



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 SVISLÉHO SOUSTRUŽNICKÉHO CENTRA BASICTURN

SAFETY ASSESSMENT OF OPERATOR ACTIVITIES AT THE BASICTURN VERTICAL TURNING CENTER

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Ondřej Cunda

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.

BRNO 2020

Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky
Student:	Bc. Ondřej Cunda
Studijní program:	Strojní inženýrství
Studijní obor:	Kvalita, spolehlivost a bezpečnost
Vedoucí práce:	doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.
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 svislého soustružnického centra BASICTURN

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Výrobky uváděné na trh EU musí splňovat kromě požadavků zákazníků i požadavky zákonů. 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.

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 vztahená 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

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

Diplomová práce se zabývá problematikou bezpečnosti činností obsluhy u svislého soustružnického centra BASICTURN. První část je zaměřena na požadavky plynoucí ze směrnic Evropského parlamentu a Rady v relevantních oblastech a systémový rozbor problematiky. Ve druhé části je provedena analýza rizik vztažená k činnostem obsluhy na provozovaném stroji.

KLÍČOVÁ SLOVA

CNC obráběcí centrum, provozované strojní zařízení, analýza rizik, bezpečnost, harmonizovaná norma

ABSTRACT

The Master's thesis deals with the safety of operator activities at the BASICTURN vertical turning center. The first part is focused on the requirements arising from the directives of the European Parliament and the Council in relevant areas and a system analysis of the issue. The second part is a risk analysis related to operator activities on the operated machine.

KEYWORDS

CNC machining center, operated machinery, risk analysis, safety, harmonized standard

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

CUNDA, Ondřej. *Posouzení bezpečnosti činnosti obsluhy u svislého soustružnického centra BASICTURN*. Brno, 2020. 97 s. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky. Vedoucí práce doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval panu doc. Ing. Petru Blechovi, Ph.D. za cenné rady a komentáře při vypracování diplomové práce a své rodině za vytrvalou podporu při studiu.

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 22. 5. 2020

.....

Cunda Ondřej

OBSAH

1	ÚVOD	15
2	DŮLEŽITÉ POJMY	16
2.1	Pojmy vztahující se k právním předpisům EU	16
2.2	Pojmy vztahující se k analýze rizik	16
3	HARMONIZAČNÍ PRÁVNÍ PŘEDPISY EU	20
3.1	Požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví zaměstnanců při práci dle Směrnice Rady 89/391/EHS	20
3.2	Požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví na pracovišti dle Směrnice Rady 89/654/EHS	23
3.3	Požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví pro používání pracovního zařízení zaměstnanci při práci dle Směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2009/104/ES	23
3.4	Požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví pro používání osobních ochranných prostředků zaměstnanci při práci dle Směrnice Rady 89/656/EHS	24
3.5	Požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví pro práci se zobrazovacími jednotkami dle Směrnice Rady 90/270/EHS	24
3.6	Požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví před expozicí zaměstnanců hlukem dle Směrnice 2003/10/ES	25
3.7	Požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví před expozicí zaměstnanců elektromagnetickým polím dle Směrnice 2004/40/ES	25
3.8	Požadavky na strojní zařízení dle Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/42/ES	26
3.8.1	Článek 4 - Dozor nad trhem	26
3.8.2	Článek 5 - Uvádění na trh a uvádění do provozu	27
3.8.3	Článek 6 - Volný pohyb	27
3.8.4	Článek 7 - Předpoklad shody a harmonizované normy	27
3.9	Požadavky pro dodávání elektrických zařízení na trh dle Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/35/EU	28
3.10	Požadavky vztahované k elektromagnetické kompatibilitě dle Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/30/EU	28
3.11	Zavádění harmonizačních právních předpisů EU do národního práva ČR	29
4	SVISLÉ SOUSTRUŽNICKÉ CENTRUM BASICTURN	31
4.1	Popis stroje	31
4.2	Technické údaje stroje	33
5	SYSTÉMOVÝ ROZBOR PROBLEMATIKY	34
5.1	Nebezpečné prostory u provozovaného stroje	35
5.2	Úkony prováděné na provozovaném stroji	37
5.3	Metody analýzy rizik	40
5.3.1	What-if Analysis	40
5.3.2	Checklist Analysis	40
5.3.3	Fault Tree Analysis	41
5.3.4	Hazard and Operability Analysis	43
5.3.5	Failure Mode and Effect Analysis	44
5.4	Multikriteriální hodnocení	46
5.5	Návrh postupu řešení	47

6	ANALÝZA RIZIK	49
6.1	Technické normy	49
6.2	Analýza relevantních požadavků harmonizovaných norem	51
6.2.1	Management rizik dle ČSN EN ISO 23125:2018	52
6.2.2	Management rizik dle ČSN EN ISO 12100:2011	55
6.2.3	Management rizik dle ČSN EN 614-1+A1:2009	55
6.3	FMEA pro BASICTURN 2000 C2	56
6.4	Návrh preventivních opatření	68
7	ZÁVĚR	70
8	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	72
9	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	75
10	SEZNAM OBRÁZKŮ	77
11	SEZNAM TABULEK	78
12	SEZNAM PŘÍLOH	79
	PŘÍLOHA 1 - Technické parametry svislého soustružnického centra BASICTURN 2000 C2.....	80
	PŘÍLOHA 2 - Vývojový diagram očištění upínací plochy upínací desky.....	83
	PŘÍLOHA 3 - Vývojový diagram kontroly napnutí a stavu klínových řemenů náhonu upínací desky	84
	PŘÍLOHA 4 - Vývojový diagram osazování kotoučového zásobníku nástrojů nástrojovými držáky	87
	PŘÍLOHA 5 - Vývojový diagram doplnění oleje do nádrže agregátu centrálního ztrátového mazání.....	89
	PŘÍLOHA 6 - Vývojový diagram kontroly funkce a nastavení chladícího agregátu ...	90
	PŘÍLOHA 7 - Vývojový diagram čištění filtru na rozvodné elektroskříni	92
	PŘÍLOHA 8 - Vývojový diagram odstraňování třísek z vykládacího prostoru třísek čelního dopravníku	93
	PŘÍLOHA 9 - Vývojový diagram mazání řemenice hlavního pohonu upínací desky.....	94
	PŘÍLOHA 10 - Vývojový diagram doplnění chladící kapaliny do nádrže.....	95
	PŘÍLOHA 11 - Vývojový diagram očištění průzorových oken v předních ochranných krytech	96

1 ÚVOD

Obrábění pomocí CNC strojů je progresivním oborem, ve kterém nachází uplatnění moderní technologie. Ve srovnání s konvenčními obráběcími stroji představují CNC obráběcí centra řadu výhod, zejména pak při obrábění složitých součástí či v sériové výrobě. Avšak i moderní CNC obráběcí centra mohou být nebezpečná, jestliže se používají za nesprávných podmínek. Veškerá nebezpečí pro obsluhu musí být identifikována a odstraňována, nebo minimálně snižována na přijatelnou úroveň. Požadavky vztahující se k bezpečnosti a ochraně zdraví při práci stanovují harmonizační právní předpisy Evropské unie.

Aby mohl být výrobek uváděn na trh Evropské unie, musí se jednat o bezpečný výrobek, který splňuje požadavky harmonizačních právních předpisů. Za tímto účelem je při vývoji strojního zařízení prováděna analýza rizik vztahující se na celý životní cyklus stroje. To zahrnuje nejen návrh konstrukce, ale i bezpečnost obsluhy při předepsaných úkonech. Diplomová práce je zaměřena na posouzení bezpečnosti činností obsluhy u svislého soustružnického centra BASICTURN od společnosti TOSHULIN, a.s.

Teoretická část diplomové práce shrnuje současné požadavky plynoucí ze směrnic Evropského parlamentu a Rady v oblastech, které souvisí s bezpečností práce na uvedeném strojním zařízení. Dále obsahuje podrobný popis daného svislého soustružnického centra a to včetně důležitých technických parametrů stroje. Následuje systémový rozbor, ve kterém je problematika řešená v práci komplexně rozebrána. Z vybraných metod analýzy rizik se na základě multikriteriálního hodnocení zvolí nejvhodnější metoda a je vytvořen návrh postupu řešení.

V praktické části je provedena analýza požadavků relevantních harmonizovaných norem a podle vhodně zvolené metody rovněž analýza bezpečnosti činností obsluhy při obslužných, servisních a údržbových činnostech prováděných na předmětném stroji. Pro identifikovaná rizika se navrhuje preventivní ochranné opatření k jejich snížení.

2 DŮLEŽITÉ POJMY

V kapitole jsou objasněny základní pojmy vztahující se k problematice řešené v diplomové práci.

2.1 Pojmy vztahující se k právním předpisům EU

Evropská unie vydává následující typy právních aktů:

- **Nařízení**

Nařízení jsou právní akty, které se uplatňují automaticky a jednotně ve všech členských státech EU. Nemusí se provádět do vnitrostátního práva, uplatňují se okamžitě po vstupu v platnost a jsou závazná v celém rozsahu pro všechny země EU. [1]

- **Směrnice**

Směrnice vyžadují, aby členské státy EU dosáhly určitého výsledku, ponechávají jim však svobodu volby v tom, jak to učiní. Členské země musí přijmout opatření, aby mohly tuto směrnici začlenit do vnitrostátního práva. (tzv. provedení ve stanovené lhůtě obvykle do 2 let) Vnitrostátní orgány musí o těchto opatřeních informovat Evropskou komisi, neprovedení opatření může vést k zahájení řízení o nesplnění povinnosti ze strany Komise. [1]

- **Rozhodnutí**

Rozhodnutí jsou závazné právní akty, které se vztahují na jednu nebo více zemí EU, podniky či jednotlivce. Nabývá účinku dnem doručení oznámení dotčené straně. Rozhodnutí se nemusí provádět do vnitrostátních právních předpisů. [1]

- **Doporučení**

Doporučení nejsou právně závazná. Orgány EU mohou prostřednictvím doporučení dát najevo svůj názor a navrhnout určité kroky, aniž by z nich vyvozovaly zákonnou povinnost tomu, pro koho jsou určena. [1]

- **Stanoviska**

Stanovisko je právně nezávazný nástroj, který orgánům EU dovoluje učinit prohlášení, aniž by vyvozovaly jakékoli právní povinnosti týkající se tématu stanoviska. [1]

2.2 Pojmy vztahující se k analýze rizik

Pro posouzení nebezpečí je nutné provést analýzu rizik. S tím se pojí nutnost znát a pochopit příslušnou terminologii, která je uvedena především v ČSN EN ISO 12100:2011.

Důležité pojmy související s analýzou rizik jsou:

- **Strojní zařízení**

Strojní zařízení je montážní celek sestavený z částí nebo součástí, vzájemně spojených za účelem přesně stanoveného použití. Je vybaveno poháněcím systémem, který nepoužívá přímo vynaloženou lidskou nebo zvířecí sílu a minimálně jedna z jeho částí nebo součástí musí být pohyblivá. [2, 3]

- **Riziko**

Kombinace závažnosti možné škody (poškození, újmy) a pravděpodobnosti vzniku této škody (poškození, újmy) během specifikované nebezpečné události v rámci zkoumaného systému pravděpodobnosti výskytu škody (úrazu) a závažnosti této škody. [4]

- **Analýza rizika**

Analýza rizika je kombinací specifikace mezních hodnot stroje, identifikace nebezpečí a odhadu rizika. [3]

- **Nebezpečí**

Nebezpečí je bráno jako potenciální zdroj úrazu. Může být přítomné nepřetržitě během používání stroje (např. pohyb nebezpečných pohybujících se prvků, nevhodná poloha těla), nebo se může objevit neočekávaně (např. nebezpečí stlačení jako důsledek neúmyslného/neočekávaného spuštění). [3]

- **Úraz**

Úraz je fyzické zranění, nebo poškození zdraví. [3]

- **Relevantní nebezpečí**

Nebezpečí, které je identifikováno jako existující u stroje nebo které je spojeno se strojem. [3]

- **Významné nebezpečí**

Nebezpečí, které bylo identifikováno jako relevantní, a které vyžaduje specifickou činnost (opatření) konstruktéra k vyloučení nebo snížení rizika podle posouzení rizika. [3]

- **Zdroj ohrožení**

Konkrétní prvek, nacházející se ve zkoumaném systému, který je primární příčinou jednoho nebo více nebezpečí. [4]

- **Nebezpečná událost**

Událost, která může způsobit úraz. [3]

- **Nebezpečná situace**

Okolnost, při které je osoba vystavena alespoň jednomu nebezpečí. [3]

- **Nebezpečný prostor**

Nebezpečný prostor je jakýkoliv prostor uvnitř nebo kolem strojního zařízení, ve kterém může být osoba vystavena nebezpečí. [4]

- **Identifikace ohrožení**

Ve vztahu ke zkoumanému systému se jedná o vnímání nebezpečnosti konkrétní situace. [4]

- **Identifikace nebezpečí**

Rozpoznání a definování charakteristik nebezpečí, které je ve zkoumaném systému vytvářeno konkrétním zdrojem ohrožení. [4]

- **Zbytkové riziko**

Riziko, které zůstává i po použití ochranných opatření. [3]

- **Odhad rizika**

Odhad rizika je definovaný jako závažnost úrazu a pravděpodobnost jeho výskytu. [3]

- **Hodnocení rizika**

Posouzení, na základě analýzy rizika, zda bylo dosaženo cílů snížení rizika. [3]

- **Odpovídající snížení rizika**

Snížení rizika, které je alespoň podle zákonných požadavků, při uvádění současného stavu techniky. [3]

- **Ochranné opatření**

Opatření, které je realizované konstruktérem nebo uživatelem za účelem dosažení snížení rizika. [3]

- **Bezpečnostní ochrana**

Ochranné opatření používající bezpečnostní zařízení k ochraně osob před nebezpečími, která nemohou být dostatečně odstraněna nebo před riziky, která nemohou být dostatečně snížena zabudovanými konstrukčními bezpečnostními opatřeními. [3]

- **Bezpečnostní součást**

Součást plnící bezpečnostní funkci, jejíž selhání nebo chybná funkce ohrožuje bezpečnost osob. Není nezbytná pro fungování strojního zařízení, lze jí nahradit běžné součásti nezbytné pro fungování strojního zařízení. Na trh je uváděna samostatně. [2]

- **Funkční bezpečnost**

Funkční bezpečnost je část celkové bezpečnosti stroje a řídicího systému stroje, závislá na správném fungování SRECS (Safety-Related Electrical Control System), v systémech souvisejících s bezpečností, založených na jiných technických principech a vnějších prostředcích pro snížení rizika. [5]

- **Porucha**

Porucha spočívá v ukončení schopnosti objektu plnit požadovanou funkci. [3]

- **Poruchový stav**

Poruchový stav objektu je charakterizovaný neschopností plnit požadovanou funkci, kromě neschopnosti během preventivní údržby nebo jiných plánovaných činností nebo způsobený nedostatkem vnějších prostředků. [6]

- **Neúplné strojní zařízení**

Neúplné strojní zařízení je soubor, který je téměř strojním zařízením, ale který sám o sobě nemůže plnit určitou funkci. Neúplným strojním zařízením je poháněcí systém. Neúplné strojní zařízení je určeno pouze k zabudování do jiného strojního zařízení nebo jiného neúplného strojního zařízení nebo ke smontování s nimi, čímž se vytvoří strojní zařízení. [2]

- **Obsluha**

Osoba nebo osoby plnící úkoly při instalaci, provozu, seřizování, údržbě, čištění, opravách nebo přepravě strojního zařízení. [7]

- **Ergonomie**

Ergonomie je vědecká disciplína zabývající se studiem vzájemných vztahů (interakcí) mezi lidmi a dalšími prvky systému. Jde o profesi, která aplikuje teoretické poznatky, zásady, empirická data a metody pro navrhování zaměřené na optimalizaci pohody osob a celkovou výkonnost systému. [7]

- **Objekt**

Objekt je jakákoliv část, součást, zařízení, subsystém, funkční jednotka, zařízení nebo systém, kterým je možné se individuálně zabývat. [8]

- **Systém**

Soubor vzájemně souvisejících nebo vzájemně působících prvků. [8]

- **Důsledek poruchy**

Následek způsobu poruchy pro provoz, funkci nebo stav objektu. [8]

- **Způsob poruchy**

Způsob, jakým u objektu dochází k poruše. [8]

- **Kritičnost poruchy**

Kombinace závažnosti důsledku a četnosti výskytu nebo jiných atributů poruchy jako míra zaměřit se na ně a zmírnit je. [8]

- **Závažnost poruchy**

Významnost nebo stupeň důsledku způsobu poruchy na provoz objektu, na okolní prostředí objektu nebo na obsluhu objektu. [8]

- **Výstup**

Výstup je výsledek děje či jiného vstupu (následek příčiny). [9]

- **Vrcholová událost**

Výstup kombinací všech vstupních událostí. [9]

- **Vodící slovo**

Slovo nebo slovní obrat, které (který) vyjadřuje a stanovuje specifický typ odchylky od nějakého cíle projektu vlastnosti. [10]

- **Bezpečný výrobek**

Bezpečným výrobkem se rozumí každý výrobek, který za běžných nebo rozumně předvídatelných podmínek použití včetně požadavků na životnost, a případně na uvedení do provozu, instalaci a údržbu, nepředstavuje žádné riziko nebo představuje pouze minimální rizika slučitelná s použitím výrobku a považovaná za přijatelná a odpovídající vysoké úrovni ochrany zdraví a bezpečnosti osob. [11]

3 HARMONIZAČNÍ PRÁVNÍ PŘEDPISY EU

Evropská unie vytváří soubor harmonizačních právních předpisů, který má zajistit bezpečnost výrobků používaných na jejím území. Za tímto účelem vydává velké množství směrnic, které se mohou navzájem doplňovat a aktualizovat. V této kapitole budou popsány směrnice Evropského parlamentu a Rady, které se vztahují k problematice bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

3.1 Požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví zaměstnanců při práci dle Směrnice Rady 89/391/EHS

Celým názvem Směrnice Rady 89/391/EHS o zavádění opatření pro zlepšení bezpečnosti a ochrany zdraví zaměstnanců při práci nabyla platnosti dne 29. 6. 1989. Postupně byla změněna Nařízením Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1882/2003, Směrnicí Evropského parlamentu a Rady 2007/30/ES, a Nařízením Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1137/2008. Postupné změny a opravy směrnice 89/391/EHS byly začleněny do původního textu. Do českého právního systému je implementována jako Zákon č. 262/2006 Sb., dále jako Zákon č. 309/2006 Sb. a Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. [12]

Cílem této směrnice je zavádění opatření ke zlepšení bezpečnosti a ochrany zdraví zaměstnanců při práci. Zaměstnavatelům a zaměstnancům jsou stanoveny povinnosti s cílem snížit výskyt pracovních úrazů a nemocí z povolání. [12]

Povinnosti zaměstnavatelů [12]:

- zajistit bezpečnost a ochranu zdraví na pracovišti (včetně hodnocení a prevence rizik, zavedení komplexního systému prevence rizik a dostatečné školení zaměstnanců);
- jmenovat zaměstnance odpovědného za prevenci rizik na pracovišti;
- přijmout opatření týkající se první pomoci, zdolávání požáru a evakuace zaměstnanců;
- umožnit zaměstnancům účast na jednání o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci;
- poskytovat zaměstnancům veškeré informace o bezpečnostních a zdravotních rizicích a o ochranných a preventivních opatřeních.

Každý zaměstnanec musí dbát na bezpečnost a ochranu zdraví jak svou vlastní, tak i svých spolupracovníků. V souladu se školením a pokyny od zaměstnavatelů jsou povinnosti zaměstnanců zejména [12]:

- správně používat stroj, přístroje a nářadí;
- správně používat předepsané osobní ochranné prostředky, a po použití je uložit na určené místo;
- nevyřazovat, neměnit nebo nepřestavovat svévolně bezpečnostní zařízení strojů a správně tato bezpečnostní zařízení používat;
- okamžitě uvědomit zaměstnavatele nebo zástupce zaměstnanců pro oblast bezpečnosti a ochrany zdraví při práci o každé pracovní situaci, která představuje vážné a bezprostřední ohrožení bezpečnosti a zdraví;

- spolupracovat se zaměstnavatelem nebo zástupci zaměstnanců pro oblast bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na splnění všech požadavků uložených příslušným orgánem pro bezpečnost a ochranu zdraví zaměstnanců při práci a na vytvoření bezpečných pracovních podmínek bez rizik pro bezpečnost a zdraví.

Směrnice 89/391/EHS je rámcovou směrnicí, na kterou navazuje devatenáct samostatných směrnic týkajících se bezpečnosti a ochrany zdraví zaměstnanců při práci. Jejich aktuální seznam je uveden zde [13]:

- 1) Směrnice Rady 89/654/EHS o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví na pracovišti (první samostatná směrnice ve smyslu článku 16(1) směrnice 89/391/EHS), změněná směrnicí 2007/30/ES;
- 2) Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/104/ES 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), zrušuje směrnicí 89/655/EHS;
- 3) Směrnice Rady 89/656/EHS o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví pro používání osobních ochranných prostředků zaměstnanci při práci (třetí samostatná směrnice ve smyslu článku 16(1) směrnice 89/391/EHS), změněná směrnicí 2007/30/ES;
- 4) Směrnice Rady 90/269/EHS o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při ruční manipulaci s břemeny spojenou s rizikem, zejména poškození páteře, pro zaměstnance (čtvrtá samostatná směrnice ve smyslu článku 16(1) směrnice 89/391/EHS), změněná směrnicí 2007/30/ES;
- 5) Směrnice Rady 90/270/EHS o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci se zobrazovacími jednotkami (pátá samostatná směrnice ve smyslu článku 16(1) směrnice 89/391/EHS), změněná směrnicí 2007/30/ES;
- 6) Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2004/37/ES o ochraně zaměstnanců před riziky spojenými s expozicí karcinogenům nebo mutagenům při práci (šestá samostatná směrnice ve smyslu čl. 16 odst.1 89/391/EHS), zrušuje směrnicí 90/394/EHS;
- 7) Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/54/ES - o ochraně zaměstnanců před riziky spojenými s expozicí biologických činitelů při práci (sedmá samostatná směrnice ve smyslu článku 16(1) směrnice 89/391/EHS);
- 8) Směrnice Rady 92/57/EHS o minimálních bezpečnostních a zdravotních požadavcích, které se musí dodržovat na dočasných nebo mobilních staveništích, (osmá samostatná směrnice ve smyslu článku 16(1) směrnice 89/391/EHS), změněná směrnicí 2007/30/ES;
- 9) Směrnice Rady 92/58/EHS o minimálních požadavcích na bezpečnostní nebo zdravotní značky na pracovišti (devátá samostatná směrnice ve smyslu článku 16(1) směrnice 89/391/EHS), změněná směrnicí 2007/30/ES;
- 10) Směrnice 92/85/EHS o zavedení opatření pro podporu zlepšení bezpečnosti a ochrany zdraví pracovníků těhotných, nedávno rodičích nebo kojících (desátá samostatná směrnice ve smyslu článku 16(1) směrnice 89/391/EHS), změněná směrnicí 2007/30/ES;

- 11) Směrnice 92/91/EHS o minimálních požadavcích na zlepšení pracovní bezpečnosti a ochrany zdraví pracovníků při těžbě nerostných surovin během vrtání (jedenáctá samostatná směrnice ve smyslu článku 16(1) směrnice 89/391/EHS), změněná směrnicí 2007/30/ES;
- 12) Směrnice 92/104/EHS o minimálních požadavcích na zlepšení bezpečnosti a ochrany zdraví pracovníků při těžbě nerostných surovin (dvanáctá samostatná směrnice ve smyslu článku 16(1) směrnice 89/391/EHS), změněná směrnicí 2007/30/ES;
- 13) Směrnice 93/103/EHS o minimálních bezpečnostních a zdravotních opatřeních posádek rybářských lodí (třináctá samostatná směrnice ve smyslu článku 16(1) směrnice 89/391/EHS), změněná směrnicí 2007/30/ES;
- 14) Směrnice Rady 98/24/ES o bezpečnosti a ochraně zdraví zaměstnanců před riziky spojenými s chemickými činiteli používanými při práci (čtrnáctá samostatná směrnice ve smyslu článku 16(1) směrnice 89/391/EHS), změněná směrnicí 2007/30/ES;
- 15) Směrnice 1999/92/ES o minimálních bezpečnostních a zdravotních požadavcích na ochranu pracovníků pracujících v prostředí s nebezpečím výbuchu (patnáctá samostatná směrnice ve smyslu článku 16(1) směrnice 89/391/EHS), změněná směrnicí 2007/30/ES;
- 16) Směrnice 2002/44/ES o minimálních zdravotních a bezpečnostních požadavcích proti rizikům vyplývajícím z vystavení pracovníků fyzikálním vlivům (vibrace), (šestnáctá samostatná směrnice ve smyslu článku 16(1) směrnice 89/391/EHS), změněná směrnicí 2007/30/ES;
- 17) Směrnice 2003/10/ES o minimálních zdravotních a bezpečnostních požadavcích proti rizikům vyplývajícím z vystavení pracovníků fyzikálním vlivům (hluk), (sedmnáctá samostatná směrnice ve smyslu článku 16(1) směrnice 89/391/EHS), změněná směrnicí 2007/30/ES;
- 18) Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2004/40/ES o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví před expozicí zaměstnanců rizikům spojeným s fyzikálními činiteli (elektromagnetickými poli), (osmnáctá samostatná směrnice ve smyslu čl. 16 odst. 1 směrnice 89/391/EHS), změněná směrnicí 2007/30/ES a 2008/46/ES;
- 19) Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/25/ES o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví před expozicí zaměstnanců rizikům spojeným s fyzikálními činiteli (optickým zářením z umělých zdrojů), (devatenáctá samostatná směrnice ve smyslu čl. 16 odst. 1 směrnice 89/391/EHS), změněná směrnicí 2007/30/ES.

Samostatné směrnice obsahují všechny požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví zaměstnanců při práci. Pro problematiku řešenou v této diplomové práci jsou důležité převážně směrnice, které budou blíže rozebrány v následujících kapitolách.

3.2 Požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví na pracovišti dle Směrnice Rady 89/654/EHS

Směrnice Rady 89/654/EHS o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví na pracovišti nabyla platnosti dne 30. 11. 1989. Pro účely této směrnice se pracovištěm rozumí místo určené pro umístění pracovních míst v budovách podniku nebo závodu a jakékoli jiné místo na ploše podniku nebo závodu, na které má zaměstnanec přístup v rámci své práce. [14]

Směrnice za účelem ochrany bezpečnosti a zdraví zaměstnanců udává, aby zaměstnavatel udržoval dopravní cesty k nouzovým východům a východy samotné ve stavu, aby je bylo možné kdykoli použít. Pracoviště, vybavení a zařízení musí být pravidelně čištěna pro zajištění přiměřené úrovně hygieny. Zároveň každé pracoviště musí splňovat minimální požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví stanovené v přílohách I a II. Z tohoto důvodu musí být prováděna pravidelná kontrola a údržba a veškeré zjištěné nedostatky musí být co nejdříve odstraněny. [14]

3.3 Požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví pro používání pracovního zařízení zaměstnanci při práci dle Směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2009/104/ES

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/104/ES 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) vstoupila v platnost dne 16. 9. 2009. Hlavním důvodem vzniku bylo vytvořit srozumitelnou náhradu několikrát podstatně změněné Směrnice Rady 89/655/EHS ze dne 30. listopadu 1989 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). [15]

Směrnice má tři kapitoly [15]:

- Kapitola I - Obecné ustanovení;
- Kapitola II - Povinnosti zaměstnavatele;
- Kapitola III - Různá ustanovení.

Druhá kapitola týkající se povinností zaměstnavatele nařizuje zaměstnavateli zajistit pracovní prostředí, které při řádně vykonávané práci nemůže ohrozit bezpečí a zdraví zaměstnanců. Zaměstnavatel je povinen zajistit počáteční kontrolu pracovního zařízení po instalaci a po každé další montáži na jiném pracovišti. V souladu se směrnicí 89/391/EHS je zaměstnavatel povinen informovat a školit zaměstnance o rizicích, které práce zahrnuje, a projednávat se zaměstnanci nebo jejich zástupci záležitosti, na které se vztahuje tato směrnice včetně příloh, a umožnit jejich účast na jednání. [15]

Při zavádění minimálních požadavků na bezpečnost a ochranu zdraví zaměstnanců jsou zaměstnavatelem plně zohledňovány pracovní postoj a poloha zaměstnanců při používání pracovního zařízení a ergonomické zásady. [15]

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/104/ES je do českého právního systému provedena jako Nařízení vlády č. 378/2001 Sb.

3.4 Požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví pro používání osobních ochranných prostředků zaměstnanci při práci dle Směrnice Rady 89/656/EHS

Od 30. 11. 1989 je v platnosti Směrnice Rady 89/656/EHS o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví pro používání osobních ochranných prostředků zaměstnanci při práci. [16]

Osobními ochrannými prostředky se rozumí všechny prostředky určené k nošení nebo držení zaměstnancem na ochranu před jedním nebo více riziky, která by mohla ohrozit jeho bezpečnost nebo zdraví při práci. Používají se tehdy, pokud rizika nemohou být vyloučena nebo dostatečně omezena technickými ochrannými opatřeními nebo postupy organizace práce. [16]

Požadavky na osobní ochranné prostředky [16]:

- musí být přiměřené pro vyskytující se rizika a nesmí zvyšovat rizika;
- musí odpovídat stávajícím podmínkám na pracovišti;
- musí zohledňovat ergonomické požadavky a zdravotní stav zaměstnance;
- uživateli musí přesně padnout;
- musí být kompatibilní s dalšími ochrannými prostředky, pokud to přítomnost více než jednoho rizika vyžaduje;
- kromě zvláštních a výjimečných případů se mohou používat jen ke stanoveným účelům.

3.5 Požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví pro práci se zobrazovacími jednotkami dle Směrnice Rady 90/270/EHS

Směrnice Rady 90/270/EHS o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví pro práci se zobrazovacími jednotkami vstoupila v platnost dne 29. 5. 1990. [17]

Zobrazovací jednotkou se rozumí stínítko pro zobrazování alfanumerických znaků nebo grafického zobrazení bez ohledu na použitý způsob zobrazování. Směrnice udává, že při každodenní práci se zobrazovací jednotkou musí zaměstnavatel plánovat přestávky nebo změny činnosti, které by zaměstnanci omezovaly práci se zobrazovací jednotkou. V případě práce se zobrazovací jednotkou mají zaměstnanci právo na příslušnou prohlídku očí a zraku provedenou osobou s potřebnou kvalifikací. [17]

Příloha této směrnice uvádí požadavky na zobrazovací jednotku [17]:

- znaky na zobrazovací jednotce musí být ostré a zřetelné, přiměřeně velké a s dostatečnou vzdáleností mezi znaky a řádky;
- obraz na zobrazovací jednotce musí být ustálený (bez blikání a jiných projevů nestálosti);
- snadná nastavitelnost jasu a kontrastu mezi znaky a pozadím pro okolní podmínky;
- možnost snadného natočení a naklánění zobrazovací jednotky dle potřeby;
- možnost použití zvláštního podstavce pod obrazovku;
- žádné odlesky nebo odrazy světla na zobrazovací jednotce.

3.6 Požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví před expozicí zaměstnanců hlukem dle Směrnice 2003/10/ES

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2003/10/ES o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví před expozicí zaměstnanců rizikům spojeným s fyzikálními činiteli (hlukem) nabyla platnosti 6. 2. 2003. Požadavky této směrnice se vztahují na činnosti, při kterých hrozí riziko poškození zdraví zaměstnanců (zejména sluchu) z důvodu expozice hluku. [18]

Článek 3 této směrnice stanoví limitní hodnoty expozice hluku a hodnoty expozice vyvolávající akci. Tyto hodnoty se s ohledem na denní hladiny expozice hluku a maximální akustický tlak se pro účely této směrnice stanoví takto [18]:

- limitní hodnoty expozice: LEX, 8h (denní hladina expozice hluku) = 87 dB(A) a ppeak (maximální akustický tlak) = 200 Pa;
- horní hodnoty expozice vyvolávající akci: LEX, 8h = 85 dB(A) a ppeak = 140 Pa;
- dolní hodnoty expozice vyvolávající akci: LEX, 8h = 80 dB(A) a ppeak = 112 Pa.

Pro výpočet skutečné expozice zaměstnance hluku se při použití limitních hodnot expozice musí uvažovat se snížením hodnoty, které je způsobeno osobními chrániči sluchu používanými zaměstnancem. Pro hodnoty expozice vyvolávající akci se význam těchto chráničů nebere v potaz. [18]

Pokud je při hodnocení rizik zjištěno překročení horní hodnoty expozice vyvolávající akci, je zaměstnavatel povinen zavést program technických nebo organizačních opatření určených ke snížení expozice hluku. Takové pracoviště musí být označeno vhodnými značkami a přístup k nim by měl být omezen. [18]

3.7 Požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví před expozicí zaměstnanců elektromagnetickým polím dle Směrnice 2004/40/ES

Dne 29. 4. 2004 vstoupila v platnost Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2004/40/ES o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví před expozicí zaměstnanců rizikům spojeným s fyzikálními činiteli (elektromagnetickými poli). Tato směrnice stanoví minimální požadavky na ochranu zaměstnanců před riziky pro jejich zdraví a bezpečnost, které vznikají nebo by mohly vzniknout v důsledku expozice elektromagnetickým polím (od 0 Hz do 300 GHz) při jejich práci. Nevztahuje se na případné dlouhodobé účinky expozice a na rizika spojená s dotykem vodičů pod napětím. [11]

Povinností zaměstnavatele je podle potřeby měřit a vyhodnocovat elektromagnetická pole, jimž jsou zaměstnanci vystaveni. Údaje získané hodnocením nebo měřením se porovnají s referenčními hodnotami úrovně pro magnetická pole, které jsou uvedeny v příloze I této směrnice. Pokud jsou referenční hodnoty překročeny, musí zaměstnavatel zjistit a podle potřeby vypočítat, zda nejsou překročeny nejvyšší přípustné hodnoty podle přílohy I této směrnice. [11]

Vyhodnocení rizik souvisejících s expozicí zaměstnanců elektromagnetickým polím je součástí analýzy rizik, která se provádí při vývoji stroje před uvedením na trh. Údaje získané hodnocením, měřením nebo výpočty se uchovávají ve formě, která umožňuje do nich později nahlížet. [11]

3.8 Požadavky na strojní zařízení dle Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/42/ES

Celým názvem Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/42/ES o strojních zařízeních a o změně směrnice 95/16/ES je od 17. 5. 2006 hlavní směrnicí v oblasti bezpečnosti strojních zařízení. Do českého právního systému je zaváděna prostřednictvím Nařízení vlády č. 176/2008 Sb. [2]

Tato směrnice definuje pouze základní požadavky na ochranu zdraví a bezpečnost. Udává členskými státy odpovědnost za zajištění bezpečnosti a zdraví osob, zejména pracovníků a spotřebitelů. Každý členský stát nese odpovědnost za co největší možné zvyšování bezpečnosti daného strojního zařízení a má povinnost zajištění vynuovení této směrnice na svém území. Za porušení směrnice by se měly stanovit sankce, které jsou účinné, přiměřené a odrazující. Směrnice rovněž vytváří právní rámec, ve kterém může plynule probíhat dozor nad trhem. Stanovuje, že označení CE by mělo být plně uznáno jako jediné označení, které zaručí, že strojní zařízení splňuje požadavky této směrnice. Jakákoliv další označení, která by mohla uvést třetí osoby v omyl, by měla být zakázána. Při návrhu a konstrukci strojního zařízení se vychází z přílohy I této směrnice. [2]

Tato směrnice se vztahuje na uvedené výrobky [2]:

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

Nevztahuje se na bezpečnostní součásti určené jako náhradní součásti, zařízení používané na výstavištích nebo v zábavních parcích, zbraně (včetně střelných zbraní), strojní zařízení zvláště navrhované pro jaderné, vojenské, policejní, výzkumné a těžební účely, námořní plavidla, specifikované dopravní prostředky a vybrané elektrické a elektronické výrobky. [2]

3.8.1 Článek 4 - Dozor nad trhem

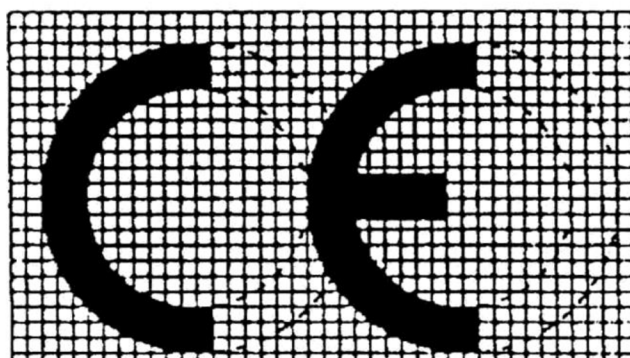
V souvislosti s dozorem nad trhem směrnice ve čtyřech bodech uvádí [2]:

- členské státy zajistí, aby strojní zařízení mohlo být uváděno na trh nebo do provozu, pouze pokud splňuje příslušná ustanovení této směrnice a neohrožuje zdraví a bezpečnost osob, domácích zvířat nebo majetku, je-li správně instalováno, udržováno a používáno ke stanoveným účelům;
- členské státy zajistí, aby neúplné strojní zařízení mohlo být uváděno na trh, pouze pokud splňuje příslušná ustanovení této směrnice;
- členské státy jmenují příslušné orgány ke sledování shody strojního zařízení nebo neúplného strojního zařízení s body 1 a 2;
- členské státy vymezí úkoly a pravomoci příslušných orgánů uvedených v bodu 3 a oznámí tyto údaje Komisi a ostatním členským státům.

3.8.2 Článek 5 - Uvádění na trh a uvádění do provozu

Článek pět udává, co musí být splněno před uvedením zařízení na trh nebo do provozu. Výrobce nebo jeho zplnomocněný zástupce [2]:

- zajistí, aby zařízení splňovalo základní požadavky na ochranu zdraví a bezpečnost;
- zajistí, aby byla k dispozici technická dokumentace (podle přílohy VII);
- poskytne potřebné informace, jako návod k použití;
- provede příslušné postupy k posouzení shody;
- vypracuje ES prohlášení o shodě a přiloží jej ke strojnímu zařízení;
- připojí označení CE.



Obr. 1 Označení CE [19]

3.8.3 Článek 6 - Volný pohyb

Článek šest stanoví ve třech odstavcích podmínky týkající se volného pohybu strojních zařízení na území Evropské unie. Členské státy [2]:

- nesmí na svém území zakazovat, omezovat nebo bránit uvádění strojních zařízení, jež splňují požadavky této směrnice na trh nebo do provozu;
- nesmí zakazovat, omezovat nebo bránit uvádění na trh neúplných strojních zařízení, která jsou určena pro zabudování do jiného strojního zařízení nebo pro sestavení s jiným neúplným strojním zařízením tak, že vznikne strojní zařízení;
- nesmí na veletrzích či výstavách bránit předvádění strojních zařízení nebo neúplných strojních zařízení, která nejsou ve shodě s touto směrnicí, pokud je viditelně označeno, že daná strojní zařízení nejsou ve shodě s touto směrnicí, a že nebudou k dispozici před zajištěním shody.

3.8.4 Článek 7 - Předpoklad shody a harmonizované normy

V článku sedm směrnice udává požadavky předpokladu shody s harmonizovanými normami [2]:

- členské státy pokládají strojní zařízení opatřená označením CE a ES prohlášením o shodě za splňující požadavky této směrnice;
- strojní zařízení vyrobené v souladu s harmonizovanou normou se považuje za splňující základní požadavky na ochranu zdraví a bezpečnost;
- Komise v Úředním věstníku Evropské unie zveřejní odkazy na harmonizované normy;
- členské státy přijmou vhodná opatření, která umožní sociálním partnerům ovlivňování procesu přípravy (na vnitrostátní úrovni) a sledování harmonizovaných norem.

3.9 Požadavky pro dodávání elektrických zařízení na trh dle Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/35/EU

Dne 26. 2. 2014 vstoupila v platnost Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/35/EU o harmonizaci právních předpisů členských států týkajících se dodávání elektrických zařízení určených pro používání v určitých mezích napětí na trh. Nahrazuje směrnici Evropského parlamentu a Rady 2006/95/ES ze dne 12. prosince 2006. Do národního práva je zaváděna jako Nařízení vlády č. 118/2016 Sb. o posuzování shody elektrických zařízení určených pro používání v určitých mezích napětí při jejich dodávání na trh. [20, 21]

Směrnice má zajistit, aby elektrická zařízení na trhu splňovala požadavky na vysokou úroveň ochrany zdraví a bezpečnosti osob, domácích zvířat a majetku. Vztahuje se na elektrická zařízení určená pro použití v rozsahu jmenovitých napětí od 75 do 1 500 V pro stejnosměrný proud a od 50 do 1 000 V pro střídavý proud. [20]

Tato směrnice se vztahuje na všechny formy dodávání elektrických zařízení a má zaručit fungování vnitřního trhu. Pojednává o elektrických zařízeních, která jsou při svém uvedení na trh Evropské unie nová. [20]

Druhy elektrických zařízení [20]:

- nová elektrická zařízení vyrobená na území Unie;
- nová elektrická zařízení dovezená ze třetí země;
- použitá elektrická zařízení dovezená ze třetí země.

Směrnice je rozdělena následujícím způsobem [20]:

- Kapitola I - Obecná ustanovení;
- Kapitola II - Povinnosti hospodářských subjektů;
- Kapitola III - Shoda elektrického zařízení;
- Kapitola IV - Dozor nad trhem Unie, kontrola elektrických zařízení vstupujících na trh Unie a ochranný postup Unie;
- Kapitola V - Projednávání ve výboru, přechodná a závěrečná ustanovení.

3.10 Požadavky vztahené k elektromagnetické kompatibilitě dle Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/30/EU

Dalším právním předpisem, který se vztahuje k dané problematice je Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/30/EU ze dne 26. února 2014 o harmonizaci právních předpisů členských států týkajících se elektromagnetické kompatibility (přepracované znění). Nahrazuje směrnici Evropského parlamentu a Rady 2004/108/ES. Do českého právního systému je zavedena jako Nařízení vlády č. 117/2016 Sb. o posuzování shody výrobků z hlediska elektromagnetické kompatibility při jejich dodávání na trh. [22, 23]

Tato směrnice stanoví požadavky na elektromagnetickou kompatibilitu zařízení, aby byla zajištěna ochrana proti elektromagnetickému rušení. Jejím cílem je zajistit fungování vnitřního trhu a zaručit volný pohyb elektrických a elektronických přístrojů, aniž by došlo ke snížení úrovně ochrany v členských státech. [22]

Směrnice se skládá z 6 kapitol [22]:

- 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;
- Kapitola VI - Postup projednávání ve výboru, přechodná a závěrečná ustanovení.

3.11 Zavádění harmonizačních právních předpisů EU do národního práva ČR

Česká republika má stejně jako každý členský stát Evropské unie své zákony vztahující se k bezpečnosti a ochraně zdraví při práci. Současně platná legislativa České republiky musí být v souladu s požadavky plynoucími ze směrnic Evropského parlamentu a Rady. V této kapitole budou popsány důležité právní předpisy České republiky a jejich vztah ke směrnicím Evropské unie.

Hlavním právním předpisem zabývajícím se problematikou bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na území České republiky je zákon č. 262/2006 Sb., též nazývaný Zákoník práce. Tento zákon nabyl účinnosti 1. 1. 2007, kdy nahradil předchozí zákon č. 65/1965 Sb. Od nabytí účinnosti je zákoník práce pravidelně novelizován. [24]

Zákoník práce upravuje právní vztahy mezi zaměstnancem a zaměstnavatelem, které vznikají při výkonu závislé práce. Smyslem a účelem jeho ustanovení je zajistit zvláštní zákonnou ochranu postavení zaměstnance, uspokojivé a bezpečné podmínky pro výkon práce, spravedlivé odměňování zaměstnance, řádný výkon práce zaměstnancem v souladu s oprávněnými zájmy zaměstnavatele, rovné zacházení se zaměstnanci a zákaz jejich diskriminace. [24]

Předcházením vzniku závažných rizik se zabývá pátá část zákoníku práce s názvem Bezpečnost a ochrana zdraví při práci. Tato část se skládá ze tří hlav (I – III) a osmi ustanovení (§101 až §108). [24]

Hlava I, celým názvem Předcházení ohrožení života a zdraví při práci, upravuje problematiku skrze §101 a §102 následujícím způsobem [24]:

- §101 udává zaměstnavateli povinnost zajistit bezpečnost a ochranu zdraví zaměstnanců při práci s ohledem na rizika, která se týkají pracovní činnosti, a povinnost uhradit náklady s tím spojené. Zaměstnavatel musí také zajistit bezpečnost a ochranu zdraví při práci všech osob, které se s jeho vědomím zdržují na jeho pracovištích.
- §102 upravuje povinnost zaměstnavatele vytvářet bezpečné a zdravé neohrožující pracovní prostředí a pracovní podmínky. Bezpečného pracovního prostředí lze dosáhnout vhodnou organizací bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a přijímáním opatření k předcházení rizikům. Zaměstnavatel je povinen soustavně vyhledávat nebezpečné činitele a zjišťovat jejich příčiny a zdroje. Na základě tohoto zjištění provést vyhodnocení možných rizik a přijmout opatření k jejich odstranění, nebo k omezení jejich působení tak, aby ohrožení bezpečnosti a zdraví zaměstnanců bylo minimalizováno na přijatelnou úroveň. Zaměstnavatel je rovněž povinen vést dokumentaci o vyhledávání a vyhodnocování rizik a o přijatých opatřeních.

Hlava II - Povinnosti zaměstnavatele, práva a povinnosti zaměstnance obsahuje ustanovení §103 - §106, které upravují problematiku následujícím způsobem [24]:

- §103 zakotvuje zaměstnavateli povinnost nepřipustit, aby zaměstnanec vykonával zakázané práce a práce, jejichž náročnost by neodpovídala jeho schopnostem a zdravotní způsobilosti. Další povinností zaměstnavatele je zajistit zaměstnancům dostatečné školení o bezpečnosti a ochraně zdraví v souvislosti s vykonáváním jejich práce a zajištění první pomoci v případě potřeby. Toto ustanovení věnuje pozornost rovněž těhotným ženám a osobám se zdravotním postižením.
- §104 se zabývá povinností poskytnout zaměstnancům příslušné osobní ochranné prostředky, pracovní oděvy a obuv, mycí, čisticí a dezinfekční prostředky a ochranné nápoje;
- §105 upravuje povinnosti zaměstnance při pracovních úrazech a nemocech z povolání;
- §106 upravuje práva a povinnosti zaměstnance.

Hlava III s názvem Společná ustanovení obsahuje ustanovení §107 a §108, které popisují problematiku následujícím způsobem [24]:

- §107 stanovuje další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a odkazuje se na zákon č. 309/2016 Sb.;
- §108 upravuje účast zaměstnanců na řešení otázek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Zaměstnanci mají právo podílet se na řešení otázek souvisejících s bezpečností a ochranou zdraví při práci prostřednictvím odborové organizace a zástupce pro oblast bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

Další důležité právní předpisy, které by se neměly opomenout, jsou pro lepší přehlednost uvedeny v tabulce 1 včetně směrnic Evropského parlamentu a Rady, ze kterých vychází.

Tab. 1 Přehled zavádění požadavků vybraných směrnic EU do národního práva

Číslo směrnice EU	Zavedení v České republice	Vstup v účinnost
Směrnice 89/391/EHS	Zákon č. 262/2006 Sb.	01. 01. 2007
	Zákon č. 309/2006 Sb.	01. 01. 2007
	Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. (změněno NV 68/2010 Sb.)	01. 01. 2008 (01. 05. 2010)
Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/104/ES	Nařízení vlády č. 378/2001 Sb.	01. 01. 2003
Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/42/ES	Nařízení vlády č. 176/2008 Sb.	29. 12. 2009
Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/35/EU	Nařízení vlády č. 118/2016 Sb.	20. 04. 2016
Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/30/EU	Nařízení vlády č. 117/2016 Sb.	20. 04. 2016

4 SVISLÉ SOUSTRUŽNICKÉ CENTRUM BASICTURN

BASICTURN je označení třídy strojů, které se liší velikostí upínací desky. Stroj je vyráběn s šesti základními velikostmi průměrů upínací desky, a to 1250, 1600, 2000, 2500, 3000 a 4000 mm. Reprezentantem řady BASICTURN, na kterém bude provedena analýza rizik, je strojní zařízení BASICTURN 2000 C2. [25]

Stroj BASICTURN 2000 C2 od společnosti TOSHULIN, a.s. je určen k výkonnému soustružení obrobků v kusové i opakované výrobě malých a středních sérií. Kromě běžných soustružnických operací, umožňuje tento stroj soustružení závitů, kuželů, obecných ploch, osové i mimoosové vrtání, broušení, řezání závitů, vystružování a frézování obecných ploch. Není určen pro obrábění obrobků z hořlavých materiálů s rizikem výbuchu. [26]

Stroj je určen pro mechanické dílny kovoprůmyslu v uzavřených objektech s přirozeným větráním a běžnou průmyslovou atmosférou. V těchto dílnách nesmí být přítomny agresivní páry nebo plyny a elektricky vodivé prachové částice. [26]

4.1 Popis stroje

BASICTURN 2000 C2 (obr. 2) je svislé soustružnické centrum, jehož nosnou částí je lože, na němž je připevněn stojan a dohromady tvoří tuhý celek. [26]

Stroj je vybaven upínací deskou o průměru 2000 mm, na níž se pomocí ručních upínacích svěráků upíná obrobek. Upínací deska je uložena ve speciálním křížovém ložisku a její náhon je odvozen od regulačního motoru. Motor od firmy SIEMENS pohání dvoustupňovou planetovou převodovou skříň a přes pastorek a ozubený věnec také upínací desku. Řazení dvou převodových stupňů se uskutečňuje hydraulicky. Druhý pastorek podílející se na polohování upínací desky je poháněn digitálním servopohonem přes šnekové soukolí. Kompletní pohon polohovací upínací desky je umístěn v loži, zatímco mazání převodové skříňe je zajištěno uzavřeným okruhem vedoucím z nádrže mazacího oleje umístěné vlevo za strojem. Součástí nádrže mazacího oleje je chladicí agregát, který udržuje olej ve stabilní teplotě. [26]



Obr. 2 Svislé soustružnické centrum BASICTURN 2000 C2 [27]

Na horní plochu lože je připevněn stojan, po jehož kluzných plochách se pohybuje příčník (pohyb q). Uvolňování a zpevňování příčníku je automatické, jeho přestavení je po 100 mm. Od elektromotoru přes šnekovou převodovou skříň na kuličkový šroub posuvnou matici je odvozen zdvih příčníku. Po kalených vodících lištách příčníku v ose X se pohybuje příčníkový suport. Příčníkový suport je nadlehčován pomocí dvou buněk s talířovými pružinami a jeho pojezd je odvozen od digitálního servopohonu přes spojku na kuličkový šroub. V závislosti na poloze příčníkového suportu od upínací desky jsou řízeny otáčky upínací desky (konstantní řezná rychlost). Smykadlo tuhé konstrukce, zajišťující pohyb v ose Z, má kalené vodící plochy a je uloženo pomocí valivého vedení v příčníkovém suportu. Prochází jím náhonová hřídel, která pohání rotační nástroje. Tato hřídel je naháněna přes dvoustupňovou převodovou skříň elektrickým regulačním motorem za pomoci šesti klínových řemenů. Ve spodní části smykadla je zabudován mechanismus pro upnutí a odepnutí nástrojových držáků. Předepnutí valivých vedení příčníkového suportu a smykadel zajistí dosažení požadované přesnosti. Obě pohybové osy mají odměřování posuvů pomocí lineárních pravítek. [26]

Na pravé straně příčníku je na konzole uchycen kotoučový zásobník nástrojů. Zásobník nástrojů slouží pro odkládání nástrojových držáků a jejich výměnu ve smykadle. Prostor zásobníku nástrojů je ohrazen ochrannými kryty, které zajišťují bezpečnost při práci. Od pracovního prostoru stroje je oddělen pneumaticky ovládanými otevíratelnými dveřmi. Pro přístup k zásobníku nástrojů slouží křídlové dveře, které se nacházejí v pravé boční části ochranných krytů. [26]

Mazací systém stroje je centrální a ztrátový. Valivé vedení a kuličkové šrouby jednotlivých posuvů stroje (q , X, Z) jsou mazány automaticky. Na hlavním ovládacím panelu se nachází signalizační dioda technologické připravenosti stroje, která kontroluje činnost mazání uložení upínací desky na stroji. Vpravo za strojem je umístěn hydraulický agregát, jenž slouží k ovládní pomocných funkcí stroje. V zadní části stroje uvnitř stojanu se nachází zařízení pro úpravu tlakového vzduchu. Tlakový vzduch se využívá pro ofukování styčné plochy smykadla při automatické výměně nástrojového držáku v smykadle, pro ovládní krytu zařízení ke kontrole nástroje měřicí sondou RENISHAW a pro ovládní ochranného krytu (dveří) pro vjezd příčníkového suportu do prostoru automatické výměny nástrojových držáků. [26]

Odvod třísek z pracovního prostoru stroje probíhá pomocí skluzů, které jsou součástí ochranných krytů a čelního dopravníku třísek. V násypce a nádrži čelního vynášecího dopravníku třísek se nachází chladicí kapalina odvedená po obrábění současně s třískami. Chladicí kapalina je z nádrže čerpána a vedena hadicemi k filtračnímu zařízení, které je součástí hlavní nádrže chladicí kapaliny o objemu 1000 litrů. Následně je chladicí kapalina z hlavní nádrže čerpána čerpadlem pod tlakem do 1 MPa a pomocí hadic vedena ke smykadlu a k nástroji. [26]

Bezpečnost obsluhy při práci zajišťují ochranné kryty pracovního prostoru. Přístup do pracovního prostoru stroje je umožněn dvoudílnými, hydraulicky ovládanými ochrannými kryty (dveřmi) s průzorovými okny. Prostor kolem upínací desky je vybaven pracovními plošinami. Tyto plošiny jsou položeny na nosnících a jsou odnímatelné, aby bylo možné čištění pracovního prostoru. [26]

V hlavním ovládacím panelu je zabudován řídicí CNC systém SIEMENS 840D Solution Line. Hlavní ovládací panel, jež je nepřestavitelný a pevně integrovaný do ochranných krytů stroje, obsahuje prvky pro ruční ovládání některých funkcí stroje (např. osvětlení stroje, hydrauliky, START-STOP pohonů) a prvky signalizující některé funkce stroje (upnutí nástrojového držáku, připojení stroje na síť apod.). Veškeré požadavky na ovládání stroje zajišťuje souvislý řídicí CNC systém. [26]

Elektroinstalace je přizpůsobena jednotlivým ovládaným skupinám stroje. Rozvodná elektroskříň, ve které jsou umístěny spínací a regulační přístroje, je propojena se strojem propojovacím materiálem, který je dodáván v potřebných délkách. [26]

4.2 Technické údaje stroje

V tabulce 2 jsou hlavní technické parametry svislého soustružnického centra BASICTURN 2000 C2. Kompletní seznam parametrů provozovaného strojního zařízení je uveden v příloze 1.

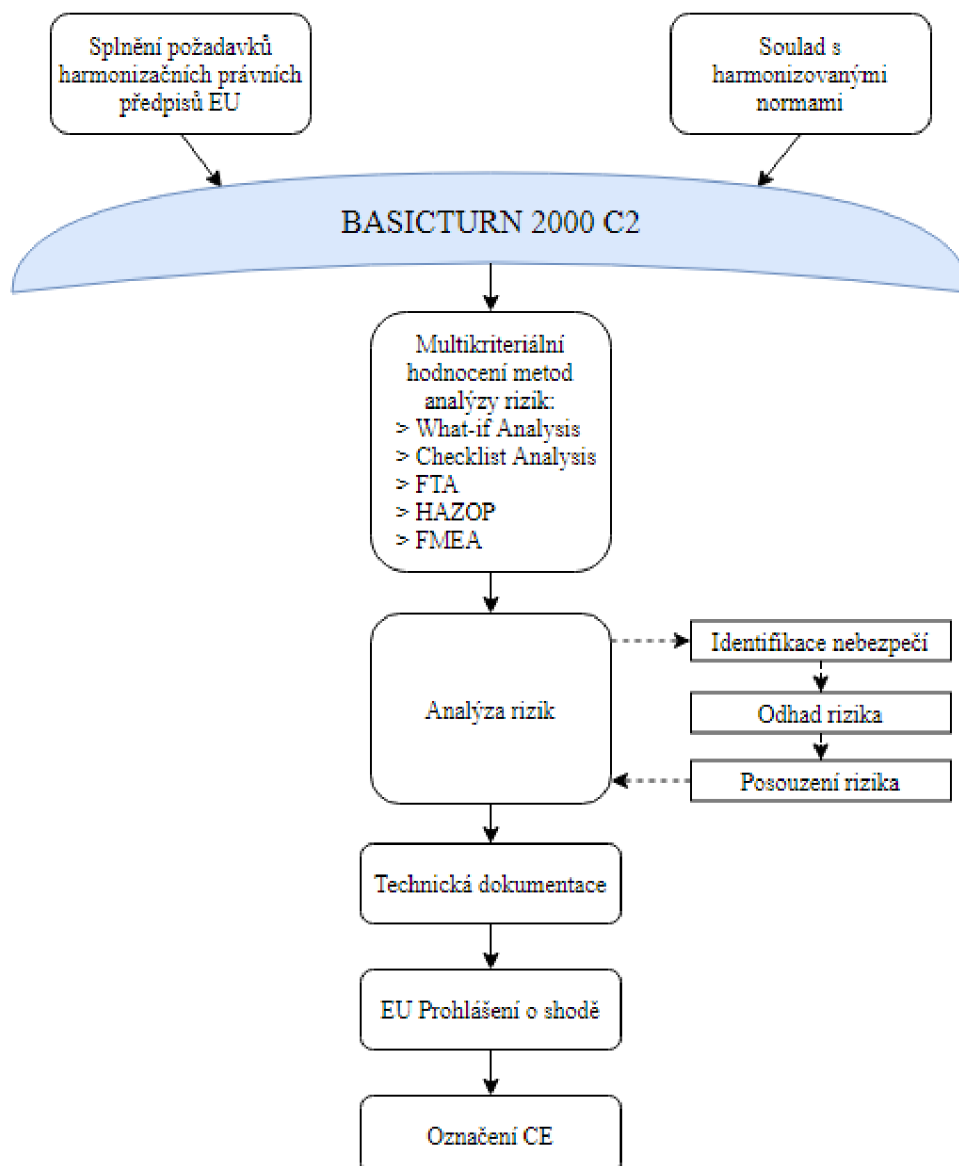
Tab. 2 Hlavní technické parametry provozovaného stroje [26]

Pracovní rozsah		
Maximální zdvih smykadla	mm	1060
Maximální průměr obrobku	mm	2300
Maximální výška obrobku	mm	1500
Maximální hmotnost obrobku	kg	20000
Maximální řezná síla	N	50000
Příčnick		
Maximální zdvih příčnicku	mm	800
Rychlost přestavení příčnicku	mm/min	287
Upínací deska		
Průměr upínací desky	mm	2000
Výkon hlavního AC pohonu SIEMENS	kW	60
Posuvy		
Pracovní posuv	mm/min	1 - 4000
Rychloposuv	mm/min	12000
Posuv na otáčku (do max. 4000 mm/min)	mm/ot	0,001 - 50
Rozměry stroje		
Výška stroje (od betonového základu)	mm	5655
Celková hmotnost stroje	cca kg	45000

5 SYSTÉMOVÝ ROZBOR PROBLEMATIKY

Před zahájením praktické části práce musí být proveden systémový rozbor problematiky. Pod pojmem systémový rozbor se skrývá komplexní analýza daného problému, jejíž provedení by mělo pracovníkovi provádějícímu analýzu rizik umožnit pochopení celé problematiky. Posouzení bezpečnosti strojního zařízení se provádí z pohledu konstrukce a z pohledu práce na stroji. Tato práce se věnuje druhému pohledu, tedy bezpečnosti při činnostech obsluhy a dalších relevantních pracovníků (údržby, servisu apod.).

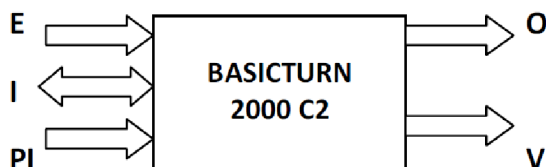
Na trh EU lze uvádět pouze bezpečné strojní zařízení, která splňují požadavky všech harmonizačních právních předpisů EU podle obrázku 3.



Obr. 3 Požadavky na provozované strojní zařízení

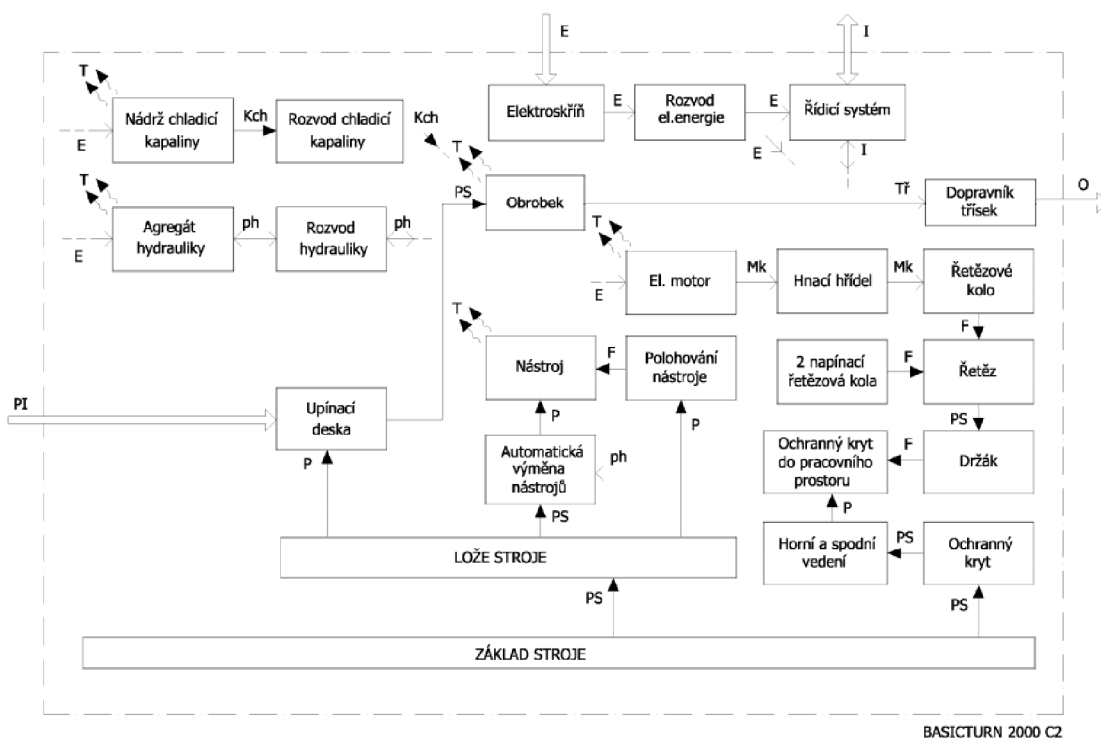
5.1 Nebezpečné prostory u provozovaného stroje

Prvním úkolem systémového rozboru je indikace nebezpečných prostor u provozovaného strojního zařízení. Pro správné stanovení nebezpečných prostor je potřeba pochopit funkci všech prvků provozovaného strojního zařízení. Podstatné interakce jednotlivých prvků znázorňují blokové diagramy, které jsou na obrázcích 4 a 5.



E - energie, PI - polotovary, O - odpad, V - výrobek, I – Informace

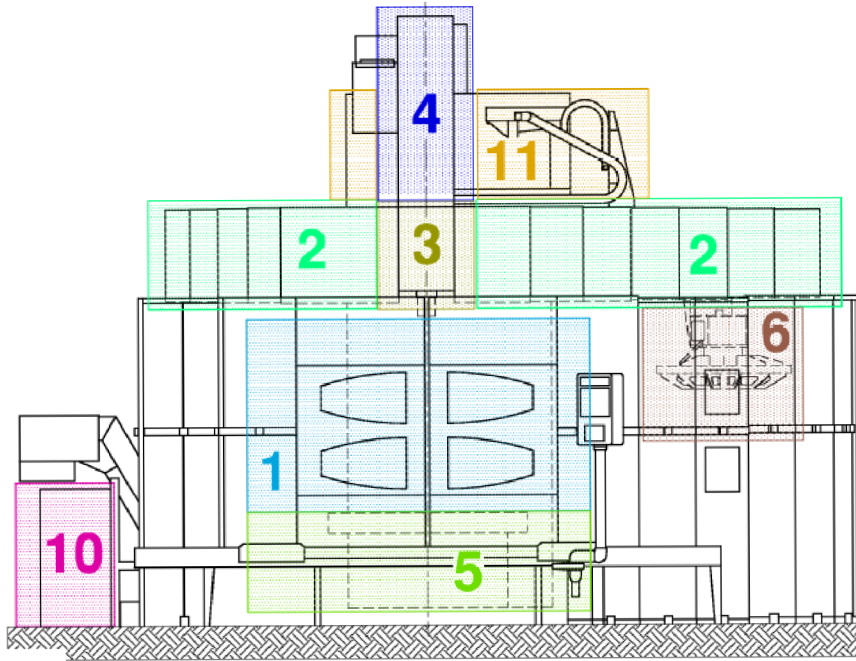
Obr. 4 Základní blokový diagram [28]



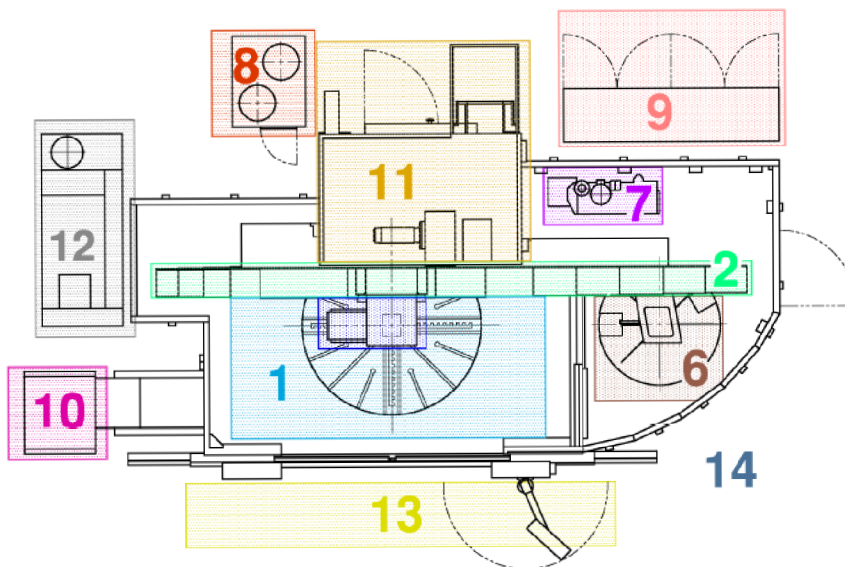
Legenda: E - elektrická energie, F - síla, I - informační tok, Kch - chladicí kapalina, Mk - krouticí moment, ph - hydraulická kapalina, pv - stlačený vzduch, P - polohová vazba, PS - pasivní polohová vazba, T - tepelná energie, Tř – třísky

Obr. 5 Blokový diagram BASICTURN 2000 C2 [28]

Pomocí blokového diagramu a normy ČSN EN ISO 23125:2018 se stanoví hlavní nebezpečné prostory posuzovaného stroje (obr. 6 a 7) a nebezpečí hrozící obsluze při pracovní činnosti. Nebezpečí plynoucí z této normy jsou vypsány v kapitole Management rizik dle ČSN EN ISO 23125:2018.



Obr. 6 Nebezpečné prostory u provozovaného stroje (nárys) [28]



Obr. 7 Nebezpečné prostory u provozovaného stroje (půdorys) [28]

Definice nebezpečných prostorů u stroje BASICTURN 2000 C2 [28]:

- 1 - Pracovní prostor stroje
- 2 - Prostor příčnicku
- 3 - Prostor příčnickového suportu
- 4 - Prostor smykadla
- 5 - Spodní prostor upínací desky
- 6 - Prostor zásobníku nástrojů
- 7 - Prostor hydraulického a mazacího agregátu

- 8 - Prostor agregátu chlazení oleje
- 9 - Prostor elektrorozvaděče
- 10 - Prostor vysypávání třísek
- 11 - Prostor stojanu
- 12 - Prostor nádrže chladicí kapaliny
- 13 - Prostor obsluhy stroje
- 14 - Nejbližší okolí stroje

5.2 Úkony prováděné na provozovaném stroji

V této kapitole jsou vypsány všechny činnosti, které obsluha, údržba nebo servis provádí na posuzovaném strojním zařízení. Pravidelně prováděné úkony jsou rozděleny do tabulek 3 - 5 podle toho, jestli se vztahují k bezpečnostní funkci stroje, provozu stroje nebo mazání stroje. Součástí každé tabulky je stanovení osoby zodpovědné za danou činnost a časový interval, ve kterém se tato činnost provádí.

Tab. 3 Úkony vztahující se k bezpečnostním funkcím stroje [29]

Pracovní úkon	Zodpovědnost	Interval provádění činnosti [h]
Kontrola nouzového zastavení stroje	Obsluha	8
Kontrola koncových poloh pohybových skupin stroje	Obsluha	8
Kontrola funkce zamknutí křídlových přístupových dveří do prostoru kotoučového zásobníku nástrojů	Obsluha	40
Kontrola funkce blokování spuštění programu na hydraulicky ovládané otevíratelné ochranné kryty (dveře) umožňující přístup do pracovního prostoru stroje	Obsluha	40
Kontrola funkce stop programu	Obsluha	40
Kontrola funkce stop programu s upínací deskou	Obsluha	40

Tab. 4 Úkony vztahující se ke stroji [29, 30]

Prováděná činnost	Zodpovědnost	Interval provádění činnosti [h]
Spuštění stroje	Obsluha	8
Vypnutí stroje	Obsluha	8
Osazování kotoučového zásobníku nástrojů nástrojovými držáky	Obsluha	8
Upínání obrobků na upínací desku s ručním upínáním	Obsluha	8
Vizuální kontrola / očištění stroje (kompletnost, čistota, únik médií)	Obsluha / Údržba	8
Očištění a kontrola průzorových oken v ochranných krytech stroje	Obsluha	8

Kontrola funkce a nastavení chladicího agregátu na chlazení mazacího oleje uložení upínací desky	Obsluha	8
Kontrola stavu / očištění upínací plochy upínací desky	Obsluha	8
Kontrola stavu / očištění upínacích svěráků (ručně přestavitelných upínacích čelistí)	Obsluha	8
Kontrola prostoru automatické výměny nástrojových držáků	Obsluha	8
Kontrola / odstraňování třísek z čelního dopravníku třísek	Obsluha	8
Kontrola / odstraňování třísek z vykládacího prostoru třísek čelního dopravníku	Obsluha	8
Kontrola stavu chladicí kapaliny - kvality média, množství (podle potřeby doplnit)	Obsluha	8
Kontrola čistoty obou nádrží chladicí kapaliny	Obsluha	40
Kontrola stavu / očištění nástrojových držáků	Obsluha	40
Kontrola stavu / očištění dosedacích ploch odkládacích míst zásobníku nástrojů	Obsluha / Údržba	40
Kontrola stavu / seřízení tlaku vzduchu na manometru vzduchové jednotky	Obsluha / Údržba	40
Kontrola těsnosti okruhů hydraulického agregátu (popř. zavolat servis)	Obsluha / Servis	40
Kontrola tlaku / doplnění dusíku v hydraulickém akumulátoru hydraulického agregátu	Obsluha / Údržba	160
Kontrola stavu / napnutí klínových řemenů náhonu upínací desky	Údržba	160
Kontrola zařízení řídicího CNC systému	Údržba	160
Kontrola stavu / napnutí klínových řemenů náhonu rotačních nástrojů na smykadle	Údržba	1000
Kontrola stavu / očištění ventilátoru a filtru na rozvodné elektroskříně	Údržba	1000
Kontrola stavu / výměna filtrační vložky pro čištění hydraulického oleje hydraulického agregátu	Údržba	1000
Kontrola stavu / výměna filtrační vložky pro čištění mazacího oleje agregátu centrálního ztrátového mazání	Údržba	2000
Výměna průzorových oken v ochranných krytech stroje	Údržba	3000
Doplnění tukové náplně pro ložiska uložení vřetene nástrojových držáků pro rotační nástroje	Údržba	6000
Vyčištění / obnovení tukové náplně pro ložiskový reduktor náhonu otáčení kotouče zásobníku nástrojů	Údržba	20000

Elektro revize (ochranné obvody, izolační odpor, činnost spínačů, jističů, blokování, stav pohonů, stav elektrorozvodů stroje)	Revizní technik	2000
Strojní revize (geometrie stroje, stav zařízení pro automatickou výměnu nástrojových držáků, stav upínací desky s ručním upínáním, stav pohybových skupin, předpětí ložiska uložení upínací desky, kluzné plochy, stěrače kluzných ploch, nástrojové držáky, hydraulický, mazací, vzduchový rozvod a rozvod chladicí kapaliny, celkový stav stroje)	Servis	2000

Tab. 5 Úkony vztahující se k mazání stroje [29]

Prováděná činnost	Zodpovědnost	Interval provádění činnosti [h]
Kontrola stavu / doplnění oleje do nádrže agregátu centrálního ztrátového mazání	Obsluha / Údržba	8
Ručně namazat upínací šrouby upínacích svěráků (ručně přestavitelných upínacích čelistí) na upínací desce	Obsluha	40
Kontrola stavu / doplnění oleje do nádrže agregátu oběhového mazání uložení upínací desky	Obsluha / Údržba	160
Kontrola stavu / doplnění oleje do převodové skříně náhonů rotačních nástrojů na smykadle	Obsluha / Údržba	160
Kontrola stavu / doplnění oleje do nádrže hydraulického agregátu stroje	Obsluha / Údržba	160
Kontrola stavu / doplnění oleje do šnekové převodové skříně pro polohování příčnicku	Obsluha / Údržba	1000
Výměna olejové náplně v nádrži hydraulického agregátu stroje	Údržba	2000
Výměna olejové náplně v nádrži agregátu oběhového mazání uložení upínací desky	Údržba	3000 - 3600
Ručně namazat přes tlakovou maznici uložení řemenice hlavního pohonu (pod hlavním elektromotorem)	Údržba	6000
Výměna olejové náplně v převodové skříně náhonu rotačních nástrojů na smykadle	Údržba	7500

5.3 Metody analýzy rizik

Pro vypracování analýzy rizik existuje celá řada metod. Tyto metody se výrazně liší, některé jsou založeny na jednoduchém principu, jiné používají sofistikovanější přístup. Každá z těchto metod má své specifika a nabízí odlišný pohled na danou problematiku. Pracovník provádějící analýzu rizik si sám zvolí, kterou metodu použije.

5.3.1 What-if Analysis

Analýza What-if (zkráceně WFA nebo W-I) je jednou z jednodušších analytických technik používaných k identifikaci zdrojů rizik, kvalitativnímu posuzování existujících ochranných a bezpečnostních opatření a hledání základních scénářů průběhu havárie. Princip této systematické metody spočívá v hledání možných dopadů vybraných situací pomocí otázek typu „Co se stane, když...“. Jedná se o formu strukturovaného brainstormingu, jejímž cílem je identifikace problémů nebo nebezpečných stavů v procesu. [31, 32]

What-if analýzy se účastní zpravidla skupina zkušených lidí (dobře seznámených se zkoumaným procesem), která formou spontánní diskuze hledá dopady konání či procesů a navrhuje opatření k jejich nápravě. Tato metoda sice není tak vnitřně strukturovaná jako metody HAZOP (Hazard and Operability Study) nebo FMEA (Failure Mode and Effects Analysis), ale nabízí velmi dobrou flexibilitu a schopnost přizpůsobit se ke konkrétnímu účelu. [31]

What-if analýza je složena z těchto kroků [31]:

- Definování oblasti zájmu;
- Definování cílových zájmů problémů (např. bezpečnost při práci, finanční rizika, dopad na životní prostředí, atd.);
- Vytvoření otázek (když);
- Vytvoření odpovědí (co se stane);
- Navrnutí ochranných opatření na situace.

Výstupem What-if analýzy je popis potenciálních problémů a rizik včetně doporučení, jak jim předcházet. [31]

5.3.2 Checklist Analysis

Analýza pomocí kontrolního seznamu (Checklist Analysis, zkratka CLA) je základní metodou pro posuzování vybraného objektu s požadavky právních předpisů a norem. Jedná se o jednoduchou techniku, která využívá kontrolní seznamy (položek, kroků a úkolů), podle nichž se ověřuje správnost či úplnost postupu při komplexních kontrolách v oblasti bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Kontrolní seznam je jednou z nejpoužívanějších a zároveň velmi účinnou technikou analýzy v oblasti kvality, bezpečnosti či rizik. Často bývá základem sofistikovanějších metod. [33, 34]

Při identifikaci nebezpečí (zdrojů rizik) se analýza pomocí kontrolních seznamů řadí mezi tradiční metody. Kontrolní seznamy lze sestavit jak pro konkrétní objekt (stroj, zařízení), tak pro celý provoz. Kontrolní seznam je vytvořen na základě dobré praxe a zkušeností, kdy pracovník kontroluje správnost či úplnost počinání osob nebo stav kontrolovaného objektu. Výsledné hodnocení jednotlivých položek lze zaznamenat údaji „ano“ nebo „ne“. V určitých případech se do kontrolního seznamu přiřazuje více možností (např. téměř splňuje, nutnost další kontroly atd.) [33, 34]

Analýza prováděná pomocí kontrolního seznamu může být využívána buď jako preventivní metoda, nebo jako metoda pro zpětné zjišťování příčiny problému. Kontrolní seznamy mají široké uplatnění v lidských činnostech (např. předletová příprava letadla, ověřování souladu s normami a právními předpisy, požární ochrana atd.). [33, 34]

Nedostatkem metody CLA je skutečnost, že nelze identifikovat jiná nebezpečí než ta uvedená v jednotlivých položkách seznamu. [33]

5.3.3 Fault Tree Analysis

Metoda FTA (Fault Tree Analysis), která se do češtiny překládá jako Analýza stromu poruchových stavů, je analytická metoda používaná pro analýzu spolehlivosti systému. Analýza stromu poruchových stavů je zaměřená na přesné určení příčin nebo kombinací příčin, které mohou vést k vymezené vrcholové události. V závislosti na předmětu analýzy může být tato analýza kvalitativní nebo kvantitativní. Analýze stromu poruchových stavů (FTA) se věnuje norma ČSN EN 61025:2007. [9]

Strom poruchových stavů je organizovaná grafická reprezentace podmínek, jež přispívají k výskytu vrcholové události. Strom poruchových stavů je uváděn ve tvaru, aby byl snadno pochopitelný, analyzovatelný a přeskupitelný (pokud je to nutné) pro snazší identifikaci [9]:

- faktorů ovlivňujících zkoumanou vrcholovou událost;
- faktorů ovlivňujících znaky bezporuchovosti;
- událostí ovlivňujících více než jednu funkční součást (události se společnou příčinou).

Kvalitativní analýza FTA se používá v případech, kdy nelze pravděpodobnost výskytu primárních událostí odhadnout. Jednotlivé primární události se označují popisnou pravděpodobností výskytu jako („vysoce pravděpodobná“, „velmi pravděpodobná“, „středně pravděpodobná“ atd.) událost. Hlavním cílem kvalitativní analýzy FTA je nalézt minimální kritický řez a stanovit způsoby, kterými základní či primární události ovlivňují vrcholovou událost. [9]

Kvantitativní analýza FTA se používá za podmínky, že jsou známy pravděpodobnosti primárních událostí. Na základě modelu uvedeném v normě ČSN EN 61025:2007 pak mohou být vypočteny pravděpodobnosti výskytu všech mezilehlých událostí a vrcholové události. Kvantitativní analýza FTA je užitečná rovněž při analýze bezporuchovosti produktu nebo systému při jeho vývoji. [9]












Analýzu FTA lze provádět samostatně, nebo v kombinaci s jinými metodami analýz bezporuchovosti (Analýza způsobů a důsledků poruch (FMEA), Analýza stromu událostí (ETA), Markovova analýza, binární rozhodovací diagram (BDD) a blokový diagram bezporuchovosti). Mezi její cíle patří [9]:

- identifikovat příčiny nebo kombinace příčin vedoucích k vrcholové události;
- stanovit, zda konkrétní ukazatel bezporuchovosti systému splňuje stanovený požadavek;
- stanovit, který způsob poruchy nejvíce přispívá k pravděpodobnosti poruchy systému;
- srovnat alternativní návrhy na zlepšení bezporuchovosti systému;
- prokázat platnost předpokladů z jiných analýz (FMEA, Markovova analýza);
- identifikovat potenciální způsoby poruch, které ohrožují bezpečnost, vyhodnotit jejich pravděpodobnosti a zjistit velikost následků těchto poruch;

- identifikovat společné události;
- vyhledat událost nebo kombinaci událostí, které jsou s největší pravděpodobností příčinou, že dojde k vrcholové události;
- vypočítat pravděpodobnost výskytu události;
- posoudit vliv primární události na pravděpodobnost výskytu vrcholové události;
- vypočítat součinitele pohotovosti a intenzity poruch systému nebo jeho součástí.

Při analýze stromu poruchových stavů se vyžaduje, aby byly značky používány konzistentním způsobem. Obecný návod pro jejich používání je uveden v kapitole 8 a v příloze A normy ČSN EN 61025:2007. Nejzákladnější z nich jsou uvedeny v tabulce 6. [9]

Tab. 6 Značky používané při tvorbě stromu poruchových stavů [9]

Značka	Název značky	Popis
	Základní událost (Basic event)	Způsob poruchy součástí nebo jednotlivá příčina poruchy.
	Podmínková událost (Conditional event)	Podmínková událost je nutná, aby nastala výstupní událost.
	Neaktivní událost (Dormant event)	Primární událost, která by mohla být detekována při kontrole, analýze nebo zkoušce.
	Nerozvíjená událost (Undeveloped event)	Potenciální přispěvatel k výskytu vrcholové události, ale příslušné informace pro rozvíjení této události nejsou momentálně k dispozici.
	Přepínací událost (House event)	Událost řízená uživatelem, která umožňuje provádět variantní analýzu za různě definovaných podmínek systému.
	Hradlo OR	Výstupní událost nastane, jestliže nastane jakákoliv ze vstupních událostí.
	Hradlo AND	Výstupní událost nastane pouze tehdy, jestliže nastanou všechny vstupní události.
	Hradlo NOT	Výstupní událost nastane pouze tehdy, jestliže nenastane vstupní událost.
	Hradlo NOR	Výstup nastane, jestliže nenastane žádná ze vstupních událostí.
	Hradlo NAND	Výstupní událost nastane, jestliže nenastane nejméně jedna vstupní událost.
	Hradlo INHIBIT	Výstupní událost nastane pouze tehdy, jestliže nastanou obě vstupní události, z nichž jedna je podmínková.

Použití analýzy stromu poruchových stavů je vhodné k analýze systémů, které se skládají z několika funkčně souvisejících nebo závislých podsystémů. Dále má velký význam v systémech skládajících se z rozmanitých typů součástí (mechanických, elektronických a softwarových součástí) a jejich vzájemných interakcích, které lze obtížně modelovat jinými technikami. Obecně se metoda FTA používá při projektování dopravních systémů, železničních systémů, jaderných elektráren, komunikačních systémů, zdravotnických systémů, počítačových systémů, chemických a jiných průmyslových procesů atd. [9]

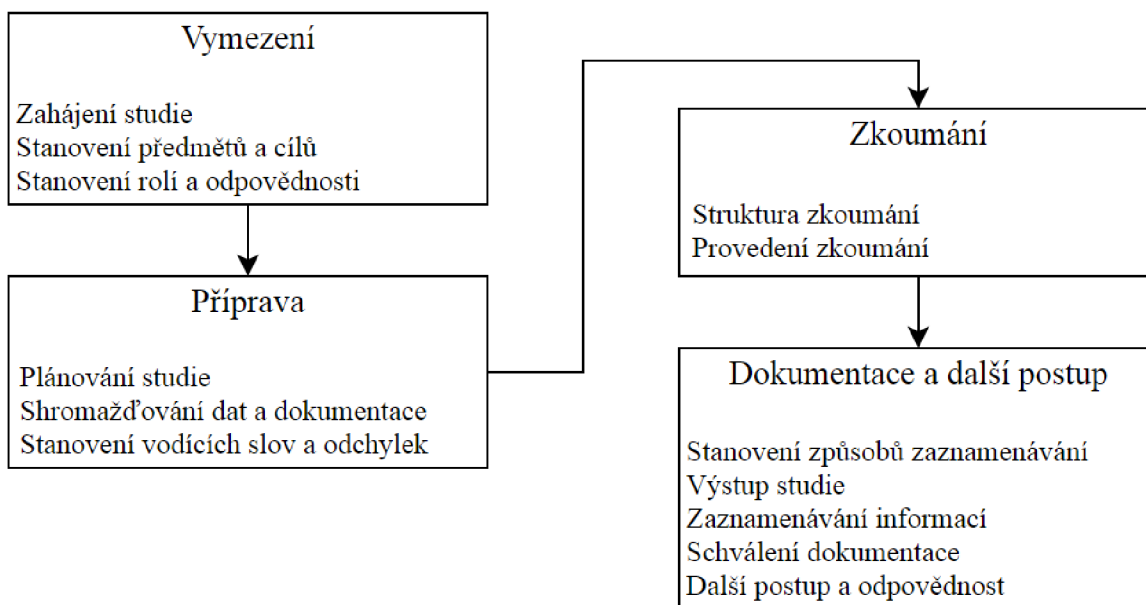
5.3.4 Hazard and Operability Analysis

Metoda HAZOP (Hazard and Operability Analysis) je v češtině označována jako Analýza nebezpečí a provozuschopnosti. Tato strukturovaná metoda má za cíl minimalizovat potenciální rizika a jejich důsledky. Jejím základem je „zkoumání pomocí vodících slov“, které slouží k vyhledávání odchylek od cíle projektu. Příklady vodících slov a jejich významy jsou uvedeny v tabulce 7. Po použití vodícího slova následuje zkoumání možných příčin a následků dané odchylky. Zároveň mohou být zkoumány mechanismy pro řízení předpověděných následků. [10]

Tab. 7 Příklady základních vodících slov a jejich obecný význam [10]

Vodící slovo	Význam
ŽÁDNÝ, NENÍ ŽÁDNÝ NEBO NE	Úplná negace cíle projektu
VYŠŠÍ	Kvantitativní nárůst, kvantitativní plus
NIŽŠÍ	Kvantitativní pokles, kvantitativní minus
A TAKÉ, JAKOŽ I, A ROVNĚŽ	Kvalitativní nárůst, kvalitativní plus
ČÁSTEČNĚ	Kvalitativní pokles, kvalitativní minus
OBRÁCENÝ, ZPĚTNÝ	Logický opak cíle projektu
JINÝ NEŽ	Úplná náhrada / změna
PŘEDČASNÝ	Vzhledem ke stanovenému času
ZPOŽDĚNÝ	Vzhledem ke stanovenému času
PŘED	Vzhledem k pořadí nebo posloupnosti
PO	Vzhledem k pořadí nebo posloupnosti

Analýza nebezpečí a provozuschopnosti se skládá ze čtyř základních po sobě následujících kroků znázorněných na obrázku 8. Provádí se v týmu pod vedením vyškoleného a zkušeného vedoucího studie. Studie se spoléhá na specialisty z různých vědních oborů, kteří svými znalostmi a zkušeností pokrývají všechny části dané problematiky. V průběhu studie analýzy nebezpečí a provozuschopnosti se vytváří protokol nebo software, který zaznamenává jednotlivé odchylky, jejich příčiny a následky. Součástí tohoto protokolu (softwaru) jsou i označené výkresy a další dokumenty, které ukazují doporučený zásah. Výsledky se zaznamenávají do pracovního listu HAZOP. [10]



Obr. 8 Postup studie HAZOP [10]

5.3.5 Failure Mode and Effect Analysis

Metoda FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) se do češtiny překládá jako Analýza způsobů a důsledků poruch. Jedná se o analytickou techniku, která byla vyvinuta v 60. letech minulého století v USA společností NASA (National Aeronautics and Space Administration) jako součást vesmírného programu APOLLO. Jejím cílem je identifikovat místa možného vzniku vad nebo poruch v systémech. Jedná se o univerzální metodu, která nachází své uplatnění v řadě oblastí, zejména pak v managementu rizik, managementu kvality a řízení bezpečnosti. [8, 35]

Metoda FMEA je preventivní metoda umožňující včasnou identifikaci možných poruch, chyb či vad, které negativně ovlivňují funkci systému, výslednou kvalitu či bezpečnost. Její podstatou je systematický postup analýzy systému za účelem zjištění potenciálních způsobů poruch, jejich příčin a důsledků na výkonnost systému. Metodu FMEA lze použít v různých systémech, nejčastěji se využívá ve výrobě pro snížení míry rizik. Pro složitější systémy může následovat analýza metodou FTA (Fault Tree Analysis). [8, 35]

Při použití metody FMEA je důležitá správná identifikace možných vad a jejich následků. Ta je z velké části založena na zkušenostech lidí v týmu, který analýzu rizik provádí. Tým by se měl skládat z odborníků v jednotlivých oblastech řešeného problému. [35]

Metoda FMEA má různé druhy aplikací [35]:

- DFMEA (Design Failure Mode and Effect Analysis);
- SFMEA (System Failure Mode and Effect Analysis);
- PFMEA (Process Failure Mode and Effect Analysis).

V praxi se často používá podobná metoda s názvem Analýza způsobů, důsledků a kritičnosti poruch (FMECA - Failure Mode and Effect Critical Analysis). Písmeno C přidané do zkratky FMEA označuje zahrnutí kritičnosti do analýzy způsobů poruch. Kritičnost je kvalitativní ukazatel sloužící ke stanovení velikosti důsledků způsobu poruch. Účelem analýzy kritičnosti je kvantifikovat relativní velikost každého důsledku poruchy tak, aby v kombinaci se závažností pomáhala při rozhodování o stanovení priority opatření ke zmírnění nebo minimalizaci důsledků určitých poruch. Za účelem kvantitativního stanovení kritičnosti se zavádí číslo priority rizika RPN (Risk Priority Number). Riziko je hodnoceno na základě kombinace závažnosti důsledku poruchy s odhadem očekávané pravděpodobnosti jeho výskytu ve stanoveném časovém období. [35]

Obecný vztah týkající se ukazatele potenciálního rizika R v analýze FMECA se vyjadřuje takto:

$$R = S \times P,$$

kde

S - je bezrozměrné číslo, které klasifikuje závažnost (odhad, jak silně budou důsledky poruchy působit na systém či uživatele),

P - je bezrozměrné číslo, které vyjadřuje pravděpodobnost výskytu. [35]

V některých analýzách FMECA se dodatečně rozlišuje úroveň detekce poruchy. V těchto případech dochází k vytvoření čísla priority rizika RPN:

$$RPN = S \times O \times D,$$

kde

O - je pravděpodobnost výskytu způsobu poruch v předem stanoveném časovém období,

D - je pravděpodobnost detekce poruchy (odhad, že se porucha zjistí a eliminuje před tím, než začne působit na systém nebo uživatele). [35]

Číslo pravděpodobnosti detekce poruchy se klasifikuje v obráceném pořadí, než číslo závažnosti nebo výskytu (tzn. čím vyšší je detekční číslo, tím méně je pravděpodobné, že dojde k detekci). Nižší číslo pravděpodobnosti detekce poruchy vede k vyšším hodnotám RPN a tím vyšší prioritě řešení daného způsobu poruch. [35]

Analýza způsobů a důsledků poruch (FMEA) nebo analýza způsobů, důsledků a kritičnosti poruch (FMECA) se provádí zejména z těchto důvodů [35]:

- zjištění poruch, které mají nežádoucí důsledky pro provoz systému;
- zlepšení bezporuchovosti nebo bezpečnosti systému;
- zlepšení udržovatelnosti systému;
- splnění požadavků smlouvy se zákazníkem.

Norma ČSN EN IEC 60812 ed. 2:2019 udává přehled postupů při analýzách FMEA a FMECA. Kroky při provádění analýzy jsou následující [35]:

- a) rozhodnutí, zda je nutné použít analýzu FMEA nebo FMECA;
- b) vymezení hranic systému pro analýzu;
- c) pochopení požadavků na systém a funkce systému;
- d) stanovení kritéria poruchy/úspěchu;
- e) určení všech způsobů poruch objektu a jejich důsledky;

- f) sumarizace všech důsledků poruch;
- g) podání zprávy o nálezech.

Při provádění analýzy FMECA následují tyto dodatečné kroky [35]:

- h) určení třídy závažnosti poruch systému;
- i) stanovení závažnosti způsobů poruch objektu;
- j) určení způsobu poruchy objektu a četnost jeho důsledků;
- k) určení četnosti způsobů poruch;
- l) sestavení matice kritičnosti pro způsoby poruch objektu;
- m) sumarizace kritičnosti důsledků poruch z matice kritičnosti;
- n) sestavení matice kritičnosti pro důsledky poruch systému;
- o) podání zprávy o nálezech na všech úrovních analýzy.

Výstupem analýzy způsobů a důsledků poruch je pracovní list FMEA, který v tabulkové formě zachycuje podrobnosti analýzy. Obecný postup analýzy FMEA je normalizován, ale návrh konkrétního pracovního listu může být přizpůsoben aplikaci a požadavkům úkolu. [35]

5.4 Multikriteriální hodnocení

Multikriteriální rozhodování se používá k hodnocení možných alternativ podle několika stanovených kritérií. Alternativa, která podle jednoho kritéria vyšla jako nejlepší, nemusí být hodnocena nejlépe podle kritéria jiného. Výsledné řešení je ovlivněno volbou vah a použitou metodou. [36]

Váhy číselně odlišují jednotlivá kritéria z hlediska jejich významnosti. Čím je kritérium pro zadavatele důležitější, tím větší váhu má přidělena. Volba vah je subjektivní, musí to být nezáporná čísla a jejich součet by měl být 1. [36]

Metod pro multikriteriální hodnocení existuje velké množství, některé jsou jednoduché, jiné složitější. K základním metodám patří [36]:

- Metoda pořadí
- Metoda bodovací
- Fullerova metoda
- Konjunktivní metoda
- Disjunktivní metoda
- Lexikografická metoda

Pro výběr metody analýzy rizik byla zvolena bodovací metoda. Tato metoda využívá informace o preferencích jednotlivých variant dle jednotlivých kritérií a výsledkem je také informace o preferenci jednotlivých kritérií. Její postup je velmi obdobný postupu při metodě pořadí. Nejprve je každá varianta obodována podle všech kritérií body (např. 0 - 10). Tím je vytvořena kritériální matice, která se následně pronásobí váhami a poté se sečtou body udělené jednotlivým variantám. [36]

Bodovací metoda pro výběr metody analýzy rizik je provedena v tabulce 8. Bylo zvoleno pět metod analýzy rizik (viz. kapitola 5.3) a tři kritéria, podle nichž bude vybrána nejvhodnější metoda pro řešení problematiky této práce. Váha je rozdělena podle důležitosti jednotlivých kritérií (0 - 1). Bodování variant je od 0 do 10.

Tab. 8 Výběr metody analýzy rizik

Kritérium \ Alternativa	Časová náročnost	Vypovídací schopnost	Aplikovatelnost na daný problém	Celkem
Váha	0,25	0,25	0,5	1
What-if Analysis	9	2	6	5,75
Checklist Analysis	7	5	7	6,5
FTA	6	7	6	6,25
HAZOP	5	8	7	6,75
FMEA	5	8	10	8,25

Z multikriteriálního hodnocení vyplývá, že nejvhodnější metodou analýzy rizik je v tomto případě FMEA.

5.5 Návrh postupu řešení

Aby mohl být stroj prohlášený za bezpečný, musí splňovat požadavky na bezpečnost z hlediska konstrukce a práce na stroji. Při analýze rizik zaměřené na bezpečnost osob při provádění činností na provozovaném strojním zařízení je potřeba předvídat všechna nebezpečí, která mohou pracovníkovi hrozit při vykonávání příslušných úkonů. Je nutné uvažovat předvídatelné nesprávné užití stroje a lidské chyby, které mohou vést k poranění či usmrcení obsluhy stroje. Dokumentace dodávaná se strojem obsahuje návody pro obsluhu, údržbu a servis, ve kterých jsou popsány činnosti prováděné na stroji. Při řešení problematiky práce je vycházeno z těchto návodů a z aktuálně platných harmonizovaných norem.

Návrh postupu řešení bude proveden v následujících krocích:

- 1) Analýza relevantních požadavků harmonizovaných norem

Nejprve bude provedena analýza požadavků harmonizovaných norem vztahujících se k provozovanému strojnímu zařízení. Z vybraných harmonizovaných norem se bude dále vycházet při analýze rizik.

- 2) Analýza rizik

Ve druhém kroku bude provedena analýza rizik. Na stroji BASICTURN 2000 C2 bylo odhaleno čtrnáct nebezpečných prostorů, ve kterých může dojít k poranění obsluhy. Činnosti, pro které budou hledány nebezpečí, jsou zvoleny z různých nebezpečných prostorů. Na základě multikriteriálního hodnocení, byla pro analýzu rizik vybrána metoda FMEA. Bude použita modifikovaná metoda FMEA uzpůsobená tak, aby vyhověla požadavkům harmonizačně právních předpisů na provozované zařízení. V pracovním listu FMEA nebude pro stanovení kritičnosti rizika použito RPN, ale bude využit graf pro odhad velikosti rizika. Výsledkem analýzy rizik bude deset pracovních listů FMEA, ve kterých budou vyhodnoceny rizika jednotlivých nebezpečí pro obsluhu při obsluhových, údržbových a servisních úkonech.

3) Návrh příslušných preventivních opatření

Ve třetím kroku dojde ke snížení nepřijatelných rizik návrhem příslušných opatření. Tato opatření rizika eliminují, nebo alespoň sníží jejich kritičnost na přijatelnou úroveň. Návrh preventivních ochranných opatření bude součástí formuláře FMEA.

V tabulce 9 jsou vypsány činnosti, pro něž bude provedena analýza rizik. Ke každé činnosti je v příloze vypracován vývojový diagram, ve kterém jsou rozebrány jednotlivé úkony.

Tab. 9 Seznam činností pro analýzu rizik

Prováděná činnost	Vývojový diagram
Očištění upínací plochy upínací desky	viz Příloha 2
Kontrola napnutí a stavu klínových řemenů náhonu upínací desky	viz Příloha 3
Osazování kotoučového zásobníku nástrojů nástrojovými držáky	viz Příloha 4
Doplnění oleje do nádrže agregátu centrálního ztrátového mazání	viz Příloha 5
Kontrola funkce a nastavení chladícího agregátu	viz Příloha 6
Čištění filtru na rozvodové elektroskříni	viz Příloha 7
Odstraňování třísek z vykládacího prostoru třísek čelního dopravníku	viz Příloha 8
Mazání řemenice hlavního pohonu upínací desky	viz Příloha 9
Doplnění chladicí kapaliny do nádrže	viz Příloha 10
Očištění průzorových oken v předních ochranných krytech	viz Příloha 11

6 ANALÝZA RIZIK

Analýza rizik je zaměřena na strojní zařízení BASICTURN 2000 C2 od společnosti TOSHULIN, a.s., která je předním světovým výrobcem technologicky vyspělých multifunkčních CNC obráběcích strojů a soustruhů se svislou osou pro obrábění středních a velkorozměrových dílců. Historie společnosti se začala psát již v roce 1949, kdy byla ve městě Hulíně zahájena výstavba strojírenského závodu firmy známé v minulosti jako TOS Hulín. Společnost postupně procházela obdobími rozvoje strojírenské výroby a v roce 1951 se začala specializovat na výrobu obráběcích strojů, zejména svislých soustruhů. V roce 1959 společnost na základě vlastní dokumentace vyrobila první svislý soustruh s plynulými posuvy, NC pravoúhlým řízením a kopírováním. V roce 1974 začala firma vyrábět svislé soustruhy SKIQ s automatickou výměnou nástrojů z patnáctipolohového zásobníku. [37]

V následujících letech se stala společnost TOSHULIN, a.s. stálým technologickým lídrem ve vertikálních soustruzích. Dnes má společnost přes 70 let zkušeností v produkci obráběcích strojů, které dodává do 72 zemí světa. [37]

6.1 Technické normy

Technická norma je dokument, který vyjadřuje požadavky, aby daný výrobek, proces nebo služba byly za specifických podmínek vhodné pro daný účel. V mezinárodním obchodu ulehčují volný pohyb zboží a na vnitřním trhu poskytují dostatečnou ochranu spotřebitelům. Od právních předpisů se technické normy liší tím, že se základními otázkami řešení musí souhlasit všechny zúčastněné strany. [38]

Požadavky technických norem se vztahují na kvalitu, bezpečnost a ochranu zdraví, zaměnitelnost, slučitelnost a ochranu životního prostředí. Normy nejsou obecně závazné, což znamená, že pokud není stanoveno právním předpisem jinak, právnické či fyzické osoby nemají povinnost dodržovat technické normy. [38, 39]

Evropská norma je dokument vydávaný třemi evropskými normalizačními organizacemi [40]:

- Evropský výbor pro normalizaci (CEN);
- Evropský výbor pro normalizaci v elektrotechnice (CENELEC);
- Evropský institut pro normalizaci v telekomunikacích (ETSI).

Evropské normy jsou nezávazné a nezávazné musí zůstat i při jejich převzetí do národních norem. Každý členský stát má své vnitrostátní orgány pro normalizaci, které řídí standardizaci. Tyto orgány přijímají a zveřejňují normy platné pro daný stát a rovněž na základě Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2015/1535/EU o postupu při poskytování informací v oblasti technických předpisů a předpisů pro služby informační společnosti odpovídají za převod všech evropských norem na normy vnitrostátní (zpravidla do šesti měsíců od jejich schválení) a následně případné zrušení konfliktních vnitrostátních norem. [38, 39, 40]

Cílem Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2015/1535/EU, jež vešla v platnost dne 9. září 2015, je zajistit, aby nedocházelo k vytváření nových technických překážek obchodu v rámci EU. Dále vyžaduje, aby členské státy Evropské unie po notifikování návrhů technických předpisů Evropské komisi pozdržely práci minimálně na dobu tří měsíců před přijetím předpisu, aby umožnily zbylým státům a Komisi EU vznést připomínky týkající se potenciálních překážek obchodu. V každém členském státě je stanoveno jedno kontaktní místo pro komunikaci s Komisí EU. V České republice se jedná o Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ). [41]

Zvláštní kategorií evropských norem jsou harmonizované normy, které se používají v případě, kdy je třeba prokázat, že výrobky nebo služby splňují technické požadavky příslušných právních předpisů EU. [40]

Evropská harmonizovaná norma je definována jako nezávazná technická specifikace přijatá normalizačním orgánem, tj. Evropským výborem pro normalizaci (CEN), Evropským výborem pro normalizaci v elektrotechnice (CENELEC) nebo Evropským institutem pro telekomunikační normy (ETSI), na základě pověření Komise v souladu s postupy stanovenými ve směrnici Evropského parlamentu a Rady 98/34/ES ze dne 22. června 1998 o postupu při poskytování informací v oblasti norem a technických předpisů a předpisů pro služby informační společnosti. [2]

Evropské harmonizované normy jsou oznamovány v Úředním věstníku EU. Každá harmonizovaná norma obsahuje přílohu uvádějící, kterou směrnicí a které její požadavky norma harmonizuje. Jedná se především o směrnice stanovující požadavky na bezpečnost výrobků uváděných na jednotný trh, také označované jako tzv. směrnice nového přístupu. Splnění požadavků vytváří předpoklad shody s podstatnými požadavky dané směrnicí. [38, 39, 41]

Česká technická norma je dokument schválený Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví pro opakované nebo stálé použití. Je vytvořen podle zákona č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů. Označuje se písmenným označením ČSN a vydává se Věstníku Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. V České republice se setkáváme buď s harmonizovanými technickými normami, nebo s normami určenými. [39, 42]

Česká technická norma získává označení harmonizovaná česká technická norma, přejímá-li zcela evropskou normu nebo harmonizační dokument, které uznaly orgány Evropského společenství jako harmonizovanou evropskou normu. [42]

Určené normy vznikají za účelem specifikace technických požadavků na výrobky, vyplývajících z nařízení vlády nebo jiného technického předpisu. Jsou určeny úřadem pro normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví po dohodě s ministerstvy a jinými ústředními správními úřady, jejichž působnosti se příslušná oblast týká. [39]

Soustava českých technických norem je tvořena [42]:

- původními českými technickými normami;
- evropskými či mezinárodními normami přejatými překladem;
- evropskými či mezinárodními normami přejatými v původním jazyce nebo přejatými schválením k přímému používání.

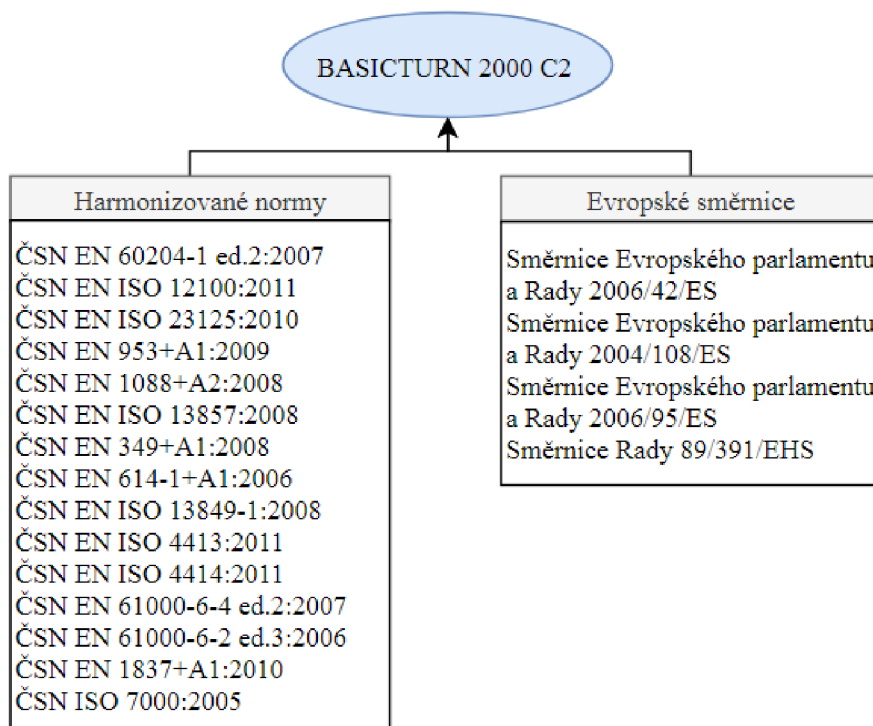
Bezpečnostní normy pro strojní zařízení mají tuto strukturu [3]:

- Normy typu A - základní bezpečnostní normy
 - definují základní pojmy a udávají všeobecné zásady pro konstrukci všech strojních zařízení;
- Normy typu B - skupinové bezpečnostní normy
 - řeší pouze jeden typ bezpečnostního zařízení nebo jedno bezpečnostní hledisko;
 - Normy typu B1 - zabývají se jednotlivými bezpečnostními hledisky (např. hluk, bezpečná vzdálenost);
 - Normy typu B2 - zabývají se bezpečnostním zařízením (např. blokovací zařízení, dvouruční ovládací zařízení);
- Normy typu C - bezpečnostní normy pro stroje
 - řeší detailní bezpečnostní požadavky pro jednotlivý stroj nebo skupinu strojů. Pokud existuje bezpečnostní norma typu C, má její ustanovení přednost před normami typu A a B. [3]

6.2 Analýza relevantních požadavků harmonizovaných norem

V předchozí kapitole bylo uvedeno, že podle zákona č. 22/1997 Sb. nejsou české technické normy obecně závazné. Nicméně před uvedením výrobku na trh musí strojní zařízení splnit příslušné základní požadavky na ochranu zdraví a bezpečnost uvedené v příloze I Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/42/ES. Pro splnění těchto požadavků je uživatelům doporučeno dodržování norem.

Provozované strojní zařízení bylo vyrobeno v roce 2014 v souladu s tehdy platnými normami a směrnicemi podle obrázku 9.



Obr. 9 Schéma norem a směrnic k provozovanému zařízení [43]

Některé z norem uvedených na obrázku 9 již nejsou platné nebo byly aktualizovány. K datu vydání této diplomové práce se na strojní zařízení BASICTURN 2000 C2 vztahují především tyto normy:

- ČSN EN 60204-1 ed.2:2007
- ČSN EN ISO 12100:2011
- ČSN EN ISO 23125:2018
- ČSN EN ISO 14120:2017
- ČSN EN ISO 14119:2014
- ČSN EN ISO 13857:2008
- ČSN EN 349+A1:2008
- ČSN EN 614-1+A1:2009
- ČSN EN ISO 13849-1:2017
- ČSN EN ISO 4413:2011
- ČSN EN ISO 4414:2011
- ČSN EN 61000-6-4 ed.3:2019
- ČSN EN 61000-6-2 ed.4:2019
- ČSN EN 1837+A1:2010

Bezpečnostních norem vztahujících se na provozované strojní zařízení je velké množství. Jejich rozdělení je uvedeno v kapitole Technické normy. Pro problematiku řešenou v této práci má největší význam norma ČSN EN ISO 23125:2018 Obráběcí stroje - Bezpečnost - Soustruhy. [44]

6.2.1 Management rizik dle ČSN EN ISO 23125:2018

Harmonizovaná norma ČSN EN ISO 23125:2018 Obráběcí stroje - Bezpečnost - Soustruhy je základní normou pro soustruhy. Tato norma je typu C, a proto má přednost před normami typu A a B. [44]

Norma rozděluje soustruhy do čtyř skupin, které jsou uvedeny v tabulce 10.

Tab. 10 Přehled velikostí a skupin soustruhů [44]

Číslo skupiny	Název skupiny	Podskupiny ve velikostech
Skupina 1	Ručně ovládané soustruhy bez číslicového řízení	Malé / Velké
Skupina 2	Ručně ovládané soustruhy s omezenou schopností číslicového řízení	Malé / Velké
Skupina 3	Číslicově řízené soustruhy a soustružnická centra	Malé / Velké
Skupina 4	Jednovřetenové nebo vícevřetenové automatické soustruhy	Bez rozdělení

Provozované zařízení se řadí do skupiny 3: Číslicově řízené soustruhy a soustružnická centra (kapitola normy 3.4.5) a podskupiny: Velký soustruh (kapitola normy 3.4.2). Stroje skupiny č. 3 mají povinný automatický a seřizovací režim provozu, zatímco ruční režim a režim pro údržbu je pro tuto skupinu strojních zařízení volitelný. [44]

Kapitola normy č. 4 udává hlavní nebezpečné zóny u soustruhů a seznam významných nebezpečí. Přehled základních nebezpečí pro soustruhy je uveden v tabulce 11.

Tab. 11 Seznam významných nebezpečí [44]

Druh nebezpečí	Nebezpečné situace a nebezpečné události
1. Mechanická nebezpečí	<ul style="list-style-type: none"> - Zrychlení, zpomalení - Hranaté díly, ostré hrany - Přiblížení pohybujícího se elementu k pevné části - Odřezané části, ostré hrany (stlačení a střížení) - Pružné elementy - Vysoký tlak (vystříknutí nebo výron kapaliny) - Padající nebo vymrštěné předměty - Pohybující se elementy (vtažení) - Rotující elementy (vtažení) - Hrubý, kluzký povrch (uklouznutí, pád osob) - Stabilita - Chyba ustavení při montáži - Opětné spuštění stroje po zastavení - Izolace a ztráty energie - Porucha ovládacího systému
2. Elektrická nebezpečí	<ul style="list-style-type: none"> - Živé části (přímý kontakt) - Části, které se stanou živými v důsledku závady podmínek (nepřímý kontakt) - Zkrat
3. Tepelná nebezpečí	<ul style="list-style-type: none"> - Výbuch nebo plamen - Předměty nebo materiály s vysokou / nízkou teplotou
4. Nebezpečí hluku	<ul style="list-style-type: none"> - Výrobní proces: pohybující se části, třecí povrchy, nevyvážené rotační části, odsávací systém, hvízdací pneumatický systém
5. Nebezpečí vibrací	<ul style="list-style-type: none"> - Podle normy ČSN EN ISO 23125:2018 nejsou vibrace pro soustruhy relevantní
6. Nebezpečí záření	<ul style="list-style-type: none"> - Nízkofrekvenční elektromagnetické záření - Radiofrekvenční elektromagnetické záření - Optické záření (infračervené, viditelné a ultrafialové)
7. Nebezpečí materiálem / látkou	<ul style="list-style-type: none"> - Biologické a mikrobiologické látky - Výbušné, hořlavé, vznětlivé - Kouř, mlha, prach
8. Ergonomická nebezpečí	<ul style="list-style-type: none"> - Návrh nebo umístění indikátorů a vizuálních zobrazovacích jednotek - Návrh, umístění a identifikace ovládacího zařízení - Poloha, úsilí, opakovaná činnost - Viditelnost, místní osvětlení
9. Nebezpečí prostředí, ve kterém je stroj používán	<ul style="list-style-type: none"> - Elektromagnetické rušení - Lidské chyby, lidské chování

Kapitola normy č. 5 popisuje významné bezpečnostní požadavky a opatření. Nebezpečí, která se mohou vyskytnout v průběhu životnosti stroje, se vztahují k obsluze i ostatním osobám, které mají přístup k nebezpečným zónám. V úvahu musí být vzaty nebezpečí vyskytující se jak při operaci obrábění, tak při operacích vyžadujících zásah obsluhy či dalších osob (např. seřizování, čištění, údržba a opravy). Při vyhodnocování nebezpečí je nutné brát v potaz správné užití i rozumně předvídatelné nesprávné užití stroje. V normě je uveden následující seznam požadavků [44]:

- Požadavky na ochranné kryty
- Požadavky vyplývající z mechanických nebezpečí
- Požadavky vyplývající z elektrických nebezpečí
- Požadavky vyplývající z nebezpečí hluku
- Požadavky vyplývající z nebezpečí vyzařování
- Požadavky vyplývající z nebezpečí použitých materiálů nebo látek
- Požadavky vyplývající z nebezpečí zanedbání ergonomických principů
- Požadavky vyplývající z nebezpečí neočekávaného spuštění, přeběhů nebo překročení rychlosti
- Požadavky vyplývající z nebezpečí nerovnoměrné rychlosti nástroje
- Požadavky vyplývající z nebezpečí poruchy dodávky energie
- Požadavky vyplývající z nebezpečí poruchy ovládacího obvodu
- Požadavky vyplývající z nebezpečí chybného seřízení
- Požadavky vyplývající z nebezpečí vystříknutí kapaliny nebo vymrštění předmětu
- Požadavky vyplývající z nebezpečí ztráty stability
- Požadavky vyplývající z nebezpečí uklouznutí, zakopnutí a pádu osob

Šestá kapitola se věnuje informacím pro používání. Značení soustruhů musí být v souladu s ČSN EN ISO 12100:2011. Na každém soustruhu musí být uvedeno minimálně následující značení [44]:

- pro jednoznačnou identifikaci:
 - obchodní jméno, plná adresa, autorizovaný zástupce (pokud je to použitelné);
 - označení „soustruh“, série nebo typ stroje;
 - skupina stroje, skupina soustruhu a velikost, které odpovídá;
 - sériové číslo stroje (pokud existuje);
 - rok výroby.
- za účelem označení shody s povinnými požadavky:
 - např. značení CE;
- pro bezpečné používání stroje:
 - maximální dovolená rychlost vřetena v otáčkách za minutu;
 - maximální dovolená rychlost sklíčidla v otáčkách za minutu (vyjma uspořádání, kdy je použito integrální upínání tyče kleštinou nebo je-li použito poháněné sklíčidlo v souladu s ISO 16156);

- na vodorovných strojích nebo na strojích navržených pro zpracování tyče tam, kde může materiál obrobku nebo tyčový materiál vyčnívat ze zadního konce vřetena nebo zařízení podávání tyče, musí být k dispozici varovný štítek, který upozorňuje na nebezpečí házení tyče a zadní konec stroje nebo systém podávání tyče musí být zakrytován;
- ochranné kryty, ochranná zařízení a ostatní části stroje, které nejsou trvale připojeny, musí být značeny identifikačními daty;
- příslušné značení, pokud existuje nebezpečí ohně nebo výbuch, včetně indikace, jak oheň uhasit.

6.2.2 Management rizik dle ČSN EN ISO 12100:2011

Harmonizovaná norma ČSN EN ISO 12100:2011, Bezpečnost strojních zařízení - Všeobecné zásady pro konstrukci - Posouzení rizika a snižování rizika ze dne 1. 7. 2011 je základní bezpečnostní norma pro strojní zařízení. Specifikuje základní terminologii a jak dosáhnout bezpečnosti při konstrukci strojního zařízení. Na základě zkušeností z konstrukce, používání, nehod, úrazů u strojních zařízení jsou popsány postupy pro indikaci nebezpečí, odhad a hodnocení rizik ve všech fázích životního cyklu stroje. Norma obsahuje návod na dokumentaci a ověřování procesu posouzení rizika a snížení rizika. [3]

Tato harmonizovaná norma typu A je základem pro tvorbu dalších norem typu B a C.

6.2.3 Ergonomické zásady dle ČSN EN 614-1+A1:2009

Harmonizovaná norma ČSN EN 614-1+A1:2009, Bezpečnost strojních zařízení - Ergonomické zásady navrhování - Část 1: Terminologie a všeobecné zásady byla vypracována za účelem poskytnutí prostředků zajištění shody se základními požadavky směrnice nového přístupu 2006/42/EC o strojních zařízeních. Jedná se o důležitou normu v oblasti bezpečnosti strojních zařízení, protože stanovuje ergonomické zásady, jež musí být dodržovány při navrhování strojních zařízení, aby nedocházelo k narušení ochrany zdraví, bezpečí a pohody pracovníků obsluhy. [7]

Norma se uplatňuje pro vzájemné působení mezi obsluhou a strojními zařízeními při instalaci, provozu, seřizování, údržbě, čištění, opravách, přepravě a demontáži strojního zařízení. Tato norma je typu B a poskytuje rámec požadavků pro řadu specifických ergonomických a dalších norem. Ergonomické zásady v ní uvedené se vztahují k celé řadě lidských schopností a vlastností, které vedou k zajištění bezpečnosti, zdraví a pohody obsluhy a celkové výkonnosti systému. [7]

Bezpečnost strojních zařízení vyžaduje uplatnění ergonomických hledisek. V ČSN EN ISO 12100:2011 je požadováno snížení rizika pomocí vnitřně bezpečných konstrukčních opatření, která zahrnují potřebu uplatnit ergonomické zásady. [7]

Za účelem navržení strojního zařízení shodujícího se se schopnostmi, omezeními a potřebami člověka, je potřeba provést analýzu pracovních úkonů, které musí obsluha provést. S tím souvisí rovněž analýza účinků pracovního prostředí (hluk, vibrace) na zdraví, bezpečí a pohodu pracovníků. [7]

Navržené strojní zařízení musí brát v úvahu proměnlivost chování obsluhy, což zahrnuje:

- tělesné rozměry,
- polohy,
- tělesné pohyby,
- fyzickou sílu,
- mentální schopnosti. [7]

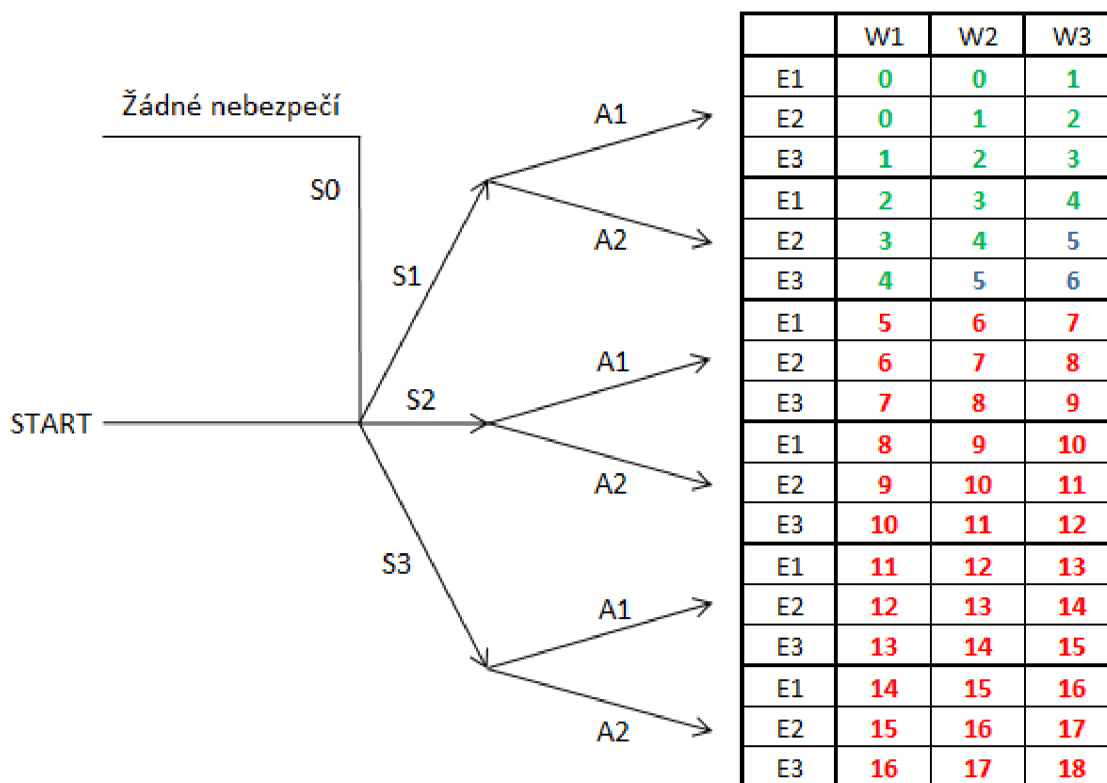
Do návrhu je třeba zahrnout účinky kombinace různých faktorů, jako kombinované účinky četnosti tělesných poloh a pohybů, trvání operace a celkové trvání práce. Základní prvky systému obsluha - strojní zařízení (sdělovače, signály a ovladače) musí umožňovat jasnou a jednoznačnou interakci mezi obsluhou a strojním zařízením. Zvláštní pozornost je třeba věnovat pracovníkům údržby, jelikož mají přístup do míst s vysokou možností ohrožení zdraví. [7]

6.3 FMEA pro BASICTURN 2000 C2

Pro analýzu rizik činností obsluhy na provozovaném stroji BASICTURN 2000 C2 byla vybrána metoda FMEA, která se nejvíc hodí pro řešenou problematiku. Nebezpečí v analýze rizik jsou brány z normy ČSN EN ISO 23125:2018.

Velikost rizika bude určována podle grafu pro odhad velikosti rizika, který je zobrazen na obrázku 10 na další stránce. Při odhadování velikosti rizik nebezpečí se bere v úvahu pravděpodobnost výskytu škody a závažnost této škody. Pro popis závažnosti škody se používá následující stupnice [45]:

- Závažnost možné škody na zdraví
 - o S0 - žádné zranění (nejedná se o nebezpečí);
 - o S1 - lehké zranění;
 - o S2 - těžké zranění;
 - o S3 - smrtelné zranění.
- Četnost a doba trvání ohrožení
 - o A1 - zřídka až častěji;
 - o A2 - často až trvale.
- Možnost rozpoznání a vyvarování se nebezpečí
 - o E1 - možné;
 - o E2 - možné za určitých okolností;
 - o E3 - sotva možné.
- Pravděpodobnost vzniku nebezpečné události
 - o W1 - malá;
 - o W2 - střední;
 - o W3 - velká.



Obr. 10 Graf pro odhad velikosti rizika [45]

Hodnocení přijatelnosti rizik [45]:

- 0 až 4 - Akceptovatelné riziko;
- 5 až 6 - Riziko akceptovatelné po prověření;
- 5 až 18 - Neakceptovatelné riziko.

Na dalších stránkách jsou v tabulkách 12 - 21 vypracovány pracovní listy FMEA.

Tab. 12 Formulář FMEA - Očištění upínací plochy upínací desky

FMEA - Analýza způsobů a důsledků poruch																	
Nebezpečný prostor: Pracovní prostor stroje				Činnost: Očištění upínací plochy upínací desky													
Činnost obsluhy	Potenciální chyba	Osobní ochranné pracovní prostředky (OOPP)	Příčina (zdroj ohrožení)	Následek	S	A	E	W	R	Preventivní ochranné opatření	S	A	E	W	R		
Vypnutí stroje	Nepřepnutí hlavního vypínače QM1 do polohy OFF	Ochranné pracovní rukavice, Ochranná pracovní přilba, Pracovní obuv s protiskluzovou podešví, Ochranné brýle nebo ochranný štít, Respirátor	Opětovné spuštění stroje po zastavení	Zachycení nebo vtažení obsluhy	S3	A2	E2	W1	15	Školení BOZP zaměstnanců; Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Upozornění v návodu k použití na nutnost přepnout hlavní vypínač QM1 do polohy OFF, uzamknutí vysacím zámkem a klíč ponechat u sebe před vstupem do pracovního prostoru	S1	A2	E2	W1	3		
Otevření předních pohyblivých ochranných krytů	Nefukční odsávání z pracovního prostoru		Vznik nebezpečných mlh, par a prachu při obrábění	Dýchací potíže, Podráždění kůže/oči	S2	A2	E2	W1	9	Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Upozornění v návodu k použití na možnost vzniku nebezpečných par, mlh nebo prachu při obrábění; Používání respirátoru	S1	A2	E1	W1	2		
Přidělení pracovních plošin (kovových roštů)	Ztráta stability		Nepozornost při pohybu v pracovním prostoru	Poranění hlavy	S3	A1	E2	W3	14	Školení BOZP zaměstnanců; Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Používání ochranné pracovní přilby	S1	A1	E2	W3	2		
Odstranění třísek zachycených na upínací desce příslušným hákem	Nepoužití vhodných OOPP		Třísky zachycené na upínací desce, vysoká teplota třísek a upínací desky	Pořezání nebo popálení ruky, poškození zraku	S2	A2	E1	W3	10	Školení BOZP zaměstnanců; Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Upozornění v návodu k použití na nutnost používat ochranné pracovní rukavice, ochranné brýle (štít) a příslušné háčky na odstraňování třísek; Zákaz používání stlačeného vzduchu	S1	A2	E1	W2	3		
Zapnutí stroje	Neudržované okolí rozvodné elektroskříně		Nerovný/kluzký povrch	Uklouznutí, zakopnutí, pád	S3	A1	E2	W2	13	Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Elektro školení zaměstnanců; Kontrola, že jsou všechny bezpečnostní prvky funkční a na svém místě; Používání ochranné pracovní přilby a pracovní obuvy s protiskluzovou podešví; Provádění pravidelného čištění okolí stroje	S1	A1	E2	W2	1		
Zavření předních pohyblivých ochranných krytů	Ponechání končetiny v prostoru předních ochranných krytů		Nepozornost při zavírání předních ochranných krytů	Stlačení končetiny	S2	A1	E3	W1	7	Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Bezpečnostní lišty sloužící k pootevření předních ochranných krytů při sevření předmětu	S1	A1	E2	W1	0		
									Celkové počáteční riziko ΣR_0	68						Celkové zbytkové riziko ΣR	11

Tab. 13 Formulář FMEA - Kontrola napnutí a stavu klínových řemenů náhonu upínací desky

FMEA - Analýza způsobů a důsledků poruch																					
Nebezpečný prostor: Spodní prostor upínací desky					Činnost: Kontrola napnutí a stavu klínových řemenů náhonu upínací desky																
Činnost obsluhy	Potenciální chyba	Osobní ochranné pracovní prostředky (OOPP)	Příčina (zdroj ohrožení)	Následek	S	A	E	W	R	Preventivní ochranné opatření	S	A	E	W	R						
Vypnutí stroje	Nepřepnutí hlavního vypínače QM1 do polohy OFF	Ochranné pracovní rukavice, Ochranná pracovní přilba, Pracovní obuv s protiskluzovou podešví, Ochranné brýle nebo ochranný štít, Respirátor	Opětovné spuštění stroje po zastavení	Zachycení nebo vtažení obsluhy	S3	A2	E2	W1	15	Školení BOZP zaměstnanců; Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Upozornění v návodu k použití na nutnost přepnout hlavní vypínač QM1 do polohy OFF, uzamknutí vysacím zámkem a klíč ponechat u sebe před vstupem do pracovního prostoru	S1	A2	E2	W1	3						
Otevření předních pohyblivých ochranných krytů	Nefukční odsávání z pracovního prostoru		Vznik nebezpečných mlh, par a prachu při obrábění	Dýchací potíže, Podráždění kůže/oči	S2	A2	E2	W1	9	Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Upozornění v návodu k použití na možnost vzniku nebezpečných par, mlh nebo prachu při obrábění; Používání respirátoru	S1	A2	E1	W1	2						
Ověření napnutí a stavu klínových řemenů	Ovládání stroje nepovolanou osobou		Protočení klínových řemenů	Zachycení a navinutí ruky	S2	A2	E3	W2	11	Školení BOZP zaměstnanců; Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Pracovník po přepnutí hlavního vypínače QM1 do polohy OFF uzamkne hlavní vypínač QM1 visacím zámkem a klíč uchová u sebe; Kontrola, že se v pracovním prostoru nenachází třetí osoba před zapnutím stroje	S1	A2	E1	W1	2						
	Nepoužití vhodných OOPP		Vysoká teplota třisek a upínací desky	Požezání nebo popálení ruky	S2	A2	E1	W3	10	Školení BOZP zaměstnanců; Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Upozornění v návodu k použití na nutnost používat ochranné pracovní rukavice	S1	A2	E1	W2	3						
Zapnutí stroje	Neudržované okolí rozvodné elektroskříně		Nerovný/kluzký povrch	Uklouznutí, zakopnutí, pád	S3	A1	E2	W2	13	Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Elektro školení zaměstnanců; Kontrola, že jsou všechny bezpečnostní prvky funkční a na svém místě; Používání ochranné pracovní přilby a pracovní obuvi s protiskluzovou podešví; Provádění pravidelného čištění okolí stroje	S1	A1	E2	W2	1						
Zavření předních pohyblivých ochranných krytů	Ponechání končetiny v prostoru předních ochranných krytů		Nepozornost při zavírání předních ochranných krytů	Stlačení končetiny	S2	A1	E3	W1	7	Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Bezpečnostní lišty sloužící k pootevření předních ochranných krytů při sevření předmětu	S1	A1	E2	W1	0						
					Celkové počáteční riziko ΣR_0					65						Celkové zbytkové riziko ΣR					11

Tab. 14 Formulář FMEA - Osazování kotoučového zásobníku nástrojů nástrojovými držáky

FMEA - Analýza způsobů a důsledků poruch																					
Nebezpečný prostor: Prostor zásobníku nástrojů				Činnost: Osazování kotoučového zásobníku nástrojů nástrojovými držáky																	
Činnost obsluhy	Potenciální chyba	Osobní ochranné pracovní prostředky (OOPP)	Příčina (zdroj ohrožení)	Následek	S	A	E	W	R	Preventivní ochranné opatření					S	A	E	W	R		
Navolení režimu ručního ovládání zásobníku nástrojů	Zanedbání ergonomických zásad	Ochranné pracovní rukavice, Ochranná pracovní přilba, Pracovní obuv s protiskuzovou podešví	Špatný postoj obsluhy	Nepohodlí, únava, bolest zad	S2	A1	E2	W2	7	Školení BOZP zaměstnanců; Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Ergonomické požadavky na umístění ovládacích panelů jsou zahrnuty při návrhu konstrukce stroje					S1	A1	E1	W2	0		
Otevření křídlových dveří	Neudržované okolí křídlových dveří		Nerovný/kluzký povrch	Uklouznutí, zakopnutí, pád	S3	A1	E2	W2	13	Školení BOZP zaměstnanců; Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Používání ochranné pracovní přilby a pracovní obuvy s protiskuzovou podešví; Provádění pravidelného čištění okolí stroje					S1	A1	E2	W2	1		
Usazení nástrojového držáku do zásobníku nástrojů	Upuštění nástrojového držáku		Neopatnost při usazování nástrojových držáků	Stlačení chodidla	S2	A2	E3	W3	12	Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Používání pracovní obuvy s protiskuzovou podešví; Při usazování nástrojových držáků vyšší hmotnosti využívat závěs nástrojových držáků					S1	A2	E2	W2	4		
	Nepoužití vhodných OOPP		Ostré hrany nástrojových držáků, tlisky zachycené na zásobníku nástrojů	Požezání nebo popálení ruky	S2	A2	E1	W3	10	Školení BOZP zaměstnanců; Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Upozornění v návodu k použití na nutnost používat ochranné pracovní rukavice					S1	A2	E1	W2	3		
Zavření křídlových dveří	Zavření osoby v prostoru zásobníku nástrojů		Neskontrolování prostoru zásobníku nástrojů před uzavřením křídlových dveří	Naražení otáčejícího se kotoučového zásobníku nástrojů do osoby	S3	A2	E2	W1	15	Školení BOZP zaměstnanců; Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Upozornění v návodu k použití na nutnost ověření, že se v prostoru zásobníku nástrojů nenachází třetí osoba před zavřením křídlových dveří					S1	A2	E1	W1	2		
					Celkové počáteční riziko ΣR_0					57						Celkové zbytkové riziko ΣR					10

Tab. 15 Formulář FMEA - Doplnění oleje do nádrže agregátu centrálního ztrátového mazání

FMEA - Analýza způsobů a důsledků poruch																					
Nebezpečný prostor: Prostor hydraulického a mazacího agregátu				Činnost: Doplnění oleje do nádrže agregátu centrálního ztrátového mazání																	
Činnost obsluhy	Potenciální chyba	Osobní ochranné pracovní prostředky (OOPP)	Příčina (zdroj ohrožení)	Následek	S	A	E	W	R	Preventivní ochranné opatření					S	A	E	W	R		
Vypnutí stroje	Nepřepnutí hlavního vypínače QM1 do polohy OFF	Ochranné pracovní rukavice, Ochranná pracovní přílba, Pracovní obuv s protiskluzovou podešví, Ochranné brýle nebo ochranný štít	Opětovné spuštění stroje po zastavení	Zachycení nebo vtažení obsluhy	S3	A2	E2	W1	15	Školení BOZP zaměstnanců; Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Upozornění v návodu k použití na nutnost přepnout hlavní vypínač QM1 do polohy OFF, uzamknutí vysacím zámkem a klíč ponechat u sebe před vstupem do prostoru mazacího a hydraulického agregátu					S1	A2	E2	W1	3		
Otevření křídlových dveří	Neudržované okolí křídlových dveří		Nerovný/kdžuký povrch	Uklouznutí, zakopnutí, pád	S3	A1	E2	W2	13	Školení BOZP zaměstnanců; Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Používání ochranné pracovní přílby a pracovní obuvy s protiskluzovou podešví; Provádění pravidelného čištění okolí stroje					S1	A1	E2	W2	1		
Vizuální kontrola stavu oleje	Zachycení/kontakt části těla s ostrými hranami/ochranými kryty		Nepozornost při pohybu	Naražení hlavy, odření kůže	S2	A2	E2	W3	11	Školení BOZP zaměstnanců; Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Používání ochranné pracovní přílby a vhodného pracovního oděvu					S1	A2	E1	W2	3		
Doplnění oleje plnicím otvorem se sítkem	Kontakt s mazacím olejem		Nesprávná manipulace s mazacím olejem	Popálení nebo rakovina kůže, poškození zraku	S2	A2	E2	W2	10	Školení BOZP zaměstnanců; Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Upozornění v návodu k použití na nutnost používat ochranné pracovní rukavice a ochranné brýle (štít) při manipulaci s oleji, Používání nálevky k doplnění oleje					S1	A2	E1	W1	2		
	Nedodržení správných postupů při doplňování oleje		Vysoká teplota hydraulického agregátu, elektrické vodiče	Popálení ruky, zásah elektrickým proudem	S2	A1	E1	W2	6	Školení BOZP zaměstnanců; Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Elektro školení zaměstnanců; Používání ochranných pracovních rukavic					S1	A1	E1	W2	0		
Zavření křídlových dveří	Ponechání končetiny v prostoru křídlových dveří	Nepozornost při zavírání křídlových dveří	Stlačení prstů	S2	A1	E2	W2	7	Školení BOZP zaměstnanců; Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Používání ochranných pracovních rukavic					S1	A1	E1	W1	0			
									Celkové počáteční riziko ΣR_0	62						Celkové zbytkové riziko ΣR					9

Tab. 16 Formulář FMEA - Kontrola funkce a nastavení chladicího agregátu

FMEA - Analýza způsobů a důsledků poruch																					
Nebezpečný prostor: Prostor agregátu chlazení oleje					Činnost: Kontrola funkce a nastavení chladicího agregátu																
Činnost obsluhy	Potenciální chyba	Osobní ochranné pracovní prostředky (OOPP)	Příčina (zdroj ohrožení)	Následek	S	A	E	W	R	Preventivní ochranné opatření	S	A	E	W	R						
Vypnutí stroje	Nepřepnutí hlavního vypínače QM1 do polohy OFF	Ochranné pracovní rukavice, Ochranná pracovní přílba, Pracovní obuv s protiskluzovou podešví, Ochranné brýle nebo ochranný štít	Opětovné spuštění stroje po zastavení	Zachycení nebo pořežení obsluhy	S2	A2	E2	W1	9	Školení BOZP zaměstnanců; Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Upozornění v návodu k použití na nutnost přepnout hlavní vypínač QM1 do polohy OFF, uzamknutí vysacím zámekem a klíč ponechat u sebe před zahájením údržby chladicího agregátu	S1	A2	E2	W1	3						
Vizuální kontrola množství mazacího oleje na hladinoměru	Neudržované okolí agregátu chlazení oleje		Nerovný/kluzký povrch	Uklouznutí, zakopnutí, pád	S3	A1	E2	W2	13	Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Používání ochranné pracovní přílby a pracovní obuvy s protiskluzovou podešví; Provádění pravidelného čištění okolí stroje	S1	A1	E2	W2	1						
Doplnění mazacího oleje do sběrné nádrže	Kontakt s mazacím olejem		Nesprávná manipulace s mazacím olejem	Popálení nebo rakovina kůže, poškození zraku	S2	A2	E2	W2	10	Školení BOZP zaměstnanců; Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Upozornění v návodu k použití na nutnost používat ochranné pracovní rukavice a ochranné brýle (štít) při manipulaci s oleji	S1	A2	E1	W1	2						
Zapnutí stroje	Kontakt s živou částí v rozvodné elektroskříni		Nepozornost při práci	Popálení/smrt elektrickým proudem	S3	A1	E2	W2	13	Školení BOZP zaměstnanců; Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Elektro školení zaměstnanců; Výstražné značky a písemné varování v místě, kde zhrzoí kontakt s živou částí; Kontrola, že jsou všechny bezpečnostní prvky funkční a na svém místě	S1	A1	E2	W1	0						
Uvedení stroje do stavu tvz. technologické připravenosti	Obraz na zobrazovací jednotce není ustálený		Zobrazovací jednotka bliká	Únava, stres, poškození zraku	S2	A2	E2	W1	9	Školení BOZP zaměstnanců; Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Zobrazovací jednotky jsou vyráběny v souladu se směnicí 90/270/EHS, v případě jejich poruchy je nutné přivolat servis	S1	A2	E1	W1	2						
					Celkové počáteční riziko ΣR_0					54						Celkové zbytkové riziko ΣR					8

Tab. 17 Formulář FMEA - Čištění filtru na rozvodné elektroskříni

FMEA - Analýza způsobů a důsledků poruch																					
Nebezpečný prostor: Prostor elektrorozvaděče				Činnost: Čištění filtru na rozvodné elektroskříni																	
Činnost obsluhy	Potenciální chyba	Osobní ochranné pracovní prostředky (OOPP)	Příčina (zdroj ohrožení)	Následek	S	A	E	W	R	Preventivní ochranné opatření					S	A	E	W	R		
Vypnutí stroje	Neudržované okolí rozvodné elektro skříně	Ochranné pracovní rukavice, Ochranná pracovní přilba, Pracovní obuv s protiskluzovou podešví	Nerovný/kluzký povrch	Uklouznutí, zakopnutí, pád	S3	A1	E2	W2	13	Školení BOZP zaměstnanců; Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Používání ochranné pracovní přilby a pracovní obuvy s protiskluzovou podešví; Provádění pravidelného čištění okolí stroje					S1	A1	E2	W2	1		
Otevření krytu rozvodné elektro skříně	Provádění údržby okamžitě po vypnutí stroje		Zbytkový náboj na kondenzátorech měničů	Popálení/smrt elektrickým proudem	S3	A2	E3	W2	17	Školení BOZP zaměstnanců; Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Elektro školení zaměstnanců; Upozornění v návodu k použití na nutnost počkat s čištěním a údržbou minimálně 4 min po vypnutí hlavního vypínače z důvodu zbytkového náboje; Výstražné značky a písemné varování v místě, kde zhrzoí kontakt s živou částí					S1	A2	E2	W2	4		
Odšroubování / přišroubování ventilační mřížky	Stroj není odpojen od přívodu el. proudu		Zteřelá izolace elektro vodičů, živé části uvnitř elektro skříně	Popálení/smrt elektrickým proudem	S3	A2	E3	W2	17	Školení BOZP zaměstnanců; Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Elektro školení zaměstnanců; Upozornění v návodu k použití na přísný zákaz provádět čištění a údržbu bez vypnutí hlavního vypínače; Používání izolačního nářadí; Výstražné značky a písemné varování v místě, kde zhrzoí kontakt s živou částí; Roční revize elektřiny					S1	A2	E2	W1	3		
Vyčištění filtru	Nepoužití příslušného nástroje k čištění filtru		Zanesený filtr	Vdechnutí prachových částic	S1	A2	E2	W3	5	Školení BOZP zaměstnanců, Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Používání vhodného štětečku při čištění filtru					S1	A1	E1	W2	0		
Zavření krytu rozvodné elektro skříně	Přivření prstů v prostoru krytu rozvodné elektro skříně		Nepozornost při zavírání krytu rozvodné elektro skříně	Stlačení prstů nebo části ruky	S2	A1	E2	W2	7	Školení BOZP zaměstnanců, Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Používání ochranných pracovních rukavic					S1	A1	E1	W1	0		
					Celkové počáteční riziko ΣR_0					59						Celkové zbytkové riziko ΣR					8

Tab. 18 Formulář FMEA - Odstraňování třísek z vykládacího prostoru třísek čelního dopravníku

FMEA - Analýza způsobů a důsledků poruch																			
Nebezpečný prostor: Prostor vysypávání třísek				Činnost: Odstraňování třísek z vykládacího prostoru třísek čelního dopravníku															
Činnost obsluhy	Potenciální chyba	Osobní ochranné pracovní prostředky (OOPP)	Příčina (zdroj ohrožení)	Následek	S	A	E	W	R	Preventivní ochranné opatření	S	A	E	W	R				
Vypnutí pohonu podávacího pásu	Nevypnutí místního silového vypínače Q1	Ochranné pracovní rukavice, Ochranná pracovní přilba, Pracovní obuv s protiskluzovou podešví, Ochranné brýle nebo ochranný štít	Opětovné spuštění stroje po zastavení	Zachycení nebo vtažení obsluhy, popř. rozdrčení prstů nebo částí rukou	S3	A2	E2	W2	16	Školení BOZP zaměstnanců; Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Elektro školení zaměstnanců; Upozornění v návodu k použití na nutnost vypnout stroj před zahájením odstraňování třísek; Místo vysypávání třísek z čelního dopravníku vybavit pryžovými pásy, jež zabrání dotyku s nebezpečnými otáčejícími se částmi doravníku třísek; Používání ochranných pracovních rukavic	S1	A2	E2	W1	3				
Vypnutí stroje	Neudržované okolí rozvodné elektroskříně		Nerovný/kluzký povrch	Uklouznutí, zakopnutí, pád	S3	A1	E2	W2	13	Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Používání ochranné pracovní přilby a pracovní obuvy s protiskluzovou podešví; Provádění pravidelného čištění okolí stroje	S1	A1	E2	W2	1				
Upevnění lana visícího na háku mostového jeřábu do ok sběrné bedny	Nepoužití vhodných OOPP		Třísky ve sběrné bedně	Požezání a popálení ruky nebo poškození zraku	S2	A2	E2	W3	11	Školení BOZP zaměstnanců; Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Upozornění v návodu k použití na nutnost používat ochranné pracovní rukavice a ochranné brýle (štit)	S1	A2	E1	W2	3				
Převoz sběrné bedny zavěšené na mostovém jeřábu	Pád sběrné bedny při převozu		Špatné upevnění sběrné bedny lanem	Stlačení/rozdrčení části těla	S3	A2	E2	W1	15	Školení BOZP zaměstnanců; Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Školení o práci s mostovými jeřáby; Kontrola správného upevnění sběrné bedny lanem na háku mostového jeřábu před přesunem bedny; Upozornění v návodu k použití na zákaz pohybu pod převáženým břemenem	S1	A2	E2	W1	3				
Vysypání třísek do kontejneru	Vysypání třísek mimo kontejner		Špatné ovládání mostového jeřábu	Požezání a popálení těla obsluhy, poškození/ztráta zraku	S2	A1	E2	W1	6	Školení BOZP zaměstnanců; Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Školení o práci s mostovými jeřáby; Zákaz pohybu osob v prostoru kontejneru při vysypávání třísek ze sběrné bedny	S1	A1	E1	W1	0				
Umístění sběrné bedny pod výsypku dopravníku třísek	Usazení bedny na nohu obsluhy		Pohyb obsluhy v zakázaném prostoru	Stlačení/rozdrčení nohy	S2	A1	E2	W2	7	Školení BOZP zaměstnanců; Školení o práci s mostovými jeřáby; Vyznačení místa pro umístění sběrné bedny a zákaz výskytu osob v daném prostoru; Kontrola obsluhou mostového jeřábu, zda se v místě usazení sběrné bedny nenachází třetí osoba před usazením sběrné bedny	S1	A1	E2	W2	1				
Celkové počáteční riziko ΣR_0									68	Celkové zbytkové riziko ΣR									11

Tab. 19 Formulář FMEA - Mazání řemenice hlavního pohonu upínací desky

FMEA - Analýza způsobů a důsledků poruch																					
Nebezpečný prostor: Prostor stojanu				Činnost: Mazání řemenice hlavního pohonu upínací desky																	
Činnost obsluhy	Potenciální chyba	Osobní ochranné pracovní prostředky (OOPP)	Příčina (zdroj ohrožení)	Následek	S	A	E	W	R	Preventivní ochranné opatření					S	A	E	W	R		
Vypnutí stroje	Kontakt s živou částí v rozvodné elektrošikni	Ochranné pracovní rukavice, Ochranná pracovní přilba, Pracovní obuv s protiskluzovou podešví, Ochranné brýle nebo ochranný štít	Zteřelá izolace elektrovedičů	Popálení/smrt elektrickým proudem	S3	A1	E2	W2	13	Školení BOZP zaměstnanců; Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Elektro školení zaměstnanců; Výstražné značky a písemné varování v místě, kde zhrzoí kontakt s živou částí					S1	A1	E2	W1	0		
Otevření ochranných dveří hlavního pohonu	Neudržované okolí prostoru stojanu		Nerovný/kluzký povrch	Uklouznutí, zakopnutí, pád	S3	A1	E2	W2	13	Školení BOZP zaměstnanců; Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Používání ochranné pracovní přilby a pracovní obuvy s protiskluzovou podešví; Provádění pravidelného čištění okolí stroje					S1	A1	E2	W2	1		
Nahrazení zátek tlakovými maznicemi	Kontakt s mazacím olejem		Špatná manipulace s tlakovými maznicemi	Popálení kůže nebo poškození zraku	S2	A2	E2	W2	10	Školení BOZP zaměstnanců; Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Upozornění v návodu k použití na nutnost používat ochranné pracovní rukavice a ochranné brýle (štít) při manipulaci s oleji; Používání nálevky k doplnění oleje					S1	A2	E1	W1	2		
	Nedodržení správných postupů při doplňování oleje		Vysoká teplota šnekové převodovky	Popálení, pořezání ruky	S2	A1	E3	W2	8	Školení BOZP zaměstnanců; Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Používání ochranných pracovních rukavic					S1	A1	E3	W1	1		
Zavření ochranných dveří hlavního pohonu	Ponechání končetiny v prostoru ochranných dveří hlavního pohonu		Nepozornost při zavírání ochranných dveří hlavního pohonu	Stlačení prstů nebo části ruky	S2	A1	E2	W2	7	Školení BOZP zaměstnanců; Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Používání ochranných pracovních rukavic					S1	A1	E1	W1	0		
					Celkové počáteční riziko ΣR_0					51						Celkové zbytkové riziko ΣR					4

Tab. 20 Formulář FMEA - Doplnění chladicí kapaliny do nádrže

FMEA - Analýza způsobů a důsledků poruch																					
Nebezpečný prostor: Prostor nádrže chladicí kapaliny					Činnost: Doplnění chladicí kapaliny do nádrže																
Činnost obsluhy	Potenciální chyba	Osobní ochranné pracovní prostředky (OOPP)	Příčina (zdroj ohrožení)	Následek	S	A	E	W	R	Preventivní ochranné opatření	S	A	E	W	R						
Zapnutí stroje	Kontakt s živou částí v rozvodné elektroskříni	Ochranné pracovní rukavice, Ochranná pracovní přilba, Pracovní obuv s protiskluzovou podešví, Ochranné brýle nebo ochranný štít	Nepozornost při práci	Popálení/smrt elektrickým proudem	S3	A1	E2	W2	13	Školení BOZP zaměstnanců; Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Elektro školení zaměstnanců; Kontrola, že jsou všechny bezpečnostní prvky funkční a na svém místě; Výstražné značky a písemné varování v místě, kde hrozí kontakt s živou částí	S1	A1	E2	W1	0						
Oddělení víka nádrže chladicí kapaliny	Neudržované okolí nádrže chladicí kapaliny		Nerovný/kluzký povrch	Ukdouznutí, zakopnutí, pád	S3	A1	E2	W2	13	Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Používání ochranné pracovní přilby a pracovní obuvy s protiskluzovou podešví; Provádění pravidelného čištění okolí stroje	S1	A1	E2	W2	1						
Doplnění chladicí kapaliny	Kontakt s chladicí kapalinou		Špatná manipulace s chladicí kapalinou	Popálení kůže nebo poškození zraku	S2	A2	E2	W2	10	Školení BOZP zaměstnanců; Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Upozornění v návodu k použití na nutnost používat ochranné pracovní rukavice a ochranné brýle (štít) při práci s chladicí kapalinou; Používání nálevky při doplňování chladicí kapaliny	S1	A2	E1	W1	2						
Zavření víka nádrže chladicí kapaliny	Přivření prstů víkem nádrže		Nepozornost při zavírání víka	Stlačení prstů	S2	A1	E2	W2	7	Školení BOZP zaměstnanců; Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Používání ochranných pracovních rukavic	S1	A1	E1	W1	0						
					Celkové počáteční riziko ΣR_0					43						Celkové zbytkové riziko ΣR					3

Tab. 21 Formulář FMEA - Očištění průzorových oken v předních ochranných krytech

FMEA - Analýza způsobů a důsledků poruch																			
Nebezpečný prostor: Prostor obsluhy stroje				Činnost: Očištění průzorových oken v předních ochranných krytech															
Činnost obsluhy	Potenciální chyba	Osobní ochranné pracovní prostředky (OOPP)	Příčina (zdroj ohrožení)	Následek	S	A	E	W	R	Preventivní ochranné opatření					S	A	E	W	R
Vypnutí stroje	Nepřepnutí hlavního vypínače QM1 do polohy OFF	Ochranné pracovní rukavice, Ochranná pracovní přilba, Pracovní obuv s protiskluzovou podešví, Ochranné brýle nebo ochranný štít, Respirátor	Opětovné spuštění stroje po zastavení	Zachycení nebo vtažení obsluhy	S3	A2	E2	W1	15	Školení BOZP zaměstnanců; Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Upozornění v návodu k použití na nutnost přepnout hlavní vypínač QM1 do polohy OFF, uzamknutí vysacím zámekem a klíč ponechat u sebe před vstupem do pracovního prostoru					S1	A2	E2	W1	3
Otevření předních pohyblivých ochranných krytů	Nefukční odsávání z pracovního prostoru		Vznik nebezpečných mlh, par a prachu při obrábění	Dýchací potíže, Podráždění kůže/oči	S2	A2	E2	W1	9	Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Upozornění v návodu k použití na možnost vzniku nebezpečných par, mlh nebo prachu při obrábění; Používání respirátoru					S1	A2	E1	W1	2
Příprava odmašťovacího saponátu	Převrnutí kbelíku s odmašťovacím saponátem		Kluzký povrch	Uklouznutí, pád	S3	A1	E2	W2	13	Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Používání ochranné pracovní přilby a pracovní obuvy s protiskluzovou podešví					S1	A1	E2	W2	1
Očištění průzorových oken	Kontakt s chladicí kapalinou		Ulpělá odstříkující chladicí kapalina na průzorových oknech	Popálení kůže nebo poškození zraku	S2	A2	E2	W2	10	Školení BOZP zaměstnanců; Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Upozornění v návodu k použití na nutnost používat ochranné pracovní rukavice a ochranné brýle (štít) při možnosti kontaktu s chladicí kapalinou					S1	A2	E1	W1	2
Zapnutí stroje	Kontakt s živou částí v rozvodné elektrošikni		Nepozornost při práci	Popálení/smrt elektrickým proudem	S3	A1	E2	W2	13	Školení BOZP zaměstnanců; Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Elektro školení zaměstnanců; Výstražné značky a písemné varování v místě, kde hrozí kontakt s živou částí					S1	A1	E2	W1	0
Zavření předních pohyblivých ochranných krytů	Ponechání končetiny v prostoru předních ochranných krytů		Nepozornost při zavírání předních ochranných krytů	Stlačení končetiny	S2	A1	E3	W1	7	Školení o obsluze a údržbě stroje BASICTURN 2000 C2; Bezpečnostní lišty sloužící k pootevření předních ochranných krytů při sevření předmětu					S1	A1	E2	W1	0
									Celkové počáteční riziko ΣR_0	67						Celkové zbytkové riziko ΣR	8		

V tabulce 22 jsou přehledně zapsány velikosti celkových počátečních rizik ΣR_0 a celkových zbytkových rizik ΣR posuzovaných procesů. Hodnota výsledného rozdílu sum rizik udává, o kolik byla zvýšena bezpečnost stroje. Pro zvýšení přehlednosti získaných výsledků je zvýšení bezpečnosti stroje vyjádřeno v procentech.

Tab. 22 Vyhodnocení analýzy rizik

Prováděná činnost	Celkové počáteční riziko ΣR_0	Celkové zbytkové riziko ΣR	Rozdíl sum rizik $\Sigma R_0 - \Sigma R$	Zvýšení bezpečnosti [%]
Očištění upínací plochy upínací desky	68	11	57	83,8
Kontrola napnutí a stavu klínových řemenů náhonu upínací desky	65	11	54	83,1
Osazování kotoučového zásobníku nástrojů nástrojovými držáky	57	10	47	82,5
Doplnění oleje do nádrže agregátu centrálního ztrátového mazání	62	9	53	85,5
Kontrola funkce a nastavení chladicího agregátu	54	8	46	85,2
Čištění filtru na rozvodové elektroskříně	59	8	51	86,4
Odstraňování třísek z vykládacího prostoru třísek čelního dopravníku	68	11	57	83,8
Mazání řemenice hlavního pohonu upínací desky	51	4	47	92,2
Doplnění chladicí kapaliny do nádrže	43	3	40	93,0
Očištění průzorových oken v předních ochranných krytech	67	8	59	88,1

6.4 Návrh preventivních opatření

Návrh preventivních opatření sloužících pro snížení nepřijatelných rizik je součástí formulářů FMEA viz tabulky 12 - 21. V této kapitole bude proveden stručný souhrn jednotlivých opatření.

Základním preventivním opatřením je školení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, zkráceně BOZP. Toto školení musí každý zaměstnavatel bez výjimky poskytnout všem svým zaměstnancům při nástupu do práce (vstupní školení BOZP). Školení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci se znovu provádí při změně pracovního zařazení nebo změně druhu práce. Dále také při zavedení nové technologie nebo změně ve výrobních, pracovních a technologických postupech anebo při dalších okolnostech, které mohou mít přímý vliv na bezpečnost práce. Pokud nedochází k výše zmíněným změnám, mělo by se školení BOZP opakovat 1x za 2 až 3 roky. [46]

Dalším důležitým preventivním opatřením jsou upozornění v návodu k použití, který je dodáván společně se strojem. Před zahájením pracovní činnosti je každý pracovník povinen seznámit se s návodem k použití a při vykonávání činností pak dodržovat příslušné nařízení a doporučení. Důležité úkony, které musí obsluha provést, aby nedošlo k ohrožení života a zdraví osob, by měly být v textu zvýrazněny.

V návodech k použití se nacházejí i upozornění na nutnost využívat všech dostupných osobních ochranných pracovních prostředků (OOPP), které pomáhají zajistit bezpečnost při práci. Mezi ochranné prostředky, které zaměstnavatel zajišťuje, patří:

- Ochranné pracovní rukavice;
- Ochranná pracovní přilba;
- Pracovní obuv s protiskluzovou podešví;
- Ochranné brýle (štíť);
- Respirátor.

Pro zvýšení bezpečnosti při práci musí obsluha využívat předepsaných nástrojů (např. háček na odstraňování třísek zachycených na upínací desce, izolační nářadí při práci na rozvodné elektroskříně) a dostupných konstrukčních prvků (např. pracovní plošiny kolem upínací desky, pryžové pásy na místě vysypávání třísek z čelního dopravníku třísek).

Důležitým konstrukčním bezpečnostním prvkem, který minimalizuje riziko způsobené vymrštěním obrobků, strojních součástí, nástrojů, upínacích čelistí, upínacích prvků a zařízení, nebo jejich částí jsou ochranné kryty. Před zapnutím stroje se musí obsluha ujistit, že jsou všechny ochranné kryty a bezpečnostní prvky funkční a na svém místě. Součástí předních pohyblivých ochranných krytů a křídlových dveří jsou průzorová okna z polykarbonátu o tloušťce 8 mm. Průzorová okna musí být po dvou letech provozu stroje vyměněna za nová z důvodu působení chladicí kapaliny a stárnutí materiálu, z něhož jsou okna vyrobená. V případě mechanického poškození (tj. praskliny, vrypy) musí být průzorová okna vyměněna okamžitě. [43]

V místech, kde hrozí popálení elektrickým proudem (např. prostor elektrorozvaděče), by měly být výstražné značky upozorňující na dané nebezpečí. Při obsluze a údržbě stroje se nemá pospíchat a je přísně zakázáno ulehčovat si práci na úkor bezpečnosti. Nedílnou součástí pro zajištění bezpečnosti při práci je pravidelné čištění stroje a nejbližšího okolí.

7 ZÁVĚR

Diplomová práce se zabývá problematikou bezpečnosti provozovaného svislého soustružnického centra BASICTURN a byla vypracována za podpory pracovníků společnosti TOSHULIN, a.s. Pro splnění cílů práce bylo potřeba provést několik dílčích kroků.

V teoretické části byla provedena rešerše současného stavu požadavků vyplývajících ze směrnic Evropského parlamentu a Rady, jež musí dané strojní zařízení splňovat při uvádění na společný trh Evropské unie. Z hlediska bezpečnosti a ochrany zdraví zaměstnanců při práci je zejména důležitá rámcová směrnice 89/391/EHS a její dílčí směrnice v relevantních oblastech. Následující kapitola se věnuje popisu a technickým parametrům svislého soustružnického centra BASICTURN 2000 C2, které bylo zvoleno jako reprezentant výrobní řady BASICTURN. Pro toto strojní zařízení byl proveden systémový rozbor problematiky. Při komplexní analýze daného problému byly popsány nebezpečné prostory stroje, úkony prováděné na stroji a metody analýzy rizik, z nichž se na základě multikriteriálního hodnocení vybrala nejvhodnější metoda pro řešení dané problematiky.

V praktické části je provedena analýza požadavků relevantních harmonizovaných norem. Nejdůležitější normou pro provozované strojní zařízení je ČSN EN ISO 23125:2018 Obráběcí stroje - Bezpečnost - Soustruhy. Z této normy se vychází při návrhu a konstrukci vybraného strojního zařízení. Svislé soustružnické centrum BASICTURN 2000 C2 odpovídá požadavkům příslušných norem. Následuje analýza bezpečnosti vztažená k činnostem obsluhy při obslužných, servisních a údržbových činnostech. Pro analýzu rizik byla na základě multikriteriálního hodnocení zvolena metoda FMEA. Ta byla uzpůsobena tak, aby vyhověla požadavkům harmonizačně právních předpisů na provozované zařízení. Pro stanovení kritičnosti nebylo použito RPN, ale byl využit graf pro odhad velikosti rizika. Bylo vybráno deset činností obsluhy tak, aby obsáhly různé nebezpečné prostory stroje. Ke každému procesu je v přílohách uveden vývojový diagram, který přehledně ukazuje všechny prováděné úkony. Výstupem z analýzy rizik je deset pracovních listů FMEA. Pro každý posuzovaný proces bylo vypočítáno celkové počáteční riziko ΣR_0 udávající velikost nebezpečí pro obsluhu. Následoval návrh preventivních ochranných opatření, která snižují kritičnost rizik na přijatelnou úroveň. Po zavedení preventivních ochranných opatření bylo vypočítáno celkové zbytkové riziko ΣR . Hodnota výsledného rozdílu sum těchto rizik udává, o kolik byla zvýšena bezpečnost daných činností obsluhy.

U vybraných procesů byla bezpečnost zvýšena následovně:

- Očištění upínací plochy upínací desky
 - bezpečnost procesu zvýšena o 83,8 %;
- Kontrola napnutí a stavu klínových řemenů náhonu upínací desky
 - bezpečnost procesu zvýšena o 83,1 %;
- Osazování kotoučového zásobníku nástrojů nástrojovými držáky
 - bezpečnost procesu zvýšena o 82,5 %;
- Doplnění oleje do nádrže agregátu centrálního ztrátového mazání
 - bezpečnost procesu zvýšena o 85,5 %;
- Kontrola funkce a nastavení chladicího agregátu
 - bezpečnost procesu zvýšena o 85,2 %;
- Čištění filtru na rozvodové elektroskříně

- bezpečnost procesu zvýšena o 86,4 %;
- Odstraňování třísek z vykládacího prostoru třísek čelního dopravníku
 - bezpečnost procesu zvýšena o 83,8 %;
- Mazání řemenice hlavního pohonu upínací desky
 - bezpečnost procesu zvýšena o 92,2 %;
- Doplnění chladicí kapaliny do nádrže
 - bezpečnost procesu zvýšena o 93,0 %;
- Očištění průzorových oken v předních ochranných krytech
 - bezpečnost procesu zvýšena o 88,1 %.

Výsledky diplomové práce pomůžou dále zvýšit úroveň bezpečnosti posuzovaného strojního zařízení. Zavedení preventivních ochranných opatření se v praxi projeví zejména v návodu k obsluze stroje. Vývojové diagramy mohou sloužit jako podklad v návodu na údržbu stroje.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Druhy právních předpisů EU. *Evropská komise* [online]. [cit. 2020-01-18]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/info/law/law-making-process/types-eu-law_cs
- [2] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/42/ES. *EUR-Lex* [online]. Evropská unie, 2006 [cit. 2020-01-21]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:157:0024:0086:CS:PDF>
- [3] ČSN EN ISO 12100. *Bezpečnost strojních zařízení - Všeobecné zásady pro konstrukci - Posouzení rizika a snižování rizika*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 106 s. Třídící znak 833001.
- [4] HLINOVSKÝ, Jiří, Jiří MAREK, Petr BLECHA, Eva KRČÁLOVÁ a Jan MAREČEK. *Management rizik v konstrukci výrobních strojů*. Speciální vydání. Praha: MM publishing, 2009, 90 s.
- [5] ČSN EN 62061. *Bezpečnost strojních zařízení - Funkční bezpečnost elektrických, elektronických a programovatelných elektronických řídicích systémů souvisejících s bezpečností*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005, 92 s. Třídící znak 332208.
- [6] ČSN EN ISO 13849-1. *Bezpečnost strojních zařízení - Bezpečnostní části ovládacích systémů - Část 1: Všeobecné zásady pro konstrukci*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2017, 88 s. Třídící znak 833205.
- [7] ČSN EN 614-1 +A1. *Bezpečnost strojních zařízení - Ergonomické zásady navrhování - Část 1: Terminologie a všeobecné zásady*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009, 24 s. Třídící znak 833501.
- [8] ČSN EN IEC 60812 ed. 2. *Analýza způsobů a důsledků poruch (FMEA a FMECA)*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2019, 72 s. Třídící znak 010675.
- [9] ČSN EN 61025. *Analýza stromu poruchových stavů (FTA)*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2007, 48 s. Třídící znak 010676.
- [10] ČSN EN 61882. *Studie nebezpečí a provozuschopnosti (studie HAZOP) - Pokyn k použití*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2017, 56 s. Třídící znak 010693.
- [11] BLECHA, Petr. *Požadavky na výroby* [prezentace]. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky.
- [12] Směrnice Rady 89/391/EHS - opatření pro zlepšení bezpečnosti a ochrany zdraví zaměstnanců při práci. *EUR-lex* [online]. Evropská unie, 1989 [cit. 2020-01-20]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=LEGISSUM%3Ac11113>
- [13] Směrnice v EU k BOZP a hygieně práce. *BOZPinfo* [online]. 2013 [cit. 2020-01-20]. Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/smernice-v-eu-k-bozp-hygiene-prace>
- [14] Směrnice Rady 89/654/EHS. *EUR-lex* [online]. Evropská unie, 1989 [cit. 2020-01-20]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=CELEX%3A31989L0654>
- [15] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/104/ES. *EUR-Lex* [online]. Evropská unie, 2009 [cit. 2020-01-20]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/cs/TXT/?uri=CELEX:32009L0104>
- [16] Směrnice Rady 89/656/EHS. *EUR-lex* [online]. Evropská unie, 1989 [cit. 2020-01-21]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:01989L0656-20070627&qid=1409129701227&from=CS>

- [17] Směrnice Rady 90/270/EHS. *EUR-lex* [online]. Evropská unie, 1990 [cit. 2020-02-13]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX:01990L0270-20070627>
- [18] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2003/10/ES. *EUR-lex* [online]. Evropská unie, 2003 [cit. 2020-02-13]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/cs/TXT/?uri=CELEX%3A32003L0010>
- [19] Označení shody CE. In: *Úřad pro publikace Evropské unie* [online]. 2009 [cit. 2020-01-23]. Dostupné z: http://publications.europa.eu/resource/cellar/874be538-c87c-4701-ba62-445d0391f732.0026.02/DOC_20
- [20] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/35/EU. *EUR-Lex* [online]. Evropská unie, 2014 [cit. 2020-01-21]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0035&from=EN>
- [21] Nařízení vlády č. 118/2016 Sb. *Zákony pro lidi* [online]. 2016 [cit. 2020-01-22]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-118>
- [22] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/30/EU. *EUR-Lex* [online]. Evropská unie, 2014 [cit. 2020-01-23]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0030&from=EN>
- [23] Nařízení vlády č. 117/2016 Sb. *Zákony pro lidi* [online]. 2016 [cit. 2020-01-23]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-117>
- [24] Zákon č. 262/2006 Sb. *Zákony pro lidi* [online]. 2006 [cit. 2020-01-21]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-262>
- [25] Produktové portfolio. *TOSHULIN* [online]. Hulín [cit. 2020-02-29]. Dostupné z: <https://www.toshulin.cz/produktove-portfolio/basicturn/>
- [26] TOSHULIN a.s. *Specifikace stroje BASICTURN 2000 C2*. Hulín, 2013, 23 s. Dokumentace od výrobce.
- [27] Reference. *TOSHULIN* [online]. Hulín [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <https://www.toshulin.cz/reference/>
- [28] TOSHULIN a.s. *Analýza rizik a bezpečnosti stroje BASICTURN 2000 C2*. Hulín, 2013, 222 s.
- [29] TOSHULIN a.s. *Katalog údržby stroje BASICTURN 2000 C2*. Hulín, 2013, 11 s. Dokumentace od výrobce.
- [30] TOSHULIN a.s. *Obsluha stroje BASICTURN 2000 C2*. Hulín, 2013, 84 s. Dokumentace od výrobce.
- [31] Co - když analýza (What-if Analysis). *Management mania* [online]. 2015 [cit. 2020-03-06]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/co-kdyz-analyza-what-if-analysis>
- [32] Analýza „Co se stane, když“. *EBOZP* [online]. [cit. 2020-03-06]. Dostupné z: http://ebozp.vubp.cz/wiki/index.php/Anal%C3%BDza_%E2%80%9ECo_se_stane,_kdy%C5%BE%E2%80%9C
- [33] BÁRTLOVÁ, Ivana a Daniel ŠEREK. Využití kontrolních seznamů k interním kontrolám v organizacích. *BOZPinfo* [online]. 2008 [cit. 2020-03-06]. Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/vyuziti-kontrolnich-seznamu-k-internim-kontrolam-v-organizacich>
- [34] Analýza pomocí kontrolního seznamu - CLA (Checklist analysis). *Management mania* [online]. 2017 [cit. 2020-03-06]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/analyza-kontrolni-seznam-cla-checklist-analysis>

- [35] FMEA (Failure Mode and Effect Analysis). *Management mania* [online]. 2016 [cit. 2020-03-07]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/failure-mode-and-effect-analysis>
- [36] KLICNAROVÁ, Jana. *Vícekritériální hodnocení variant – metody* [online prezentace]. Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích, Ekonomická fakulta, Katedra aplikované matematiky a informatiky. 2010 [cit. 2020-04-02]. Dostupné z: http://home.ef.jcu.cz/~janaklic/oa_zsf/VHV_II.pdf
- [37] O nás. *TOSHULIN* [online]. Hulín [cit. 2020-03-18]. Dostupné z: <https://www.toshulin.cz/o-nas/historie/>
- [38] Technická norma. *Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví* [online]. [cit. 2020-01-28]. Dostupné z: <http://www.unmz.cz/urad/co-je-to-technicka-norma->
- [39] Harmonizované a určené normy. *Technor* [online]. [cit. 2020-01-28]. Dostupné z: <http://www.technicke-normy-csn.cz/normy-csn-zavaznost-norem.html>
- [40] Evropské normy. *Evropská unie* [online]. [cit. 2020-02-25]. Dostupné z: https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/standards/standards-in-europe/index_cs.htm
- [41] Metodické pokyny. *Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví* [online]. [cit. 2020-01-29]. Dostupné z: <http://www.unmz.cz/test/metodicke-pokyny-r172>
- [42] Zákon č. 22/1997 Sb. *Zákony pro lidi* [online]. c2010-2020 [cit. 2020-01-29]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-22>
- [43] TOSHULIN a.s. *Bezpečnost obsluhy BASICTURN 2000 C2*. Hulín, 2013, 20 s. Dokumentace od výrobce.
- [44] ČSN EN ISO 23125. *Obráběcí stroje - Bezpečnost - Soustruhy*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018, 106 s. Třídící znak 200701.
- [45] BLECHA, Petr. Rizika a nebezpečí související se strojním zařízením. *BOZPinfo* [online]. 2006 [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/rizika-nebezpeci-souvisejici-se-strojnim-zarizenim>
- [46] Slovník pojmů z oblasti BOZP a PO. *BOZP.cz* [online]. 2020 [cit. 2020-05-07]. Dostupné z: <https://www.bozp.cz/slovník-pojmu/skoleni-bozp/>

9 SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratka/Symbol	Jednotka	Popis
Sb.		Sbírka zákonů
EU		Evropská unie
ES		Evropská společenství
EHS		Evropské hospodářské společenství
NV		Nařízení vlády
CNC		Počítačem řízený obráběcí stroj
NC		Číslicové řízení
LEX	dB(A)	Denní hladina expozice hluku
p _{peak}		Maximální akustický tlak
WFA		Analýza What-if
CLA		Analýza pomocí kontrolního seznamu
FTA		Analýza stromu poruchových stavů
HAZOP		Analýza nebezpečí a provozuschopnosti
FMEA		Analýza způsobů a důsledků poruch
FMECA		Analýza způsobů, důsledků a kritičnosti poruch
RPN		Risk priority number
ČSN		Česká technická norma
CEN		Evropský výbor pro normalizaci
CENELEC		Evropský výbor pro normalizaci v elektrotechnice
ETSI		Evropský institut pro telekomunikační normy
ÚNMZ		Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví
h		Hodina
OOPP		Osobní ochranný pracovní prostředek
MPa		Megapascal
ΣR_0		Celkové počáteční riziko
ΣR		Celkové zbytkové riziko

10 SEZNAM OBRÁZKŮ

Číslo obrázku	Popis
Obr. 1	Označení CE [19]
Obr. 2	Svislé soustružnické centrum BASICTURN [25]
Obr. 3	Požadavky na provozované strojní zařízení
Obr. 4	Základní blokový diagram [28]
Obr. 5	Blokový diagram BASICTURN 2000 C2 [28]
Obr. 6	Nebezpečné prostory u provozovaného stroje (nárys) [28]
Obr. 7	Nebezpečné prostory u provozovaného stroje (půdorys) [28]
Obr. 8	Postup studie HAZOP [10]
Obr. 9	Schéma norem a směrnic k provozovanému zařízení [43]
Obr. 10	Graf pro odhad velikosti rizika [45]

11 SEZNAM TABULEK

Číslo tabulky	Popis
Tab. 1	Přehled zavádění požadavků vybraných směrnic EU do národního práva
Tab. 2	Hlavní technické parametry provozovaného stroje [26]
Tab. 3	Úkony vztahující se k bezpečnostním funkcím stroje [29]
Tab. 4	Úkony vztahující se ke stroji [29, 30]
Tab. 5	Úkony vztahující se k mazání stroje [29]
Tab. 6	Značky používané při tvorbě stromu poruchových stavů [9]
Tab. 7	Příklady základních vodících slov a jejich obecný význam [10]
Tab. 8	Výběr metody analýzy rizik
Tab. 9	Seznam činností pro analýzu rizik
Tab. 10	Přehled velikostí a skupin soustruhů [44]
Tab. 11	Seznam významných nebezpečí [44]
Tab. 12	Formulář FMEA - Očištění upínací plochy upínací desky
Tab. 13	Formulář FMEA - Kontrola napnutí a stavu klínových řemenů náhonu upínací desky
Tab. 14	Formulář FMEA - Osazování kotoučového zásobníku nástrojů nástrojovými držáky
Tab. 15	Formulář FMEA - Doplnění oleje do nádrže agregátu centrálního ztrátového mazání
Tab. 16	Formulář FMEA - Kontrola funkce a nastavení chladicího agregátu
Tab. 17	Formulář FMEA - Čištění filtru na rozvodné elektroskříně
Tab. 18	Formulář FMEA - Odstraňování třísek z vykládacího prostoru třísek čelního dopravníku
Tab. 19	Formulář FMEA - Mazání řemenice hlavního pohonu upínací desky
Tab. 20	Formulář FMEA - Doplnění chladicí kapaliny do nádrže
Tab. 21	Formulář FMEA - Očištění průzorových oken v předních ochranných krytech
Tab. 22	Vyhodnocení analýzy rizik

12 SEZNAM PŘÍLOH

Číslo přílohy	Popis
Příloha 1	Technické parametry svislého soustružnického centra BASICTURN 2000 C2 [26]
Příloha 2	Vývojový diagram očištění upínací plochy upínací desky
Příloha 3	Vývojový diagram kontroly napnutí a stavu klínových řemenů náhonu upínací desky
Příloha 4	Vývojový diagram osazování kotoučového zásobníku nástrojů nástrojovými držáky
Příloha 5	Vývojový diagram doplnění oleje do nádrže agregátu centrálního ztrátového mazání
Příloha 6	Vývojový diagram kontroly funkce a nastavení chladicího agregátu
Příloha 7	Vývojový diagram čištění filtru na rozvodné elektroskříně
Příloha 8	Vývojový diagram odstraňování třísek z vykládacího prostoru třísek čelního dopravníku
Příloha 9	Vývojový diagram mazání řemenice hlavního pohonu upínací desky
Příloha 10	Vývojový diagram doplnění chladicí kapaliny do nádrže
Příloha 11	Vývojový diagram očištění průzorových oken v předních ochranných krytech

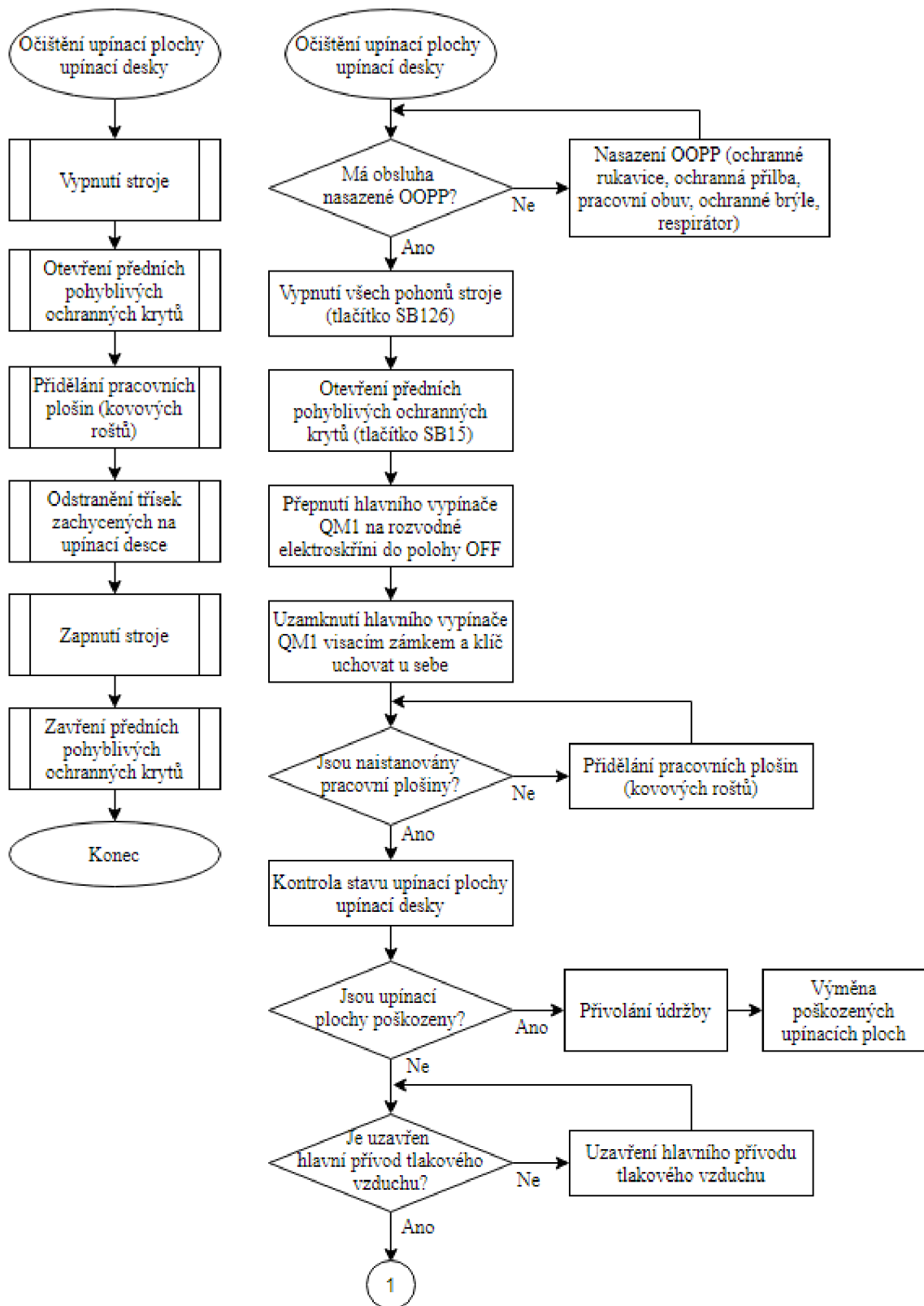
**PŘÍLOHA 1 - Technické parametry svislého soustružnického centra
BASICTURN 2000 C2 [26]**

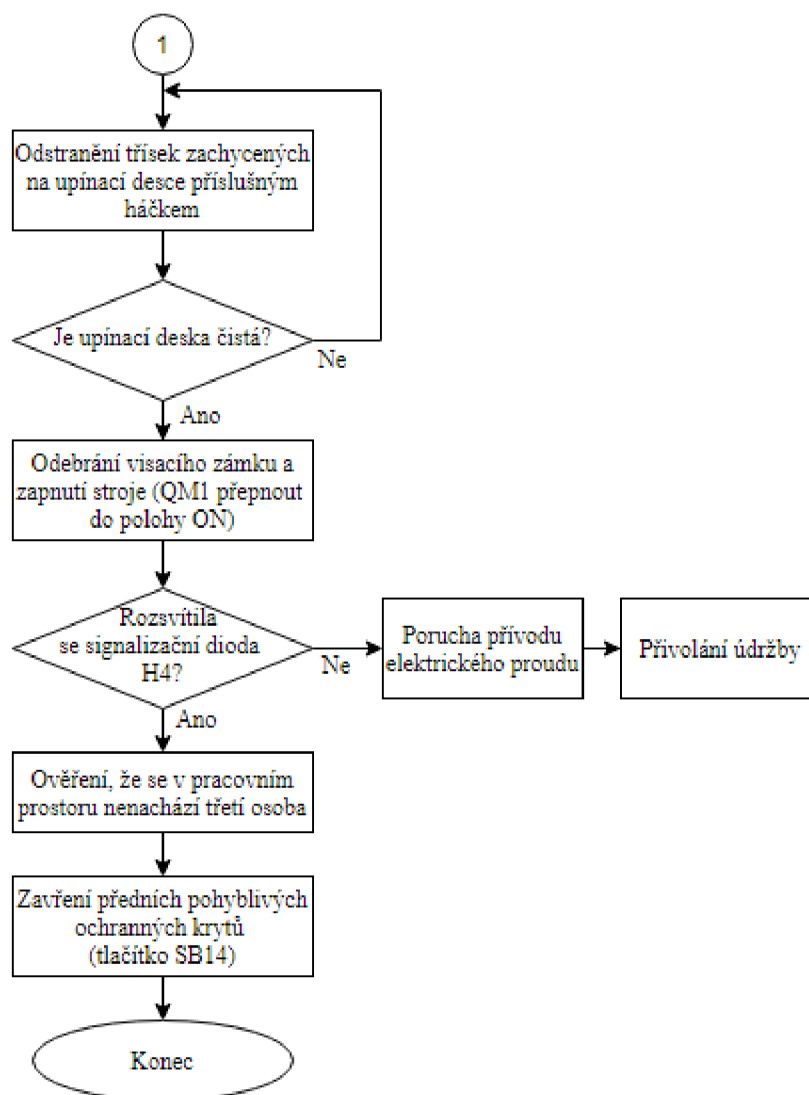
Pracovní rozsah		
Maximální průměr obvodového soustružení	mm	2300
Maximální průměr čelního soustružení	mm	2300
Maximální vzdálenost od pracovní plochy upínací desky po upínací plochu smykadla	mm	1680
Průřez smykadla	mm	240 x 200
Pracovní zdvih smykadla	mm	1060
Maximální zdvih smykadla	mm	1060
Pracovní pojezd příčnickového suportu od středu upínací desky vlevo / vpravo	mm	1160 / 1305
Pojezd příčnickového suportu od středu upínací desky vpravo až do místa automatické výměny nástrojových držáků	mm	1820
Maximální průměr obrobku	mm	2300
Maximální výška obrobku – (při použití nástrojového držáku délky 180 mm)	mm	1500
Maximální hmotnost obrobku – v závislosti na zadaných otáčkách upínací desky	kg	20000
Maximální řezná síla – v závislosti na vysunutí smykadla, kroutícím momentu na upínací desce a na použitém nástroji	N	50000
Příčník		
Maximální zdvih příčnicku	mm	800
Rychlost přestavení příčnicku	mm/min	287
Upínací deska		
Průměr upínací desky	mm	2000
Rozsah otáček upínací desky (otáčky plynule měnitelné ve dvou stupních)		2 - 315
1. stupeň	min ⁻¹	2 - 80
2. stupeň	min ⁻¹	8 - 315
Výkon hlavního AC pohonu SIEMENS	kW	60

Ruční upínání na upínací desce		
Posunutí upínacích svěráků (ručně přestavitelných upínacích čelistí) o jednu drážku	mm	72
Utahovací moment pro docílení upínací síly na jednu upínací čelist	Nm	340
Utahovací moment nesmí překročit	Nm	500
Posuvy		
Pracovní posuv	mm/min	1 - 4000
Rychloposuv	mm/min	12000
Posuv na otáčku (do max. 4000 mm/min)	mm/ot	0,001 - 50
Soustružení závitů se stoupáním (do max. 4000 mm/min)	mm/ot	0,01 - 400
Náhon rotačních nástrojů		
Rozsah otáček (otáčky plynule měnitelné ve dvou stupních)		4 - 3000
1. stupeň	min ⁻¹	4 - 750
2. stupeň	min ⁻¹	1000 - 3000
Výkon AC pohonu SIEMENS náhonu rotačních nástrojů	kW	22
Polohování upínací desky - III. řízená osa C		
Otáčky upínací desky – osa C	min ⁻¹	0,01 - 5
Maximální krouticí moment na upínací desce (závisí na účinnosti šnekového převodu, která se pohybuje v rozsahu 30 - 60% v závislosti na otáčkách servopohonu)	Nm	11520
Rozměry stroje		
Výška stroje (od betonového základu)	mm	5655
Vzdálenost od základny stroje po pracovní plochu upínací desky	mm	960
Plocha zastavěného prostoru včetně ochranných krytů, skříní a agregátů	mm	8250 x 5438
Celková hmotnost stroje (včetně ochranných krytů, skříní a agregátů)	cca kg	45000

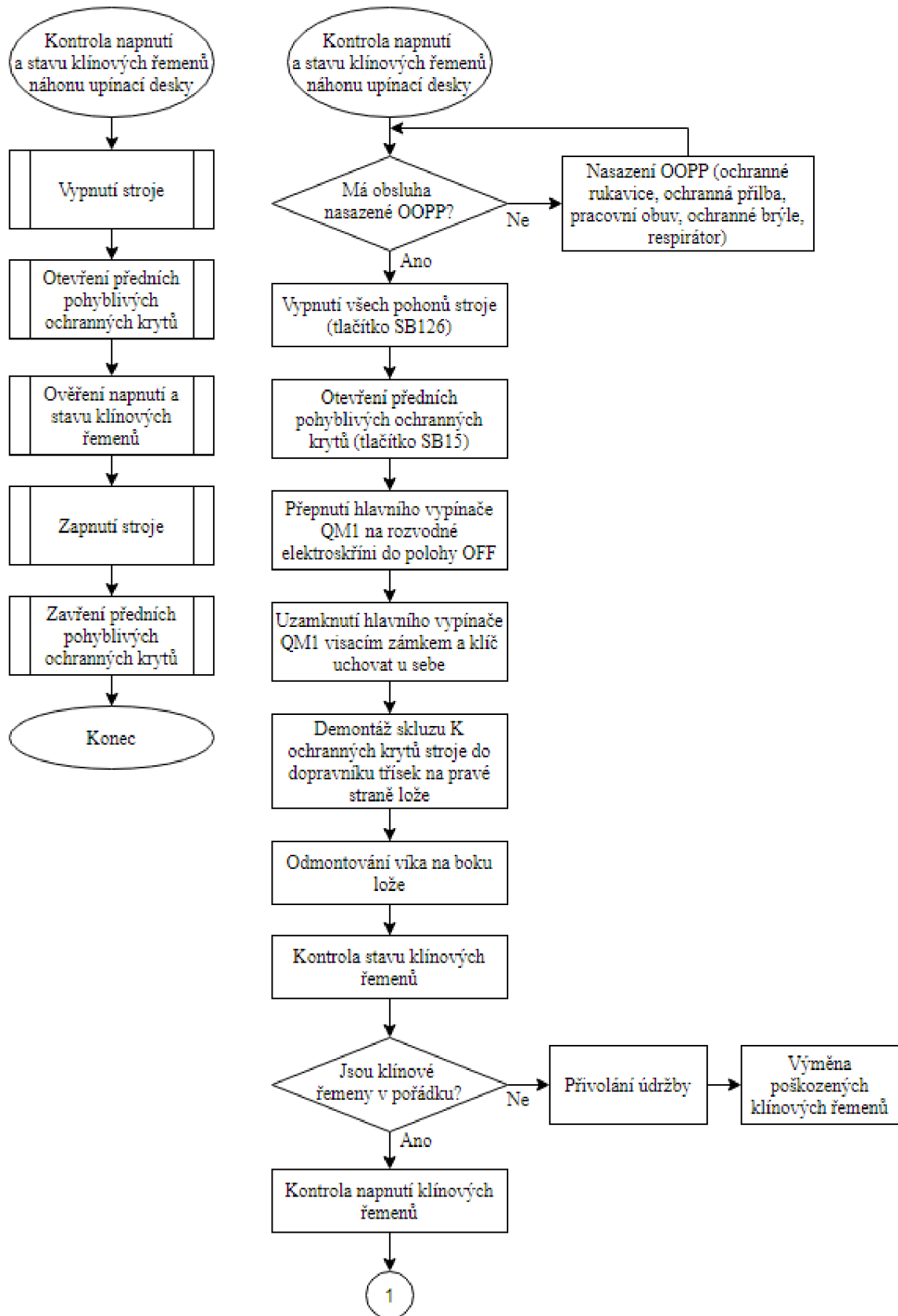
Provozní údaje		
Hlučnost – ekvivalentní hladina zvuku LAeq v místě obsluhy	dB(A)	max. 80
Spotřeba mazacího oleje na cca 1000 pracovních hodin	litr	5
Tlak mazacího média	MPa	3
Náplň oleje v mazacím agregátu fy TRIBOTEC	litr	3
Tlak v rozvodu hydrauliky (závisí na použitém nástrojovém vybavení stroje)	MPa	9,5 - 11,5
Náplň oleje v hydraulickém agregátu fy HYTOS VRCHLABÍ včetně v rozvodech po stroji	litr	90
Náplň oleje v nádrži mazacího oleje fy PFANNENBERG pro mazání uložení upínací desky na stroji včetně v rozvodu po stroji	litr	230
Náplň nádrže chladicí kapaliny a násypky čelního vynášecího dopravníku třísek ASTOS AŠ	litr	~ 300
Náplň nádrže chladicí kapaliny fy TOSHULIN	litr	1000
Počet odkládacích míst v kotoučovém zásobníku nástrojů	-	12
Maximální hmotnost odebíraných třísek - při maximálním úběru	kg/min	7
Jmenovité napětí stroje	V	3 x 400
Kmitočet	Hz	50
Celkový příkon stroje	kVA	175
Jmenovitý proud	A	250

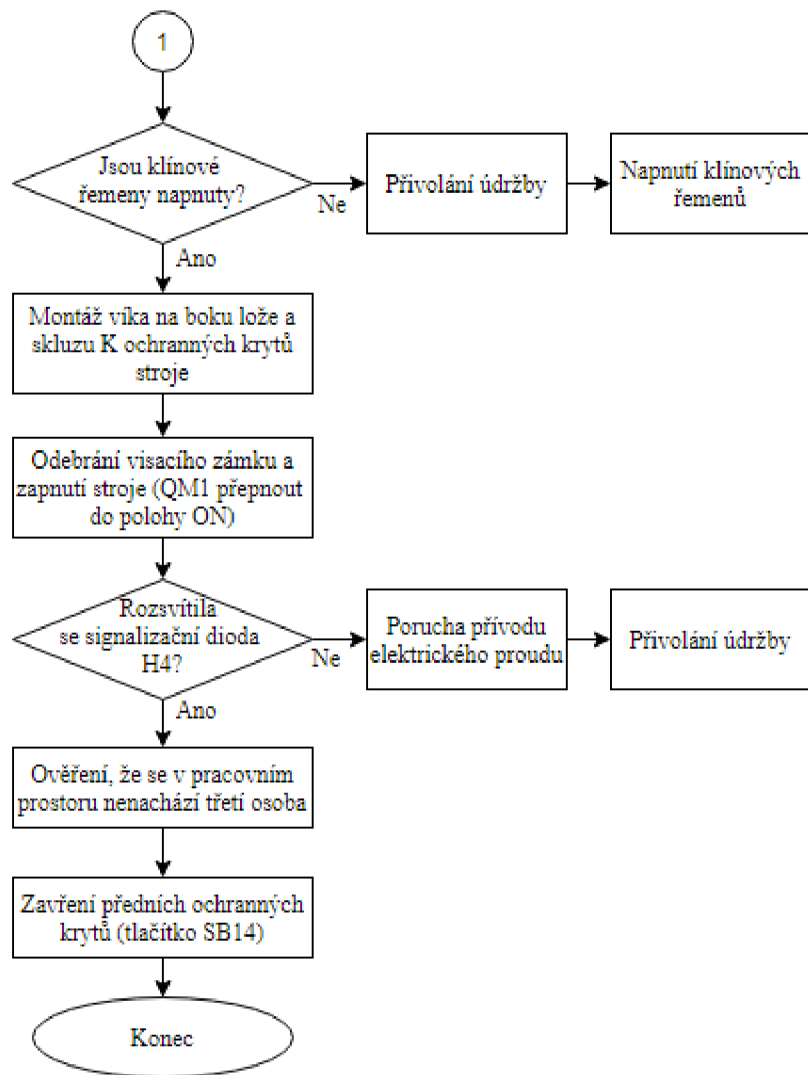
PŘÍLOHA 2 - Vývojový diagram očištění upínací plochy upínací desky



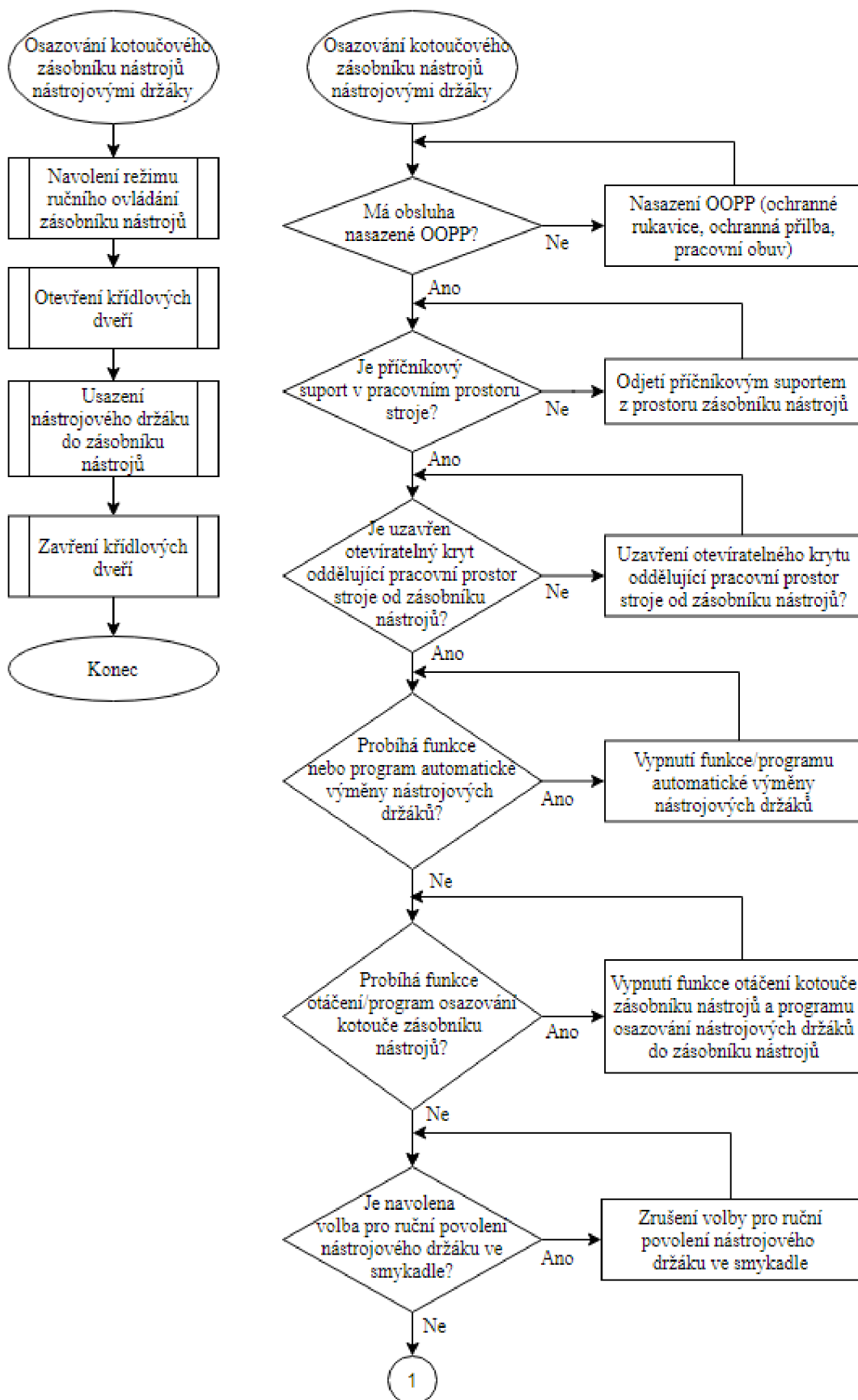


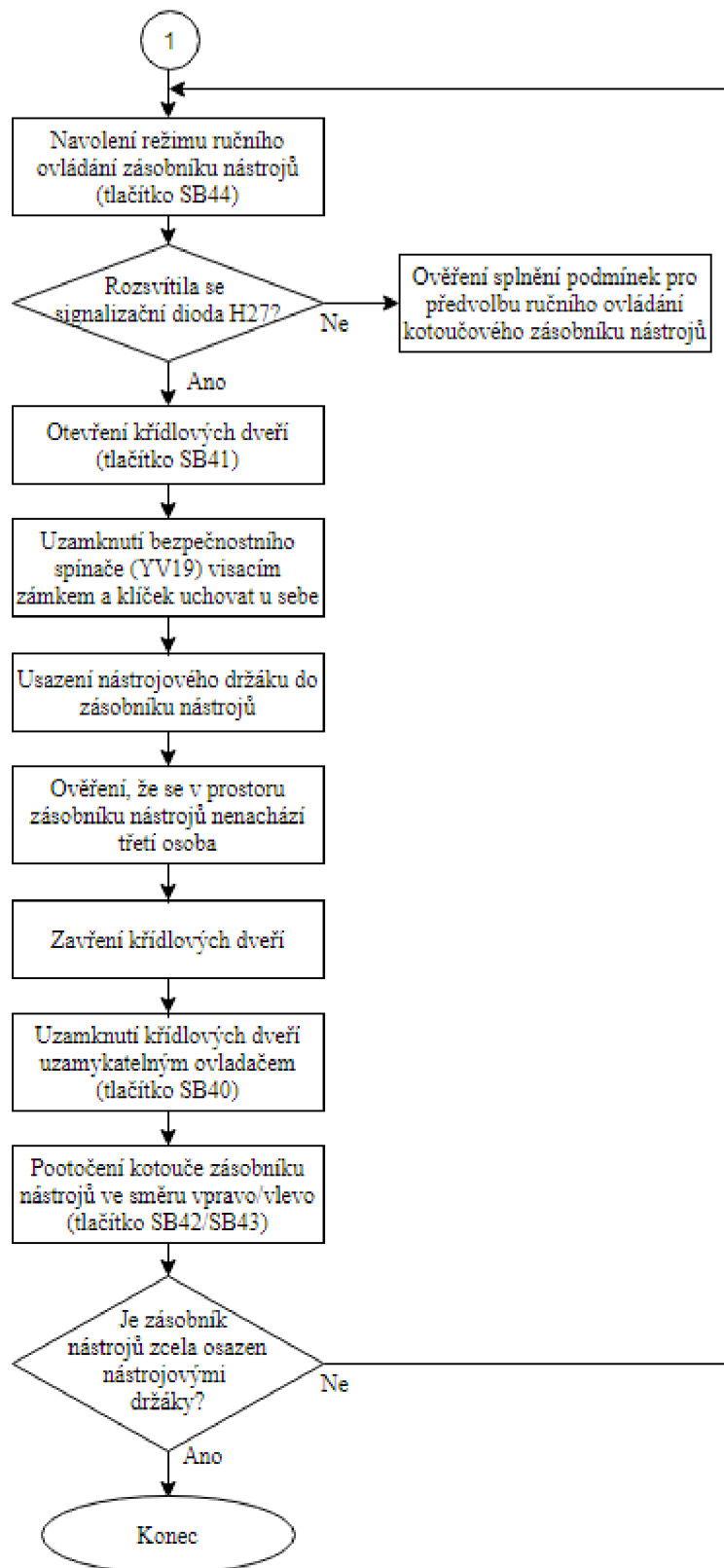
PŘÍLOHA 3 - Vývojový diagram kontroly napnutí a stavu klínových řemenů náhonu upínací desky



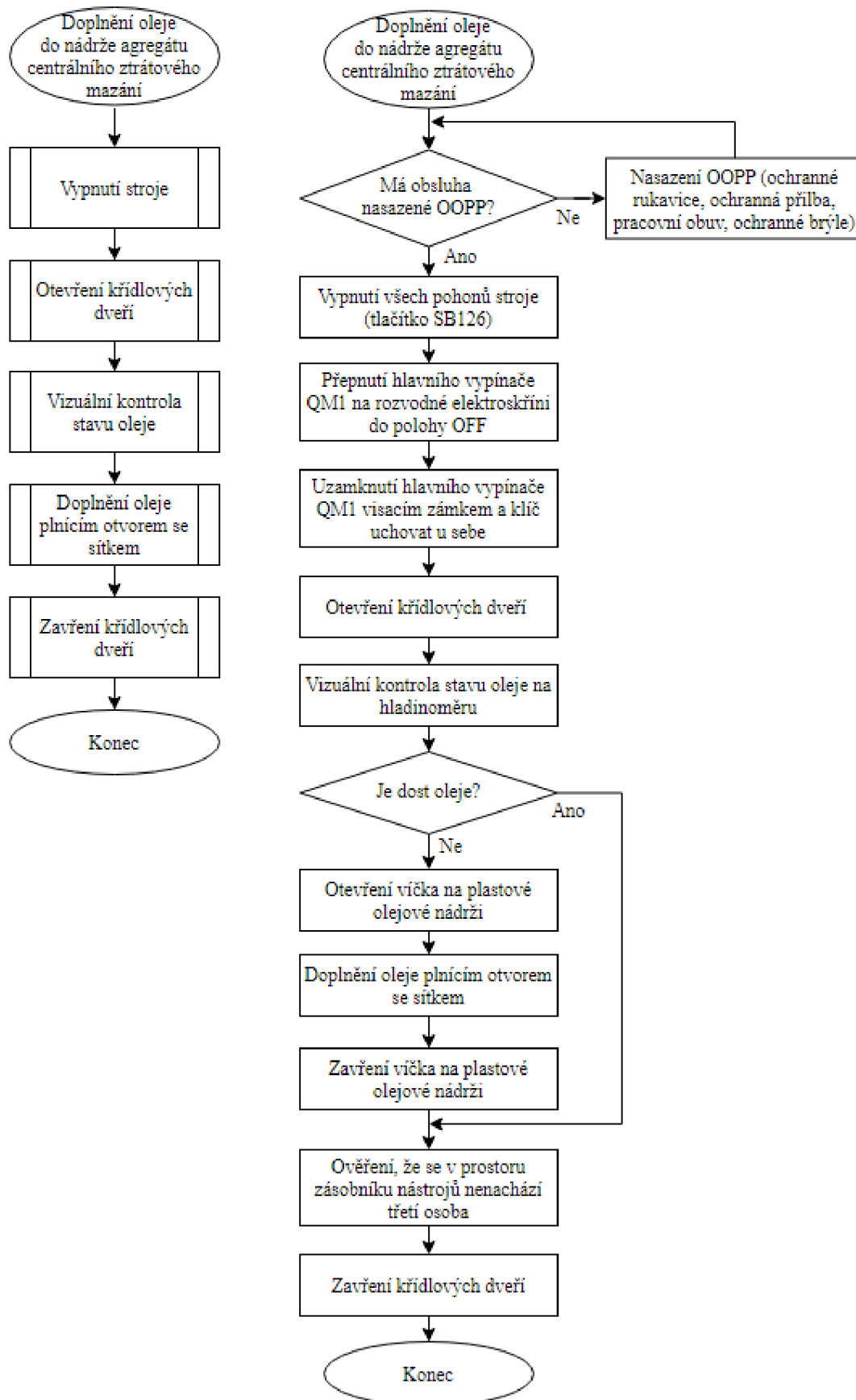


PŘÍLOHA 4 - Vývojový diagram osazování kotoučového zásobníku nástrojů nástrojovými držáky

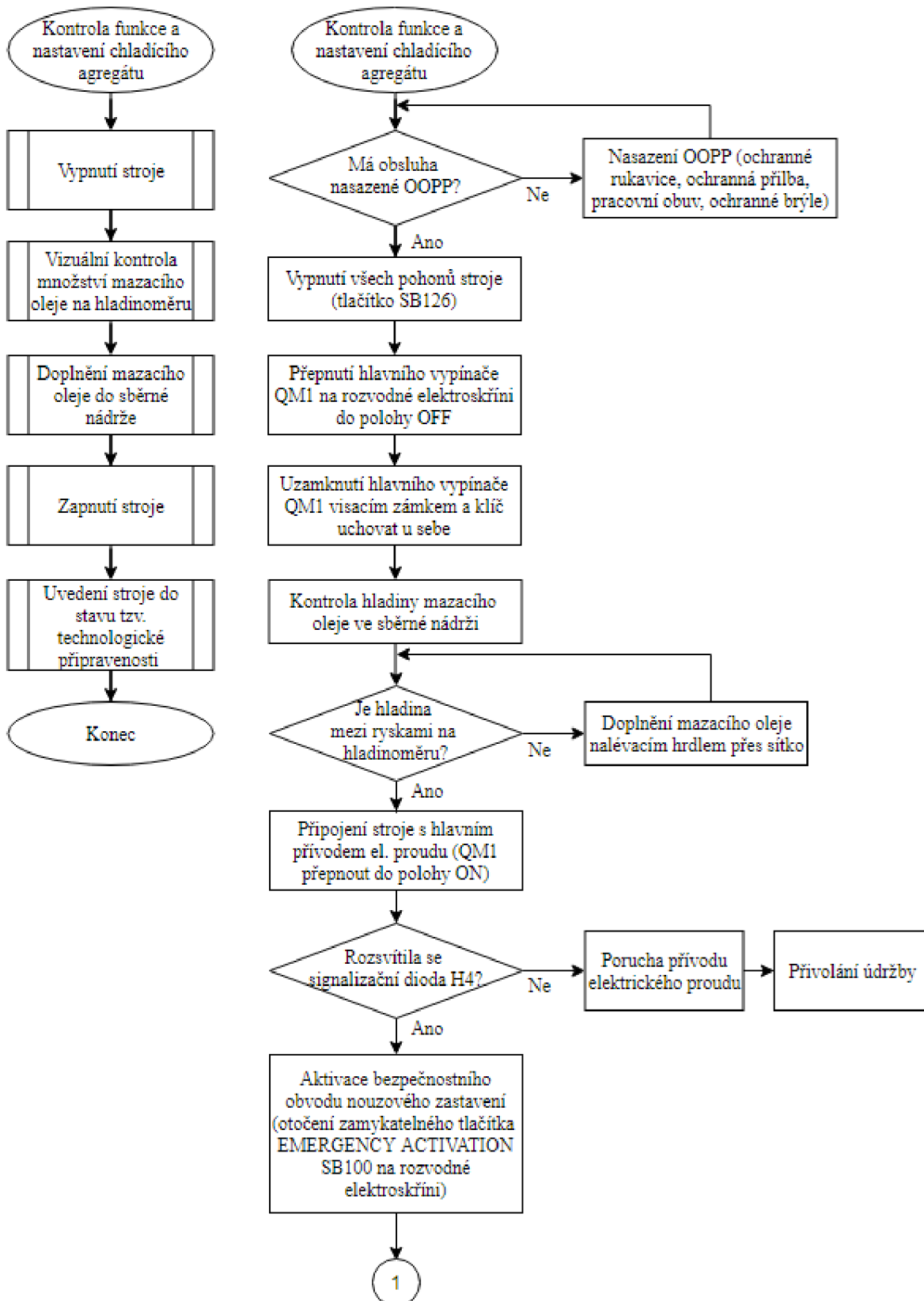


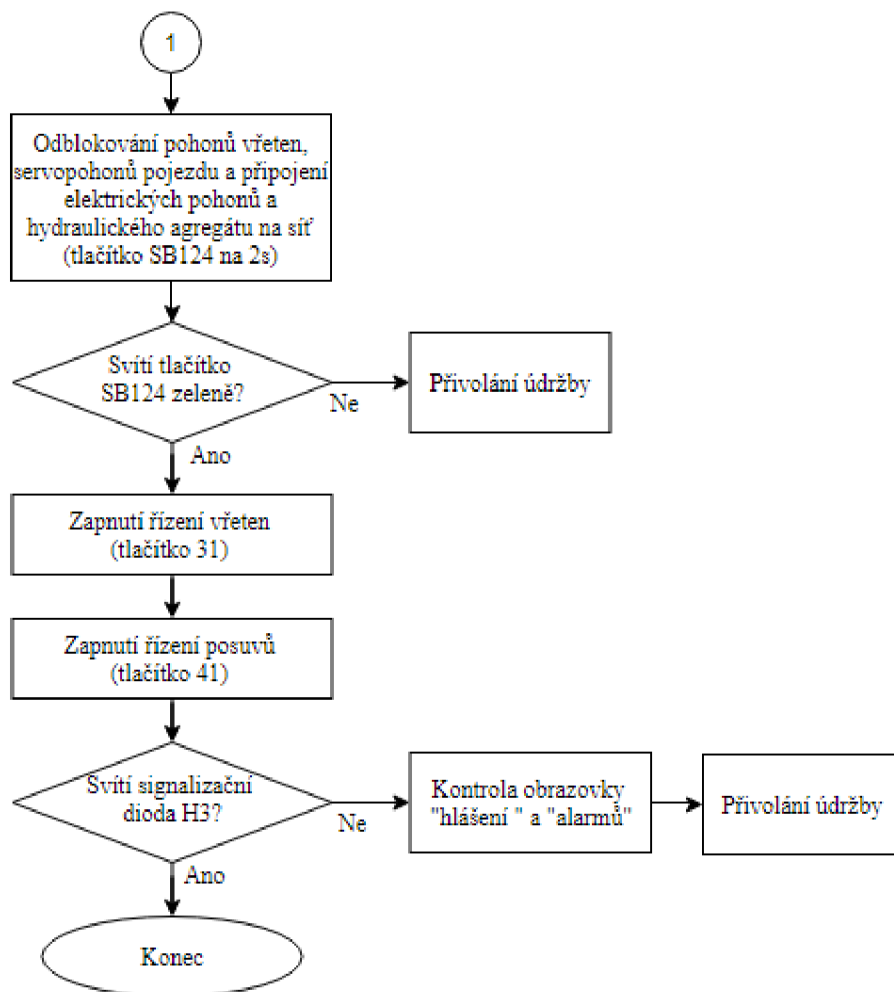


PŘÍLOHA 5 - Vývojový diagram doplnění oleje do nádrže agregátu centrálního ztrátového mazání

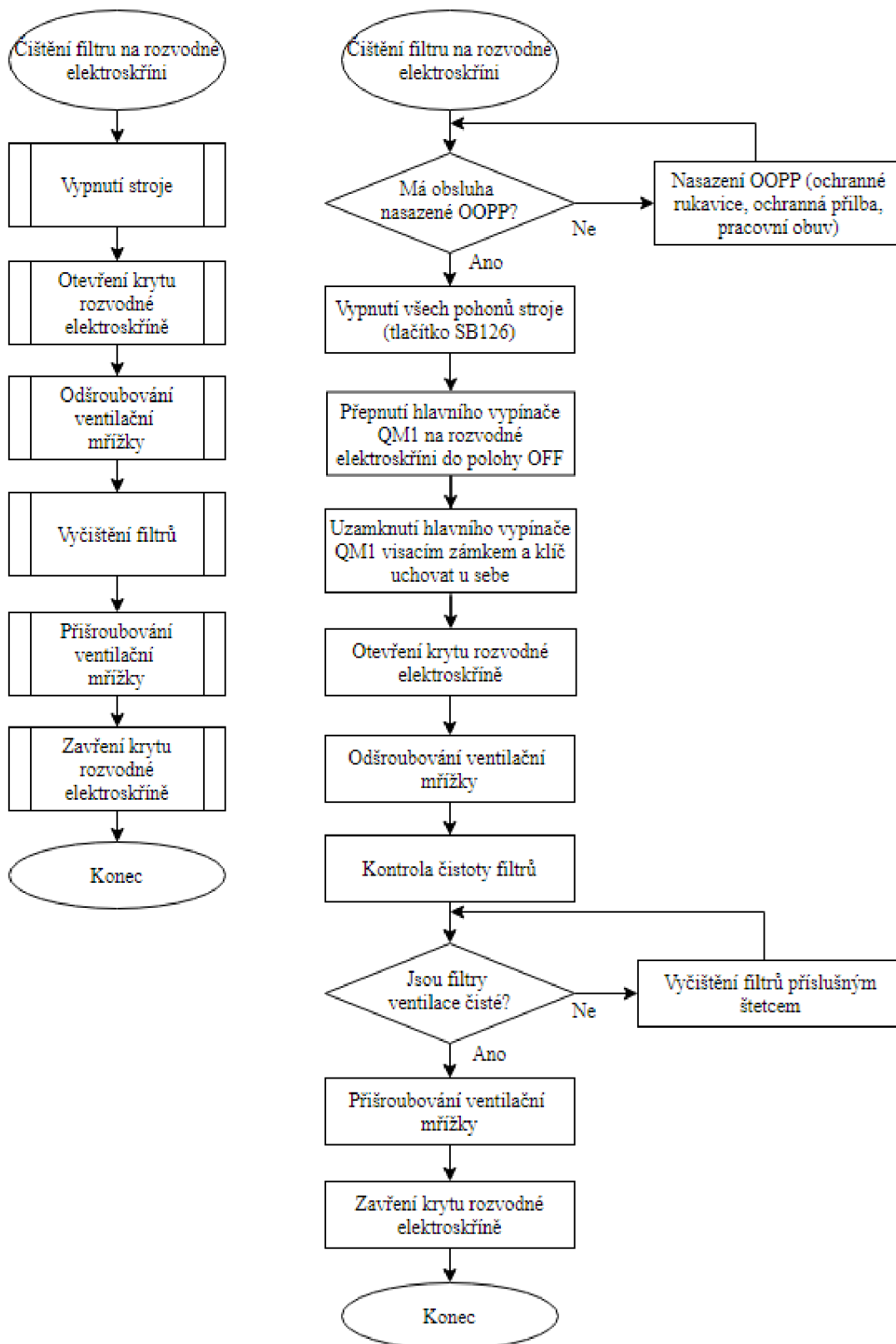


PŘÍLOHA 6 - Vývojový diagram kontroly funkce a nastavení chladícího agregátu

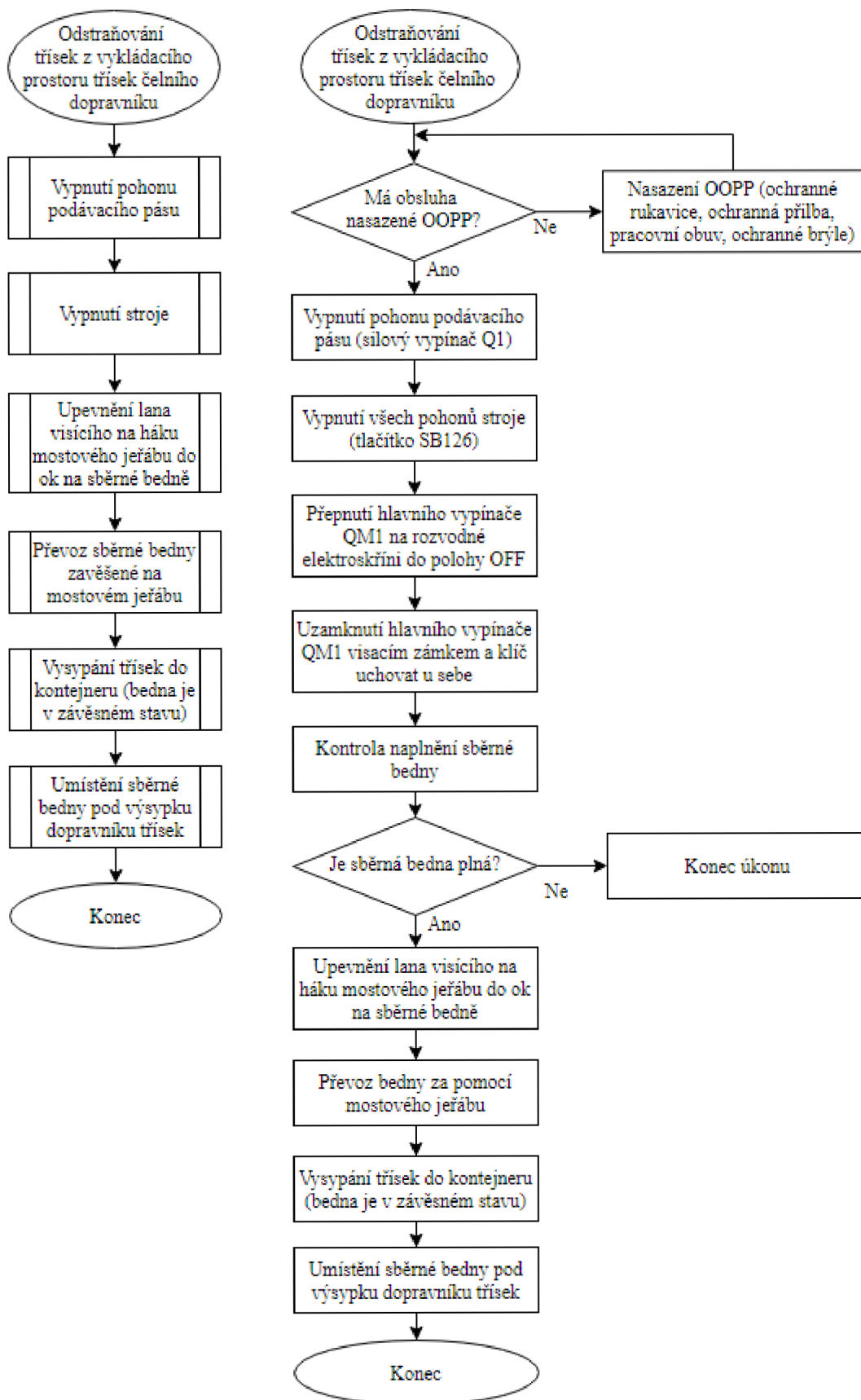




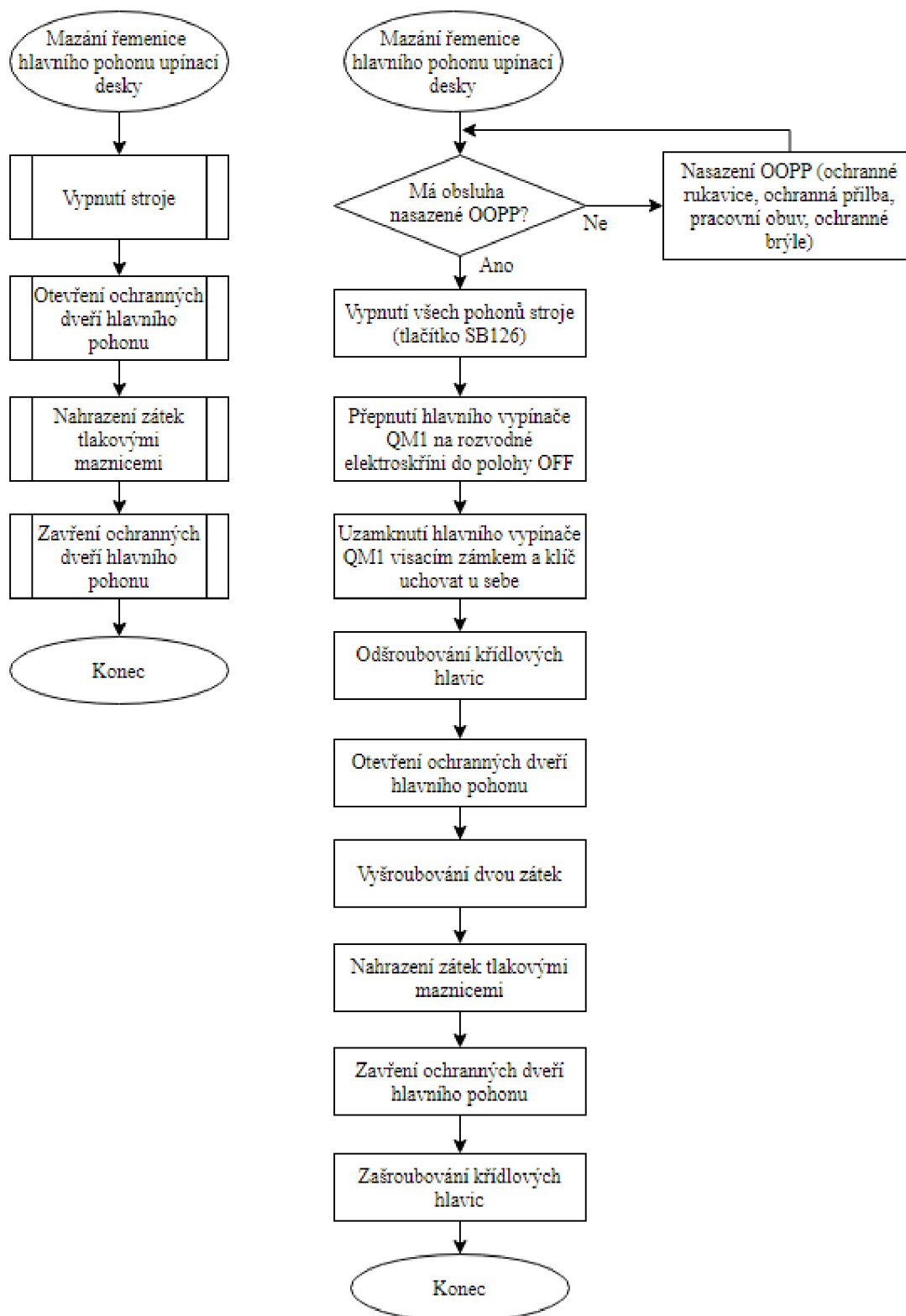
PŘÍLOHA 7 - Vývojový diagram čištění filtru na rozvodné elektroskříně



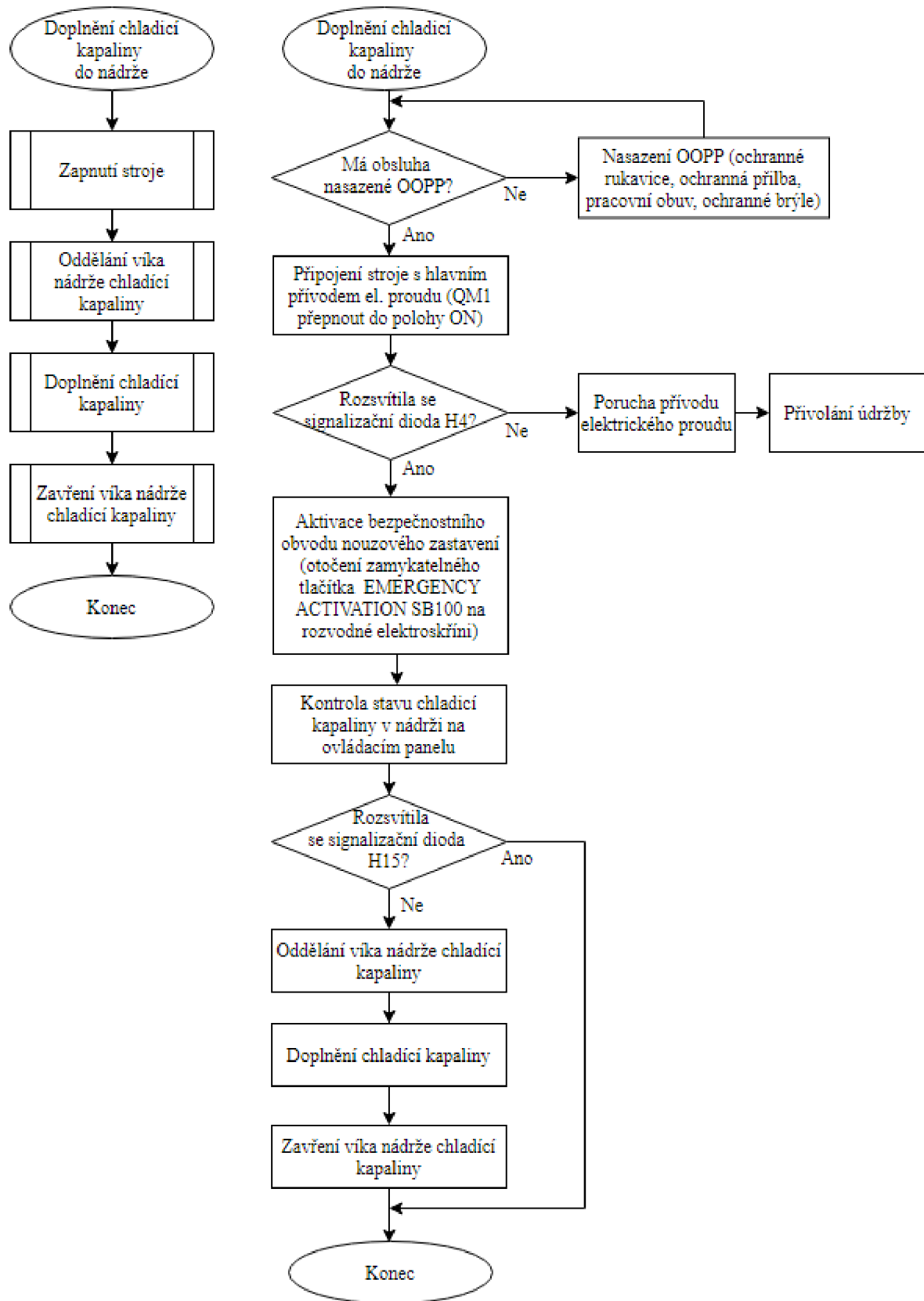
PŘÍLOHA 8 - Vývojový diagram odstraňování třísek z vykládacího prostoru třísek čelního dopravníku



PŘÍLOHA 9 - Vývojový diagram mazání řemenice hlavního pohonu upínací desky



PŘÍLOHA 10 - Vývojový diagram doplnění chladicí kapaliny do nádrže



PŘÍLOHA 11 - Vývojový diagram očištění průzorových oken v předních ochranných krytech

