýchací cesty pomocí respirátoru a používá brýle k ochraně očí, ale i tak má prašnost nepříznivý dopad. Místnost, kde se kabiny brousí, je totiž vybavena velmi zastaralou ventilací a dalo by se tak říct, že prostor není odvětrávaný takřka vůbec. Prach se tak usazuje na oblečení, kůži a vlasech pracovníka a může způsobit podráždění pokožky, případně posléze zasáhnout oči nebo dýchací ústrojí. Rovněž vzniká riziko možného vznícení rozptýleného prachu, které by mohlo mít fatální následky.

Pro snížení rizika působení prachu je tak nezbytně nutné do místnosti nainstalovat účinnější ventilaci, která bude prach co nejrychleji odsávat. Toto opatření bude pravděpodobně jedno z nákladnějších, ale pro ochranu pracovníků a majetku je jeho aplikace velmi důležitá.



Obrázek 15 Sklopný díl kabiny (zdroj: vlastní)

Při této operaci se opět vyskytují nebezpečné vibrace, které jsou pomocí používané vibrační brusky přenášeny na ruce. Zde se tedy opět nabízí opatření výměny brusného zařízení za brusku, která bude produkovat snížené vibrace. To by mohlo pomoci i technologicky, jelikož na broušení jednoho dílu kabiny se spotřebují až tři brusné papíry. Jejich lepidlo, pomocí kterého drží brusný papír na vibrační hlavě brusky, je totiž roztaveno teplem, které produkuje tření při broušení. Nabízí se tak použití pneumatické brusky.

Dalším ergonomickým rizikem je vystavování pracovníka nefyziologickým polohám lidského trupu a celé horní části těla. Zaměstnanec se totiž k brusné ploše ohýbá a tlačí na ni často značnou silou. Při broušení je totiž, jak bylo zmíněno, odstraňována základová barva, která v určitých částech velmi dobře drží a je tak obtížné ji vybrousit. Z tohoto důvodu by bylo vhodné pořídit do brusírny výškově nastavitelné kozy, díky nimž by si pracovník mohl individuálně nastavit pracovní výšku, která mu nejvíce vyhovuje. Nyní

k tomuto účelu slouží kozy statické a vyšší pracovníci jsou tak o to více náchylní k bolestem zad.

Za zkoušku by rovněž stálo zkusit vykomunikovat s dodavatelem sklolaminátových odlitků, zda nelze nějakým způsobem upravit proces výroby těchto odlitků. Konkrétně, zda při lakování sklolaminátu neleze onu broušenou hranu ošetřit tak, aby na ni při celoplošném nástřiku nebyla barva nanesena. Nebo hranu ošetřit jiným způsobem tak, aby při broušení byla barva lehčeji odstranitelná.

### Montáž motoru

Posledním vybraným pracovištěm, na kterém byla provedena analýza rizik výrobního procesu, je pracoviště, kde se odehrává montáž motoru. Motor je pohonem celého letadla, a právě proto jeho montáži věnuje společnost maximálně zvýšenou pozornost.

Prakticky veškerá odhalená rizika při montáži motoru jsou spjata s jeho tíhou. Pracovníci tak nepřiměřeně namáhají svaly při zvedání motoru a pak rovněž při statickém držení motoru na místě po dobu jeho upevňování ke konstrukci. Dalším negativně působícím vlivem je stres, který při upevňování zažívá pracovník, jež se motor snaží co nejrychleji přichytit k nosné konstrukci letadla tak, aby jej jeho kolegové nemuseli zbytečně dlouho držet.



Obrázek 16 Matabro MB-20040, Zvedák motoru žirafa 2t (hever)  
(Aretační přípravky, 2024)

Všechny tyto problémy by tak vyřešil hydraulický zvedák motoru. Motor by se tak pomocí ručního paletového vozíku přivezl k místu montáže, díky zvedáku se motor jednoduše zvedne a přesně situuje na místo, kde po celou dobu montáže bude držet motor na přesně určeném místě. Dalším benefitem je fakt, že by montáž motoru pohodlně zvládli dva pracovníci místo čtyř až pěti, kteří tuto operaci vykonávají v současnosti. Společnost tak bude chránit nejen zdraví svých pracovníků, ale z dlouhodobého hlediska i své finanční

prostředky, jelikož ostatní pracovníci se budou moci věnovat jiné činnosti a montáž tak bude probíhat rychleji, efektivněji.

## 9 VYHODNOCENÍ ZAVEDENÝCH OPATŘENÍ

Vyhodnocení zavedených opatření je klíčovou částí analýzy rizik. Může se totiž stát, že námi navržené opatření nebude přesně cílit tak, kam jsme z počátku mysleli a jeho účinnost tak bude nižší. Proto je důležité po zavedení opatření provést novou analýzu, při které již zavedená opatření budeme brát v potaz a zhodnotíme tak aktuální úroveň rizik. V případě, že by byla rizika stále příliš vysoká, bude nutné navrhnout další, případně přehodnotit stávající opatření u konkrétního procesu.

### Montáž trupu

Pro účely vyhodnocení účinnosti navržených opatření jsem se rozhodl dopracovat druhou část FMEA analýzy. Díky dopracování části, která hodnotí míru rizika po zavedení opatření, můžeme odhalit neadekvátní opatření a předejít tak možnostem vzniku škody.

Tabulka 11 FMEA analýza montáže trupu po zavedení opatření

Místo pracoviště:	Montážní hala
Proces výroby:	Montáž trupu
Vypracoval:	Matěj Lanšperk

Číslo prvku	Stav před opatřením							Stav po zavedení opatření							
	Prvek procesu	Možná vada	Možné následky	Závažnost (1-10)	Možné příčiny	Výskyt (1-10)	Stávající opatření k odhalení	Odhaltitelnost (1-10)	Rizikové číslo (RPN)	Opatření	Zodpovědnost	Význam (1-10)	Výskyt (1-10)	Odhaltitelnost (1-10)	RPN
1	Usazení jednotlivých plátů	Nepřesné usazení plátů	Koplikace při další práci na letadle	8	Nepřesné opracovaný díl	1	Kontrola a popis dílu	1	8			8	1	1	8
		Úraz	Pracovní neschopnost zaměstnance	5	Nedostatečné OOPP	2	Proškolení	2	20			5	2	2	20
2	Spojování	Nekvalitní spoje	Prodloužení výroby	6	Neudržení pozornosti zaměstnance	2	Proškolení, přestávky, kontrola	1	12			6	2	1	12
		Vibrace	Nemoc z povolání	8	Vysoké výtížení pracovníků	3	Proškolení, přestávky	5	120	Pneumatické nářadí, antivibrační rukavice	Míst výroby	5	1	5	25
		Neergonomické pozice	Bolesti zad	8	Vysoké výtížení pracovníků	4	Přestávky, proškolení, cvičení	4	128	Polohovatelné pracovní stoly	Vedoucí výroby, vyšší management	5	2	2	20
		Nedostatečná kontrola kvality	Prodloužení výroby	5	Nedostatek zaměstnanců	2	Monitoring nemocnosti	1	10			5	2	1	10
		Nedostatečné proškolení	Úraz, nekvalitní práce	5	Náhla změna pracovní pozice	3	Míst výroby určuje pracovní pozice	1	15			5	3	1	15

Z dopracované FMEA analýzy je evidentní, že na oddělení montáže trupu opatření splnila svůj účel. Pneumatické nářadí a antivibrační rukavice uspokojivě snížily hodnotu rizikového čísla neboli RPN. Je však stále nutné sledovat nejen hodnotu RPN, ale i možnost vzniku dalších v této analýze nezmíněných rizik.

### Montáž kabiny

Při montáži kabiny jsme se rovněž potýkali s rizikem vibrací a neergonomickými polohami při vykonávání pracovní činnosti. Novým rizikem však byla příliš vysoká prašnost.

Tabulka 12 FMEA analýza montáže kabiny po zavedení opatření

Místo pracoviště:	Montážní hala
Proces výroby:	Montáž kabiny
Vypracoval:	Matěj Lanšperk

Číslo prvku	Prvek procesu	Možná vada	Možné následky	Stav před zavedením opatření				Stav po zavedení opatření							
				Závažnost (1-10)	Možné příčiny	Výskyt (1-10)	Stávající opatření k odhalení	Odhaditelnost (1-10)	Rizikové číslo (RPN)	Opatření	Zodpovědnost	Význam (1-10)	Výskyt (1-10)	Odhaditelnost (1-10)	RPN
1	Broušení	Nedostatečné obroušení	Dostatečná pevnost po přilepení	8	Nepřesně opracovaný díl	1	Kontrola a popis dítu	2	16			8	1	2	16
		Vibrace	Nemoc z povolání	8	Nevhodný nástroj	3	Přestávky, proškolení	3	72	Pneumatické nářadí, antivibrační rukavice	Mistr výroby, vedoucí výroby	5	1	2	10
2	Usazení kabiny	Prašnost	Nemoc dýchacích cest, očí, sliznic	8	Nedostatečné OOPP	3	Proškolení, respirátor	4	96	Nová ventilace	Vedoucí výroby, vyšší management	5	2	2	20
		Nesprávné upevnění	Nutnost opravy	7	Nekvalitní spojovací materiál	2	Namátková kontrola šroubů	1	14			7	2	1	14
		Neergonomické pozice	Bolesti zad	8	Vysoké vyřízení pracovníků	4	Přestávky, proškolení, cvičení	4	128	Polohovatelné montážní kozy	Vedoucí výroby, vyšší management	5	2	2	20
		Nevhodné lepidlo	Nutnost opravy	5	Nedostatečné proškolení	3	Proškolení, dohled zkušeného pracovníka	1	15			5	3	1	15
		Špatná komunikace	Nesprávná montáž	4	Pocit rutinní operace	2	Školení zaměstnanců	3	24			4	2	3	24

Rovněž na oddělení montáže kabiny se nám prostřednictvím opatření povedlo rizika s nepříjemně vysokým RPN snížit na odpovídající úroveň. Účinnost námi zvolených opatření je uspokojivá a momentálně tak můžeme říct, že rizika při procesu montáže kabiny jsou přijatelná.

### Montáž motoru

Posledním analyzovaným pracovištěm byla montáž motoru.

Tabulka 13 FMEA analýza montáže motoru po zavedení opatření

Místo pracoviště:	Montážní hala
Proces výroby:	Montáž motoru
Vypracoval:	Matěj Lanšperk

Číslo prvku	Prvek procesu	Možná vada	Možné následky	Současný stav				Budoucí stav							
				Závažnost (1-10)	Možné příčiny	Výskyt (1-10)	Stávající opatření k odhalení	Odhaditelnost (1-10)	Rizikové číslo (RPN)	Opatření	Zodpovědnost	Význam (1-10)	Výskyt (1-10)	Odhaditelnost (1-10)	RPN
1	Příprava na montáž	Nedostačný pracovní prostor	Možnost úrazu	7	Nedostatečná příprava pracovního místa	2	Pracovníci postupují podle firemních postupů a návodů	2	28			7	1	2	14
		Nedostatečná kontrola kvality součástí	Nizká spolehlivost motoru	8	Přetížení pracovníků	2	Proškolení, dohled zkušeného zaměstnance	2	32			8	1	2	16
2	Montáž	Zvedání břemen	Úraz, poškození součástky	7	Nedostačný počet vyčleněných pracovníků	3	Míst výroby určuje pracovní pozice	4	84	Pořízení hydraulického zvedáku motoru	Mistr výroby, vedoucí výroby	7	1	2	14
		Nedostatečná kvalifikace pracovníků	Chybná montáž, úraz	5	Zanedbané školení, nemocnost	2	Montáž je většinou prováděna za dozoru mistra montáže	2	20			5	2	2	20
		Nesprávné upevnění	Nestabilita, uvolnění	8	Nepozornost	2	Kontrola, proškolení	1	16			8	2	1	16
		Neergonomická poloha	Bolesti zad	8	Vysoké vyřízení pracovníků	4	Přestávky, proškolení, cvičení	2	64	Pořízení hydraulického zvedáku motoru	Mistr výroby, vedoucí výroby	6	2	2	24
3	Zapojení	Chyba v elektroinstalaci	Nefunkčnost motoru, požár	8	nepozornost, pocit rutinní operace	1	Proškolení, dohled zkušeného zaměstnance	2	16			8	1	2	16
		Chybné nastavení palivového systému	Nesprávný výkon, spotřeba	4	nepozornost, pocit rutinní operace	2	Školení	1	8			4	2	1	8



Taktéž na oddělení montáže motoru můžeme vidět, že opatření jsou adekvátní a plní svůj účel. Všechna rizika byla spjata přímo či nepřímo s váhou motoru. Toto riziko vyřešil hydraulický zvedák motoru. Díky pořízení zvedáku bude mít pracovník více času a také více mentálního klidu na přípravě pracoviště, na případné úpravy, a to i ve fázi, kdy bude motor letadla již zvednut. Pracovník tak nebude pod tlakem okolí, kdy musí rychle motor připevnit, aby tímto procesem dlouho nezaměstnávala své kolegy. Pořízením zvedáku se sníží fyzická zatíženost, časová dotace i riziko nedostatečného pracovního prostoru. Pracovník bude mít rovněž i více času na kontrolu šroubů a všech ostatních vkládaných součástí. Celý proces se zefektivní.

## ZÁVĚR

Bakalářská práce se věnovala řízení rizik ve výrobním procesu a jejich analýze ve společnosti specializující se na výrobu malých sportovních letadel. Práce byla rozdělena na teoretickou a praktickou část. V úvodní kapitole teoretické části je věnován prostor k vysvětlení základních pojmů, které se k tématu řízení rizik vztahují. V následujících kapitolách je pak vysvětlen celý proces analýzy rizik. Poslední segment první části práce se zabývá ergonomií. Ozřejmuje základní terminologii a členění ergonomie, budoucnost a vývoj ergonomie, jako například ergonomické simulace.

Druhý díl práce, tedy část praktická, se zabíral samotnou analýzou rizik ve výrobním procesu. Pro tuto analýzu byla zvolena metoda FMEA, která odhalila, že nejvýraznějšími riziky na oddělení montáže byla rizika spojená s ergonomií. Toto zjištění nebylo až tak překvapivé, jelikož se analyzovaná firma nacházela v leteckém průmyslu, kde je obecně na rizika související s kvalitou a bezpečností brán výrazný zřetel a pro úspěšný chod a růst firmy musejí být tato rizika maximálně snižována.

Pro podrobnější analýzu ergonomických rizik byl pak vytvořen ergonomický checklist, který odhalil rizika, pro něž bylo nutné zavést opatření a tím snížit jejich dopad, výskyt či zvýšit jejich odhalitelnost. Nejčastěji vyskytujícím se rizikem bylo riziko související s vibracemi přenášenými na ruce zaměstnanců. Pro snížení tohoto rizika bylo navrženo opatření, které se opíralo o zavedení pneumatického náradí a používání antivibračních rukavic. Dalším významným rizikem bylo riziko prašnosti při broušení sklolaminátového dílu kabiny. Při zavádění opatření v této části výroby byl kladen důraz na nutnost modernizace odsávacího systému. Posledním navrženým opatřením bylo pořízení hydraulického zvedáku pro jeho využití při montáži motoru.

Práce ve svém komplexu ucelila informace z oblasti řízení rizik ve výrobním procesu a ergonomie na vybraném pracovišti. Praktická část rovněž utvrdila společnost v tom, že výsledný produkt je dodáván v maximální možné kvalitě a rizika s tím související jsou na uspokojivé úrovni.

Management firmy může tuto práci využít jako aktuální opěrný bod při snaze o zlepšení bezpečnosti zdraví pracovníků na montážní hale a na zjištěných a poznatcích získaných uvedenou sondou na pracovišti a formulovaných v této práci stavět dál ve snaze o zdokonalení a zefektivnění stavu a prostředí výroby podniku.

Výstup práce tak představuje pro letecký podnik přínos a všechna konkrétní či jen některá z navržených opatření mohou být v co nejkratší době zavedena. Budou tak naplňovat sledovaný cíl a účel, bezpečnost na pracovišti, časové a finanční zefektivnění dílčích výrobních procesů, modernizaci sledovaných technologií, a tím i zpříjemnění pracoviště zaměstnanců i jejich dílčích pracovních činností.

Zlepšení pracovních podmínek zaměstnanců na montážní dílně bezpochyby povede k příjemnějšímu prostředí, lepší náladě a chuti k práci, což se jednoznačně promítne i na kvalitě a pečlivosti odvedené práce. Každý krok směřující vedením formy ke zlepšení pracoviště a jeho bezpečí zvyšuje spokojenost pracovníků. Zavedení zjištěné a popsané optimalizace vybavení a bezpečnosti firmy je dobrou motivací zaměstnanců k dalšímu zvyšování pracovních výkonů, což je rovněž podstatným předpokladem pro kvalitní fungování všech podnikových činností a pracovišť a v koncovce pro bezproblémový chod úspěšné firmy.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

AYYUB, Bilal M. Risk Analysis in Engineering and Economics. Second edition. Boca Raton: CRC Press, *Taylor & Francis Group*, 2014. ISBN 978-1-14665-1825-4.

AVEN, Terje. Risk analysis. Second edition. Chichester: *Wiley*, 2015. ISBN 978-1-1190-5779-6.

BEUSS, Florian; SENDER, Jan a FLÜGGE, Wilko. *Ergonomics Simulation in Aircraft Manufacturing – Methods and Potentials*. Online. *Procedia CIRP*, 2019. Roč. 81, s. 742-746. ISSN 2212-8271. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.03.187>. [cit. 2024-03-25].

ČASTORÁL, Zdeněk. Management rizik v současných podmínkách. Praha: *Univerzita Jana Amose Komenského*, 2017. ISBN 978-80-745-2132-4.

ČERNAJ, Tomáš. *SWOT analýza*. Online. In: *Euroekonom*, 2024. Dostupné z: <https://www.euroekonom.sk/manazment/strategicka-diagnostika/swot-analyza/>. [cit. 2024-04-06].

GILBERTOVÁ, Sylva a MATOUŠEK, Oldřich. *Ergonomie: optimalizace lidské činnosti*. Praha: *Grada*, 2002. ISBN 80-247-0226-6.

*Hazet 9030-1 pneumatická vrtačka*, 2024. Online. In: *GM Technik s.r.o.* Dostupné z: [https://eshop.gmtechnik.cz/hazet-9030-1-pneumaticka-vrtacka?gad\\_source=1&gclid=EAIaIQobChMI7\\_iV5ffVhQMVh69oCR1I-QgLEAQYBSABEgJQ8vD\\_BwE](https://eshop.gmtechnik.cz/hazet-9030-1-pneumaticka-vrtacka?gad_source=1&gclid=EAIaIQobChMI7_iV5ffVhQMVh69oCR1I-QgLEAQYBSABEgJQ8vD_BwE). [cit. 2024-04-22].

HLÁVKOVÁ, Jana a VALEČKOVÁ, Alena. *Ergonomické checklisty a nové metody práce při hodnocení ergonomických rizik: metodický materiál Národního referenčního pracoviště pro fyziologii a psychofyziologii práce*. Praha: *Státní zdravotní ústav*, 2007. ISBN 978-80-7071-289-4.

Koloa, Hawaii, USA: *IEEE*, 2016. s. 5065-5074. ISBN 978-0-7695-5670-3. ISSN 1060-3425. Dostupné z: <https://doi.org/10.1109/HICSS.2016.627>. [cit. 2024-03-19].

MACUROVÁ, Pavla. *Řízení rizik v logistice*. Ostrava: *VŠB-TU Ostrava*, 2011. ISBN 978-80-248-2538-0.

MALÝ, Stanislav; SVOBODOVÁ, Lenka; TILHON, Jiří a MLEZIVOVÁ, Iveta.

Ergonomické stresory pod kontrolou aneb Ergonomie – jak na to. Druhé. Praha: *Výzkumný ústav bezpečnosti práce*, 2019. ISBN 978-80-87676-28-8.

*Matabro MB-20040, Zvedák motoru žirafa 2t (hever)*, 2024. Online. In: Aretační přípravky. Dostupné z: <https://www.aretacni-pripravky.cz/dilenske-geraby-zirafy/matabro-mb-20040--zvedak-motoru-zirafa-2t--hever/>. [cit. 2024-04-22].

MENČÍK, Jaroslav. *Spolehlivost inženýrských konstrukcí*. Univerzita Pardubice, 2020.

ISBN 978-80-7560-324-1. Dostupné také z:

<https://www.bookport.cz/AccountSaml/SignIn/?idp=https://shibboleth.utb.cz/idp/shibboleth&returnUrl=/kniha/spolehlivost-inzenyrskych-konstrukci-8018/>

NIESEN, Tim; HOUY, Constantin; FETTKE, Peter a LOOS, Peter. *Towards an Integrative Big Data Analysis Framework for Data-Driven Risk Management in Industry 4.0*. Online. In: 2016 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS).

*OS 1st VIBRA-X Pracovní rukavice antivibrační*, 2024. Online. In: [Pracovniochrana.cz](http://Pracovniochrana.cz).

Dostupné z: <https://www.pracovniochrana.cz/os-1st-vibra-x-pracovni-rukavice-antivibracni>. [cit. 2024-04-22].

OTTOGALLI, Kiara; ROSQUETE, Daniel; ROJO, Javier; AMUNDARAIN, Aiert;

MARÍA RODRÍGUEZ, José et al. Virtual reality simulation of human-robot coexistence for an aircraft final assembly line: process evaluation and ergonomics assessment. Online. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 2021. roč. 34, č. 9.

PETERS, M. a WISCHNIEWSKI, S. *THE IMPACT OF USING EXOSKELETONS ON OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH*. Online. In: European Agency for Safety and Health at Work, 2019. Dostupné z: <https://osha.europa.eu/sites/default/files/2021-11/Exoskeletons%26OSH.pdf>. [cit. 2024-04-25].

RAUSAND, Marvin a HAUGEN, Stein. *Risk assessment: theory, methods, and applications*. Second edition. Statistics in practice. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2020. ISBN 978-11-1937-735-1. Dostupné také z:

<https://proxy.k.utb.cz/login?url=https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781119377351>

ROBERTS, Daniel T. APPLYING RISK ASSESSMENT AT THE WORKER LEVEL. In: 2017 Petroleum and Chemical Industry Technical Conference (PCIC 2017). Calgary, CANADA: *IEEE*, 2017. s. 381-386. ISBN 978-1-5090-5877-8. ISSN 0090-3507.

SALVENDY, Gavriel a KARWOWSKI, Waldemar. Handbook of human factors and ergonomics. Fifth edition. Hoboken: *Wiley*, 2021. ISBN 978-1-119-63608-3.

SHORROCK, Steven a WILLIAMS, Claire. Human Factors and Ergonomics in Practice. London: *CRC Press*, 2016. ISBN 978-1-3155-8733-2.

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

STAMATIS, D. H. *Risk management using failure mode and effect analysis (FMEA)*. Online. Second edition. Milwaukee, Wisconsin: ASQ Quality Press, 2019. ISBN 978-1-9510-5869-2. Dostupné z:

<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&AN=2506716&authtype=ip,shib&custid=s3936755>. [cit. 2024-04-04].

ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ [ÚNMZ], 2018. ČSN ISO 31000, *Management rizik - směrnice*.

ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ [ÚNMZ], 2009. ČSN EN 614-1+A1, *Bezpečnost strojních zařízení - Ergonomické zásady navrhování*. 2. Praha.

*What Is Ergonomics (HFE)?*, 2024. Online. International Ergonomics Association. Dostupné z: <https://iea.cc/about/what-is-ergonomics/>. [cit. 2024-04-25].

WOLKE, Thomas. *Risk Management*. De Gruyter Textbook. München: De Gruyter Oldenbourg, 2017. Dostupné z: <https://doi.org/9783110432459>.

YOE, Charles E. *Principles of risk analysis: decision making under uncertainty*. Boca Raton, Fla.: CRC Press, 2012. ISBN 978-14-3985-750-2. Dostupné také z: <https://proxy.k.utb.cz/login?url=http://marc.crcnetbase.com/isbn/9781439857502>.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

Aj.	a jiné
Apod.	a podobně
Atd.	a tak dále
BOZP	bezpečnost a ochrana zdraví při práci
CNS	centrální nervová soustava
D	možnost detekce v čase (odhalitelnost)
FMEA	Failure Modes and Effects Analysis (Analýza způsobů poškození a účinků)
FTA	Faul Tree Analysis (Analýza stromu poruch)
HAZOP	Hazard and Operability Analysis (Riziková a operační analýza)
MR	míra rizika
Např.	například
OOPP	osobní ochranné pracovní pomůcky
P	pravděpodobnost vzniku
RPN	Risk Priority Number
SWOT	S – strenghts – silné stránky, W – weaknesses – slabé stránky, O – opportunities – příležitosti, T – threats – hrozby
Tj.	to je
Z	závažnost

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 Proces řízení rizik (ÚNMZ, 2018) .....	16
Obrázek 2 Proces ošetřování rizik (Vlastní zpracování dle: ÚNMZ, 2018).....	21
Obrázek 3 Proces monitorování rizik (Vlastní zpracování dle: Aven, 2015).....	22
Obrázek 4 Výpočet míry rizika (Vlastní zpracování dle: Menčík, 2022).....	25
Obrázek 5 matice SWOT analýzy (Vlastní zpracování dle: Černaj, 2024) .....	28
Obrázek 6 Organizační struktura (vlastní zpracování dle podkladů od společnosti) .....	38
Obrázek 7 Výsledný graf SWOT analýzy .....	39
Obrázek 8 Graf snímkování procesu montáže trupu (zdroj: vlastní).....	49
Obrázek 9 Graf snímkování broušení dílu kabiny (zdroj: vlastní) .....	51
Obrázek 10 Graf snímkování montáže motoru (zdroj: vlastní) .....	54
Obrázek 11 Pracovní poloha při montáži trupu letadla (zdroj: vlastní).....	56
Obrázek 12 Vrtání při montáži trupu letadla (zdroj: vlastní).....	57
Obrázek 13 Hazet 9030-1 pneumatická vrtačka (GMTECHNIK, 2024) .....	58
Obrázek 14 OS 1st VIBRA-X Pracovní rukavice antivibrační (Pracovníochrana.cz, 2024) .....	58
Obrázek 15 Sklopný díl kabiny (zdroj: vlastní).....	60
Obrázek 16 Matabro MB-20040, Zvedák motoru žirafa 2t (hever) (Aretační přípravky, 2024) .....	61



**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 SWOT analýza.....	39
Tabulka 2 FMEA analýza montáže trupu .....	45
Tabulka 3 FMEA analýza montáže kabiny.....	46
Tabulka 4 FMEA analýza montáže motoru .....	47
Tabulka 5 Snímkování procesu montáže trupu.....	48
Tabulka 6 Ergonomický checklist montáže trupu .....	49
Tabulka 7 Snímkování procesu broušení vrchního dílu kabiny .....	50
Tabulka 8 Ergonomický checklist montáže kabiny .....	52
Tabulka 9 Snímkování procesu montáže motoru .....	53
Tabulka 10 Ergonomický checklist montáže motoru .....	54
Tabulka 11 FMEA analýza montáže trupu po zavedení opatření.....	63
Tabulka 12 FMEA analýza montáže kabiny po zavedení opatření .....	64
Tabulka 13 FMEA analýza montáže motoru po zavedení opatření.....	64