



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

## ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A ROBOTIKY

INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND ROBOTICS

## POSOUZENÍ BEZPEČNOSTI ČINNOSTÍ OBSLUHY U VERTIKÁLNÍHO OBRÁBĚCÍHO CENTRA MCFV 1260

SAFETY ASSESSMENT OF OPERATOR'S ACTIVITIES AT MCFV 1260 VERTICAL MACHINING CENTER

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Lukáš Valc

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.

BRNO 2020

# Zadání diplomové práce

|                   |  |
|-------------------|--|
| Ústav:            | Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky |
| Student:          | <b>Bc. Lukáš Valc</b>                      |
| Studijní program: | Strojní inženýrství                        |
| Studijní obor:    | Kvalita, spolehlivost a bezpečnost         |
| Vedoucí práce:    | <b>doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.</b>        |
| Akademický rok:   | 2019/20                                    |

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

## **Posouzení bezpečnosti činností obsluhy u vertikálního obráběcího centra MCFV 1260**

### **Stručná charakteristika problematiky úkolu:**

Výrobky uváděné na trh EU musí splňovat kromě požadavků zákazníků i požadavky harmonizačních právních předpisů. Mezi takové patří zejména uvádění bezpečných výrobků na trh. Výrobce musí provést a dokumentovat analýzu rizik při vývoji výrobku zahrnující jeho celý životní cyklus, tedy nejen vývoj konstrukce, ale i bezpečnost obsluhy a dalších relevantních pracovníků (servisu, údržby a pod.) při předepsaných úkonech. Práce je zaměřena především na posouzení bezpečnosti obsluhy při obslužných, servisních a údržbových činnostech.

Toto téma diplomové práce je podpořeno projektem "Strojírenská výrobní technika a přesné strojírenství" CZ.02.1.01/0.0/0.0/16\_026/0008404 prostřednictvím Operačního programu výzkum, vývoj, vzdělávání (2014 – 2020) a spolufinancováno Evropskou unií.

### **Cíle diplomové práce:**

Rešerše současného stavu požadavků plynoucích ze směrnic Evropského parlamentu a Rady v relevantních oblastech.

Systémový rozbor problematiky, návrh a zdůvodnění zvoleného postupu řešení zadaných cílů.

Analýza požadavků relevantních standardů – harmonizovaných norem.

Analýza bezpečnosti vztažená k činnostem obsluhy při obslužných, servisních a údržbových činnostech realizovaných na předmětném stroji.

Návrh preventivních opatření pro snížení nepřijatelných rizik/kritičnosti.

Vlastní závěry a/nebo doporučení.



**Seznam doporučené literatury:**

MAREK, Jiří, et al. Konstrukce CNC obráběcích strojů III. 1. Praha: MM publishing, s.r.o., 2014. MM speciál. ISBN 978-80-260-6780-1.

Infozdroje.cz. Infozdroje.cz [online]. Praha: Albertina icome Praha s.r.o., 2016 [cit. 2016-11-04].

Dostupné z: [www.infozdroje.cz](http://www.infozdroje.cz)

MM Průmyslové spektrum. MM Průmyslové spektrum [online]. Praha: MM publishing, s. r. o., 2016 [cit. 2016-11-04]. Dostupné z:

EUR-Lex: Přístup k právu Evropské unie [online]. Brusel: Úřad pro publikace, 2016 [cit. 2016-11-04].

Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu>

ČSN online [online]. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016 [cit. 2016-11-04]. Dostupné z: <https://csnonline.agentura-cas.cz/>

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2019/20

V Brně, dne

L. S.

---

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.  
ředitel ústavu

---

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.  
děkan fakulty

## **ABSTRAKT**

Tato diplomová práce se zabývá posouzením bezpečnosti činností obsluhy u vertikálního obráběcího centra MCFV 1260. V první části práce je zaznamenán současný stav požadavků vyplývajících ze směrnic Evropského parlamentu a Rady v oblasti tvářecích obráběcích strojů, s konkrétním zaměřením na vertikální obráběcí centra. Poté je vytvořen systémový rozbor dané problematiky s návrhem a zdůvodněním zvoleného postupu. V druhé části práce je řešena analýza rizik, která je směřována na činnosti obsluhy v oblasti údržby, servisu a při samotném provozu vertikálního obráběcího centra umístěného ve firmě TAJMAC - ZPS Zlín. Výsledkem této diplomové práce je návrh a doporučení preventivních opatření pro snížení nepřijatelných rizik při relevantních úkonech na obráběcím centru.

## **ABSTRACT**

This diploma thesis deals with the safety assessment of operator's activities at the MCFV 1260 vertical machining center. Then a system analysis of the issue is created with a proposal and justification of the chosen procedure. In the second part of the thesis there is solved the failure risk analysis, which is focused on the operations of the operator in the area of maintenance, service and during the operation of the vertical machining center located in the company TAJMAC – ZPS Zlín. The result of this thesis is the design and recommendation of preventive measures to reduce unacceptable risks in the relevant operations at the machining center.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Vertikální obráběcí centrum, posouzení bezpečnosti strojních zařízení, analýza rizik, FMEA, legislativní požadavky České republiky, legislativní požadavky Evropské Unie, údržba, harmonizované bezpečnostní normy, směrnice, servis

## **KEYWORDS**

Vertical machining center, safety assessment of machinery, risk analysis, FMEA, legislative requirements of the Czech Republic, European Union legislative requirements, maintenance, harmonized safety standards, directive, service



## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

VALC, L. *Posouzení bezpečnosti činnosti obsluhy u vertikálního obráběcího centra MCFV 1260*, Brno, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. 2020, 100 s., Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.



## **PODĚKOVÁNÍ**

Rád bych poděkoval vedoucímu mé diplomové práce panu doc. Ing. Petru Blechovi, Ph.D., za poskytnuté cenné rady, tematické připomínky, odborné vedení a trpělivost při tvorbě této práce. Nerad bych opomenul vstřícný přístup celé firmy TAJMAC – ZPS ve Zlíně v čele s panem Petrem Goišem, který mi po celou dobu tvorby práce pomáhal s veškerou realizací a poskytnutými materiály. Také bych rád poděkoval mé rodině a přítelkyni za podporu po celou dobu studia.

Tato práce vznikla za podpory projektu “Strojírenská výrobní technika a přesné strojírenství“ reg. č.: CZ.02.1.01/0.0/0.0/16\_026/0008404 financovaného z OP VVV, Prioritní osy 1: Posilování kapacit pro kvalitní výzkum.



## **ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením doc. Ing. Petra Blechy, Ph.D. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 26. 6. 2020

.....

Bc. Valc Lukáš





# OBSAH

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>ÚVOD</b> .....   | <b>11</b> |
| <b>2</b> | <b>ZÁKLADNÍ TERMINOLOGIE</b> .....  | <b>13</b> |
| <b>3</b> | <b>HISTORIE OBRÁBĚCÍCH CNC STROJŮ</b> .....                                 | <b>18</b> |
| 3.1      | Počátky obráběcích center .....   | 18        |
| 3.2      | Rozdělení obráběcích strojů podle úrovně konstrukce .....                   | 18        |
| 3.3      | Rozdělení frézovacích obráběcích strojů .....                               | 19        |
| 3.4      | Výhody a nevýhody obráběcích center .....                                   | 19        |
| <b>4</b> | <b>POŽADAVKY PLYNOUCÍ ZE SMĚRNIC EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY</b> .....     | <b>21</b> |
| 4.1      | Harmonizační právní předpisy Evropské unie vztahující se k výrobním strojům | 21        |
| 4.2      | Směrnice Rady č. 2009/104/ES o minimálních požadavcích pro strojní zařízení | 22        |
| 4.3      | Rámcová směrnice Rady č. 89/391/EHS o zlepšení bezpečnosti při práci .....  | 23        |
| 4.4      | Zákoník práce (Zákon č. 262/2006 Sb.) .....                                 | 24        |
| 4.5      | Zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti (Zákon č. 309/2006 Sb.)..... | 27        |
| 4.6      | Nařízení vlády o stanovení podmínek ochrany zdraví (č. 361/2007 Sb.).....   | 28        |
| 4.7      | Směrnice Rady 2006/42/ES o bezpečnosti strojních zařízení .....             | 28        |
| 4.8      | Směrnice Rady 2014/35/EU o dodávání elektrických zařízení .....             | 32        |
| 4.9      | Směrnice Rady 2014/30/EU o elektromagnetické kompatibilitě .....            | 33        |
| 4.10     | EU Prohlášení o shodě pro strojní zařízení .....                            | 34        |
| 4.10.1   | Označení CE .....   | 36        |
| 4.11     | Základní požadavky Evropské unie k problematice ergonomie .....             | 37        |
| 4.12     | Požadavky ČR v oblasti bezpečnosti a ochrany zdraví při práci .....         | 38        |
| <b>5</b> | <b>TECHNICKÉ NORMY</b> .....  | <b>39</b> |
| 5.1      | Bezpečnostní normy .....  | 40        |
| 5.2      | Harmonizované normy .....   | 41        |
| 5.3      | Určené normy .....  | 41        |
| <b>6</b> | <b>PROVOZOVANÉ VERTIKÁLNÍ OBRÁBĚCÍ CENTRUM MCFV 1260</b> .....              | <b>42</b> |
| 6.1      | Popis stroje.....   | 42        |
| 6.2      | Výhody.....   | 43        |
| 6.3      | Technické parametry obráběcího centra MCFV 1260.....                        | 44        |
| <b>7</b> | <b>SYSTÉMOVÝ ROZBOR</b> .....   | <b>47</b> |
| 7.1      | Mapa procesu .....  | 47        |
| 7.2      | Metody analýzy rizik .....  | 48        |
| 7.2.1    | FMEA .....  | 48        |
| 7.2.2    | Analýza pomocí kontrolního seznamu – Checklist (CLA) .....                  | 49        |
| 7.2.3    | What - if Analysis .....  | 50        |
| 7.3      | Multikriteriální analýza (MCA).....   | 50        |
| 7.3.1    | Bodovací metoda .....   | 51        |
| 7.4      | Návrh postupu řešení .....  | 52        |
| <b>8</b> | <b>ANALÝZA RIZIK</b> .....  | <b>54</b> |
| 8.1      | Analýza požadavků relevantních norem .....                                  | 54        |
| 8.1.1    | ČSN EN ISO 16090-1: 2019 .....  | 56        |
| 8.1.2    | ČSN EN ISO 12100: 2011.....   | 57        |
| 8.1.3    | ČSN EN ISO 13849-1: 2017 .....  | 58        |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| 8.2       | Procesní FMEA .....  | 59        |
| 8.3       | Rozdělení činností dle pracovní kompetence .....                   | 61        |
| 8.4       | Blokové schéma vertikálního obráběcího centra MCFV 1260 .....      | 62        |
| 8.5       | Nebezpečné prostory vertikálního obráběcího centra MCFV 1260 ..... | 63        |
| 8.6       | Identifikace nebezpečných prostorů stroje .....                    | 64        |
| 8.7       | Přehled všech identifikovaných činností .....                      | 64        |
| 8.8       | Analyzované činnosti .....   | 69        |
| 8.9       | Zhodnocení využitelnosti analýz FMEA u vybraných činností .....    | 79        |
| <b>9</b>  | <b>MONITORING PROCESU VÝROBY.....</b>                              | <b>80</b> |
| <b>10</b> | <b>ZÁVĚR.....</b>  | <b>85</b> |
| <b>11</b> | <b>SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....</b>                               | <b>87</b> |
| <b>12</b> | <b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ, A TABULEK.....</b>           | <b>93</b> |
| 12.1      | Seznam tabulek.....  | 93        |
| 12.2      | Seznam zkratk.....   | 93        |
| <b>13</b> | <b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>  | <b>95</b> |
| 13.1      | Seznam obrázků.....  | 95        |
| <b>14</b> | <b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>  | <b>97</b> |

# 1 ÚVOD

V dnešní době jsou na bezpečnost práce, v oblasti strojírenství, kladeny čím dál větší nároky. Je to způsobeno dobou, která jde pořád kupředu, jak ve vývoji nových a dokonalejších bezpečnostních opatření, tak i ve zlepšení ovládání obráběcích strojů pomocí nově navržených intuitivních softwarů. Tyto softwary mají za úkol zrychlit daný výrobní proces a ergonomicky vylepšit pracovní (bezpečnostní) podmínky pro samotnou obsluhu strojního zařízení. **Bezpečnost práce** neboli **BOZP** je často definována jako komplexní soubor opatření, který vychází ze zákonných povinností a vnitřních bezpečnostních směrnic zaměstnavatele. Úkolem BOZP je minimalizovat pracovní úrazy, případně možná zdravotní a bezpečnostní rizika zaměstnance. Kromě bezpečnosti práce a ochrany zdraví je dnes velmi rozšířený pojem „*bezpečný podnik*“. Jedná se o program, který vyhláší Ministerstvo práce a sociálních věcí od roku 1996. Tento program poskytuje zúčastněným firmám možnost zavedení funkčního systému řízení BOZP, který bude fungovat i na skutečných pracovištích. Program bezpečného podniku vychází ze „*Systému managementu bezpečnosti a ochrany zdraví při práci OHSAS 18 001* nyní *ISO 45 001*“ a obsahuje také požadavky na požární ochranu, ochranu zdraví nebo ochranu životního prostředí. Výstupem programu je udělení osvědčení na základě kladných výsledků z prověrky vykonané inspektory. [1], [2]

V současné době se dává ve velkých firmách přednost plně automatizovaným obráběcím centrům ovládaným pomocí průmyslových robotů, avšak ne všechny procesy jsou plně uzpůsobeny na automatizovaný provoz bez obsluhy. Pro spoustu procesů je ta představa, vyrábět výrobní součásti bez kontrolní obsluhy, stále nepředstavitelná. Proto není výroba pouze o strojích, ale také o lidském faktoru. Tato problematika se netýká pouze samotného obráběcího procesu na strojním zařízení, ale týká se i činností obsluhy při obslužných, servisních a údržbářských činnostech realizovaných na konkrétním strojním zařízení, bez kterého by jen těžko splňoval přísná výrobní kritéria dnešní doby. Diplomová práce se bude konkrétně zabývat posouzením bezpečnosti činností obsluhy u vertikálního obráběcího centra MCFV 1260.

V počáteční části práce je krátce popsána historie obráběcích strojů a základního rozdělení. Dále je pojednáváno o současném stavu požadavků, vyplývajících ze směrnic Evropského parlamentu a Rady. Na základě těchto ustanovení jsou shrnuty harmonizované právní předpisy pro Evropskou unii i pro Českou republiku. Následně je zde také vypracován systémový rozbor a rešerše, jež se zabývá problematikou technických norem, směřovanou na konkrétní obráběcí centrum. Zmíněná rešerše je důležitá pro lepší pochopení praktické části zadání.

V praktické části práce je nejprve provedena analýza požadavků týkající se relevantních standardů harmonizovaných norem, která je zaměřena konkrétně na vertikální obráběcí centra. Stěžejní částí práce je návrh analýzy rizik, která se vztahuje k činnostem obsluhy při obslužných, servisních a údržbářských činnostech na předmětném stroji. V rámci práce je nutné všechny tyto úkony zanalyzovat. Pro analýzu rizik bylo, dle zadání práce, zvoleno vertikální obráběcí centrum ve firmě TAJMAC-ZPS, a.s. ve Zlíně. Při tvorbě bezpečnostní analýzy bylo potřeba identifikovat všechna významná rizika vzniklá při vybraných činnostech obsluhy v nebezpečných prostorech stroje. Jelikož rizika nelze většinou úplně odstranit, účelem bezpečnostní analýzy je alespoň rizika minimalizovat na akceptovatelnou úroveň. Předposlední kapitola bude věnována monitoringu procesu výroby, který je v dnešní době nedílnou součástí strojírenských provozů a pomáhá stabilizovat výrobu a snižovat nerentabilní prostoje strojů. Konkrétně se budu zaměřovat na informační systém

ve firmě TAJMAC – ZPS, a.s. a budu sledovat kompatibilitu a propojení se všemi složkami výroby a údržby. Poté vyvodím závěr a doporučím vlastní postřehy pro zlepšení stávajícího stavu virtuální diagnostiky.

Na závěr práce se zabývám celkovým zhodnocením dané problematiky a navrhuji preventivní opatření pro snížení nepříjemných rizik při vykonávání vybraných obslužných, údržbářských a servisních činnostech na vertikálním obráběcím centru MCFV 1260.

## 2 ZÁKLADNÍ TERMINOLOGIE

**CNC obráběcí stroj** – jedná se tedy o stroj, který je numericky řízen a konstrukčně uzpůsoben tak, aby vykonával práci v automatizovaném provozu (cyklu) a disponoval automatickou výměnou nástrojů. [3]

Číslicově řízený obráběcí stroj má obvykle 6 pracovních částí [3]:

- Polohování nástroje;
- Vřetení s vřeteníkem;
- Zásobník a výměník nástrojů;
- Zásobník (výměník) obrobků;
- Přívody média;
- Ochranné kryty;

**Riziko** – kombinace závažnosti možné škody (poškození, újmy) a pravděpodobnosti vzniku této škody (poškození) během specifikované nebezpečné události v rámci zkoumaného systém pravděpodobnosti výskytu škody (zranění) a závažnosti této škody. [4]

**Analýza rizik** – získáme ji kombinací specifikace mezních hodnot konkrétního stroje, nalezení neboli identifikování nebezpečí a odhadu vzniklého rizika. [5]

**Posuzování rizika** – je celkový proces zahrnující analýzu rizik a hodnocení rizika. Jedná se o proces hodnocení rizika vyplývajícího z nebezpečí, vzhledem k přiměřenosti jakéhokoliv existujícího opatření a rozhodnutí, zda riziko je nebo není přijatelné. [6]

**Nebezpečí** - je zdroj, situace nebo činnost s potenciálem způsobit vznik poranění člověka nebo poškození zdraví nebo jejich kombinaci. Nebezpečí je často definováno jako potenciální zdroj škody. [6]

**Nebezpečná situace** – v rámci zkoumaného systému situace, kdy uvnitř nebezpečného prostoru v dosahu zdroje (zdrojů) ohrožení hrozí vznik škody v důsledku působení jednoho nebo více nebezpečí. [4]

**Nebezpečný prostor** - v rámci zkoumaného systému prostor v dosahu vlivu zdroje (zdrojů) ohrožení, tj. prostor, ve kterém občas nebo trvale hrozí vznik škody v důsledku působení jednoho nebo více nebezpečí. [4]

**Identifikace nebezpečí** – jedná se o rozpoznání a definování charakteristik nebezpečí, které je ve zkoumaném systému vytvářeno konkrétním zdrojem ohrožení. [4]

**Zdroj ohrožení** – popisujeme jako konkrétní prvek, vyskytující se ve sledovaném systému, který je ve většině případů hlavní příčinou jednoho nebo více možných nebezpečí. [4]

**Údržba** – je kombinace všech technických, administrativních a manažerských zásahů během životního cyklu objektu zaměřených na jeho udržení ve stavu, v němž může vykonávat požadovanou funkci, nebo jeho navrácení do tohoto stavu. [7]

**Škoda** – je fyzické zranění nebo poškození zdraví. [6]

**Preventivní údržba** – je údržba prováděná se záměrem posoudit degradaci nebo zmírnit její následky a snížit pravděpodobnost poruchy objektu. [7]

**Údržba po poruše** – je údržba prováděná po zjištění poruchového stavu a zaměřená na obnovu objektu do stavu, ve kterém může vykonávat požadovanou funkci. [7]

**Prediktivní údržba** – je údržba podle stavu prováděná na základě předpovědi odvozené z opakované analýzy nebo ze známých charakteristik a vyhodnocení významných parametrů degradace objektu. [7]

**Doba údržby** - je časový interval, během kterého se provádí údržba objektu, včetně technických, logistických a vnitřních administrativních zpoždění. [7]

**Porucha** – jev, spočívající v ukončení schopnosti objektu plnit požadovanou funkci. [8]

**Zajištěnost údržby** – je schopnost údržbářské organizace mít správnou podporu údržby na nezbytném místě k provedení požadované činnosti údržby, když je požadována. [7]

**Poruchový stav** – stav objektu, charakterizovaný neschopností plnit požadovanou funkci, kromě neschopnosti během preventivní údržby nebo jiných plánovaných činností, nebo způsobený nedostatkem vnějších zdrojů. Poruchový stav je zpravidla výsledkem poruchy vlastního objektu, může však existovat bez předchozí poruchy. [8]

**Oprava** – je fyzický zásah prováděný za účelem obnovy požadované funkce objektu, který je v poruchovém stavu. [7]

**Obnova** – je událost, při které je po poruše obnoven použitelný stav. [7]

**Provoz** – je kombinace všech technických, administrativních a manažerských zásahů, jiných než jsou zásahy údržby, které vedou k používání objektu. [7]

**Funkční způsobilost** – znamená, je-li strojní zařízení uváděno na trh nebo poprvé uváděno do provozu, výrobce, popřípadě zplnomocněný zástupce nebo dovozce provádí příslušná opatření, která zajistí, že příslušenství pro zdvihání a strojní zařízení připravené k používání - ať už k ruční manipulaci, nebo pro zařízení napájená energií - může bezpečně plnit svou funkci. [9]

**Doba opravy** – je část doby údržby po poruše, kdy se na objektu provádí oprava. [7]

**Narižení** – jsou právní akty, které se uplatňují automaticky a jednotně ve všech zemích EU, a to okamžitě po jejich vstupu v platnost, aniž by se musely provádět do vnitrostátního práva. Jsou závazná v celém rozsahu pro všechny země EU. [10]

**Rozhodnutí** – jsou závazné právní akty, které se vztahují na jednu nebo více zemí EU, podniky či jednotlivce. Dotčená strana musí obdržet oznámení a rozhodnutí nabývá účinku dnem doručení tohoto oznámení. Rozhodnutí není třeba provádět do vnitrostátních právních předpisů. [10]

**Směrnice** – vyžadují, aby členské státy EU dosáhly určitého výsledku, ponechávají jim však svobodu volby v tom, jak to učiní. K dosažení cílů stanovených ve směrnici musí členské země přijmout opatření, aby mohly tuto směrnici začlenit do vnitrostátního práva (tzv. provedení). Vnitrostátní orgány musí o těchto opatřeních informovat Evropskou komisi. [10]

**Doporučení** – prostřednictvím doporučení mohou orgány EU dát najevo svůj názor a navrhnout určité kroky, aniž by z nich vyvozovaly zákonnou povinnost pro toho, komu jsou určena. Doporučení nejsou právně závazná. [10]

**Stanoviska** - je nástroj, který orgánům EU umožňuje učinit prohlášení, aniž by vyvozovaly jakékoli právní povinnosti týkající se tématu stanoviska. Stanoviska nejsou právně závazná. [10]

**Ergonomie** - je vysvětlována, jako vědní obor, který komplexně a systémově řeší systém → člověk – technika – prostředí. Cílem oboru je optimalizovat psychickou – fyzickou zátěž člověka a zároveň vylepšit rozvoj osobnosti při nejhodnější efektivitě vykonávané činnosti. V tomto případě se jedná o zátěž při práci na strojním zařízení. Zjednodušeně se jedná o vědu, která se zabývá optimalizací potřeb člověka v rámci pracovního prostředí a za pracovních podmínek. [11]

**Legislativa** – představuje rozsáhlý soubor platných právních předpisů v oblasti ochrany životního prostředí, informací o připravovaných právních předpisech, a hodnocení dopadů regulace (RIA), která je součástí legislativního procesu. Návrhy projednávané na úrovni Evropské unie jsou k dispozici v Úředním věstníku EU. [12]



**Strojní zařízení** – je specifikováno jako soubor, který je sestavený z určitých částí a je opatřen poháněcím mechanismem. Pro pohyb nemusí vynaložit žádnou lidskou nebo zvířecí sílu. Jedná se o soubor spojených částí, kde alespoň jedna část vykonává pohyblivý pohyb a všechny části jsou vzájemně spojeny za účelem vykonávání práce. [13]

**Bezpečnostní součást** – jedná se o součást, která plní bezpečnou funkci, ale není nezbytnou součástí, aby dané zařízení fungovalo. [13]

**Neúplné strojní zařízení** – je soubor, který nemůže plnit sám o sobě požadovanou funkci. Takové zařízení slouží k implementování do jiného strojního zařízení, což má za následek vytvoření strojního zařízení jako celku. [13]

**Uvedení na trh** – je tak znázorněno první zpřístupnění strojního zařízení (neúplného strojního zařízení) na trhu. Hlavním účelem je především distribuce nebo samotné používání. [13]

**Výrobce** – je fyzická nebo právnická osoba, která má na starost návrh a výrobu strojního zařízení (neúplného strojního zařízení). Tato osoba taky odpovídá za shodu strojního zařízení se směrnicí a může strojní zařízení uvést na trh pod vlastním jménem nebo značkou. [13]

**Uvedení do provozu** – jedná se o počáteční použití strojního zařízení dle směrnice. [13]

**Harmonizovaná norma** – je popsána jako nezávazná technická specifikace, která je přijata normalizačním orgánem. Mezi hlavní normalizační orgány patří (CEN, CENELEC a ETSI). [13]

**Dovozce** – je definován jako fyzická nebo právnická osoba angažovaná v Unii, kde se stará o uvádění elektrických zařízení na trh Unie ze třetí země. [14]

**Distributor** – je fyzická nebo právnická osoba pracující v dodavatelském řetězci, nejedná se o výrobce ani dovozce. Je to osoba, která se stará o dovoz zařízení na trh. [14]

**Technická specifikace** – jedná se o dokument, který stanovuje technické požadavky. Tyto požadavky musí elektrické zařízení splňovat. [14]

**Posuzování shody** – postup k prokázání, že byly splněny bezpečnostní zásady týkající se elektrických zařízení dle čl. 3 stanoveného v příloze I. [14]

**Harmonizační předpisy Unie** – jsou veškeré právní předpisy Unie harmonizující podmínky uvádění výrobků na trh. [14]

**Označení CE** – je označení, kterým je deklarováno, že elektrické zařízení je ve shodě s požadavky stanovenými v harmonizačních právních předpisech Unie. [14]

**Monitoring (monitorování)** – je bezpečnostní funkce, která zajišťuje, že je iniciováno bezpečnostní opatření tehdy, je-li schopnost součásti nebo prvku k vykonávání své funkce snížena nebo jsou-li změněny podmínky takovým způsobem, že klesá velikost vytvořeného snížení rizika. [8]

**Monitorování stavu** – je činnost vykonávaná buď manuálně, nebo automaticky, zaměřená na měření charakteristik a parametrů skutečného fyzického stavu objektu v předem stanovených intervalech. [7]

**Ochranné opatření** – je opatření určené k dosažení snížení rizika, realizované konstruktérem (zabudovaná konstrukční bezpečnostní opatření) nebo uživatelem (bezpečné pracovní postupy, kontroly, používání osobních ochranných prostředků a zaškolení). [5]

**Ochranný kryt** – je fyzická bariéra, konstruovaná jako část stroje, k poskytnutí ochrany. [5]

**Pohyblivý ochranný kryt** – je ochranný kryt, který může být otevřen bez použití náradí. [5]

**Snímací ochranné zařízení** – je zařízení, detekující osoby nebo části osob, které vyvolá vhodný signál ovládacímu systému ke snížení rizika detekovaných osob. [5]

**Neživá část** – je vodivá část elektrického zařízení, které se lze dotknout a která není živá v normálních provozních podmínkách, ale může se stát živou v poruchových stavech. [15]

**Dotyk neživých částí** – je dotyk osob nebo hospodářských zvířat s neživými částmi, které se staly živými v poruchových stavech. [15]

**Živá část** – je vodič nebo vodivá část, které mají být při obvyklém používání pod napětím, včetně nulového vodiče, avšak podle zvyklostí, nezahrnující vodič PEN. [15]

# 3 HISTORIE OBRÁBĚCÍCH CNC STROJŮ

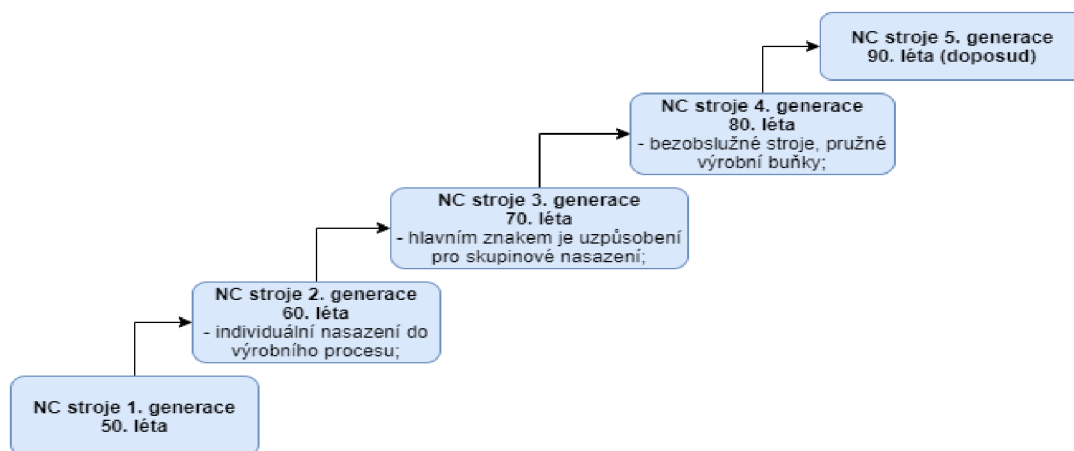
## 3.1 Počátky obráběcích center

S CNC obráběcími stroji se setkáváme především ve strojírenských odvětvích nebo v těžkých průmyslových provozech, kde je potřeba tvářet určité díly do konečného finálního produktu, který se bude dále prodávat. Všechna odvětví, zaměřená na třískové obrábění, mají svou posloupnost. Taktéž i obráběcí centra se postupně vyvíjela a zdokonalovala. Obráběcí centra vznikla na platformě normálních konvenčních obráběcích strojů. První zmínky o obráběcích strojích, a teorie o řízení těchto strojů programem, byly již v 50. letech minulého století, kdy zakladatelé firmy, dnes známé jako FANUC, představili veřejnosti robota, který byl připojen přímo k obráběcímu stroji a s daným strojem byl schopen kooperovat. Tyto začátky ukázaly směr, kterým by se měla ubírat automatizace výroby. V těchto dobách se využíval systém pravouhlého řízení, kdy se řezný nástroj pohyboval pouze rovnoběžně se souřadnými osami. Úplně první obráběcí (frézovací) CNC vyrobila v roce 1960 americká firma Kearney & Trecker. S další úpravou a vylepšením přišla v 70. letech firma Herbert, která vyrobila první soustružnické centrum s rotačními nástroji, které bylo určeno pro operace vrtání a frézování. Toto období se považuje za počátek éry obráběcích strojů. V dnešní době obráběcí centra disponují integrovanou pamětí, která nám dovoluje rychlé korekce údajů v daném programu a mnoho dalších užitečných funkcí, které mají za úkol hlavně zjednodušit a zrychlit pracovní úkony. [16]

Nyní se dostáváme k tomu, co vlastně znamená zkratka CNC. Správný překlad z angličtiny je Computer Numerical Control. Tuto zkratku překládáme do češtiny jako počítačem řízený. Tyto druhy strojů jsou v dnešní době nedílnou součástí téměř každé strojírenské firmy, která se zaměřuje na třískové obrábění. [16]

Základní rozdělení obráběcích strojů je podle tvaru obrobků, které jsou opracovávány (rotační nebo skříňové obrobky). Nejprve byly obráběcí stroje pouze jednocelové a na každý výrobní proces musel být použit jiný obráběcí stroj. V dnešní době jsou vyráběny převážně víceúčelové obráběcí stroje neboli obráběcí centra, která disponují daleko širším záběrem využití. [17]

## 3.2 Rozdělení obráběcích strojů podle úrovně konstrukce



Obr. 1: Rozdělení obráběcích strojů podle úrovně konstrukce [17]

### 3.3 Rozdělení frézovacích obráběcích strojů

Jelikož je tato práce zaměřena na posouzení bezpečnosti práce u vertikálního frézovacího obráběcího centra MCFV 1260, tak je vhodné si představit všechna strojní zařízení, pomocí kterých lze vykonávat samotný proces frézování. Základem této metody je, že otáčením břítu vytvoříme řeznou sílu nástroje vůči obrobku, který je pevně upnut. [18]

- CNC vertikální frézka
- **CNC vertikální centrum (→ MCFV 1260)**
- CNC horizontální frézka
- CNC horizontální centrum (dvoupaletové, vícepaletové)
- Horizontální CNC vyvrtávačka
- Konzolová CNC frézka
- Portálová obráběcí centra
- 5 a 6 - osé CNC frézovací centrum
- Multifunkční CNC obráběcí centra

### 3.4 Výhody a nevýhody obráběcích center

CNC obráběcí centra představují vrchol moderní technologie v oblasti strojírenského průmyslu. Tyto stroje disponují velkou škálou prvků nejvyšší technologie, která pracovníkům pomáhá usnadnit práci a spoustu úkonů provádí za ně, avšak mají stále i své nevýhody, které se snaží konstruktéři eliminovat. Takové porovnání není pouze o konstrukčních prvcích obráběcího centra, nýbrž o dalších aspektech, které ovlivňují výběr nebo koupi obráběcího centra daným podnikem. [19], [20]

#### Výhody:

- Intuitivní manipulační prostředí (jednoduchost);
- Produktivita;
- Bezpečnostní prvky (pro ochranu pracovníka);
- Zkrácení výrobních časů;
- Efektivnost výroby;
- Kvalita obrábění (jakost obráběného povrchu);

#### Nevýhody:

- Vysoká pořizovací cena obráběcího centra;
- Vyšší nároky na obsluhu (kvalifikace);
- Drahý servis;
- Vyšší energetická náročnost;
- Větší rozměry než u konvenčních strojů;

Navrhování obráběcích center je velmi obtížný proces, který se skládá z mnoha konstrukčních a programovacích úkonů. Každý z úkonů je nezbytně důležitý na správnou funkčnost stroje. Proto je apelováno na zájemce obráběcích center, aby svou investici důkladně zvážili a zhodnotili, zda dokáží poskytnout ty správné podmínky pro uvedení obráběcího centra do provozu v daném podniku. Záleží také na vhodnosti výběru stroje pro operace, které na něm mají být prováděny. [20]

V případě, že všechny tyto aspekty rozhodování jsou splněny, tak už nic nebrání tomu, aby obráběcí centrum bylo zapojeno do výroby a navázáno do kooperace s dalšími pracovními úseky. Na výrobní lince, složené z obráběcích strojů, může být založena celá výroba a celková produkce podniku. Důležité je dodržovat včasný servis, preventivní údržbu a správnou manipulaci se strojem, což souvisí také s kvalifikací a školením pracovníků. [20]

## 4 POŽADAVKY PLYNOUCÍ ZE SMĚRNIC EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY

Samotný vznik Evropské unie se datuje již v roce 1993, kdy byla vydána a schválena smlouva o Evropské unii neboli Maastrichtská smlouva. Tato smlouva byla pouze prvním základním kamenem politické integrace a nástrojem pro spolupráci v některých oblastech. Právní subjektivitu a nadstátnost získala až Lisabonská smlouva, kterou Evropská unie nahradila Evropské společenství. Lisabonská smlouva vešla v platnost až v roce 2009. [21]

Cílem Evropské unie je především zavedení společného trhu a hospodářské, měnové unie. Zároveň se zasazuje o podporu rozvoje a růstu hospodářství, zaměstnanosti a zvýšení životní úrovně v členských státech. Evropské unii není lhostejná ani kvalita životního prostředí, kde se snaží zabraňovat limitním stavům průmyslových podniků a dalším neprospěšným aspektům, které ohrožují životní klimatické podmínky. V současné době má Evropská unie 27 členských států. Ještě začátkem minulého roku měla Evropská unie členů 28, ale koncem ledna tohoto roku Spojené království z Evropské unie vystoupilo. Stalo se tak konkrétně 31. ledna 2020. Česká republika je členem od roku 2004. [22], [23], [24]

Základní evropskou směrnicí je tzv. „výrobová směrnice“. V této směrnici jde především o to, aby byla regulována bezpečnost, zdraví, ochrana životního prostředí a ochrana spotřebitelů, která má vliv na vytváření a správné fungování vnitřního trhu celého Evropského společenství. Nejdůležitějším parametrem jsou technické požadavky, které musí daný výrobek splňovat předtím, než je uveden na vnitřní trh. Všechny členské státy, pak musí dodržovat tuto směrnici, aby úroveň ochrany byla stejná pro všechny. Pro Českou republiku jsou pak tyto směrnice převzaty formou nařízení vlády. [24]

Na těchto směrnících musí být postaveno samotné fungování firem. Vedoucí pracovníci, kteří mají v kompetenci bezpečnost výrobku, se musí orientovat v aktuálně vydaných nařízeních. Měli by mít ovšem také povědomí, jak Evropská unie funguje a jakou má strukturu. Tento bod je velmi důležitý pro správné fungování společnosti, jelikož jen informovaní pracovníci dokáží správně korigovat výrobu dle příslušných směrnic.

### 4.1 Harmonizační právní předpisy Evropské unie vztahující se k výrobním strojům

Harmonizační právní předpisy Evropské unie, která je směřována na oblast bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, je realizována formou mnoha směrnic, které jsou pro legislativu každého členského státu nějak upravovány a implementovány. Počáteční evropskou směrnicí o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci byly akceptovány na základě obecných ustanovení o harmonizaci trhu. Do 80. let se na bezpečnost a ochranu zdraví dívalo jen jako na doplněk harmonizace trhu a hospodářských politik EHS. Jelikož Evropská unie nabízí volnost trhu po celém jejím území, je třeba také myslet na regulaci těchto služeb. Což obnáší vydávání směrnic a nařízení, které se starají o trh a zajištění bezpečnosti všech výrobků vyrobených na území Evropské unie. Vnitřní trh potřebuje regulace prakticky nepřetržitě, proto se nedá jejich vývoj blíže specifikovat. S každým členským státem se přidávají další regulace, které se musí vymezit. Jelikož je tato práce zaměřena na posouzení bezpečnosti u výrobního stroje, tak v oblasti trhu bude řešen pouze volný pohyb zboží v rámci území Evropské unie. Volný pohyb zboží patří mezi základní svobody, které Evropská unie zaručuje všem členským státům. [24]

Hlavním prostředkem Evropské unie pro úpravu a regulaci trhu jsou tyto druhy právních předpisů [24]:

- Nařízení
- Směrnice
- Rozhodnutí
- Doporučení
- Stanovisko

Všechny tyto pojmy jsou vysvětleny v kapitole zaměřující se na použitou terminologii.

#### **4.2 Směrnice Rady č. 2009/104/ES o minimálních požadavcích pro strojní zařízení**

V této směrnici se pojednává o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví pro používání pracovního zařízení zaměstnanci při práci (druhá samostatná směrnice ve smyslu čl. 16 odst. 1 směrnice 89/391/EHS). Tato směrnice byla schválena a vstoupila v platnost dne 16. 9. 2009. [25]

Evropský parlament a Rada Evropské unie přijaly tuto směrnici s ohledem na Smlouvu o založení Evropského společenství, s ohledem na návrh Komise, také s ohledem na stanovisko Evropského hospodářského a sociálního výboru a vzhledem k těmto důvodům [25]:

- Dle čl. 137 odst. 2 může Rada za použití směrnic stanovit minimální požadavky na zlepšení pracovního prostředí, aby byla zajištěna bezpečnost a zdraví zaměstnanců.
- Pro zaručení bezpečnosti zaměstnanců bylo potřeba dodržovat minimální požadavky na zajištění vyšší úrovně bezpečnosti při manipulaci s pracovním zařízením.
- Ekonomická povaha věci by neměla zabraňovat zlepšení bezpečnosti, hygieny a ochrany zdraví zaměstnanců při práci.
- Další bod se věnuje práci ve výškách, kdy je zaměstnanec přímo vystaven nebezpečí pádu (z velké výšky) a následnému vážnému poranění. Tyto úrazy mohou být až smrtelné.
- Tato směrnice je považována za nejvhodnější prostředek pro splnění předem definovaných cílů a nepřesáhne to, co není požadováno.

Směrnice obsahuje celkově 12 uvedených důvodů, dle kterých byla přijata.

#### **KAPITOLA I** přibližuje obecná ustanovení. [25]

- Z **čl. 1** vyplývá, že tato směrnice stanoví minimální požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví při práci s pracovním zařízením.
- V **čl. 2** jsou rozebrány pojmy, které jsou využívány pro účel této směrnice. Jsou zde definovány pojmy jako pracovní zařízení, používání pracovního zařízení, nebezpečný prostor, ohrožený zaměstnanec nebo obsluha.

## **KAPITOLA II** má za úkol popsat povinnosti zaměstnavatele. [25]

Tato kapitola obsahuje **čl. 3 – čl. 10**. Hlavní náplní těchto článků jsou obecné povinnosti zaměstnavatele vůči svým zaměstnancům, což zahrnuje, aby pracovní zařízení bylo vhodné pro vykonávání práce a nehrozilo by ohrožení zdraví a bezpečnosti zaměstnance. Další články jsou věnovány předpisům vztahujícím se na pracovní zařízení, kontrolu pracovních zařízení, školení zaměstnanců a informování zaměstnanců (upozornění na možná nebezpečí při práci).

- **Čl. 7** je zaměřen na ergonomii a ochranu zdraví při práci. V tomto bodu je nahlíženo především na správný postoj při práci a polohu zaměstnanců při používání pracovního zařízení.

## **KAPITOLA III** obsahuje různá ustanovení. [25]

Zbýlé čl. 11 – čl. 15 mají za úkol pouze upravovat přílohy, které jsou zařazeny přímo pod touto kapitolou. Součástí těchto článků je také závěrečné ustanovení, ve kterém je deklarováno, že tato směrnice je určena pouze členskými státy.

V příloze 1 a 2 jsou zaznamenány minimální požadavky a ustanovení pro pracovní prostředky. Příloha 3 je rozdělena na část A a B. V části A je přehled zrušených směrnic a jejich následných změn. V části B jsou vypsány změny pro provedení ve vnitrostátním právu. Na závěr v příloze 4 se nachází srovnání této směrnice se směrnicí 89/655/EHS.

Do českého právního systému byla tato směrnice zavedena jako **Nařízení vlády č. 378/2001 Sb.** [25]

### **4.3 Rámcová směrnice Rady č. 89/391/EHS o zlepšení bezpečnosti při práci**

Hlavním cílem této směrnice je zavést určitá opatření ke zlepšení bezpečnosti a ochrany zdraví zaměstnanců při práci. Součástí této směrnice je i stanovení povinností jak pro zaměstnavatele, tak i pro řadové zaměstnance. Tyto povinnosti si kladou za cíl hlavně eliminovat výskyt možných pracovních úrazů a nebezpečných situací při vykonávání práce. Směrnice vstoupila v platnost 19. 6. 1989 a byla postupně měněna Nařízením (ES) č. 1882/2003, Směrnicí 2007/30/ES a Nařízením (ES) č. 1137/2008. Tyto změny byly postupně přidány do původního textu. [26]

Směrnicí Rady 89/391/EHS jde především o to, aby byly vymezeny povinnosti zaměstnavatele vůči zaměstnancům a nedošlo k ohrožení jejich zdraví vinou špatného stavu pracovního prostředí nebo nezpůsobilého stavu pracovních prostředků. Zároveň se obrací na zaměstnance, kterým udává jasný bezpečnostní řád a určitá pravidla, jak se mají zaměstnanci při výkonu práce chovat, aby se zbytečně nezvyšovalo riziko vzniku pracovních úrazů. Zaměstnanci jsou povinni dbát na svoji bezpečnost a dobrovolně se nevystavovat rizikům, jelikož mohou ohrozit zdraví své, ale i ostatních. Směrnice se netýká pouze soukromého sektoru v jednotlivých firmách, ale také veřejných činností, které zahrnují např.: průmysl, zemědělství, služby, vzdělání, atd. [26]



### Ustanovení vztahující se k zaměstnavatelům [26]:

- Povinnost zajištění a ochrany zdraví zaměstnanců a zavedení komplexního systému prevence rizik, což zahrnuje i poskytování školení zaměstnanců.
- Musí vybrat zaměstnance, který bude zodpovědný za prevenci rizik na pracovišti.
- Zaměstnavatel musí zajistit a přijmout nezbytná opatření týkající se první pomoci a likvidaci možných nežádoucích havárií (požár).
- Všem zaměstnancům musí být poskytnuty informace o zdravotních rizicích a preventivních opatření.
- Zaměstnavatel musí zajistit, aby každý zaměstnanec byl důkladně proškolen v oblasti bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

### Směrnice je rozdělena na 4 oddíly a přílohy [26]:

**ODDÍL I** je zaměřen na obecná ustanovení.

- V této části je popsán účel, proč byla daná směrnice vytvořena a oblast působnosti. Jsou zde také vymezeny pojmy pro účely této směrnice (zaměstnavatel, zaměstnanec, zástupce zaměstnanců pro BOZP a prevence).

**ODDÍL II** deklaruje povinnosti zaměstnavatelů.

**ODDÍL III** vymezuje povinnosti zaměstnanců.

**ODDÍL IV** obsahuje různá ustanovení.

- V různých ustanoveních je definován zdravotní dohled, který musí být dodržen, aby byla zajištěna bezpečnost a ochrana zdraví zaměstnanců při práci. Tento oddíl je zakončen čl. 18, který je zaměřen na závěrečná ustanovení.

V českém právním systému je zavedena tato směrnice jako **Zákon č. 262/2006 Sb.**, dále jako **Zákon č. 309/2006 Sb.**, **Nařízení vlády č. 361/2007 Sb.** a **Nařízení vlády č. 592/2006 Sb.** [26]

Mezi nejvýznamnější zákony České republiky patří výše zmíněný Zákon č. 262/2006 Sb., který je základním dokumentem, jež vymezuje povinnosti zaměstnavatele a zaměstnance.

## **4.4 Zákoník práce (Zákon č. 262/2006 Sb.)**

Tento zákon vchází do veřejného podvědomí především jako Zákoník práce, který je základním právním předpisem České republiky, a který upravuje povinnosti zaměstnavatele směrem k podřízeným, což zahrnuje bezpečné podmínky pro vykonávání pracovní činnosti, atd. Zákoník práce vychází ze zákona č. 65/1965 Sb. a k usnesení parlamentem došlo dne 21. 4. 2006. Ovšem takto změněný zákon vstoupil v platnost až na začátku následujícího roku, konkrétně 1. 1. 2007. [27]

Zákon č. 262/2006 Sb. se skládá ze 14 částí, kde každá část má své podkapitoly. Obsahem zákona je vymezení pozice zaměstnavatele směrem k podřízenému, kde musí zaměstnavatel stanovit takové podmínky, aby nehrozilo riziko vzniku nebezpečí. Riziko musí být eliminováno, jak při vykonávání pracovního poměru, tak vinou nevhodného pracovního prostředí. Obecně nám tento zákon říká, jaké má zaměstnavatel povinnosti směrem k podřízenému, tudíž aby byly zajištěny způsobilé pracovní podmínky. Tento zákon upravuje pracovněprávní vztahy, které vznikají při výkonu práce mezi zaměstnavatelem a zaměstnanci, avšak řeší i vztahy kolektivní povahy. Jsou zde také začleněny příslušné předpisy

Evropské unie. Hlavním důvodem stanovení zákona je zavedení ochranného postavení zaměstnance a bezpečné podmínky pro výkon práce. Na druhé straně zákon zajišťuje také spravedlivý způsob odměňování zaměstnance za kvalifikovaný řádný výkon, který je v souladu s oprávněnými zájmy zaměstnavatele. [27]

Bezpečnost a ochranu zdraví při práci nám pak specifikuje konkrétně pátá část zákona, kde je vysvětlena problematika BOZP. Tato část je popsána ve třech hlavách (§101 - §108).

#### §101

- 1) Zaměstnavatel má povinnost zaručit bezpečnost a ochranu zdraví zaměstnanců při práci z hlediska možného ohrožení zdraví a života, které hrozí bezprostředně při výkonu práce.
  - 2) Vedoucí zaměstnanci se zavazují zaměstnavateli, že péče o bezpečnost a ochranu zdraví při práci je neoddělitelnou a rovnocennou součástí jejich pracovních povinností na všech stupních řízení v rozsahu pracovních míst, které spadají do jejich kompetence.
  - 3) Vykonávají-li na jednom pracovišti zadané úkoly zaměstnanci, kteří spadají do kompetence více zaměstnavatelů (dvou a více), je každý zaměstnavatel povinen se domluvit a písemně sepsat informace o hrozících rizicích a přijatých opatření k ochraně před jejich působením. Přijatá opatření se vztahují čistě na jejich pracovní výkon a prostředí včetně dalších pracovníků. Musí být všichni vyrozuměni o spolupráci při zajišťování bezpečnosti a ochrany zdraví při práci pro všechny zaměstnance na pracovišti. V závislosti s písemnou dohodou zúčastněných zaměstnavatelů, je dohodou pověřený zaměstnavatel povinen řídit provádění ochranných opatření.
  - 4) Každý ze zaměstnavatelů (uvedených v odstavci 3) je povinen:
    - zodpovídat a zajistit, aby jeho činnosti a práce zaměstnanců byla koordinována a vykonávána tak, aby byla zajištěna bezpečnost i zaměstnanců dalšího zaměstnavatele.
    - musí informovat, v řádném termínu a neodkladně, příslušný odborový orgán a zástupce zaměstnavatele pro oblast bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.
  - 5) Zaměstnavatel musí zaručit bezpečnost a ochranu zdraví pro všechny fyzické osoby, které se vyskytují na jeho pracovištích.
  - 6) Dále je zaměstnavatel povinen financovat všechny náklady spojené se zajištěním bezpečnosti při práci.
- [27]

#### §102

- 1) Zaměstnavatel je povinen tvořit bezpečné pracovní prostředí a pracovní podmínky vhodnou organizací bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a uznáváním opatření k předcházení rizikům.
- 2) Prevencí rizik se rozumí všechna opatření, která vyplývají z právních a ostatních předpisů k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a z opatření zaměstnavatele. Cílem těchto opatření je částečné nebo úplné eliminování působení neodstranitelných rizik.
- 3) Zaměstnavatel je povinen systematicky sledovat možné nebezpečné činitele a procesy pracovního prostředí a podmínky na pracovišti, detekovat příčiny a zdroje jejich vzniku. Tento bod dále říká, že na základě získaných informací ze stávajících podmínek na pracovišti, je zaměstnavatel povinen pravidelně kontrolovat úroveň

bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Maximální pozornost by však měla být zaměřena na stav výrobních a pracovních prostředků, vybavení výrobních pracovišť, dodržování metod a způsobů zjištění a hodnocení rizikových faktorů dle příslušných právních předpisů.

- 4) V případě, že nelze rizika úplně eliminovat, je zaměstnavatel povinen riziko minimalizovat na co nejnižší přijatelnou úroveň, aby nebylo ohroženo zdraví zaměstnanců. Zároveň musí zaměstnavatel vést evidenci s vyhledáváním a vyhodnocováním již evidovaných rizik a o přijatých opatření.
- 5) Při přijímání a provádění opatření k prevenci rizik je povinností zaměstnavatele vycházet ze všeobecných preventivních zásad. Mezi preventivní zásady patří omezování vzniku rizik, odstraňování rizik u zdroje jejich původu, atd.
- 6) Zaměstnavatel je povinen přijmout opatření pro případ zvládnutí mimořádných událostí. Mimořádnou událostí může být havárie, požár, povodně a jiná další nebezpečí, při kterých musí být evakuováni zaměstnanci. Tato část zahrnuje odpovědnost zaměstnavatele proškolení vybrané zaměstnance v oblasti první pomoci a organizace při mimořádných událostech (evakuace).
- 7) Zaměstnavatel je povinen vylepšovat opatření na základě měnících se skutečností, kontrolovat jejich účinnost a zlepšovat stav pracovního prostředí a pracovních podmínek.

[27]

### §103

V této části se pojednává o zdravotní způsobilosti zaměstnanců a případných službách spojených s vykonávanou prací. Zaměstnavatel je povinen seznámit zaměstnance se svými právy a povinnostmi s ohledem na zdravotní stav při vykonávání pracovních úkonů např.: s očkováním, lékařským ošetřením, intervaly pravidelných zdravotních prohlídek, školení o první pomoci, poskytnutí vhodných informací pro zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a o přijatých opatření, atd. [27]

### §104

Hlavní náplní této části jsou ochranné pracovní prostředky, pracovní oděvy a obuv, dále také mycí, čistící a dezinfekční prostředky a ochranné nápoje. Na ochranné prostředky bychom měli brát velký zřetel, jelikož v případě potřeby mohou ochránit zaměstnance před hrozícím nebezpečím. Záleží taktéž na rozsahu využívání ochranných prostředků. Ochranné pracovní prostředky by neměly překážet při vykonávání pracovní činnosti, a tím vytvářet možnost vzniku dalšího rizika. [27]

### §105

Tato část zahrnuje povinnosti zaměstnavatele při pracovních úrazech a nemocech z povolání. Zaměstnavatel je povinen vyšetřit všechny příčiny a okolnosti vzniku úrazu za přítomnosti poškozeného zaměstnance, pokud je zdravotně způsobilý. Zároveň je zaměstnavatel povinen vést knihu úrazů a evidovat všechny úrazy, které se zaměstnancům přihodí, jak při pracovním výkonu, tak mimo pracovní výkon. Díky poznatkům z knihy úrazů musí zaměstnavatel přijímat adekvátní opatření, aby se mohlo podobným pracovním úrazům předcházet. [27]

## §106

V §106 jsou vysvětlena práva a povinnosti zaměstnance. Zaměstnanec může uplatnit své právo na zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví, při práci nebo v případě, že mu bezprostředně hrozí nebezpečí, je zaměstnanec oprávněn odmítnout výkon práce. V další části je zmíněno, že zaměstnanec má povinnost dbát dle svých možností o svou bezpečnost. To zahrnuje pravidelné pracovní lékařské prohlídky a účast na školení týkající se bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. [27]

## §107 a §108

Tato závěrečná hlava páté části je zaměřena na další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích, ale i mimo ně. Poslední část je pak věnována tomu, že zaměstnanci jsou povinni se účastnit školení na řešení otázek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. [27]

### **4.5 Zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti (Zákon č. 309/2006 Sb.)**

Mezi další nejvýznamnější zákony české legislativy patří zákon č. 309/2006 Sb., který pojednává o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy. Tento zákon byl vydán 23. 5. 2006 a hlavním účelem je úprava dalších požadavků týkající se bezpečnosti při práci v pracovněprávních vztazích. Platnost zákona se datuje od 1. 1. 2007, kdy nabyl účinnosti. Dle §3 zákoníku práce upravuje v návaznosti na zákon č. 262/2006 Sb. další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích. Zákon je rozdělen do 4 částí, které se dále dělí na jednotlivé části. [28]

#### Struktura zákona [28]:

**V první části** zákona jsou rozebírány další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích. Mezi významné požadavky patří požadavky na pracoviště a na pracovní prostředí, která jsou specifikována dle §2. V neposlední řadě jsou specifikovány požadavky na výrobní a pracovní prostředky a zařízení, organizaci práce a pracovní postupy a bezpečnostní značky.

**Druhá část** pojednává o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy.

**V třetí části** zákona jsou definovány další úkoly zadavatele stavby, jejího zhotovitele, popřípadě fyzické osoby, která se podílí na zhotovení stavby a koordinátora bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na staveništi.

Na závěr jsou ve **čtvrté části** konstatována společná, přechodná a závěrečná ustanovení. Tato část např. zahrnuje přechodná ustanovení, která se zabývají udělováním a prodlužováním akreditace k provádění zkoušek z odborné způsobilosti, kde práva a povinnosti jsou posuzovány podle dosavadních právních předpisů (Směrnice 89/391/EHS, Směrnice 89/654/EHS, Směrnice 90/269/EHS a Směrnice 2004/ES).

#### 4.6 Nařízení vlády o stanovení podmínek ochrany zdraví (č. 361/2007 Sb.)

Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. je právní předpis, kterým se stanovují podmínky ochrany zdraví při práci. Nařízení bylo vydáno 12. 12. 2007. Začalo ovšem platit až 1. 1. 2008. [29]

V části první, konkrétně v §1 odst. 1, se pojednává o tom, že nařízení zapracovává příslušné předpisy Evropské unie. Zároveň tyto předpisy mění v návaznosti na už použitelné předpisy Evropské unie. Jedná se např. o rizikové faktory pracovních podmínek (členění, metody a hygienické limity), detailnější podmínky poskytování ochranných nápojů, hygienické požadavky na pracoviště a pracovní prostředí, atd. [29]

V druhé části nařízení, dle §5 týkající se minimálních opatření k ochraně zdraví a dalších požadavků na způsob organizace práce (odst. 3), je stanoveno, že při pracovních směnách, které jsou delší než 8 hodin, nesmí být ztráta tekutin, způsobena potem a dýcháním při výkonu práce za určitých podmínek, překročena. Přípustný limit ztráty tekutin je 3,9 litru a nesmí být překročen o více jak 20 % v krátkodobém pracovním časovém úseku. Nařízení je rozvrženo na 4 části. [29]

- **Část první** → Předmět úpravy;
- **Část druhá** → Rizikové faktory pracovních podmínek, jejich členění, zjišťování, hodnocení zdravotního rizika a podmínky ochrany zdraví při práci (pojmy, druhy zátěže, nebezpečné chemické látky, atd.);
- **Část třetí** → Další bližší hygienické požadavky na pracoviště a pracovní prostředí (detailnější hygienické požadavky, větrání pracovišť, osvětlení pracovišť, atd.);
- **Část čtvrtá** → Závěrečná ustanovení;

Tímto nařízením bylo zrušeno **Nařízení vlády č. 178/2001 Sb.**, kterým se dříve vymezovaly podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci. [29]

#### 4.7 Směrnice Rady 2006/42/ES o bezpečnosti strojních zařízení

Další významnou směrnicí je Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/42/ES, která byla přijata 17. 5. 2006 a její hlavní náplní je bezpečnost strojních zařízení a změna Směrnice 95/16/ES. Tato směrnice je platná od 29. 6. 2006. Dříve tuto problematiku popisovala Směrnice 98/37/ES, avšak od 29. 12. 2009 byla plně nahrazena. Zkratka ES ve směrnici znázorňuje Evropské společenství. [13]

Evropský parlament a Rada Evropské unie přijaly tuto směrnici s ohledem na příslušné smlouvy a orgány vzhledem k těmto důvodům (mimo jiné) [13]:

- Sociální náklady spojené s vysokým počtem úrazů způsobených za používání strojních zařízení, lze snížit vhodným návrhem bezpečné konstrukce, který bude disponovat řádnou instalací a správně nastavenou údržbou.
- Dalším důvodem je, že každý členský stát je zodpovědný za dodržování bezpečnosti při používání strojních zařízení, aby nedošlo k ohrožení zdraví osob, domácích zvířat nebo majetku.
- Nutnost vytvoření vhodného právního rámce, který umožní, aby dozor nad trhem plynule probíhal.

- Jestliže smí používat strojní zařízení i osoba, která je ne kvalifikovaná pro danou práci, měl by výrobce tuto možnost zohlednit v návrhu a konstrukci zařízení.
- V rámci všech členských zemí by mělo být uznáno pouze jediné označení CE, které zaručuje, že dané strojní zařízení splňuje požadavky výše uvedené směrnice. Všechna ostatní označení, která nejsou specifikována jako označení CE, by měla být zakázána.
- Zároveň Evropská unie apeluje na všechny členské státy, aby vymezily sankce v případě porušení této směrnice. Tyto sankce by měly být nastaveny účinně a přiměřeně, aby odrazovaly ostatní před zbytečnými pokusy o zneužití tohoto označení.

Směrnice obsahuje celkově 30 uvedených důvodů, dle kterých byla přijata.

Hlavním cílem této směrnice je stanovení obecných základních požadavků v oblasti bezpečnosti a ochrany zdraví, které zahrnují také řadu dalších požadavků pro specifické kategorie strojních zařízení. Harmonizované normy týkající se prevence rizik jsou na evropské úrovni velmi žádoucí. Jsou důležité proto, aby se výrobcům zjednodušilo prokazování a ověřování shody se základními požadavky. [13]

**V článku č. 1** jsou identifikovány konkrétní oblasti působnosti této směrnice.

Vztahují se na [13]:

- strojní zařízení;
- vyměnitelná přídatná zařízení;
- bezpečnostní součásti;
- příslušenství pro zdvihání;
- řetězy, lana a popruhy;
- snímatelná mechanická převodová zařízení;
- neúplná strojní zařízení;

Nevztahují se na [13]:

- bezpečnostní součásti, které mají být použity jako náhradní součásti k nahrazení totožných součástí a které jsou dodány výrobcem původního strojního zařízení;
- zvláštní zařízení určená k používání na výstavištích nebo zábavních parcích;
- strojní zařízení zvláště navrhovaná nebo uváděná do provozu pro jaderné účely, jejichž porucha může způsobit únik radioaktivity;
- zbraně, včetně střelných zbraní;
- vybrané dopravní prostředky (podrobněji popsáno ve směrnici);
- námořní plavidla a mobilní pobřežní jednotky;
- další strojní zařízení a výrobky, které jsou blíže specifikovány ve směrnici;

**V článku č. 2** jsou vypsány základní pojmy, které jsou uvedeny v kapitole o terminologii. [13]

**Článek č. 4** se vztahuje na dozor nad trhem mezi členskými státy. Jsou zde vypsány 4 body, které specifikují postavení členských států ohledně uvádění strojních zařízení na trh (do provozu).

- V případě, že strojní zařízení splňuje příslušná ustanovení směrnice a není ohrožena bezpečnost a zdraví osob, tak členské státy přijmou všechna důležitá opatření pro uvedení strojního zařízení na trh.
- Pokud neúplné strojní zařízení splňuje příslušné ustanovení směrnice, tak členské státy přijmou všechna nezbytná opatření pro uvedení neúplného strojního zařízení na trh.
- Jsou jmenovány příslušné orgány, které jsou pověřeny členskými státy, ke sledování shody strojního zařízení (neúplného strojního zařízení).
- Jedná se o vymezení úkolů, které si stanoví členské státy pro organizaci a pravomoci příslušných orgánů. Všechny změny musí být nahlášeny Komisi a ostatním členským státům.

[13]

**Dle článku č. 5** se uvádění strojního zařízení na trh nebo do provozu skládá ze 4 kroků. Nejprve je nezbytné, za přítomnosti výrobce nebo zplnomocněného zástupce, před uvedením strojního zařízení, zajistit, aby dané strojní zařízení splňovalo základní požadavky týkající se bezpečnosti a ochrany zdraví. Dále je nutné zajištění technické dokumentace, návod k používání a provedou se příslušné postupy k posouzení shody. Na základě vypracovaného EU prohlášení se pouze připojí značka CE. [13]

**V článku č. 7** jsou zaznamenány požadavky směrnice, které jsou vztaženy k oblasti předpokladu shody:

- Strojní zařízení, která jsou opatřena označením CE a EU prohlášením o shodě (dříve používán termín ES) se rozumí, že jsou všeobecně uznávány všemi členskými státy a splňují veškeré požadavky kladené v příslušné směrnici.
- Strojní zařízení, které bylo vyrobeno v souladu s harmonizovanou normou, se považuje za způsobilé a splňuje všechny požadavky na ochranu zdraví a bezpečnosti podle této normy. Odkaz o strojním zařízení bude uveden v Úředním věstníku Evropské unie.
- Použité harmonizované normy budou zveřejněny Komisí ve výše zmíněném Úředním věstníku Evropské unie.
- Budou přijata vhodná opatření, která vydají členské státy. Tato opatření se budou týkat toho, aby umožnila sociálním partnerům ovlivňovat na vnitrostátní úrovni proces přípravy a sledování harmonizovaných norem.

[13]

Obsahem **článku č. 16** jsou základní informace o označení CE. Je zde definováno, kde má být označení umístěno na strojním zařízení, aby bylo dokonale vidět. V dalším bodu je pouze připomenuto, že na strojní zařízení je zakázáno připojit jiné označení, které by narušilo viditelnost označení CE. [13]

Tato směrnice obsahuje celkově 12 příloh. [13]

**PŘÍLOHA I** – Základní požadavky na ochranu zdraví a bezpečnost vztahující se na návrh a konstrukci strojních zařízení;

**PŘÍLOHA II** - Prohlášení;

V této části je popsáno EU prohlášení o shodě pro strojní zařízení a prohlášení o zabudování neúplného strojního zařízení.

**PŘÍLOHA III** – Označení CE;

**PŘÍLOHA IV** – Kategorie strojních zařízení, u nichž musí být uplatněn jeden z postupů uvedených v čl. 12 odst. 3 a 4;

**PŘÍLOHA V** - Orientační seznam bezpečnostních součástí uvedený v čl. 2 písm. c);

**PŘÍLOHA VI** - Návod k montáži neúplného strojního zařízení;

**PŘÍLOHA VII** – Technická dokumentace strojního zařízení;

Jelikož je tato diplomová práce zaměřena na vertikální obráběcí centrum MCFV 1260, což spadá mezi strojní zařízení, budou zde brány v úvahu pouze požadavky, které se bezprostředně týkají této oblasti. Technická dokumentace u strojního zařízení musí podat důkaz, že požadavky kladené touto směrnicí jsou splněny. Základem je návrh, samotná výroba a funkce strojního zařízení v rozsahu nezbytném pro posouzení shody se základními požadavky týkající se ochrany zdraví a bezpečnosti. [13]

Technická dokumentace z hlediska konstrukce a výroby obsahuje [13]:

- celkový popis strojního zařízení;
- celkový výkres strojního zařízení a příslušná schémata ovládacích obvodů;
- podrobné výkresy, případně doplněné výpočty, výsledky zkoušek, certifikáty, apod.;
- dokumentaci o posouzení rizika s uvedením postupu;
- použité normy a ostatní technické specifikace;
- veškeré technické zprávy s výsledky zkoušek (provedené výrobcem);
- výtisk návodu k používání strojního zařízení;
- případné prohlášení o zabudování pro začleněné neúplné strojní zařízení a příslušný návod k montáži tohoto zařízení;
- případně EU prohlášení o shodě strojního zařízení nebo jiných výrobků zabudovaných do strojního zařízení;
- kopie EU prohlášení o shodě;

**PŘÍLOHA VIII** - Posuzování shody interním řízením výroby strojního zařízení;

**PŘÍLOHA IX** - EU přezkoušení typu;

**PŘÍLOHA X** - Komplexní zabezpečování jakosti;

Obsahem přílohy XI jsou minimální kritéria, která by měla být brána v úvahu členskými státy při oznamování daných subjektů. Příloha XII vyjadřuje srovnání mezi původní směrnicí a již změněnou. [13]

V České republice tuto směrnici známe jako **Nařízení vlády č. 176/2008 Sb.** o technických požadavcích na strojní zařízení. [13]



#### 4.8 Směrnice Rady 2014/35/EU o dodávání elektrických zařízení

Další směrnici, která se zabývá problematikou strojních zařízení, je Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/35/EU. Tato směrnice byla vytvořena 26. 2. 2014 a pojednává o harmonizaci právních předpisů členských států týkajících se dodávání elektrických zařízení určených pro používání v určitých mezích napětí na trh. Zkratka EU je definována jako Evropská unie. Původní používanou normou byla Směrnice 2006/95/ES. Směrnice 2014/35/EU vyšla v platnost až 18. 4. 2014. [14]

Předmětem směrnice je, aby u elektrických zařízeních byly splněny požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví osob, domácích zvířat a majetku. Zároveň nesmí být narušena funkce vnitřního trhu. Oblast působnosti je pro použití elektrických zařízení stanovena v rozsahu jmenovitých napětí pro stejnosměrný a střídavý proud. Střídavý proud má rozsah od 50 do 1000 V. Pro stejnosměrný proud platí rozsah od 75 – 1500 V. [14]

Tato směrnice byla přijata na základě těchto důvodů, např. [14]:

- Hospodářské subjekty by měly, na základě podnětů kladenými členskými státy, uvádět kromě poštovní adresy, také adresu webových stránek. Tím bude zlepšena a usnadněna komunikace mezi hospodářskými subjekty, orgány dozoru nad trhem a spotřebiteli.
- Všechny formy dodávání elektrických zařízení by měly být v kompetenci této směrnice. Je zde zahrnut i prodej na dálku.
- Posuzování shody by mělo zůstat výhradně v režii výrobce, který zná podrobně proces navrhování a výroby strojního zařízení.
- Elektrická zařízení z třetích zemí, vstupující na trh Unie, musí být podrobena důkladným postupům posuzování shody, aby byla v souladu s touto směrnicí. Proti eliminaci rizika, že elektrická zařízení nespĺňují požadavky kladené výše uvedenou směrnicí, mají samotní dovozci povinnost zajistit, aby elektrická zařízení dané požadavky splňovala.

Je zde uváděno celkově 39 důvodů, dle kterých byla směrnice Evropským parlamentem a Radou přijata. Struktura směrnice se skládá z 5 kapitol a 6 příloh. [14]

**V KAPITOLE I** byly vytvořeny definice (viz.: **čl. 2**) pro účely této směrnice a tyto definice jsou detailně popsány v kapitole o terminologii.

**Čl. 3** je zaměřen na problematiku dodávání elektrických zařízení na trh a využívání bezpečnostních zásad. Pokud elektrická zařízení byla vyrobena dle správné technické praxe zahrnující bezpečnost platnou v EU a není ohrožena bezpečnost a zdraví osob, domácích zvířat a majetku, mohou být tato zařízení dodávána na trh Evropské unie.

**Čl. 4** je specifikován volný pohyb, který musí členské státy dodržovat a nesmí bránit dodávání schválených elektrických zařízení na trh.

**KAPITOLA II** upřesňuje povinnosti hospodářských subjektů.

**KAPITOLA III** řeší shodu elektrického zařízení. Tato problematika je blíže specifikována pomocí čl. 12, 13 a 15.

**Čl. 12** vysvětluje předpoklad shody na základě harmonizovaných norem. Z toho vyplývá, že elektrická zařízení, která jsou ve shodě s příslušnými harmonizovanými normami, jsou také ve shodě s bezpečnostními zásadami (viz.: čl. 3 příloha I).

**Čl. 13** popisuje předpoklad shody na základě mezinárodních norem. Členské státy mají povinnost přijmout vhodná opatření, pokud nebyly zveřejněny harmonizované normy (viz.: čl. 12). Tato opatření jsou důležitá z toho důvodu, aby pro účely dodání na trh (čl. 3) a pro volný pohyb (čl. 4) jejich příslušné orgány považovaly za vyhovující bezpečnostním zásadám. Také samotná elektrická zařízení musí vyhovovat bezpečnostním ustanovením mezinárodních norem stanovených dle IEC.

**Čl. 15** pojednává o náležitostech k EU prohlášení o shodě. Toto prohlášení znamená, že byly splněny veškeré bezpečnostní zásady uvedené v čl. 3 příloze I. Prohlášení se zpracovává podle příslušných vzorů, které se průběžně aktualizují dle nejnovějších nařízení. Jakmile je vypracováno EU prohlášení o shodě, je výrobce povinen přebrat odpovědnost za způsobilost a soulad elektrických zařízení s požadavky směrnice.

**Čl. 17** upravuje pravidla a podmínky umístování označení CE.

**KAPITOLA IV** popisuje dozor nad trhem Unie, kontrola elektrických zařízení vstupujících na trh Unie a ochranný postup Unie;

**KAPITOLA V** obsahuje projednávání ve výboru, přechodná a závěrečná ustanovení;

V české legislativě je tato směrnice zpracována jako **Nařízení vlády č. 118/2016 Sb.** Nařízení nabylo účinnosti dne 20. 4. 2016 a pojednává o posuzování shody elektrických zařízení určených pro používání v určitých mezích napětí při jejich dodávání na trh. [14]

## 4.9 Směrnice Rady 2014/30/EU o elektromagnetické kompatibilitě

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/30/EU byla vydána dne 26. 2. 2014 a její obsah je zaměřen na harmonizaci právních předpisů členských států, týkajících se elektromagnetické kompatibility. Původním dokumentem, před výše uvedenou směrnicí, byla Směrnice 2004/108/ES, která byla platná od 15. 12. 2004. Směrnice měla za úkol přiblížit problematiku o sblížování právních předpisů členských států, zaměřující se na elektromagnetickou kompatibilitu a zrušení směrnice 89/336/EHS. [30]

Stejně jako předešlé směrnice obsahuje souhrn důvodů, proč byla směrnice přijata Evropským parlamentem a Radou. Většina důvodů je v zásadě velmi podobná jako ve Směrnici 2014/35/EU. Tento souhrn čítá celkově 60 důvodů. Za zmínku stojí třeba to, že vnitrostátní předpisy, které se starají o ochranu proti elektromagnetickému rušení, je nutné harmonizovat. Tento důvod je důležitý z hlediska toho, aby byl zaručen volný pohyb elektrických a elektronických přístrojů a nebyla narušena ochrana v členských státech. [30]

Cílem této směrnice je zajistit fungování vnitřního trhu zabezpečením souladu zařízení s přiměřeným stupněm elektromagnetické kompatibility. Tohoto bodu může být snáze docíleno spíše na úrovni Unie, než mezi všemi členskými státy. Předmětem dokumentu je stanovení požadavků na elektromagnetickou kompatibilitu zařízení. Směrnice je rozdělena na 6 kapitol a 6 příloh. [30]

**KAPITOLA I** – Obecná ustanovení;

**KAPITOLA II** – Povinnosti hospodářských subjektů;

**KAPITOLA III** – Shoda zařízení;

**KAPITOLA IV** – Oznamování subjektů posuzování shody;

**KAPITOLA V** – Dozor nad trhem Unie, kontrola přístrojů, které vstupují na trh Unie, a ochranný postup Unie;

Přílohy jsou primárně určeny k doplnění problematiky vyplývající z článků v daných kapitolách.

Do české legislativy je směrnice implementována ve formě **Nařízení vlády č. 117/2016 Sb.** o posuzování shody výrobků z hlediska elektromagnetické kompatibility při jejich dodávání na trh. Nařízení je v platnosti od 18. 4. 2016. [30]

#### **4.10 EU Prohlášení o shodě pro strojní zařízení**

EU prohlášení o shodě se vydává u výrobků vztahujících se do harmonizované oblasti, u kterých platí požadavky vyplývající z předpisů Evropské unie. Tímto se odlišuje od prohlášení o shodě platné pouze v České republice. Jakmile jsou splněny dané požadavky na výrobek, tak může výrobce přijít se svým výrobkem volně na vnitřní trh. [13], [31]

Prohlášení o shodě platné v ČR je vlastně písemné ujištění výrobce nebo dovozce, že výrobek nebo strojní zařízení splňuje požadavky technických předpisů. Zároveň garantuje spotřebitelům, že byl dodržen stanovený postup při posouzení shody. Tento postup pro samotné posouzení shody stanovuje zákon č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky a zákon č. 90/2016 Sb. o posuzování shody stanovených výrobků při jejich dodávání na trh. Když výrobek splňuje toto prohlášení, tak vyhovuje technickým požadavkům platným v ČR. Výrobce nebo dovozce, který vydává toto prohlášení o shodě, tím deklaruje, že výrobek se může bez dalších náležitostí volně pohybovat na vnitřním trhu EU. [31]

Na vydání prohlášení o shodě nepotřebuje výrobce nebo dovozce žádnou autorizovanou nebo notifikovanou osobu. Ovšem musí doložit řadu dokumentů, které budou daný výrobek specifikovat. Když ještě Česká republika nebyla součástí Evropské unie, tak muselo být na závěr vydáno i tzv. „*Ujištění o vydání prohlášení o shodě*“. V dnešní době se už tento dokument dokladat nemusí. [31]

Tvorba prohlášení o shodě má svá pravidla a přesně danou strukturu. Musí být vytvořeno strojem nebo ručně tiskacím písmem. Prohlášení o shodě je vztaženo pouze na strojní zařízení ve stavu, v jakém bylo uvedeno na trh. [13], [31]

EU prohlášení o shodě má následující náležitosti [13]:

1. obchodní firmu (název, úplnou adresu výrobce nebo zplnomocněného zástupce);
  2. jméno a adresu osoby pověřenou sestavením technické dokumentace;
  3. popis a identifikaci strojního zařízení;
  4. větu, ve které se výslovně prohlašuje, že u strojního zařízení jsou splněna všechna ustanovení směrnice;
- Zároveň zde musí být poznamenáno, že strojní zařízení je ve shodě i s jinými směrnici nebo předpisy, které splňuje. Při tvorbě tohoto prohlášení je nutné, aby příslušné odkazy byly odkázány na texty zveřejněné v „*Úředním věstníku Evropské unie*“.
5. Případně se udává:
    - jméno, adresa a identifikační číslo oznámeného subjektu, kdo provedl EU přezkoušení typu;
    - jméno, adresa a identifikační číslo oznámeného subjektu, kdo schválil systém komplexního zabezpečování jakosti;
    - odkaz na harmonizované normy (využívaných při tvorbě);
    - odkaz na technické normy a specifikace;
  6. místo a datum vydání prohlášení;
  7. údaje o totožnosti osoby, která byla oprávněna vypracováním prohlášení jménem výrobce (musí zde být uveden i podpis);

Pro vydání prohlášení o shodě je nutné doložit dokument, který obsahuje všeobecné informace o strojním zařízení. [32]

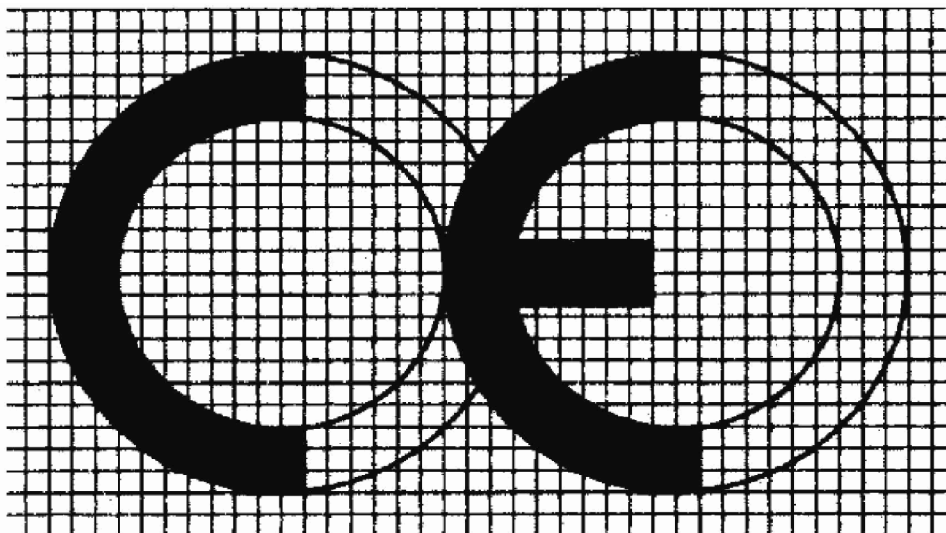
Popis a identifikace strojního zařízení se skládá z následujících bodů [32]:

- obecné informace o výrobku;
- výkresy, schémata, popisy a komentáře ke srozumitelnosti výkresů;
- seznam technických norem;
- záznamy o zkouškách;
- výsledky získané z konstrukčních výpočtů a zkoušek;
- zkušební protokoly a certifikáty (od autorizované osoby);
- návod k použití;

#### 4.10.1 Označení CE

Tímto označením jsou označeny výrobky nebo strojní zařízení, která splňují požadavky dle Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/42/ES. Označení má dané rozměry, které musí být i při zmenšení značky zachováno tak, aby poměrově sedělo s originálem vyjádřeným na čtverečkovaném papíře. Svislý rozměr označení CE nesmí být menší než 5 mm (výjimkou jsou menší strojní zařízení). Musí být umístěno v bezprostřední blízkosti jména výrobce nebo zplnomocněného zástupce. Za označením musí následovat identifikační číslo subjektu na základě čl. 12 odst. 3 písm. c) a čl. 12 odst. 4 písm. b). [13], [33]

Značka se musí nacházet na viditelném místě na strojním zařízení a nesmí být zastíněna jinou značkou, která by zabránila její viditelnosti. [13]



Obr. 2: Vzor označení CE [34]

## 4.11 Základní požadavky Evropské unie k problematice ergonomie

Z důvodu, že tato diplomová práce je zaměřena na obslužné, servisní a údržbářské činnosti u vertikálního obráběcího centra, je tedy nezbytně nutné myslet na ergonomii, která úzce souvisí s bezpečností a ochranou zdraví při práci.

Směrnice 2006/42/ES definuje ergonomii při podmínkách, které mohou nastat při vykonávání práce na strojním zařízení. Nevhodné podmínky jsou charakterizovány dle směrnice jako nepohodlí, únava, fyzická a psychická zátěž obsluhy, kterou se snažíme snížit na co nejmenší míru. [13]

### Ergonomické zásady [13]:

- přizpůsobení pracovního prostoru tělesným parametrům obsluhy (síla a výdrž);
- dostatečný prostor pro pohyb všech částí těla;
- vyhnout se tempu práce, které je udáváno strojním zařízením;
- vyhnout se kontrolním činnostem, které vyžadují dlouhodobou pozornost při vykonávání práce;
- přizpůsobení rozhraní člověk – stroj vlastnostem obsluhy (dle předchozí zkušenosti se zaměstnanci);

Ke zlepšení ergonomických podmínek jsou využívány tyto směrnice EU:

Tab 1) Dokumenty se základními požadavky Evropské unie k ergonomii [35]

|                                 | <b>Dokumenty obsahující požadavky na ergonomii:</b>  |
|---------------------------------|--|
| <b>Směrnici Rady 90/269/EHS</b> | - Minimální požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví pro ruční manipulaci s břemeny spojenou s rizikem (poškození páteře u zaměstnanců); |
| <b>Směrnici Rady 89/655.</b>    | - Minimální bezpečnostní a zdravotní požadavky na používání pracovního zařízení zaměstnanci při vykonávání práce;                        |
| <b>Směrnici Rady 89/654</b>     | - Minimální požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví na pracovišti;  |
| <b>Směrnici Rady 95/63.</b>     | - Minimální požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví pro používání pracovního zařízení zaměstnanci při práci;                            |
| <b>Směrnici Rady 90/270.</b>    | - Minimální požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví pro práci se zobrazovacími jednotkami;  |

#### 4.12 Požadavky ČR v oblasti bezpečnosti a ochrany zdraví při práci

Jsou zde obsaženy příslušné dokumenty, které jsou zaměřeny na ergonomii:

Tab 2) Dokumenty s požadavky ČR k ergonomii [35]

|                                       | <b>Dokumenty obsahující požadavky na ergonomii:</b>  |
|---------------------------------------|--|
| <b>Zákon č. 258/2000 Sb.</b>          | - o ochraně veřejného zdraví v platném znění;  |
| <b>Zákon č. 262/2006 Sb.</b>          | - Zákoník práce;   |
| <b>Vyhláška č. 107/2013 Sb.</b>       | - stanovuje podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů expozičních testů, podmínky odběru biologického materiálu při provádění biologických expozičních testů a náležitosti hlášení prací s azbestem a biologickými činiteli; |
| <b>Vyhláška č. 288/2003 Sb.</b>       | - popisuje práce a pracoviště, které jsou zakázány těhotným ženám, kojícím ženám, matkám do konce devátého měsíce po porodu a mladistvým, a další výjimky;   |
| <b>Nářízení vlády č. 361/2007 Sb.</b> | - jsou zde popsány podmínky ochrany zdraví při práci;  |
| <b>Zákon č. 309/2006 Sb.</b>          | - upravuje 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.  |
| <b>Nářízení vlády č. 378/2001</b>     | - stanovuje bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a nářadí, pokud požadavky na bezpečnost provozu a používání zařízení nestanoví zvláštní právní předpis jinak.  |

## 5 TECHNICKÉ NORMY

Technické normy jsou definované jako dokumentované dohody, které stanovují pravidla, směrnice, pokyny nebo technické charakteristiky u opakovaných používání (kusová nebo hromadná výroba). Tato pravidla zaručují, že výrobky, strojní zařízení nebo postupy splňují všechny funkční požadavky a vyhovují stanoveným účelům. Takto vytvořený dokument vede ke standardizaci. Pomocí technických norem se stanovují kritéria bezpečnosti, významné parametry výrobků nebo vlastnosti materiálů, ale i bezpečnost práce, požární ochrana a v ne poslední řadě životní prostředí. [36], [37]

Dle české legislativy konkrétně zákona č. 22/1997 Sb. jsou technické normy nezávazné. Ve strojírenském průmyslu jsou téměř nepostradatelné, jelikož vymezují bezpečnost výrobku nebo daného strojního zařízení, podle kterých se hodnotí jejich kvalita.

Všechny evropské normy musí být do 6 měsíců po jejich schválení převedeny do soustavy ČSN. Musí tak učinit na základě svých členských povinností k Evropské unii a dle Nařízení EU 1025/2012 a Směrnice 98/35/ES. [36]

Rozdělení podle úrovně technických norem [37], [38]:

**Mezinárodní normy** – jsou platné téměř na celém světě a musí být všemi státy respektovány. Jsou publikovány Evropským výborem pro normalizaci (CEN).

ISO → Mezinárodní norma;

IEC → Mezinárodní elektrotechnická komise;

EN → Evropské normy;

Vyhlášky mezinárodní železniční unie, standardy mezinárodní organizace pro civilní letectví, atd.

**Národní normy** – jsou platné v rámci jednotlivých států a jsou podřízeny mezinárodním normám. U národních norem dochází postupně k harmonizaci s mezinárodními normami.

- ANSI → americká národní norma;
- ČSN → česká technická norma;
- DIN → německá technická norma;
- GOST → ruská technická norma;
- BS → britská technická norma;
- ÖNORM → rakouská technická norma

**Podnikové normy** – jsou normy, které jsou vydávány jednotlivými organizacemi.

Dříve byly používány i tzv. oborové normy, ale ty se postupně začaly převádět na již známé podnikové normy. Tyto normy byly zrušeny v České republice 31. 12. 1993.



## 5.1 Bezpečnostní normy

V dnešní vyspělé době je jedním z nejdůležitějších aspektů bezpečnost strojních zařízení, především každé jeho části, kde dochází k mechanickému pohybu. Musí být stanovena opatření, aby se eliminoval kontakt stroje (strojní částí) s manipulátorem, který zařízení obsluhuje. Dříve byla řešena převážně bezpečnost elektrických zařízení a na mechanické pohyby strojního zařízení se nebral takový zřetel jako dnes.

Bezpečnost strojních zařízení není pouze o dvou základních normách ČSN EN ISO 13 849 a ČSN EN 62 061, které jsou při řešení konstrukce a funkce stroje asi nejpoužívanější. Ovšem těmito normami nebudou vymezena všechna opatření, která se zabývají bezpečností a ochranou zdraví při práci. Proto je nutné využívat širší spektrum standardů. Některé vybrané normy se v oblasti ergonomie zaměřují na zajištění bezpečnosti stroje využitím množství ochranných krytů, zábran nebo elektrických detekčních bezpečnostních prvků. [39]

Na základě bezpečnostních požadavků (dle CEN/CENELEC) mají tyto normy stanovenou hierarchii [39]:

### **A – normy (základní bezpečnostní normy - relevantní)**

- Tyto normy udávají základní pojmy a zásady pro navrhování a konstrukce, které mohou být použity na všechny stroje.

Do této kategorie patří např.: EN ISO 14 121 (Bezpečnost strojních zařízení - zásady pro identifikaci a posouzení rizika), EN ISO 12100 - 2 (Bezpečnost strojních zařízení - základní pojmy a všeobecné zásady pro konstrukci), IEC 61508 (Funkční bezpečnost elektrických, elektronických a programovatelných elektrických systémů souvisejících s bezpečností).

### **B – normy (skupinové bezpečnostní normy)**

- Tyto normy se zabývají pouze jedním bezpečnostním hlediskem nebo jedním typem bezpečnostního zařízení a mohou být využity pro větší počet strojů.
- Mají za úkol přiblížit bezpečnostní požadavky nebo bezpečnostní zařízení, která mohou být použita pro širší škálu strojů.

#### **B1 – normy (pro jednotlivé bezpečnostní aspekty)**

- Jsou zde zahrnuty bezpečnostní požadavky např.: bezpečnostní vzdálenosti, teploty povrchu, hluku, elektrická bezpečnost stroje, výpočet bezpečné vzdálenosti, atd.

#### **B2 – normy (pro jednotlivé bezpečnostní zařízení)**

- Do této kategorie spadá např.: dvouruční ovládání, bezkontaktně působící ochranná zařízení, blokovací zařízení atd.

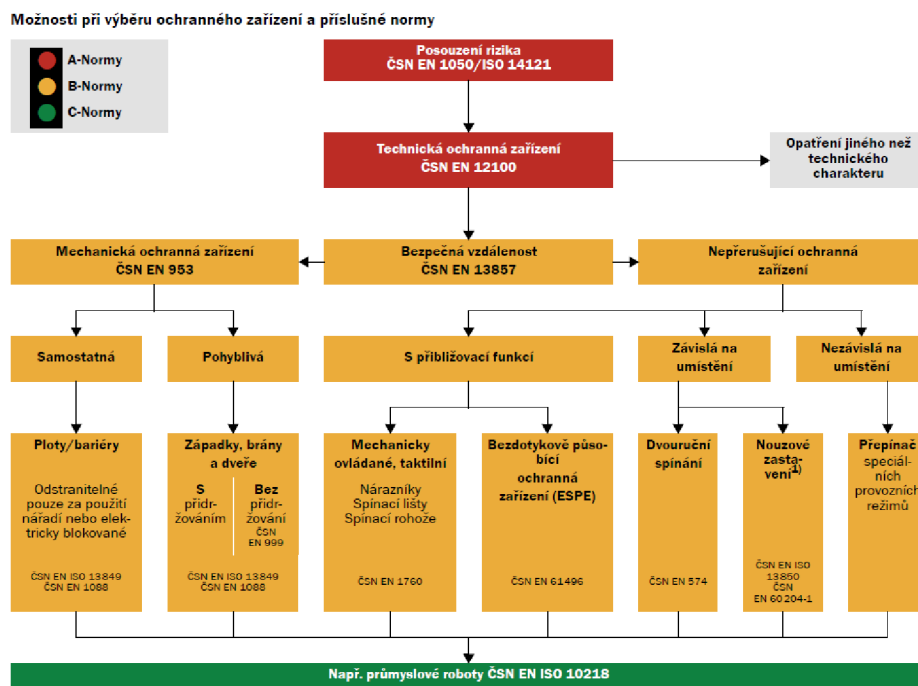
V kategorii B jsou obsaženy normy např.: ČSN EN ISO 13849 (Bezpečnost strojních zařízení. Bezpečnostní části řídicích systémů – všeobecné zásady pro konstrukci) a ČSN EN 62061 (Bezpečnost strojních zařízení. Aplikační norma pro stavbu strojů.), ale také například EN 60204-1, atd.

### **C – normy (Speciální bezpečnostní normy pro stroje)**

- Tyto normy určují podrobné bezpečnostní požadavky pro jednotlivá strojní zařízení nebo skupinu zařízení. Jsou zde zahrnuty bezpečnostní požadavky jak pro speciální

stroje, tak i pro konstrukční skupinu strojů využívaných v náročných podmínkách (prostředí s radiací, výbušná prostředí, atd.).

V této kategorii se nachází např.: ČSN EN 692 (Mechanické lisy - Bezpečnost), ČSN EN ISO 10218 (Roboty pro výrobní prostředí - Požadavky na bezpečnost) nebo ČSN 16090-1 (Bezpečnost obráběcích a tvářecích strojů - Obráběcí centra). [39]



Obr. 3: Grafické rozdělení norem do tříd A, B a C [40]

## 5.2 Harmonizované normy

Harmonizované normy jsou popsány jako nezávazné technické specifikace, které jsou přijaty normalizačním orgánem. Mezi hlavní normalizační orgány patří (CEN, CENELEC a ETSI). Evropské harmonizované normy jsou zaznamenány v Úředním věstníku Evropské unie. Do české legislativy jsou podle zákona č. 22/1997 Sb. tyto evropské normy implementovány jako harmonizované české technické normy a jsou zveřejněny ve Věstníku Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Česká technická norma se stává harmonizovanou českou technickou normou pouze tehdy, když budou všechny požadavky stanovené harmonizovanou evropskou normou řádně přejaty. [41], [42]

## 5.3 Určené normy

V případě, že je potřeba blíže specifikovat technické požadavky na výrobky vyplývající z nařízení vlády nebo jiného technického předpisu, může Úřad pro normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ) po dohodě s ministerstvy a jinými ústředními správními úřady, jejichž působností se příslušná oblast týká, také určit české technické normy, další technické normy nebo technické dokumenty zahraničních organizací obsahující podrobnější technické požadavky. Zjednodušeně můžeme určenou normu popsat jako blíže specifikovaný předpis, který podrobně popisuje technické požadavky výrobku v neharmonizované oblasti. [43], [42]

# 6 PROVOZOVANÉ VERTIKÁLNÍ OBRÁBĚCÍ CENTRUM MCFV 1260

Posouzení bezpečnosti v oblasti obslužných, servisních a údržbářských činností a následná analýza rizik u této diplomové práce se přímo vztahuje na strojní zařízení MCFV 1260. Tento konkrétní model vyrábí firma TAJMAC – ZPS, a.s. ve Zlíně. Strojírenská výroba ve Zlíně započala již v roce 1903, kdy sourozenci Baťové vyrobili první obuvnický stroj. Ovšem počátek firmy TAJMAC – ZPS, a.s. se datuje až od roku 1950, kdy firma fungovala ještě pod názvem ZPS (Závody přesného strojírenství). Pod tímto názvem firma působila až do roku 2000, kdy přešla do vlastnictví italského majitele a dostala tak název, který jí zůstal až dodnes. [44]

Tato česká firma má velmi široký sortiment záběru v oblasti obráběcích strojů. Hlavním výrobním programem jsou vertikální, horizontální, portálové a multifunkční víceosé obráběcí centra, a také soustružnické automaty a dlouhotočné automaty, které se dále dělí na konkrétní modelové řady, jimiž firma TAJMAC-ZPS, a.s. disponuje. Společnost se zabývá jak výrobou obráběcích strojů, tak samotným vývojem. Díky tomu, že společnost vlastní slévárenské prostory (ZPS – Slévárna, a.s.), tak má k dispozici koncentrovanou kapacitu procesů, které zahrnují všechny etapy vývoje a výroby. Svůj věhlas si firma vybuodovala nejen na tuzemském trhu, ale také na světovém, kde se stroje uplatňují v nejnáročnějších průmyslových odvětvích. Oceňovány jsou hlavně pro svoje vysoké technické parametry, kvalitu výroby a strojní spolehlivost. Firma TAJMAC – ZPS, a.s. se zařazuje mezi největší české exportéry a přední světové výrobce obráběcích strojů. Samotný export tvoří více než 80 % celkové produkce. [45]

Strojní zařízení MCFV 1260 spadá do modelové řady MCFV. V této konkrétní modelové řadě jsou evidovány další 3 modely o různých technických specifikacích (výkonech). V nabídce můžeme nalézt modely typu MCFV 1060i, MCFV 1680 a MCFV 2080. [46], [47]

## 6.1 Popis stroje

MCFV 1260 je vysoce produktivní vertikální frézovací tříosé obráběcí centrum, které je určeno pro komplexní třískové obrábění. Stroj se skládá ze dvou stacionárních odlitků (základny a stojanu). Na stojanu se nachází lineární vedení, po kterém se pohybuje ve vertikálním směru (osa Z) vřeteník. Pohyb v podélném směru (osa X) a na tzv. křížovém suportu je zajištěn pomocí pracovního stolu, jehož horní plocha je využívána pro upínání obrobku. V příčném směru (osa Y) se pohybuje křížový suport, který má vedení připevněno přímo na základně stroje. [46], [48]

Velkou výhodou stroje je elektronická kompenzace teplotních dilatací, která rozezná jakoukoliv změnu teploty. Výše zmiňovaná vedení suportů jsou tvořena lineárními vedeními s valivými jednotkami. Samotná dimenze a umístění lineárních vedení dovoluje vysoké zatížení působící na podélný suport, křížový suport i vřeteník, aniž by byla narušena přesnost, kvalita povrchu a celková životnost stroje. Pohon u všech suportů je řešen formou střídavých motorů s digitálním řízením přes kuličkové šrouby s předepnutými kuličkovými maticemi. Posuvová jednotka ve směru osy Z disponuje brzdou, která odvrací riziko najetí vřeteníků do pracovního stolu při výpadku elektrické energie. Mazání je řešeno pomocí automatického tukového mazání, které se zde využívá pro rotující a pohyblivé části stroje. Celá konstrukce a návrh stroje

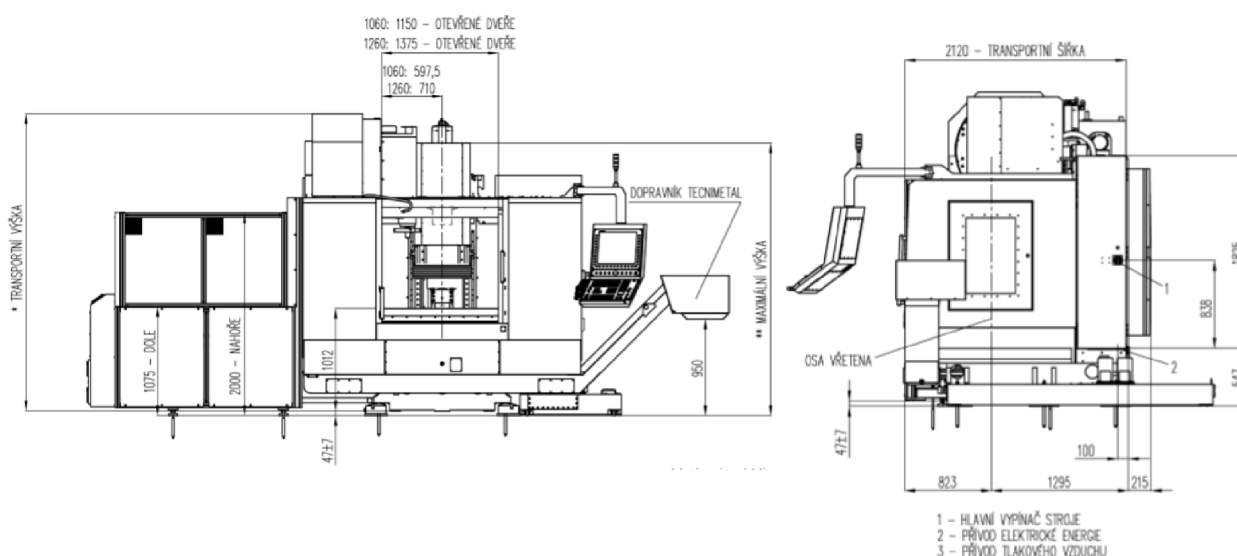
odpovídá požadavkům Směrnice Rady 2006/42/EC. Strojní zařízení zároveň vyhovuje požadavkům všech bezpečnostních norem pro označení značkou CE. Konstrukce stroje je navržena tak, aby nedošlo k úniku chladicí kapaliny, mazacích prostředků a dalších zplodin z obrábění. Celkové rozměry stroje činí 3 065 mm x 3 200 mm x 2 120 mm (v x d x š), což je relativně malý zástavbový prostor stroje. Při navrhování stroje byly kladeny nejvyšší nároky na bezpečnost pracovníka při práci. Zařízení je kompletně zakrytované, aby nedošlo ke kontaktu pracovníka s žádnou rotační částí stroje. Pracovní prostor je dokonale chráněn pomocí vodotěsných, bezpečnostních kabinových dveří. [46], [48]

Vertikální obráběcí centrum MCFV 1260 je určeno pro kusovou i sériovou výrobu. Obráběcí centrum je opatřeno třemi na sebe kolmými, souvisle řízenými osami, které nám dovolují vykonávat frézovací, vrtací, zahlubovací a vystružovací operace a řezání závitů. Nejčastěji je stroj využíván pro tvorbu forem, zápustek a součástí plochého nebo skříňového tvaru z ocele, šedé litiny a slitin lehkých kovů. Činnosti stroje jsou řízeny CNC řídicím systémem, který dovoluje obrábění i prostorově složitých tvarů. Docílí se toho tak, že nástroj kopíruje dráhu z návrhu vzniklého z 3D CAD programu. [46], [48]

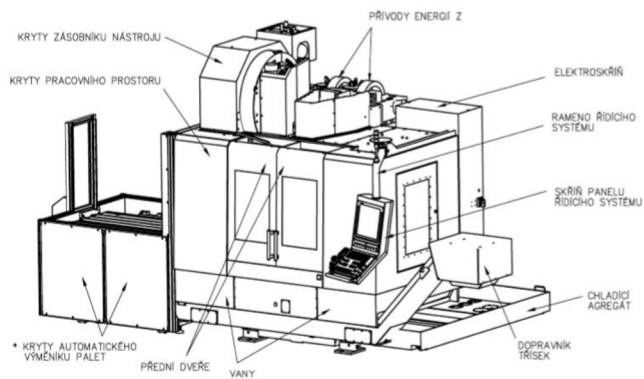
## 6.2 Výhody

- Vysoká výkonnost;
- Vysoká pevnost a tuhost;
- Vysoká dynamická a tepelná stabilita;
- Dlouhodobá vysoká přesnost;
- Vysoká spolehlivost;
- Automatická výměna palet;

[46]



Obr. 4: Základní rozměry vertikálního obráběcího centra MCFV 1260 [49]



Obr. 5: Vertikální obráběcí centrum MCFV 1260 a přehled jednotlivých částí [65], [49]

### 6.3 Technické parametry obráběcího centra MCFV 1260

Tab 3) Základní technické parametry ke stroji MCFV 1260 [49]

| Položka:   | Jednotka:        | MCFV 1260  |        |
|--|------------------|------------|--------|
| <b>Řídicí systém</b>                             |                  |            |        |
| HEIDENHAIN                                       | -                | TNC 640    |        |
| <b>Pracovní pojezd</b>                           |                  |            |        |
| Osa X – pracovní stůl (podélný suport s paletou) | mm               | 1300       |        |
| Osa Y – křížový suport                           | mm               | 640        |        |
| Osa Z – vřeteník                                 | mm               | 800        |        |
| <b>Vzdálenosti</b>                               |                  |            |        |
| Čelo vřetena – od stolu                          | mm               | 125 - 925  |        |
| Osa vřetena od stojanu                           | mm               | 635        |        |
| Osa vřetena od čela stroje                       | mm               | 830        |        |
| Pracovní stůl od podlahy                         | mm               | 959        |        |
| <b>Posuvy</b>                                    |                  |            |        |
| Pracovní posuvy v osách X, Y, Z                  | m/min            | 40         |        |
| Rychloposuv v ose X, Y, Z                        | m/min            | 40         |        |
| Zrychlení v ose X, Y, Z                          | $m \cdot s^{-2}$ | 5          |        |
| <b>Pohony posuvů - SIEMENS</b>                   |                  |            |        |
| Jmenovitý moment                                 | osa X            | Nm         | 27     |
|  | osa Y            | Nm         | 50     |
|  | osa Z            | Nm         | 50     |
| Jmenovité otáčky                                 | osa X            | $min^{-1}$ | 3000   |
|  | osa Y            | $min^{-1}$ | 2000   |
|  | osa Z            | $min^{-1}$ | 2000   |
| Axiální síla                                     | osa X            | N          | 11 150 |
|  | osa Y            | N          | 11 150 |
|  | osa Z            | N          | 11 150 |

| Pracovní stůl (paleta)   |    |             |
|--|----|-------------|
| Pracovní stůl  | mm | 1 500 x 620 |
| Maximální zatížení   | kg | 1 350       |
| Automatický výměník palet  |    |             |
| Počet palet  | -  | 2           |
| Čas výměny palety  | s  | 15          |
| Přesnost - Měření a vyhodnocení podle normy VDI/DGQ 3441                                     |    |             |
| Odměrovací systém v ose X, Y, Z  | -  | Přímý       |
| Přesnost polohování (P) v ose X, Y, Z  | mm | 0.008       |
| Opakovaná přesnost (P <sub>max</sub> ) v ose X, Y, Z   | mm | 0.005       |
| Přesnost - Přesnost ustavení palet na podélném suportu                                       |    |             |
| Max. výšková úchylka palet   | mm | 0.015       |
| Max. úchylka polohy osy středícího otvoru  | mm | 0.015       |
| Transportní rozměry stroje   |    |             |
| Délka  | mm | 3 200       |
| Šířka  | mm | 2 120       |
| Výška (se zásobníkem nástrojů GIFU 30 míst)  | mm | 2 783       |
| Výška (se zásobníkem nástrojů GIFU 24 míst)  | mm | 2 933       |
| Přibližná hmotnost stroje (bez dopravníku třísek, případně bez automatického výměníku palet) | kg | 8 300       |

Tab 4) Technické parametry vřetene, automatického zásobníku nástrojů a výměníku palet [49]

| Technická data – VŘETENO (Stroj s elektrovřetenem) |                     |                                  |              |                     |                      |                               |
|--|---------------------|----------------------------------|--------------|---------------------|----------------------|-------------------------------|
|  | Max. otáčky vřetena | Průměr vřetena v předním ložisku | Výkon n (S1) | Výkon při přetížení | Krouticí moment (S1) | Krouticí moment při přetížení |
| Výrobce elektrovřetena:                            | $min^{-1}$          | mm                               | kW           | kW                  | Nm                   | Nm                            |
| Kessler  | 15 000              | 80                               | 25           | 31 (S6 - 40%)       | 159                  | 197 S6 - 40%                  |
| Kessler  | 18 000              | 80                               | 25           | 31 (S6 - 40%)       | 159                  | 197 S6 - 40%                  |

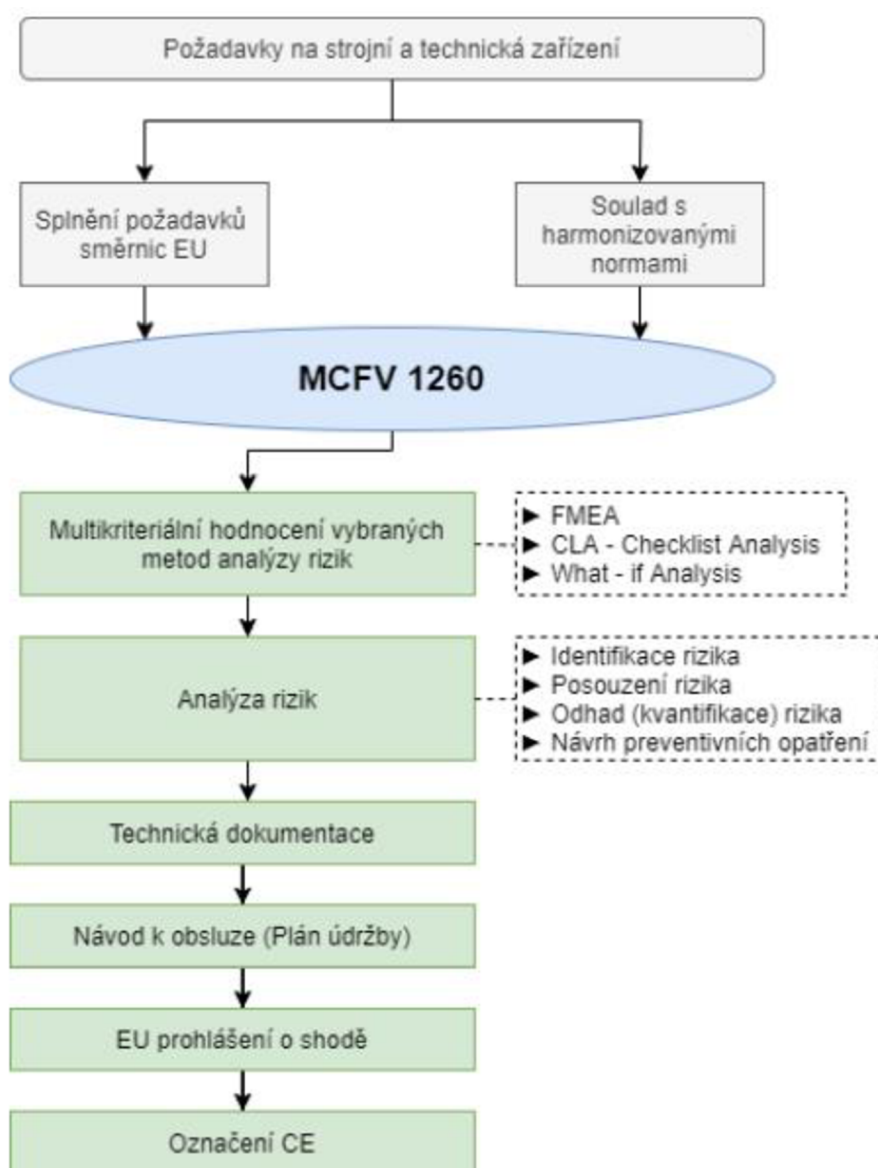
| Technická data – VŘETENO (Stroj s jednostupňovým řemenovým převodem) |                     |                                  |            |                       |                      |                               |
|--|---------------------|----------------------------------|------------|-----------------------|----------------------|-------------------------------|
|  | Max. otáčky vřetena | Průměr vřetena v předním ložisku | Výkon (S1) | Výkon při přetížení   | Krouticí moment (S1) | Krouticí moment při přetížení |
| Motor:   | $min^{-1}$          | mm                               | kW         | kW                    | Nm                   | Nm                            |
| SIEMENS 1PH7 137-2ND-OL  | 8 000               | 85                               | 17         | 25 (S6 - 40%)         | 143                  | 210 (S6 - 40%)                |
| SIEMENS 1PH8 137 MD  | 8 000               | 85                               | 19,5       | 29,3 (S6 - 40%)       | 142                  | 213 (S6 - 40%)                |
| SIEMENS 1PH7 133-2ND02   | 10 000              | 70                               | 12         | 17 (S6 - 40%)         | 90                   | 127 (S6 - 40%)                |
| Fanuc 22/7000HVi   | 10 000              | 70                               | 22         | 26 (30 min, S3 - 60%) | 97                   | 115 (30 min, S3 - 60%)        |
| SIEMENS 1PH7 137-2ND-O   | 12 000              | 70                               | 17         | 25 (S6 - 40%)         | 96                   | 141 (S6 - 40%)                |
| SIEMENS 1PH8 137 MD  | 12 000              | 70                               | 17         | 25 (S6 - 40%)         | 96                   | 141 (S6 - 40%)                |
| SIEMENS 1PH8 137 MD  | 12 000              | 70                               | 19,5       | 29,3 (S6 - 40%)       | 95                   | 143 (S6 - 40%)                |
| Fanuc 22/7000HVi   | 12 000              | 70                               | 22         | 26 (30 min, S3 - 60%) | 81                   | 96 (30min, S3 - 60%)          |

| Automatický zásobník nástrojů - ISO 50 / CAT50 / BT50 / HSK A80 |    |             |
|---|----|-------------|
| Počet nástrojů  | -  | 24          |
| Max. průměr nástroje  | mm | 110         |
| Max. průměr nástroje s vynecháním místa                         | mm | 210         |
| Max. délka nástroje   | mm | 350         |
| Max. hmotnost nástroje  | kg | 20          |
| Max. hmotnost všech nástrojů                                    | kg | 240         |
| Čas výměny nástroje   | s  | 3,5         |
| Automatický výměník palet                                       |    |             |
| Čas výměny palety   | s  | 20          |
| Vzdálenost čela vřetena od palety                               | mm | 50 - 825    |
| Pojezd v ose Z  | mm | 775         |
| Paleta  |    |             |
| Pracovní plocha   | mm | 1 320 x 620 |
| Počet T-drážek x šířka  | mm | 5 x 18      |
| Rozměr střední drážky   | mm | 18 H6       |
| Průměr středícího otvoru  | mm | 30 H6       |
| Rozteč drážek   | mm | 125         |
| Maximální zatížení  | kg | 900         |

## 7 SYSTÉMOVÝ ROZBOR

Systémový rozbor představuje jakýsi náhled do problematiky analýzy rizik vykonávané na vybraném strojní zařízení. V této části práce je nezbytné navrhnout vhodný postup řešení analýzy a na základě získaných poznatků o zkoumaném vertikálním obráběcím centru provést důkladný výzkum. Po vypracování systémového rozboru by měl pracovník, který je pověřen vykonáním analýzy rizik, dokonale rozumět všem úskalím souvisejícím s danou problematikou. Avšak i zde není prostor pouze na všeobecné odborné znalosti, nýbrž je velmi důležitým faktorem samotná praxe, z níž se vychází při navrhování vhodných opatření. Na základě zkušeností pracovníka je analýza kvalitnější a řeší relevantní scénáře nebezpečných situací, které mohou nastat.

### 7.1 Mapa procesu



Obr. 6: Mapa procesu



## 7.2 Metody analýzy rizik

Na určování rizika existuje spousta druhů analýz, které se běžně v praxi používají a usnadňují tak práci zaměstnancům v oblasti kvality a vylepšují efektivitu výrobního procesu. Pomocí analýzy rizik je detekováno velké množství potenciálních zdrojů významného nebezpečí, které je nutné řešit, aby se proces stále vylepšoval a docházelo tak ke snižování stávajících rizik. Za účelem zjednodušení výběru správné analýzy bylo vytvořeno hned několik druhů metod.

Tyto metody jsou používány na různé vzniklé situace individuálně, což znamená, že každá z níže uvedených metod má svůj vlastní postup řešení a pohled na sledovanou oblast. Většina analýz je řešena jednoduše, ovšem některé jsou vytvořeny velmi sofistikovaně a mají jasně definovaný postup řešení, který nelze měnit ani upravovat. Při výběru metody však záleží výhradně na pracovníkovi, který je pověřen vytvořením analýzy. V běžné praxi jsou nejdůležitějším faktorem zkušenosti pracovníka nebo celého týmu a jeho rozhodovací schopnost, jak řešit nebezpečné situace a podle toho správně koncipovat vybranou analýzu rizik.

V tomto případě je pro správný výběr analýzy rizik využito multikriteriální hodnocení, které na základě kritérií důležitosti vybere nejvhodnější metodu na řešení problematiky této práce.

### 7.2.1 FMEA

FMEA je zkratka pro Failure Mode and Effect Analysis, což znamená v překladu Analýza možných vad a jejich následků. Tato metoda je považována za analytickou techniku, která je využívána za účelem identifikování místa možného vzniku vady nebo poruchy v systému (konstrukce, výroba a vývoj). Poprvé se FMEA použila již v 60. tých letech ve Spojených Státech Amerických konkrétně ve vesmírném programu APOLLO, kdy ho využívala NASA jako nástroj pro hledání závažných rizik. V civilním využití byla metoda použita až o deset let později u společnosti Ford. FMEA je nedílnou součástí normy souboru ISO 9001:2015. [50]

Tato metoda má uplatnění hlavně ve strojírenském odvětví, kde je hojně využívána v oblasti řízení rizik, řízení kvality nebo řízení bezpečnosti. Prvním krokem FMEY je systematicky identifikovat všechny možné vady výrobku nebo procesu. Dále identifikovat kroky zamezení, snížení nebo omezení příčin vzniku vad a na závěr zdokumentovat celý proces. Velkou výhodou této metody je, že se může uplatnit na různé druhy systému. Slouží také jako určitý druh prevence před včasným identifikováním možné poruchy nebo vady. Tyto poruchy mají často za následek ovlivnění funkce celého systému. Pro správné provedení této techniky jsou důležité zkušenosti týmu, který bude analýzu vykonávat. Z velké části je tato metoda založena na znalostech a zkušenostech ohledně této problematiky. Velmi často se FMEA plete s metodou FMECA, která je její rozšířenou podobou (Failure Mode and Effect Critical Analysis) – analýza možných vad a jejich kritických následků. Metoda FMEA tvoří základ normy IEC 60812. [50]

### Předpoklady pro úspěšnou aplikaci metody [51]:

- Správné myšlení v systémových souvislostech (správné rozebrání systému a dodržení interakcí v blokovém diagramu);
- Identifikace relevantních kritických prvků systému (prvky důležité pro zajištění kvality vývoje);
- Identifikace kritických provozních stavů (správné určení kritických provozních stavů);

### Základní rozdělení této metody [51]:

- 1) **Systémová FMEA (SFMEA)** – je využívána především pro prověření součinnosti jednotlivých prvků systému v návaznosti na komplexní systém soustavy (analýza interakcí systému).
- 2) **Konstrukční FMEA (DFMEA)** – prověřují se potenciální chyby vzniklé při stavbě výrobku (konstrukce, výroba a montáž).
- 3) **Procesní FMEA (PFMEA)** – zkoumá možné počátky iniciace chyby během výrobního procesu.

## **7.2.2 Analýza pomocí kontrolního seznamu – Checklist (CLA)**

Další popisovanou metodou je Analýza pomocí kontrolního seznamu neboli Checklist Analysis. Je zde využíván kontrolní seznam položek, jednotlivých kroků nebo úkolů, podle kterých je posuzována správnost a úplnost pracovních postupů. Analýza pomocí kontrolního seznamu je často brána jako základ pro další konkrétní metody využívané v oblasti kvality, bezpečnosti a managementu rizik. [52], [53]

Metoda je založena na zkušenostech z odborné praxe, které jsou využívány při tvorbě kontrolního seznamu. Kontrolní seznam obsahuje všechny důležité otázky určené k danému zařízení, procesu nebo předmětu. Na základě těchto otázek pak pracovník zkontroluje správnost, celistvost svého jednání nebo stavu kontrolovaného objektu. Výsledkem analýzy jsou tedy ověřené odpovědi „ano“ či „ne“. Odpovědi lze případně na základě důležitosti rozšířit a blíže specifikovat jako např.: „Téměř splňuje, ale je potřeba vykonat bližší zkoušení (pozorování)“. Otázky musí být kladeny stručně a srozumitelně a musí být dodržena integrita jejich členění. Často se pak při tvorbě kontrolních seznamů přidávají další sloupce, které slouží pro vložení vlastních poznámek nebo komentářů. [52], [53]

Využití metody Checklist Analysis je vhodné téměř ve všech oblastech lidských činností. Tato metoda je zároveň značně využívána pro kontrolu správnosti zařízení s požadavky relevantních harmonizovaných norem. Je také používána jako preventivní metoda, dle které je možné zpětné zjištění příčiny zkoumaného problému. Velkou výhodou metody je její jednoduchost a přehlednost v seznamu kontrolních otázek. Doporučuje se používat analýzu v týmu, který bude veden zkušeným analytikem, který má zkušenosti s řešenou problematikou. [52], [53]

### Rozdělení kontrolních seznamů dle rozsahu jejich působnosti (objekty nebo zařízení) [53]:

- stroj;
- zařízení;
- provoz;

### 7.2.3 What - if Analysis

What – if Analysis neboli přeloženo do češtiny „Co se stane, když“ analýza je považována za jednu ze snadnějších analytických technik, která je aplikovaná při řešení problematiky rizik. Hlavním bodem této metody je hledání možných dopadů řešených situací. Nejdůležitější je kolektivní myšlení skupiny zkušených lidí, která formou diskuze neboli brainstormingu řeší možné situace vzniku nebezpečných rizik nebo vzniklých problémů. Vybraná skupina lidí si klade otázky a zároveň pronáší možné nežádoucí dopady pomocí otázek „Co se stane, když...“. Na závěr jsou navržena opatření k eliminování nalezených problémů nebo rizik, a je zvolen také vhodný způsob, jak rizikům předcházet. Tato metoda je velmi praktická a flexibilní na obecné řešení řízení rizik, ale není tak sofistikovaná jako metody FMEA, FTA či HAZOP. Cílem analýzy je především identifikovat problémy nebo nevhodný stav procesu. [54]

Cíle metody [54]:

- 1) identifikace možných nežádoucích dopadů nebo nebezpečných procesů;
- 2) navržení ochranných opatření za účelem eliminace možných rizik a způsobů, jak rizikům předcházet;

Postup tvorby What – if Analysis [54]:

- Definování oblasti zájmu;
- Definování cílového zájmu problémů (např. finanční rizika, environmentální problémy, bezpečnost při práci, atd.);
- Generování otázek (když);
- Generování odpovědí (co se stane);
- Generování opatření na situace (rozhodnutí, opatření atd.);

## 7.3 Multikriteriální analýza (MCA)

Jelikož byly vybrány 3 možné metody analýzy využívané na posouzení bezpečnosti obslužných, údržbářských a servisních činností u vertikálního obráběcího centra, tak je nutné vhodně rozhodnout, která z uvedených metod bude nejvhodnější pro zadané téma diplomové práce. Na základě velké podobnosti navrhovaných analýz bylo zapotřebí využít tzv. *Multikriteriální analýzu*.

Tento druh analýzy je zaměřen na hodnocení možných alternativ na základě navržených kritérií. Pravidlem bývá, že analýza, která disponuje u jednoho kritéria hodnotou nejvyšší, není obvyklé, že se bude nejvyšší hodnota opakovat i u dalších navržených kritérií. Často se uvádí místo výše uvedeného termínu název „Vícekriteriální rozhodování“. Tyto metody vícekriteriálního rozhodování upravují nesoulad mezi vzájemně kontrastními kritérii. Cílem metody je samotné shrnutí a porovnání získaných informací o řešených analýzách. [55]

Rozlišujeme tyto druhy kritérií [55]:

- **Kvantitativní** – jsou vyjádřeny v číslech nebo daných stupních (hovoříme o tzv. číselných kritériích).
- **Kvalitativní** – je zde zaváděna příslušná stupnice o definované míře spokojenosti na základě kritéria (velmi vysoký – vysoký – průměrný – nízký – velmi nízký). Dále je určen směr hodnocení. Zda-li, jsou vhodnější hodnoty stupnice klesající nebo stoupající.

Jakmile je vytvořen seznam kritérií a také seznam rozhodovacích variant, je potřeba vymyslet, jaký tvar bude mít finální rozhodnutí multikriteriální analýzy. Tuto metodu v podstatě můžeme definovat, že slouží k nastínění správného směru při rozhodování neboli výběru vhodné analýzy. Výsledná analýza je pak vybrána na základě hodnocení ze souboru kritérií. [55]

### 7.3.1 Bodovací metoda

Jedná se o druh kvalitativní metody, při které se přiřadí k jednotlivým analýzám určitý počet bodů ze zvolené stupnice, vzhledem k identifikovaným kritériím výběru analýzy. Což znamená, čím větší bodové ohodnocení, tím je analýza vhodnější dle kritérií na řešenou problematiku. Stupnice je definována dle hodnotitele a závisí na jeho rozlišovací schopnosti. Rozlišovací schopnosti musí být pro všechna kritéria posouzena stejně. Při této metodě je výhodné, že můžeme i několika kritériím dát stejný počet bodů. [56]

Samotná váha kritéria se stanoví dle vztahu [56]:

$$v_j = \frac{b_j}{\sum_{j=1}^n b_j}$$

kde:

- $b_j$  – počet přiřazených bodů;

Postup vícekriteriálního hodnocení [55]:

- Identifikace a vytvoření kritérií;
- Kvantifikace (stanovení) vah kritérií;
- Určení vzorových hodnot vah kritérií;
- Výpočet a výběr nejvhodnější varianty;

Na základě získaných informací z výše uvedeného textu, byla pro náš případ vybrána multikriteriální analýza – **kvalitativní (Bodovací metoda)**. V dalších krocích bude vybrán soubor kritérií, podle kterého budou analýzy porovnávány. Následně bude zvolena analýza, která získá nejvíce bodů, čili bude nejvhodnější pro téma mé diplomové práce. Stupnice je definována od 1 – 10 (nejhorší – nejlepší). Všechna navržená kritéria mají nejvyšší důležitost stanovenou dle firmy TAJMAC – ZPS, a.s., což znamená, že váha bude u všech kritérií stejná a nemusí být zahrnuta do výpočtu, který rozhodne o výběru nejvhodnější metody. [56]

**Identifikace kritérií:**

- A** – Jednoduchost;
- B** – Analýza vztahená přímo na konkrétní procesy;
- C** – Využitelnost v praxi (obsluha, údržba a servis);
- D** – Vhodnost analýzy pro kontrolu správnosti zařízení s požadavky relevantních harmonizovaných norem;
- E** – Přehlednost;
- F** – Systémové propojení;
- G** – Zjistitelnost vhodných opatření;

### Kvantifikace a určení vzorových hodnot vah kritérií:

Jedná se o bodové hodnocení výše uvedených kritérií. Tento krok je nejdůležitější z celé analýzy, protože nám rozhoduje o konečném výsledku volby metody pro posuzování rizika.

Tab 5) Celkové zhodnocení výběru metody analýzy rizik

|                           | <i>A</i> | <i>B</i> | <i>C</i> | <i>D</i> | <i>E</i> | <i>F</i> | <i>G</i> | <i>Součet:</i>    | <i>Pořadí:</i> |
|---------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------------|----------------|
| <i>FMEA</i>               | 9        | 8        | 8        | 7        | 8        | 6        | 9        | =9+8+8+7+8+6+9=55 | <b>1.</b>      |
| <i>Checklist</i>          | 5        | 7        | 8        | 4        | 7        | 8        | 7        | =5+7+8+4+7+8+7=46 | <b>2.</b>      |
| <i>What - if Analysis</i> | 8        | 7        | 7        | 3        | 7        | 6        | 7        | =8+7+7+3+7+6+7=45 | <b>3.</b>      |

Na základě hodnocení dle zvolených kritérií je patrné, že nejvhodnější metodou zkonzultovanou s vedením firmy **TAJMAC-ZPS, a.s.** pro téma této diplomové práce, bude **procesní FMEA**.

### 7.4 Návrh postupu řešení

Tato část práce je velmi stěžejní vzhledem k dalším kapitolám. Aby byly dodrženy cíle práce ze zadání, tak je nutné navrhnout postup, podle kterého se bude samotná analýza vypracovávat. Jelikož je celá diplomová práce zaměřena na posouzení bezpečnosti při obslužných, údržbářských a servisních činnostech, tak na bezpečnost při vykonávání již zmiňovaných činností bude kladen největší důraz. Při řešení problematiky bezpečnosti pracovních činností je vycházeno z návodu k obsluze vertikálního obráběcího centra poskytnutého firmou **TAJMAC-ZPS, a.s.**, ze kterého budou vybrány činnosti vykazované v nebezpečných prostorech stroje. Analýza rizik se bude týkat právě těchto úkonů.

Návrh postupu řešení bude prováděn dle následujících částí:

#### 1. Část: Analýza požadavků relevantních norem

Před zahájením analýzy rizik je potřeba definovat normy týkající se provozovaného stroje. Informace především z normy 16 090-1: 2018 budou použity při tvorbě procesní FMEY, která byla vybrána na základě multikritériálního hodnocení.

#### 2. Část: Detailní průzkum návodu k obsluze provozovaného stroje (plán údržby)

Samotná analýza bude zahájena detailním průzkumem návodu k obsluze vertikálního obráběcího centra MCFV 1260. Z návodu budou vypsány všechny vykonávané procesy dle plánu údržby. Tyto procesy budou dále rozděleny dle kompetence (obsluha, údržba a servis) a pravidelnosti, s jakou se musí provádět.

### **3. Část: Analýza rizik (procesní FMEA) vybraných činností obsluhy, údržby a servisu**

V další části analýzy budou vybrány již konkrétní činnosti vykonávané v nebezpečných prostorech stroje. Pomocí zvolené metody z multikriteriálního hodnocení bude vytvořen formulář, který bude zahrnovat všechny dílčí úkony z analyzované činnosti. Bude zde analyzován jak stav počáteční (původní), tak stav po navržení opatření k minimalizaci rizika. Na každou z vybraných činností bude také navržen detailní vývojový diagram, který bude jasně definovat posloupnost dílčích úkonů i s navrženými opatřeními, která budou dále detailně rozepsána v kontrolním formuláři. Na základě metodického přístupu bude daným úkonům přiděleno rizikové číslo.

### **4. Část: Monitoring procesu výroby**

V části věnované monitoringu procesu výroby bude ukázán pomocí obrázků současný stav aplikované vzdálené diagnostiky ve firmě TAJMAC – ZPS, a.s. Z obrázků bude zřejmé, že vedení firmy může monitorovat činnost všech strojních zařízení napojených na firemní síť pomocí senzorů a čidel. Na základě zjištěných poznatků bude navrženo doporučení na zlepšení stávajícího modelu.

### **5. Část: Závěr**

Cílem této práce je konkrétní navržení všech opatření u vybraných činností obsluhy, která mají za úkol minimalizovat riziko na akceptovatelnou úroveň. Výsledku bylo docíleno již při tvorbě analýzy rizik (procesní FMEY), kde byla všechna opatření přehledně zaznamenána. Příložené formuláře tak mohou sloužit jako doporučení pro firmu nebo jako sekundární dokument k návodu k obsluze ke stroji MCFV 1260.

## 8 ANALÝZA RIZIK

### 8.1 Analýza požadavků relevantních norem

Každé strojní zařízení musí být vyrobeno v souladu s příslušnými relevantními harmonizovanými normami. Pomocí těchto norem se řeší především bezpečnost stroje, ale také ochrana zdraví pracovníků při práci. Samozřejmě na každé strojní zařízení nalezneme velké množství relevantních norem, avšak čistě relevantní normy nejsou předmětem této diplomové práce.

Zákon č. 22/1997 Sb. říká, že technické normy uznávané v České republice nejsou považovány za obecně závazné. Tudíž firmy, které vyrábějí strojní zařízení, se nemusí jejichmi požadavky striktně řídit. Ačkoliv normy nejsou povinné, tak by měly sloužit jako doporučení nebo směr, kterým by se měla firma řídit. Jakmile se firma rozhodne neakceptovat požadavky relevantních norem, musí dosvědčit, že výrobek nebo strojní zařízení vyhovuje požadavkům na bezpečnost a splňuje veškeré stanovené technické parametry. Ovšem na základě závazku právního aktu může vzniknout povinnost, že se firma musí řídit při výrobě strojního zařízení dle požadavků kladených příslušnou normou. Právním aktem rozumíme státem vydaný právní předpis, smlouvu nebo rozhodnutí správního orgánu. Dalším případem, kdy je firma povinna dodržovat technické normy (ČSN), jsou podmínky navržené smlouvou. To znamená, že pokud je ve smlouvě uvedeno, že musí být dokumentace o strojním zařízení vypracována v souladu s platnými ČSN, tak je firma povinna tyto normy při návrhu závazně dodržovat. [57], [58]

Distribuci technických norem od data 1. 1. 2018 obstarává Česká agentura pro standardizaci, která již není řízena vyhláškou, ale ceníkem. Ceník technických norem je publikován ve Věstníku ÚNMZ. [58]

Vertikální obráběcí centrum MCFV 1260 bylo vyrobeno v souladu s těmito směrnici [59]:

- **Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/42/ES** – o strojních zařízeních;
- **Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/35/EU** – o zařízeních nízkého napětí;
- **Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/30/EU** – o elektromagnetické kompatibilitě;

Tyto směrnice jsou blíže popsány v kapitole č. 3 o požadavcích plynoucích ze směrnic Evropského parlamentu a Rady. V českém znění známe výše uvedené směrnice jako NV č. 176/2008 Sb., NV č. 118/2016 Sb. a NV č. 117/2016 Sb. [59]

Diplomová práce se především vztahuje na vertikální obráběcí centra – frézky. Nejvýznamnější harmonizovanou normou pro frézky je **ČSN EN ISO 16090-1:2019** (*Bezpečnost obráběcích a tvářecích strojů - obráběcí centra, frézky, postupové stroje – Část 1: Bezpečnostní požadavky*). Původní normou byla ČSN EN 12417+A2:2009. Mluvíme o harmonizované normě typu C, která má největší význam, a tak dostává přednost před normami typu A nebo B. Podle této normy a dalších níže uvedených norem typu B bude vytvořena již konkrétní analýza rizik. [59]

Zde jsou uvedeny normy, které byly použity při návrhu strojního zařízení MCFV 1260.

Tab 6) Souhrn použitých norem při návrhu stroje MCFV 1260 [59]

| <i>Normy:</i>                | <i>Popis:</i>  | <i>Typ:</i> |
|------------------------------|--|-------------|
| <b>ČSN EN ISO 16090-1</b>    | Bezpečnost obráběcích a tvářecích strojů -<br>Obráběcí centra  | <b>C</b>    |
| <b>ČSN EN ISO 12100</b>      | Bezpečnost strojních zařízení – Všeobecné zásady pro konstrukci<br>– Posouzení rizika a snižování rizika   | <b>A</b>    |
| <b>ČSN EN ISO 13857/2008</b> | Bezpečnost strojního zařízení. Bezpečné vzdálenosti k zabránění<br>dosahu k nebezpečným místům horními a dolními končetinami   | <b>B1</b>   |
| <b>ČSN EN 349+A1/2008</b>    | Bezpečnost strojních zařízení. Nejmenší mezery k zamezení<br>stlačení části lidského těla  | <b>B1</b>   |
| <b>ČSN EN 1837+A1</b>        | Bezpečnost strojních zařízení. Integrované osvětlení strojů  | <b>B</b>    |
| <b>ČSN EN 614-1/2006</b>     | Bezpečnost strojních zařízení. Ergonomické zásady pro<br>projektování. Část 1: Terminologie a všeobecné zásady   | <b>B1</b>   |
| <b>ČSN EN 894-1+A1</b>       | Bezpečnost strojních zařízení - Ergonomické požadavky pro<br>navrhování sdělovačů a ovládačů - Část 1: Všeobecné zásady<br>interakcí člověka se sdělovači a ovladači                         | <b>B2</b>   |
| <b>ČSN EN 894-2+A1</b>       | Bezpečnost strojních zařízení - Ergonomické požadavky pro<br>navrhování sdělovačů a ovládačů - Část 2: Sdělovače   | <b>B2</b>   |
| <b>ČSN EN 894-3+A1</b>       | Bezpečnost strojních zařízení - Ergonomické požadavky pro<br>navrhování sdělovačů a ovládačů - Část 3: Ovládače  | <b>B2</b>   |
| <b>ČSN EN ISO 14120</b>      | Bezpečnost strojních zařízení - Ochranné kryty - Všeobecné<br>požadavky pro konstrukci a výrobu pevných a pohyblivých<br>ochranných krytů  | <b>B2</b>   |
| <b>ČSN EN ISO 13849-1</b>    | Bezpečnost strojních zařízení - Bezpečnostní části ovládacích<br>systémů - Část 1: Všeobecné zásady pro konstrukci   | <b>B2</b>   |
| <b>ČSN EN ISO 4414</b>       | Pneumatika – Všeobecná pravidla a bezpečnostní požadavky na<br>pneumatické systémy a jejich součásti   | <b>B2</b>   |
| <b>ČSN EN ISO 4413</b>       | Hydraulika - Všeobecná pravidla a bezpečnostní požadavky na<br>hydraulické systémy a jejich součásti   | <b>B2</b>   |
| <b>ČSN EISO 7010</b>         | Grafické značky - Bezpečnostní barvy a bezpečnostní značky -<br>Registrované bezpečnostní značky   |             |
| <b>ČSN EN ISO 14159</b>      | Bezpečnost strojních zařízení - Hygienické požadavky pro<br>konstrukci strojních zařízení  | <b>B</b>    |
| <b>ČSN EN 60204-1</b>        | Bezpečnost strojních zařízení - Elektrická zařízení strojů; Část 1:<br>Všeobecné požadavky   | <b>B1</b>   |
| <b>ČSN EN ISO 3746</b>       | Akustika - Určení hladin akustického výkonu zdrojů hluku<br>pomocí akustického tlaku - Provozní metoda měření ve volném<br>poli nad odrazivou rovinou  |             |
| <b>ČSN EN ISO 11204</b>      | Akustika - Hluk vyzařovaný stroji a zařízeními - Měření<br>emisních hladin akustického tlaku na stanovišti obsluhy a dalších<br>stanovených místech - Metoda vyžadující korekce na prostředí |             |



### 8.1.1 ČSN EN ISO 16090-1: 2019

Tato norma se hlavně zabývá bezpečností obráběcích a tvářecích strojů a konkrétně řeší problematiku obráběcích strojů – frézek. Jelikož je tato práce zaměřena na vertikální obráběcí centrum MCFV 1260, tak se bude postupovat při analýze právě na základě této normy. Tato norma je v platnosti relativně krátkou dobu a to od 1. 6. 2019. Z předchozí tabulky je patrné, že se jedná o normu typu C, jak je definováno v ISO 12100. [60]

Tento dokument je klíčový pro následující zájmové skupiny, které tvoří poptávku [60]:

- Výrobci stroje (malé i velké podniky);
- Organizace ochrany zdraví a bezpečnosti;

Na základě úrovně bezpečnosti strojního zařízení mohou být ovlivněny tyto zájmové skupiny [60]:

- Uživatelé stroje - zaměstnavatelé;
- Uživatelé stroje – zaměstnanci;
- Poskytovatelé služeb – **údržba**;
- Spotřebitelé;

U vertikálních obráběcích center neboli frézek je důležitá ochrana obsluhy při výrobním procesu a zároveň jiných osob, které mohou přijít do kontaktu s různými (pohyblivými) částmi daného strojního zařízení. Může se jednat o řezné nástroje umístěné ve vřetenu nebo otáčení zásobníku nástrojů.

Předmětem této normy je však specifikace technických bezpečnostních požadavků, ochranných opatření pro navržení příslušné konstrukce a obstarání vhodné instalace a demontáže, která zahrnuje opatření pro dopravu a údržbu. [60]

Norma obsahuje tyto následující stroje [60]:

- Ručně ovládané vyvrtávačky a frézky bez číslicového řízení;
- Ručně ovládané vyvrtávačky a frézky s omezenou schopností číslicového řízení;
- Numericky řízené (automatické) frézky a obráběcí centra;
- Postupové stroje a další speciální stroje určené pro kusovou výrobu;

Zkoumané strojní zařízení **MCFV 1260** tedy spadá do kategorie „*Numericky řízených frézek a obráběcích center.*“

Platnost tohoto dokumentu je i pro strojní zařízení, která disponují tímto příslušným vybavením [60]:

- Zásobníkem nástrojů;
- Zařízením pro výměnu nástrojů;
- Mechanismem pro manipulaci s obrobkem;
- Napájenými upínacími mechanismy;
- Dopravníkem třísek;
- Strojně poháněnými dveřmi;

Kapitola 3.1 uvádí obecné termíny a definice, které jsou v souladu s normami ISO 12100 a ISO 13849-1. Tyto normy budou přiblíženy záhy v této kapitole. [60]

## Seznam významných nebezpečí a nebezpečných situací

Seznam významných nebezpečí je zahrnut v kapitole 4, kde jsou dále rozebrány i události identifikované pomocí hodnocení rizika. Na každé strojní zařízení jsou významné nebezpečí specifická. Pro taková strojní zařízení jsou dále navrhována opatření, která mají za úkol zjištěné riziko minimalizovat na akceptovatelnou úroveň.

V další podkapitole (4.2) jsou vypsány hlavní nebezpečné zóny. V těchto zónách jsou zahrnuty např.: pracovní oblasti s pohybujícím se vřetenem, zařízení pro výměnu nástroje, upínací komponenty, manipulační zařízení pro zakládání, zásobníky nástrojů, okolí oblasti dopravníku třísek, odkrytá převodovka, odkrytý vačkový mechanismus, vodící šroub, šroub posuvu, kuličkový šroub, lineární a rotační pohony, atd.

Kapitola 4.3 obsahuje soubor všech významných nebezpečí. Ovšem na základě zadání diplomové práce byl soubor modifikován tak, aby zadané požadavky vyhovovaly tématu práce. Seznam upravených významných nebezpečí a nebezpečných situací je vypracován (viz.: PŘÍLOHA 1). [60]

### 8.1.2 ČSN EN ISO 12100: 2011

Tato norma je považována jako základní konstrukční souhrnný systém a návod pro vývoj strojních zařízení. Je zde řešena bezpečnost strojních zařízení, posuzování vzniklého rizika a snižování rizika. Norma také pomáhá při vytváření vhodných norem typu B a C.

ČSN EN ISO 12100 definuje základní terminologii, všeobecná konstrukční pravidla a metrologii, která si klade za cíl získání bezpečné konstrukce strojního zařízení. Využívá se zkušeností z praxe, které byly zaznamenány na základě samotného používání, nehod, úrazů a rizik strojních zařízení. V dalších kapitolách normy jsou popsány jednotlivé kroky pro identifikaci nebezpečí, odhad a hodnocení rizika. Tato rizika jsou zkoumána v průběhu celého životního cyklu strojního zařízení. Na základě vyhodnocení identifikovaných rizik jsou navržena vhodná opatření, která slouží ke snížení rizika na přijatelnou úroveň.

V kapitole 4 je přesně rozebrán postup posouzení a snížení rizika. Pro správné posouzení rizika je nutné vzít v úvahu následující činnosti. [5]

Strategie posouzení rizika se skládá [5]:

- a) Určení mezních hodnot strojního zařízení;
- b) Identifikace nebezpečí a příslušné nebezpečné situace;
- c) Odhad rizika pro každé identifikované nebezpečí a nebezpečnou situaci;
- d) Hodnocení rizika;
- e) Snížení rizika a navržení vhodných opatření u nebezpečných rizik;

Kapitola 5.4 je zaměřena na identifikaci nebezpečí. Ke správnému identifikování nebezpečí je potřeba stanovit všechny obslužné, údržbářské a servisní úkony, které jsou prováděny na strojním zařízení. Při návrhu konstrukce musíme brát v úvahu vzájemné působení člověka a stroje během celého životního cyklu.

Je zde definována kategorie úkolů, které jsou prováděny na strojním zařízení po celou dobu jeho životního cyklu. [5]

Jedná se o tyto činnosti [5]:

- Seřizování;
- Zkoušení (testování);
- Programování;
- Změny procesu/nástroje;
- Spuštění;
- Všechny režimy provozu;
- Přívod stroje;
- Odstraňování výrobku od stroje;
- Zastavení stroje;
- Nouzové zastavení stroje;
- Opětné obnovení provozu po zablokování;
- Opětné spuštění po neplánovaném zastavení;
- Vyhledávání závad (zásah obsluhy);
- Čištění a udržování;
- Preventivní údržba;
- Údržba za účelem opravy;

### **8.1.3 ČSN EN ISO 13849-1: 2017**

Další normou, která významně upravuje bezpečnost strojních zařízení, je ČSN EN ISO 13849-1 z roku 2017. V úvodu jsou definovány základní normy a jejich rozdělení dle typu A, B a C. Základní přehled je v kapitole o technických normách (viz.: obr. 3). Obsahem normy jsou převážně bezpečnostní požadavky, termíny, definice a instrukce pro zásady konstrukce. Tento dokument je platný pro všechny ovládací systémy bez ohledu na druh aplikované technologie a energie.

Dále jsou součástí normy ergonomická hlediska konstrukce, bezpečnostní funkce a jsou zde rozepsány také jednotlivé kategorie a vztahy ke střední době do poruchy (MTTFd) každého kanálu, k průměrnému diagnostickému pokrytí (DCavg) a k poruše se společnou příčinou (CCF).

Kapitola 9 je věnována údržbě, kde je rozlišena preventivní a opravná údržba. Dodržování těchto druhů údržby je důležité proto, aby byly zajištěny stanovené vlastnosti bezpečnostních částí strojního zařízení. Instrukce pro bezpečnostní části ovládacího systému musí být uvedeny v technické dokumentaci a pokynech pro údržbu. [8]

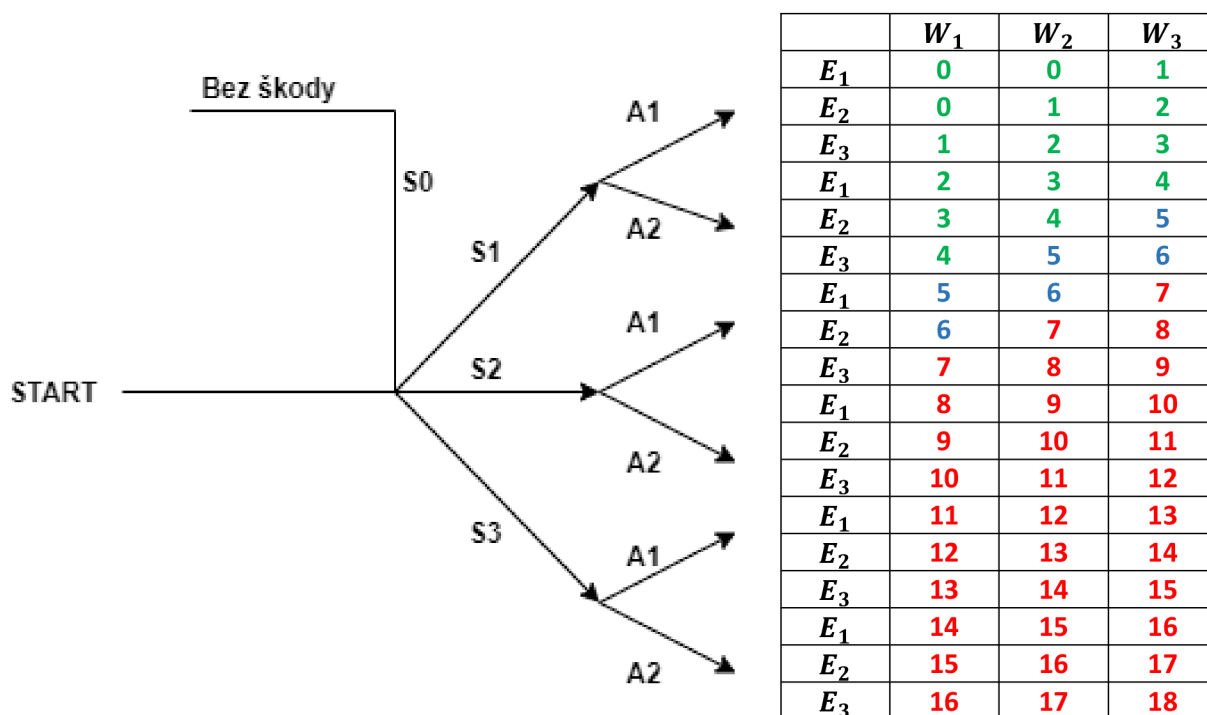
## 8.2 Procesní FMEA

Základem této analýzy bude modifikace původního formuláře procesní FMEY. Jelikož je tato diplomová práce zaměřena na posouzení bezpečnosti činností obsluhy u vertikálního obráběcího centra MCFV 1260, tak zde musí být zahrnuty parametry, které nám určují velikost rizika (viz.: obr. 7). To znamená, že místo parametrů významu, výskytu a odhalitelnosti, zde bude riziko určováno pomocí parametrů závažnosti možné škody, četnosti a doby trvání ohrožení atd.

Při tvorbě a návrhu analýzy bude nutné pomocí vývojových diagramů detailně analyzovat vybrané obslužné činnosti včetně návržení preventivních opatření, která budou obsažena i v samotné tabulce analýzy. Následně dle vývojových diagramů bude vytvořena tabulka analýzy. Na každý dílčí úkon vybrané činnosti bude navržen scénář rizika, co se může stát a stanovení počátečního rizika (viz.: obr. 7). Každá nebezpečná situace má potenciální chybu, kterou pracovník může udělat a potenciální následek chyby, který může nastat. Všechny tyto situace zde budou muset být zohledněny. Po stanovení počátečního rizika budou navržena preventivní opatření, která budou zahrnuta i ve vývojových diagramech. Cílem vhodně zvolených preventivních opatření bude dosáhnout akceptovatelných hodnot rizika.

Základní kroky při tvorbě analýzy rizik [61]:

- Identifikace rizika;
- Posouzení rizika;
- Odhad (kvantifikace) rizika;
- Návrh preventivních opatření;



Obr. 7: Graf pro odhad velikosti rizika [61]

Legenda:

**0 až 4 akceptovatelné riziko;**

**5 a 6 riziko akceptovatelné po prověření;**

**7 až 18 neakceptovatelné riziko;**

Hodnota rizika bude určována pomocí metodického přístupu dle normy ČSN EN ISO 12 100: 2011. Metodický přístup je znázorněn (viz.: obr. 5), kde jednotlivé symboly představují [5], [61]:

Závažnost možné škody na zdraví [S]:

S0 – žádné nebezpečí;

S1 – lehké poškození (přechodné následky);

S2 – těžké zranění (trvalé následky);

S3 – smrt;

Četnost a doba trvání ohrožení [A]:

A1 – zřídka až častěji;

A2 – často až trvale;

Možnost rozpoznání a vyvarování se nebezpečí [E]:

E1 – možné;

E2 – možné za určitých okolností;

E3 – sotva možné;

Pravděpodobnost vzniku nebezpečné události [W]:

W1 – malá (nepravděpodobná);

W2 – střední (je pravděpodobný vstup vícekrát za život jedince);

W3 – velká (je častý vstup);

### 8.3 Rozdělení činností dle pracovní kompetence

V této analýze jsou identifikovány všechny činnosti k sledovanému strojnímu zařízení. Konkrétně se zde zaměřuji na obslužné, údržbářské a servisní činnosti na vertikálním obráběcím centru MCFV 1260. Většina pracovních činností je k dispozici v návodu k používání strojního zařízení. Návod obsahuje relativně podrobně popsany plán údržby, který je rozdělen na úkony, které je potřeba dodržovat dle určité pravidelnosti. Níže jsou definovány jednotlivé druhy úkonů dle pracovní kompetence.

#### Obslužné úkony

Tyto činnosti spadají do kompetence pracovníka, který odpovídá za odvedenou práci na stroji. Tudiž jsou zde zahrnuty veškeré obslužné úkony, se kterými se musí pracovník při samotné výrobě potýkat.

#### Údržbářské úkony

Údržbářské úkony patří mezi nejvýznamnější. Bez včasné údržby stroje by docházelo k velkému množství poruch a stroj by tak neplnil svou funkci. Na údržbě je tedy závislá celá výroba a produkce firmy.

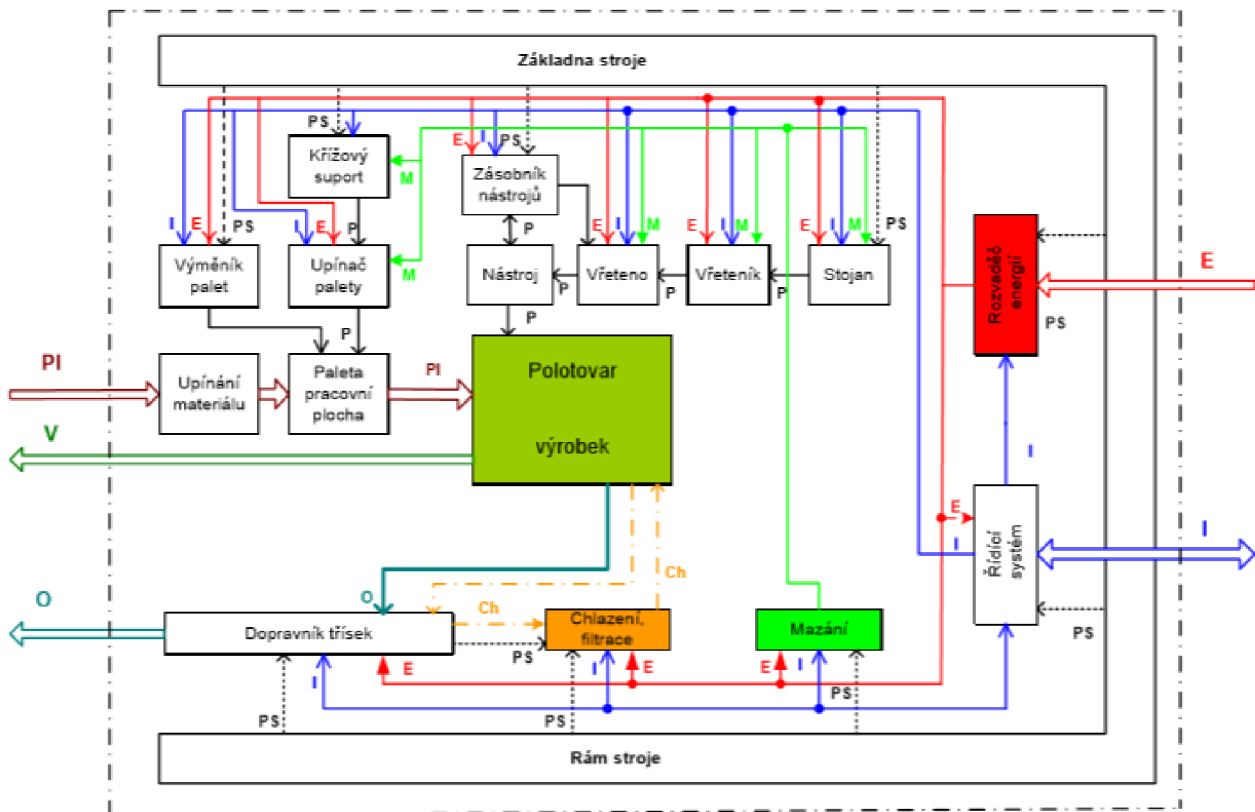
K některým zařízením stroje je dodáván samostatný návod (např. k dopravníku třísek, filtrační stanici, elektrovřetenu, chladicímu agregátu elektrovřetena, odsávacímu zařízení, otočnému stolu, atd.). Údržba těchto zařízení je prováděna dle instrukcí uvedených v návodu ke stroji.

#### Servisní úkony

Servis je taktéž neodmyslitelnou součástí celého výrobního koloběhu. Když dojde k poruše konkrétní strojní jednotky, která nespadá do povinností údržby, tak se musí přivolat servisní technici. Servis se stará o kompletní výměnu nefunkčních komponentů a jiné další služby. Zároveň může fungovat v rámci záruky externě, anebo se o vzniklé výlohy musí postarat firma sama na vlastní náklady (interní servis).

## 8.4 Blokové schéma vertikálního obráběcího centra MCFV 1260

Na obrázku (obr. 8) je zobrazeno celkové blokové schéma vertikálního obráběcího stroje MCFV 1260. Tento obrázek je v této práci použit z toho důvodu, aby byly zřejmé všechny informační vstupy a výstupy (informační, provozní média, atd.), které tak ovlivňují chod celého stroje. Toto schéma je důležité především pro samotnou obsluhu, ale i pro pracovníky údržby, kteří musí být důkladně seznámeni s jednotlivými cestami provozních médií ve sledovaném stroji. Na základě informací o jednotlivých vstupech a výstupech stroje také plánují vhodné údržbářské zásahy.

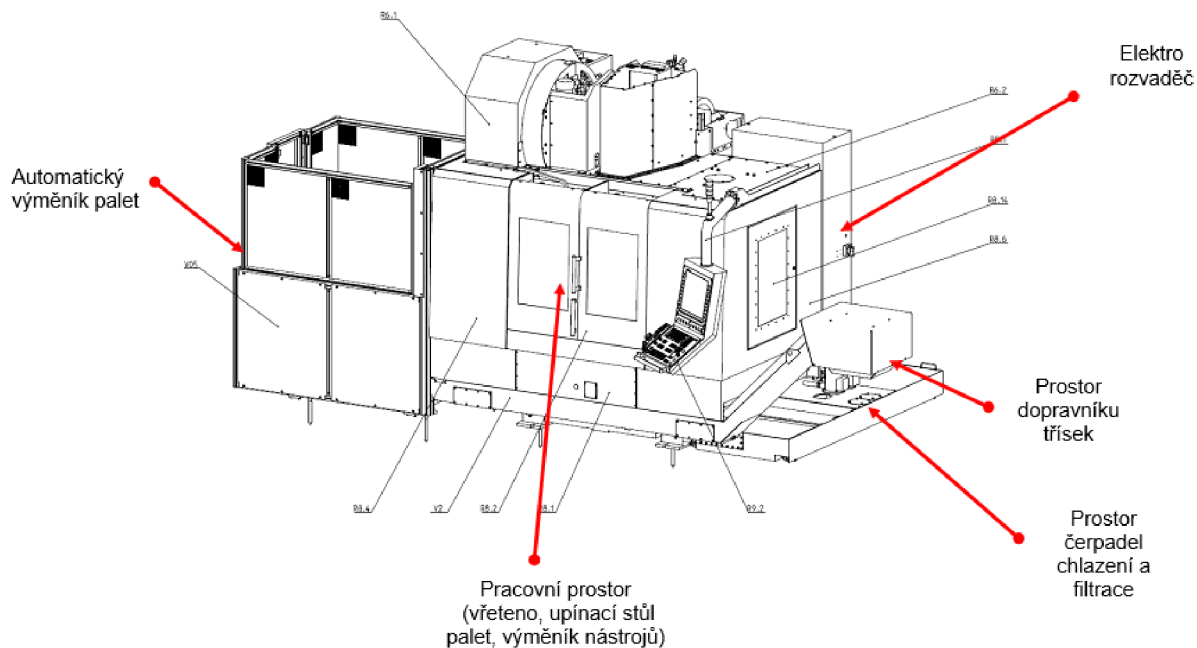


Obr. 8: Blokové schéma vertikálního obráběcího centra MCFV 1260 [62]

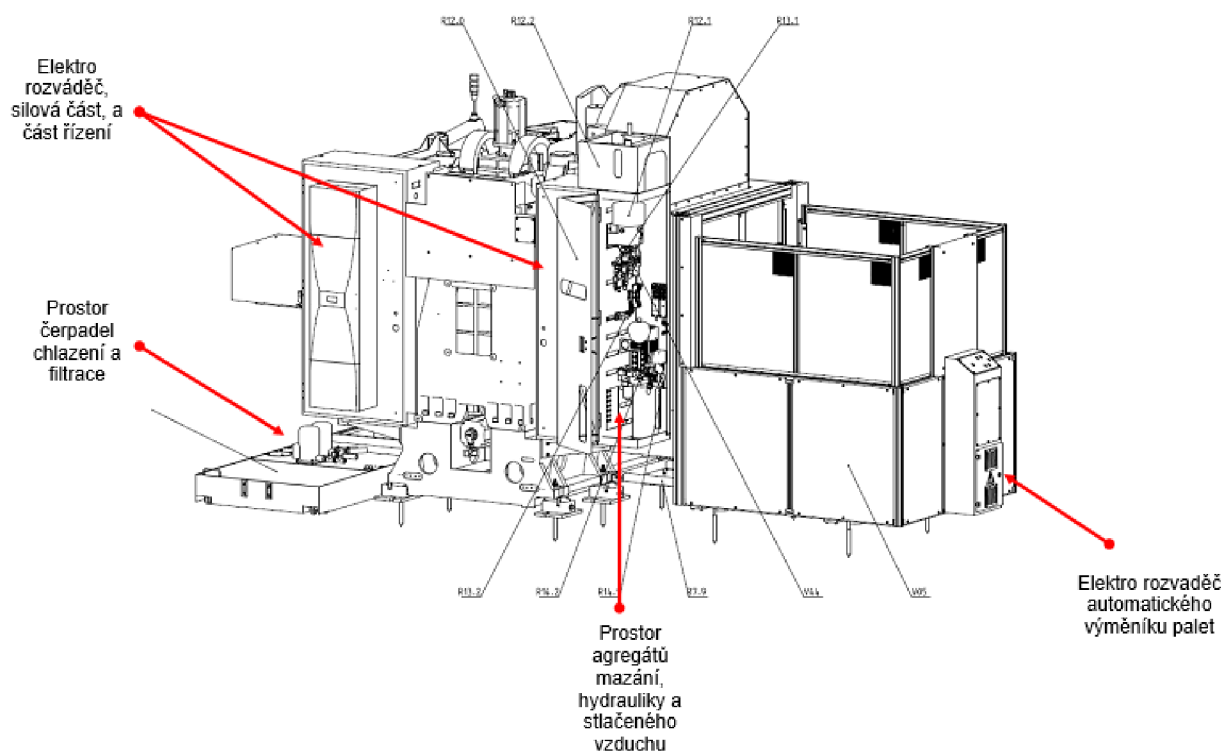
Legenda:

E – energie, PI – polotovary, O – odpad, V – výrobek, P – polohová vazba, rotační i posuvná, I – informace, PS – pasivní polohová vazba, Ch – chladičí kapalina, M – mazání;

## 8.5 Nebezpečné prostory vertikálního obráběcího centra MCFV 1260



Obr. 9: Přehled nebezpečných prostorů z předního pohledu stroje [62]



Obr. 10: Přehled nebezpečných prostorů ze zadního pohledu stroje [62]



## 8.6 Identifikace nebezpečných prostorů stroje

### Vnější prostory [62]:

- elektrická skříň (rozvaděč);
- elektrorozvaděč automatického výměníku palet;
- posuvné dveře přístupu do pracovního prostoru stroje;
- ochranné kryty (boční dveře pracovního prostoru);
- dopravník třísek;
- nádrž na chladicí kapalinu včetně čerpadel;
- filtrační zařízení chladicí kapaliny;
- agregát tlakového chlazení;
- zásobník nástrojů;
- automatický výměník palet;
- odsavač par;

### Vnitřní prostory [62]:

- pracovní prostor s otáčejícím se vřetenem;
- pohon automatické výměny palet;
- upínací zařízení palet;
- pracovní stůl;
- křížový stůl;
- vřeteník;
- prostor motoru pro pohon vřetena;
- ruka manipulace nástrojů;
- dopravník třísek;

## 8.7 Přehled všech identifikovaných činností

Zde jsou identifikovány všechny úkony, které jsou také zaznamenány v návodu k obsluze vertikálního obráběcího centra MCFV 1260. Úkony jsou tříděny podle časových intervalů a podle sekce, která za splnění činností zodpovídá. U každé činnosti je taktéž zapsán nebezpečný prostor, ve kterém musí pracovník činnost vykonat.

Tyto činnosti jsou obecně součástí plánu údržby, který musí být zaveden v každé firmě a musí být důsledně dodržován. Na plánu údržby je závislá veškerá výrobní produkce a chod firmy, protože bez pravidelné údržby by docházelo k mnoha poruchám a strojní zařízení by nemohla plnit požadovanou funkci. Vzniklé poruchy na strojních zařízeních mají za následek strojní prostoje a přesčasy, které se razantně promítají do firemní ekonomiky.

Tab 7) DENNÍ ÚKONY [49]

| Sekce:         | Činnost:  | Nebezpečný prostor a celek:  |
|----------------|---|--|
| <b>Obsluha</b> | Zakládání obrobku na paletu nebo na pracovní stůl v pracovním prostoru (do svěráku)   | Pracovní prostor<br>■ Svěrák, upínač                                   |
|                | Vkládání nástroje do zásobníku nástrojů přes vřeteno                                  | Pracovní prostor<br>■ Vřeteno, zásobník nástrojů                       |
|                | Spuštění programu pomocí tlačítek na zobrazovacím zařízení                            | Pracovní prostor<br>■ Zobrazovací zařízení                             |
|                | Kontrola množství tuku v zásobníku  | Prostor mazání<br>■ Agregát centrálního mazání                         |
|                | Kontrola množství oleje v nádrži  | Prostor mazání<br>■ Agregát mazání vřetenových ložisek                 |
|                | Kontrola výšky hladiny chladicí kapaliny v nádrži                                     | Prostor čerpadel a chlazení<br>■ Nádrž na chladicí kapalinu            |
|                | Čistění průhledných bezpečnostních výplní   | Pracovní prostor<br>■ Dveře a kryty pracovního prostoru                |
|                | Odstraňování třísek a čišťení   | Pracovní prostor<br>■ Kryty vedení                                     |
|                | Čistění kontaktních ploch vřetena a nástrojového držáku                               | Pracovní prostor<br>■ Vřeteno  |
|                | Čistění prostoru automatického výměníku palet   | Automatický výměník palet<br>■ Výměník palet                           |
| <b>Údržba</b>  | Vypouštění vody z nádoby dodatečného odlučovače kondenzátu                            | Prostor mazání<br>■ Pneumatický agregát                                |
|                | Vypouštění vody z nádoby základní jednotky úpravy vzduchu                             | Prostor mazání<br>■ Pneumatický agregát                                |
|                | Kontrola tlaku vzduchu na tlakoměru základní jednotky úpravy vzduchu                  | Prostor mazání<br>■ Pneumatický agregát                                |
|                | Kontrola tlaku vzduchu na tlakoměru jednotky úpravy vzduchu pro pravítka              | Prostor mazání<br>■ Pneumatický agregát                                |
|                | Kontrola tlaku vzduchu na tlakoměru redukčního ventilu spouštění krytu výměníku palet | Prostor mazání<br>■ Pneumatický agregát                                |
|                | Kontrola tlaku vzduchu  | Prostor stlačeného vzduchu<br>■ Jednotka úpravy vzduchu pro sondu NC   |
|                | Kontrola hladiny oleje  | Prostor stlačeného vzduchu<br>■ Jednotka přimazávání tlakového vzduchu |
|                | Kontrola výšky hladiny oleje v nádrži   | Prostor mazání<br>■ Hydraulický agregát                                |
| <b>Servis</b>  | Kontrola množství oleje v nádrži  | Prostor mazání<br>■ Agregát oběhového mazání                           |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  | Kontrola stavu průhledných bezpečnostních výplní | Pracovní prostor<br>■ Dveře a kryty pracovního prostoru |
|  | Kontrola hlučnosti při chodu vřetena             | Pracovní prostor<br>■ Řemeny pohonu vřetena             |

Tab 8) ÚKONY PO TÝDNU [49]

| Sekce:  | Činnost:   | Nebezpečný prostor a celek:                     |
|---------|--|---|
| Obsluha | Čistění nástrojových lůžek a nástrojových držáků v zásobníku               | Pracovní prostor<br>■ Zásobník nástrojů         |
| Údržba  | Kontrola těsnícího kroužku přívodu osového chlazení do nástrojového držáku | Pracovní prostor<br>■ Upínací zařízení nástroje |
|         | Čistění ozubených kol pohonu zásobníku                                     | Pracovní prostor<br>■ Zásobník nástrojů         |

Tab 9) ÚKONY PO MĚSÍCI [49]

Úkony, které musí být vykonávány po měsíci a větších časových intervalech, nazýváme **prediktivní údržbou**.

| Sekce: | Činnost:                                 | Nebezpečný prostor a celek:                                 |
|--------|--|---|
| Údržba | Kontrola obsahu vody v chladicí kapalině | Prostor čerpadel a chlazení<br>■ Nádrž na chladicí kapalinu |
|        | Kontrola konektorů a rozvodů             | Elektrorozvaděč<br>■ Konektory a rozvody                    |

Tab 10) ÚKONY PO 3 MĚSÍCÍCH [49]

| Sekce: | Činnost:                                    | Nebezpečný prostor a celek:  |
|--------|---|--|
| Údržba | Kontrola vlastností chladicí kapaliny       | Prostor čerpadel a chlazení<br>■ Nádrž na chladicí kapalinu                        |
|        | Kontrola množství kapaliny v hadici prosaku | Prostor čerpadel a chlazení<br>■ Rotační jednotka systému chlazení středem vřetena |

Tab 11) ÚKONY PO 6 MĚSÍCÍCH [49]

| Sekce: | Činnost:  | Nebezpečný prostor a celek:   |
|--------|---|---|
| Údržba | Kontrola těsnosti a nepoškozenosti hadic, trubek a spojovacích komponentů | Prostor mazání<br>■ Rozvody tlakového vzduchu, hydrauliky, chladicí kapaliny a maziva |
|        | Doplnění maziva do příslušných maznic pomocí hydraulického lisu           | Prostor mazání<br>■ Lineární vedení a matice kuličkových šroubů X, Y, Z               |
|        | Kontrola množství oleje   | Pracovní prostor<br>■ Multiplikátor tlaku oleje pro uvolňování nástroje (vřeteno)     |

|               |  |   |
|---------------|--|---|
|               | Kontrola množství oleje v nádrži   | Prostor mazání<br>■ Agregát mazání vřetenových ložisek                                  |
|               | Výměna oleje a čištění filtrační vložky                                  | Prostor mazání<br>■ Systém oběhového mazání planetové převodovky                        |
|               | Čištění filtrační vložky základní jednotky úpravy vzduchu                | Prostor mazání<br>■ Pneumatický agregát   |
|               | Čištění nádoby oleje   | Prostor mazání<br>■ Jednotka přimazávání tlakového vzduchu                              |
|               | Výměna oleje, čištění filtrační vložky                                   | Prostor mazání<br>■ Hydraulický agregát   |
|               | Doplnění maziva do mazací hlavičky pomocí hydraulického lisu             | Automatický výměník palet<br>■ Matice kuličkového šroubu na automatickém výměníku palet |
|               | Výměna mikrofiltrační vložky v jednotce úpravy vzduchu pro pravítka      | Prostor mazání<br>■ Pneumatický agregát   |
|               | Výměna mikrofiltrační vložky   | Prostor stlačeného vzduchu<br>■ Jednotka úpravy vzduchu pro sondu NC                    |
| <b>Servis</b> | Kontrola míry E. M.  | Pracovní prostor<br>■ Zařízení pro upínání nástroje ve vřetenu                          |
|               | Kontrola tlaku dusíku  | Prostor mazání<br>■ Hydraulický akumulátor  |
|               | Výměna těsnícího kroužku přívodu osového chlazení do nástrojového držáku | Pracovní prostor<br>■ Upínací zařízení nástroje   |

Tab 12) ÚKONY PO 10 LETECH [49]

| Sekce:        | Činnost:                                 | Nebezpečný prostor a celek:                             |
|---------------|--|---|
| <b>Servis</b> | Výměna průhledných bezpečnostních výplní | Pracovní prostor<br>■ Dveře a kryty pracovního prostoru |

Tab 13) ÚKONY DLE POTŘEBY [49]

| Sekce:         | Činnost:                                | Nebezpečný prostor a celek:                                    |
|----------------|---|--|
| <b>Obsluha</b> | Vyprazdňování kontejneru                | Prostor dopravníku třísek<br>■ Kontejner dopravníku třísek     |
|                | Vyprazdňování a čištění nádob na třísky | Prostor dopravníku třísek<br>■ Kazetový systém nádob na třísky |
|                | Čištění sít pod nádobami na třísky      | Prostor dopravníku třísek<br>■ Kazetový systém nádob na třísky |
|                | Čištění                                 | Pracovní prostor<br>■ Sklo na svítidlech v pracovním prostoru  |

|               |   |  |
|---------------|---|--|
| <b>Údržba</b> | Čistění výměníku tepla                                      | Prostor mazání<br>■ Agregát oběhového mazání a chlazení planetové převodovky                               |
|               | Čistění síta v nádrži                                       | Prostor čerpadel a chlazení<br>■ Systém chlazení nástroje a oplachů  |
|               | Výměna chladicí kapaliny a čistění nádrže chladicí kapaliny | Prostor čerpadel a chlazení<br>■ Systém chlazení nástroje a oplachů  |
|               | Čistění trysek na vřeteníku                                 | Pracovní prostor<br>■ Vřeteník   |
|               | Čistění filtrační vložky                                    | Prostor čerpadel a chlazení<br>■ Průtokový filtr   |
|               | Vypouštění kalu z jednotky úpravy vzduchu pro pravítka      | Prostor mazání<br>■ Pneumatický agregát  |
|               | Vypouštění kalu   | Prostor stlačeného vzduchu<br>■ Jednotka úpravy vzduchu pro sondu NC                                       |
|               | Vyprazdňování a čistění nádoby na třísky                    | Prostor dopravníku třísek<br>■ Nádoba pod výtokovou přírubou článkového dopravníku třísek                  |
|               | Čistění   | Pracovní prostor<br>■ Čepy a pouzdra na paletě a podélném suportu  |
|               | Čistění   | Automatický výměník palet<br>■ Vodicí plochy na paletě, vodicí kladky na upínači palet a na výměníku palet |
|               | Čistění   | Automatický výměník palet<br>■ Lineární vedení na automatickém výměníku palet                              |
|               | Výměna vzduchových filtrů                                   | Elektorozvaděč<br>■ Ventilátory v elektroskříně  |
|               | Vysávání prachu z elektroskříně                             | Elektorozvaděč<br>■ Elektroskříně  |
| <b>Servis</b> | Čistění štěrbin chladiče                                    | Elektorozvaděč<br>■ Klimatizační zařízení elektroskříně  |
|               | Napínání pásu článkového dopravníku třísek                  | Prostor dopravníku třísek<br>■ Článkový dopravník třísek   |

## 8.8 Analyzované činnosti

Samotná analýza rizik se bude týkat činností vykonávaných v nebezpečných prostorech stroje. Bude zde vybrána ke každému nebezpečnému prostoru minimálně jedna činnost, kterou musí obsluha, údržba nebo servis vykonat (viz.: Tab 4). Na každou z těchto vybraných činností budou vytvořeny vývojové diagramy, ve kterých bude detailně popsán celý proces činnosti i s navrženými opatřeními. Poté na základě vypracovaných diagramů budou vytvořeny tabulky procesní FMEY, které budou korespondovat s vývojovými diagramy. Pomocí analýzy rizik (procesní FMEY) se budu snažit snížit počáteční riziko na snesitelnou úroveň a navrhu opatření tak, aby byla dodržena bezpečnost a ochrana zdraví při práci.

Tab 14) Přehled analyzovaných činností

| Číslo úkonu: | Sekce: | Činnost:   | Nebezpečný pracovní prostor:                             | Celek:   | Vývojový diagram a FMEA |
|--------------|--------|--|--|--|-------------------------|
| 1.           | O      | Vkládání nástroje do zásobníku nástrojů přes vřeteno       | Pracovní prostor   | Vřeteno, Zobrazovací zařízení, Zásobník nástrojů             | PŘÍLOHA 2               |
| 2.           | O      | Spuštění programu pomocí tlačítek na zobrazovacím zařízení | Pracovní prostor   | Zobrazovací zařízení, Svěrák (upínač)                        | PŘÍLOHA 3               |
| 3.           | O      | Čištění průhledných bezpečnostních výplní                  | Pracovní prostor   | Dveře a kryty pracovního prostoru (Pohyblivé ochranné kryty) | PŘÍLOHA 4               |
| 4            | O      | Čištění prostoru automatického výměníku palet              | Prostor automatického výměníku palet                     | Automatický výměník palet                                    | PŘÍLOHA 5               |
| 5.           | O      | Kontrola výšky hladiny chladicí kapaliny v nádrži          | Prostor čerpadel chlazení a filtrace                     | Nádrž na chladicí kapalinu                                   | PŘÍLOHA 6               |
| 6.           | U      | Kontrola výšky hladiny oleje v nádrži                      | Prostor agregátu mazání, hydrauliky a stlačeného vzduchu | Hydraulický agregát  | PŘÍLOHA 7               |
| 7.           | U      | Kontrola konektorů a rozvodů v elektrorozvaděči            | Elektorozvaděč automatického výměníku palet              | Elektrické zařízení stroje                                   | PŘÍLOHA 8               |
| 8.           | S      | Napínání pásu článkového dopravníku třísek                 | Prostor dopravníku třísek                                | Dopravník třísek   | PŘÍLOHA 9               |
| 9.           | S      | Čištění štěrbin chladiče                                   | Elektorozvaděč, silová část a část řízení                | Klimatizační zařízení elektroskříně                          | PŘÍLOHA 10              |

Legenda: O - obsluha, U - údržba, S - servis;

## 1. Vkládání nástroje do zásobníku nástrojů přes vřeteno

Jedná se o každodenní činnost, se kterou se obsluha stroje setkává téměř každý den. Tento proces je velmi náročný vzhledem k obtížnosti jednotlivých dílčích úkonů. Pracovník musí dokonale ovládat systematický postup, který je vyžadován při vkládání nástroje nejprve do vřetena a z vřetena je až nástroj odvolán pomocí funkce do zásobníku nástrojů. Při vykonávání této činnosti, a všech následujících, je nutné se řídit určitými pravidly a pokyny dle návodu k obsluze. Níže jsou zachyceny konkrétní nebezpečné prostory zkoumaného stroje, kde se daná činnost vykonává a některé komponenty, se kterými se obsluha při vkládání nástroje do zásobníku nástrojů přes vřeteno musí potýkat (viz.: obr. 11). Jelikož samotný formulář a vývojové diagramy k činnosti jsou velmi rozsáhlé, tak je zde pořízen detail tabulky (viz.: obr. 12). Celý formát je možné zhlédnout v PŘÍLOZE 2.



Obr. 11: Znárodnění činnosti vkládání nástroje do zásobníku nástrojů přes vřeteno pomocí obrázku

| název procesu: vkládání nástroje do zásobníku nástrojů přes vřeteno |  |  |  | PFMEA   | Číslo FMEA: 1                |     |     |     |                |  |     |     |      |   |   |
|---|--|--|--|---|------------------------------|-----|-----|-----|----------------|--|-----|-----|------|---|---|
| Odpovědnost za proces: Lukáš Valc                                   |  |  |  |   | Číslo úkonu: 1               |     |     |     |                |  |     |     |      |   |   |
| Rozhodné datum: 26.6.2020   |  |  |  |   | Vypracoval: Lukáš Valc       |     |     |     |                |  |     |     |      |   |   |
| Řešitelský tým: VALC  |  |  |  |   | Datum vypracování: 16.4.2020 |     |     |     |                |  |     |     |      |   |   |
| krok procesu (funkce)   | Potenciální chyba  | Potenciální následky chyby                                       | Potenciální příčiny chyb   | Popis nebezpečné situace (scénář rizika)  | počáteční riziko             |     |     |     | Snížené riziko |  |     |     |      |   |   |
|   |  |  |  |   | [S]                          | [A] | [E] | [W] | [S]            | [A]  | [E] | [W] | OPBN |   |   |
| Zapnutí stroje  | Nepřítomnost pevných a pohyblivých ochranných krytů; Ovládání stroje nepovolanou osobou; | Stlačení; zachycení; zasažení a smrt el. proudem; chyba člověka; | Nečekané rozjetí stroje; Nebezpečí zasažení elektrickým proudem při práci v blízkosti rozvaděče; | Po zapnutí stroje může dojít ke stlačení nebo k zachycení části těla v důsledku nečekaného pohybu nástroje nebo pohybové osy stroje. K takovému zranění může dojít vinou nepřítomnosti pohyblivých ochranných krytů. Může také dojít k zasažení či smrti el. proudem při dotyku se živou částí v prostoru rozvaděče. Při opouštění stroje může obsluha zapomenout klíček ve stroji, a tak může dojít k ovládání stroje nepovolanou osobou (obsluha nechá aktivovaný PIN kód). | 3                            | 1   | 2   | 3   | 14             | Světelná signalizace po úspěšném zapnutí stroje; Přidání senzorů, stykačů a samodržící zabraňující samovolnému rozjetí stroje; Upozornění obsluhy o zodpovědnosti při práci na strojním zařízení; Školení obsluhy o postupy dle návodu ke stroj MCFV 1260; Stanovená odstavka výroby při práci údržby v blízkosti rozvaděče - použití ochranných pomůcek a vhodného nevodivého nářadí; Školení BOZP; Ověření, jestli jsou všechny bezpečnostní prvky funkční a na svém místě (kontrola ochranných pohyblivých krytů); kontrola správnosti při zadávání referenčních bodů (olúsednost) - pohony musí být v pohotovosti; Upozornění na živé části v prostoru rozvaděče; Chybové hlášení a na základě vážnosti poruchy okamžitě (automatické) přivolání údržby; Měly by být využívány minimálně 2 přepínače a 2 autorizační klíčky; Doplat do návodu poznámku: Zákaz ponechávání klíčku na místě (pracovní mlčenlivost - při sdělování PIN kódů druhé osobě); Software s vyskakovacím oknem (potvrzení, zda je klíček vytažen); | 1   | 1   | 2    | 2 | 1 |

Obr. 12: Detail dílčího úkonu činnosti při vkládání nástroje do zásobníku nástrojů v analýze FMEA



## 2. Spuštění programu pomocí tlačítek na zobrazovacím zařízení

Spuštění programu pomocí tlačítek na zobrazovacím zařízení je nedílnou součástí práce na strojním zařízení (viz.: obr. 13). Proto bylo nutné tento proces důkladně rozebrat a minimalizovat stávající riziko na nejnižší úroveň. Jelikož v tomto procesu je obsaženo relativně dost dílčích úkonů, které je nutné dodržet, aby byl správně spuštěn výrobní program, je potřeba se zaměřit na jednotlivé nebezpečné situace (upnutí obrobku, kontrola obsazenosti nástrojů, důslednost při zadávání funkcí, atd.) a podle vzniklého scénáře rizika vyvodit relevantní preventivní opatření. Jelikož samotný formulář a vývojové diagramy k činnosti jsou velmi rozsáhlé, tak je zde pořízen detail tabulky (viz.: obr. 14). Celý formát je možné zhlédnout v PŘÍLOZE 3.



Obr. 13: Znázornění činnosti spuštění programu pomocí tlačítek na zobrazovacím zařízení pomocí obrázků

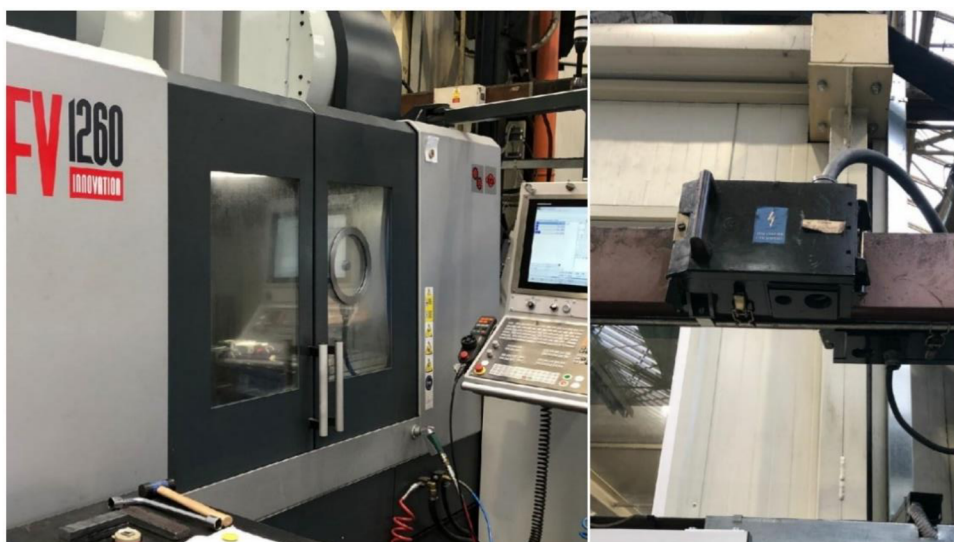
| Název procesu: Spuštění programu pomocí tlačítek na zobrazovacím zařízení |  |  |  |   | PFMEA                        | Číslo PFMEA: 2 |     |     |         |  |     |     |     |         |   |
|---|--|--|--|---|------------------------------|----------------|-----|-----|---------|--|-----|-----|-----|---------|---|
| Odpovědnost za proces: Lukáš Valc   |  |  |  |   |                              | Číslo úkonu: 2 |     |     |         |  |     |     |     |         |   |
| Rozhodné datum: 26.6. 2020  |  |  |  |   | Vypracoval: Lukáš Valc       |                |     |     |         |  |     |     |     |         |   |
| Řešitelský tým: VALC  |  |  |  |   | Datum vypracování: 7.5. 2020 |                |     |     |         |  |     |     |     |         |   |
| Krok procesu (funkce)   | Potenciální chyba  | Potenciální následky chyby                                       | Potenciální příčiny chyby  | Popis nebezpečné situace (scénář rizika)  | Počáteční riziko             |                |     |     |         | Snížené riziko   |     |     |     |         |   |
|   |  |  |  |   | [S]                          | [A]            | [E] | [W] | celkové | [S]  | [A] | [E] | [W] | celkové |   |
| Zapnutí stroje  | Nepřítomnost pevných a pohyblivých ochranných krytů; Ovládání stroje nepovolovanou osobou; | Stlačení; zachycení; zasažení a smrt el. proudem; chyba člověka; | Nečekané rozjetí stroje; Nebezpečí zasažení elektrickým proudem při práci v blízkosti rozvaděče; | Po zapnutí stroje může dojít ke stlačení nebo k zachycení části těla v důsledku nečekaného pohybu nástroje nebo pohybové osy stroje. K takovému zranění může dojít vinou nepřítomnosti pohyblivých ochranných krytů. Může také dojít k zasažení či smrti el. proudem při dotyku se živou částí v prostoru rozvaděče. Při opouštění stroje může obsluha zapomenout klíček ve stroji, a tak může dojít k ovládání stroje nepovolovanou osobou (obsluha nechá aktivovaný PIN kód). | 3                            | 1              | 2   | 3   | 14      | Světelná signalizace po úspěšném zapnutí stroje; Přidání senzorů, stykačů a samodržáči zabraňující samovolnému rozjetí stroje; Upozornění obsluhy o zodpovědnosti při práci na strojním zařízení; Školení obsluhy stroje s postupy dle návodu ke stroji MCFV 1260, Stanovená odstávka výroby při práci údržby v blízkosti rozvaděče - použití ochranných pomůcek a vhodného nevodivého nářadí; Školení BOZP; Ověření, jestli jsou všechny bezpečnostní prvky funkční a na svém místě (kontrola ochranných pohyblivých krytů); Kontrola správnosti při zadávání referenčních bodů (důslednost) - polohy musí být v polohevé vazbě; Upozornění na živé části v prostoru rozvaděče; chybové hlášení a na základě vážnosti poruchy okamžitě (automatické) přivolání údržby; Měly by být využívány minimálně 2 přepínače a 2 autorizační klíčky; Dopsat do návodu poznámku: Zákaz porouchávání klíčky na místě (pracovní míčlivost - při sdělování PIN kódů druhé osobě); Software s vyskakovacím oknem (potvrzení, zda je klíček vytažen); | 1   | 1   | 2   | 2       | 1 |

Obr. 14: Detail dílčího úkonu činnosti spuštění programu pomocí tlačítek v analýze FMEA



### 3. Čištění průhledných bezpečnostních výplní

Při procesu čištění průhledných bezpečnostních výplní je nezbytné dodržovat preventivní kontrolu stavu průhledných bezpečnostních výplní. Velmi snadno totiž může dojít k přehlédnutí deformací (trhlin) a jiných druhů poškození na průhledných bezpečnostních výplních. Tyto vady mohou mít za následek, že výplně již nesplňují požadovanou pevnost, tudíž při dalším používání není garantována bezpečnost pro obsluhu, která strojní zařízení obsluhuje. Výrobce průhledných bezpečnostních výplní deklaruje, že odhadovaná životnost výplně je 10 let a po uplynutí této lhůty se musí výplně neprodleně vyměnit. Proces čištění musí být vykonáván při vypnutém hlavním přívodu elektrického proudu (viz.: obr. 15) a musí obsahovat mezi dílčími úkony celkovou vizuální kontrolu průhledných bezpečnostních výplní. Dále je klíčové dodržovat určité náležitosti při čištění těchto výplní. Mezi ty nejvýznamnější spadá volba správného mýdlového roztoku a důslednost (pečlivost) při vykonávání této činnosti. Jelikož samotný formulář a vývojové diagramy k činnosti jsou velmi rozsáhlé, tak je zde pořízen detail tabulky (viz.: obr. 16). Celý formát je možné zhlédnout v PŘÍLOZE 4.



Obr. 15: Znáornění činnosti čištění průhledných bezpečnostních výplní pomocí obrázků

| Název procesu: Čištění průhledných bezpečnostních výplní |   |   |   | PFMEA   | Číslo FMEA: 3          |     |     |     |                |  |     |     |      |   |   |
|--|---|---|---|---|------------------------|-----|-----|-----|----------------|--|-----|-----|------|---|---|
| Odpovědnost za proces: Lukáš Valc                        |   |   |   |   | Číslo úkonu: 3         |     |     |     |                |  |     |     |      |   |   |
| Rozhodné datum: 26.6. 2020                               |   |   |   |   | Vypracoval: Lukáš Valc |     |     |     |                |  |     |     |      |   |   |
| Režijní tým: VALC  |   |   |   | Datum vypracování: 5.5. 2020  |                        |     |     |     |                |  |     |     |      |   |   |
| Krok procesu (funkce)                                    | Potencionální chyba   | Potencionální následky chyby  | Potencionální příčiny chyb  | počáteční riziko  |                        |     |     |     | snížené riziko |  |     |     |      |   |   |
|  |   |   |   | [S]   | [A]                    | [E] | [W] | OHM | [S]            | [A]  | [E] | [W] | RHKO |   |   |
| Vypnutí stroje   | Vypnutí přívodu elektrického proudu (mezi sítí a strojem) bez ochranných nevodivých pomůcek (nevodivé rukavice); Nedodržení BOZP; Nečekaný pád ze žebříku při vypínání hlavního zoroje elektrického proudu; Ovládání stroje nepovolanou osobou; | Pořezání; oděni; zasažení; smrt a popálení el. proudem; požár; chyba člověka; | Nebezpečí zasažení elektrickým proudem (vinou špatné izolace) při vypínání hlavního přívodu ze žebříku a následný pád (leknutí); Dotyk se živou částí (špatná izolace vodičů v hlavním rozvaděči); Absence vhodných ochranných pomůcek (nevodivé gumové rukavice); Nesoustředěnost a nerespektování bezpečnostních zásad při vykonávání údržby; | Při vypínání hlavního rozvaděče mezi sítí a strojem může dojít k zasažení (smrti) zteřelou izolací a může tak být odhalena živá část, která může způsobit přeskok elektrického proudu a může způsobit požár v hale. Jelikož hlavní rozvaděč není umístěn v dosahu obsluhy (údržby), je nevyhnutelné použití žebříku. Při zasažení elektrickým proudem ve větši výšce, může dojít k zaleknutí a následnému pádu ze žebříku. Také může dojít k podcenění bezpečnostních zásad (ochranných pomůcek - nevodivé rukavice). Může také nebezpečí pořezání a oděni o ostré hrany rozvaděče. Při opouštění stroje může obsluha zapomenout klíček ve stroji, a tak může dojít k ovládní stroje nepovolanou osobou (obsluha nechá aktivovaný PIN kód). | 3                      | 2   | 3   | 3   | 15             | Zavedení jističe haly v případě, že nastane přetížení (vyhození pojistek); Upozornění obsluhy o zodpovědnosti při práci na strojním zařízení; Školení obsluhy stroje s postupy die návodu ke stroji MCFV 1260; Použití ochranných pomůcek a vhodného nevodivého nářadí; Školení BOZP; Školení o práci ve výškách (na žebříkách); Elektro školení; Kontrola vypnutí hlavního vypínače (poloha vypnuto - 2x zkontrolovat); Umístění hlavního rozvaděče v dosahu obsluhy (údržby) bez žebříku (vhodná ergonomická výška); Pravidelná kontrola (1x za měsíc) veškeré elektroinstalace; Kontrola, jestli je vypínač řádně uzamčen (zámkem); Kontrola vytažení klíčku ze zámku; Ověření, jestli jsou všechny bezpečnostní prvky funkční a na svém místě; Upozornění na živé části v prostoru rozvaděče, měly by být využívány minimálně z přepínače a z autorizační klíčky; Dopast do závodu potrubíku závaz ponechávání klíčku na místě (pracovní mlčenlivost - při sdělování PIN kódů druhé osobě); Havarijní systém v případě požáru (alarm na hale); Signalizace ve virtuální diagnostice pro oddělení výroby; Automatický systém hašení požáru stroje (havarijní nouzový stav); Software s vyskakovacím oknem (potvrzení, zde je klíček vytažen); | 1   | 2   | 2    | 2 | 4 |

Obr. 16: Detail dílčího úkonu činnosti čištění průhledných bezpečnostních výplní v analýze FMEA

#### 4. Čištění prostoru automatického výměníku palet

Automatický výměník palet není standartním příslušenstvím vertikálního obráběcího centra MCFV 1260. Je však velmi užitečný pro rychlou iniciaci výměny celé palety a šetří čas obsluhy při náhlých operativních změnách výrobních plánů podniku. Čištění prostoru automatického výměníku palet se provádí při zapnutém stroji, což znamená, že obsluha musí být v pohotovosti a musí striktně dodržovat postupy dle návodu k obsluze. Stroj musí být zapnut z důvodu, aby mohl pracovník údržby aktivovat funkci pro zasunutí pohyblivého ochranného krytu výměníku (viz.: obr. 17). Poté může být prostor výměníku důkladně vyčištěn od třísek a jiných nežádoucích usazenin. Mezi důležité části automatického výměníku palet, které potřebují pravidelnou údržbu, patří lože podélného suportu včetně dosedacích čepů na paletě a také drážky pro ustavení upínacího zařízení obrobku (svěráku). Při nedůsledné údržbě podélného suportu hrozí nepřesné ustavení palety s obrobkem. Jelikož samotný formulář a vývojové diagramy k činnosti jsou velmi rozsáhlé, tak je zde pořízen detail tabulky (viz.: obr. 18). Celý formát je možné zhlédnout v PŘÍLOZE 5.



Obr. 17: Znárodnění činnosti čištění prostoru automatického výměníku palet pomocí obrázků

| Název procesu: Čištění prostoru automatického výměníku palet |  |  |  | PFMEA   | Číslo FMEA: 4          |     |     |     |                |   |     |     |     |     |   |
|--|--|--|--|---|------------------------|-----|-----|-----|----------------|---|-----|-----|-----|-----|---|
| Odpovědnost za proces: Lukáš Valc                            |  |  |  |   | Číslo úkonu: 4         |     |     |     |                |   |     |     |     |     |   |
| Rozhodné datum: 26. 6. 2020                                  |  |  |  |   | Vypracoval: Lukáš Valc |     |     |     |                |   |     |     |     |     |   |
| Rešitelský tým: VALC   |  |  |  | Datum vypracování: 25.4. 2020   |                        |     |     |     |                |   |     |     |     |     |   |
| Krok procesu (funkce)  | Potenciální chyba  | Potenciální následky chyby                                       | Potenciální příčiny chyb   | Popis nebezpečné situace (scénář rizika)  | Počáteční riziko       |     |     |     | Snižené riziko |   |     |     |     |     |   |
|  |  |  |  |   | [S]                    | [A] | [E] | [W] | RPN            | [S]   | [A] | [E] | [W] | RPN |   |
| Zapnutí stroje   | Nepřítomnost pevných a pohyblivých ochranných krytů; Ovládání stroje nepovolanou osobou; | Stlačení; zachycení; zasažení a smrt el. proudem; chyba člověka; | Nečekané rozjetí stroje; Nebezpečí zasažení elektrickým proudem při práci v blízkosti rozvaděče; | Po zapnutí stroje může dojít ke stlačení nebo k zachycení části těla v důsledku nečekaného pohybu nástroje nebo pohybové osy stroje. K takovému zranění může dojít vinou nepřítomnosti pohyblivých ochranných krytů. Může také dojít k zasažení či smrti el. proudem při dotyku se živou částí v prostoru rozvaděče. Při opouštění stroje může obsluha zapomenout klíček ve stroji, a tak může dojít k ovládání stroje nepovolanou osobou (obsluha nechá aktivovaný PIN kód). | 3                      | 1   | 2   | 3   | 14             | Světelná signalizace po úspěšném zapnutí stroje; Přidání senzorů, stykačů a samodržící zabraňující samovolnému rozjetí stroje; Upozornění obsluhy o zodpovědnosti při práci na strojním zařízení; Školení obsluhy stroje s postupy dle návodu ke stroji MCFV 1260; Stanovená odstavka výroby při práci údržby v blízkosti rozvaděče - použití ochranných pomůcek a vhodného nevodivého nářadí; Školení BOZP; Ověření, jestli jsou všechny bezpečnostní prvky funkční a na svém místě (kontrola ochranných pohyblivých krytů); kontrola správnosti při zadávání referenčních bodů (důslednost) - pohony musí být v polohové vazbě; Upozornění na živé části v prostoru rozvaděče; chybové hlášení a na základě vážnosti poruchy okamžité (automatické) přivolání údržby; Měly by být vytyčovány minimálně 2 přepínače a 2 autorizační klíčky. Dopset do návodu poznámku: Zákaz ponechávání klíčku na místě (pracovní míčelníkovost - při sdělování PIN kódů druhé osobě); Software s vyskakovacím oknem (potvrzení zda je klíček vytažen); | 1   | 1   | 2   | 2   | 1 |

Obr. 18: Detail dílčího úkonu činnosti čištění prostoru automatického výměníku palet v analýze FMEA

## 5. Kontrola výšky hladiny chladicí kapaliny v nádrži

Doplňování a kontrola stavu provozních médií stroje je považována za obzvlášť důležitou obslužnou činnost, která musí být realizována před každým zahájením práce na strojním zařízení. Při kontrole stavu chladicí kapaliny stroje se obsluha může setkat s ergonomickými problémy, jelikož ukazatel výšky hladiny chladicí kapaliny je situován ve spodní části stroje (viz.: obr. 19). Další možná nebezpečí jsou bezprostředně spojena s doplňováním chladicí kapaliny (rozlítí = pád, atd.). Při těchto dílčích činnostech je velmi důležité dodržování používání vhodných ochranných pomůcek dle návodu k obsluze. Jelikož samotný formulář a vývojové diagramy k činnosti jsou velmi rozsáhlé, tak je zde pořízen detail tabulky (viz.: obr. 20). Celý formát je možné zhlédnout v PŘÍLOZE 6.



Obr. 19: Znárodnění činnosti kontrola výšky hladiny chladicí kapaliny pomocí obrázků

| Název procesu: Kontrola výšky hladiny chladicí kapaliny v nádrži |  |  |  |   | PFMEA          |     |     |     | Číslo FMEA: 5                           |  |     |     |     |   |   |
|--|--|--|--|---|----------------|-----|-----|-----|---|--|-----|-----|-----|---|---|
| Odpovědnost za proces: Lukáš Valc                                |  |  |  |   |                |     |     |     | Číslo úkonu: 5                          |  |     |     |     |   |   |
| Rozhodné datum: 26.6. 2020                                       |  |  |  |   |                |     |     |     | Vypracoval: Lukáš Valc                  |  |     |     |     |   |   |
| Řešitelský tým: VALC   |  |  |  |   |                |     |     |     | Datum vypracování: 26.4. 2020           |  |     |     |     |   |   |
| Krok procesu (funkce)  | Potenciální chyba  | Potenciální následky chyby                                       | Potenciální příčiny chyby  | Popis nebezpečné situace (scénář rizika)  | Početné riziko |     |     |     | Preventivní opatření pro snížení rizika | Snížené riziko   |     |     |     |   |   |
|  |  |  |  |   | [S]            | [A] | [E] | [W] |   | [S]  | [A] | [E] | [W] |   |   |
| Zapnutí stroje   | Nepřítomnost pevných a pohyblivých ochranných krytů; Ovládání stroje nepovolanou osobou; | Stlačení; zachycení; zasažení a smrt el. proudem; chyba člověka; | Nečekané rozjetí stroje; Nebezpečí zasažení elektrickým proudem při práci v blízkosti rozvaděče; | Po zapnutí stroje může dojít ke stlačení nebo k zachycení části těla v důsledku nečekaného pohybu nástroje nebo pohybové osy stroje. K takovému zranění může dojít vinou nepřítomnosti pohyblivých ochranných krytů. Může také dojít k zasažení či smrti el. proudem při dotyku se živou částí v prostoru rozvaděče. Při opouštění stroje může obsluha zapomenout klíček ve stroji, a tak může dojít k ovládání stroje nepovolanou osobou (obsluha nechá aktivovaný PIN kód). | 5              | 1   | 2   | 3   | 14                                      | Světelná signalizace po úspěšném zapnutí stroje; Přidání senzorů, stykačů a samodíří zabráňující samovolnému rozjetí stroje; Upozornění obsluhy o zodpovědnosti při práci na strojním zařízení; Školení obsluhy stroje s postupy dle návodu ke stroji MCFV 1260; Stanovená odstávka výroby při práci údržby v blízkosti rozvaděče - použití ochranných pomůcek a vhodného nevodivého nářadí; Školení sccz; Ověření, jestli jsou všechny bezpečnostní prvky funkční a na svém místě (kontrola ochranných pohyblivých krytů); kontrola správnosti při zadávání referenčních bodů (důslednost) - pohony musí být v polohové vazbě; Upozornění na živé části v prostoru rozvaděče; Chybové hlášení a na základě vážnosti poruchy okamžitě (automatické) přivolení údržby; Měly by být využívány minimálně 2 přepínače a 2 autorizační klíčky; Dopast do návodu poznámku: Zákaz ponechávání klíčku na místě (pracovní mířenlivost - při zohľadnění PIN kódů druhé osobě); Software s vyskakovacím oknem (potvrzení, zde je klíček vytažen); | 1   | 1   | 2   | 2 | 1 |

Obr. 20: Detail dílčího úkonu činnosti kontrola výšky hladiny chladicí kapaliny v analýze FMEA



## 6. Kontrola výšky hladiny oleje v nádrži

Činnost kontroly výšky hladiny oleje v nádrži je systematicky velmi podobná jako u předchozího případu (kontroly výšky hladiny chladicí kapaliny). Důležitost doplňování oleje do hydraulického agregátu je životně důležitá pro celé strojní zařízení. Kdyby se neprováděla pravidelná kontrola stavu oleje, tak by mohlo dojít k špatné funkci vřetena a celého strojního zařízení. Dle návodu je deklarováno, že se musí olej vyměňovat každých 6 měsíců. Hydraulický agregát je upevněn ve spodní části skříně (viz.: obr. 21). Jedná se tedy o nebezpečný prostor agregátu mazání, hydrauliky a stlačeného vzduchu. Do prostoru je poměrně velmi jednoduchá dostupnost, protože skříň není vybavena žádným zámek ani jiným ochranným systémem. Při manipulačních úkonech zde hrozí podobné scénáře nebezpečí jako u kontroly výšky hladiny chladicí kapaliny. Pracovník se musí při kontrole hladiny oleje potýkat s ergonomickými problémy z důvodu umístění hladinoměru. Jelikož samotný formulář a vývojové diagramy k činnosti jsou velmi rozsáhlé, tak je zde pořízen detail tabulky (viz.: obr. 22). Celý formát je možné zhlédnout v PŘÍLOZE 7.



Obr. 21: Znárodnění činnosti kontrola výšky hladiny v nádrži hydraulického agregátu pomocí obrázků

| Název procesu: kontrola výšky hladiny oleje v nádrži hydraulického agregátu |  |   |  | PFMEA  | Číslo FMEA: 6    |     |     |     |                |  |     |     |     |        |   |
|---|--|---|--|--|------------------|-----|-----|-----|----------------|--|-----|-----|-----|--------|---|
| Odpovědnost za proces: Lukáš Valc   |  |   |  |  | Číslo úkonu: 6   |     |     |     |                |  |     |     |     |        |   |
| Rozhodné datum: 26. 6. 2020   |  |   |  | Vypracoval: Lukáš Valc   |                  |     |     |     |                |  |     |     |     |        |   |
| Řešitelský tým: VALC  |  |   |  | Datum vypracování: 3. 5. 2020  |                  |     |     |     |                |  |     |     |     |        |   |
| Krok procesu (funkce)   | Potenciální chyba  | Potenciální následky chyby                                      | Potenciální příčiny chyb   | Popis nebezpečné situace (scénář rizika)   | Počáteční riziko |     |     |     | Snížené riziko |  |     |     |     |        |   |
|   |  |   |  |  | [S]              | [A] | [E] | [W] | Riskno         | [S]  | [A] | [E] | [W] | Riskno |   |
| Zapnutí stroje  | Nepřítomnost pevných a pohyblivých ochranných krytů; Ovládání stroje nepovolanou osobou; | Stažení; zachycení; zasažení a smrt el. proudem; chyba člověka; | Nečekané rozjetí stroje; Nebezpečí zasažení elektrickým proudem při práci v blízkosti rozvaděče; | Po zapnutí stroje může dojít ke stažení nebo k zachycení části těla v důsledku nečekaného pohybu nástroje nebo pohybové osy stroje. K takovému zranění může dojít vinou nepřítomnosti pohyblivých ochranných krytů. Může také dojít k zasažení či smrti el. proudem při dotyku se živou částí v prostoru rozvaděče. Při opouštění stroje může obsluha zapomenout klíček ve stroji, a tak může dojít k ovládání stroje nepovolanou osobou (obsluha nechá aktivovaný PIN kód). | 3                | 1   | 2   | 3   | 14             | Světelná signalizace po úspěšném zapnutí stroje; Přidání senzorů, stykačů a samodržáči zabráňující samovolnému rozjetí stroje; Upozornění obsluhy o zodpovědnosti při práci na strojním zařízení; Školení obsluhy stroje s postupy dle návodu ke stroji MCFV 1260; Stanovená odstavka výroby při práci údržby v blízkosti rozvaděče - použití ochranných pomůcek a vhodného nevodivého nářadí; Školení BOZP; Ověření, jestli jsou všechny bezpečnostní prvky funkční a na svém místě (kontrola ochranných pohyblivých krytů); kontrola správnosti při zadávání referenčních bodů (střednost) - pechony musí být v polohové vazbě; Upozornění na živé části v prostoru rozvaděče; chybové hlášení a na základě vážnosti poruchy okamžitě (automatické) přivolání údržby; Měly by být využívány minimálně 2 předplněné a 2 autorizační klíčky; Dopsat do návodu poznámku: Zákaz ponechávání klíčku na místě (pracovní míčinnost - při sdělování PIN kódů druhé osobě); Software s vyskakovacím oknem (potvrzení, zda je klíček vytážen); | 1   | 1   | 2   | 2      | 1 |

Obr. 22: Detail dílčího úkonu činnosti kontrola výšky hladiny oleje v nádrži hydraulického agregátu v analýze FMEA

## 7. Kontrola konektorů a rozvodů v elektrorozvaděči

Mezi další velmi důležité činnosti spadá zcela jednoznačně kontrola konektorů a rozvodů v elektrorozvaděči. V tomto případě se jedná o elektrorozvaděč automatického výměníku palet (viz.: obr. 23). Stejná pravidla a soupis činnosti samozřejmě platí i pro hlavní elektroskříň vertikálního obráběcího centra MCFV 1260. V případě, že jsou v rámci pravidelné údržby kontrolovány elektrické komponenty (konektory, svorky a utažení šroubů), je řádně nařízeno vypnutí hlavního přívodu elektrického proudu. Údržba je povinná důsledně zkontrolovat jednotlivé konektory (stopy opálení vodičů a volné šrouby na svorkách). Při vykonávání této činnosti je obzvlášť důležité dodržovat pravidla a pokyny dle návodu k obsluze a účastnit se pravidelných elektro školení. Pracovník údržby je taktéž povinen nosit předepsané ochranné pomůcky (nevodivé ochranné rukavice, pracovní oděv, atd.) a používat při revizích vhodná nářadí. Jelikož samotný formulář a vývojové diagramy k činnosti jsou velmi rozsáhlé, tak je zde pořízen detail tabulky (viz.: obr. 24). Celý formát je možné zhlédnout v PŘÍLOZE 8.



Obr. 23: Znárodnění činnosti kontrola konektorů a rozvodů v elektrorozvaděči automatického výměníku palet pomocí obrázků

| Název procesu: Kontrola konektorů a rozvodů v elektrorozvaděči automatického výměníku palet |  |   |   |  | PFMEA          |     |     |     |    | Číslo FM/EA: 7   |                |     |     |     |    |
|---|--|---|---|--|----------------|-----|-----|-----|----|--|----------------|-----|-----|-----|----|
| Odpovědnost za proces: Lukáš Valc   |  |   |   |  |                |     |     |     |    | Číslo úkonu: 7   |                |     |     |     |    |
| Rozhodné datum: 26.6. 2020  |  |   |   |  |                |     |     |     |    | Vypracoval: Lukáš Valc   |                |     |     |     |    |
| Řešitelský tým: VALC  |  |   |   |  |                |     |     |     |    | Datum vypracování: 27.4. 2020  |                |     |     |     |    |
| Krok procesu (funkce)   | Potenciální chyba  | Potenciální následky chyby  | Potenciální příčiny chyb  | Popis nebezpečné situace (ocenění rizika)  | početní riziko |     |     |     |    | Preventivní opatření pro snížení rizika  | Snížené riziko |     |     |     |    |
|   |  |   |   |  | [S]            | [A] | [E] | [W] | RP |  | [S]            | [A] | [E] | [W] | RP |
| Vypnutí stroje  | Vypnutí přívodu elektrického proudu (mezi sítí a strojem) bez ochranných nevodivých pomůček (nevodivé rukavice); Neodříznutí BOZP; Nečekaný pád ze žebříku při vypnutí hlavního zdroje elektrického proudu; Ovládání stroje nepovolanou osobou | Poleznání; odření; zasažení; smrt a popálení el. proudem; požár; chyba člověka; | Nebezpečí zasažení elektrickým proudem (vínoh špatné izolace) při vypínání hlavního přívodu ze žebříku a následný pád (leknutí); Dotyk se živou částí (špatná izolace vodičů v hlavním rozvaděči); Absence vhodných ochranných pomůček (nevodivé gumové rukavice); Nesoustředěnost a nerespektování bezpečnostních zásad při vykonávání údržby; | Při vypínání hlavního rozvaděče mezi sítí a strojem může dojít k zasažení (smrti) elektrickým proudem. Vodiče mohou mít již zteřelou izolaci a může tak být odhalena živá část, která může způsobit přeskok elektrického proudu a může způsobit požár v hale. Jelikož hlavní rozvaděč není umístěn v dosahu obsluhy (údržby), je nevyhnutelné použití žebříku. Při zasažení elektrickým proudem ve větší výšce, může dojít k zasažení a následnému pádu ze žebříku. Také může dojít k podcenění bezpečnostních zásad (ochranných pomůček - nevodivé rukavice). Může také nebezpečí poleznání a odření o ostré hrany rozvaděče. Při opouštění stroje může obsluha zapomenout klíček ve stroji, a tak může dojít k ovládnutí stroje nepovolanou osobou (obsluha nechá aktivovaný PIN kód). | 3              | 2   | 3   | 3   | 18 | Zavedení jističe haly v případě, že nastane přetížení (vyhození pojistek); Upozornění obsluhy o zodpovědnosti při práci na strojním zařízení; Školení obsluhy stroje s postupy dle návodu ke stroji MCFV 1260; Použití ochranných pomůček a vhodného nevodivého nářadí; Školení BOZP; Školení o práci ve výškách (na žebříkách); Elektro školení; Kontrola vypnutí hlavního vypínače (poloha vypnutý - 2x zkontrolovat); Umístění hlavního rozvaděče v dosahu obsluhy (údržby) bez žebříku (vhodná ergonomická výška); pravidelná kontrola (1x za měsíc) veškeré elektroinstalace; Kontrola, jestli je vypínač řádně uzamčen (zámkem); kontrola vytáhnutí klíčku ze zámků; Ověření, jestli jsou všechny bezpečnostní prvky funkční a na svém místě; Upozornění na živé části v prostoru rozvaděče, měly by být využívány minimálně z přepínače a z autorizační klíčky; Dopast do návodu poznámky: Zákaz ponechávání klíčku na místě (pracovní mlčenlivost - při soběování PIN kódů druhé osobě); Navazující systém v případě požáru (alarm na hale); Signálizace je virtuální diagnostice pro oddělení výroby; Automatický systém hašení požáru stroje (havarijní nouzový stav); Software s vysokokovacím oknem (potvrzení, zda je klíček vytáhnut); | 1              | 2   | 2   | 2   | 4  |

Obr. 24: Detail dílčího úkonu činnosti kontrola konektorů a rozvodů v elektrorozvaděči automatického výměníku palet v analýze FMEA



## 8. Napínání pásu článkového dopravníku třísek

Článkový dopravník třísek slouží k vynášení třísek z pracovního prostoru (prostoru vřetena) stroje (viz.: obr. 25). Model, který je využíván u sledovaného vertikálního obráběcího centra, je přizpůsoben pro široké spektrum druhů třísek i pro drobné součástky. Činnost napínání pásu se skládá z mnoha dílčích úkonů. Dopravník třísek je sestaven z několika krytů. Jednotlivé kryty jsou k sobě přidělány pomocí šroubů, které se musí při činnosti napínání pásu odmontovat. Při těchto činnostech hrozí nebezpečí poranění pracovníka údržby. Zároveň musí být pracovník důsledný při utahování napínacích šroubů, protože při opětovném zahájení provozu může dojít k uvolnění a následné destrukci článkového dopravníku třísek. Jelikož samotný formulář a vývojové diagramy k činnosti jsou velmi rozsáhlé, tak je zde pořízen detail tabulky (viz.: obr. 26). Celý formát je možné zhlédnout v PŘÍLOZE 9.



Obr. 25: Znárodnění činnosti napínání pásu článkového dopravníku třísek pomocí obrázků

| Název procesu: Napínání pásu článkového dopravníku třísek |   |   |   |  | PFMEA            |     |     |     | Číslo FMEA: B                           |   |     |     |     |     |       |
|---|---|---|---|--|------------------|-----|-----|-----|---|---|-----|-----|-----|-----|-------|
| Odpovědnost za proces: Lukáš Valc                         |   |   |   |  |                  |     |     |     | Číslo úkonu: B                          |   |     |     |     |     |       |
| Rozhodné datum: 26.6. 2020                                |   |   |   |  |                  |     |     |     | Vypracoval: Lukáš Valc                  |   |     |     |     |     |       |
| Řešitelský tým: VALC                                      |   |   |   |  |                  |     |     |     | Datum vypracování: 6.5. 2020            |   |     |     |     |     |       |
| Krok procesu (funkce)                                     | Potencionální chyba   | Potencionální následky chyby  | Potencionální příčiny chyby   | Popis nebezpečné situace (scénář rizika)   | Počáteční riziko |     |     |     | Preventivní opatření pro snížení rizika | Snížené riziko  |     |     |     |     |       |
|   |   |   |   |  | [S]              | [A] | [E] | [W] |   | RISKO   | [S] | [A] | [E] | [W] | RISKO |
| Vypnutí stroje  | Vypnutí přívodu elektrického proudu (mezi sítí a strojem) bez ochranných pomůček (nevodivé rukavice); Nedodržení BOZP; Nečekaný pád ze žebříku při vypnutí hlavního zdroje elektrického proudu; Ovládání stroje nepovolanou osobou; | Pořezání; oděnění; zasažení; smrt a popálení at. proudem; požár; chyba člověka; | Nebezpečí zasažení elektrickým proudem (vinou špatné izolace) při vypínání hlavního přívodu ze žebříku a následný pád (leknutí); Dotyk se živou částí (špatná izolace vodičů v hlavním rozvaděči); Absence vhodných ochranných pomůček (nevodivé gumové rukavice); Nesoustředěnost a nerespektování bezpečnostních zásad při vykonávání údržby; | Při vypínání hlavního rozvaděče mezi sítí a strojem může dojít k zasažení (smrt) elektrickým proudem. Vodiče mohou mít již zteřelou izolaci a může tak být odhalena živá část, která může způsobit přeskok elektrického proudu a může způsobit požár v hale. Jelikož hlavní rozvaděč není umístěn v dosahu pracovníka (servisu), je nevyhnutelné použití žebříku. Při zasažení elektrickým proudem ve větší výšce, může dojít k zaleknutí a následnému pádu ze žebříku. Také může dojít k podcenění bezpečnostních zásad (ochranných pomůček - nevodivé rukavice). Hrozí také nebezpečí poškození a oděnění o ostré hrany rozvaděče. Při opouštění stroje může obsluha zapomenout klíček ze stroje, a tak může dojít k ovládnutí stroje nepovolanou osobou (obsluha nechá aktivovaný PIN kód). | 3                | 2   | 3   | 3   | 18                                      | Zavedení jističe haly v případě, že nastane přetížení (vyhození pojistek); Upozornění obsluhy o zodpovědnosti při práci na strojním zařízení; Školení obsluhy stroje s postupy dle návodu ke stroji MCFV 1260; Použití ochranných pomůček a vhodného nevodivého nářadí; Školení BOZP; Školení o práci ve výškách (na žebřících); Elektro školení; kontrola vypnutí hlavního vypínače (poloha vypnuto - 2x zkontrolovat); Umístění hlavního rozvaděče v dosahu obsluhy (údržby) bez žebříku (vhodná ergonomická výška); Pravidelná kontrola (1x za měsíc) veškeré elektroinstalace; kontrola, jestli je vypínač řádně uzamčen (zámkem); kontrola vytažení klíčku ze zámků; Ověření, jestli jsou všechny bezpečnostní prvky funkční a na svém místě; Upozornění na živé části v prostoru rozvaděče; Měly by být využívány minimálně 2 přepínače a 2 autorizační klíčky; Dopast do návodu poznámku zákaz ponechávání klíčku na místě (pracovní mlčenlivost - při sdělování PIN kódu druhé osobě); Havarijní systém v případě požáru (alarm na hale); Signalizace ve virtuální diagnostice pro oddělení výroby; automatický systém hašení požáru stroje (havarijní nouzový stav); Software s vyskakovacím oknem (potvrzení, zda je klíček vytažen); | 1   | 2   | 2   | 2   | 4     |

Obr. 26: Detail dílčího úkonu činnosti napínání pásu článkového dopravníku třísek v analýze FMEA

## 9. Čištění štěrbin chladiče

Poslední sledovanou činností je čištění štěrbin klimatizačního zařízení v prostoru elektroskříně stroje (viz.: obr. 27). Dveře elektroskříně jsou pojištěny zámekem proti vstupu neoprávněné osoby, tudíž pracovník který je pověřen čištěním štěrbin, potřebuje speciální klíček na otevření. Jelikož se jedná o centrální elektroskřín vertikálního obráběcího centra, je nutné mít vypnutý hlavní přívod elektrického proudu, aby se eliminovalo nebezpečí zasažení elektrickým proudem. Po odstranění všech funkčních krytů se pomocí vysavače vysávají všechny štěrbinové klimatizačního zařízení. Tato činnost je provozována z toho důvodu, aby nedocházelo k přehřátí klimatizačního zařízení při opětovném spuštění stroje. Jelikož samotný formulář a vývojové diagramy k činnosti jsou velmi rozsáhlé, tak je zde pořízen detail tabulky (viz.: obr. 28). Celý formát je možné zhlédnout v PŘÍLOZE 10.



Obr. 27: Znárodnění činnosti čištění štěrbin chladiče elektroskříně pomocí obrázků

| Název procesu: Čištění štěrbin chladiče v elektroskříně |  |   |   |  | PFMEA            |     |     |     | Číslo FMEA: 9                           |   |     |     |     |     |        |
|---|--|---|---|--|------------------|-----|-----|-----|---|---|-----|-----|-----|-----|--------|
| Odpovědnost za proces: Lukáš Valc                       |  |   |   |  |                  |     |     |     | Číslo úkonu: 9                          |   |     |     |     |     |        |
| Rozhodné datum: 26.6.2020                               |  |   |   |  |                  |     |     |     | Vypracoval: Lukáš Valc                  |   |     |     |     |     |        |
|   |  |   |   |  |                  |     |     |     | Datum vypracování: 4.5.2020             |   |     |     |     |     |        |
| Řešitelský tým: VALC                                    |  |   |   |  |                  |     |     |     |   |   |     |     |     |     |        |
| Krok procesu (funkce)                                   | Potenciální chyba  | Potenciální následky chyby  | Potenciální příčiny chyby   | Popis nebezpečné situace (scénář rizika)   | Počáteční riziko |     |     |     | Preventivní opatření pro snížení rizika | Snížené riziko  |     |     |     |     |        |
|   |  |   |   |  | [S]              | [A] | [E] | [W] |   | Riziko  | [S] | [A] | [E] | [W] | Riziko |
| Vypnutí stroje  | Vypnutí přívodu elektrického proudu (mezi sítí a strojem) bez ochranných nevodivých pomůček (nevodivé rukavice); Nedodržení BOZP; Nečekaný pád ze žebříku při vypínání hlavního zdroje elektrického proudu; Ovládání stroje nepovolnou osobou; | Pořezání; ohoření; zasažení; smrt a popálení el. proudem; požár; chyba člověka; | Nebezpečí zasažení elektrickým proudem (vinou špatné izolace) při vypínání hlavního přívodu ze žebříku a následný pád (leknutí), dotyk se živou částí (špatná izolace vodičů v hlavním rozvaděči); Absence vhodných ochranných pomůček (nevodivé gumové rukavice); Nesoustředěnost a nerespektování bezpečnostních zásad při vykonávání údržby; | Při vypínání hlavního rozvaděče mezi sítí a strojem může dojít k zasažení (smrti) elektrickým proudem. Vodiče mohou mít již zteřelou izolaci a může tak být odhalena živá část, která může způsobit přestřok elektrického proudu a může způsobit požár v hale. Jelikož hlavní rozvaděč není umístěn v dosahu pracovníka (servisu), tak musí být použit žebřík. Při zasažení elektrickým proudem ve větší výšce může dojít k zaleknutí a následnému pádu ze žebříku. Také může dojít k nerespektování bezpečnostních zásad (ochranných pomůček - nevodivé rukavice). Hrozí také nebezpečí pořezání a oděření o ostré hrany rozvaděče. Při opouštění stroje může obsluha zapomenout klíček ve stroji, a tak může dojít k ovládání stroje nepovolnou osobou (obsluha nechá aktivovaný PIN kód). | 3                | 2   | 3   | 3   | 18                                      | Zavedení jističe haly v případě, že nastane přetížení (vyhození pojistek); Upozornění obsluhy o zodpovědnosti při práci na strojním zařízení; Školení obsluhy stroje a postupy dle návodu ke stroji MCFV 1250; Použití ochranných pomůček a vhodného nevodivého nářadí; Školení BOZP; Školení o práci ve výškách (na žebřících); Elektro školení; kontrola vypnutí hlavního vypínače (poloha vypnuto - 2x zkontrolovat); Umístění hlavního rozvaděče v dosahu obsluhy (údržby) bez žebříku (vhodná ergonomická výška); Pravidelná kontrola (1x za měsíc) veškeré elektroinstalace; kontrola, jestli je vypínač řádně uzamčen (zámkem); kontrola vytažení klíčku ze zámků; Ověření, jestli jsou všechny bezpečnostní prvky funkční a na svém místě; Upozornění na živé části v prostoru rozvaděče; Měly by být využívány minimálně 2 přepínače a 2 autorizační klíčky; Doplat do návodu poznámku: Zákaz ponechávání klíčku na místě (pracovní mlčenlivost - při sdělování PIN kódů druhé osobě); Havarijní systém v případě požáru (alarm na hale); Signalizace ve virtuální diagnostice pro oddělení výroby; Automatický systém hašení požáru stroje (havarijní nouzový stav); Software s vysokovacím oknem (potvrzení, zda je klíček vytažen); | 1   | 2   | 2   | 2   | 4      |

Obr. 28: Detail dílčího úkonu činnosti čištění štěrbin chladiče v elektroskříně v analýze FMEA

## 8.9 Zhodnocení využitelnosti analýz FMEA u vybraných činností

Na základě navržených preventivních opatření v analýzách FMEA došlo k výraznému snížení rizika u vybraných činností. Výsledné hodnoty snížení rizika je docíleno tak, že jsou zvláště sečteny sumy počátečních a snížených hodnot rizik po navržení preventivních opatření u jednotlivých činností. Výsledné sumy rizik jsou od sebe odečteny a dále vyjádřeny v procentech (viz.: Tab 15). Z výsledku je patrné, že nejvyšší snížení hodnoty rizika bylo dosaženo u činnosti - Čištění průhledných bezpečnostních výplní (80,49%). Nejnižší hodnota sníženého rizika je naopak u činnosti – Napínání pásu článkového dopravníku třísek (74,39%).

Závěrem zhodnocení využitelnosti analýz FMEA je, že u všech vybraných činností bylo sníženo počáteční riziko na akceptovatelnou úroveň, tudíž bylo docíleno zvýšení bezpečnosti stroje. Současně při důsledném dodržování navržených preventivních opatření v analýzách bude zaručena také bezpečnost a ochrana zdraví při práci.

Tab 15) Přehled zhodnocení analýz FMEA

| Číslo úkonu: | Činnost:   | $\Sigma$ Počátečního rizika | $\Sigma$ Sníženého rizika | Rozdíl $\Sigma$ | Snížení rizika v [%] |
|--------------|--|-----------------------------|---------------------------|-----------------|----------------------|
| 1.           | Vkládání nástroje do zásobníku nástrojů přes vřeteno       | 75                          | 18                        | 57              | <b>76,00 %</b>       |
| 2.           | Spuštění programu pomocí tlačítek na zobrazovacím zařízení | 70                          | 17                        | 53              | <b>75,71 %</b>       |
| 3.           | Čištění průhledných bezpečnostních výplní                  | 82                          | 16                        | 66              | <b>80,49 %</b>       |
| 4.           | Čištění prostoru automatického výměníku palet              | 70                          | 15                        | 55              | <b>78,57 %</b>       |
| 5.           | Kontrola výšky hladiny chladicí kapaliny v nádrži          | 69                          | 14                        | 55              | <b>79,71 %</b>       |
| 6.           | Kontrola výšky hladiny oleje v nádrži                      | 56                          | 11                        | 45              | <b>80,36 %</b>       |
| 7.           | Kontrola konektorů a rozvodů v elektrorozvaděči            | 56                          | 11                        | 45              | <b>80,36 %</b>       |
| 8.           | Napínání pásu článkového dopravníku třísek                 | 82                          | 21                        | 61              | <b>74,39 %</b>       |
| 9.           | Čištění šterbin chladiče                                   | 57                          | 12                        | 45              | <b>78,95 %</b>       |

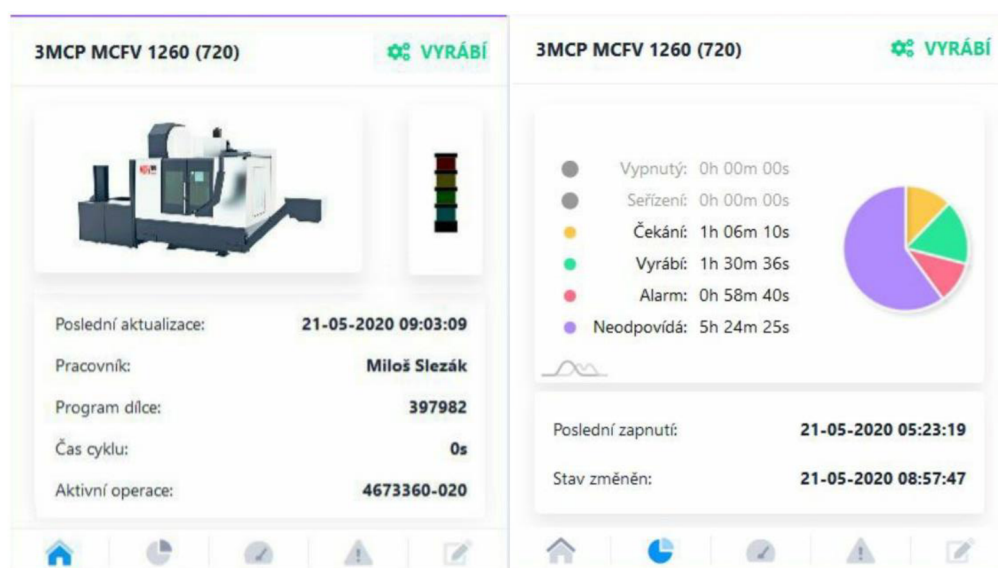


## 9 MONITORING PROCESU VÝROBY

Firma TAJMAC – ZPS, a.s disponuje systémem virtuální reality, který je využíván na sledování stavu jednotlivých strojních zařízení ve výrobní hale. Systém umí automaticky sbírat a analyzovat data, která se dále ukládají na firemní server a ze serveru jsou k dispozici pro všechny výrobní úseky. Další nezpochybnitelnou výhodou je, že systém dokáže do určité míry rychle identifikovat poruchu stroje. Hlavním důvodem, proč se zavádí monitorování a vyhodnocení stavu strojů, je to, že firma se snaží snižovat náklady na výrobu. Důležitým parametrem při vymýšlení nových řešení monitoringu strojů, však je zachování kvality a kvantity výrobků. Tento monitorovací systém poskytuje uživateli velké spektrum relevantních dat a na základě získaných informací je schopen sledovat aktuální dění výrobního procesu v reálném čase. Mezi velmi užitečné vlastnosti patří sledování a sběr výrobních časů a odstávek strojů. [63], [64]

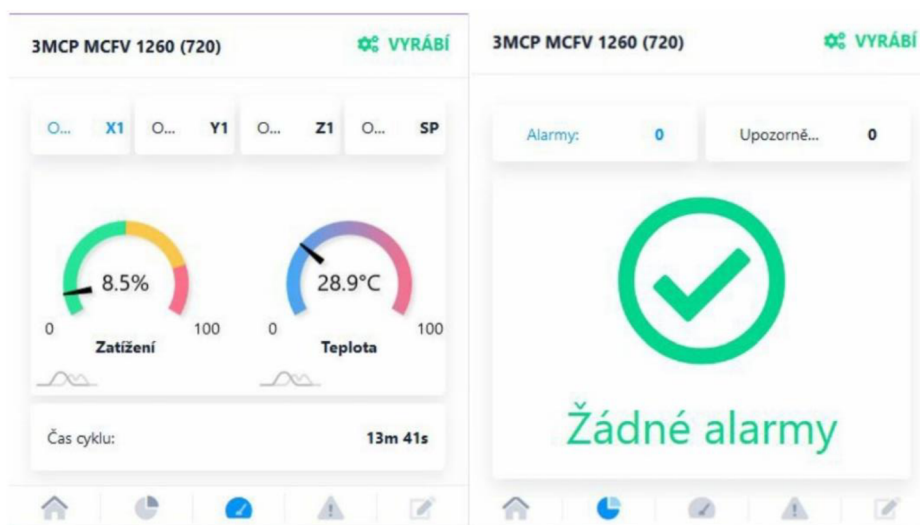
Systém umožňuje detekovat časy (viz.: obr. 29) [64]:

- Vypnutí
- Seřizování;
- Čekání;
- Výroby;
- Alarmu;



Obr. 29: Náhled virtuálního prostředí u vertikálního obráběcího centra MCFV 1260 [64]

Sledovaný stroj, který je napojen na tento systém, má signalizaci stavu výroby. Když je tedy stroj v provozu a vyrábí, tak je možné sledovat celý výkaz výroby v dané směně. Vedení tak může sledovat, jaký dílec se aktuálně vyrábí a kdo za výrobní operaci zodpovídá a další důležité interní informace (viz.: obr. 29). Aby byla zřetelně demonstrována návaznost prediktivní údržby na virtuální diagnostiku, tak spolu s výše získanými informacemi je možné pozorovat poruchy (alarm) stroje, prostoje a další statistické údaje o využití stroje (viz.: obr. 30). Při důkladnějším sledování výchylek hlavních parametrů se zvyšuje pravděpodobnost odhalení příčiny vzniku poruchy. Zavedení vzdálené diagnostiky procesu výroby proto pomáhá identifikovat vznik poruchy ještě před tím, než k ní vůbec dojde. To znamená, že je porucha predikována dopředu, než jsou detekována výstražná upozornění, problémy v systému a než se rozsvítí signalizace alarmu. Na základě získaných informací jsou řádně naplánovány a načasovány údržbářské zásahy. [64], [63]

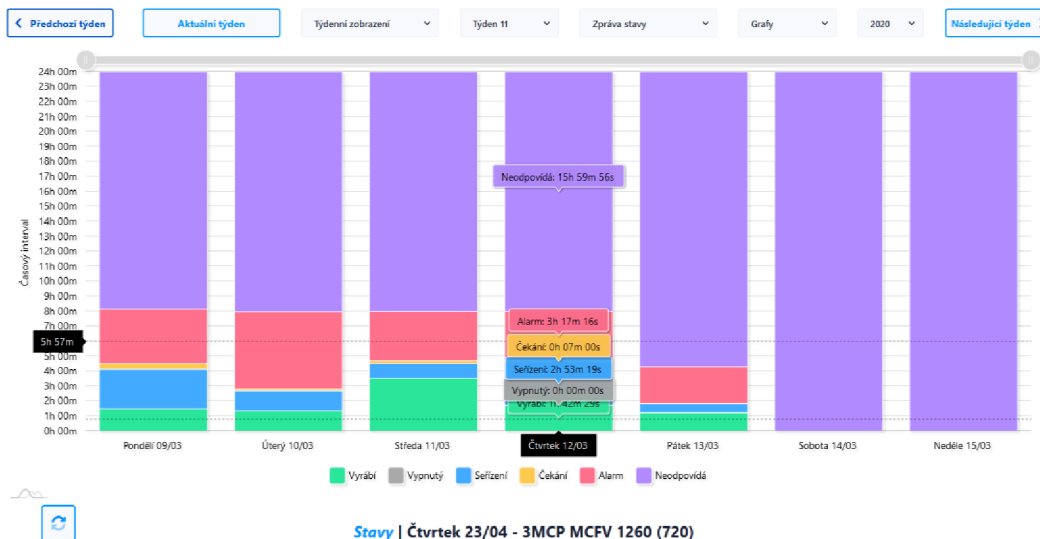


Obr. 30: Sledování činností a stavu stroje firmou TAJMAC - ZPS, a.s. [64]

Jelikož systém sbírá výrobní data nepřetržitě, když je stroj připojen, tak je možné kdykoli nahlédnout do historie výrobních procesů a porovnat získané data s dalšími připojenými stroji. Z toho vyplývá, že vedení může i zpětně sledovat správnost činností stroje a konkrétní časy daných úkonů (seřizování, výroby, atd.). Níže jsou zobrazeny obrázky měsíční a týdenní aktivity stroje MCFV 1260 v měsíci březnu (viz.: obr. 31, 32).



Obr. 31: Záznam měsíční aktivity stroje MCFV 1260 [64]



Obr. 32: Záznam týdenní aktivity stroje MCFV 1260 [64]

Další obrázky jsou zaměřeny na konkrétní den 12.3. 2020, kdy byl stroj v provozu. Při bližším pohledu jsou na obrázcích znázorněny i konkrétní časy (seřizování, výroby, alarmu, čekání a vypnutí).

### Doporučení:

Když se zaměříme na záznam úseku, kdy je aktivován alarm a stroj není schopen plnit požadovanou funkci, tak samotná příčina alarmu není blíže specifikována v grafické vizualizaci (viz.: obr. 33). V grafickém rozhraní systému není specifikován nebezpečný prostor, kde se porucha stala a není ani zajištěna informovanost mezi úseky údržby a výroby. Což znamená, že při přivolání údržby k odstranění vzniklé poruchy, údržba nemá téměř žádné informace, jakým způsobem má dopředu plánovat údržbářský zásah.

### Návrhy pro zlepšení stávajícího systému:

- Zavést senzory a virtuální snímače do nebezpečných prostorů (komponent) stroje a připojit do systému vzdálené diagnostiky (snímače určené pro měření spotřeby energie a rozsahu zatížení);
- Okamžitá informovanost údržby při poruše (automatická systémová zpráva s upřesněním polohy poruchy);
- Větší komunikace a spolupráce mezi odděleními údržby a výroby;
- Vytvoření bližších specifikací alarmu;
- Zavedení kritické úrovně alarmu (malé, střední, velké);
- Implementování systému pro rozšíření virtuální reality pomocí náhlavního zařízení (technologie navádění mechanika pomocí pokynů v zorném poli);

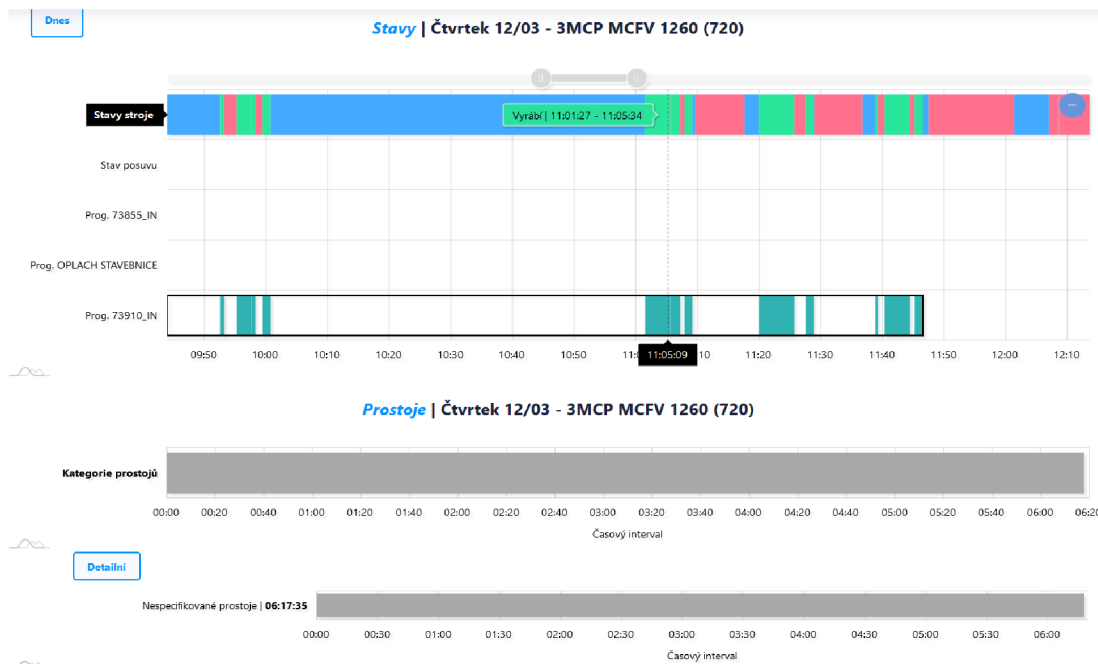
Tyto návrhy by mohly efektivně zkvalitnit systém údržby a snížit prostoje strojů. Zároveň by se zlepšil samotný informační systém, komunikace a maximální spolupráce mezi odděleními údržby, výroby a plánování. Výhodou těchto návrhů je, že monitorování je uskutečněno v době, kdy je stroj v provozu. Tudíž není omezena výrobní produktivita kvůli odhalení blížící se poruchy. Takový přístup nabízí flexibilitu pro plánování oprav v nevhodnější dobu, aby byl nejmenší dopad na celkovou produktivitu při zastavení činnosti stroje.

- Záznam úseku, kdy je u stroje MCFV 1260 hlášen alarm (detail programu) ze dne 12. 3. 2020



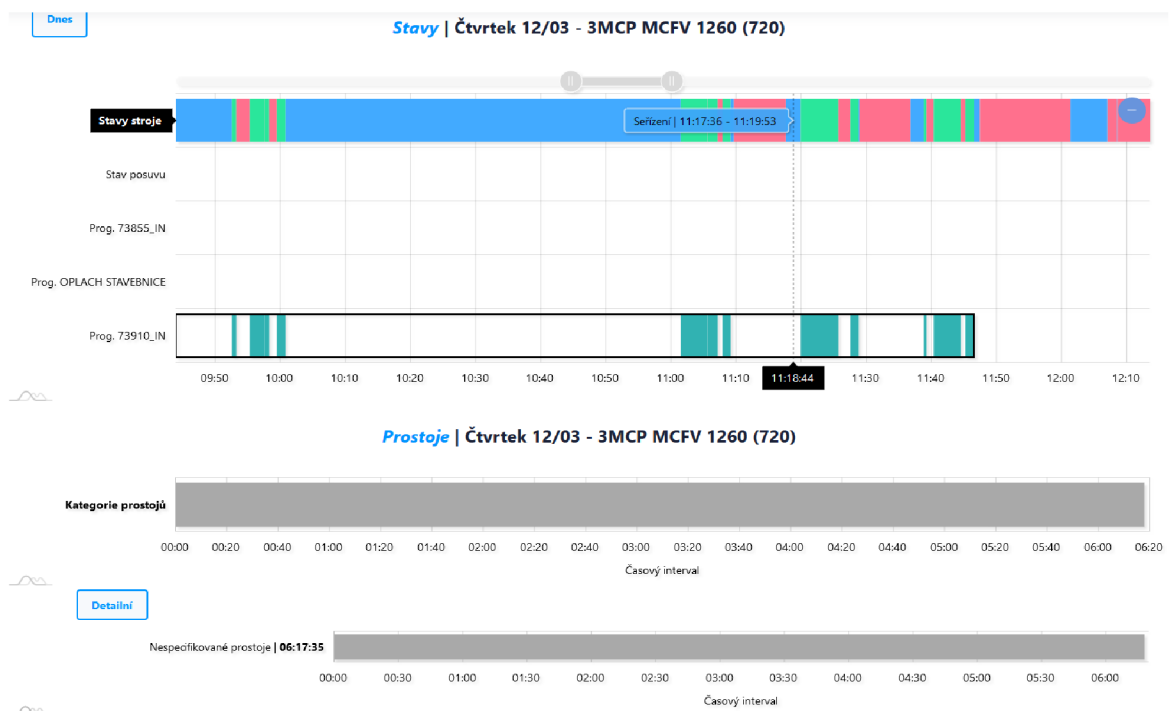
Obr. 33: Časová osa (záznam) alarmu [64]

- Záznam úseku, kdy stroj MCFV 1260 vyrábí (detail programu) ze dne 12. 3. 2020



Obr. 34: Časová osa (záznam) výroby [64]

- Záznam úseku, kdy se stroj MCFV 1260 seřizuje (detail programu) ze dne 12. 3. 2020



Obr. 35: Časová osa (záznam) seřizování [64]

## 10 ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo posoudit bezpečnost vybraných činností obsluhy u vertikálního obráběcího centra MCFV 1260 ve firmě TAJMAC – ZPS, a.s. ve Zlíně. Nejednalo se pouze o činnosti spojené s výrobním cyklem na analyzovaném stroji, ale především o činnosti týkající se obslužných, servisních a údržbářských zásahů.

V úvodu diplomové práce je vytvořena kapitola o terminologii, kde jsou sepsány základní pojmy, jenž je potřeba definovat pro pochopení dané problematiky. V druhé kapitole byla krátce popsána historie a rozdělení obráběcích strojů z hlediska metody frézování, do které spadá i zmiňované vertikální obráběcí centrum ze zadání. Poté bylo nutné vniknout do problematiky harmonizačních právních předpisů Evropského parlamentu a Rady týkající se oblasti bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a vytvoření rešerše současného stavu požadavků v těchto relevantních oblastech. Dále následovalo seznámení se sledovaným strojním zařízením, kde byly zaznamenány důležité informace o stroji a technické parametry. Stěžejní částí práce je systémový rozbor, který udává komplexní náhled do řešené problematiky. Pro lepší pochopení a návaznost práce byla vytvořena mapa procesů ke stroji MCFV 1260. Poté byla dle bodovací metody multikriteriálního hodnocení vybrána nejvhodnější metoda analýzy rizik - procesní FMEA. V poslední části systémového rozboru byl na základě získaných poznatků z teoretické části nastíněn návrh postupu řešení analýzy.

V praktické části je nejprve provedena analýza požadavků relevantních norem, která se přímo vztahuje na sledované strojní zařízení. Vertikální obráběcí centrum MCFV 1260 odpovídá příslušným relevantním normám. Konkrétní analyzované činnosti byly vybrány podle nebezpečných prostorů stroje. Vertikální obráběcí centrum MCFV 1260 má celkem devět nebezpečných prostorů, proto byl vybrán stejný počet činností k analýze. Tyto činnosti byly detailně rozebrány na dílčí úkony ve vývojových diagramech. Součástí vývojových diagramů je navržení preventivních opatření, která jsou dále rozvíjena i v jednotlivých tabulkách analýzy FMEA. Preventivní opatření jsou řešena jak po stránce konstrukční, kde je navrženo vylepšení stávajícího řešení, tak především po stránce bezpečnostní, kde je kladen důraz na samotnou bezpečnost a ochranu zdraví při práci. Cílem návrhu těchto preventivních opatření je tedy minimalizace stávajícího rizika na akceptovatelnou úroveň u nejvíce nebezpečných situací při vykonávání sledovaných činností. Poslední kapitola diplomové práce je zaměřena na interní monitoring procesu výroby ve firmě TAJMAC- ZPS, a.s. Na základě současného stavu byly zaznamenány menší nedostatky, které interní firemní síť obsahuje a způsobuje tak neplánované prostoje a nežádoucí přesčasy. Z toho důvodu byly nastíněny návrhy pro modifikování stávající situace a zlepšení komunikace mezi úseky výroby a údržby.

Závěrem diplomové práce je to, že byly splněny všechny cíle ze zadání a můžeme vidět i zpětnou využitelnost práce v praxi. Po navržení preventivních opatření došlo k výraznému snížení hodnot rizika u analyzovaných činností (viz.: Tab. 15). Hodnoty počátečních rizik u analyzovaných činností se podařilo snížit o tato procenta:

- **1. Vkládání nástroje do zásobníku nástrojů přes vřeteno → 76,00 %**
- **2. Spuštění programu pomocí tlačítek na zobrazovacím zařízení → 75,71 %**
- **3. Čištění průhledných bezpečnostních výplní → 80,49 %**
- **4. Čištění prostoru automatického výměníku palet → 78,57 %**
- **5. Kontrola výšky hladiny chladicí kapaliny v nádrži → 79,71 %**
- **6. Kontrola výšky hladiny oleje v nádrži → 80,36 %**

- **7. Kontrola konektorů a rozvodů v elektrorozvaděči → 80,36 %**
- **8. Napínání pásu článkového dopravníku třísek → 74,39 %**
- **9. Čištění šterbin chladiče → 78,95 %**

Tato skutečnost jednoznačně ukazuje praktický přínos práce a poskytuje tak firmě detailnější rozbor analyzovaných činností za účelem minimalizace nebezpečných situací. Mnou navržený systém může významně zkvalitnit návod k obsluze a být velmi užitečný pro vykonávání konkrétních údržbářských zásahů. Na základě poznatků, získaných z těchto analýz a vývojových diagramů, může být vytvořena příručka pro pracovníky obsluhy, údržby a servisu (sekundární dokument k návodu k obsluze strojního zařízení). Tato diplomová práce mi poskytla náhled do problematiky posouzení bezpečnosti a vykonávání analýzy rizik na konkrétní případovou studii. Velmi cennou zkušeností byl pro mě vstřícný kontakt s firmou TAJMAC-ZPS, a.s., která mi poskytovala důležité rady a na základě nově získaných zkušeností a praktických ukázek jsem mohl postupovat při tvorbě této práce.

## 11 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Bezpečnost práce. *BOZP* [online]. Praha: CRDR spol. s.r.o., 2020 [cit. 2020-06-01]. Dostupné z: <https://www.bozp.cz/slovník-pojmu/bezpecnost-prace/>
- [2] Program Bezpečný podnik. *BOZPinfo* [online]. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i., 2002 [cit. 2020-06-01]. Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/program-bezpecny-podnik>
- [3] MAREK, Jiří. *Konstrukce CNC obráběcích strojů III*. 1. Praha: MM publishing, 2018. ISBN 978-80-260-6780-1.
- [4] HLINOVSKÝ, Jiří, Jiří MAREK, Petr BLECHA, Eva KRČÁLOVÁ a Jan MAREČEK. *Management rizik v konstrukci výrobních strojů*. Speciální vydání. Praha: MM publishing: MM publishing, 2009, 90 stran : barevné ilustrace.
- [5] ČSN EN ISO 12100: *Bezpečnost strojních zařízení - Všeobecné zásady pro konstrukci - Posouzení rizika a snižování rizika*. Výzkumný ústav bezpečnosti práce Praha, 2011.
- [6] Identifikace nebezpečí a hodnocení rizik. *BOZPinfo* [online]. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i., 2009 [cit. 2020-06-10]. Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/identifikace-nebezpeci-hodnoceni-rizik-uvod>
- [7] ČSN EN 13306: *Údržba - Terminologie údržby*. Evropský výbor pro normalizaci, 2018.
- [8] ČSN EN ISO 13849-1: *Bezpečnost strojních zařízení - Bezpečnostní části ovládacích systémů - Část 1: Obecné zásady pro konstrukci*. Svaz strojírenské technologie, Praha, 2017.
- [9] Nařízení vlády č. 170/1997 Sb. *EPRAVO* [online]. Praha: Vláda České republiky, 1997 [cit. 2020-06-12]. Dostupné z: <https://www.epravo.cz/vyhledavani-aspi/?Id=45440&Section=1&IdPara=1&ParaC=2>
- [10] Druhy právních předpisů EU. *Evropská komise* [online]. Brusel: Evropská komise, 2020 [cit. 2020-06-10]. Dostupné z: [https://ec.europa.eu/info/law/law-making-process/types-eu-law\\_cs](https://ec.europa.eu/info/law/law-making-process/types-eu-law_cs)
- [11] Ergonomie. *BOZPinfo* [online]. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i., 2004 [cit. 2020-06-12]. Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/co-je-ergonomie>
- [12] Legislativa. *MZP* [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2008 [cit. 2020-06-12]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/cz/legislativa>
- [13] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/42/ES. *Esipa* [online]. Štrasburk: Evropský parlament a Rada Evropské unie, 2006 [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: <https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=32006L0042>



- [14] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/35/EU. *EUR-Lex* [online]. Štrasburk: Evropský parlament a Rada Evropské unie, 2014 [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/cs/TXT/?uri=CELEX:32014L0035>
- [15] ČSN EN 60204-1: *Bezpečnost strojních zařízení - Elektrická zařízení strojů - Část 1: Všeobecné požadavky*. Evropský výbor pro normalizaci v elektrotechnice, 2007.
- [16] 10 dat z historie obrábění na CNC strojích. *FactoryAutomation* [online]. Praha: FANUC Czech s.r.o., 2014 [cit. 2020-06-01]. Dostupné z: <https://factoryautomation.cz/10-dat-z-historie-obrabeni-na-cnc-strojich-kam-saha-historie-cnc-obrabeni/>
- [17] Obráběcí stroje a jejich rozdělení. *ELUC* [online]. Praha: ELUC, 2020 [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1318>
- [18] Rozdělení CNC obráběcích strojů. *Macmatic* [online]. Zlín: macmatic s. r. o., 2015 [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: <https://www.macmatic.cz/component/content/article/40-technicke-clanky/67-rozdeleni-cnc-obrabecich-stroju?panels=show&module=technicke-clanky>
- [19] Výhody a nevýhody CNC obrábění. *Fifth Metal Industrial Co., Ltd.* [online]. Dongguan: Fifth Metal Industrial Co., Ltd., 2002 [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: <http://cz.ccnmachining.com/news/cnc-machining-13972165.html>
- [20] Co je to obráběcí centrum a co ta nejlepší CNC dokážou?. *FactoryAutomation* [online]. Praha: FANUC Czech s.r.o., 2014 [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: <https://factoryautomation.cz/co-je-to-obrabeci-centrum-a-co-ta-nejlepsi-cnc-dokazou/>
- [21] Základní data o EU. *Euroskop* [online]. Praha: Vláda České republiky, 2005 [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: <https://www.euroskop.cz/9021/sekce/zakladni-data-o-eu/>
- [22] 15 let ČR v EU: Co nám EU přinesla?. *Euroskop* [online]. Praha: Vláda České republiky, 2005 [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: <https://www.euroskop.cz/9047/33124/clanek/15-let-cr-v-eu-co-nam-eu-prinesla/>
- [23] Brexit. *Evropský parlament* [online]. Praha: Evropský Parlament Kancelář v Česku, 2020 [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: <https://www.europarl.europa.eu/news/cs/headlines/priorities/brexit-dusledky-britskeho-referenda>
- [24] Evropská unie. *BOZPprofi* [online]. Praha: Verlag Dashöfer, nakladatelství, spol. s r. o., 1997 [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: <https://www.bozpprofi.cz/33/evropska-unie-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4EmKIJeLtbKh6MmZeGfB6cOg/>
- [25] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/104/ES. *EUR-Lex* [online]. Štrasburk: Evropský parlament a Rada Evropské unie, 2009 [cit. 2020-

- 06-02]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/cs/TXT/?uri=CELEX:32009L0104>
- [26] Rámcová směrnice Rady č. 89/391/EHS. *EUR-Lex* [online]. Lucemburk: Evropský parlament a Rada Evropských společenství, 1989 [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=celex:31989L0391>
- [27] Zákon č. 262/2006 Sb. Zákoník práce. *TZB-info* [online]. Praha: Parlament České republiky, 2007 [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/zakon-c-262-2006-sb-zakonik-prace#src-note64>
- [28] Zákon č. 309/2006 Sb. *TZB-info* [online]. Praha: Parlament České republiky, 2006 [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/zakon-c-309-2006-sb-o-zajisteni-dalsich-podminek-bezpecnosti-a-ochrany-zdravi-pri-praci>
- [29] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. *TZB-info* [online]. Praha: Vláda České republiky, 2007 [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: [https://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/narizeni-vlady-c-361-2007-sb-kterym-se-stanovi-podminky-ochrany-zdravi-pri-praci?fbclid=IwAR2j5qQ3WZs8HpOmkM0N-DE1\\_ux\\_ooxr4jV1mQuIMZnJ\\_B\\_2VxCtoNoemm8](https://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/narizeni-vlady-c-361-2007-sb-kterym-se-stanovi-podminky-ochrany-zdravi-pri-praci?fbclid=IwAR2j5qQ3WZs8HpOmkM0N-DE1_ux_ooxr4jV1mQuIMZnJ_B_2VxCtoNoemm8)
- [30] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/30/EU. *EUR-Lex* [online]. Štrasburk: Evropský parlament a Rada Evropské unie, 2014 [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=celex%3A32014L0030>
- [31] Prohlášení o shodě. *Ikvalita* [online]. Pardubice: ikvalita, 2008 [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=124>
- [32] EU Prohlášení o shodě. *CPSservis* [online]. Králův Dvůr: CPS servis s.r.o., 2018 [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://www.cpservis.cz/casto-kladene-otazky/>
- [33] Vyhláška č. 319/2019 Sb. *TZB-info* [online]. Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2019 [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/vyhlaska-c-319-2019-sb-o-energetickem-stitkovani-a-ekodesignu-vyrobkou-spojonych-se-spotrebou-energie>
- [34] Označení CE. In: *TZB-info* [online]. Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2019 [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/vyhlaska-c-319-2019-sb-o-energetickem-stitkovani-a-ekodesignu-vyrobkou-spojonych-se-spotrebou-energie>
- [35] Základní legislativa v EU a v ČR k problematice fyziologie práce a ergonomie. *KHSHK* [online]. Hradec Králové: Krajská hygienická stanice, 2016 [cit. 2020-06-04]. Dostupné z: [http://www.khshk.cz/e-learning/kurs5/kapitola\\_21\\_\\_zkladn\\_legislativa\\_v\\_eu\\_a\\_v\\_r\\_k\\_problematice\\_fyziologie\\_prce\\_a\\_ergonomie.html](http://www.khshk.cz/e-learning/kurs5/kapitola_21__zkladn_legislativa_v_eu_a_v_r_k_problematice_fyziologie_prce_a_ergonomie.html)

- [36] Technická normalizace. *ÚNMZ* [online]. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2020 [cit. 2020-06-04]. Dostupné z: <https://www.unmz.cz/caste-dotazy/casto-kladene-otazky-technicka-normalizace/>
- [37] Technická norma. *E-LTex* [online]. Brno: Textilní zkušební ústav, s.p., 2020 [cit. 2020-06-04]. Dostupné z: <http://www.skolertextilu.cz/elearning/176/popularizace-technicke-normalizace/Soustava-technicky-norem.html>
- [38] Mezinárodní a národní normy. *Pilz* [online]. Praha: Pilz Czech s.r.o., 2020 [cit. 2020-06-04]. Dostupné z: <https://www.pilz.com/cs-CZ/knowhow/law-standards-norms/standards/iso-iec-standards>
- [39] Bezpečnostní normy a jejich rozdělení. *Automatizace.HW* [online]. Praha: HW server s.r.o., 2015 [cit. 2020-06-04]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/bezpecnost-stroju/bezpecnost-stroju-1-dil-normy-rizika.html>
- [40] Grafická reprezentace rozdělení norem do tříd A, B a C. In: *Automatizace.HW* [online]. Praha: HW server s.r.o., 2015 [cit. 2020-06-04]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/bezpecnost-stroju/bezpecnost-stroju-1-dil-normy-rizika.html>
- [41] Harmonizované normy. *Zákony a normy* [online]. Zlín: Institut pro testování a certifikaci, a.s., 2015 [cit. 2020-06-04]. Dostupné z: <https://www.nlfnorm.cz/informacni-portal/146/co-jsou-harmonizovane-normy>
- [42] Harmonizované normy. *ČAS* [online]. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2017 [cit. 2020-06-04]. Dostupné z: <http://www.agentura-cas.cz/node/80>
- [43] Určené normy. *Zákony a normy* [online]. Zlín: Institut pro testování a certifikaci, a.s., 2015 [cit. 2020-06-04]. Dostupné z: <https://www.nlfnorm.cz/informacni-portal/149/co-jsou-urcene-normy>
- [44] Historie firmy TAJMAC-ZPS, a.s. *TAJMAC-ZPS* [online]. Zlín: TAJMAC-ZPS, a. s., 2018 [cit. 2020-06-06]. Dostupné z: <https://www.tajmac-zps.cz/historie>
- [45] Výrobní program. *TAJMAC-ZPS* [online]. Zlín: TAJMAC-ZPS, a. s., 2018 [cit. 2020-06-06]. Dostupné z: <https://www.tajmac-zps.cz/vyrobní-program>
- [46] Vertikální obráběcí centrum MCFV 1260. *TAJMAC-ZPS* [online]. Zlín: TAJMAC-ZPS, a. s., 2018 [cit. 2020-06-06]. Dostupné z: <https://www.tajmac-zps.cz/mcfv-1260>
- [47] *Výrobní program*. TAJMAC - ZPS, a.s., Zlín, 2019.
- [48] Prospekt MCFV 1060/1260. *TAJMAC-ZPS* [online]. Zlín: TAJMAC-ZPS, a. s., 2018 [cit. 2020-06-06]. Dostupné z: <https://www.tajmac-zps.cz/mcfv-1260>

- [49] *Návod k používání pro vertikální obráběcí centrum MCFV 1260.* TAJMAC - ZPS, a.s., Zlín, 2019.
- [50] FMEA. *ManagementMania* [online]. Plzeň: MANAGEMENTMANIA.COM LLC, 2016 [cit. 2020-06-07]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/failure-mode-and-effect-analysis>
- [51] BLECHA, Petr. *Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)*. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky, 2019.
- [52] Analýza pomocí kontrolního seznamu - CLA. *ManagementMania* [online]. Plzeň: MANAGEMENTMANIA.COM LLC, 2017 [cit. 2020-06-07]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/analyza-kontrolni-seznam-cla-checklist-analysis>
- [53] Analýza pomocí kontrolních seznamů. *BOZPinfo* [online]. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i., 2008 [cit. 2020-06-07]. Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/vyuziti-kontrolnich-seznamu-k-internim-kontrolam-v-organizacich>
- [54] Co - když analýza (What-if Analysis). *ManagementMania* [online]. Plzeň: MANAGEMENTMANIA.COM LLC, 2015 [cit. 2020-06-07]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/co-kdyz-analyza-what-if-analysis>
- [55] HALUZA, Miroslav a Jan MACHÁČEK. Multikriteriální analýza (MCA). *TZB-info* [online]. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav elektroenergetiky a Centrum výzkumu a využití obnovitelných zdrojů energie, 2011 [cit. 2020-06-08]. Dostupné z: <https://elektro.tzb-info.cz/inteligentni-budovy/7651-vyuziti-multikriterialni-analyzy-mca-pro-hodnoceni-inteligentnich-elektroinstalaci>
- [56] DOUBRAVOVÁ, Hana. *Vícekritériální analýza variant a její aplikace v praxi*. České Budějovice, 2008.. Diplomová práce. Jihočeská univerzita, Ekonomická fakulta, Katedra aplikované matematiky a informatiky. Vedoucí práce Jana Friebelová.
- [57] Zákon č. 22/1997 Sb. *Zákony pro lidi* [online]. Praha: Parlament České republiky, 1997 [cit. 2020-06-08]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-22>
- [58] Technické normy. *TZB-info* [online]. Praha: Topinfo s.r.o., 2001 [cit. 2020-06-08]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/normy>
- [59] *Seznam harmonizovaných právních předpisů a technických norem použitých při návrhu strojního zařízení MCFV 1260*. Zlín, 2018.
- [60] *ČSN EN ISO 16090-1: Bezpečnost obráběcích strojů - Obráběcí centra, frézky, postupové stroje - Část 1: Bezpečnostní požadavky*. Evropský výbor pro normalizaci, 2019.

- [61] BLECHA, Petr. *Management technických rizik u výrobních strojů*. Brno, 2010.. Habilitační práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky.
- [62] *Analýza rizik vertikálního obráběcího centra MCFV 1260*. TAJMAC - ZPS, a.s., Zlín, 2018.
- [63] Prediktivní a preventivní údržba. *Vše o průmyslu* [online]. Český Těšín: Trade Media International, s. r. o., 2017 [cit. 2020-06-09]. Dostupné z: <https://www.vseoprmyslu.cz/udrzba-a-diagnostika/asset-management/prediktivni-vs-preventivni-debata-a-budoucnost.html>
- [64] *Monitoring procesu výroby TAJMAC - ZPS, a.s. Zlín*. TAJMAC - ZPS, a.s., Zlín, 2018.
- [65] Vertikální obráběcí centrum MCFV 1260. In: *TAJMAC-ZPS* [online]. 2018: TAJMAC - ZPS, a.s., Zlín, 2018 [cit. 2020-06-06]. Dostupné z: <https://www.tajmac-zps.cz/mcfv-1260>

# 12 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ, A TABULEK

## 12.1 Seznam tabulek

|   |    |
|---|----|
| Tab 1) Dokumenty se základními požadavky Evropské unie k ergonomii [35].....              | 37 |
| Tab 2) Dokumenty s požadavky ČR k ergonomii [35].....                                     | 38 |
| Tab 3) Základní technické parametry ke stroji MCFV 1260 [49] .....                        | 44 |
| Tab 4) Technické parametry včetně, automat. zásobníku nástrojů a výměníku palet [49] .... | 45 |
| Tab 5) Celkové zhodnocení výběru metody analýzy rizik .....                               | 52 |
| Tab 6) Souhrn použitých norem při návrhu stroje MCFV 1260 [59].....                       | 55 |
| Tab 7) DENNÍ ÚKONY [49] .....   | 65 |
| Tab 8) ÚKONY PO TÝDNU [49].....   | 66 |
| Tab 9) ÚKONY PO MĚSÍCI [49] .....   | 66 |
| Tab 10) ÚKONY PO 3 MĚSÍCÍCH [49].....   | 66 |
| Tab 11) ÚKONY PO 6 MĚSÍCÍCH [49].....   | 66 |
| Tab 12) ÚKONY PO 10 LETECH [49] .....   | 67 |
| Tab 13) ÚKONY DLE POTŘEBY [49].....   | 67 |
| Tab 14) Přehled analyzovaných činností .....  | 69 |
| Tab 15) Přehled zhodnocení analýz FMEA.....   | 79 |

## 12.2 Seznam zkratk

|         |  |
|---------|--|
| BOZP    | Bezpečnost a ochrana zdraví při práci            |
| EU      | Evropská unie                                    |
| ES      | Evropské společenství                            |
| ISO     | Mezinárodní norma                                |
| EN      | Evropská norma                                   |
| ČSN     | Česká technická norma                            |
| a.s.    | Akciová společnost                               |
| CENELEC | Evropský výbor pro normalizaci v elektrotechnice |
| CEN     | Evropský výbor pro normalizaci                   |
| ETSI    | Evropský ústav pro telekomunikační normy         |
| EHS     | Evropského hospodářského společenství            |
| Čl.     | Článek   |
| Sb.     | Sbírka (zákona)                                  |
| CE      | Označení CE (posouzení výrobku)                  |
| IEC     | Mezinárodní elektrotechnické komise              |
| ČR      | Česká republika                                  |
| ÖNORM   | rakouská technická norma                         |
| BS      | britská technická norma                          |
| GOST    | ruská technická norma                            |

|       |  |
|-------|--|
| DIN   | německá technická norma                                |
| ANSI  | americká národní norma                                 |
| ÚNMZ  | Úřad pro normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví |
| FMEA  | Analýza možných způsobů a důsledků závad               |
| NASA  | Národní úřad pro letectví a vesmír                     |
| FMECA | Analýza možných vad a jejich kritických následků       |
| CLA   | Analýza pomocí kontrolního seznamu                     |
| FTA   | Analýza stromu poruchových stavů                       |
| HAZOP | Analýza ohrožení a provozuschopnosti                   |
| MCA   | Multikriteriální analýza                               |
| ČAS   | Česká agentura pro standardizaci                       |
| NV    | Nařízení vlády   |
| MTTFd | Střední doba do poruchy                                |
| DCavg | Průměrné diagnostické pokrytí                          |
| CCF   | Porucha se společnou příčinou                          |
| S     | Závažnost možné škody na zdraví                        |
| A     | Četnost a doba trvání ohrožení                         |
| E     | Možnost rozpoznání a vyvarování se nebezpečí           |
| W     | Pravděpodobnost vzniku nebezpečné události             |
| O     | Obslužné činnosti                                      |
| U     | Údržbářské činnosti                                    |
| S     | Servisní činnosti                                      |
| RIA   | Hodnocení dopadů regulace                              |
| PEN   | Nezahrnující vodič                                     |

## 13 SEZNAM OBRÁZKŮ

### 13.1 Seznam obrázků

|  |    |
|--|----|
| Obr. 1: Rozdělení obráběcích strojů podle úrovně konstrukce [17] .....   | 18 |
| Obr. 2: Vzor označení CE [34] .....  | 36 |
| Obr. 3: Grafické rozdělení norem do tříd A, B a C [40] .....   | 41 |
| Obr. 4: Základní rozměry vertikálního obráběcího centra MCFV 1260 [49] .....   | 43 |
| Obr. 5: Vertikální obráběcí centrum MCFV 1260 a přehled jednotlivých částí [65], [49] .....  | 44 |
| Obr. 6: Mapa procesu .....   | 47 |
| Obr. 7: Graf pro odhad velikosti rizika [61] .....   | 59 |
| Obr. 8: Blokové schéma vertikálního obráběcího centra MCFV 1260 [62] .....   | 62 |
| Obr. 9: Přehled nebezpečných prostorů z předního pohledu stroje [62] .....   | 63 |
| Obr. 10: Přehled nebezpečných prostorů ze zadního pohledu stroje [62] .....  | 63 |
| Obr. 11: Znázornění činnosti vkládání nástroje do zásobníku nástrojů přes vřeteno pomocí obrázků .....                                   | 70 |
| Obr. 12: Detail dílčího úkonu činnosti při vkládání nástroje do zásobníku nástrojů v analýze FMEA .....                                  | 70 |
| Obr. 13: Znázornění činnosti spuštění programu pomocí tlačítek na zobrazovacím zařízení pomocí obrázků .....                             | 71 |
| Obr. 14: Detail dílčího úkonu činnosti spuštění programu pomocí tlačítek v analýze FMEA .....  | 71 |
| Obr. 15: Znázornění činnosti čištění průhledných bezpečnostních výplní pomocí obrázků ...  | 72 |
| Obr. 16: Detail dílčího úkonu činnosti čištění průhledných bezpečnostních výplní v analýze FMEA .....                                    | 72 |
| Obr. 17: Znázornění činnosti čištění prostoru automatického výměníku palet pomocí obrázků .....  | 73 |
| Obr. 18: Detail dílčího úkonu činnosti čištění prostoru automatického výměníku palet v analýze FMEA .....                                | 73 |
| Obr. 19: Znázornění činnosti kontrola výšky hladiny chladicí kapaliny pomocí obrázků .....   | 74 |
| Obr. 20: Detail dílčího úkonu činnosti kontrola výšky hladiny chladicí kapaliny v analýze FMEA .....                                     | 74 |
| Obr. 21: Znázornění činnosti kontrola výšky hladiny v nádrži hydraulického agregátu pomocí obrázků .....                                 | 75 |
| Obr. 22: Detail dílčího úkonu činnosti kontrola výšky hladiny oleje v nádrži hydraulického agregátu v analýze FMEA .....                 | 75 |
| Obr. 23: Znázornění činnosti kontrola konektorů a rozvodů v elektrorozvaděči automatického výměníku palet pomocí obrázků .....           | 76 |
| Obr. 24: Detail dílčího úkonu činnosti kontrola konektorů a rozvodů v elektrorozvaděči automatického výměníku palet v analýze FMEA ..... | 76 |
| Obr. 25: Znázornění činnosti napínání pásu článkového dopravníku třísek pomocí obrázků .....   | 77 |
| Obr. 26: Detail dílčího úkonu činnosti napínání pásu článkového dopravníku třísek v analýze FMEA .....                                   | 77 |
| Obr. 27: Znázornění činnosti čištění štěrbin chladiče elektroskříně pomocí obrázků .....   | 78 |
| Obr. 28: Detail dílčího úkonu činnosti čištění štěrbin chladiče v elektroskříně v analýze FMEA .....                                     | 78 |
| Obr. 29: Náhled virtuálního prostředí u vertikálního obráběcího centra MCFV 1260 [64] .....  | 80 |
| Obr. 30: Sledování činností a stavu stroje firmou TAJMAC - ZPS, a.s. [64] .....  | 81 |



|  |    |
|--|----|
| Obr. 31: Záznam měsíční aktivity stroje MCFV 1260 [64] ..... | 81 |
| Obr. 32: Záznam týdenní aktivity stroje MCFV 1260 [64] ..... | 82 |
| Obr. 33: Časová osa (záznam) alarmu [64] .....               | 83 |
| Obr. 34: Časová osa (záznam) výroby [64] .....               | 84 |
| Obr. 35: Časová osa (záznam) seřizování [64] .....           | 84 |

# 14 SEZNAM PŘÍLOH

- 1) PŘÍLOHY 1 – 10