

Posouzení rizik v rámci zajišťování bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na vybraném pracovišti

Dominik Šmíd

Bakalářská práce
2025



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta logistiky a krizového řízení

Ústav krizového řízení

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Dominik Šmíd
Osobní číslo:	L22023
Studijní program:	B1022A020002 Management rizik
Specializace:	Management rizik
Forma studia:	Prezenční
Téma práce:	Posouzení rizik v rámci zajišťování bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na vybraném pracovišti

Zásady pro vypracování

- Zpracujte teoretické pojednání k problematice zvoleného tématu bakalářské práce.
- Analyzujte současný stav bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na zvoleném pracovišti.
- Vymezte problematické oblasti a navrhněte vhodná opatření vedoucí k ošetření rizik.

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

Seznam doporučené literatury:

1. HOPKIN, Paul a THOMPSON, Clive. *Fundamentals of Risk Management: Understanding, Evaluating and Implementing Effective Enterprise Risk Management*. 6th Edition. London: Kogan Page, 2022. ISBN 978-1-3986-0288-5.
2. JANÁKOVÁ, Anna. *Abeceda bezpečnosti a ochrany zdraví při práci*. 6. vydání. Olomouc: ANAG, 2018. ISBN 978-80-7554-171-0.
3. NEUGEBAUER, Tomáš. *Vyhledávání a vyhodnocení rizik v praxi*. 3. vydání. Praha: Wolters Kluwer, 2018. ISBN 978-80-7552-072-2.
4. RAUSAND, Marvin a HAUGEN, Stein. *Risk Assessment: Theory, Methods, and Applications*. 2nd Edition. Hoboken: Wiley, 2020. ISBN 978-1-119-37723-8.
5. SALVENDY, Gavriel a KARWOWSKI, Waldemar. *Handbook of Human Factors and Ergonomics*. 5th Edition. Hoboken: Wiley, 2021. ISBN 978-1-119-63608-3.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucí bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Kristýna Schneiderová**
Ústav krizového řízení

Datum zadání bakalářské práce: **2. prosince 2024**

Termín odevzdání bakalářské práce: **2. května 2025**

L.S.

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

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

V Uherském Hradišti dne 2. prosince 2024

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení bakalářské práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- 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 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(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
- odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

V Uherském Hradišti, dne02.05.2025.....

.....
podpis autora

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zaměřuje na posouzení rizik v oblasti bezpečnosti a ochrany zdraví při práci (BOZP) na konkrétním pracovišti v leteckém průmyslu. V teoretické části jsou rozebrány klíčové pojmy BOZP, legislativní rámec, systém řízení a principy ergonomie, přičemž zvláštní pozornost je věnována metodám posuzování rizik CHECK-LIST a PNH. Praktická část práce obsahuje analýzu rizik pomocí těchto metod a návrh opatření ke snížení ergonomických a bezpečnostních rizik. Výsledkem jsou konkrétní návrhy na úpravy pracoviště a zavedení prvků automatizace. Práce přispívá k efektivnějšímu řízení pracovních rizik a zlepšení pracovních podmínek zaměstnanců.

Klíčová slova: Bezpečnost práce, CHECK-LIST, Ergonomie, PNH, Posouzení rizik

ABSTRACT

This bachelor thesis focuses on risk assessment in the field of occupational health and safety (OHS) at a specific workplace in the aviation industry. The theoretical part discusses key OHS concepts, the legislative framework, management systems, and ergonomics, with special attention paid to the risk assessment methods CHECK-LIST and PNH. The practical part includes a risk analysis using these methods and a proposal of measures to reduce ergonomic and safety risks. The outcome includes specific recommendations for workplace adjustments and implementation of automation. The thesis contributes to more efficient occupational risk management and improved working conditions.

Keywords: CHECK-LIST, Ergonomics, Occupational safety, PNH, Risk assessment

Poděkování

Rád bych poděkoval paní Ing. Kristýně Schneiderové za odborné vedení, cenné rady a podporu během zpracování této bakalářské práce. Poděkování patří také paní Ing. Kateřině Rajnštajnové, výrobní ředitelce společnosti, za její ochotu, čas a praktické postřehy, které mi významně pomohly při řešení daného tématu.

OBSAH

ÚVOD.....	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 PROBLEMATIKA BEZPEČNOSTI A OCHRANY ZDRAVÍ PŘI PRÁCI	13
1.1 LEGISLATIVNÍ RÁMEC BEZPEČNOSTI A OCHRANY ZDRAVÍ PŘI PRÁCI.....	14
1.2 KATEGORIZACE PRACÍ.....	15
1.3 SYSTÉM ŘÍZENÍ BEZPEČNOSTI A OCHRANY ZDRAVÍ PŘI PRÁCI A ODPOVĚDNOST	16
1.4 OSOBNÍ OCHRANNÉ PRACOVNÍ POMŮCKY	17
2 VYMEZENÍ POJMU RIZIKO A JEHO TYPOLOGIE.....	18
2.1 POSOUZENÍ RIZIK.....	19
2.2 PROCES IDENTIFIKACE RIZIK.....	19
2.3 METODY IDENTIFIKACE A HODNOCENÍ RIZIK	20
2.3.1 CHECK-LIST.....	21
2.3.2 PHA.....	21
2.3.3 SWOT.....	21
2.3.4 FTA	22
2.3.5 ETA	22
2.3.6 Monte Carlo.....	23
2.3.7 FMEA.....	23
2.3.8 HAZOP.....	24
2.3.9 PNH.....	24
3 ERGONOMIE	25
3.1 HISTORIE VÝVOJE ERGONOMIE	25
3.2 DRUHY ERGONOMIE	26
3.3 PŮSOBNÍ RIZIKOVÝCH FAKTORŮ.....	26
3.3.1 Mikroklimatické podmínky	27
3.3.2 Hluk.....	27
3.3.3 Vibrace	28
3.3.4 Osvětlení a zraková zátěž	29
3.3.5 Psychická zátěž	29
II PRAKTICKÁ ČÁST	30
4 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI XY	31
4.1 ORGANIZAČNÍ STRUKTURA SPOLEČNOSTI XY	32
4.2 VÝROBNÍ PORTFOLIO SPOLEČNOSTI.....	33
4.3 ZÁKAZNICKÉ PORTFOLIO	33
4.4 LETADLA.....	34
4.5 ODDĚLENÍ TECHNICKÉHO SERVISU	34

4.6	KOOPERACE.....	35
4.7	ANALÝZA HODIN KOOPERACÍ	36
4.8	ANALÝZA KOOPERACÍ V KORUNÁCH ČESKÝCH.....	40
5	PRVOVÝROBA	41
5.1	DĚLENÍ MATERIÁLU A OBRÁBĚNÍ.....	41
5.2	KLEMPÍRNA.....	41
5.3	KALÍRNA A SVAŘOVNA.....	42
5.4	OBROBNA.....	42
5.5	ZÁMEČNÍK.....	42
6	POPIS VYBRANÉHO PRACOVÍŠTĚ	44
6.1	SPAGHETTI DIAGRAM	45
6.2	BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI NA VYBRANÉM PRACOVÍŠTI.....	46
6.3	ANALÝZA ERGONOMIE POMOCÍ CHECK-LIST	50
6.4	SROVNÁNÍ POSOUZENÍ ERGONOMICKÉHO RIZIKA NA PRACOVÍŠTI.....	52
7	NÁVRH OPATŘENÍ PRO SNÍŽENÍ NEBO VYHNUTÍ SE RIZIKU.....	54
7.1	NÁVRH ERGONOMICKÝCH OPATŘENÍ.....	54
7.2	SWOT ANALÝZA NA VYBRANÉM PRACOVÍŠTI.....	55
7.3	NÁVRH ROBOTICKÉHO PRACOVÍŠTĚ	57
	ZÁVĚR.....	59
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	61
	SEZNAM OBRÁZKŮ	64
	SEZNAM TABULEK.....	65
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	66
	SEZNAM PŘÍLOH.....	68

ÚVOD

Posouzení rizik v rámci zajišťování bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na vybraném pracovišti je důležitým aspektem pro dnešní společnost z důvodu neustále měnících se standardů. Rizika je nutno nejdříve identifikovat, následně analyzovat, vyhodnotit a nakonec přijmout opatření, která mají za úkol rizika snížit nebo se jim zcela vyhnout. Posuzování možných rizik je důležité z mnoha důvodů. Jedním z nich je, že riziko, které přetrvává nebo může vzniknout při samotném procesu, dokáže ovlivňovat jak společnost, tak i vybrané pracoviště negativním způsobem, a to vede ke ztrátě zisku a snížení kvality finálních výrobků. Nebo může zapříčinit trvalé poškození zdraví pracovníků a majetku. Je důležité na vybraném pracovišti provést posouzení rizik a nastavit následná opatření.

Cílem bakalářské práce je provést komplexní posouzení rizik na vybraném pracovišti s důrazem na bezpečnost a ochranu zdraví při práci. Bakalářská práce se zaměří na identifikaci a analýzu rizik, jejich ohodnocení a návrh opatření. K analýze rizik pak využije metody CHECK-LIST a PNH.

Teoretická část práce rozebírá klíčové aspekty bezpečnosti a ochrany zdraví při práci (BOZP), včetně legislativního rámce, systému řízení BOZP a kategorizace prací. Věnuje také pozornost problematice posouzení rizik. Součástí práce je také kapitola zaměřená na ergonomii, kde jsou popsány její druhy, historie vývoje a působení rizikových faktorů pracovního prostředí, jako jsou hluk, vibrace, mikroklimatické podmínky, osvětlení či psychická zátěž.

Praktická část se zaměřuje na konkrétní pracoviště v leteckém průmyslu, kde byla provedena analýza bezpečnostních a ergonomických rizik. Pomocí metod PNH byla vyhodnocena pravděpodobnost výskytu nebezpečných situací a jejich závažnost, metoda CHECK-LIST pak umožnila detailní posouzení ergonomických podmínek. Na základě zjištěných výsledků byla navržena opatření ke snížení rizik, přičemž byla zvažována dvě hlavní řešení jako implementace ergonomických úprav pracoviště a robotizace pracoviště. Cílem práce je nejen analyzovat a kvantifikovat rizika, ale také navrhnout efektivní opatření vedoucí k bezpečnějším pracovním podmínkám a zlepšení efektivity výroby. Vzhledem k neustále rostoucím požadavkům na bezpečnost a produktivitu v průmyslové výrobě je tato problematika vysoce aktuální a její řešení může přinést významné přínosy jak pro zaměstnance, tak pro samotnou společnost.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PROBLEMATIKA BEZPEČNOSTI A OCHRANY ZDRAVÍ PŘI PRÁCI

Bezpečnost a ochrana zdraví při práci představuje soubor technických, organizačních a výchovných opatření, jejichž cílem je vytvářet takové pracovní podmínky, aby se minimalizovalo riziko ohrožení života nebo zdraví zaměstnanců. Jedná se o mezioborovou disciplínu zaměřenou na identifikaci a uplatnění metod a prostředků, které zajišťují, že pracovní prostředí nebude ohrožovat fyzickou ani psychickou stránku člověka. BOZP tak plní klíčovou roli v ochraně zdraví zaměstnanců a zároveň napomáhá prevenci vzniku pracovních úrazů a nemocí z povolání. (Neugebauer, 2016)

Na tuto definici navazuje i publikace vydaná Českem, která chápe BOZP nejen jako právní rámec, ale i jako systém zahrnující hygienické, zdravotní, technické a organizační nástroje, jejichž prostřednictvím se uplatňuje prevence rizik na pracovišti. Zvláštní důraz je kladen na povinnosti zaměstnavatele při zajištění bezpečných pracovních podmínek, posuzování zdravotní způsobilosti zaměstnanců a dodržování minimálních bezpečnostních standardů při obsluze technických zařízení. BOZP je zde pojímáno jako praktický nástroj pro řízení rizik, který vychází z právních předpisů, ale je zároveň součástí každodenního provozu firem a institucí. (Česko, 2018)

Podle Janákové je BOZP nedílnou součástí pracovněprávních vztahů a zaměstnavatel je povinen pečovat o BOZP zaměstnanců s ohledem na rizika možného ohrožení jejich života a zdraví týkající se výkonu práce. Tato povinnost je zakotvena v § 101 zákoníku práce a vztahuje se na veškeré činnosti bez ohledu na velikost firmy či typ pracovního vztahu. Pečlivé zajišťování BOZP je přitom specifické pro každého zaměstnavatele v závislosti na druhu činností a podmínkách pracoviště. (Janáková, 2018)

Jak doplňují Dittrichová a Jurová, každá pracovní činnost v sobě obsahuje určité riziko. Nelze tedy nikdy zaručit absolutní bezpečnost. Cílem je takové řízení rizik, které sníží pravděpodobnost negativních událostí na akceptovatelnou úroveň. BOZP v tomto smyslu představuje systém, jehož ústředním cílem je prevence pracovních úrazů a nemocí z povolání, a to pomocí efektivních preventivních opatření, technických i organizačních přístupů a postupů vycházejících z hodnocení rizik. (Dittrichová a Jurová, 2020)

1.1 Legislativní rámec bezpečnosti a ochrany zdraví při práci

Právní úprava oblasti bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v České republice je založena na tzv. principu dvojkoľejnosti, kdy jsou kompetence v oblasti BOZP rozděleny mezi Ministerstvo práce a sociálních věcí (MPSV) a Ministerstvo zdravotnictví (MZČR). Zatímco MPSV zajišťuje legislativní rámec pro bezpečnost práce, pracovní podmínky a technická zařízení, MZČR se soustředí především na ochranu zdraví při práci, hodnocení pracovních rizik a hygienu pracovního prostředí. Tento systém zajišťuje komplexní přístup k BOZP jak z hlediska technického, tak zdravotního. (Dittrichová a Jurová, 2020)

Základním právním předpisem v oblasti BOZP je zákon č. 262/2006 Sb., Zákoník práce. Ten upravuje vztahy mezi zaměstnanci a zaměstnavateli při výkonu závislé práce. Zahrnuje také kolektivní pracovní vztahy a povinnosti před vznikem pracovního poměru. Zohledňuje právo EU a upravuje i některé povinnosti při pracovní neschopnosti. (Zákon č. 262/2006)

Další důležitý předpis představuje zákon č. 309/2006 Sb., zákon, kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci). (Zákon č. 309/2006 Sb.)

Třetím klíčovým zákonem je zákon č. 258/2000 Sb., zákon o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů. (Zákon č. 258/2000 Sb.)

Čtvrtým klíčovým zákonem je zákon č. 251/2005 Sb., o inspekci práce. „Tento zákon zapracovává příslušné předpisy Evropské unie a upravuje zřízení a postavení orgánů inspekce práce jako kontrolních orgánů na úseku ochrany pracovních vztahů, pracovních podmínek a služby péče o dítě v dětské skupině, působnost a příslušnost orgánů inspekce práce, práva a povinnosti při kontrole a sankce za porušení stanovených povinností“. (Zákon č. 251/2005 Sb.)

Vedle národní legislativy je v oblasti řízení BOZP významná také mezinárodní norma ČSN ISO 45001:2018, která nahradila původní OHSAS 18001. Podle Beckové tato norma

poskytuje silný nástroj pro zlepšení bezpečnosti práce napříč organizacemi různých velikostí a umožňuje snížení počtu pracovních úrazů i nemocí z povolání. Základním principem je systematický přístup k řízení rizik a zajištění neustálého zlepšování podmínek BOZP. Klíčovým bodem je pak zapojení vrcholového vedení organizace, které podle článku 5 přebírá odpovědnost za stanovení politiky BOZP, alokaci zdrojů i komunikaci v rámci systému. Výhodou normy je také její kompatibilita s dalšími systémy managementu, což zjednodušuje její zavedení. (Becková, 2019)

Na rozdíl od dřívějších právních předpisů, které zaměstnavatelům určovaly konkrétní prostředky k zajištění BOZP, současné pojetí poskytuje rámec, v němž má zaměstnavatel možnost volby řešení. S touto volností však souvisí i odpovědnost za přijatá rozhodnutí. Vyhledávání, posouzení a vyhodnocení rizik, spolu s volbou adekvátních opatření, je proto považováno za klíčový nástroj řízení bezpečnosti. (Hemerka, Božovský, Novotný, 2011)

1.2 Kategorizace prací

Kategorizace prací je nástrojem pro systematické hodnocení pracovních podmínek a stanovení míry rizik, kterým jsou zaměstnanci vystaveni. Její legislativní základ tvoří § 37 zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, a prováděcí vyhláška č. 432/2003 Sb., která stanovuje konkrétní podmínky pro zařazování prací do čtyř kategorií. Hodnocení se zakládá na identifikaci a měření působení rizikových faktorů, jako jsou hluk, vibrace, prach, chemické látky, fyzická a psychická zátěž, extrémní teploty, záření nebo biologičtí činitelé. Zařazení prací do třetí a čtvrté kategorie podléhá schválení orgánem ochrany veřejného zdraví, zatímco práce druhé kategorie zařazuje zaměstnavatel sám, avšak s povinností oznámení. Práce v první kategorii jsou považovány za nejméně rizikové. Proces kategorizace by měl být prováděn komisí složenou z odborně způsobilé osoby, pracovního lékaře a zástupců zaměstnavatele i zaměstnanců. Dokumentace musí odpovídat aktuálním podmínkám na pracovišti a měla by být aktualizována při každé významné změně. Zaměstnavatel má zároveň povinnost sledovat vývoj pracovních podmínek a podle zákona č. 309/2006 Sb. a zákoníku práce (§ 102) přijímat opatření vedoucí ke snížení rizika a zařazení prací do nižších kategorií. (Neugebauer, 2018)

1.3 Systém řízení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a odpovědnost

Zaměstnavatel je podle § 101 zákoníku práce povinen vytvářet bezpečné pracovní podmínky s ohledem na všechna známá rizika. Odpovídá za zajištění takového pracovního prostředí, které minimalizuje možnost poškození zdraví zaměstnanců. Zajištění BOZP se vztahuje na všechny osoby vykonávající práci na pracovišti, bez ohledu na formu pracovněprávního vztahu. (Janáková, 2018)

Mezi konkrétní povinnosti zaměstnavatele patří zajištění pracovnělékařských služeb, přizpůsobení pracovních podmínek zdravotní způsobilosti zaměstnanců, a také nepřipouštění osob k pracím, které by mohly ohrozit jejich zdraví. Součástí této odpovědnosti je také školení, vybavení osobními ochrannými prostředky, informování o rizicích a pravidelná kontrola pracoviště. (Janáková, 2020)

Novotný dále zdůrazňuje, že zaměstnavatel musí vést dokumentaci o BOZP, zajistit dostupnost informací o rizicích a přijatých opatřeních a v případě více zaměstnavatelů na jednom pracovišti zajistit koordinaci činností. Tato povinnost vychází z § 101 odst. 4 zákoníku práce a § 3 zákona č. 309/2006 Sb. (Novotný, 2022)

V oblasti prevence rizik je zaměstnavatel povinen aktivně vyhledávat a hodnotit rizika a přijímat opatření k jejich eliminaci. Tento proces zahrnuje jak technická, tak organizační a výchovná opatření. Pokud riziko nelze zcela odstranit, musí být minimalizováno na přijatelnou úroveň. (Janáková, 2020)

Důležitou úlohu v systému BOZP mají vedoucí zaměstnanci. Podle § 11 zákoníku práce jsou zodpovědní za přenášení povinností BOZP do každodenní praxe, kontrolu činnosti podřízených, předávání pokynů k bezpečné práci a kontrolu jejich plnění. (Janáková, 2018; Novotný, 2022)

Zvláštní pozornost je věnována skupinám se zvýšenými nároky na ochranu zdraví, jako jsou ženy, těhotné zaměstnankyně nebo osoby se zdravotním omezením. U těchto osob je nutné nejen přizpůsobit pracovní prostředí, ale také zajistit potřebné přestávky, informovanost o rizicích, případně upravit pracovní dobu nebo charakter činnosti. (Janáková, 2020)

Kromě zákonných povinností zaměstnavatele a vedoucích pracovníků při zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, jak je vymezuje § 101 zákoníku práce, je důležité zmínit i odpovědnost odborně způsobilé osoby (OZO) k zajišťování úkolů v prevenci rizik. Jak upozorňuje Neugebauer, ustanovení odborně způsobilé osoby nezbavuje zaměstnavatele ani jeho vedoucí zaměstnance odpovědnosti za plnění povinností v oblasti BOZP. OZO nemá pravomoc rozhodovat, jakým způsobem bude BOZP zajištěno. Její úlohou je plnit konkrétní odborné činnosti v rozsahu zadaných úkolů. Za reálnou implementaci BOZP zůstává nadále odpovědný zaměstnavatel a jeho vedoucí zaměstnanci. Klíčovým aspektem této spolupráce je, aby zaměstnavatel zajistil podmínky pro řádný výkon činnosti OZO, včetně přístupu k relevantním informacím, prostředkům a dokumentaci. Právní rámec tak vytváří jasné rozlišení mezi výkonem odborné činnosti a rozhodovací odpovědností v oblasti bezpečnosti práce. (Neugebauer, 2018)

1.4 Osobní ochranné pracovní pomůcky

Zaměstnavatel má ze zákona povinnost zajišťovat nejen bezpečné pracovní podmínky, ale také poskytovat zaměstnancům osobní ochranné pracovní prostředky (OOPP), které slouží k individuální ochraně před rizikovými a škodlivými faktory na pracovišti. Tyto prostředky musí být účinné po celou dobu jejich používání, nesmí ohrožovat zdraví zaměstnanců ani jim bránit ve výkonu práce. OOPP musí odpovídat konkrétním podmínkám pracoviště, být přizpůsobeny fyzickým schopnostem pracovníků a zohledňovat ergonomické požadavky. V případě, že pracovní pozice zahrnuje více typů rizik, je nezbytné zajistit, aby jednotlivé ochranné prostředky byly navzájem kompatibilní a účinné zároveň. (Ondrejček, Toman, Gorecki, 2011)

Nad rámec těchto základních požadavků je zaměstnavatel povinen zajistit i další ochranné pomůcky v závislosti na specifických pracovních činnostech. Sem patří prostředky určené k ochraně jednotlivých částí těla, například k ochraně hlavy, očí, sluchu, dýchacích cest, rukou či nohou, nebo vybavení pro ochranu proti pádu. V případech, kdy pracovníci přicházejí do kontaktu s dráždivými nebo znečišťujícími látkami, je nutné poskytovat také vhodné mycí, čistící a dezinfekční prostředky, případně ochranné masti nebo regenerační krémy. Tyto doplňující prostředky pomáhají nejen předcházet bezprostřednímu ohrožení, ale zároveň snižují riziko dlouhodobých zdravotních komplikací způsobených opakovanou expozicí rizikovým faktorům. (Malý, Král, Hanáková, 2010)

2 VYMEZENÍ POJMU RIZIKO A JEHO TYPOLOGIE

Riziko lze chápat jako možnost vzniku újmy na chráněných zájmech vlivem nežádoucích událostí. Podle Dany Procházkové je riziko výsledkem kombinace ohrožení, zranitelnosti a pravděpodobnosti výskytu. V praxi se vyjadřuje různými modely například jako součin četnosti a důsledků, ohrožení a zranitelnosti, nebo pomocí matic rizika. Riziko není statické, ale proměňuje se v čase a prostoru, odráží komplexitu sledovaného systému a může mít fyzické, psychické, ekonomické i ekologické dopady. Typologicky rozlišujeme rizika například podle chráněných zájmů (dílčí rizika), podle prostorového rozsahu (lokální, regionální, globální), podle časového horizontu (krátkodobá, dlouhodobá) nebo podle subjektu ohrožení (jednotlivci, skupiny, infrastruktura). Riziko je ústředním pojmem v řízení bezpečnosti a udržitelného rozvoje. Jeho správné pochopení je klíčem k účinné prevenci i reakci (Procházková, 2011).

Riziko lze dále nahlížet i jako očekávanou ztrátu, která vzniká v důsledku aktivace nežádoucích událostí. V tomto kontextu je důležité nejen samotné riziko identifikovat, ale také správně odhadnout jeho míru, která bývá často vyjadřována kombinací pravděpodobnosti výskytu a závažnosti následků. Vedle běžně používaného pojetí rizika jako objektivní veličiny se v odborné literatuře objevuje také rozlišení na riziko absolutní a relativní. Zatímco absolutní riziko označuje obecně nepříznivou událost s negativními důsledky, relativní riziko může být za určitých okolností vnímáno i jako příznivé. V oblasti rozhodování pod rizikem hraje klíčovou roli užitek, který představuje subjektivní hodnotu přisuzovanou jednotlivým výsledkům. Při rozhodování se pak často využívá koncept očekávaného užitku, jenž zohledňuje pravděpodobnosti možných scénářů a preference rozhodovatele. Toto propojení pravděpodobnosti, následků a užitku přibližuje riziko reálnému rozhodovacímu procesu v prostředí nejistoty. (Tichý, 2006)

2.1 Posouzení rizik

Posouzení rizik představuje klíčovou součást systému řízení rizik a slouží k identifikaci, analýze a hodnocení možných hrozeb a jejich dopadů. Tento proces se skládá ze dvou hlavních částí, analýzy rizik popisující potenciální nebezpečné situace a jejich pravděpodobnost, a hodnocení rizik porovnávající výsledky s předem stanovenými kritérii přijatelnosti. Cílem je nejen popsat, co se může pokazit, ale také zvážit možné důsledky a na základě toho přijmout odpovídající opatření. Důraz je kladen na objektivitu, nestrannost a systematickост při provádění posouzení, přičemž samotné hodnocení často závisí na subjektivním úsudku odborníka (Rausand, Haugen, 2020)

Při identifikaci a analýze rizik je důležité chápat nejen pravděpodobnost jejich výskytu, ale i možné dopady, které mohou ovlivnit dosažení cílů organizace. Tento přístup umožňuje efektivnější rozhodování a nastavení priorit. (Hopkin, 2021)

2.2 Proces identifikace rizik

Identifikace rizik představuje proces zjišťování všech okolností, činností a situací, které by mohly vést k pracovnímu úrazu nebo nemoci z povolání. Zahrnuje jak analýzu pracovních úkonů, tak i vyhodnocení nestandardních nebo přerušovaných činností, které mohou přispět ke vzniku nebezpečí. Při identifikaci se využívají různé nástroje jako jsou konzultace s odborníky, kontrolní činnosti, analýza záznamů o úrazech a nemocích, a také odborné literární zdroje. Zohledňuje se nejen pracovní prostředí, ale i osoby, které se v něm nacházejí. Může jít o běžné zaměstnance nebo techniky, ale také o návštěvníky nebo externí pracovníky. Kromě toho je důležité vnímat i specifické skupiny osob, které mohou být vůči nebezpečím zvláště citlivé, například mladistvé, těhotné ženy nebo zaměstnance bez dostatečné zkušenosti. (Rosický, Kňazovický, Novotný, 2012)

Proces identifikace rizik představuje první zásadní krok k pochopení a zvládnutí možných ohrožení, která se mohou v průběhu činnosti nebo projektu vyskytnout. Tichý zdůrazňuje, že klíčovou roli v této fázi hraje především inženýrské a ekonomické uvažování, které je doplněno o schopnost předvídat scénáře vývoje událostí. Identifikace se neopírá pouze o technická data, ale i o praktické zkušenosti a intuici zúčastněných osob. Důležité je pochopit nejen to, co se může stát, ale i proč se to může stát, včetně minulých situací,

kde k podobnému riziku došlo, i když nebylo rozpoznáno včas. Při odhalování rizik se využívá systematický přístup včetně analýzy prostředí, segmentace procesu, stanovení zdrojů nebezpečí a následné analýzy jejich interakcí. V rámci tohoto procesu je rovněž vhodné mapovat různé typy signálů a spouštěčů rizik, které mohou sloužit jako systém včasného varování. Identifikace by měla probíhat nejen ve vztahu k jednotlivým technickým prvkům, ale i ke konkrétním osobám, organizačním segmentům a prostředí projektu. To vše je třeba vyhodnocovat v jejich časovém, prostorovém a funkčním kontextu. (Tichý, 2006)

2.3 Metody identifikace a hodnocení rizik

Při hodnocení rizik je důležité zvolit vhodnou metodu odpovídající typu analyzovaného systému, dostupným informacím a požadované hloubce analýzy. Rausand a Haugen rozlišují mezi kvalitativními a kvantitativními metodami. Kvalitativní přístupy, jako například kontrolní seznamy nebo PHA, se používají při nízké dostupnosti dat nebo v rané fázi návrhu. Naopak kvantitativní metody, jako FTA či analýza spolehlivosti člověka, umožňují číselné vyhodnocení pravděpodobnosti a důsledků, což je vhodné pro detailnější rozhodování. Autoři zdůrazňují, že výběr metody musí být přiměřený cílům hodnocení a požadované úrovni přesnosti. (Rausand, Haugen, 2020)

Podobně i Hopkin uvádí, že metody hodnocení rizik mohou být různorodé a měly by být přizpůsobeny účelu řízení rizik v konkrétní organizaci. Upozorňuje, že některé metody (například SWOT nebo jednoduché bodování) jsou vhodné pro strategická rozhodnutí, zatímco jiné (například FMEA nebo HAZOP) jsou lépe využitelné v provozním kontextu, kde je potřeba přesná identifikace příčin a dopadů. Zároveň zdůrazňuje, že klíčem k úspěšnému hodnocení je nejen výběr správného nástroje, ale i zapojení kompetentních osob a dostupnost dat. (Hopkin, 2021)

K doplnění přehledu přístupů k hodnocení rizik lze zařadit i kombinované metody představující syntézu výhod kvalitativních a kvantitativních přístupů. Cílem těchto metod je co nejpřesněji se přiblížit realitě, přičemž vycházejí z kvantitativních údajů, ale interpretují je prostřednictvím kvalitativního zhodnocení. To umožňuje lépe reflektovat praktické podmínky organizací, které často nemají k dispozici formálně strukturovaná data nebo přesné číselné informace. Smejkal a Rais upozorňují, že kvalita výsledků kombinovaných metod úzce souvisí s tím, jak spolehlivě a relevantně jsou vstupní údaje stanoveny. (Smejkal, Rais, 2013)

Šefčík přináší doplňující pohled, podle něhož je analýza rizik formou multikriteriálního hodnocení. Vedle klasického dělení metod zdůrazňuje i význam možnosti matematického nebo fyzikálního modelování a upozorňuje, že univerzální přístup není vhodný. Pro praktické využití v podnicích doporučuje tzv. indexové nebo skórovací metody, které umožňují rychlé vyhodnocení podle místních podmínek. (Šefčík, 2015)

2.3.1 CHECK-LIST

Metoda kontrolního seznamu (CHECK-LIST) představuje jednoduchý a efektivní nástroj pro identifikaci a hodnocení rizik, který je založený na souboru položek nebo kontrolních kroků, umožňujících ověřit stav systému vůči normám a předpisům. Výhodou této metody je její přehlednost, snadná aplikace a univerzálnost. Lze ji využít v libovolné fázi životního cyklu systému. Slouží především k porovnání skutečného stavu s požadovaným normativním stavem. Nevýhodou však může být její mechanický přístup, kdy se soustředí na konkrétní požadavky a může opomíjet širší kontext či alternativní řešení. Zásadní roli hraje praktická zkušenost autorů seznamu, proto je důležitá pravidelná aktualizace CHECK-LISTŮ a jejich chápání jako „živých“ dokumentů. Typickým příkladem může být CHECK-LIST pro mechanické lisy, kde se kontrolují například bezpečnostní spínače, uzamykatelnost pojistek nebo ochrana před nechtěným spuštěním stroje. (Paleček, 2003)

2.3.2 PHA

Metoda PHA (Předběžného posouzení nebezpečí), popsána Vladimírem Šefčíkem, se používá v raných fázích návrhu projektu, především při vývoji technického zařízení nebo při jeho přemísťování. Jejím hlavním cílem je sestavit seznam všech možných nebezpečí, která by mohla během provozu nastat. Tato metoda se vyznačuje nízkou náročností a schopností včasného odhalení potenciálních hrozeb. Významnou výhodou PHA je její uplatnění již na počátku technického životního cyklu, což umožňuje minimalizovat budoucí rizika při nízkých nákladech. Metoda napomáhá nejen identifikaci rizik, ale také slouží jako podklad pro případnou korekci provozních předpisů a dalších bezpečnostních opatření. (Šefčík, 2015)

2.3.3 SWOT

SWOT analýza je nástroj strategického řízení a projektového plánování, který slouží k systematickému zhodnocení vnitřních a vnějších faktorů ovlivňujících organizaci

nebo konkrétní projekt. Zkratka SWOT vychází ze čtyř klíčových oblastí: Strengths (silné stránky), Weaknesses (slabé stránky), Opportunities (příležitosti) a Threats (hrozby). Silné a slabé stránky reprezentují vnitřní charakteristiky organizace, například technické schopnosti, odborné zázemí, motivaci týmu či nedostatky v logistice nebo řízení. Příležitosti a hrozby se naopak vztahují k vnějším faktorům, jako jsou technologické trendy, legislativní změny nebo konkurenční prostředí. SWOT analýza pomáhá nejen identifikovat klíčové oblasti pro zlepšení nebo využití, ale rovněž podporuje sladění projektových cílů s celkovou strategií organizace. Efektivní využití této metody může přispět ke zvýšení efektivnosti projektového řízení tím, že upozorní na to, zda projekt skutečně směřuje ke správným cílům a zda jsou využívány odpovídající zdroje. (SABBAGHI, VAIDYANATHAN, 2004)

2.3.4 FTA

Metoda stromu poruch (Fault Tree Analysis) je deduktivní analytická technika využívaná především v oblasti jaderné a chemické energetiky, a také u dalších systémů s vysokými požadavky na bezpečnost. Jejím cílem je nalezení kombinací základních příčin, které mohou vést ke vzniku specifické poruchy či nežádoucího stavu. V rámci analýzy je sestaven logický graf, který začíná koncovou událostí a dále se větví směrem dolů podle jednotlivých možných příčin. Tento graf lze ukončit na různých úrovních detailu, v závislosti na dostupnosti dat a spolehlivosti informací. V další fázi se hodnotí pravděpodobnost výskytu konečné poruchy, čímž lze získat představu o úrovni rizika. Pro větší systémy je často nutné vytvářet rozsáhlé stromy, jejichž sestavení může být ovlivněno praktickými zkušenostmi a subjektivním hodnocením. Při nedostatku dat se doporučuje využívat metodu TOP (Technique of Probability), která umožňuje kvantifikovat vztahy mezi pravděpodobnostmi a velikostí ztrát (Paleček, 2003).

2.3.5 ETA

Metoda stromu událostí (Event Tree Analysis) představuje logický a induktivní nástroj sloužící k analýze možných následků počáteční poruchy nebo události. Vychází z identifikace iniciační události, od níž se dále rozvíjejí různé scénáře na základě toho, zda bezpečnostní funkce systému selžou, či nikoliv. Tyto scénáře jsou následně vyjádřeny pomocí větví grafu, které znázorňují posloupnosti dějů a jejich výsledné důsledky. V případě dostupnosti vhodných dat lze navíc určit i pravděpodobnosti jednotlivých větví, a tím kvantifikovat rizika spojená s různými variantami vývoje situace. Metoda se obvykle

aplikuje ve čtyřech krocích: identifikace počáteční události, sledování funkčnosti bezpečnostních prvků, vytvoření stromu událostí a vyhodnocení výsledného grafu. ETA tak umožňuje systematicky zhodnotit účinnost bezpečnostních opatření a pomáhá při hledání možností ke zlepšení systému (Paleček, 2003).

2.3.6 Monte Carlo

Metoda Monte Carlo představuje skupinu simulačních přístupů, které využívají posloupnosti náhodných nebo pseudonáhodných čísel. V praxi existuje mnoho variant této metody, které se mohou lišit v přesnosti a rychlosti výpočtů. Důraz se dnes již méně klade na samotnou výpočetní rychlost a více na kvalitu algoritmu, jehož cílem je postihnout co nejširší spektrum možných scénářů a současně být stabilní a dobře nastavený. Metoda je široce využívána a běžně začleněna v dostupných softwarových nástrojích. Existují i její modifikace, jako například Latin Hypercube Sampling, které se snaží zefektivnit výpočet pomocí stratifikace vstupních dat. V některých případech, zejména při práci s velmi nízkými pravděpodobnostmi, může být její praktický přínos omezený. Významnou předností této metody je však její univerzálnost a možnost aplikace v různých oblastech, včetně analýzy rizik, kde slouží například k odhadu pravděpodobnosti výskytu specifických událostí. (Tichý, 2006)

2.3.7 FMEA

FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) je systematická metoda sloužící k identifikaci a prevenci problémů u produktů a procesů dříve, než k nim dojde. Jejím cílem je předcházet vadám, zvyšovat bezpečnost a zlepšovat spokojenost zákazníků. FMEA se nejčastěji využívá již ve fázi návrhu produktu nebo při vývoji procesu, protože včasné odhalení rizik bývá levnější a jednodušší než pozdější náprava. Formálně se metoda začala využívat v leteckém průmyslu v 60. letech 20. století, později se rozšířila například do chemického a automobilového průmyslu. Význam FMEA spočívá také v tom, že sjednocuje terminologii a přístupy napříč firmami a usnadňuje spolupráci technických i netechnických pracovníků. Aby však byla metoda skutečně účinná, měla by být součástí širšího systému řízení kvality, který pracuje s daty a informacemi. Pokud se FMEA provádí bez těchto opor, stává se spíše spekulativním nástrojem než efektivní metodou. Přesto může mít výrazný přínos pro zlepšení kvality i ekonomických výsledků podniku. Například snížení počtu vadných výrobků, zlepšení výkonnosti zařízení nebo zvýšení produktivity práce. (MIKULAK, 2017)

2.3.8 HAZOP

Metoda HAZOP (Hazard and Operability Study) představuje jednu z klíčových technik analýzy procesních rizik (PHA), která se využívá ke zjištění nejen možných nebezpečí systému, ale také jeho provozních nedostatků. HAZOP se zaměřuje na identifikaci odchylek od návrhových podmínek a na analýzu jejich příčin i důsledků. Proces analýzy je formálně strukturovaný a probíhá po jednotlivých částech systému, tzv. uzlech, které se odvozují z procesních schémat. Vybraná multidisciplinární skupina odborníků posuzuje možné odchylky pomocí tzv. vodicích slov v kombinaci s procesními parametry (například „více průtoku“, „méně teploty“), aby zjistila potenciálně rizikové situace. Každé identifikované riziko se následně vyhodnocuje s ohledem na existující ochranná opatření a v případě potřeby se navrhnou dodatečná doporučení. Díky své schopnosti identifikovat nejen bezpečnostní hrozby, ale i provozní problémy, našla metoda HAZOP uplatnění i mimo chemický průmysl například v medicíně, dopravě nebo při hodnocení rizik ve fotovoltaických zařízeních. (DUNJÓ et al., 2010)

2.3.9 PNH

Jednoduchá bodová polo-quantitativní metoda PNH slouží k hodnocení rizik pomocí tří základních složek: pravděpodobnosti vzniku nebezpečí (P), závažnosti jeho následků (N) a subjektivního názoru hodnotitele (H). Každý z těchto faktorů je ohodnocen na škále 1–5 a výsledný stupeň rizika (R) se získá jejich součinem. Podle výše získané hodnoty se riziko zařadí do jedné z pěti kategorií, a to od bezvýznamného až po nepřijatelné riziko. Tato metoda umožňuje rychlé a přehledné posouzení rizik, přičemž bodové rozpětí zároveň určuje naléhavost přijetí opatření ke snížení rizika a jeho prioritu v rámci plánu bezpečnosti. (Šefčík, 2015)

3 ERGONOMIE

Ergonomie představuje multidisciplinární oblast zaměřenou na optimalizaci vztahu mezi člověkem, pracovním prostředím a technickými prostředky. Jejím cílem je vytvořit rovnováhu mezi požadavky pracovního systému a schopnostmi jedince tak, aby byla zajištěna efektivita práce bez negativního dopadu na zdraví. Moderní pojetí ergonomie staví na systému člověk–stroj–prostředí, přičemž tyto prvky se nachází ve vzájemné souvislosti a ovlivňují výkon, bezpečnost i pracovní pohodu. Ergonomické zásady se promítají do návrhu pracovního místa, organizace práce i volby pracovních prostředků a zohledňují faktory jako je biomechanické zatížení, smyslové vnímání, mentální nároky nebo pracovní podmínky. Důležitou roli hraje také psychická a fyzická kondice pracovníka, jeho motivace, spokojenost a možnost seberealizace, což přispívá nejen k vyšší produktivitě, ale i k prodloužení aktivního věku. (Malý, Král, Hanáková, 2010)

3.1 Historie vývoje ergonomie

Historicky bylo slovo ergonomie (z řeckého „ergon“ = práce a „nomos“ = zákony) poprvé použito a definováno polským vědcem B. W. Jastrzebowskim již v roce 1857. Ve svých textech popsal ergonomii jako vědu s velmi širokým záběrem, která se zabývá všemi aspekty lidské činnosti; od práce, přes myšlení až po zábavu a oddanost. Navíc rozlišoval mezi prací užitečnou přinášející zlepšení pro společnost a prací škodlivou. Už tehdy tedy vznikla myšlenka optimalizace lidské činnosti. (Salvendy, Karwowski, 2021)

Ergonomické myšlení se rozvíjelo zejména s průmyslovou revolucí, kdy docházelo k centralizaci výroby a využívání lidské práce ve větším měřítku. Významným přelomem byl přístup Frederika Taylora na konci 19. století, který se zaměřil na efektivitu práce a položil základy moderního řízení. V období 20. století začala ergonomie reflektovat i psychologické a fyziologické aspekty pracovní činnosti, zejména v důsledku první a druhé světové války, kdy bylo nezbytné přizpůsobit pracovní podmínky vojákům a pracovníkům zbrojního průmyslu. Se zrychlením technického pokroku, zejména v letectví, kosmonautice, automatizaci a dalších odvětvích, se zvyšovaly i nároky na člověka a jeho schopnost interakce s technikou. V důsledku toho se v druhé polovině 20. století začaly systematicky uplatňovat požadavky na minimalizaci rizik, zvýšení bezpečnosti, komfortu a efektivitu práce. Na přelomu 20. a 21. století se ergonomie stále více zaměřuje na řízení složitých systémů a zajištění bezpečného pracovního prostředí v návaznosti na automatizaci

a digitalizaci procesů, přičemž důraz se klade na pracovní pohodu, prevenci negativních dopadů na zdraví a snižování chybovosti lidského faktoru. (Marek, Skřehot, 2009)

3.2 Druhy ergonomie

Ergonomie se dělí na několik základních typů podle zaměření na různé aspekty lidské činnosti. Fyzická ergonomie se soustředí na vliv pracovního prostředí na tělesné zdraví člověka. Zahrnuje faktory jako anatomie, pracovní polohy, manipulace s břemeny nebo ergonomické uspořádání pracovního místa. Kognitivní ergonomie, někdy označovaná jako psychická, se zabývá mentálními procesy v práci, například vnímáním, pamětí, rozhodováním nebo pracovním stresem. Organizační ergonomie se pak orientuje na optimalizaci organizačních struktur a pracovních systémů, čímž zajišťuje pracovní pohodu, efektivní komunikaci a vhodné režimy práce. Dalšími rozšířenými oblastmi jsou participativní ergonomie, která podporuje aktivní zapojení zaměstnanců do zlepšování pracovních podmínek, a rehabilitační ergonomie, zaměřená na přizpůsobení pracovního prostředí lidem se zdravotním omezením. (Gilbertová, Matoušek, 2002)

Kromě základních druhů ergonomie existují i specializované oblasti, které se věnují konkrétním aspektům lidské činnosti. Myoskeletární ergonomie se zabývá prevencí nemocí pohybového aparátu, zejména těch, které vznikají v důsledku nadměrného fyzického zatížení, opakovaných pohybů nebo nevhodných pracovních pozic. Jejím cílem je snížit riziko těchto potíží prostřednictvím vhodného pracovního uspořádání a edukace. Psychosociální ergonomie pak řeší vliv stresu a psychické zátěže na pracovní výkon a zdraví. Důležitou roli zde hraje úroveň psychické náročnosti práce, schopnost rozhodování a sociální klima na pracovišti. Tyto faktory významně ovlivňují jak pohodu zaměstnanců, tak i výskyt onemocnění pohybového aparátu. (Gilbertová, Matoušek, 2002)

3.3 Působení rizikových faktorů

Při výkonu práce je člověk vystaven celé řadě rizikových faktorů, negativně ovlivňujících jeho zdraví nebo výkonnost. Tyto faktory zahrnují nepříznivé mikroklimatické podmínky (například extrémní teploty), chemické látky (včetně karcinogenů a mutagenů), biologické činitele nebo fyzickou zátěž. Mezi formy fyzické zátěže řadíme například nadměrné celkové

zatěžování těla, opakovanou nebo jednostrannou svalovou námahu, nevhodné pracovní polohy a manipulaci s těžkými břemeny. Významnou složkou prevence těchto rizik je systematická identifikace těchto faktorů a zavádění vhodných opatření ke snížení jejich vlivu, a to jak na úrovni pracovního místa, tak i v rámci organizace práce.

K fyzikálním rizikovým faktorům se řadí hluk, vibrace a neionizující záření. Tyto faktory mohou mít dlouhodobé nepříznivé účinky na zdraví zaměstnanců, a proto je nutné jejich působení sledovat a eliminovat. Dlouhodobé vystavení těmto vlivům může vést k nemocem z povolání, což jsou onemocnění vzniklá v přímé souvislosti s vykonávanou prací a oficiálně uznaná legislativou. Tyto nemoci jsou evidovány ve zvláštních seznamech a mezi nejčastější příklady patří například onemocnění vyvolaná chemickými látkami nebo poškození pohybového aparátu způsobené nadměrnou zátěží. (Marek, Skřehot, 2009)

3.3.1 Mikroklimatické podmínky

Kvalita vzduchu na pracovišti tedy teplota, vlhkost, proudění a jeho složení významně ovlivňuje pohodlí a výkonnost zaměstnanců. Ideální teploty se liší podle typu práce, přičemž těžká fyzická práce vyžaduje chladnější prostředí. Vlhkost vzduchu by se měla pohybovat mezi 40–60 %. Vyšší či nižší hodnoty mohou vést ke zdravotním komplikacím nebo nepohodě. Vytvoření vhodného mikroklimatu zajišťuje klimatizace. (Rubínová, 2006)

3.3.2 Hluk

Hluk je akustickým faktorem prostředí, který může působit rušivě až škodlivě. Lidské ucho vnímá zvuk v určitém frekvenčním rozsahu a jeho intenzita je měřena v decibelech. Dlouhodobá expozice nadměrnému hluku může vést k únavě, stresu, a dokonce ke ztrátě sluchu. Mezi hlavní způsoby snižování hlučnosti patří redukce přímo u zdroje, vhodné dispoziční řešení pracoviště, použití izolačních materiálů a ochranných pomůcek, jako jsou sluchátka nebo zátky do uší. (Rubínová, 2006)

3.3.3 Vibrace

Vibrace představují mechanické kmitání hmotných těles, které vzniká například při činnosti motorů, strojů nebo dopravních prostředků. Tyto vibrace se následně přenášejí na člověka přímo nebo prostřednictvím konstrukcí a materiálů, například podlahou, sedadlem nebo držadly. Rozlišují se různé druhy vibrací jako například celkové (přenášené na celé tělo), lokální (například na ruce při práci s nářadím), vibrace v budovách či vertikální vibrace s frekvencí nižší než 1 Hz. Lokální vibrace bývají nejčastější a z hlediska zdravotního rizika i nejzávažnější. Mohou způsobit poškození kostí, kloubů, svalů či nervů. Dlouhodobá nebo intenzivní expozice vibracím může vést ke vzniku onemocnění. (Marek, Skřehot, 2009)

Kromě těchto obecných účinků mohou vibrace přispívat také ke vzniku konkrétních onemocnění pohybového aparátu, mezi které patří například epikondylitidy. Epikondylitidy (úponové bolesti lokte) jsou bolestivá onemocnění postihující úpony šlach přetěžovaných svalů v oblasti lokte. Nejčastěji se jedná o tzv. tenisový loket, tedy zánět v oblasti zevní strany lokte (epicondylitis radialis), méně často o tzv. golfový loket na vnitřní straně (epicondylitis ulnaris). Tyto potíže se objevují při činnostech vyžadujících opakované pohyby, nadměrnou námahu a špatné pracovní polohy, typicky například u kovářů, brusičů, lakýrníků, natěračů nebo pracovníků se sbíječkou.

Dalším častým důsledkem přetížení horních končetin je syndrom karpálního tunelu, jehož vznik může být rovněž ovlivněn vibracemi a pracovním zatížením. Syndrom karpálního tunelu vzniká tlakem na nerv procházející zápěstím (nervus medianus) a patří mezi nejčastější nemoci z přetížení horních končetin. Jeho příčinou je nadměrné ohýbání a napínání prstů, stereotypní pohyby a dlouhodobá práce s rukama, často při zvýšené námaze. Nejčastěji postihuje ženy vykonávající činnosti jako je dojení, šití, zpracování masa nebo práce s nástroji. V první fázi se projevuje bolestí, brněním prstů a zhoršenou citlivostí, v pokročilejším stádiu dochází k oslabení funkce nervu a svalů. (Gilbertová, Matoušek, 2002)

Zdravotní rizika vibrací zvyšuje také práce v chladném prostředí. Mezi pracovníky nejvíce vystavené vibracím, patří ti, kteří ovládají vibrující stroje například volanty, páky nebo rukojeti. Vibrace se pak přenášejí skrze sedadlo nebo podlahu stroje. Tento typ vibrací významně přispívá ke vzniku onemocnění páteře, zejména poškození meziobratlových plotének. Mezi stroje a vozidla, u nichž dochází k přenosu vibrací na člověka, patří například stavební stroje, traktory v zemědělství, lesní technika, nakladače, vysokozdvizné vozíky a další zařízení pohybující se na nerovném povrchu. Z těchto důvodů je důležité dodržovat

stanovené limity expozice a věnovat zvýšenou pozornost prevenci rizik spojených s vibracemi. (Marek, Skřehot, 2009)

3.3.4 Osvětlení a zraková zátěž

Osvětlení je klíčovým faktorem, protože lidské oko přijímá většinu informací zrakem. Kromě dostatečné intenzity světla je důležité i jeho rovnoměrné rozložení, správný směr dopadu a omezení oslnění. Kvalitní světlo zvyšuje pracovní výkonnost a snižuje únavu. Umělé osvětlení by mělo co nejvíce odpovídat přirozenému dennímu světlu. Různé typy světelných zdrojů (například žárovky, výbojky) mají odlišné vlastnosti, které je třeba volit podle charakteru práce. (Rubínová, 2006)

3.3.5 Psychická zátěž

Psychická zátěž představuje významný faktor pracovního prostředí, který se projevuje především při zvýšených nárocích na pozornost, paměť, rozhodování nebo emoční stabilitu. Mezi hlavní příčiny patří dlouhodobé pracovní přetížení, časté reorganizace, tlak na výkon, monotónnost práce, nevhodná ergonomie nebo obavy z nových technologií. Pro zaměstnance může být zátěž zdrojem stresu, který se často projevuje poruchami spánku, trávicími obtížemi nebo kardiovaskulárními problémy. Aby se předešlo negativním důsledkům, je nutné vytvářet pracovní prostředí, které minimalizuje stresory. Například zavedením dostatečných přestávek, motivací pracovníků a prevencí přetížení. (Marek, Skřehot, 2009)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI XY

Podnik XY, společnost s padesátiletou tradicí v oblasti letecké výroby, je jedním z předních producentů lehkých letadel. Věnuje se celému procesu výroby letadel, tedy od návrhu až po samotnou montáž letadla. Portfolio společnosti tvoří certifikovaná letecká výroba. Společnost se specializuje na výrobu ultralehkých a lehkých sportovních letadel a dále se zabývá výrobou dílů pro letecký průmysl a opravou letecké techniky. Společnost se zaměřuje i na další odvětví, jako například automobilový a strojírenský průmysl, poskytuje engineeringové služby formou designu a vývoje automobilové techniky, provádění pevnostní a dynamické analýzy.

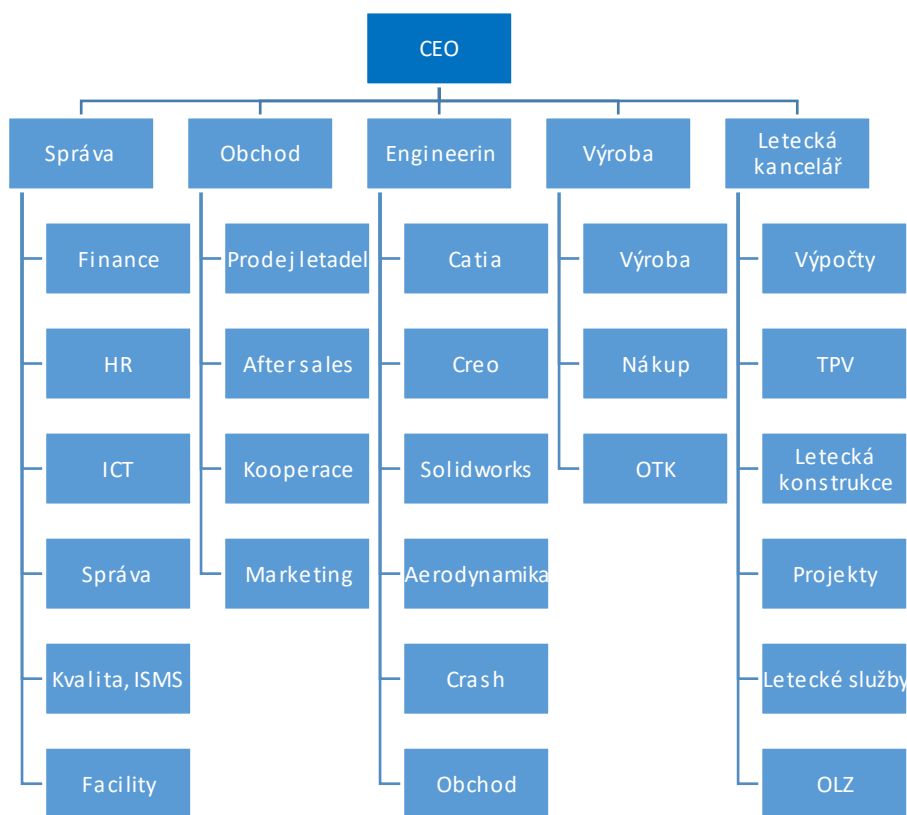
Podnik XY umožňuje zákazníkům širokou škálu konfigurací vlastního letadla, což zahrnuje přizpůsobení designu exteriéru a interiéru podle libosti zákazníka. Tímto přístupem tak cílí na maximální spokojenost zákazníka. Společnost XY poskytuje také distribuci letadel, která může probíhat přepravou až dvou letadel v přepravním kontejneru, který je následně přepraven námořní nebo kamionovou dopravou, nebo si zákazník může s letadlem odletět přímo z letiště, které je součástí areálu.

Kromě výroby letadel nabízí podnik XY také spoustu jiných výrobních a servisních činností. Mezi ně patří například výroba letadlových částí a sestav pro civilní i vojenský letecký průmysl, stejně jako výroba obráběných dílů s využitím moderních tříosých a pětiosých obráběcích center. Společnost se dále specializuje na tvarování plechů a výrobu tvářených dílů, což umožňuje produkci vysoce přesných komponentů pro letecký průmysl. Významnou oblastí činnosti je rovněž výroba interiérů letadel i automobilů, kde se klade důraz na kvalitu, design a komfort. Společnost se také věnuje výrobě výrobních přípravků pro letecký a automobilový průmysl, což zahrnuje konstrukci speciálních nástrojů a přípravků pro zefektivnění výrobních procesů.

V oblasti kontroly kvality nabízí podnik 3D měření rozměrů součástí a měření laserem, které zajišťuje vysokou přesnost vyrobených komponentů. Další důležitou činností jsou přestavby systémů avioniky umožňující modernizaci a optimalizaci leteckých systémů. Podnik se rovněž soustředí na svařování, tepelné zpracování a lakování letadel, kterými doplňuje široké portfolio svých výrobních a servisních aktivit.

4.1 Organizační struktura společnosti XY

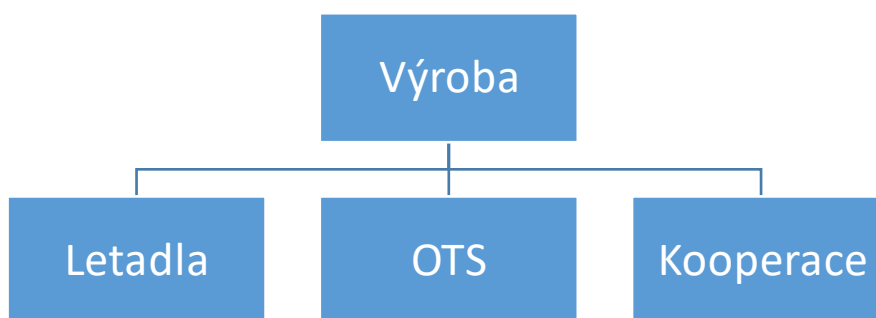
Celkově je organizační struktura podniku XY rozdělena do pěti hlavních oddělení, které spolupracují na efektivním řízení společnosti. Organizační struktura podniku XY je hierarchická. V čele samotného podniku stojí generální ředitel (CEO) zodpovědný za celkové fungování a strategické směřování firmy. Na nižších úrovních se dále nachází několik klíčových oddělení, kde každé má své specifické úkoly a odpovědnosti. Správa zajišťuje administrativní činnost a podporu vedení podniku, zatímco obchodní oddělení se soustředí na vyhledávání nových obchodních příležitostí, komunikaci se zákazníky a uzavírání kontraktů. Engineering se věnuje technickému vývoji, konstrukci a inovacím v oblastech letecké výroby, přičemž úzce spolupracuje s výrobním úsekem. Výroba je zodpovědná za samostatnou produkci letadel a různých dalších komponentů, včetně všech souvisejících procesů, jako je montáž, obrábění a lakování. Letecká kancelář pak zajišťuje dokumentaci, certifikaci a administrativní podporu související s provozem letadel. Tato oddělení společně tvoří efektivní systém umožňující podniku XY dosahovat vysoké úrovně kvality a flexibility ve své výrobě i službách.



Obrázek 1 Podniková struktura (vlastní zpracování dle interních zdrojů společnosti)

4.2 Výrobní portfolio společnosti

Společnost se dělí na tři základní business pilíře. Prvním z nich je produkce letadel, která zahrnuje celý proces od samotné výroby leteckých dílů na prvovýrobě až po následné sestavení letadla na montáži. Druhým pilířem je úsek Oddělení technického servisu řešící servis letadel. Třetím pilířem je úsek Kooperací neboli úsek, který generuje zisk pomocí jiných zakázek než leteckých.



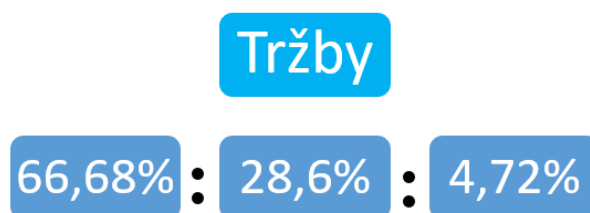
Obrázek 2 Popis výroby (vlastní zpracování dle interních zdrojů společnosti)

4.3 Zákaznické portfolio

Z celkového poměru tržeb společnosti XY vyplývá, že největší část příjmu pochází z prodeje samotných letadel. Tento segment tvoří 66,68 % celkových tržeb, což znamená, že většina příjmů je generována právě prodejem nových letadel.

Druhou část tvoří externí výroba (výroba pro jiné firmy na zakázku), která představuje 28,6 % celkových tržeb. To znamená, že společnost vyrábí součásti pro jiné firmy, které si tuto výrobu objednávají. Tento segment je důležitý, ale tvoří menší část příjmů než samotný prodej letadel.

Na třetím místě je technický servis, který tvoří 4,72 % tržeb. Tento segment zahrnuje služby údržby a opravy letadel, což je relativně menší, ale stále důležitý zdroj příjmu pro společnost.

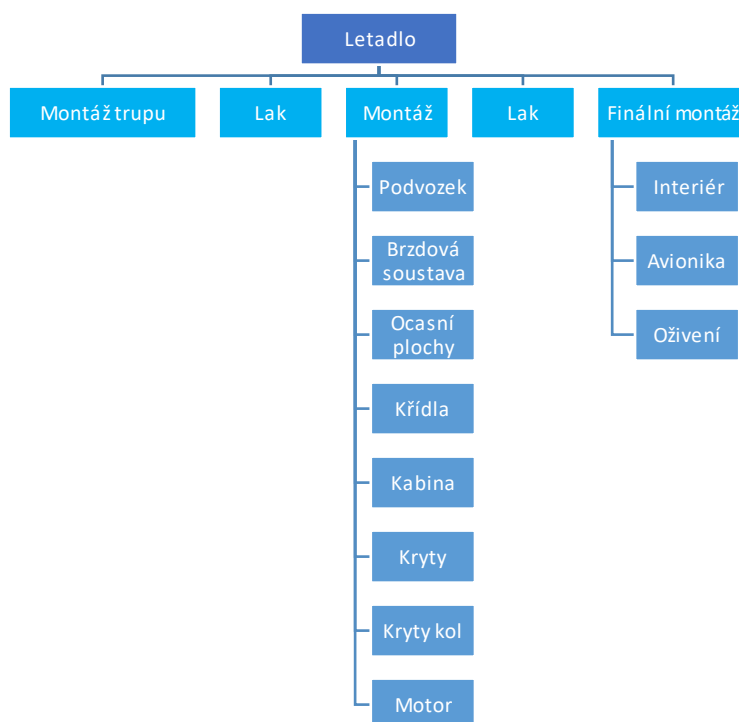


Obrázek 3 Tržby (vlastní zpracování dle interních zdrojů společnosti)

4.4 Letadla

Letoun se skládá z mnoha konstrukčních částí a dílů. Trup tvoří primární nosný prvek konstrukce letounu. Na trup se následně montuje hlavní a příďový podvozek, brzdový systém, ocasní plochy, křídla, kabina, aerodynamické kryty, kryty podvozku a motor. Takto celý letoun je transportován do lakovny, kde je aplikováno několik vrstev základního a ochranného nátěru, po nichž následuje finální design dle specifikace zákazníka. Možnost široké škály individuálních úprav designu odlišuje společnost XY od konkurence.

Z lakovny se letoun přesouvá na finální montáž, kde dochází k instalaci elektrických a avionických systémů, interiérového vybavení, následné aktivaci elektroniky a komplexní technické kontrole všech systémů. Po úspěšné kontrole se letoun přesouvá k letovým zkouškám, při nichž jsou doplněny provozní kapaliny, provedeny testovací lety a případně drobné dokončovací operace.



Obrázek 4 Letadlo (vlastní zpracování dle interních zdrojů společnosti)

4.5 Oddělení technického servisu

Oddělení technického servisu (OTS) společnosti XY poskytuje komplexní poprodejní služby v oblasti údržby a servisu letadel pro své zákazníky, mezi které patří letecké školy,

aerokluby i soukromí majitelé letadel. OTS zajišťuje nejen pravidelnou údržbu a servis letadel, ale také garanční prohlídky po dosažení stanoveného počtu letových hodin.

Součástí servisu je široká škála služeb, které zahrnují jak úpravy interiéru, tak modernizaci avioniky. Mezi tyto služby patří například výměna koberců, obnova sedadel za vyšší a pohodlnější modely, čalounění látkou nebo kůží, výměna klik, knoflíků a laminátových doplňků, instalace držáků na tablet či modernizace přístrojové desky, včetně přechodu z analogových budíků na digitální přístroje. Dále OTS nabízí výměnu elektrických zařízení a instalaci přístrojů dle individuálních požadavků zákazníka.

Kromě interiérových úprav se OTS zaměřuje i na exteriér letadel a jejich systémy. Zákazníci mohou využít služby jako restaurování nátěrů, výměna dílů s omezenou životností, provádění technických prohlídek a bulletinů nebo záruční a pozáruční servis. Oddělení rovněž zajišťuje konstrukční úpravy letadel a opravy po tvrdém přistání. Dalšími nabízenými službami jsou dovybavení letadel, například záchrannými systémy či vlečným zařízením a odborné technické poradenství. Díky široké nabídce služeb OTS garantuje svým zákazníkům profesionální servis a technickou podporu, která přispívá k bezpečnému a spolehlivému provozu jejich letadel.

Součástí oddělení OTS je i prodej náhradních dílů. Vzhledem ke komplikovanosti předpovědi poptávky a dlouhé průběžné době výroby některých dílů, musí odpovědní pracovníci u vybraných dílů udržovat minimální zásobu. Kvůli inovacím a různým změnám ve výrobním postupu se může stát, že budou požadovány i díly, které již nejsou součástí výrobního programu. U náhradních dílů, které se běžně opotřebovávají, musí pracovníci OTS každý rok odhadnout poptávku a včas zadat výrobu. Výroba nadstandartních anebo starých dílů se pak řeší individuálně po přijetí daného požadavku.

4.6 Kooperace

Třetím úsekem firmy jsou kooperace. Kooperace jsou nedílnou součástí pro společnost XY z pohledu řízení cash-flow. Největší podíl tržeb je tvořen letadlovými zakázkami. Ty mají ovšem dlouhou průběžnou dobu výroby a vždy je určitý poměr k tržbě závislý na dodávce letounu. Zpoždění ve výrobě letadel tedy může způsobit zpoždění v přijatých platbách. Kooperační zakázky mají krátkou dobu výroby, jsou fakturovány a platby probíhají

okamžitě (v souladu s podmínkami stanovenými ve smlouvě), a představují tak stabilní a kontinuální tok „rychlých peněz“ do firmy. Kooperace zabírají v průměru za poslední čtyři roky 30 % výrobní kapacity ve společnosti XY.

Kooperační zakázky mohou být dvojího typu. Prvním typem jsou jednorázové zakázky neboli poptávky na jednorázovou výrobu jednoho nebo více kusů. U tohoto druhu zakázek jsou do ceny výrobku započítány i režijní náklady na zpracování zakázky (například tvorba technologického postupu, výroba potřebných přípravků apod.).

Druhým typem jsou opakované zakázky. Do úseku opakujících se zakázek spadají firmy AERO Vodochody, Aircraft Industries. Pro AERO Vodochody se vyrábí díly, které jsou součástí proudových podzvukových cvičných letounů L39NG. U Aircraft Industries jsou díly součástí legendárních L 410. Nejvýznamnějším zákazníkem pro společnost XY je firma SAFRAN, který tvoří 18,5 % z celkových kooperací. SAFRAN vyrobené díly a součástky používá v široké sféře působnosti, například ve vojenském letectví, námořnictví nebo v civilním letectví. Všechny díly a materiál musí projít důkladnou vstupní a výstupní kontrolou z důvodu vysokých požadavků na kvalitu v leteckém průmyslu.

U tohoto druhu spolupráce se využívají pro plánování výroby forecasty zákazníka, některé opakující se díly jsou vyráběny i do zásoby na sklad. Režijní náklady jsou v tomto případě rozpočítány do ceny kusů podle toho, kolik zákazník plánuje objednávek (tedy čím více kusů se dlouhodobě objednává, tím nižší cena na kusu bude).

4.7 Analýza hodin kooperací

V roce 2020 celkové kooperace zabraly 20 544 hodin což tvoří 32,88 % z celkové výroby do které je zahrnuta i samotná výroba letadel. V tomto roce se začal projevovat dopad pandemie COVID-19 na společnost. Společnost v této době zaznamenala sníženou poptávku po letadlových zakázkách (způsobenou restrikcemi v oblasti cestování a dopravy) a snažila se tento pokles kompenzovat právě navýšením kooperačních zakázek. Z následujících tabulek je ovšem patrné, že pokles výroby způsobený podobným vnějším faktorem, jako byla pandemie, ovlivnil výrobu jako celek a procentuální rozdělení kapacit do leteckých a kooperačních zakázek byl zachován. Následující tabulky tedy ukazují hodinový a procentuální podíl kooperačních zakázek na celkové využívané výrobní kapacitě společnosti.

Tabulka 1 Analýza hodin kooperací 2020 (vlastní zpracování dle interních zdrojů společnosti)

Zákazník	2020		
	minut	hodin	procent
Ostatní zakázky	2515915	41932	67,12%
SAFRAN	728842	12147	19,44%
SAFRAN ČAL	71488	1191	1,91%
L39NG	13301	222	0,35%
Ostatní kooperace	419013	6984	11,18%
KOOPERACE	1232644	20544	32,88%
CELKEM:	3748559	62476	100%

V roce 2021 kooperace zabraly 21 544 hodin, což je 30,85 % z celkové výroby. Jde vidět, že kooperace za rok 2021 oproti roku 2020 klesla o 2,03 %, ale celková výroba vzrostla o 11 %.

Tabulka 2 Analýza hodin kooperací 2021 (vlastní zpracování dle interních zdrojů společnosti)

Zákazník	2021		
	minut	hodin	procent
Ostatní zakázky	2897399	48290	69,15%
SAFRAN	691158	11519	16,50%
SAFRAN ČAL	178877	2981	4,27%
L39NG	90264	1504	2,15%
Ostatní kooperace	332357	5539	7,93%
KOOPERACE	1292656	21544	30,85%
CELKEM:	4190055	69834	100%

V roce 2022 kooperace zabraly 28 414 hodin, což je 28,65 % z celkové výroby. V roce 2022 narůstá stále celková výroba oproti roku 2021, a to o 42 %, a oproti roku 2020 je to až o 58 %.

Tabulka 3 Analýza hodin kooperací 2022 (vlastní zpracování dle interních zdrojů společnosti)

Zákazník	2022		
	minut	hodin	procent
Ostatní zakázky	4245327	70755	71,35%
SAFRAN	1216087	20268	20,44%
SAFRAN ČAL	163185	2720	2,74%
L39NG	186326	3105	3,13%
Ostatní kooperace	139224	2320	2,34%
KOOPERACE	1704822	28414	28,65%
CELKEM:	5950149	99169	100%

V roce 2023 kooperace zabraly celkem 29 602 hodin, což je 28,32 % z celkové výroby. Oproti roku 2022 se celková výroba zvedla o 5 %. Když se rok 2022 srovná s rokem 2021, tak se výroba zvýšila o 49 % a oproti roku 2020 je to až o 67 %.

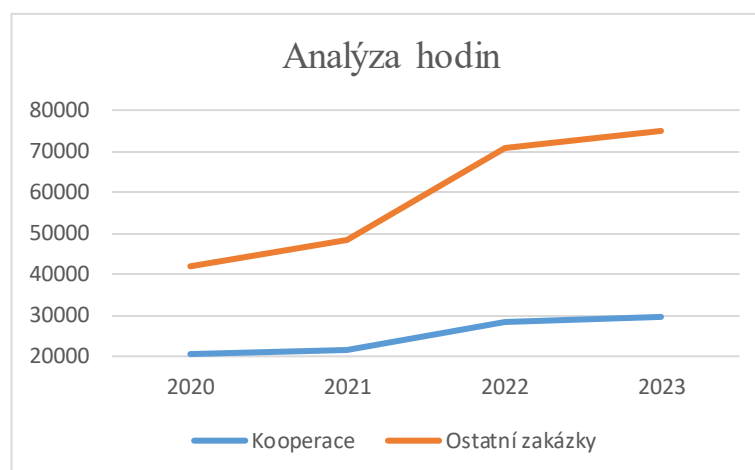
Tabulka 4 Analýza hodin kooperací 2023 (vlastní zpracování dle interních zdrojů společnosti)

Zákazník	2023		
	minut	hodin	procent
Ostatní zakázky	4495674	74928	71,68%
SAFRAN	1094992	18250	17,46%
SAFRAN ČAL	167955	2799	2,68%
L39NG	260418	4340	4,15%
Ostatní kooperace	252725	4212	4,03%
KOOPERACE	1776090	29602	28,32%
CELKEM:	6271764	104529	100%

Z dlouhodobého hlediska lze soudit, že výroba v horizontu 4 let stále roste a dosahuje vyšších čísel. Může se zdát, že kooperace upadají, ale je to kvůli tomu, že celková výroba se neustále zvyšuje, tudíž procento kooperací klesá.

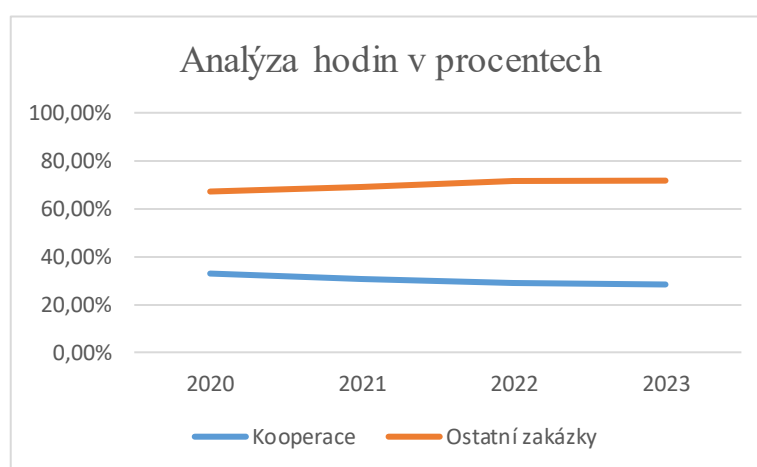
Navýšení celkové výroby v tomto období bylo způsobeno především oživením některých výrobních segmentů po pandemii COVID-19, především pak leteckého průmyslu.

Následující graf souhrnně zobrazuje vývoj odpracovaných hodin ve výrobě. Je zde jasně patrný nárůst odpracovaných hodin mezi roky 2021 a 2022. Kooperační zakázka v podstatě kopíruje průběh růstu celkové odpracované doby.



Obrázek 5 Analýza hodin kooperací (vlastní zpracování dle interních zdrojů společnosti)

V následujícím grafu je vidět, že kooperační zakázky velmi mírně uvolňují kapacitu letadlovým zakázkám, ovšem pouze v desetinách nebo jednotkách procent. Pokud by tento trend pokračoval, znamenalo by to, že zvýšená poptávka po letadlových zakázkách (která je aktuálně největší na Americkém trhu), postupně vytlačuje menší kooperační zakázky.



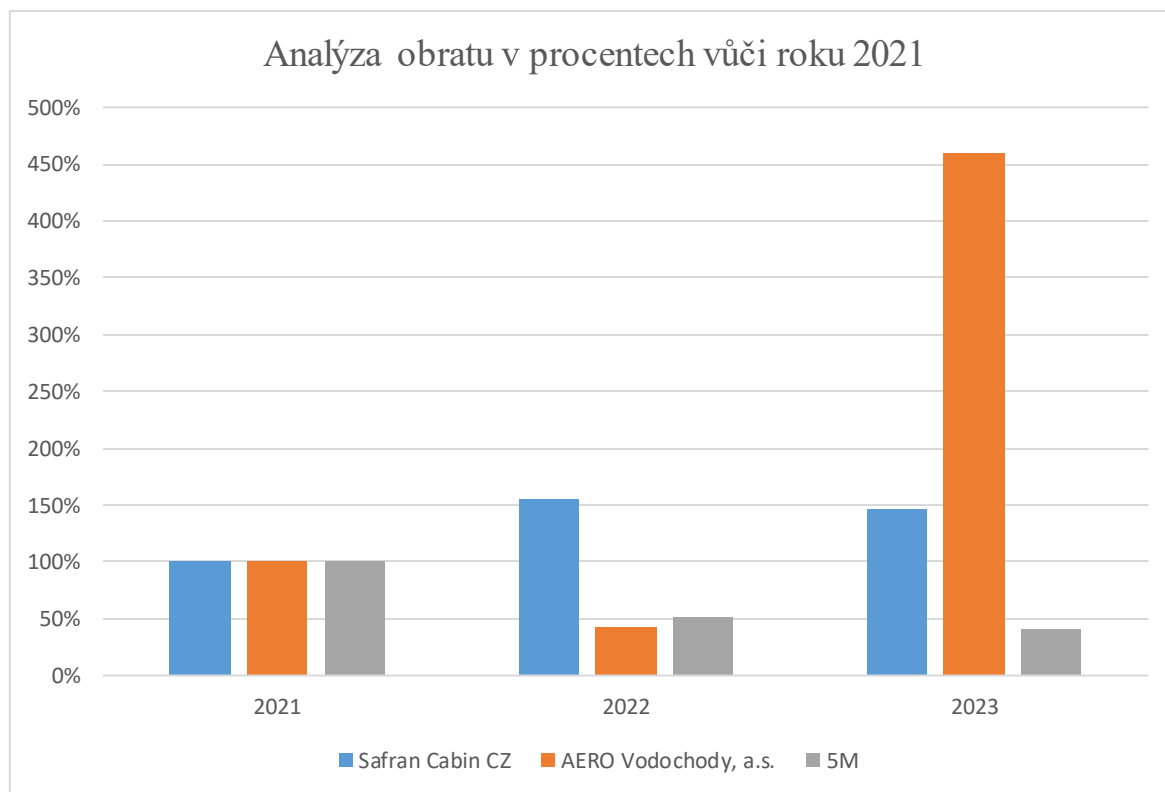
Obrázek 6 Analýza hodin kooperací (vlastní zpracování dle interních zdrojů společnosti)

4.8 Analýza kooperací v korunách českých

Tabulka 5 Analýza fakturací v % (vlastní zpracování dle interních zdrojů společnosti)

Analýza v Kč	2021	2022	2023
Safran Cabin CZ	100%	156%	146%
AERO Vodochody, a.s.	100%	42%	460%
5M	100%	51%	41%

V tabulce č. 5 jsou uvedeny firmy Safran Cabin CZ, AERO Vodochody, a.s. a firma 5M. U těchto firem byla provedena analýza fakturací za roky 2021 až 2024. Výsledná částka z faktur byla vyjádřena v procentech. Jako výchozí hodnota byl zvolen rok 2021. V roce 2022 vzrostly fakturace pro firmu Safran Cabin CZ z 100 % na 156 %. U firmy AERO Vodochody, a.s. došlo v roce 2021 k výraznému poklesu fakturací až na 41 % oproti roku 2021. U firmy 5M poklesly fakturace za rok 2022 ze 100 % na 51 %. Za rok 2023 u firmy Safran Cabin CZ došlo k menšímu poklesu oproti roku 2022, a to na 146 % fakturací. Kdežto AERO Vodochody, a.s. si oproti roku 2021 polepšili o 460 %. U firmy 5M byl zaznamenán pokles fakturací, a to na 41 %.



Obrázek 7 Analýza fakturací v procentech vůči roku 2021 (vlastní zpracování dle interních zdrojů společnosti)

5 PRVOVÝROBA

Výrobou jednotlivých dílů pro letadla a kooperace se zabývá prvovýroba. Jedná se o klíčový proces zahrnující výrobu a montáž různých komponentů, které jsou následně použity při sestavování letadel. V rámci prvovýroby se celkový výrobní proces rozděluje do několika stanovišť, přičemž každé z nich se zaměřuje na konkrétní fázi výroby.

Tato struktura umožňuje efektivní výrobu a zajištění kvality jednotlivých komponentů, které jsou následně integrovány do finálního výrobního procesu.

5.1 Dělení materiálu a obrábění

Prvním stanovištěm výrobního procesu všech dílů (výrobků) jsou CNC stroje, které pracují v dvousměnném režimu s osmihodinovými směny. Společnost XY disponuje tříosými a pětiosými CNC stroji a CRENO Aero Bridge Cutem, na kterých se dají obrábět větší i menší dílce. Obsluha CNC strojů má za úkol jak manipulaci s materiálem a hliníkovými profily, tak zároveň začíšťovat, odjehlovat a protahovat díry pomocí akumulátorové nářadí, dále jen (AKU). Posledním pracovištěm je řezání vodním paprskem. Jedná se o řezání vodní tryskou, což je hlavní nástroj pro řezání materiálu. Vodní paprsek vytváří silný proud vody, který je schopen řezat různé druhy materiálů. Je důležité, aby každý výstupní produkt byl řádně zkontrolován a přeměřen, aby se předešlo nekvalitním výrobkům. Obrázky strojů jsou vyfoceny v příloze 1.

5.2 Klempírna

Další pracoviště, které se zaměřuje na zpracování plechu, je klempírna. Klempíři mají za úkol upravovat hliníkové plechy určené k sestavení letadel. Plechy jsou upravovány pomocí stáčecích a ohýbacích zařízení jako jsou například: ohraňovací lis Trumpf, ohýbačka plechů strojní, stáčečka ruční, Haeusler a pneumatické děrovaadlo. Nejprve se stroje musí nastavit a naprogramovat. Během procesu ohýbání a tváření je nutná průběžná kontrola, aby vše odpovídalo nastaveným standardům.



Obrázek 9 Ohraňovací lis Trumpf (vlastní zdroj)



Obrázek 8 stroj Haeusler (vlastní zdroj)

5.3 Kalírna a svařovna

Do prvovýroby je zařazeno i tepelné zpracování k úpravě a zušlechťování kovových a hliníkových konstrukcí pomocí kalící pece, kalící a odmašťovací lázně. Dalším stanovištěm je svařovna. Zde se svařují hliníkové díly a ocelové profily pomocí svářecího zařízení TIG, ale práci svářeče tvoří i výpomoc na dílně. Obrázky pracoviště jsou vyfoceny v příloze 2.

5.4 Obrobna

Na prvovýrobě najdeme i pracoviště se soustruhy a frézkami. Práci obráběče tvoří úprava hliníkových dílců, dále úklid pracoviště a pracovních pomůcek, čištění zařízení a začišťování vzduchovou pistolí od kovových pilin.

5.5 Zámečnick

Zámečnick obdrží z hutního skladu již předem připravené dílce k tvorbě závitů a otvorů, které vytváří pomocí sloupové nebo AKU vrtačky. Následně dílce náležitě odjehlí nebo odstraní okuje. Náplní práce zámečnicka je také výpomoc svářeči. Jedná

se o přidržování dílců, případná montáž menších dílů při procesu svařování pomocí ručního nářadí.



Obrázek 11 Sloupová vrtačka (vlastní zdroj)



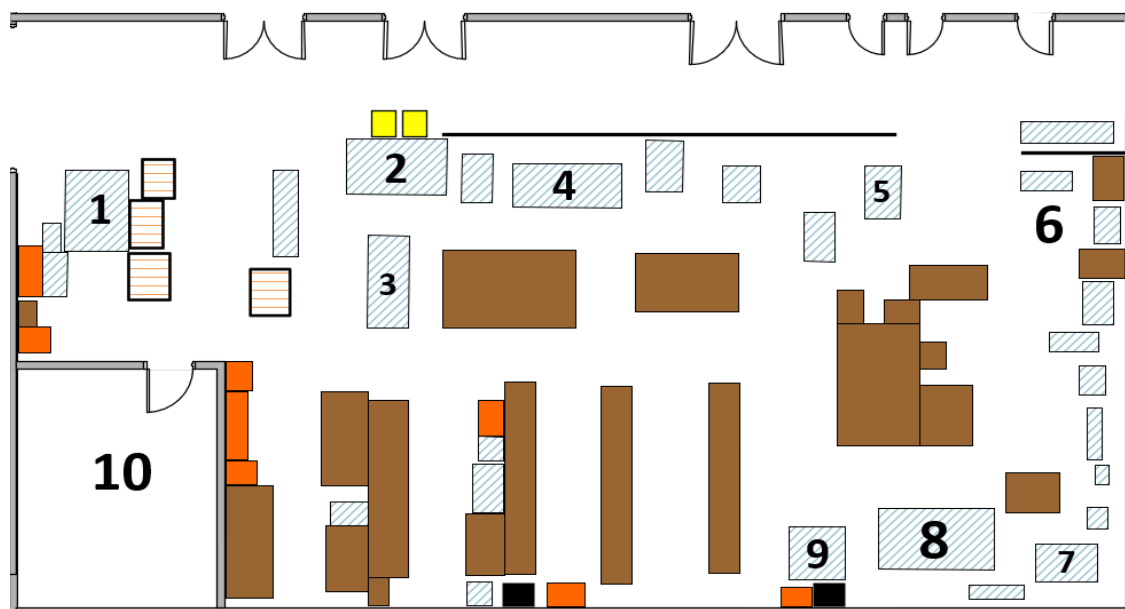
Obrázek 10 Dílce SAFRAN (vlastní zdroj)

Součástí pracoviště zámečníků je i pohledové opracování hliníkových a ocelových dílů bruskou. Broušení dílů provádí pracovník na několika typech pneumatických brusek. Pro firmu SAFRAN se výše zmíněné díly brousí technologií brushing neboli kartáčování. To vede k problému s kategorizací práce ve společnosti XY na pracovišti prvovýroby. Problémem je, že celé pracoviště spadlo do skupiny kategorie tři („práce s riziky“). V tomto konkrétním případě zde hrozí nemoc z povolání kvůli lokální svalové zátěži flexorů a extenzorů předloktí pravé horní končetiny. Problém by se dal vyřešit návrhem ergonomických opatření nebo kompletní robotizací pracoviště brusky. S přihlédnutím k tomuto problému byla další část práce zaměřena právě na pracoviště zámečnicka, konkrétně na analýzu a návrh řešení pracoviště broušení. Další obrázky pracoviště jsou vyfoceny v příloze 3.

6 POPIS VYBRANÉHO PRACOVIŠTĚ

V hale zámečníků pracuje 12 pracovníků. Je vybavena širokou škálou strojů a nástrojů, které jsou nezbytné pro výrobu leteckých dílů z duralových slitin a plechů. Jedná se o náročný výrobní proces, který vyžaduje přesnost, kvalitu a dodržování bezpečnostních předpisů.

Část dílny je vyhrazena pro větší stroje jako je lis výstředníkový a lis hydraulický. Lis výstředníkový slouží k tvarování a ohýbání plechů a profilů. Hydraulický lis je vhodný pro jemnější práce, jako je lisování nebo tvarování menších dílů. V dalších částech dílny se nacházejí stoje pro vrtání, řezání a broušení. Nůžky tabulové slouží k přesnému stříhání plechu. Stolní a sloupové vrtačky umožňují vrtání otvorů různých průměrů a hloubky. Pro složitější řezy se používá ruční pásová pila. Povrchová úprava dílů se provádí na brusce kameníček a balotině. Dále se na dílně vyskytují i ruční brusky, což jsou univerzální nástroje, které se používají pro různé druhy broušení a úpravy povrchu. Ohýbání trubek se provádí na ruční ohýbačce trubek. A důležitou součástí každé dílny je výdejna náradí, kde jsou uskladněny všechny potřebné nástroje pro práci na strojích. Jedná se o ruční nářadí, jako jsou klíče, vrtáky a frézy všeho druhu a spousta dalšího.



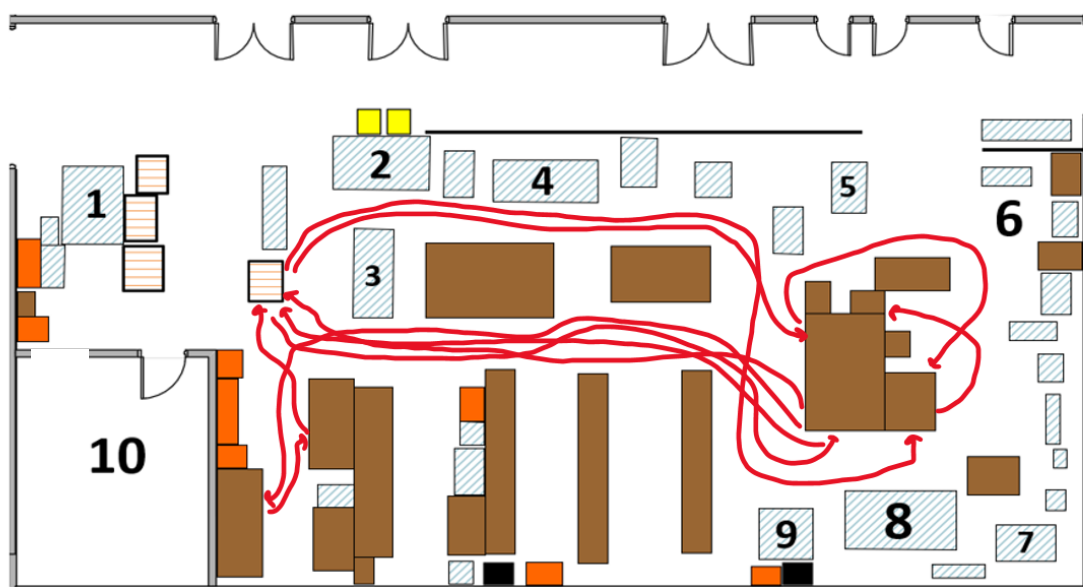
Obrázek 12 Layout – zámečník (vlastní zpracování dle interních zdrojů společnosti)

- | | | |
|------------------------------|--------------------------|---|
| 1. Lis výstředníkový 40 t | 6. Ruční brusky |  Regál |
| 2. Lis hydraulický ruční | 7. Bruska kameníček |  Skříň |
| 3. Nůžky tabulové ruční | 8. Balotina |  Pracovní stůl |
| 4. Stolní a sloupové vrtačky | 9. Ohýbačka trubek ruční |  Rozvaděč |
| 5. Ruční pásová pila | 10. Výdejna nářadí |  Popelnice |
| | |  Stroj |

Obrázek 13 Layout legenda (vlastní zpracování dle interních zdrojů společnosti)

6.1 Spaghetti diagram

Následující diagram (Obrázek 14) zobrazuje aktuální materiálový tok na hale zámečnicků. Diagram byl zpracován pro pracovníka, který se věnuje právě problematickému broušení, a tedy se nejvíce pohybuje na pracovišti brusky, které je v pravé části obrázku.



Obrázek 14 Spaghetti diagram (vlastní zpracování dle interních zdrojů společnosti)

1. Lis výstředníkový 40 t	6. Ruční brusky		Regál
2. Lis hydraulický ruční	7. Bruska kameníček		Skříň
3. Nůžky tabulové ruční	8. Balotina		Pracovní stůl
4. Stolní a sloupové vrtačky	9. Ohýbačka trubek ruční		Rozvaděč
5. Ruční pásová pila	10. Výdejna nářadí		Popelnice
			Stroj

Obrázek 15 Layout legenda (vlastní zpracování dle interních zdrojů společnosti)

Jedním ze základních problémů, který byl díky tomuto diagramu identifikován, je zbytečný pohyb pracovníka po dílně (červené křivky). Tyto křivky zobrazují chůzi, kterou musí pracovník absolvovat při přesunu pro materiál, neboť ukládací místo pro vstupní materiál je na této dílně pouze jedno a je společné pro všechny pracovníky. Přesunutí regálu se vstupním materiálem blíže k pracovišti s bruskami by ušetřilo spoustu času pracovníkovi, který musí pro vstupní materiál chodit až na druhou stranu dílny. To se dá říct i o místu, kde se finální a zkontrolované díly balí a posílají zákazníkovi. Taktéž se nachází na druhé straně dílny. Přesunutí by vyřešilo časový deficit, který jde využít mnohem užitečnějším způsobem.

6.2 Bezpečnost a ochrana zdraví při práci na vybraném pracovišti

Pracoviště zámečnicků je místem, kde se provádí různé mechanické a kovodělné práce, které zahrnují vrtání, broušení, odjehlování, řezání a další činnosti. S těmito činnostmi jsou spojena různá rizika, která mohou ohrozit zdraví a bezpečnost pracovníků. Identifikace a hodnocení těchto rizik je klíčová pro zajištění bezpečného pracovního prostředí. Metoda PNH je efektivním nástrojem pro analýzu rizik a navrhování preventivních opatření. Na ohodnocení se shodl tým odborníků, který se skládal z výrobního ředitele, mistrů a průmyslových inženýrů.

Tabulka 6 PNH metoda (vlastní zpracování)

Systém			Aktivita												Analytický team: Průmysloví inženýři, mistři, výrobní ředitel
Popis scénáře															Datum: 05.12.2024
P.č.	Nebezpečí	Nehodová událost	Možná příčina	Odhad rizika					Preventivní/nápravná opatření	Závažnost rizika po přijatém opatření					Poznámky
		(Co? Kde? Kdy?)		P	N	H	R	MR		P	N	H	R	MR	
Ergonomické riziko při broušení	Nemoc z povolání (například syndrom karpálního tunelu, tenisový loket)	Dlouhodobé vystavení vibracím a nevhodné pracovní pozici	Nedostatečná ergonomie pracovního místa, dlouhodobé monotónní činnosti	5	4	3	60	II.	Rotace práce, robotizace, ergonomické úpravy pracovního místa, pravidelné přestávky	2	2	2	8	IV.	Pravidelná školení o správné ergonomii a používání ochranných pomůcek
Požár při vrtání	Vznícení materiálu	Přehřátí vrtáku	Nedostatečná údržba nástrojů	2	5	2	20	III.	Pravidelná údržba nástrojů	1	1	3	3	IV.	Instalace hasicích přístrojů a školení.
Úraz při odjehlování	Řezné rány	Nepoužívání ochranných rukavic	Nepozornost, nevhodné nástroje	3	3	3	27	III.	Používání ochranných rukavic, školení BOZP	1	2	2	4	IV.	Pravidelná kontrola nástrojů
Úraz při drobné zámečnické práci	Poranění ruky	Nepozornost, nevhodné nástroje	Nepoužívání ochranných pomůcek	3	4	3	36	III.	Používání vhodných nástrojů, školení BOZP	1	1	3	3	IV.	Pravidelná kontrola nástrojů

Tabulka 7 PNH metoda pokračování (vlastní zpracování)

Systém			Aktivita												Analytický team: Průmysloví inženýři, mistři, výrobní ředitel	
Popis scénáře															Datum: 05.12.2024	
P.č.	Nebezpečí	Nehodová událost	Možná příčina	Odhad rizika					Preventivní/nápravná opatření	Závažnost rizika po přijatém opatření					Poznámky	
		(Co? Kde? Kdy?)		P	N	H	R	M R		P	N	H	R	M R		
Úraz při nýtování	Poranění ruky nebo oka	Nedostatečné ochranné pomůcky, nepozornost	Nepoužívání ochranných brýlí a rukavic	3	4	3	36	III.	Používání ochranných brýlí a rukavic, školení BOZP	1	2	2	4	IV.	Pravidelná kontrola strojů	
Použití chemikálií	Otrava nebo popálení	Požítí nebo kontakt s chemikálií	Neoznačené nádoby, nedostatečné informace	4	4	3	48	III.	Správné označení nádob, školení zaměstnanců o bezpečném zacházení s chemikáliemi	1	2	2	4	IV.	Pravidelná kontrola označení a skladování chemikálií	
Pád na mokrém podlaze	Zlomeniny, pohmožděny	Pád na mokré nebo kluzké podlaze	Rozlití kapalin, nedostatečné označení nebezpečí	3	3	3	27	III.	Okamžité čištění rozlitých kapalin, označení kluzkých povrchů	1	2	3	6	IV.	Pravidelná kontrola a údržba podlah	
Zranění šponou	Zapíchnutí špony do nohy nebo ruky	Kontakt s ostrými šponami	Nepoužívání ochranné obuvi nebo rukavic	3	4	3	36	III.	Používání ochranné obuvi a rukavic, pravidelné odstraňování špon	1	1	3	3	IV.	Pravidelná kontrola pracovního prostředí	

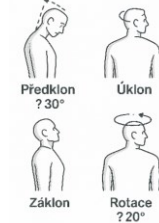
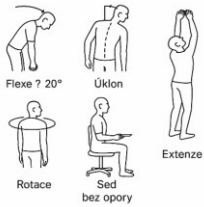
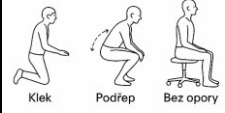
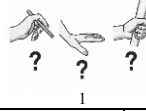
Nejzávažnějším rizikem před zavedením opatření se ukázalo být ergonomické riziko při broušení, které dosahovalo hodnoty $R=60$, což odpovídá druhé nejvyšší úrovni závažnosti rizika (II.). To bylo způsobeno dlouhodobým vystavením vibrací a nevhodnou pracovní polohou, což může vést k nemocem z povolání, jako je syndrom karpálního tunelu nebo tenisový loket. Pro zmírnění tohoto rizika byla navržena kombinace rotace pracovníků mezi různými pracovišti, ergonomických úprav pracovního místa a pravidelných přestávek. Po implementaci těchto opatření došlo k výraznému snížení hodnoty rizika na $R=8$, čímž se dostalo do kategorie přijatelných rizik.

Další významná rizika zahrnovala požár při vrtání, úrazy při manipulaci s nástroji (odjehlování, zámečnické práce, nýtování), expozici chemikáliím a úraz elektrickým proudem. U všech těchto případů bylo hodnocené riziko před zavedením opatření na úrovni $R=12$ až 36 , přičemž po zavedení preventivních opatření se rizika snížila na hodnoty $R=3$ až 6 , což znamená jejich přesun do kategorie přijatelných rizik. Mezi klíčová opatření patřilo například povinné používání osobních ochranných pracovních pomůcek (rukavice, brýle, ochranné kryty), pravidelná údržba nástrojů a zařízení, jasné označování chemikálií, instalace hasicích přístrojů a revize elektroinstalace.

Výsledky této analýzy ukazují, že cílená preventivní opatření mají významný dopad na snížení rizik v pracovním prostředí. Implementace doporučených změn umožnila snížit všechna klíčová nebezpečí na úroveň, která je z hlediska bezpečnosti práce přijatelná a umožňuje účinné řízení rizik. Metoda PNH se tak ukazuje jako užitečný nástroj nejen pro identifikaci nebezpečí, ale také pro hodnocení účinnosti přijatých opatření a jejich vlivu na celkovou bezpečnost práce.

6.3 Analýza ergonomie pomocí CHECK-LIST

Obrázek níže (16) zobrazuje celkové hodnocení ergonomického rizika na vybraném pracovišti pomocí metody CHECK-LISTU. Na ohodnocení rizik se shodl tým odborníků, který se skládal z výrobního ředitele, mistrů a průmyslových inženýrů. Hodnocení bylo provedeno subjektivně na základě odborného úsudku hodnotitelů. Je rozděleno do 4 kroků. Prvním krokem je určení typu práce. V tomto případě se jedná o pracoviště zámečníků, konkrétně pracoviště, kde se brousí a leští díly. Druhým krokem je ohodnotit postavení těla. Hodnoceny byly pozice jako je stání, ohýbání, klečení a sezení. Dále byly hodnoceny rizikové pohyby rukou, zápěstí, loktů, ramen, krku, trupu a dolních končetin. Krok 3 popisuje časové intervaly a frekvence, které ukazují, jak často a dlouho jsou pracovníci vystaveni ergonomickým rizikům. Krok 4 se zaměřuje na sílu vykonanou během práce. Měřením jsme došli k výsledku, že některé naměřené hodnoty přesahují hodnotu 4, což znamená, že pracovníci jsou vystaveni vysokému riziku a je nutné provést opatření, které buď minimalizují riziko nebo se riziku úplně vyhneme, aby se předešlo nemoci z povolání. Mezi hlavní zdroje rizika lokální svalové zátěže spadají repetitivní pohyby dominantní ruky a předloktí, které je vyvoláno rychlým a opakovaným pohybem při broušení a leštění profilů pro firmu SAFRAN. (Hlávková a Valečková, 2007)

Hodnocení ergonomického rizika										
Krok 1		Typ práce: Broušení						Pracoviště: Zámečna		
Vstupní informace		Pracovní místo: Zámečna						Typ směnnosti: Jednosměnný provoz		Datum: 5.12.2024
Krok 2		Ruce a zápěstí		Lokty		Ramena		Krk		Trup
Určení výskytu rizikových poloh při práci. Pokud se některá z rizikových poloh dané kategorie vyskytuje, ohodnoťte ji v krocích 3 a 4 body (každé zaškrtnutí se rovná jednomu bodu). Ruce, zápěstí, lokty a ramena se hodnotí zvlášť na levé a pravé končetině		 Flexe ? 45° Ulnární deviace		 Rotace předloktí Extenze		 Zvednutá paže ? 45° Zapažení Zvednutá ramena		 Předklon ? 30° Úklon Záklon Rotace ? 20°		 Flexe ? 20° Úklon Rotace Sed bez opory Extenze
		 Extenze ? 45° Radiální deviace								 Klek Podřep Bez opory
		Vlevo	Vpravo	Vlevo	Vpravo	Vlevo	Vpravo			
Krok 3	Poloha	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Zaškrtněte políčka, pokud se riziková poloha vyskytuje, popřípadě překračuje limity síly	Síla	Úchop "špetka", "tlak prsty" ? 1 Kg (10 N), nebo "silný stisk" ? 4,5 Kg (45N)		? 4,5 Kg (45N)	? 4,5 Kg (45N)	? 4,5 Kg (45N)	? 4,5 Kg (45N)	? 1 Kg (10N)	? 10 Kg (10N)	Pedál ? 4,5 KG (45N)
		 ? ? ?		1	1	1	1	0	0	0
Krok 4	Doba trvání	? 10 sek.	? 10 sek.	? 10 sek.	? 10 sek.	? 10 sek.	? 10 sek.	? 10 sek.	? 10 sek.	? 30% dne
	Frekvence	0	1	0	1	0	1	0	0	0
		? 30/ min.	? 30/ min.	? 2/ min.	? 2/ min.	? 2/ min.	? 2/ min.	? 2/ min.	? 2/ min.	? 2/ min.
		0	1	0	1	0	1	0	0	0
Skóre	Součet bodů	2	4	2	4	2	4	1	1	1
Riziko	Vysoké	V S N	V S N	V S N	V S N	V S N	V S N	V S N	V S N	V S N
	Střední									
	Nizké	S	V	S	V	S	V	N	N	N

Obrazek 16 Hodnocení ergonomického rizika (vlastní zpracování dle Hlávkové a Valečkové, 2007)

6.4 Srovnání posouzení ergonomického rizika na pracovišti

Společnost provedla odbornou analýzu ergonomických rizik na pracovišti, kde se ručně brousí duralové díly. Z výsledku měření vyplynulo, že dochází k nadměrné svalové zátěži rukou a předloktí, zejména pravé horní končetiny, kde bylo zjištěno překročení hygienického limitu. Tento stav může vést ke zvýšenému riziku pracovních úrazů a dlouhodobých zdravotních komplikací, jako jsou syndrom karpálního tunelu či chronická bolest lokte. Tato analýza byla provedena pomocí přesných měřících metod, které umožnily kvantifikovat zátěž na pracovníky. Doporučeným opatřením bylo zavedení rotace pracovníků, čímž by se snížila opakovaná zátěž stejných svalových skupin, a tím i pravděpodobnost vzniku onemocnění z povolání.

Na rozdíl od odborného posouzení, které bylo prováděno měřícími přístroji a přesnými metodami, jsem se při svém hodnocení ergonomických rizik opíral o dostupné analytické metody neučené během studia, přičemž hlavním zdrojem dat byly pozorování a kvalifikovaný odhad. Použit byl CHECK-LIST, metoda PNH a SWOT analýza k identifikaci klíčových problémových oblastí. Ačkoli se jednalo o méně detailní přístup, výsledky ukázaly obdobná rizika, která byla potvrzena i odbornou analýzou.

CHECK-LIST a metoda PNH společně identifikovali hlavní ergonomické problémy, jakou jsou repetitivní pohyby a nevhodná pracovní poloha, přičemž systémové ohodnocení pravděpodobnosti a závažnosti rizika potvrdilo vysokou úroveň ergonomického zatížení horních končetin, což naznačuje významné riziko nemoci z povolání, jako je syndrom karpálního tunelu, zatímco SWOT analýza odhalila příležitost pro ofenzivní strategii modernizace prostřednictvím technologických inovací, které by mohly zmírnit tato rizika a současně zvýšit efektivitu výroby.

Zatímco odborná analýza navrhla jako řešení rotaci pracovníků, moje analýza ukázala, že dlouhodobě efektivnějším přístupem by bylo zavedení robotizace daného pracoviště. Robot by eliminoval přetěžování pracovníků, snížil nároky na fyzickou sílu a zároveň by zvýšil produktivitu a kvalitu práce. Tento přístup by umožnil pracovníkům soustředit se na jiné úkoly s vyšší přidanou hodnotou, například na kontrolu kvality.

Oba přístupy mají stejný cíl, a to snížit zdravotní rizika spojená s výkonem práce. Zásadní rozdíl spočívá v přístupu k řešení. Zatím co společnost doporučuje organizační opatření ve formě rotace, můj návrh směřuje k technologickému řešení, které by mohlo firmě přinést

nejen zlepšení ergonomie, ale také ekonomické a výrobní benefity. Rotace sice může do určité míry rozložit zátěž mezi více pracovníků, avšak stále nezamezí dlouhodobému vystavení nepříznivým faktorům. Robotizace by nejen snížila zmetkovitost, ale umožnila by i efektivnější využití lidských zdrojů.

V konečném důsledku se tedy ukazuje, že zatímco organizační opatření mohou přinést okamžité zlepšení, technologické inovace představují dlouhodobě udržitelné řešení. Investice do robotizace sice vyžaduje vyšší počáteční náklady, avšak z dlouhodobého hlediska můžou přinést úsporu a nákladech spojených s nemocností zaměstnanců, nižší fluktuací a vyšší efektivitou výroby. Proto je důležité, aby společnost XY zvážila nejen krátkodobé, ale i dlouhodobé přínosy jednotlivých opatření.

7 NÁVRH OPATŘENÍ PRO SNÍŽENÍ NEBO VYHNUTÍ SE RIZIKU

Riziko v podobě nemoci z povolání je významným problémem při vykonávání operace broušení. Z toho důvodu je nutnost riziko snížit nebo se mu úplně vyhnout. Riziko jako nemoc z povolání může mít několik podob. První podobou onemocnění je syndrom karpálního tunelu, který vzniká v důsledku dlouhodobého přetěžování zápěstí, působení vibrací a špatné pracovní polohy rukou. Další podobou onemocnění je laterální epikondylitida, známá také jako tenisový loket, což je zánětlivé postižení šlachových úponů na zevní (radiální) straně lokte, kde se upínají svaly zajišťující natahování zápěstí a prstů. Při přetěžování šlach ohýbačů zápěstí, které se upínají na vnitřní (ulnární) straně lokte, může naopak docházet ke vzniku mediální epikondylitidy, označované jako golfový loket.

Riziko snížíme vypracováním ergonomických opatření, které mají za úkol zlepšit ergonomii práce v souvislosti s lokální svalovou zátěží na vybraném pracovišti. Vyhnutí se riziku by bylo možné v případě nahrazení pracovníků na vybraném pracovišti robotem, který by zcela odstranil případnou lokální svalovou zátěž, která pracovníkům při ručním broušení hrozí.

7.1 Návrh ergonomických opatření

Společnosti bylo doporučeno dodržovat systémovou rotaci pracovníků a pravidelné obměňování jednotlivých činností v rámci profese zámečníka na prvovýrobě. Rotace je nutná z důvodu, aby se činnost broušení prolínala s méně náročnějšími pracemi jako je například výpomoc svářeči, jemná montáž nebo tvorba závitů a otvorů. Tímto opatřením se docílí rozptýlení počtu pohybů a svalových sil. Při práci s bruskami je nutno provádět plynulé a efektivní pohyby, které pomůžou snížit počet repetitivních pohybů a dále omezí přetěžování svalových skupin celého těla. Dále je doporučeno při práci dle možností zapojovat obě horní končetiny. Z dlouhodobého hlediska rozdělení zátěže mezi obě horní končetiny se předchází přetěžování pouze dominantní horní končetiny. Je nutností zaučit pracovníky střídat horní končetiny, hlavně u činností, které vyžadují rychlé a repetitivní pohyby, jako je například broušení. Při zvedání a ukládání břemen je nutné dodržovat ergonomicky správné postupy. Především se pracovník musí snažit o to, aby měl těžiště břemene co nejbližší u těla. Dále by měl pracovník zaujímat neutrální polohy trupu a volit vhodné úchopové podmínky při manipulaci s břemenem. Dále musí volit co nejkratší dráhu přenosu a naučit se pracovat s dechem. Je nutností zajistit správnou pracovní obuv

u pracovníků. Měkkost, stabilita podešve, vyváženost, správnost ohybu, torzní tuhost, to jsou důležité vlastnosti pracovní obuvi. Vybráním vhodné pracovní obuvi se zamezí poškození zdraví, především nohou, alepší se výkon pracovníků. Dále se doporučuje z důvodu časté chůze a stání zvážit možnost vhodných odlehčujících stélek do pracovní obuvi.

7.2 SWOT analýza na vybraném pracovišti

SWOT analýzou na vybraném pracovišti je možno zjistit aktuální stav, v jakém se pracoviště nachází. Na sestavení SWOT analýzy se podílel výrobní ředitel, mistři a průmyslový inženýr. Díky tomu lze společnosti pomoci při tvorbě plánů a strategií do budoucna pro rozvoj společnosti.

Silné stránky

Do silných stránek řadíme nízké náklady na údržbu, kdy ruční pneumatické brusky obvykle vyžadují méně údržby než automatizované stroje, což snižuje provozní náklady. Dále je nutno zmínit personál plný kvalifikovaných a zkušených pracovníků, kteří umí efektivně obsluhovat ruční brusky a přizpůsobit se různým požadavkům. Flexibilita ruční brusky umožňuje rychlé úpravy a změny v procesu, což je vhodné při výrobě menších sérií nebo prototypů. Vysoká přesnost a kontrola je řazena do silných stránek z důvodu, že pneumatické brusky umožňují operátorům mít přesnou kontrolu nad broušením, což je ideální pro jemné a detailní práce na duralových dílech.

Slabé stránky

Mezi slabé stránky patří závislost na dovednostech a zkušenostech operátora, na kterých je kvalita broušení velmi závislá. Dalším aspektem, který je třeba zmínit, je ergonomické riziko, které při dlouhodobém používání ručních brusek může vést k únavě a zdravotním problémům, jako je syndrom karpálního tunelu nebo tenisový loket. Ruční broušení může být časově náročnější ve srovnání s automatizovanými procesy, tudíž klesá produktivita.

Příležitosti

Jako příležitosti lze uvést například školení a rozvoj dovedností operátorů, protože investice do školení operátorů může zvýšit jejich dovednosti, a tím zlepšit i kvalitu broušení. Další příležitostí je například zlepšení ergonomie ve smyslu implementace ergonomických opatření, které můžou snížit riziko zdravotních problémů, nebo automatizace některých procesů, které vedou ke zvýšení produktivity. Zlepšení pracovního prostředí ve smyslu modernizace pracoviště, které dokáže přispět k lepší ergonomii a snížit riziko úrazu.

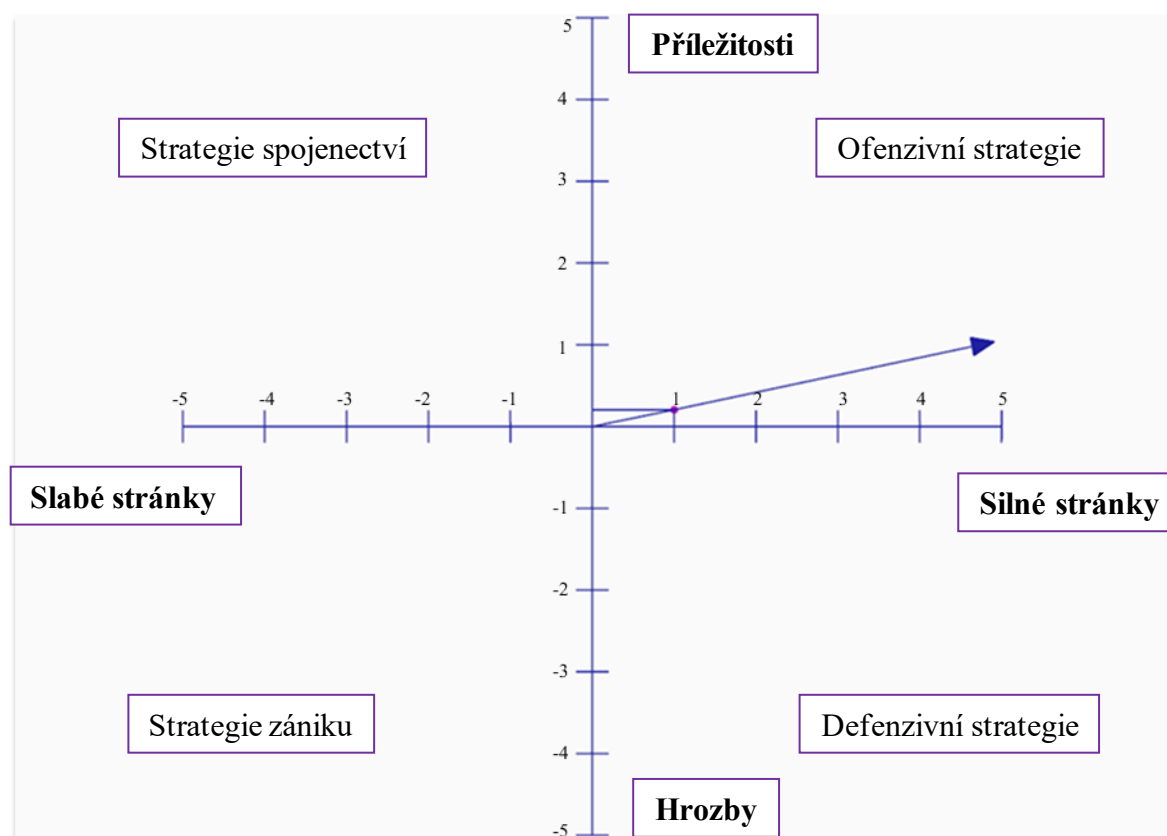
Hrozby

Do hrozeb lze zařadit například nedostatek kvalifikovaných pracovníků, což může ovlivnit kvalitu a produktivitu. Dále hrozbou se rozumí změna v poptávce neboli pokles poptávky po duralových dílech, mohou negativně ovlivnit společnost. Technologický pokrok lze též zařadit do hrozeb z důvodu rychlého vývoje technologií, a to může způsobit zastarání stávajících metod a vybavení.

Tabulka 8 hodnocení k SWOT analýze (vlastní zpracování dle interního zdroje)

	Parametr	Body	Váha	Výsledek
Silné stránky	Nízké náklady na údržbu	2	0,1	0,2
	Zkušený personál	4	0,4	1,6
	Vysoká přesnost a kontrola	5	0,5	2,5
		<1,5>	Σ1	Σ4,3
Slabé stránky	Závislost na zkušenostech a dovednostech operátora	-3	0,3	-0,9
	Ergonomické riziko	-4	0,5	-2
	Časová náročnost	-2	0,2	-0,4
		<-1,-5>	Σ1	Σ-3,3
Příležitosti	Školení a rozvoj dovedností operátora	3	0,2	0,6
	Implementace ergo. opatření	4	0,6	2,4
	Zlepšení pracovního prostředí	3	0,2	0,6
		<1,5>	Σ1	Σ3,6
Hrozby	Nedostatek kvalifikovaných pracovníků	-3	0,3	-0,9
	Pokles poptávky po duralových dílcích	-4	0,4	-1,6
	Technologický pokrok	-3	0,3	-0,9
		<-1,-5>	Σ1	Σ-3,4

Interní	1
Externí	0,2



Obrázek 17 SWOT analýza graf (vlastní zpracování)

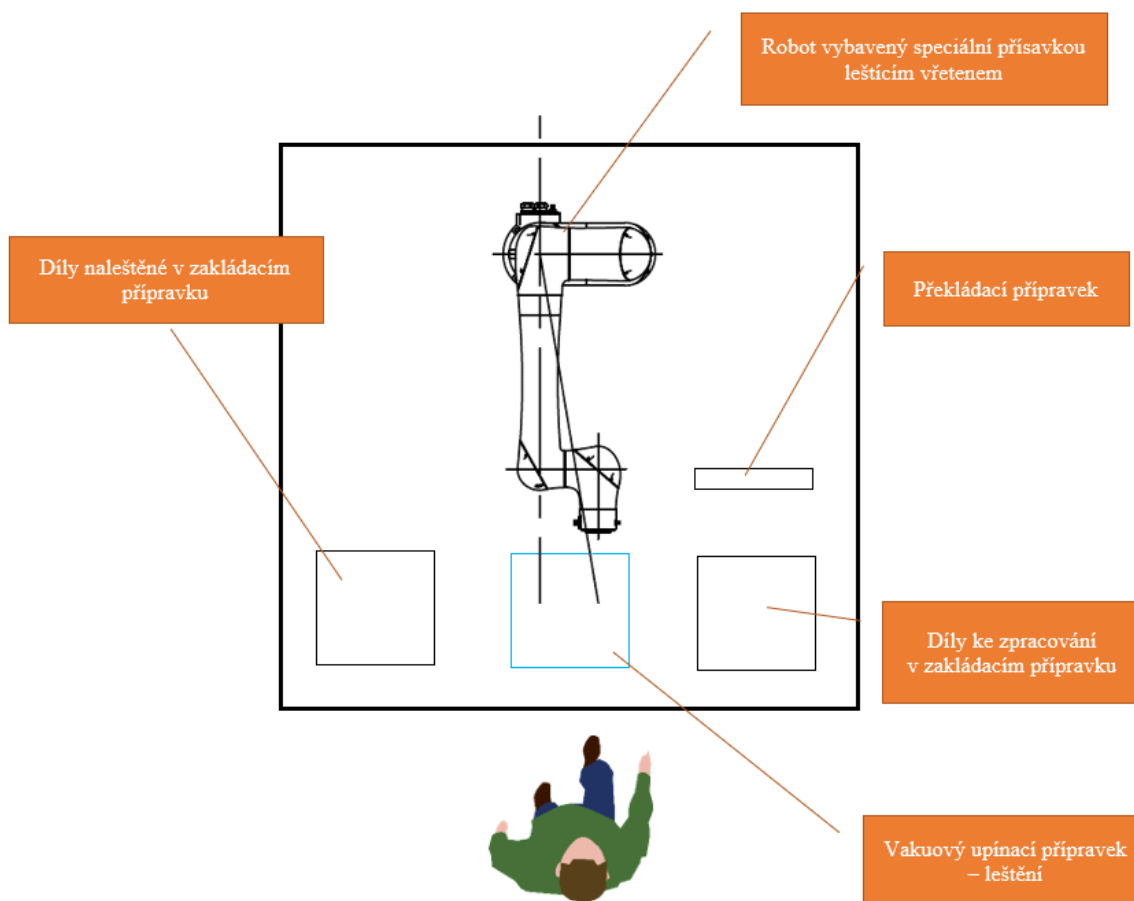
Na základě provedené SWOT analýzy bylo zjištěno, že společnost má silné stránky, jako je zkušený personál, vysoká přesnost výroby a nízké náklady na údržbu, což představuje solidní základ pro další rozvoj. Na druhé straně, slabé stránky, jako je závislost na zkušenostech operátorů a ergonomická rizika, představují oblasti pro zlepšení, aby se společnost XY vyhnula problémům v budoucnosti.

Vzhledem k příležitostem, jako je školení a rozvoj dovedností operátorů, implementace ergonomických opatření a zlepšení pracovního prostředí, by měla společnost přistoupit k ofenzivní strategii, která využije těchto faktorů k vytvoření bezpečného pracovního prostředí a zároveň zlepší efektivitu výroby. Součástí této strategie by mělo být pořízení robota na stanoviště brusky.

7.3 Návrh robotického pracoviště

Vyhnutí se riziku nemoci z povolání by bylo možné po implementaci samotného robota na vybraném pracovišti. Společnost XY mě proto požádala o vypracování konceptu robotického pracoviště.

Operátor umísťuje do základacího přípravku například deset kusů plechových dílů určených k opracování, spolu s přiloženými proložkami, aby se díly o sebe navzájem netřely. Plechové díly mají rozměr maximálně (362 mm x 248 mm x 1,5 mm a 1047 mm x 40 mm x 8 mm) a hmotností nepřesahují 10 kg. Robot by postupně odebíral plechy i s proložkami. Plechy by byly umístěny na vakuový upínací přípravek, zatímco proložky jsou odloženy na stranu. Po obrácení plechu robotem je díl obroušen z jedné strany a následně je obrácen pomocí překládacího přípravku, aby bylo možné obrousit i druhou stranu plechu. Po dokončení broušení robot umístí díl do přípravku určený pro hotové díly. Při tomto procesu jsou do mezery mezi plechy umístěny původní proložky. Robot by neprováděl kontrolu povrchu dílce. Obroušení by se provádělo vždy podle předem nastaveného programu. Vizuální kontrolu dílce by prováděl operátor. Při neshodném povrchu s požadavky zákazníka bude muset být daný díl znovu obroušen robotem nebo ruční bruskou operátorem.



Obrázek 18 Koncept robotického pracoviště (vlastní zpracování dle interního zdroje)

ZÁVĚR

Cílem této práce bylo analyzovat současný stav bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na vybraném pracovišti a na základě zjištěných skutečností identifikovat problematické oblasti a navrhnout opatření ke snížení rizik. Analýza provedená společností potvrdila nadměrnou svalovou zátěž pracovníků, což bylo podpořeno i vlastními zjištěními pomocí metod CHECK-LISTU, PNH a SWOT analýzy. Z těchto metod vyplynulo, že ergonomická rizika na pracovišti představují významný faktor ovlivňující zdraví zaměstnanců. Společnost doporučila jako řešení rotaci pracovníků, zatímco alternativní návrh robotizace se ukázal jako dlouhodobě efektivnější způsob, který by mohl eliminovat opakovanou fyzickou zátěž a zároveň zvýšit efektivitu výroby.

V teoretické části práce byly detailně rozpracovány základní pojmy související s BOZP, včetně právního rámce, odpovědnosti zaměstnavatele a vedoucích pracovníků, systému řízení bezpečnosti, kategorizace prací a ergonomických principů. Dále byly popsány různé metody hodnocení rizik, jejich přínosy a možnosti uplatnění v praxi. Tato část vytvořila pevný základ pro následnou praktickou aplikaci těchto znalostí. Praktická část se zaměřila na konkrétní pracoviště zámečnicků, kde byly pomocí vybraných metod zjištěny významné nedostatky v oblasti ergonomie a bezpečnosti. Byly identifikovány klíčové faktory ohrožující zdraví pracovníků, zejména opakovaná fyzická zátěž a nevhodné pracovní polohy. Na základě těchto zjištění byla navržena jak okamžitá, tak i dlouhodobá opatření. Mezi krátkodobá patří zejména rotace pracovníků a ergonomické úpravy pracoviště, zatímco mezi dlouhodobé návrhy spadá robotizace úkonů spojených s největší fyzickou zátěží.

Závěrem lze konstatovat, že systematické posouzení rizik prostřednictvím vhodně zvolených metod může významně přispět ke zlepšení pracovních podmínek a ochraně zdraví zaměstnanců. I když ekonomické limity omezují rychlé zavedení některých moderních technologií, je možné pomocí dostupných organizačních opatření dosáhnout výrazného snížení rizik. Nicméně, z důvodu nedostatku finančních prostředků se projekt robotizace zatím nepodařilo realizovat, což znamená, že pracovní podmínky zůstávají beze změny a krátkodobá opatření, jako je rotace pracovníků nadále představují hlavní způsob minimalizace rizik.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- BECKOVÁ, Monika, 2019. *BOZP dle ČSN ISO 45001:2018: komentáře a příklady: využití požadavků normy ve firemní praxi*. Praha: Verlag Dashöfer. ISBN 978-80-87963-91-3.
- ČESKO., 2018. *Podnikáme bezpečně a ekonomicky bez chyb, pokut a penále: zajištění dalších podmínek BOZP, ochrana zdraví, ochrana osobních údajů nově, inspekce práce, vnitřní předpisy, pracovní úrazy, záznamy o úrazech, odpady, obaly nově*. Český Těšín: Poradce. ISBN 978-80-7365-398-9.
- ČESKO. *Zákon č. 251/2005 Sb.* Online. © AION CS, s.r.o. 2010–2025. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2005-251>. [cit. 2025-04-18].
- ČESKO. *Zákon č. 258/2000 Sb.* Online. © AION CS, s.r.o. 2010–2025. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-258>. [cit. 2025-04-18].
- ČESKO. *Zákon č. 262/2006 Sb.* Online. © AION CS, s.r.o. 2010–2025. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-262>. [cit. 2025-04-18].
- ČESKO. *Zákon č. 309/2006 Sb.* Online. © AION CS, s.r.o. 2010–2025. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-309>. [cit. 2025-04-18].
- DITTRICHOVÁ, Milada a JUROVÁ, Marie, 2019 *Bezpečnost práce*. Učební texty vysokých škol. Brno: Akademické nakladatelství CERM. ISBN 978-80-7623-019-4.
- DUNJÓ, Jordi; FTHENAKIS, Vasilis; VÍLCHEZ, Juan A. a ARNALDOS, Josep, 2009. Hazard and operability (HAZOP) analysis. A literature review. Online. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304389409013727>. [cit. 2025-04-18].
- GILBERTOVÁ, Sylva a MATOUŠEK, Oldřich, 2002. *Ergonomie: optimalizace lidské činnosti*. Praha: Grada. ISBN 80-247-0226-6.
- HEMERKA, Ladislav; BOŽOVSKÝ, Josef a NOVOTNÝ, Karel, 2011. *Požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a náradí*. Rožnov pod Radhoštěm: ROVS – Rožnovský vzdělávací servis.
- HLÁVKOVÁ, Jana a VALEČKOVÁ, Alena, 2007. *Ergonomické checklisty a nové metody práce při hodnocení ergonomických rizik: metodický materiál Národního referenčního pracoviště pro fyziologii a psychofyziologii práce*. Praha: Státní zdravotní ústav. ISBN 978-80-7071-289-4.

- HOPKIN, Paul a THOMPSON, Clive, 2022. *Fundamentals of Risk Management: Understanding, Evaluating and Implementing Effective Enterprise Risk Management*. 6th Edition. London: Kogan Page. ISBN 978-1-3986-0288-5.
- JANÁKOVÁ, Anna, 2018. *Abeceda bezpečnosti a ochrany zdraví při práci*. 6. vydání. Olomouc: ANAG. ISBN 978-80-7554-171-0.
- JANÁKOVÁ, Anna, 2018. *Minimum z BOZP*. Praha: Verlag Dashöfer. ISBN 978-80-87963-58-6.
- MALÝ, Stanislav; KRÁL, Miroslav a HANÁKOVÁ, Eva, 2010. *ABC ergonomie*. Praha: Professional Publishing. ISBN 978-80-7431-027-0.
- MCDERMOTT, Robin E.; MIKULAK, Raymond J. a BEAUREGARD, Michael R., 2009. *The basics of FMEA*. Online. 2nd Edition. New York: CRC Press. ISBN 978-1-56327-377-3. [cit. 2025-04-18].
- MAREK, Jakub a SKŘEHOT, Petr, 2009. *Základy aplikované ergonomie. Bezpečný podnik*. Praha: VÚBP. ISBN 978-80-86973-58-6.
- NEUGEBAUER, Tomáš, 2016. *Bezpečnost a ochrana zdraví při práci v kostce, neboli, O čem je současná BOZP*. 2., aktualizované a rozšířené vydání. Praha: Wolters Kluwer. ISBN 978-80-7552-106-4.
- NEUGEBAUER, Tomáš, 2018. *Vyhledávání a vyhodnocení rizik v praxi*. 3. vydání. Praha: Wolters Kluwer. ISBN 978-80-7552-072-2.
- NOVOTNÝ, Karel, 2022. *Lexikon BOZP: pro provádění kontrolní činnosti v oblasti bezpečnosti a ochrany zdraví při práci dle právních předpisů a technických norem*. Rožnov pod Radhoštěm: ROVS – Rožnovský vzdělávací servis. ISBN 978-80-11-02859-6.
- ONDŘEJČEK, Marian; TOMAN, Vladimír a GORECKI, Zdeněk, 2011. *Osobní ochrana zaměstnanců*. Rožnov pod Radhoštěm: ROVS – Rožnovský vzdělávací servis.
- PALEČEK, Miloš, 2003. *Identifikace a hodnocení rizik*. Vyd. 2. Bezpečný podnik. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce. ISBN 80-239-0745-X.
- PROCHÁZKOVÁ, Dana, 2011. *Analýza a řízení rizik*. Praha: České vysoké učení technické v Praze. ISBN 978-80-01-04841-2.
- RAUSAND, Marvin a HAUGEN, Stein, 2020. *Risk Assessment: Theory, Methods, and Applications*. 2nd Edition. Hoboken: Wiley. ISBN 978-1-119-37723-8.
- ROSICKÝ, Jan; KŇAZOVICKÝ, Luboš a NOVOTNÝ, Karel, 2012. *Způsoby identifikace a hodnocení rizik poškození zdraví při pracovním procesu*. Rožnov pod Radhoštěm: ROVS – Rožnovský vzdělávací servis.

RUBÍNOVÁ, Dana, 2006. *Ergonomie*. Učební texty vysokých škol. Brno: Akademické nakladatelství CERM. ISBN 80-214-3313-2.

SABBAGHI, Asghar a VAIDYANATHAN, Ganesh, 2004. SWOT Analysis and Theory of Constraint in Information Technology Projects. Online. s. 19. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Ganesh-Vaidyanathan/publication/228795629_SWOT_analysis_and_theory_of_constraint_in_information_technology_projects/links/59d39215a6fdcc181ad93c1a/SWOT-analysis-and-theory-of-constraint-in-information-technology-projects.pdf?_sg%5B0%5D=started_experiment_milestone&origin=journalDetail&rtd=e30%3D. [cit. 2025-04-18].

SALVENDY, Gavriel a KARWOWSKI, Waldemar, 2021. Handbook of Human Factors and Ergonomics. 5th Edition. Hoboken: Wiley. ISBN 978-1-119-63608-3.

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

ŠEFČÍK, Vladimír, 2009. *Analýza rizik*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 978-80-7318-696-8.

TICHÝ, Milík, 2006. *Ovládání rizika: analýza a management*. Beckova edice ekonomie. V Praze: C.H. Beck. ISBN 80-717-9415-5.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Podniková struktura (vlastní zpracování dle interních zdrojů společnosti)	32
Obrázek 2 Popis výroby (vlastní zpracování dle interních zdrojů společnosti).....	33
Obrázek 3 Tržby (vlastní zpracování dle interních zdrojů společnosti)	33
Obrázek 4 Letadlo (vlastní zpracování dle interních zdrojů společnosti).....	34
Obrázek 5 Analýza hodin kooperací (vlastní zpracování dle interních zdrojů společnosti)	39
Obrázek 6 Analýza hodin kooperací (vlastní zpracování dle interních zdrojů společnosti)	39
Obrázek 7 Analýza fakturací v procentech vůči roku 2021 (vlastní zpracování dle interních zdrojů společnosti)	40
Obrázek 8 stroj Haeusler (vlastní zdroj)	42
Obrázek 9 Ohraňovací lis Trumpf (vlastní zdroj)	42
Obrázek 10 Dílce SAFRAN (vlastní zdroj)	43
Obrázek 11 Sloupová vrtačka (vlastní zdroj).....	43
Obrázek 12 Layout – zámečnický (vlastní zpracování dle interních zdrojů společnosti)	44
Obrázek 13 Layout legenda (vlastní zpracování dle interních zdrojů společnosti)	45
Obrázek 14 Spaghetti diagram (vlastní zpracování dle interních zdrojů společnosti).....	45
Obrázek 15 Layout legenda (vlastní zpracování dle interních zdrojů společnosti)	46
Obrázek 16 Hodnocení ergonomického rizika (vlastní zpracování dle Hlávkové a Valečkové, 2007)	51
Obrázek 17 SWOT analýza graf (vlastní zpracování)	57
Obrázek 18 Koncept robotického pracoviště (vlastní zpracování dle interního zdroje).....	58
Obrázek 19 Třiosý CNC stroj (vlastní zdroj).....	69
Obrázek 20 Pětiosý CNC stroj (vlastní zdroj)	69
Obrázek 21 CRENO Aero Bridge Cut (vlastní zdroj)	69
Obrázek 22 CNC frézka (vlastní zdroj)	69
Obrázek 23 Vodní paprsek (vlastní zdroj)	69
Obrázek 24 Pracoviště tepelného zpracování (vlastní zdroj).....	70
Obrázek 25 Pracoviště tepelného zpracování (vlastní zdroj).....	70
Obrázek 26 Svařovna (vlastní zdroj)	70
Obrázek 27 Svařovna (vlastní zdroj)	70
Obrázek 28 Stanoviště brusek (vlastní zdroj)	71
Obrázek 29 Stanoviště brusek (vlastní zdroj)	71
Obrázek 30 Balotina (vlastní zdroj)	71
Obrázek 31 Zámečnický stůl (vlastní zdroj)	71

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Analýza hodin kooperací 2020 (vlastní zpracování dle interních zdrojů společnosti)	37
Tabulka 2 Analýza hodin kooperací 2021 (vlastní zpracování dle interních zdrojů společnosti)	37
Tabulka 3 Analýza hodin kooperací 2022 (vlastní zpracování dle interních zdrojů společnosti)	38
Tabulka 4 Analýza hodin kooperací 2023 (vlastní zpracování dle interních zdrojů společnosti)	38
Tabulka 5 Analýza fakturací v % (vlastní zpracování dle interních zdrojů společnosti)	40
Tabulka 6 PNH metoda (vlastní zpracování)	47
Tabulka 7 PNH metoda pokračování (vlastní zpracování)	48
Tabulka 8 hodnocení k SWOT analýze (vlastní zpracování dle interního zdroje)	56

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

3D	3 rozměry
AKU	Akumulátor
Apod.	A podobně
BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
CATIA	Počítačem podporovaná trojrozměrná interaktivní aplikace
CEO	Generální ředitel
CHECK-LIST	Kontrolní seznam
CNC	Počítačové číselné řízení
COVID-19	Onemocnění způsobené koronavirem
ETA	Analýza stromu událostí
EU	Evropská unie
FMEA	Analýza možného výskytu a vlivu vad
FTA	Analýza stromu poruch
HAZOP	Studie nebezpečí a provozuschopnosti
Hz	Hertz
HR	Lidské zdroje
ICT	Informační a komunikační technologie
ISMS	Systém řízení bezpečnosti informací
MPSV	Ministerstvo práce a sociálních věcí
MR	Míra rizika
MZČR	Ministerstvo zdravotnictví
OHSAS	Série norem pro posuzování bezpečnosti a ochrany zdraví při práci
OHS	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
OLZ	Oddělení letecké způsobilosti

OOPP	Osobní ochranné pracovní prostředky
OTK	Oddělení technické kontroly
OTS	Oddělení technického servisu
OZO	Osoba odborně způsobilá
PHA	Předběžného posouzení nebezpečí
PNH	Pravděpodobnost, Následek, Hodnocení
R	Riziko
SWOT	Silné stránky, slabé stránky, příležitosti, hrozby
TIG	Svařování v ochranné atmosféře argonu / inertního plynu
TOP	Metoda pravděpodobnostního hodnocení
TPV	Technická příprava výroby
Tzv.	Takzvaný

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Dělení materiálu a obrábění

Příloha P II: Kalírna a svařovna

Příloha P III: Zámečnick

PŘÍLOHA P I: DĚLENÍ MATERIÁLU A OBRÁBĚNÍ



Obrázek 19 Třiosý CNC stroj (vlastní zdroj)



Obrázek 20 Pětiosý CNC stroj (vlastní zdroj)



Obrázek 22 CNC frézka (vlastní zdroj)



Obrázek 21 CRENO Aero Bridge Cut (vlastní zdroj)



Obrázek 23 Vodní paprsek (vlastní zdroj)

PŘÍLOHA P II: KALÍRNA A SVAŘOVNA



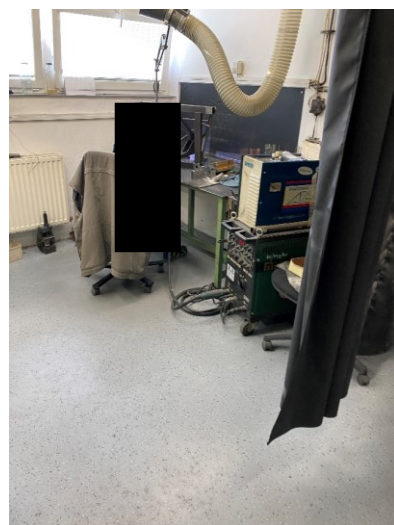
Obrázek 25 Pracoviště tepelného zpracování (vlastní zdroj)



Obrázek 24 Pracoviště tepelného zpracování (vlastní zdroj)



Obrázek 26 Svařovna (vlastní zdroj)



Obrázek 27 Svařovna (vlastní zdroj)

PŘÍLOHA P III: ZÁMEČNÍK



Obrázek 29 Stanoviště brusek (vlastní zdroj)



Obrázek 28 Stanoviště brusek (vlastní zdroj)



Obrázek 31 Zámečnický stůl (vlastní zdroj)



Obrázek 30 Balotina (vlastní zdroj)