

Bezpečnostní systémy strojních zařízení

Machinery Safety Systems

Bc. Martin Čekal

Diplomová práce
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Martin ČEKAL**
Osobní číslo: **A10923**
Studijní program: **N 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**
Téma práce: **Bezpečnostní systémy strojních zařízení**

Zásady pro vypracování:

1. Analyzujte legislativní požadavky na bezpečnost strojů a strojních zařízení.
2. Analyzujte současný stav aplikace bezpečnostních prvků strojů a strojních zařízení.
3. Na modelovém příkladu výrobního procesu navrhnete aplikace bezpečnostních prvků pro jednotlivá strojní zařízení.
4. Pojednejte o vývojových trendech v oblasti zajištění bezpečnostních funkcí strojních zařízení.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. HLINOVSKÝ, J., MAREK, J., BLECHA, P., MAREČEK, J.. Management rizik v konstrukci výrobních strojů. Praha: MM Průmyslové spektrum, 2009. 92 s. ISSN 1212-2572.
2. ROCKWELL AUTOMATION. Bezpečnostní řídicí systémy pro strojní zařízení. [online]. Praha: Rockwell Automation, 2011. 150 s. [cit. 2012-01-20]. Dostupné z <http://literature.rockwellautomation.com>.
3. SCHNEIDER ELECTRIC. Bezpečnostní příručka pro strojní zařízení. [online]. Praha: Schneider Electric, 2010. 60 s. [cit. 2012-01-10]. Dostupné z <http://preventa.schneider-electric.cz/bezpecnost-stroju/sub/bezpecnostni-prirucka-pro-strojni-zarizeni>.
4. ČSN EN ISO 13849-1 Bezpečnost strojních zařízení – Bezpečnostní části ovládacích systémů – Část 1: Všeobecné zásady pro konstrukci. Praha: Český normalizační institut, 2008. Třídící znak 833205.
5. ČSN EN 62061 Bezpečnost strojních zařízení– Funkční bezpečnost elektrických, elektronických a programovatelných elektronických řídicích systémů souvisejících s bezpečností. Praha: Český normalizační institut, 2005. Třídící znak 332208.
6. ČSN EN 60204-1 ed. 2 Bezpečnost strojních zařízení – Elektrická zařízení strojů – Část 1: Všeobecné požadavky. Praha: Český normalizační institut, 2007. Třídící znak 33 2200.
7. ČSN EN 61508-1 Funkční bezpečnost elektrických/elektronických/programovatelných elektronických systémů souvisejících s bezpečností – Část 1: Všeobecné požadavky. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011. Třídící znak 180301.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jan Valouch, Ph.D.

Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

24. února 2012

Termín odevzdání diplomové práce:

15. května 2012

Ve Zlíně dne 24. února 2012

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan



doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Abstrakt česky

Diplomová práce řeší problematiku bezpečnostních systémů u strojních zařízení. V úvodní části je provedena analýza stávajících technických způsobů k zajištění ochrany bezpečnostními prvky. Uvedená analýza je doplněna o přehled požadavků právních a technických předpisů upravujících danou oblast. Stěžejní výstup práce představuje návrh nejvhodnějších přípustných prostředků pro co nejefektivnější bezpečnost vybraného modelového strojního zařízení. Závěr předložené diplomové práce pojednává o vývojových trendech v oblasti zajištění bezpečnostních funkcí strojních zařízení.

Klíčová slova: bezpečnost, strojní zařízení, ochranné prvky, posouzení rizik, bezpečnostní prvky,

ABSTRACT

This thesis addresses the issue of security systems for mechanical machinery. The first part is an analysis of existing technical means to ensure protection by safety features. Mentioned analysis is complemented by an overview of legal requirements and technical regulations governing the given area. The key output of the thesis represents proposal of the most appropriate means acceptable for the most effective security of the selected model mechanical machinery. The conclusion of the thesis discusses the trends in ensuring of the security functions of machinery.

Keywords: safety, machinery, protective devices, risk assessment, safety features

Na tomto místě bych rád poděkoval především vedoucímu diplomové práce Ing. Janu Valouchovi, Ph.D., za odborné vedení, praktické rady a připomínky, bez kterých by vznik této práce nebyl možný.

Motto

„Uč se z chyb. Neúspěch je součástí úspěchu“

[Robert Kiyosaki]

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 LEGISLATIVNÍ RÁMEC BEZPEČNOSTI STROJŮ A STROJNÍCH ZAŘÍZENÍ	12
1.1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY	12
1.2 BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI	12
1.2.1 Základní ustanovení zákoníku práce v oblasti bezpečnosti	12
1.2.2 Pracoviště a pracovní prostředí	13
1.2.3 Výrobní a pracovní prostředky a zařízení	14
1.2.4 Uvádění výrobků na trh	14
1.3 STROJNÍ ZAŘÍZENÍ	15
1.4 ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ POŽADAVKY	16
1.4.1 Základní požadavky	16
1.5 POŽADAVKY TECHNICKÝCH PŘEDPISŮ	17
1.5.1 Přehled norem	17
1.5.2 ČSN EN ISO 12100	18
1.5.3 ČSN EN 1070.....	19
1.5.4 ČSN EN 60204-1 ed. 2.....	19
1.5.5 ČSN EN ISO 62061	19
1.5.6 ČSN EN 61508-1 ed. 2.....	20
1.5.7 ČSN EN 13855.....	21
1.5.8 ČSN EN 1760-1 +A1	21
1.5.9 ČSN EN 349 +A1.....	22
1.5.10 ČSN EN ISO 13849-1	23
2 POSOUZENÍ RIZIK	24
2.1 POSOUZENÍ RIZIK.....	24
2.2 POSOUZENÍ SHODY	25
2.3 SPOUŠTĚNÍ STROJE	25
2.4 ZASTAVENÍ STROJE.....	27
2.4.1 Stop-kategorie 0	27
2.4.2 Stop-kategorie 1	27
2.4.3 Stop-kategorie 2	28
2.5 SERVISNÍ REŽIM.....	29
2.6 OCHRANNÉ KRYTY A OCHRANNÁ ZAŘÍZENÍ	29

3	APLIKACE BEZPEČNOSTNÍCH PRVKŮ.....	31
3.1	SVĚTELNÉ BARIÉRY	31
3.2	NÁŠLAPNÉ ROHOŽE	31
3.3	ELEKTROMAGNETICKÉ BLOKOVACÍ ZAŘÍZENÍ.....	32
3.4	OBOURUČNÍ OVLÁDACÍ ZAŘÍZENÍ	33
3.5	POTVRZOVACÍ SPÍNAČE	33
3.6	MONITOROVÁNÍ BEZPEČNOSTNÍCH SIGNÁLŮ	34
3.6.1	Bezpečnostní systém AS-Interface Safety at Work.....	34
3.7	NOUZOVÉ ZASTAVENÍ.....	35
3.8	ZBÝVAJÍCÍ RIZIKA.....	35
3.9	TABULKA VÝHOD A NEVÝHOD BEZPEČNOSTNÍCH PRVKŮ.....	37
II	PRAKTICKÁ ČÁST	39
4	NÁVRH APLIKACE BEZPEČNOSTNÍCH PRVKŮ	40
4.1	MODELOVÝ PŘÍKLAD STROJNÍCH ZAŘÍZENÍ.....	40
4.1.1	Vstupní prvky	41
4.1.2	System	41
4.1.3	Výstupní prvky	42
4.2	CNC ŘEZACÍ STROJ	42
4.2.1	Rizika při obsluze.....	43
4.2.2	Návrh bezpečnostního řešení	44
4.2.3	Lokace bezpečnostních prvků - CNC řezací stroj.....	47
4.3	HYDRAULICKÝ LIS.....	48
4.3.1	Rizika při obsluze.....	48
4.3.2	Návrh bezpečnostního řešení	49
4.3.3	Lokace bezpečnostních prvků - hydraulický lis	51
4.4	PÁSOVÁ PILA NA KOV	52
4.4.1	Rizika při obsluze.....	52
4.4.2	Návrh bezpečnostního řešení	53
4.4.3	Lokace bezpečnostních prvků – pásová pila	54
4.5	NAVRŽENÉ BEZPEČNOSTNÍ PRVKY.....	55
4.6	OCHRANNÁ OPATŘENÍ	57
4.6.1	Elektronický vstupní systém	57
4.7	BEZPEČNÁ VZDÁLENOST	58
4.8	STATISTIKA PRACOVNÍ ÚRAZOVOSTI V ČR	58

5	VÝVOJOVÉ TRENDY.....	61
5.1	BEZPEČNOSTNÍ SVĚTELNÉ ZÁCLONY SL-V	61
5.2	ŘÍDICÍ RELÉ ESR5	62
5.3	BEZPEČNOSTNÍ ŘÍDICÍ RELÉ EASYSAFETY	63
5.4	LASEROVÝ SKENER SD3-A1	64
5.5	ZAŘÍZENÍ PRO NOUZOVÉ ZASTAVENÍ	65
5.6	AUTOMATIZAČNÍ PLATFORMA SYSMAC	66
5.7	SIMATIC S7-300 STARTERKIT	67
5.8	NÁŠLAPNÉ ROHOŽE	68
5.9	SOFTWARE PROTECT AREA DESIGN	69
5.10	SIMATIC MOBILE PANEL.....	69
	ZÁVĚR	71
	ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ.....	72
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	73
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	76
	SEZNAM OBRÁZKŮ	77
	SEZNAM TABULEK.....	79

ÚVOD

Tato diplomová práce se věnuje zabezpečení strojních zařízení. V dnešní době jsou strojní zařízení nedílnou součástí výrobních procesů, kde usnadňují, urychlují a zpřesňují práci. Strojní zařízení pracují s přesností a vytrvalostí, kterou lidská práce postrádá. Na rozdíl od obsluhujících pracovníků mohou strojní zařízení pracovat bezúnavně i v nepřetržitém provozu, avšak ani tyto stroje nemohou pracovat bez dozoru obsluhy zařízení. Provoz strojních zařízení má i své negativní stránky a těmi jsou zejména četné množství úrazů, a to i smrtelných, při jejich obsluze. S rozšiřováním výroby a nahrazováním lidské práce strojními zařízeními počet pracovních úrazů stoupá, avšak jejich obsluha je stále nutná. Proto je třeba dbát na bezpečnost při práci s těmito zařízeními, využívat nové technologie a technické prostředky k zabezpečení bezpečnosti provozu těchto zařízení a tím eliminovat počet úrazů na nejnižší míru. Vhodně zvolené bezpečnostní prvky jsou nejlepší prevencí proti nebezpečí úrazu při obsluze strojních zařízení.

V dnešní technicky vyspělé době je na trhu velké množství firem, které nabízí celou škálu technických prostředků k zajištění bezpečnosti provozu strojních zařízení. Nová strojní zařízení, ale i již fungující zařízení zařazená do výrobního procesu musí splňovat stanovené legislativní a normové požadavky.

Cílem této práce je v úvodní části analyzovat legislativní požadavky na bezpečnost strojů a strojních zařízení a sumarizovat tak požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví při práci a základní zásady zajišťování bezpečnosti. Dalším cílem diplomové práce je analyzovat současný stav aplikace bezpečnostních prvků strojů a strojních zařízení a pojednat o nejčastěji využívaných bezpečnostních prvcích. Následným záměrem práce je na modelovém příkladu výrobního procesu navrhnout aplikaci bezpečnostních prvků pro mnou vybraná strojní zařízení. Závěr práce bude doplněn o popis moderních bezpečnostních prvků a vývojových trendů v oblasti zajištění bezpečnostních funkcí strojních zařízení.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 LEGISLATIVNÍ RÁMEC BEZPEČNOSTI STROJŮ A STROJNÍCH ZAŘÍZENÍ

Tato kapitola řeší legislativní rámec bezpečnosti strojů a strojních zařízení. Základním dokumentem pro výrobce strojních zařízení je zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky. Tento zákon je směrodatný pro výrobce nových strojních zařízení. Dále je směrodatný zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce.

1.1 Úvod do problematiky

Zákon č.22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky upravuje:

- způsob stanovování technických požadavků na výrobky, které by mohly ohrozit zdraví nebo bezpečnost osob, majetek nebo přírodní prostředí (dále jen „oprávněný zájem“),
- práva a povinnosti osob, které uvádějí na trh výrobky, které by mohly ohrozit oprávněný zájem,
- práva a povinnosti právnických nebo fyzických osob pověřených k činnostem podle tohoto zákona, které souvisí s tvorbou a uplatňováním českých technických norem nebo se státním zkušebnictvím. [1]

1.2 Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce upravuje veškerou základní problematiku týkající se bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

1.2.1 Základní ustanovení zákoníku práce v oblasti bezpečnosti

- zaměstnavatel je povinen zajistit bezpečnost a ochranu zdraví zaměstnanců při práci s ohledem na rizika možného ohrožení jejich života a zdraví, která se týkají výkonu práce (dále jen "rizika"),
- povinnost zaměstnavatele zajišťovat bezpečnost a ochranu zdraví při práci se vztahuje na všechny osoby, které se s jeho vědomím zdržují na jeho pracovištích,
- za plnění úkolů zaměstnavatele v péči o bezpečnost a ochranu zdraví při práci odpovídají vedoucí zaměstnanci zaměstnavatele na všech stupních řízení v rozsahu svých funkcí. Tyto úkoly jsou rovnocennou a neoddělitelnou součástí jejich pracovních povinností,

- plní-li na jednom pracovišti úkoly zaměstnanci dvou a více zaměstnavatelů, jsou zaměstnavatelé povinni vzájemně se písemně informovat o rizicích a vzájemně spolupracovat při zajišťování bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Každý ze zaměstnavatelů je přitom povinen:

- a) zajistit, aby jeho činnosti a práce jeho zaměstnanců byly organizovány a prováděny tak, aby současně byli chráněni také zaměstnanci dalšího zaměstnavatele,
- b) spolupracovat při zajištění bezpečného, nezávadného a zdraví neohrožujícího pracovního prostředí pro všechny zaměstnance na pracovišti.

Náklady spojené se zajišťováním bezpečnosti a ochrany zdraví při práci hradí zaměstnavatel. [2]

1.2.2 Pracoviště a pracovní prostředí

Zaměstnavatel je povinen zajistit, aby pracoviště byla prostorově a konstrukčně uspořádána a vybavena tak, aby pracovní podmínky pro zaměstnance z hlediska bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, odpovídaly bezpečnostním požadavkům a hygienickým limitům na pracovní prostředí a pracoviště, zejména aby:

- a) místnosti pro práci, chodby, schodiště a jiné komunikace měly stanovené a povrch a byly vybaveny pro činnosti zde vykonávané,
- b) pracoviště byla řádně osvětlena, pokud možno denním světlem, měla stanovené mikroklimatické podmínky, zejména pokud jde o objem vzduchu, větrání, vlhkost, teplotu a zásobování vodou,
- c) prostory pro osobní hygienu, převlékání, odkládání osobních věcí a stravování zaměstnanců měly stanovené rozměry, provedení a vybavení,
- d) nouzové východy a dopravní komunikace k nim byly stále volné,
- e) v prostorách uvedených v písmenech a) až d) byla zajištěna pravidelná údržba, úklid a čištění,
- f) pracoviště byla vybavena v rozsahu dohodnutém s příslušným zařízením poskytujícím závodní preventivní péči prostředky pro poskytnutí první pomoci a vybavena prostředky pro přivolání zdravotnické záchranné služby. [2]

1.2.3 Výrobní a pracovní prostředky a zařízení

Zaměstnavatel je povinen zajistit, aby **stroje, technická zařízení, dopravní prostředky, přístroje a nářadí** byly z hlediska bezpečnosti a ochrany zdraví při práci vhodné pro práci, při které budou používány. Stroje, technická zařízení, dopravní prostředky, přístroje a nářadí musí být:

- vybaveny ochrannými zařízeními, která chrání život a zdraví zaměstnanců,
- vybaveny nebo upraveny tak, aby zaměstnanci nebyli vystaveni zejména nepohodlné pracovní pozici a nežádoucím účinkům hluku a vibrací,
- pravidelně a řádně udržovány, kontrolovány a revidovány.

Vláda stanoví nařízením bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, dopravních prostředků, přístrojů a nářadí. [2]

1.2.4 Uvádění výrobků na trh

Pro výrobky typu technická zařízení, mezi něž stroje a strojní zařízení náleží, je obzvláště významný zákon 22/1997 Sb., který upravuje:

- a) způsob stanovování technických požadavků na výrobky, které by mohly ohrozit zdraví nebo bezpečnost osob, majetek nebo přírodní prostředí - tzv. oprávněný zájem,
- b) práva a povinnosti osob, které uvádějí na trh výrobky, které by mohly ohrozit oprávněný zájem,
- c) práva a povinnosti právnických nebo fyzických osob pověřených k činnostem, které souvisí s tvorbou a uplatňováním českých technických norem (stručně "norem") nebo se státním zkušebnictvím.

Za bezpečný výrobek se podle zákona č. 22/1997 Sb. považuje takový, který za běžných nebo rozumně předvídatelných podmínek užití nepředstavuje po dobu stanovené nebo obvyklé použitelnosti žádné nebezpečí nebo jehož užití představuje pouze minimální nebezpečí, které lze považovat za přijatelné vzhledem k odpovídající vysoké úrovni

ochrany oprávněného zájmu. Toto současné chápání bezpečnosti vychází z principu: kdo chce vyrábět nebo dovážet výrobky, musí znát všechna rizika spojená s jejich užíváním a všechny technické a právní aspekty, které tato rizika omezují nebo odstraňují. [1]

1.3 Strojní zařízení

Strojní zařízení lze definovat jako soubor technických zařízení, která jsou charakteristická tím, že mají alespoň jednu motoricky poháněnou pohyblivou část, jejíž pohyby jsou zdrojem mechanických nebezpečí. Nařízení vlády č. 176/2008 Sb. o technických požadavcích na strojní zařízení definuje strojní zařízení jako soubor, který je vybaven nebo má být vybaven poháněcím systémem, který nepoužívá přímo vynaloženou lidskou nebo zvířecí sílu.

Zařízení je sestavené s alespoň jednou pohyblivou součástí, které jsou vzájemně spojené za účelem přesně stanoveného použití. Dále se jedná o soubor, kterému chybí pouze ty součásti, které jej spojují s místem použití nebo se zdroji energie a pohybu a jehož schopnost funkce je možná až po namontování na dopravní prostředek nebo po instalaci v budově či na konstrukci. Strojní zařízení musí být uspořádáno a ovládáno tak, aby bylo schopné fungovat jako jednotný celek.

Za neúplné strojní zařízení se považuje soubor technických zařízení, která sama o sobě nejsou schopná plnit danou funkci. Neúplné strojní zařízení je určeno pouze pro zabudování do jiného strojního zařízení. Za neúplné strojní zařízení je považován např. poháněcí systém.

Za bezpečnostní součásti strojního zařízení se považují taková zařízení, která:

- plní bezpečnostní funkci,
- jsou uváděna na trh samostatně,
- při selhání nebo chybné funkci ohrožují bezpečnost osob,
- nejsou nezbytně nutná pro funkčnost strojního zařízení,
- mohou nahradit nezbytné součásti nutné pro provoz strojního zařízení. [3]

1.4 Základní technické požadavky

Základní technické požadavky, které musí strojní zařízení splňovat, uvádí příloha č. 1 k tomuto nařízení vlády č.176/2008 Sb., o technických požadavcích na strojní zařízení. Strojní zařízení musí být navrženo a konstruováno v souladu s posouzením rizik, které je zajišťováno výrobcem strojního zařízení. [3]

1.4.1 Základní požadavky

V tabulce jsou uvedeny základní požadavky na bezpečnostní prvky, které musí být dodrženy při výrobě, nebo instalaci technických prvků.

Tab. č. 1 Základní požadavky

Obecné zásady	Výrobce: <ul style="list-style-type: none"> - vymezuje určení strojního zařízení - určuje nebezpečí, která mohou vyplývat ze strojního zařízení a s tím spojené nebezpečné situace - odhaduje rizika - zajišťuje ochranná opatření
Zásady zajišťování bezpečnosti	<ul style="list-style-type: none"> - strojní zařízení musí být navrženo, tak aby plnilo svoji funkci a mohlo být provozováno - vyloučit nebezpečí bezpečným návrhem a konstrukcí strojního zařízení - při navrhování a výrobě strojního zařízení musí vzít výrobce v úvahu nejen předpokládané použití strojního zařízení, ale také jakékoli důvodně předvídatelné nesprávné použití.
Ovládací zařízení	Musí: <ul style="list-style-type: none"> - být viditelná a rozlišitelná - umožňovat pohotové ovládání - být umístěna vně nebezpečného prostoru - vydržet předpokládaná namáhání
Ochranné kryty a zařízení	Musí: <ul style="list-style-type: none"> - musí mít robustní konstrukci - být bezpečně upevněny na místě - nesmí způsobovat další riziko

1.5 Požadavky technických předpisů

Předpokladem pro uvedení strojního zařízení na trh je úplné dodržení předepsaných požadavků technických norem a zákonů.

1.5.1 Přehled norem

Uvedená tabulka č. 2 obsahuje přehled s příklady norem, které popisují požadavky na strojní zařízení a bezpečnost.

Tab. č. 2 Přehled norem

Označení normy	Typ normy	Název normy
EN/ISO 12100	A	Bezpečnost strojních zařízení – Zásady pro posouzení a snížení rizika
EN 574	B	Dvouruční ovládací zařízení – Funkční hlediska – Zásady pro konstrukci
EN/ISO 13850	B	Nouzové zastavení – Zásady pro konstrukci
EN/IEC 62061	B	Funkční bezpečnost elektronických a programovatelných řídicích systémů souvisejících s bezpečností
EN/ISO 13849-1	B	Bezpečnost strojních zařízení – Bezpečnostní části ovládacích systémů – Část 1: Všeobecné zásady pro konstrukci
EN 349	B	Nejmenší mezery k zamezení stlačení částí lidského těla
EN/ISO 13857	B	Bezpečnost strojních zařízení – Bezpečné vzdálenosti k zamezení dosahu k nebezpečným místům horními a dolními končetinami
EN/IEC 60204-1	B	Bezpečnost strojních zařízení – Elektrická zařízení strojů – Část 1: Všeobecné požadavky
EN 999/ISO 13855	B	Umístění ochranných zařízení s ohledem na rychlosti přiblížení částí lidského těla
EN/1088/ISO 14119	B	Blokovací zařízení spojená s ochrannými kryty – Zásady pro konstrukci a volbu
EN/IEC 61496-1	B	Elektrická snímací ochranná zařízení – Část 1: Všeobecné požadavky a zkoušky
EN 842	B	Vizuální signály nebezpečí – Všeobecné požadavky a zkoušení
EN 1037	B	Zamezení neočekávanému spuštění
EN 953	B	Všeobecné požadavky pro konstrukci a výrobu pevných a pohyblivých ochranných krytů
EN 201	C	Stroje pro zpracování pryže a plastů – Vstřikovací stroje – Bezpečnostní požadavky
EN 693	C	Obráběcí a tvářecí stroje – Bezpečnost – Hydraulické lisy
EN 289	C	Stroje pro zpracování pryže a plastů – Bezpečnost – Vyfukovací tvářecí stroje používané na výrobu dutých předmětů – Požadavky na konstrukci a stavbu
EN/ISO 10218-1	C	Roboty pro výrobní prostředí – Požadavky na bezpečnost – Část 1: Robot
EN 415-4	C	Bezpečnost balicích strojů – Část 4: Paletizátory a depaletizátory
EN 619	C	Kontinuální manipulační zařízení a systémy – Požadavky na bezpečnost a elektromagnetickou kompatibilitu na zařízení pro mechanickou manipulaci manipulačních jednotek
EN 620	C	Kontinuální manipulační zařízení a systémy – Požadavky na, bezpečnost a elektromagnetickou kompatibilitu na pevné pásové dopravníky

1.5.2 ČSN EN ISO 12100

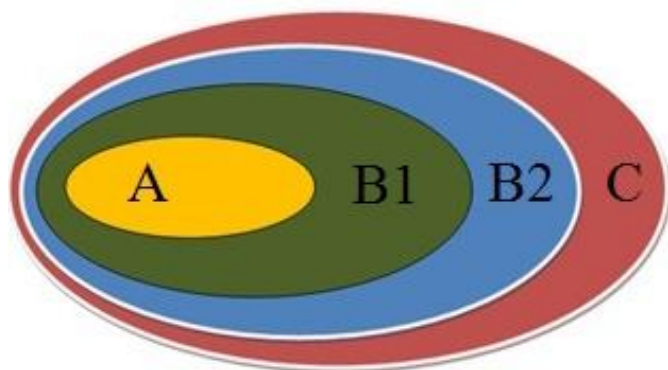
Bezpečnost strojních zařízení – Všeobecné zásady pro konstrukci – Posouzení rizika a snižování rizika.

Prvotním účelem EN ISO 12100 je vybavit konstruktéry souhrnným systémem a návody, které umožní vyrábět stroje, které jsou při jejich předpokládaném použití bezpečné. Norma také poskytuje strategii tvůrcům norem.

Pojem bezpečnost strojního zařízení bere v úvahu schopnost stroje vykonávat jeho předpokládanou funkci během jeho životnosti, při odpovídajícím snížení rizika.

Tato norma je základem pro tvorbu norem, které mají následující strukturu:

- normy typu A (základní bezpečnostní normy), uvádějí základní pojmy, zásady pro konstrukci a všeobecná hlediska, která mohou být aplikována na všechna strojní zařízení,
- normy typu B (skupinové bezpečnostní normy), zabývající se jedním bezpečnostním hlediskem nebo jedním typem bezpečnostního zařízení, které může být použito pro větší počet strojních zařízení,
- normy typu B1 se týkají jednotlivých bezpečnostních hledisek (např. bezpečných vzdáleností, teploty povrchu, hluku),
- normy typu B2 se týkají příslušných bezpečnostních zařízení (např. dvouručních ovládacích zařízení, blokovacích zařízení, zařízení citlivých na tlak, ochranných krytů),
- normy typu C (bezpečnostní normy pro stroje), určují detailní bezpečnostní požadavky pro jednotlivý stroj nebo skupinu strojů. [4]



A- Základní bezpečnostní normy

B- Skupinové bezpečnostní normy

C- Bezpečnostní normy pro stroje

Obr. č. 1 Rozdělení skupin norem

1.5.3 ČSN EN 1070

Bezpečnost strojních zařízení.

Tato norma je českou verzí evropské normy EN 1070-1998. Evropská norma EN 1070-1998 má status české technické normy. Tato evropská norma shromáždila pojmy (termíny a definice) z oboru bezpečnosti strojních zařízení, které jsou uvedeny ve třech oficiálních jazycích CEN a CENELEC. Tyto pojmy byly vybrány bez jakékoliv změny z norem typu A, B a z mezinárodního elektrotechnického slovníku (IEV). Jejich zdroj je uveden pod anglickou verzí každé definice. Byla použita následující zvolená kritéria: - přednostní rozsah pojmů, - shoda mezi anglickou, francouzskou a německou verzí definice. Hlavním cílem této normy je, aby byla získána shoda a jednoznačnost technických textů. Termíny obsažené v této normě jsou určeny pro používání v normách bezpečnosti strojních zařízení s definicemi uvedenými v této normě. [5]

1.5.4 ČSN EN 60204-1 ed. 2

Bezpečnost strojních zařízení – Elektrická zařízení strojů – Část 1: Všeobecné požadavky.

Tato část ČSN EN 60204 platí pro používání elektrických, elektronických a programovatelných elektronických zařízení a systémů u strojů, které nejsou během činnosti přenosné rukou, včetně skupiny strojů, které pracují společně koordinovaným způsobem. V této části ČSN EN 60204 termín elektrický zahrnuje elektrické, elektronické a programovatelné elektronické předměty (tj. elektrické zařízení znamená elektrické, elektronické a programovatelné elektronické zařízení). Tato část ČSN EN 60204 platí pro elektrické zařízení nebo části elektrických zařízení, které pracují se jmenovitými napájecími napětími nepřesahujícími 1 000 V v případě střídavého proudu (AC) a 1 500 V v případě stejnosměrného proudu (DC) a se jmenovitými napájecími kmitočty nepřesahujícími 200 Hz. Zařízení, na které se vztahuje tato část ČSN EN 60204, začíná v místě připojení napájení k elektrickému zařízení stroje. [6]

1.5.5 ČSN EN ISO 62061

Bezpečnost strojních zařízení – funkční bezpečnost elektrických, elektronických a programovatelných elektronických, řídicích systémů souvisejících s bezpečností.

Tato mezinárodní norma je určena pro konstruktéry strojního zařízení, výrobce řídicích systémů a montážní pracoviště a ostatní pracovníky, kteří se podílejí na specifikaci, návrhu a potvrzení platnosti SRECS - Elektrický řídicí systém související s bezpečností. Stanovuje postupy a požadavky pro dosažení požadované funkce. Tato norma patří do oblasti norem strojního zařízení v rámci IEC 61508. Je určena pro usnadnění specifikace funkce řídicích systémů vztahujících se k bezpečnosti s ohledem na významná nebezpečí spojená se strojem. Tato norma je rámcovou normou z oblasti strojního zařízení týkající se funkční bezpečnosti SRECS strojů. Obsahuje pouze ta hlediska bezpečnostního životního cyklu, která se vztahují k určení bezpečnostních požadavků na základě potvrzení platnosti (validace) bezpečnosti. Uvedené požadavky o bezpečném používání SRECS mohou také sloužit pro další fáze životního cyklu SRECS. Existuje mnoho situací u strojů s použitím SRECS, jako části bezpečnostních opatření, které byly použity pro dosažení snížení rizika. Typickým příkladem je použití ochranného krytu s blokováním, který v případě otevření pro umožnění postupu do nebezpečného prostoru zajistí, aby řídicí systém zamezil vykonávání nebezpečné funkce stroje. Také v automatizaci přispívá elektrický řídicí systém použitý pro dosažení správné funkce stroje k bezpečnosti snížením rizik spojených s nebezpečími vznikajícími přímo v důsledku poruch řídicího systému. [7]

1.5.6 ČSN EN 61508-1 ed. 2

Funkční bezpečnost elektrických, elektronických a programovatelných elektronických, řídicích systémů souvisejících s bezpečností.

Tato mezinárodní norma je první částí sedmidílného souboru evropských norem EN 61508 uváděných pod společným názvem "Funkční bezpečnost elektrických, elektronických, programovatelných elektronických systémů souvisejících s bezpečností", který stanovuje obecný přístup pro všechny životní cykly bezpečnosti elektrických a/nebo elektronických anebo programovatelných elektronických systémů používaných pro zajišťování bezpečnostních funkcí. První čtyři části z tohoto souboru jsou základní bezpečnostní normy. Hlavním cílem celé normy je možnost použití jednotného, racionálního a konzistentního technického přístupu u všech elektrických systémů související s bezpečností včetně usnadnění tvorby dalších aplikačních oborových norem. Vzhledem ke svému obecnému charakteru poskytuje norma také určitý základní rámec, na jehož základě je možné posuzovat i systémy související s bezpečností založené na jiných technických

principech. Část 1 stanovuje všeobecné požadavky systémů souvisejících s bezpečností použitelné ve všech ostatních konkrétně zaměřených částech této normy. [8]

1.5.7 ČSN EN 13855

Bezpečnost strojních zařízení - Umístění ochranných zařízení s ohledem na rychlosti přiblížení částí lidského těla.

Tato mezinárodní norma určuje umístění bezpečnostních zařízení s ohledem na rychlosti přiblížení částí lidského těla. Dále také specifikuje parametry založené na hodnotách rychlosti přiblížení částí lidského těla a poskytuje metodologii k určení minimálních vzdáleností od detekčního prostoru k nebezpečnému prostoru nebo od ovládacích prvků bezpečnostních zařízení k nebezpečnému prostoru. Bezpečnostní zařízení uvažovaná v této mezinárodní normě zahrnují:

- a) elektrická snímací ochranná zařízení IEC 61496 (všechny části), včetně: světelných clon a světelné mřížky, laserových snímačů a dvou rozměrových vizuálních systémů;
- b) ochranná zařízení citlivá na tlak, ISO 13856-2 a ISO 13856-3, zejména rohože citlivé na tlak;
- c) dvouruční ovládací zařízení (viz ISO 13851),
- d) ochranné kryty s blokováním bez jištění ochranného krytu.

Tato mezinárodní norma specifikuje minimální vzdálenosti od detekčního prostoru, roviny, hranice, bodu nebo ochranného krytu s blokováním v místě přístupu do nebezpečného prostoru pro nebezpečí způsobená strojem (např. stlačení, stříh, vtažení). [9]

1.5.8 ČSN EN 1760-1 +A1

Bezpečnost strojních zařízení – Ochranná zařízení citlivá na tlak.

Ochranná zařízení citlivá na tlak jsou používána v rozsáhlých aplikacích s různými podmínkami používání, která se týkají např. extrémních zatížení a extrémního elektrického, fyzikálního a chemického prostředí. Ochranná zařízení jsou propojena s ovládacím zařízením stroje, aby bylo zajištěno opětovné uvedení stroje do bezpečného stavu, jestliže je zařízení citlivé na tlak uvedeno do činnosti.

Každý typ aplikace představuje zvláštní rizika. Není záměrem této normy identifikovat taková rizika a ani doporučovat specifické metody aplikace u jednotlivých strojů. To je obvykle předmětem specifických norem pro stroje.

Tato norma určuje požadavky pro rohože a podlahy citlivé na tlak, obvykle uváděné do činnosti dolními končetinami, které jsou používány jako bezpečnostní zařízení k ochraně osob před nebezpečnými strojními zařízeními. Norma uvádí minimální bezpečnostní požadavky na provedení, značení a dokumentaci.

Norma zahrnuje rohože a podlahy citlivé na tlak bez ohledu k používanému druhu energie, např. elektrické, hydraulické, pneumatické a mechanické.

Tato norma zahrnuje rohože a podlahy navržené k detekci:

- a) osob o hmotnosti větší než 35 kg,
- b) osob (např. dětí) o hmotnosti větší než 20 kg.

Detekce osob o hmotnosti menší než 20 kg není předmětem této normy.

Tato evropská norma neurčuje rozměry nebo uspořádání účinné citlivé plochy rohože (rohoží) nebo podlahy (podlah) citlivých na tlak ve vztahu ke každému jednotlivému použití. [10]

1.5.9 ČSN EN 349 +A1

Bezpečnost strojních zařízení - Nejmenší mezery k zamezení stlačení částí lidského těla.

Účelem této normy je umožnit uživateli (např. tvůrcům norem, projektantům strojního zařízení) vyhnout se rizikům vznikajících v prostorech možného stlačení. Norma určuje nejmenší mezery, vztahující se k částem lidského těla a je použitelná tam, kde lze touto metodou dosáhnout odpovídající bezpečnosti.

Tato evropská norma je použitelná pouze ke snížení nebezpečí plynoucích z rizik stlačení a není použitelná pro jiná možná rizika, např. riziko naražení, stříhu a vtažení. Např. pro rizika naražení, stříhu, vtažení musí být přijata dodatečná nebo jiná opatření. [11]

1.5.10 ČSN EN ISO 13849-1

Bezpečnost strojních zařízení – Bezpečnostní části ovládacích systémů.

Tato norma uvádí bezpečnostní požadavky a pokyny pro zásady konstrukce a integrace bezpečnostních částí ovládacích systémů, včetně návrhu software. Pro tyto části specifikuje norma vlastnosti, které zahrnují úroveň vlastností požadovanou k vykonávání bezpečnostních funkcí. Norma platí pro bezpečnostní části ovládacích systémů bez ohledu na druh používané technologie a energie (elektrické, hydraulické, pneumatické, mechanické, atd.) pro všechny druhy strojních zařízení.

Norma nespecifikuje bezpečnostní funkce nebo úrovně vlastností, které mají být použity v jednotlivém případě. Norma neuvádí specifické požadavky na konstrukci výrobků, které jsou součástí bezpečnostních částí ovládacích systémů. Přesto však uvedené zásady, jako např. kategorie nebo úrovně vlastností, mohou být použity. Příklady výrobků, které jsou součástí bezpečnostních částí ovládacích systémů: relé, elektromagnetické ventily, spínače polohy, programovatelné logické řadiče, ovládací jednotky motoru, dvouruční ovládací zařízení, zařízení citlivá na tlak. [12]

Dílčí závěr

Tato kapitola shrnuje a popisuje základní legislativní rámec, týkající se bezpečnosti strojních zařízení. V první části kapitoly diplomové práce je shrnut zákoník práce č. 262/2006 Sb., který upravuje problematiku bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Dále jsou zde uvedeny základní požadavky, které řeší obecné zásady, zásady zajišťování bezpečnosti, ovládací zařízení a ochranné kryty pro uvedení strojního zařízení na trh, nebo pro provoz stávajících zařízení. V poslední části kapitoly jsou uvedeny požadavky a normy technických předpisů. Mezi základní požadavky na strojní zařízení patří obecné zásady, zajištění bezpečnosti, ovládací zařízení a v poslední řadě také ochranné kryty a zařízení.

2 POSOUZENÍ RIZIK

V této části kapitoly uvádím základní popis problematiky týkající se posouzení rizik, posouzení shody, spouštění stroje a servisní režim. Specifikace uvedených atributů je základem pro navržení bezpečnostních opatření nutných pro provoz strojních zařízení.

2.1 Posouzení rizik

Jednou z nejdůležitějších novinek nařízení vlády č. 176/2008 Sb., o technických požadavcích na strojní zařízení, je stanovení povinnosti výrobce nebo dovozce strojního zařízení posoudit riziko. V předchozím nařízení vlády (č. 24/2003 Sb.), bylo v příloze č. 2 odstavci 1 Úvodní poznámky stanoveno: „*Povinnosti stanovené základními požadavky na ochranu zdraví a bezpečnost platí pouze tehdy, existuje-li odpovídající nebezpečí u daného strojního zařízení*“. V odstavci 3 téhož nařízení vlády je uvedeno: „*Výrobce má povinnost posoudit tato nebezpečí tak, aby identifikoval ta, která přicházejí v úvahu u jeho stroje*“. Při konstrukci a výrobě musí vzít své posouzení v úvahu. Z praxe je známo, že tato ne úplně jasná formulace a možná i umístění tohoto textu do úvodní poznámky vedla k tomu, že mnoho výrobců strojních zařízení riziko neposuzovalo. Nejde jen o výrobce z České republiky, ale z celé EU. Nařízení vlády č. 176/2008 Sb. se nyní vyjadřuje jasně: „*Výrobce strojního zařízení nebo zplnomocněný zástupce zajišťuje posouzení rizika s cílem jeho snížení a určuje požadavky na ochranu zdraví a bezpečnosti*“. Nařízení vlády i jednoduše popisuje základní postup posuzování a snižování rizika:

- vymezit určení strojního zařízení, což zahrnuje jeho předpokládané použití a jakékoliv jeho důvodně předvídatelné nesprávné použití,
- určit nebezpečí, která mohou vyplývat ze strojního zařízení, a s tím spojené nebezpečí situace,
- odhadnout rizika při zohlednění závažnosti možného poranění nebo škody na zdraví a pravděpodobnosti jejich výskytu,
- vyhodnotit rizika s cílem určit, zda je nutné je snížit v souladu s tímto nařízením,
- zajistit ochranná opatření, která vyloučí nebezpečí nebo sníží rizika spojená s tímto nebezpečím v dále uvedeném stanoveném pořadí.

1. Vyloučit nebo co nejvíce omezit nebezpečí bezpečným návrhem a konstrukcí strojních zařízení,
2. Učinit nezbytná ochranná opatření v případě nebezpečí, která nelze vyloučit,
3. Uvědomit uživatele o přetrvávajícím nebezpečí vyplývajícím z kterýchkoli nedostatků přijatých ochranných opatření, upozornit na případnou potřebu zvláštní odborné přípravy a specifikovat potřebu osobních ochranných prostředků.

Vzhledem k nutnosti uplatňovat uvedená opatření ve stanoveném pořadí nelze řešit bezpečnost pouze nápisem vstup zakázán. [3]

2.2 Posouzení shody

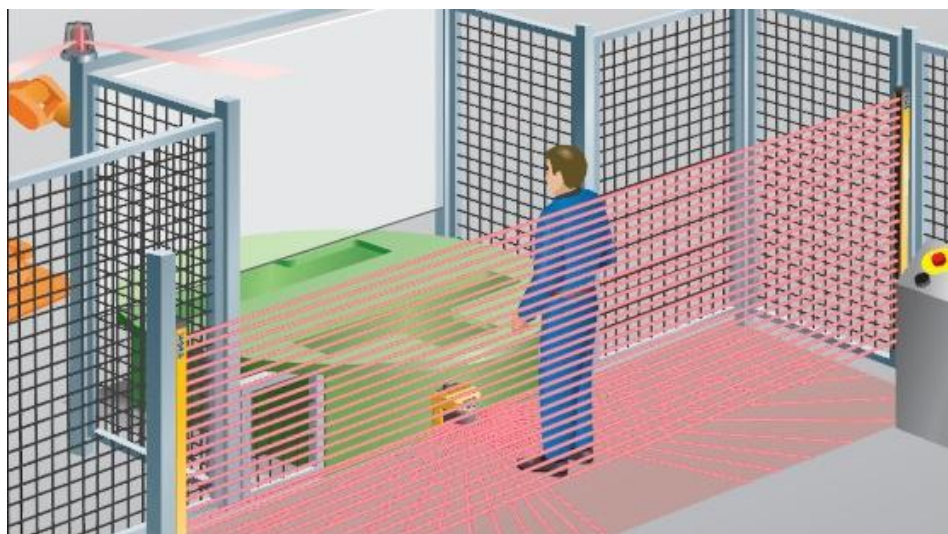
Další důležitá změna v nařízení vlády se týká procesu posuzované shody. Jestliže vyráběné strojní zařízení není uvedeno v příloze č. 4 – uvádění na trh nebo do provozu, Nařízení vlády č. 176/2008 Sb., musí výrobce použít postup uvedený v příloze č. 6 – postup u neúplného strojního zařízení. V něm je stanoveno, že výrobce musí vypracovat technickou dokumentaci podle přílohy a dále musí přijmout všechna nezbytná opatření, aby výrobní proces zajišťoval shodu vyráběného strojního zařízení s vypracovanou technickou dokumentací.

Pokud je vyráběné strojní zařízení uvedeno v příloze č. 4 a jsou splněny požadavky příslušných harmonizovaných norem, musí výrobce použít postup v příloze č. 8 – označení CE, nebo postup podle přílohy č. 9 – oznámení o uložení ochranného opatření, to je přezkoušení typu notifikovanou osobou, přičemž platnost vydaného certifikátu je v tomto případě omezena na pět let, nebo zajistit komplexní zabezpečování jakosti podle přílohy č. 10 – autorizace a notifikace. Tento systém zabezpečování jakosti musí být schválen notifikovanou osobou. [3]

2.3 Spouštění stroje

Platí základní požadavek, že strojní zařízení musí být spouštěno pouze záměrným působením na ovládací prvek. Byla však změněna výjimka předchozího nařízení vlády

č. 24/2003 Sb., že výše uvedené neplatí při opakovaném spouštění, které je bez rizika pro ohrožené osoby. V praxi to znamená, že pro spuštění strojního zařízení musí obsluha vždy působit na ovládací zařízení. Nebo musí být strojní zařízení vybaveno takovým bezpečnostním systémem, který umožňuje spouštět automatický pracovní cyklus pouhým uvolněním bezpečnostního optoelektronického ochranného zařízení. Se spouštěním stroje souvisí také umístění ovládacích prvků. Nový požadavek zní: „Z každého stanoviště obsluhy musí být obsluha se ujistit, že se v nebezpečném prostoru nikdo nenachází, nebo musí být ovládací systém navržen a konstruován tak, aby nebylo možné spuštění, pokud se v nebezpečném prostoru někdo nachází“. To znamená, že se musí používat zařízení, které zamezí spuštění stroje, pokud se kdokoliv nachází v nebezpečném prostoru (Obr. č. 2). K tomu je nejvhodnější využít, bezpečnostní laserový skener. Uvedený požadavek lze také splnit použitím zvukové signalizace, ovšem lze předpokládat, že v kombinaci různých zvukových signálů běžného výrobního podniku by se mohl ten správný a lehce ztratit. [13]



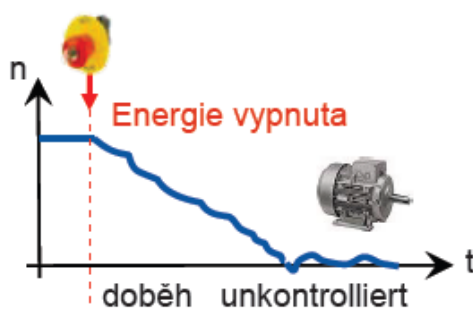
Obr. č. 2 Nebezpečný prostor [13]

2.4 Zastavení stroje

Tématem zastavením stroje, se zabývá norma ČSN EN 60204-1 Bezpečnost strojních zařízení - Elektrická zařízení pracovních strojů. Tato norma definuje tři způsoby k zastavení strojního zařízení.

2.4.1 Stop-kategorie 0

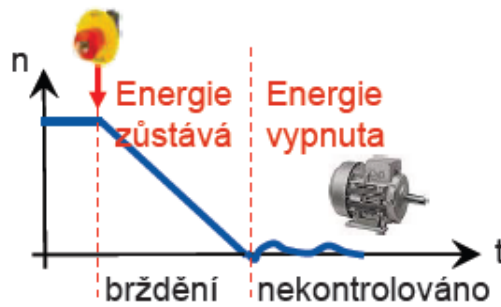
Jedná se o běžné zastavení, které musí mít za následek přerušení přívodu energie k příslušným poháněcím mechanismům. Jedná se o neřízené zastavení bezpečnostním vypnutím, tj. zastavení pohybu stroje vypnutím přívodu energie do pohonů stroje, přičemž jsou v činnosti všechny brzdy a mechanické přístroje určené k zastavení stroje. Přívod energie je okamžitě odpojen, odpojení je uskutečněno elektromechanicky nebo elektronicky, galvanické oddělení není požadováno. [14]



Obr. č. 3 Stop-kategorie 0 [34]

2.4.2 Stop-kategorie 1

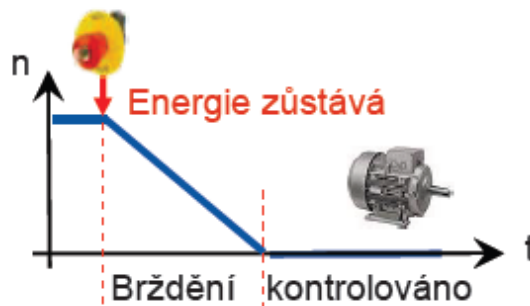
Jedná se o provozní zastavení, používané v případě kdy je z provozních důvodů nutné zastavit pohyby bez přerušení přívodu energie k poháněcím mechanismům, při tom musí být stav zastavení udržován a monitorován. Jde o řízené zastavení, kdy jsou pohony stroje napájeny tak, aby se dosáhlo zastavení všech částí stroje, a přívod energie k pohonům je odpojen teprve po celkovém zastavení stroje. Pohon je elektricky (řízeně) zastaven. V klidovém stavu je přívod energie odpojen. Strojní zařízení je odpojeno elektromechanicky nebo elektronicky. Galvanické oddělení není požadováno. [14]



Obr. č. 4 Stop-kategorie 1 [34]

2.4.3 Stop-kategorie 2

Je to nouzové zastavení, k tomu musí být stroj vybaven stále ještě červeným tlačítkem se žlutým podkladem, který splňuje požadavky nové normy ČSN EN ISO 13850. Probíhá zde řízené zastavení, při kterém akční členy řídicího systému zůstávají pod napětím. Zařízení pro nouzové zastavení nemusí být implementováno v případě, že by jeho použití nezměňovalo riziko. Dle nového stanovení platí, že jestliže se použije, musí být funkční kdykoliv a v žádném případě nesmí nahrazovat jiná ochranná opatření.



Obr. č. 5 Stop-kategorie 2 [34]

Každý stroj musí být vybaven řídicí funkcí STOP kategorie 0, a vyžadují-li to bezpečnost a funkční potřeby stroje (jsou-li např. použity pohony s měniči), musí být stroj vybaven i funkcí STOP kategorie 1 nebo kategorie 2. [14]

2.5 Servisní režim

Každý stroj je nutné občas seřídit, opravit, přenastavit na jeho parametry. Pro tyto operace může být nutné deaktivovat či odstranit ochranné prvky, stroj ale musí fungovat. V takovém případě je nutné vedle jiných opatření stroj přepnout do servisního režimu, což je nutné udělat vždy přepínačem s klíčem. Přepnutí musí způsobit:

- vyřazení všech ostatních ovládacích nebo pracovních režimů z funkce,
- provoz nebezpečných funkcí pouze při stálém problému působení na ovládací zařízení,
- provoz nebezpečných funkcí pouze za podmínek sníženého rizika, čímž se předchází nebezpečí plynoucímu z činností na sebe navazujících,
- zabránění provozu nebezpečných funkcí úmyslným nebo neúmyslným působením na čidla stroje.

Dále platí nařízení vlády č. 176/2008 Sb.: *„Nelze-li tyto čtyři podmínky splnit současně, musí být přepínačem ovládacích nebo pracovních režimů aktivována jiná ochranná opatření, která jsou navržena a provedena tak, aby byl zjištěn běžný pracovní prostor“.*

[13]

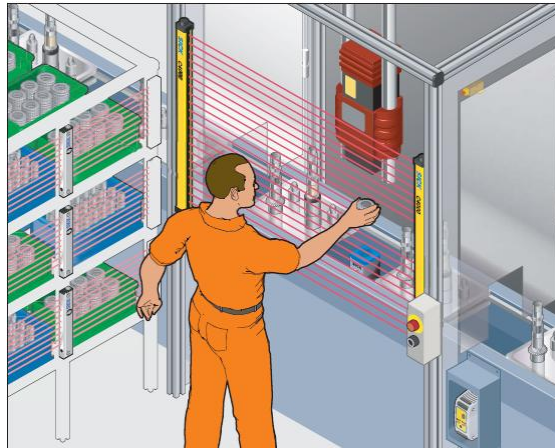
2.6 Ochranné kryty a ochranná zařízení

Ochranné kryty a ochranná zařízení musí být bezpečně upevněny na místě, pokud je to možné, měly by chránit před vymrštěním nebo padáním materiálu, předmětů nebo proti emisím za strojního zařízení. Je třeba zdůraznit požadavek na umístění ochranného krytu nebo zařízení do bezpečné vzdálenosti podle ČSN EN 999 nebo v budoucnu podle ČSN EN ISO 13855.

Zásadní a nový je požadavek používat pro ochranné kryty takové upevňovací systémy, které musí při odstranění krytu zůstat přichyceny na vlastním krytu nebo strojním zařízení. Kryty i ochranná zařízení, musí být integrovány do řídicího systému stroje, tak aby byly splněny tyto podmínky:

- pohybující části nesmí být možné spustit, pokud jsou v dosahu obsluhy,
- osoby se nesmí dotknout pohybujících se částí, jestliže už byly spuštěny, musí být dodržena bezpečná vzdálenost (Obr. č. 6),

- v případě chybějící součásti nebo poruchy jedné ze součástí nesmí pohybující se části spuštěny nebo musí být zastaveny,
- ochranná zařízení musí být seřiditelná pouze úmyslným úkonem, tedy nástrojem nebo pomocí softwaru. [13]



Obr. č. 6 Bezpečná vzdálenost [13]

Dílčí závěr

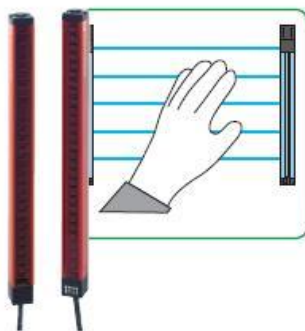
Tato kapitola udává nejdůležitější stanovené náležitosti výrobce nebo dovozce strojního zařízení, které musí řešit před uvedením na trh. Posouzení rizik a posouzení shody jsou nejdůležitější částí, které je potřeba dodržet a řídit se dle nich. Další část diplomové práce řeší požadavky pro spouštění a zastavení strojních zařízení, které je jasně stanoveno v uvedených normách. V závěru kapitoly jsou uvedeny požadavky pro servisní režim, ochranné kryty a zařízení. Mezi nejvýznamnější povinnosti výrobce patří zejména posouzení rizik, posouzení shody a dodržování předepsaných norem a zákonů.

3 APLIKACE BEZPEČNOSTNÍCH PRVKŮ

Následující kapitola analyzuje současný stav bezpečnostních prvků používaných u strojních zařízení ke snížení rizika úrazu. Veškerou aplikaci bezpečnostních prvků upravují výše uvedené normy v kapitole 1.

3.1 Světelné bariéry

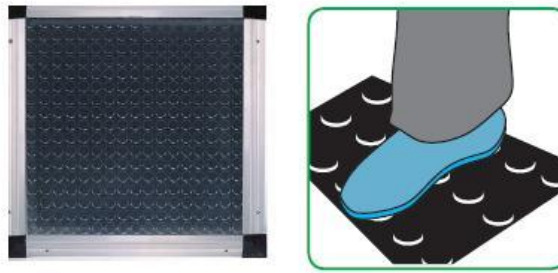
Světelné bariéry se obvykle používají při manipulaci s materiálem, balení, u dopravníků, ve skladech a v dalších aplikacích. Jsou určeny k ochraně osob operujících nebo pracujících v blízkosti strojních zařízení tak, že zastaví pohyb součástí v případě přerušení jednoho z paprsků. Umožňují zajistit ochranu osob a současně volný přístup ke stroji. Absence dveří nebo krytů umožňuje snížit čas potřebný na vložení předmětu do stroje, kontrolu nebo seřízení a samozřejmě usnadňuje celý přístup (Obr. č. 7). [15]



Obr. č. 7 Světelné bariéry [15]

3.2 Nášlapné rohože

Bezpečnostní nášlapné rohože se obvykle používají u čelní strany nebo v okolí potenciálně nebezpečných strojů nebo robotů. Zajišťují ochrannou zónu mezi operátory a všemi nebezpečnými pohyblivými částmi stroje. Jsou určeny zejména k zajištění bezpečnosti pracovníků a obvykle se používají s doplňujícími bezpečnostními prvky, jako jsou světelné bariéry. Jejich funkce spočívá v detekci vstupu osob na rohož a zastavení nebezpečných pohybů (Obr. č. 8). [15]



Obr. č. 8 Nášlapné koberce [15]

3.3 Elektromagnetické blokovací zařízení

Elektromagnetická blokovací zařízení pro blokování krytů jsou používány v nebezpečných provozních fázích. Na rozdíl od blokovacích zařízení, která nejsou vybavena elektromagnetem, se tato zařízení používají na strojích s vysokou setrvačností – tedy u zařízení s pomalým zastavováním, ke kterým lze umožnit přístup až po zastavení nebezpečného pohybu. Obvykle se používají se zpoždovacím obvodem (pokud je stanovena doba zastavení) nebo detekcí nulové rychlosti (pokud se doba zastavení může lišit), aby byl přístup možný pouze po dosažení bezpečných podmínek. Blokovací zařízení je třeba volit a instalovat s ohledem na minimalizaci možnosti poruch a chyb. Celkové bezpečnostní řešení nesmí bezdůvodně zpomalovat výrobní cykly. Kroky k zajištění výše uvedených podmínek zahrnují:

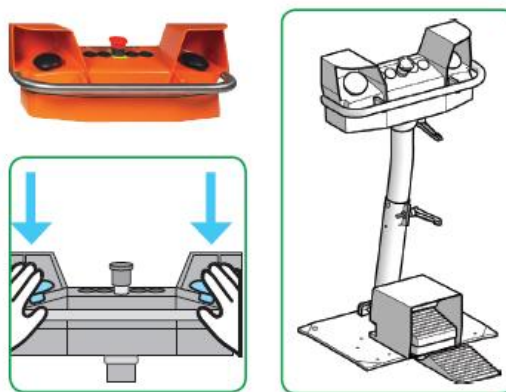
- spolehlivou montáž zařízení na pevném místě, která k odstranění nebo úpravě zařízení vyžaduje použití speciálního nástroje,
- kódování zařízení a systémů – mechanické, elektronické, magnetické překážky,
- fyzické překážky nebo krytí zabraňující přístupu k blokovacímu zařízení v případě otevření krytu,
- nosné konstrukce zařízení, které musí být dostatečně pevné k zajištění správné funkce.

[15]

3.4 Obouruční ovládací zařízení

Ovládací zařízení zajišťují, aby operátor musel stát mimo nebezpečnou oblast, když spouští nebezpečné pohyby (například pohyb lisu dolů). Chrání především operátora stroje. Zdraví a bezpečnost operátorů je zajištěna hrazdou pro opření rukou rychlým a jednoduchým nastavením. Uvedené nastavení, může být na zařízení provedeno, když je namontováno na podstavci. Pult je osazen dvěma ovladači s půlkulovou hlavou a jedním ovladačem nouzového zastavení (Obr. č. 9).

Dvouruční ovládání (nazývané také obouruční nebo bimanuální) je běžným způsobem, jak zamezit přístupu v době, kdy je stroj v nebezpečném stavu. Ke spuštění stroje je nutno manipulovat se dvěma ovládacími prvky současně (v časovém rozmezí kratším než 0,5 sekundy). Tak budou obě ruce operátora zaměstnány v bezpečné poloze (tedy na ovládacích prvcích) a nebudou se moci dostat do nebezpečné oblasti. Ovládací prvky musí být během nebezpečné situace ovládány nepřetržitě. V okamžiku, kdy se buď jeden z ovládacích prvků uvolní, a pokud se uvolní jeden prvek, musí operátor před opětovným spuštěním stroje uvolnit i prvek druhý. [15]



Obr. č. 9 Obouruční ovládací zařízení [15]

3.5 Potvrzovací spínače

Potvrzovací spínače jsou bezpečnostní prvky, které umožňují přístup do nebezpečných prostor pro účely odstraňování poruch, uvádění do provozu, nebo pomalé posouvání a popojíždění, se středovou polohou a dvěma „vypínacími“ polohami. Spínače jsou

kompaktní a ergonomické. Využívání potvrzovacích spínačů zajišťuje za všech okolností individuální ochranu operátora (Obr. č. 10). [15]



Obr. č. 10 Potvrzovací spínače [15]

3.6 Monitorování bezpečnostních signálů

Signály z bezpečnostních prvků se obvykle sledují pomocí bezpečnostních relé, bezpečnostních kontrolérů, nebo bezpečnostních programovatelných automatů pro řízení technologický procesů (obecně označovaných jako „safety PLC“), které se používají k řízení výstupních zařízení, například stykačů. Volba logického prvku závisí na mnoha faktorech, jako je počet zpracovávaných bezpečnostních vstupů, náklady, složitost samotných bezpečnostních funkcí, potřeba omezení kabeláže využitím decentralizačních možností aplikačních sběrnic (např. „AS-Interface Safety at Work“, „SafeEthernet“) nebo potřeba posílat bezpečnostní signály / data přes dlouhé vzdálenosti u velkých strojů resp. mezi stroji v rozlehlých provozech. V současnosti již běžné využití složité elektroniky a softwaru v bezpečnostních modulech a bezpečnostních PLC je jednou z hnacích sil vývoje norem elektronických řídicích systémů souvisejících s bezpečností. [14]

3.6.1 Bezpečnostní systém AS-Interface Safety at Work

AS-Interface (Actuator Sensor Interface) je komunikační systém pro nejnižší úroveň řízení v automatizovaném provozu. Systém AS-Interface umožňuje začlenit senzory a akční členy od různých výrobců do společné sítě s jediným propojovacím kabelem. Takto vytvořená síť AS-Interface je otevřená ke všem běžným nadřazeným úrovním. Principem techniky AS - Interface Safety at Work je úplná kompatibilita komponent se standardem AS-Interface.

Stejně jsou struktura telegramu, způsob přenosu, sekvence dotazování řídicím členem atd. Komponenty mohou být proto připojovány k současně sběrnici AS-Interface a mohou po ní mezi sebou komunikovat bez ovlivnění výměny dat mezi řídicím a konvenčními podřízenými členy. Konvenční i bezpečnostní komponenty mohou společně pracovat na jedné sběrnici bez jakýchkoliv omezení. Výrobce nebo provozovatel zařízení musí analyzovat rizika a navrhnout bezpečnostní řešení odpovídající výsledné kategorii bezpečnosti podle norem. [14]

3.7 Nouzové zastavení

Přestože musí být nouzové zastavení u všech strojů (směrnice o strojních zařízeních povoluje pouze dvě velmi specifické výjimky), nepovažuje se za primární prostředek ke snížení rizika. Místo toho jsou tato zařízení označována jako „doplňující bezpečnostní opatření“. K dispozici jsou jako záložní systém pro použití pouze v případech nouze. Musí být pevné a spolehlivé. Musí být k dispozici ve všech místech, kde mohou být potřeba. Přístroje nouzové zastavení na strojích musí mít charakter „spouště“. To znamená, že jejich konstrukce zajišťuje, aby se po jejich aktivaci mechanismus zablokoval – bez ohledu na rychlost s jakou dojde ke stisknutí tlačítka nebo k zatažení lanka. To zabraňuje možnosti „přelstění“. Zařízení pro nouzové zastavení (Obr. č. 11) musí být ve shodě s normou EN 60947-5-5 - Přístroje a spínací prvky řídicích obvodů. [15]



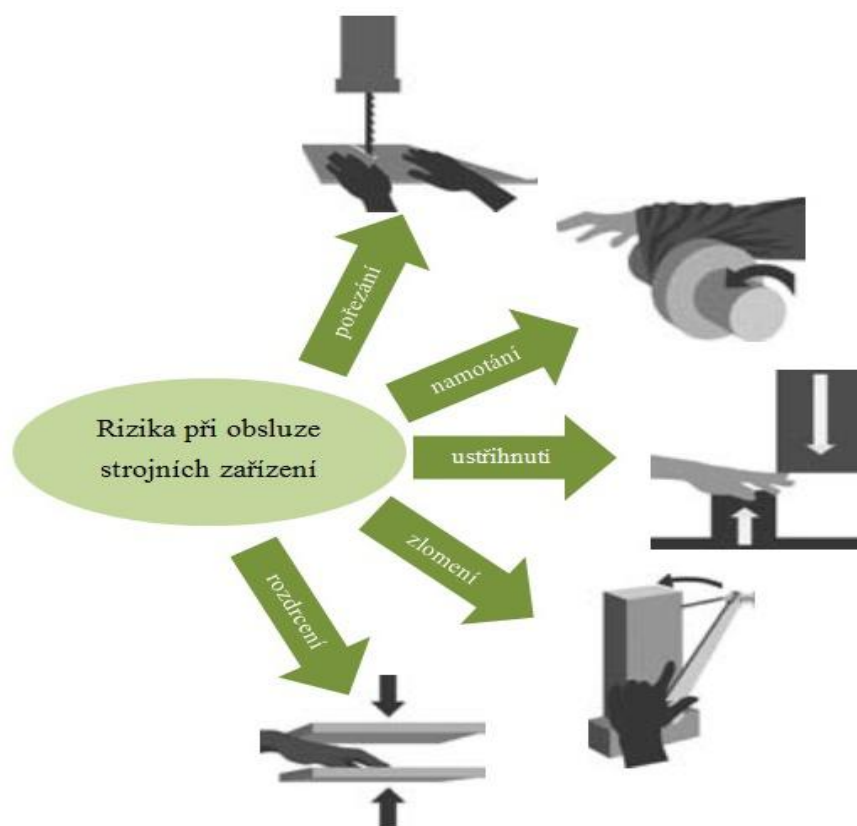
Obr. č. 11 Doplňující bezpečnostní zařízení [15]

3.8 Zbývající rizika

Po snížení rizik na nejnižší možnou úroveň prostřednictvím konstrukčních opatření a poté prostřednictvím bezpečnostních prvků je třeba zopakovat proces posouzení rizik. Ověřit,

zda nedošlo k vytvoření nových rizik (např. elektrické kryty mohou způsobit riziko zachycení) a stanovit, zda bylo každé riziko omezeno na přijatelnou úroveň. Je pravděpodobné, že i po několika cyklech posouzení / snížení rizik, některá rizika zůstanou. Kromě strojů, které jsou postaveny na základě konkrétní harmonizované normy (normy typu C) je na konstruktérovi, aby posoudil, která rizika jsou přijatelná a která vyžadují implementaci dalších opatření, a to informace o zbývajících rizicích ve formě štítků, provozních pokynů atd. Pokyny mohou také popisovat určitá opatření, jako je nutnost použití osobních ochranných prostředků nebo zvláštních pracovních postupů. Ty ale nejsou tak spolehlivé, jako opatření implementovaná konstruktérem.

Při provozu strojních zařízení je nutné dodržovat určená bezpečnostní opatření. V případě, že tato předepsaná opatření, nejsou dodržována, může dojít k mnoha úrazům. Hlavním rizikovým prostorem u strojních zařízení je zejména, jejich pracovní prostor, kde se vyskytují pohyblivé části strojů. Nejvíce při obsluhování strojů jsou ohroženy ruce. Mezi nejčastější rizika patří pořezání, namotání, ustříhnutí, zlomení a rozdrcení (Obr. č. 12).



Obr. č. 12 Rizika při obsluze strojních zařízení [35]

(upravil Čekal, 2012)

3.9 Tabulka výhod a nevýhod bezpečnostních prvků

Veškeré dostupné bezpečnostní prvky, které se využívají při zabezpečení strojních zařízení, mají své výhody a nevýhody. Znalost těchto vlastností prvků napomáhají navrhovateli při rozhodování, které z těchto prvků uplatní při navrhování bezpečnostního řešení.

Tab. č. 3 Výhody a nevýhody bezpečnostních prvků

Světelné bariéry	(+) - detekční vzdálenost - lehká integrace do strojů - jednoduché servisní zásahy - široká nabídka - vysoká bezpečnost (-) - požadavky na přesnou instalaci
Nášlapné koberce	(+) - připojitelné ke všem druhům ústředí - možnost voděodolnosti - tlaková detekce - pracovní teplota (-) - vysoká cena, životnost
Obouruční ovládací zařízení	(+) - zajišťují individuální ochranu - rychlé a jednoduché nastavení - výškově nastavitelné - individuální ochrana operátora (-) - vysoká cena - nutná přítomnost operátora
Potvrzovací spínače	(+) - zajišťují komfort a bezpečí operátora při programování - kompatibilita s ostatními bezpečnostními prvky - nízká pořizovací cena - zajišťují jednoduchý provoz
Přístroje pro nouzové zastavení	(+) - vysoká rychlost zastavení - jednoduché ovládání - nízká pořizovací cena (-) - nutná aplikace na přístupném místě - nutná přítomnost obsluhy

Dílčí závěr

V rámci praktické aplikace se kombinují jednotlivé stanovené bezpečnostní prvky. Nejčastější a nejefektivnější jsou světelné bariéry, nášlapné rohože, obouruční zařízení a potvrzovací spínače. Bezpečnostní prvky jsou nejvhodnější prevencí proti předpokládanému nebezpečí úrazu při obsluze strojního zařízení. V poslední části je uvedena tabulka s výhodami či nevýhodami bezpečnostních prvků, která může být nápomocna při rozhodování, jaké bezpečnostní prvky využívat.

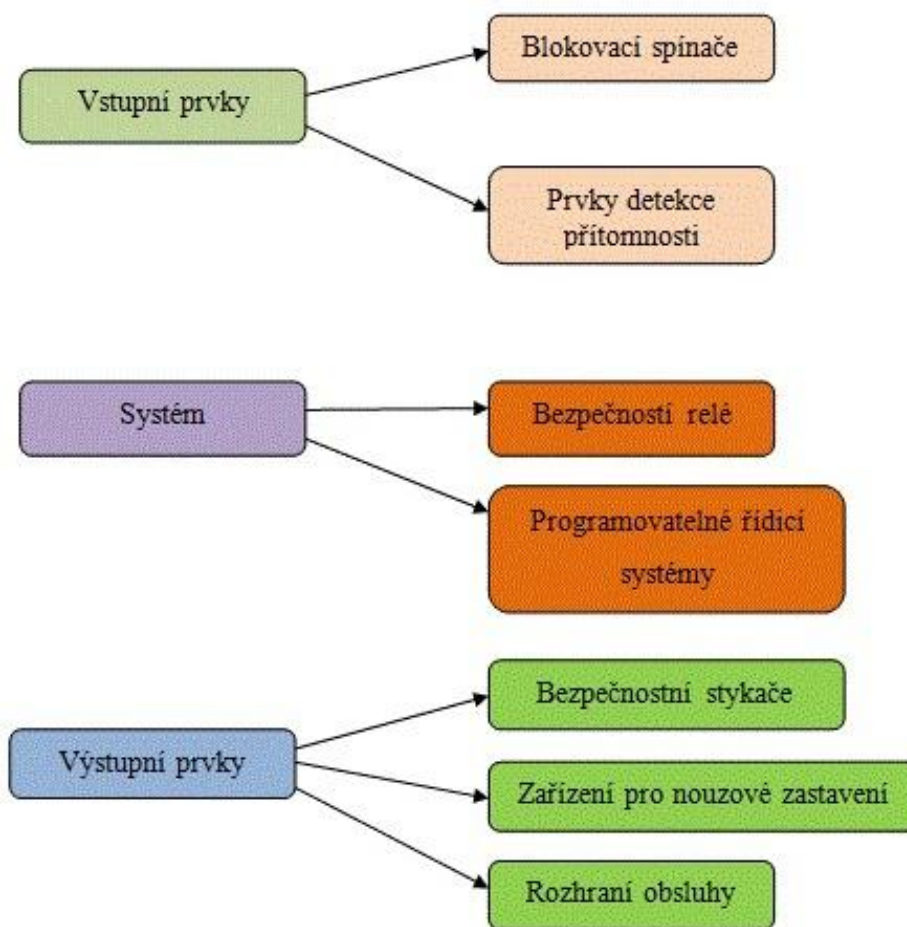
II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 NÁVRH APLIKACE BEZPEČNOSTNÍCH PRVKŮ

Každému návrhu aplikace bezpečnostních prvků musí předcházet bezpečnostní posouzení. Musí být určeny potencionální možnosti hrozeb, které by mohli nastat při používání či obsluhování strojního zařízení. Tato kapitola řeší návrh aplikace bezpečnostních prvků na CNC řezací stroj, hydraulický lis a pasové pily na kov.

4.1 Modelový příklad strojních zařízení

Při každém navrhování bezpečnostního řešení je důležité nezapomenout na všechny prvky, které se je možné aplikovat. Bezpečnostní prvky musí být vzájemně propojeny a harmonizovány, aby plnili správně a spolehlivě svoji funkci. Při návrhu řešení se využívají prvky. Které se rozdělují do třech částí (Obr. č. 13).



Obr. č. 13 Rozdělení prvků [16]

(upravil Čekal, 2012)

4.1.1 Vstupní prvky

Vstupní prvky jsou určeny pro komunikaci jednotlivých prvků se strojním zařízením.

Těmito prvky jsou zejména blokovací spínače a prvky detekce přítomnosti.

Blokovací spínače

Blokovací spínač slouží k fyzickému propojení bezpečnostních zábran a jednotlivých strojů. Díky těmto blokovacím spínačům je přístup do nebezpečného prostoru možný jen tehdy, kdy je rizikový prostor opravdu bezpečný.

Prvky detekce přítomnosti

Prvky jsou na strojní zařízení aplikovány, aby detekovaly přítomnost osob nebo jiných nepřípustných objektů v blízkosti, nebo vně rizikového prostoru. Tyto prvky jsou nejvhodnější pro strojní zařízení, které potřebují častý a bezpečný přístup a k jejich obsluze. Nejčastějšími prvky jsou bezpečnostní skenery, bezpečnostní světelné clony a bezpečnostní náslapné rohože. V některých případech se dají použít i hrany reagující na tlak. [16]

4.1.2 Systém

Systémové prvky jsou využívány pro monitorování a programování. Mezi tyto prvky patří bezpečnostní relé a PLC.

Bezpečnostní relé

Bezpečnostní relé jsou prvky, které jsou navrženy a určeny aby monitorovaly stávající stavy bezpečnostních obvodů ve strojním zařízení. Tyto prvky mají široké konfigurační možnosti, které lze při jejich implementaci využít. Výrobci je dodávají jako hardwarově konfigurovatelná multifunkční relé, nebo jako jednoúčelové relé.

Programovatelné bezpečnostní řídicí systémy

Řídicí programovatelné systémy jsou určeny, aby monitorovaly stavy bezpečnostních obvodů. Systémy jsou navrženy pro řízení bezpečnostních obvodů. [16]

4.1.3 Výstupní prvky

Za hlavní výstupní prvky se v bezpečnosti strojích zařízení považují bezpečnostní stykače, zařízení pro nouzové zastavení a integrované řídicí systémy.

Bezpečnostní stykače

Tyto stykače se aplikují na strojní zařízení, aby odpojili napětí od akčních členů. Stykače určené pro bezpečnostní použití obsahují specifické funkce.

Zařízení pro nouzové zastavení

Tyto zařízení patří mezi nejdůležitější prvky, které slouží v případě, zamezení nebezpečí úrazu nebo poškození strojního zařízení. Prvky pro nouzové zastavení, nebo vypnutí se musí implementovat, tak aby je obsluha měla v dosahu a mohla je v co nejmenším časovém intervalu použít.

Integrované bezpečnostní řídicí systémy

Řídicí systémy jsou jako jedna platforma určeny k ovládání standartních automatizačních systémů a k ovládání bezpečnostních systémů. Systémy mají jedno programovací prostředí jak pro bezpečnostní funkce a tak i pro funkce standartní.

Rozhraní obsluhy

Tyto prvky jsou určeny přímo pro obsluhu strojního zařízení. S využitím dvou až tří polohových spínačů obsluha strojního zařízení ovládá celou operaci od spouštění stroje až po jeho zastavení. [16]

4.2 CNC řezací stroj

Pro zpracování návrhu aplikace bezpečnostních prvků jsem zvolil CNC řezací stroj. Tento typ CNC řezacího stroje patří mezi strojní zařízení, které využívají počítačovou logiku pro předvolené řízení pohybů os. CNC řezací stroj je moderní, výkonné zařízení široce používané pro termické dělení materiálu. Stroj je primárně určen pro použití plazmové technologie termického dělení, konvenčních plazmových zdrojů i nejmodernějších plazmových řezacích systémů (Obr. č. 14). [17]

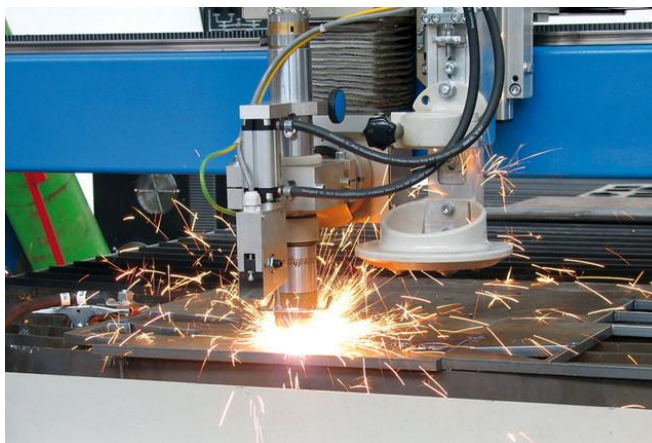


Obr. č. 14 CNC Řezací stroj [17]

4.2.1 Rizika při obsluze

Při obsluhování strojního zařízení hraje největší úlohu lidský faktor. Který se po předběžné analýze dokáže předvídat, ale nikdy se nedá přímo určit, jak velkou bude při obsluze hrát úlohu. Proto tento fakt považuji jako nejdůležitější hrozbu, která se musí vždy při navrhování bezpečnostních opatření vzít na vědomí.

CNC řezací stroj se skládá z pevných i velmi rychlých pohyblivých částí (Obr. č. 15). Pohyblivé části v tomto případě představují největší riziko. Z pravidla určená obsluha CNC stroje je při ovládní strojního zařízení mimo nebezpečný prostor a tím pádem není ohrožena a nevzniká zde riziko úrazu či poškození stroje. Ale díky velmi častému selhání lidského faktoru nastane situace, kdy pracovník opustí aktivovaný stroj a přestává se věnovat jeho obsluze. Věnuje se jiným aktivitám, které nesouvisí s obsluhou a v této situaci se riziko zvětšuje. Každým rokem se počet úrazů při obsluze díky těmto chybám zvyšuje.



Obr. č. 15 Pohyblivá část CNC stroje [17]

Obsluhování CNC řezacího stroje musí vykonávat osoba, která je k tomu způsobilá. Riziko nastává, když obsluha nedodrží dostatečnou a bezpečnou vzdálenost od strojního zařízení. Pokud se plně pracovník nevěnuje obsluze, nastávají rizikové situace, které jsou životu nebezpečné.

4.2.2 Návrh bezpečnostního řešení

Mezi jedno z nejzákladnějších bezpečnostních opatření, považuji dodržovat bezpečnou vzdálenost od obsluhovaného strojního zařízení. Aby obsluha mohla ovládat stroj a byla v dostatečné bezpečné vzdálenosti. Navrhuji, aby byl instalován ovládací panel ve vzdálenosti 1,5 m od strojního zařízení a bylo tak zamezeno přímému kontaktu pracovníka, se všemi pohyblivými, nebo nehybnými částmi stroje (Obr. č. 17).

Dále je důležité nainstalování nášlapné rohože, která musí být nutně umístěna před ovládací zařízení (Obr. č. 17). Určený a způsobilý pracovník, který je pověřen ovládním stroje, bude díky jejímu umístění v přímém kontaktu s nášlapnou rohoží. Tento přímý kontakt je důležitý pro situaci, kdy pracovník opustí vytyčený prostor. Nášlapná rohož je aktivována díky vlastnímu tlaku, který vytváří váha pracovníka. Pokud pracovník zůstává v určené poloze, a vyvíjí stálý tlak, na nášlapnou rohož je strojní zařízení stále aktivní a je možné ho ovládat a vykonávat úkony, ke kterému je určeno. Pokud pracovník opustí bezpečný prostor, a odejde z nášlapné rohože. Rohož díky změně tlaku situaci zaznamená a strojní zařízení vypne. Pracovník po vypnutí stroje není ohrožen a nedojde k ohrožení

pracovníka ani k poškození strojního zařízení. Po nainstalování nášlapné rohože se riziko snižuje na přijatelné minimum.

Následující bezpečnostní prvek navrhuji instalovat bezpečnostní světelné bariéry, které jsou při využití pro bezpečnostní řešení velice efektivní. Pro navrhované bezpečnostní řešení navrhuji zvolit světelné závory DATALOGIC SG (Obr. č. 16), které mají velký dosah a jsou v souladu s normami EN 13849-1 a EN 62061. Světelné bariéry navrhuji instalovat a to ve vzdálenosti 25 centimetrů od každého rohu řezacího stroje (Obr. č. 17).



Obr. č. 16 Světelné závory Datalogic SG [18]

Světelná bariéra je využívána jako stále aktivní vstupní prvek, který je určen pro detekci nepříjemných částí a objektů, které se nesmí vyskytovat v zabezpečeném prostoru. Bezpečnostní světelná bariéra je ochranné elektrosenzitivní zařízení, které slouží pro ochranu osob obsluhující strojní zařízení. Při přerušení z kteréhokoliv ze světelných paprsků mezi bariérami, dojde k okamžitému zastavení stroje. Za pomoci tohoto bezpečnostního prvku je zabezpečen nejen pracovník, který obsluhuje strojní zařízení, ale i ostatní pracovníci, kteří nejsou přítomni u ovládacího zařízení. Tyto osoby se mohou vyskytnout v nebezpečném prostoru, bez vědomí pracovníka, který ovládá aktivní stroj. Pracovník při soustředění na vykonávaný úkol, a při snížené viditelnosti není schopen včas reagovat na nastalou situaci. Celý ovládaný stroj nebo jeho pohyblivé části se stanou nebezpečné a ohrožující ostatní pracovník v nebezpečném prostoru. Na nastalou situaci obsluha není schopna včas reagovat a tak zabránit či předejít nebezpečí úrazu.

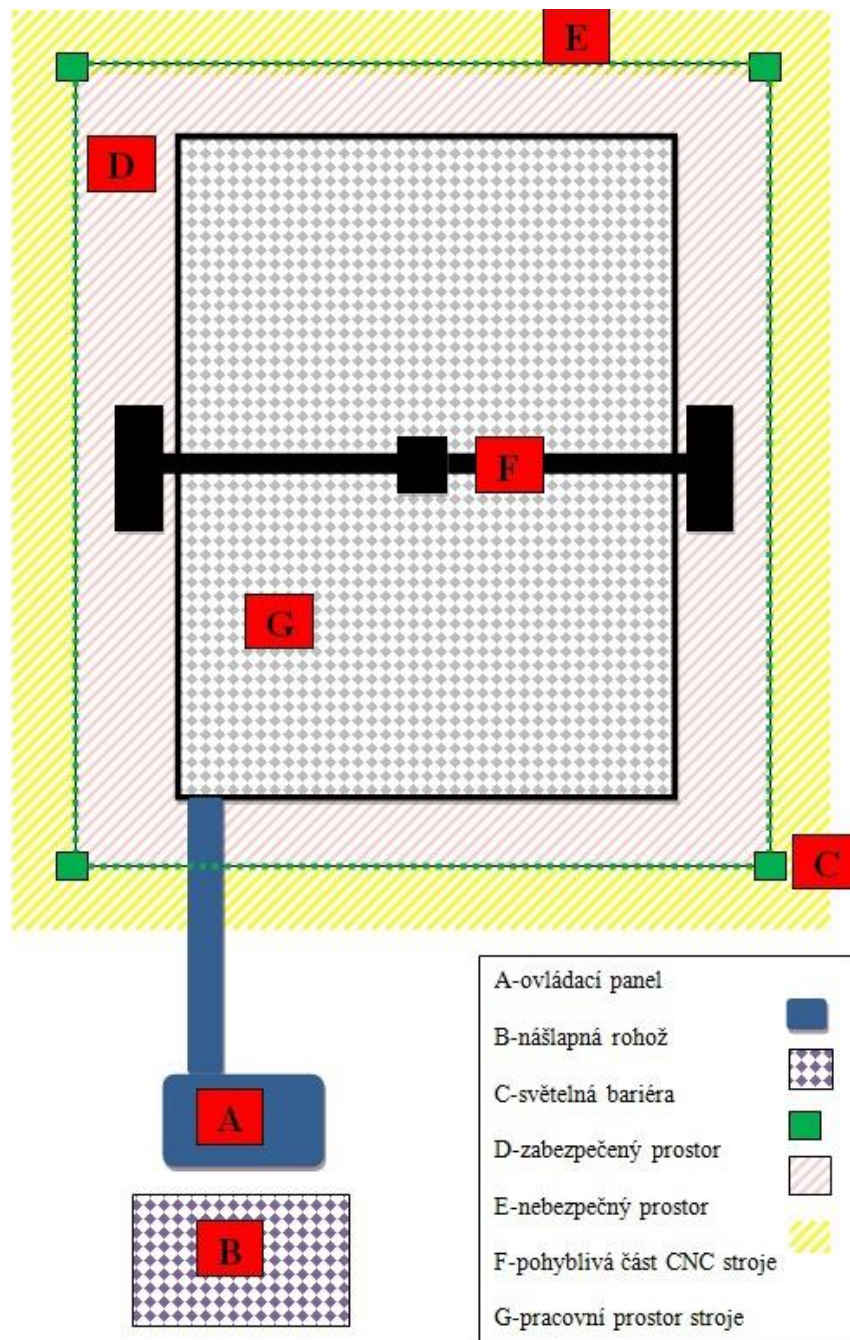
Po uvedení do provozu těchto bariér, není nutné instalovat kolem CNC řezacího stroje případná ochranná klec, ochranné kryty a tím pádem se významně snižuje doba, která je nutná pro fyzickou nakládku zpracovávaných výrobků.

Jako následující krok navrhuji instalovat bezpečnostní řídicí relé ESR5. Řídicí relé může mít čtyři spínací kontakty. Při provozu strojního zařízení řídicí relé kontroluje odvody nouzového zastavení. Dále monitoruje světelné bariéry a obouruční ovládání.

Posledním prvkem je bezpečnostní tlačítko nouzového zastavení (Obr. č. 11, str.35). Tento prvek slouží k okamžitému zastavení a vypnutí strojního zařízení. Při základní instalaci je tento prvek, umístěn na ovládacím panelu, aby jej mohl využít pracovník, který je určený k obsluze stroje. Navrhuji instalaci dalšího bezpečnostního tlačítka a to ne v dosahu obsluhy, která stroj ovládá, ale to ve vzdálenosti 5 metrů od CNC řezacího stroje. Toto tlačítko slouží pro nouzové vypnutí, kdyby selhali ostatní, dříve nainstalované bezpečnostní prvky.

4.2.3 Lokace bezpečnostních prvků - CNC řezací stroj

Následující obrázek znázorňuje návrh rozmístění bezpečnostních prvků vzhledem k nebezpečným prostorům, které se nacházejí v oblasti CNC řezacího stroje. Všechny prvky jsou instalovány, tak aby se maximálně snížilo riziko s ohledem na pohyblivé části stroje a neoprávněným přístupům ke stroji.



Obr. č. 17 Lokace bezpečnostních prvků

4.3 Hydraulický lis

Následujícím návrhem aplikace bezpečnostních prvků jsem zvolil modelový příklad na hydraulickém lisu. Hydraulický lis patří mezi nejčastěji využívané strojní zařízení ve všech průmyslových odvětvích. Jedná se o stroj, který slouží ke zpracování různých produktů tlakem, nebo tlakovým rázem (Obr. č. 18). Lisovací stroj svojí vlastní silou působí na výrobek, nebo objekt a tím ho deformuje do předem definovaného tvaru. [19]



Obr. č. 18 Hydraulický lis [19]

4.3.1 Rizika při obsluze

Všechny druhy lisů jsou všeobecně velmi nebezpečná strojní zařízení. Při jejich nedbalé obsluze mohou lisy svými částmi způsobit velmi vážný úraz pracovníkům, kteří se lis obsluhují, ale i nepovolaným osobám, které se v nezabezpečeném prostoru vyskytnou. Tyto uvedené fakta jsou důvodem, aby byl lis řádně zabezpečen a vybaven bezpečnostními prvky, které jsou pro danou situaci nejefektivnějším bezpečnostním řešením. Bezpečnostní prvky musí zabránit všem potencionálním rizikům při obsluze lisovacího zařízení.

4.3.2 Návrh bezpečnostního řešení

U uvedeného hydraulického lisu (Obr. č. 18) proto navrhuji instalovat následující bezpečnostní prvky, které vzhledem k jejich funkci, považuji dostatečné bezpečnostní opatření proti nežádoucímu vzniku úrazu.

Jako první bezpečnostní prvek navrhuji instalovat obouruční ovládací panel (Obr. č. 19). Ovládací zařízení navrhuji instalovat, z boční stany lisovacího zařízení a to ve vzdálenosti 1,5 metru (Obr. č. 20). Tento způsob umístění navrhuji z bezpečnostních důvodů s ohledem na obsluhujícího pracovníka, který ovládá lisovací zařízení. Pracovník, který je oprávněn obsluhovat lisovací zařízení, se bude nacházet v dostatečné vzdálenosti od strojního zařízení a díky tomuto umístění se riziko případného ohrožení sníží. Obouruční ovládací panel je vhodným bezpečnostním prvkem, protože jej pracovník musí ovládat současně na dvou částech panelu. Pokud obsluha nebude dodržovat předepsaný postup ovládání a to obouručně, tak stroj nebude aktivován. Za pomoci tohoto ovládání je obsluha donucena udržovat své paže, kterými ovládá panel přímo na ovládacím zařízení a tak nehrozí, že by mu končetiny lis mohl odseknout, rozdrtit, nebo mu jiným nepředvídatelným způsobem přivodit zranění. Vzhledem k nutnosti ovládání panelu a navržené vzdálenosti se pracovník nachází mimo nebezpečný prostor, tak tu nevzniká žádné riziko.



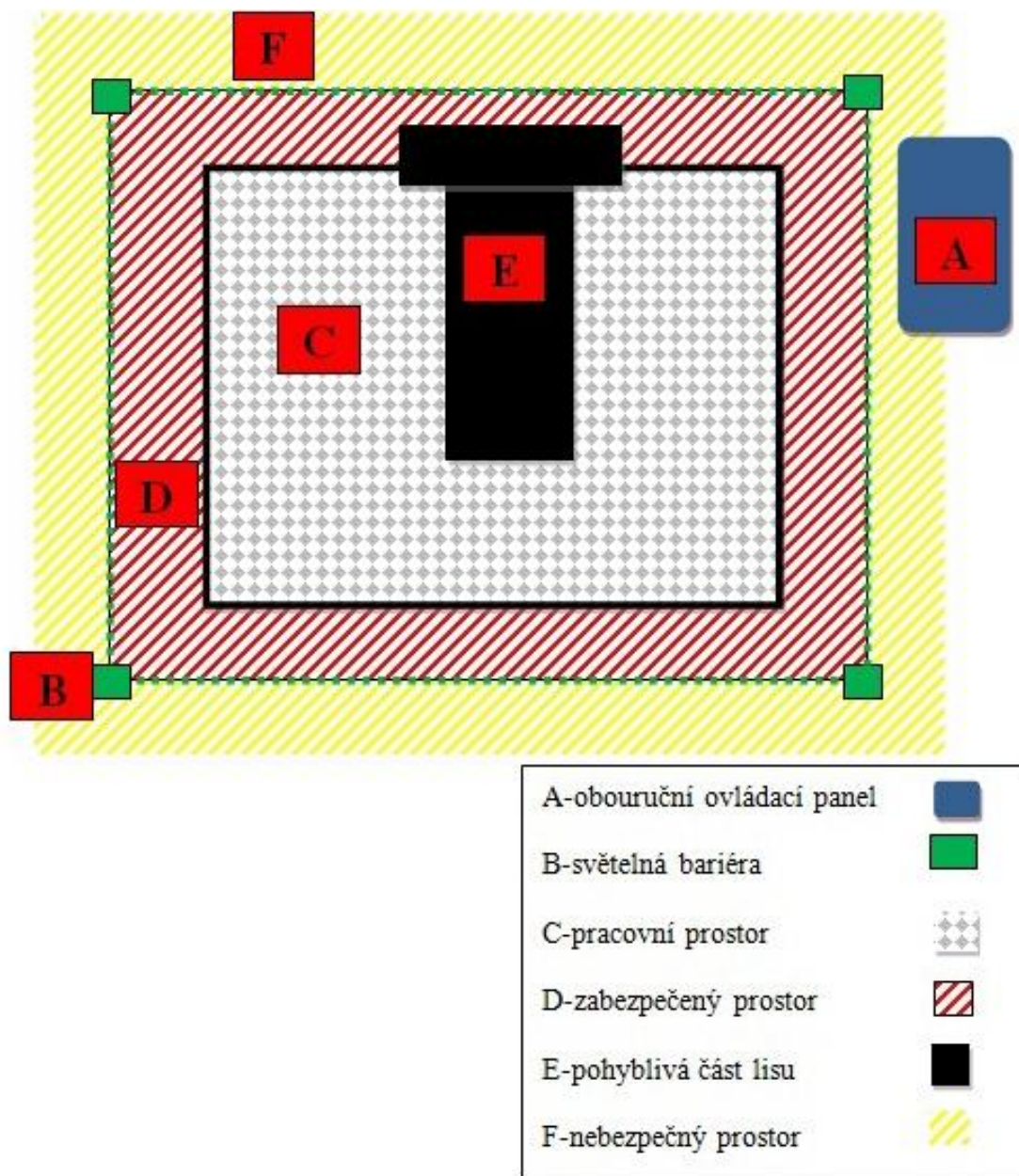
Obr. č. 19 Obouruční ovládací panel Duelco PCB3 [20]

Další bezpečnostní prvek navrhuji instalovat na lisovací zařízení bezpečnostní světelné bariéry (Obr. č. 16). Tyto bariéry jsou nedílnou součástí bezpečnostního řešení. Bariéry jsou určeny k detekování veškerého nepříjemného pohybu, který by mohl nastat při

nedbalém obsluhování strojního zařízení. Může nastat situace, kdy obsluha při nepozornosti nechtěně přesune části svého těla do rizikového prostoru. Tento skutek by mohl mít pro obsluhu fatální následky. V rizikovém prostoru by se mohlo nečekaně vyskytnout i cizí těleso, které by mohlo ohrozit pracovníka, ale i poničit strojní zařízení. Vzhledem k těmto skutečnostem považuji světelné bariéry za nejefektivnější a nejvhodnější bezpečnostní prvek. Navržené bezpečnostní řešení, považuji jako dostačující pro bezpečný a bezrizikový provoz lisu.

4.3.3 Lokace bezpečnostních prvků - hydraulický lis

Schéma znázorňuje lokaci navržených prvků, které mají zefektivnit zabezpečení celkové oblasti lisu. Bezpečnostní prvky jsou navrženy s ohledem na pohyblivé části lisu, nezabezpečených prostor a pracovního prostoru.



Obr. č. 20 Lokace bezpečnostních prvků

4.4 Pásová pila na kov

Jako posledním modelový příkladem pro aplikaci bezpečnostních prvků jsem zvolil pásovou pilu na kov. Pásová pila patří do skupiny strojních zařízení na kov, které efektivně oddělují materiál (Obr. č. 21). Jednou z hlavních předností tohoto zařízení je poloautomatika a to z důvodu bezpečnosti hraje významnou roli pro obsluhujícího pracovníka. Obsluha se nepohybuje přímo v prostoru pily a tak dochází ke styku s rizikovým prostředím jen v minimální rozsahu.



Obr. č. 21 Pásová pila na kov [21]

4.4.1 Rizika při obsluze

Při neodborné obsluze pásové pily pracovníkem, může dojít k bezprostřednímu nebezpečí, které vede k vážnému zranění osob. Obsluhu musí být řádně vyškolená ohledně zacházení s pásovou pilou. Mezi nejčastější rizika patří možné poranění obíhajícím pilovým pásem. Aktivní pila je schopná v tom nejjednodušším případě pracovníka pořezat a tak ho ohrozit. Nebezpečí úrazu je vystaven nejen autorizovaný pracovník při obsluze stroje, ale i osoby, které se mohou pohybovat v nezabezpečeném prostoru pásové pily.

4.4.2 Návrh bezpečnostního řešení

Pásová pila je rozměrné strojní zařízení, které musí být řádně zabezpečeno. U tohoto typu strojního zařízení navrhuji tři hlavní bezpečnostní opatření. Tato opatření považuji jako nezbytné pro obsluhu a provoz.

V první řadě navrhuji instalovat kolem rizikového prostoru ochrannou klec a to ve výšce 2 m (Obr. č. 22). Osobám, které se pohybují v prostorách strojního zařízení se díky ochranné kleci, zamezí přístup do rizikového prostoru. Po tomto úkonu se nezabezpečená oblast, stane částečně zabezpečenou a tím se sníží eventuální riziko ohrožení.

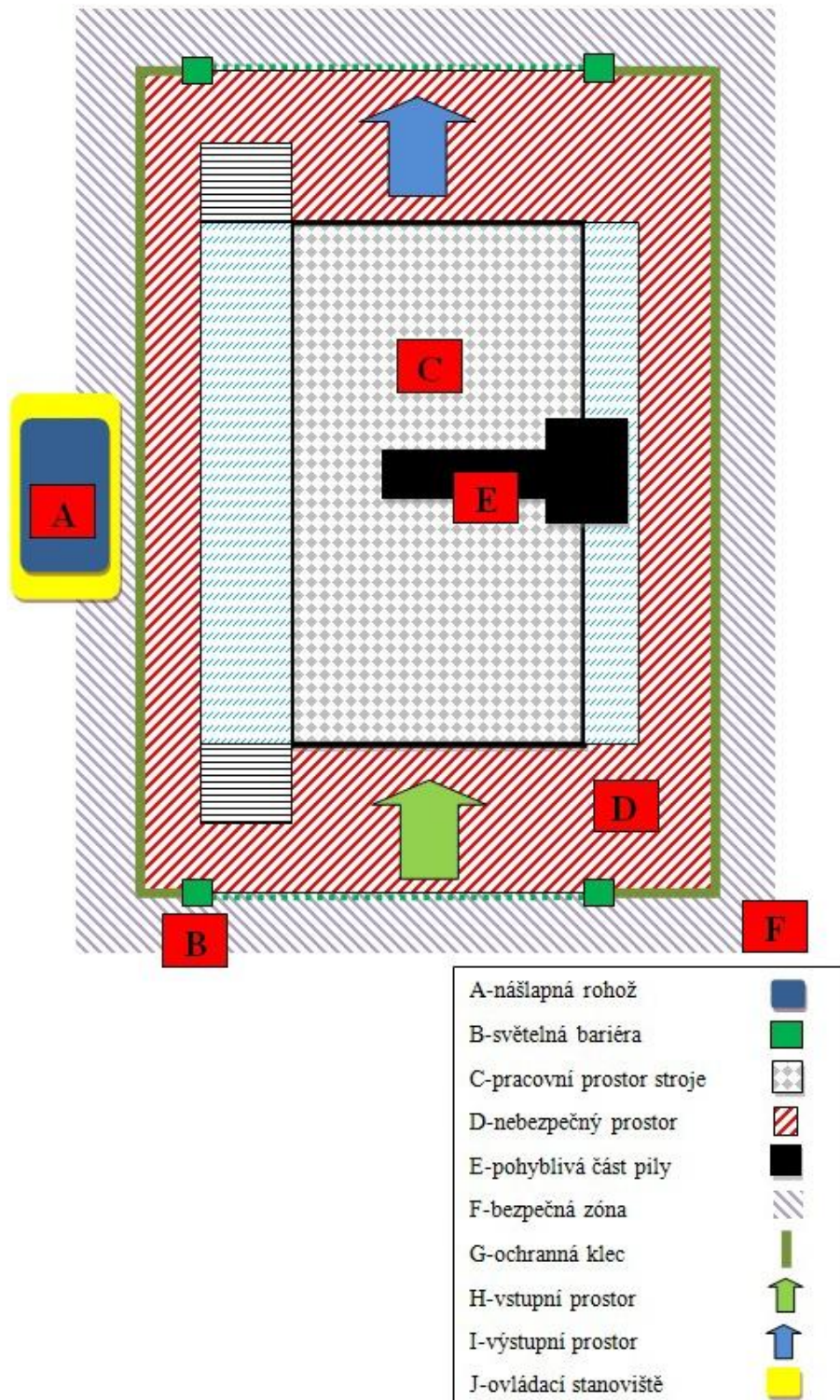
Dále doporučuji, aby ovládací stanoviště bylo umístěno v prostoru za ochrannou klecí (Obr. č. 22). Vymezení ovládacího prostoru, bude v dostatečné vzdálenosti od pásové pily. Autorizovaný pracovník bude mimo veškeré možné hrozby, a tak se může plně věnovat obsluze stroje. Do prostoru ovládacího stanoviště musí být instalovaná nášlapná rohož, která slouží jako další významný bezpečnostní prvek. Za předpokladu, že pracovník opustí nášlapnou rohož, tak se strojní zařízení automaticky vypne.

Následujícím prvkem je potvrzovací spínač, který umístí do ovládacího prostoru. Obsluha bude potvrzovacím spínačem ovládat aktivaci nebo deaktivaci pásové pily. Pokud pracovník nebude plně ovládat potvrzovací spínač, který musí být nastaven ve správné poloze, tak nebude stroj aktivovaný a budou zabezpečeny základní ochranná opatření.

U zabezpečovaného strojního zařízení, musí být zachovány vstupní a výstupní místa, která slouží pro nakládání výrobků do pracovního prostoru pily. Vstupní a výstupní místa navrhuji zabezpečit pomocí světelných bariér (Obr. č. 22). Pokud světelné bariéry detekují osobu, nebo cizí předmět ve vstupním nebo výstupním prostoru dojde k automatickému vypnutí strojního zařízení.

4.4.3 Lokace bezpečnostních prvků – pásová pila

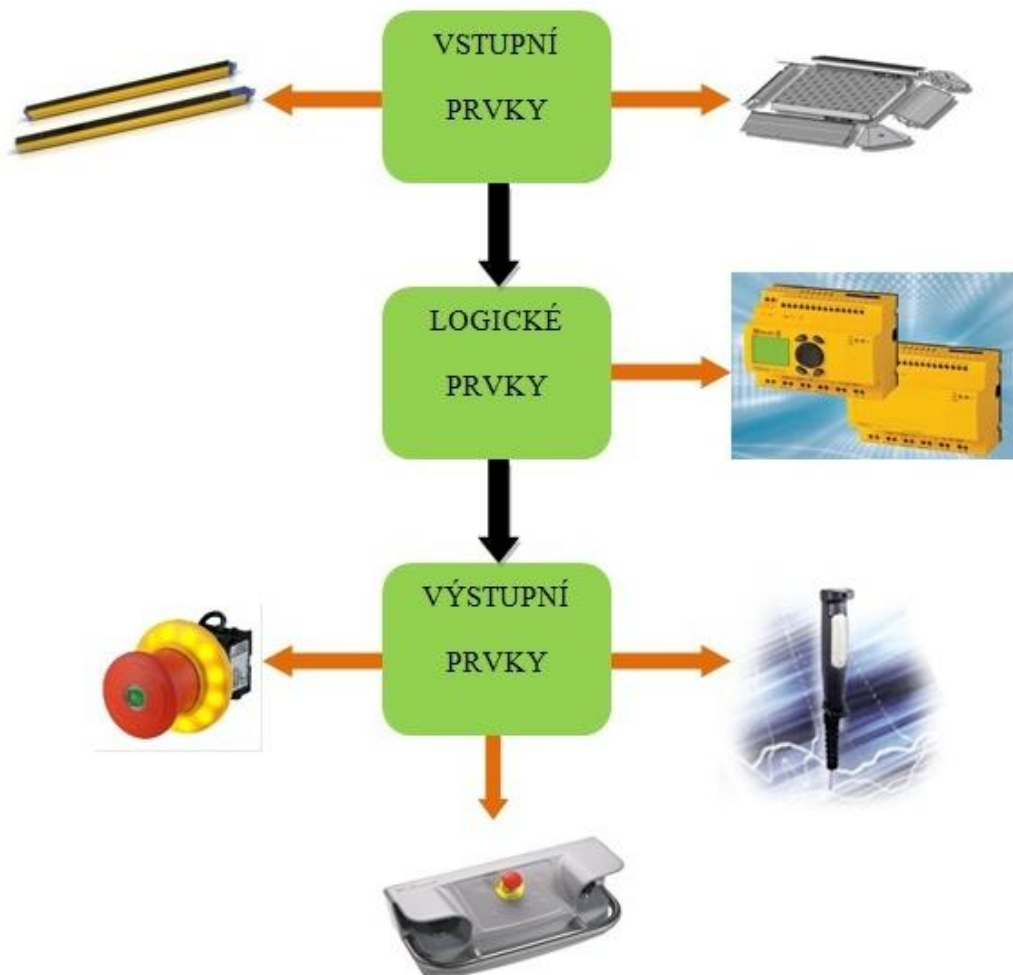
Na obrázku je navrženo optimální rozmístění bezpečnostních prvků. Aplikované prvky jsou navrženy tak, aby byly zabezpečeny všechny nebezpečné prostory.



Obr. č. 22 Lokace bezpečnostních prvků

4.5 Navržené bezpečnostní prvky

Při návrhu bezpečnostního řešení pro CNC řezací stroj, hydraulický lis a pásovou pilu na kov, jsem navrhl aplikovat bezpečnostní prvky, které musí být odborně nainstalovány, aby se zabezpečil jejich správný chod. Mezi navržené bezpečnostní prvky při návrhu řešení jsem zařadil využití obouručního ovládacího panelu, bezpečnostní nášlapné rohože, potvrzovacího spínače, řídicího relé a tlačítka pro nouzové zastavení. Navržené bezpečnostní prvky mají svoji specifickou funkci. Všechny navržené komponenty, které vykonávají bezpečnostní funkce, musí být identifikovány. Struktura systému se dělí na kategorie vstupní prvky, logické prvky a výstupní prvky (Obr. č. 23).



Obr. č. 23 Struktura systému [15]

(upravil Čekal, 2012)

Vstupní prvky slouží k detekování nebezpečí. Tyto prvky v návrhu představují světelné bariéry a nášlapné rohože.

Logické prvky zpracovávají signál a na základě bezpečnostní funkce ho vyhodnotí. Jako nejvhodnější jsem vybral bezpečnostní elektronické relé ESR5, které slouží pro bezpečné zpracování vstupních informací z potvrzovacích spínačů, světelných bariér.

Výstupní prvky jsou představovány tlačítkem pro nouzové zastavení, potvrzovacím spínačem a obouručním ovládním.

Tab. č. 4 Navržené bezpečnostní prvky

Název	Typ	Výrobce
Obouruční ovládací zařízení	Duelco PCB3	OEM Automatic s. r. o.
Světelné bariéry	Datalogic SG	OEM Automatic s. r. o.
Řídicí relé	ESR5	EATON s. r. o.
Nášlapná rohož	HSM	Haake – Technik s. r. o.
Tlačítko nouzového zastavení	RMQ-Titan	EATON s. r. o.
Vstupní systém	K3	SEBURY s. r. o.

Všechny tři navrhované bezpečnostní řešení CNC řezací stroj, lis a pásová pila, mají specifickou instalaci bezpečnostních prvků. Dle mého názoru tyto navržené bezpečnostní prvky jsou, dostačují pro snížení rizika na minimum. Myslím, že v plném využití těchto prvků dostatečně ochrání pověřeného pracovníka před újmou na zdraví.

4.6 Ochranná opatření

Uvedené návrhy je nutné doplnit o další opatření. Ochranná opatření jsou využívána, jako základní prevence, před možným vznikem rizikových situací. Za pomoci ochranných opatření jde snadno a s minimálními náklady definovat, kteří pracovníci mají povolený přístup ke strojním zařízením.

4.6.1 Elektronický vstupní systém

Jako poslední bezpečnostní prvek navrhuji, aby každý pracovník, který je způsobilý k obsluhování strojního zařízení, byl vybaven identifikační kartou. Tato karta bude využívána pracovníkem k aktivaci, nebo deaktivaci obsluhovaného strojního zařízení. Karta musí být vybavena i specifickým identifikačním kódem. Čtečka karet zaznamená přesnou dobu, kdy byl stroj aktivován, nebo deaktivován a zda strojní zařízení obsluhuje osoba tomu určená. Čtecí zařízení bude naistalováno s důvodu jednoduchého a přesného zaznamenávání informací o provozní době stroje a o pracovnících, kteří strojní zařízení obsluhují. Tyto zaznamenané informace budou sloužit jako kontrola pro vedení firmy, ale i jako kontrola pro servisní pracovníky.

Pro tyto účely jako nejvhodnější ochranný prvek navrhuji instalovat elektronický vstupní systém K3 (Obr. č. 24). V tomto případě se jedná o autonomní, bezdotykové čtecí zařízení s klávesnicí pro vnitřní využití. Pro autorizaci je nutno použít přidělenou kartu v kombinaci s uživatelským kódem. [22]



Obr. č. 24 Elektronický vstupní systém K3 [22]

4.7 Bezpečná vzdálenost

Velký význam při zabezpečení strojních zařízení hraje bezpečná vzdálenost. Dodržení bezpečné vzdálenosti od obsluhovaného strojního zařízení je jedním z nejdůležitějších faktorů, které musí pracovníci dodržovat. Strojní zařízení se díky inovacím a technologickému pokroku stávají stále rychlejšími. Bezpečnostní prvky musí být spolehlivé a schopné reagovat, a to v co nejmenším časovém intervalu, který je pro určitou rizikovou situaci rozhodující.

Každý bezpečnostní prvek má pro jeho správnou a stoprocentní funkčnost specifickou detekční vzdálenost, nebo rychlost reakce. Proto je nutno dbát odborné instalace a dodržování potřebných náležitostí.

Minimální bezpečná vzdálenost je určena časem, který je potřebný ke zpracování příkazu k zastavení. Následujícím aspektem je, jak daleko do detekčního prostoru musí obsluha strojního zařízení vniknout, aby instalované bezpečnostní prvky byly schopny detekovat jeho přítomnost, nebo vniknutí cizího tělesa do střeženého prostoru. Při instalaci světelných bariér a laserových skenerů je nutné zohlednit i přístup obsluhy k detekčnímu zařízení. Pracovník musí obsluhovat strojní zařízení z bezpečné vzdálenosti a musí mít dokonalý přehled o pracovním prostředí, kde provozuje svou činnost. Pokud nastane situace, že obsluha musí opustit svoje stanoviště a ocitne se v nebezpečných prostorách v oblasti strojního zařízení, musí všechny bezpečnostní prvky v čas reagovat. Díky dodržení bezpečné vzdálenosti, je eliminováno riziko úrazu při obsluze strojního zařízení.

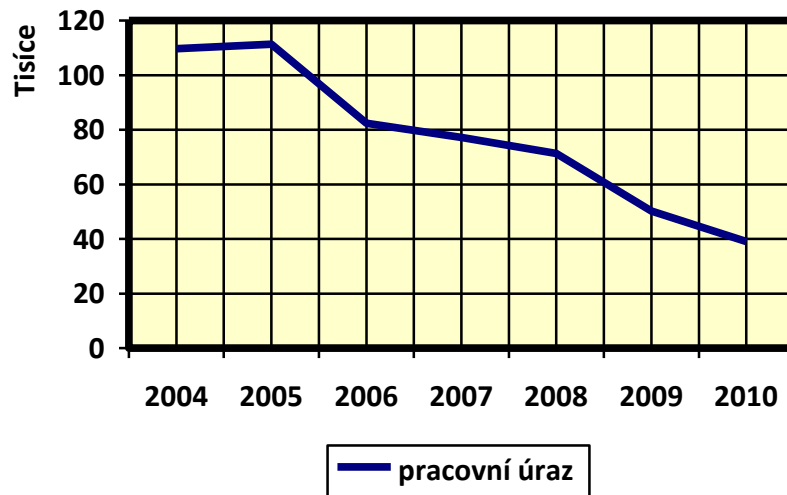
4.8 Statistika pracovní úrazovosti v ČR

Státní úřad inspekce práce uvádí statistiky, z kterých vyplývá, že pracovních úrazů, které jsou způsobeny obsluhováním strojních zařízení, je velké množství. V České republice v posledních letech došlo k poklesu pracovních úrazů, ale i přes tyto příznivé informace je situace stále vážná. Tyto údaje není možné v žádném případě ignorovat a je nutné přijmout bezpečnostní opatření i za cenu vysokých nákladů. Při provozování strojních zařízení je zásadní eliminovat případné rizikové situace a tak počet úrazů snížit na co nejnížší míru.

V dnešní technicky vyspělé době je již na trhu k dispozici velké množství bezpečnostních systémů od různých firem, které nejen že usnadňují manipulaci se strojními zařízeními, ale

zejména zabraňují vzniku úrazů. Pracovní úrazy při obsluze strojních zařízení vznikají nejčastěji v důsledku nedodržení bezpečnostních opatření a nevyužívání ochranných pomůcek.

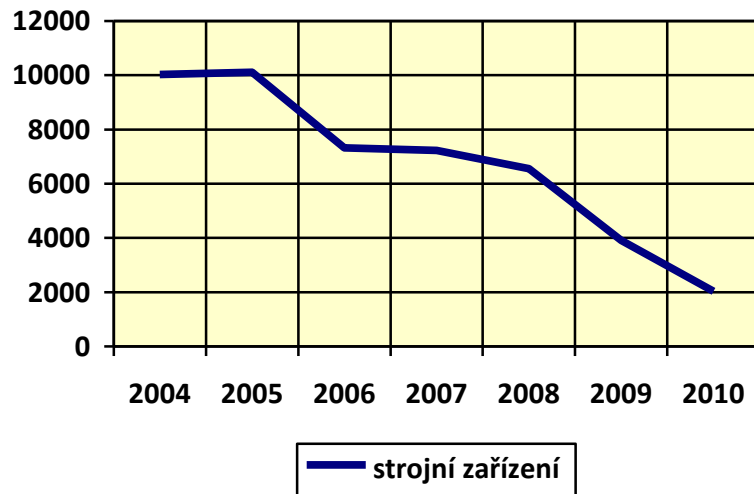
V roce 2004 byl počet celkových pracovních úrazů v České republice 109 715. Z tohoto celkového počtu úrazů bylo na strojních zařízeních zraněno 10 028 pracovníků (Obr. č. 25).



Obr. č. 25 Pracovní úrazy 2004-2010 [23]

(upravil Čekal, 2012)

Průběhem několika let v rozmezí 2004 – 2010 došlo k významnému poklesu pracovních úrazů. Tento trend se držel v sestupné tendenci i do roku 2010 kdy celkový počet pracovních úrazů klesl na 39 113. V roce 2010 bylo na strojních zařízeních zraněno 2026 pracovníků (Obr. č. 26). Výsledné snížení se týkalo nejen celkového počtu, ale i snížení přímo i při obsluze strojních zařízení.



Obr. č. 26 Pracovní úrazy na strojních zařízeních [23]

(upravil Čekal, 2012)

Statistické údaje o počtu pracovních úrazů za rok 2011 v současné době zatím státní úřad inspekce práce nezveřejnil. V tuto chvíli nelze jasně říci, zda v loňském roce bude počet pracovních úrazů pokračovat v klesající tendenci. Vzhledem k zavádění nových bezpečnostních opatření lze předpokládat, že celkový počet pracovních úrazů bude nadále podobný jako v minulých letech.

Dílčí závěr

V praxi se využívají různé typy bezpečnostních prvků. Základní prvky udávají předepsané normy. Předepsané prvky je povinen instalovat výrobce, nebo dovozce strojního zařízení. Přídavné bezpečnostní prvky navrhuje provozovatel, nebo navrhovatel bezpečnostního řešení. V první části jsem vybral bezpečnostní prvky, které považuji za nejefektivnější pro provoz strojního zařízení. Všechny prvky jsou použity v návrhu bezpečnostního řešení. Každé strojní zařízení je svými rozměry a povahou specifické, proto vyžaduje vlastní bezpečnostní prvky a bezpečnostní řešení. Jako nejefektivnější prvky považuji aplikovat obouruční ovládací zařízení, světelné bariéry, řídicí relé, nášlapné rohože, tlačítko nouzového zastavení a potvrzovací spínač.

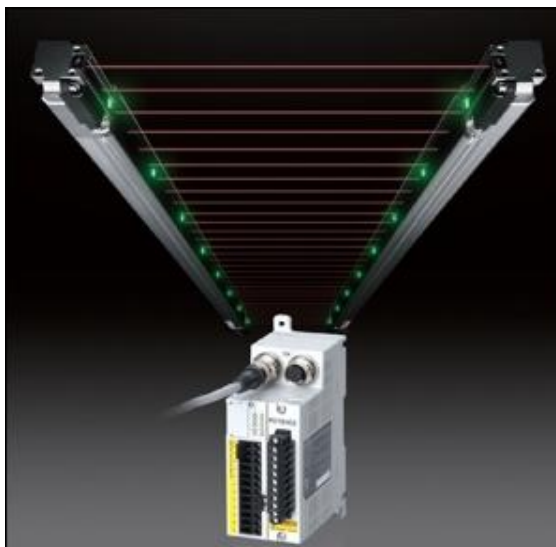
5 VÝVOJOVÉ TRENDY

Následující kapitola uvádí vývojové trendy v oblasti zabezpečení strojních zařízení. Hlavním cílem všech bezpečnostních prvků je dle uvedených norem minimalizovat riziko ohrožení na nejnižší úroveň. Dnešní moderní doba poskytuje firmám, které se pohybují v oblasti bezpečnostních zařízení široký rozmach v návrzích a výrobě nových efektivnějších prvků. Bezpečnostní prvky, které se v minulých letech ukázaly, jako účinné jsou díky technologického pokroku nadále inovovány. Provozovatelé strojních zařízení usilují o to, aby výrobci bezpečnostních prvků kladli při výrobě důraz zejména na spolehlivost a kvalitu.

5.1 Bezpečnostní světelné záclony SL-V

Bezpečnostní světelné záclony SL-V od firmy KEYENCE (Obr. č. 27) mají mnoho výhod. Vylepšena byla signalizace jejich provozního stavu. Dvě řady LED po délce záclony zřetelně signalizují její provozní stav, tak obsluha přehledně vidí, zda je záclona v činnosti, nebo v poruše. Záclony SL-V mají vestavěný automatický spouštěcí cyklus. Záclona rozpozná, že se v zabezpečeném prostoru nenachází cizí předmět a stroj se automaticky spustí bez zásahu obsluhy (je-li z bezpečnostních důvodů vyžadováno, je možné využít manuální restart stroje). Záclona jako jediná na trhu umožňuje detekovat předměty již 5 mm od okraje záclony. Díky této možnosti je systém bezpečnější. Záclony mohou být řazeny jedna za druhou ve všech potřebných úhlech bez negativního vlivu na rozlišení a bez mrtvých zón.

Záclony SL-V za pomoci integrované řídicí jednotky mohou být použity bez externího bezpečnostního relé. Výstupní zařízení může spínat proud do 500 mA, a to umožňuje přímo ovládat mnohé externí zařízení. Díky těmto výhodám se snižují náklady na bezpečnostní techniku. Světelné záclony disponují s jednou z nejkratších dob odezvy na trhu. Díky minimální době odezvy, může být světelná záclona umístěna blíže k zabezpečovanému strojnímu zařízení. Tento bezpečnostní prvek je optimálním řešením pro ochranu nebezpečných zón strojních zařízení. [24]



Obr. č. 27 Světelné záclony SL-V [24]

5.2 Řídicí relé ESR5

Obsáhlý výběr moderních bezpečnostních prvků, které se využívají u strojů a strojních zařízení, poskytuje firma EATON.

Firma EATON s. r. o. představila, jako její nejnovější bezpečnostní prvek na trhu systémové bezpečnostní řídicí relé ESR5 (Obr. č. 28). Řídicí relé poskytuje až čtyři bezpečnostní kontakty a dva pomocné kontakty při instalační šířce 22,5 mm. Po aktivaci přístroje jsou pomocí elektroniky kontrolovány bezpečnostní obvody a sepnutí je umožněno přes výstupní relé. Odpojit motor od sítě možné okamžitě, nebo se zpožděním. Je-li vyžadováno více kontaktů, lze využít rozšiřující modul. Samozřejmostí je jednokanálové, nebo dvoukanálové řešení, které může být vybaveno resetovací funkcí a u něhož je zajištěna kontrola výstupních prvků.

Bezpečnostní relé zpracovává rozdílné signály ze senzorů, polohových spínačů, světelných závor obouručních ovládaní a tlačítek nouzového zastavení. Mezi hlavní funkce bezpečnostního relé ESR5 patří kontrola obvodů nouzového zastavení, monitorování světelných bariér a obouručního zařízení. [25]



Obr. č. 28 ESR5 Bezpečnostní relé [25]

5.3 Bezpečnostní řídicí relé EasySafety

EasySafety spojuje bezpečnostní funkce a klasické řídicí funkce do jednoho zařízení. Nabízí mnoho bezpečnostních a standardních funkčních bloků, čímž nejen šetří náklady, ale zvyšuje také flexibilitu dané aplikace, protože dokáže okamžitě reagovat na měnící se požadavky. Díky velkému počtu bezpečnostních funkčních bloků je možné toto relé využívat v širokém spektru aplikací při využití pouze jednoho zařízení.

Všechny konvenční bezpečnostní funkce jsou vybírány ze seznamu bezpečnostních funkčních bloků a sekvence je definována jednoduchým přiřazením bezpečnostních vstupů a výstupů.

EasySafety obsahuje tyto zpracované a otestované bezpečnostní funkční bloky:

- obvod nouzového zastavení,
- kontroly zpětnovazebního modulu,
- uvolňovací kontakt,
- bezpečnostní kryt,
- bezkontaktní bezpečnostní přístroje,
- dvouruční ovládání.

Pohodlné konfigurační prostředí zajišťuje software easySoft-Safety. Používá se k vytvoření bezpečnostního a standardního spínacího schématu, odsimulování funkce a nahrání vytvořeného programu do přístroje (stejná filozofie jako u standardních řídicích relé easy). [26]

5.4 Laserový skener SD3-A1

V roce 2011 firma Panasonic Electric Works rozšířila dodávanou bezpečnostní techniku pod jménem SUNX o modernější bezpečnostní laserový skener SD3-A1.

Bezpečnostní laserový skener SD3-A1 (Obr. č. 29), jehož funkce je založena na osvědčeném principu měření doby letu vyslaného světelného impulsu, používá polovodičovou laserovou diodu s infračerveným světlem pracující v nejnižší laserové třídě 1. Pomocí skeneru SD3-A1 možno zabezpečit ochranné pole, které má přibližně tvar rozevřeného vějíře s poloměrem až 4 metry a vrcholovým úhlem 190°. Přesný tvar a rozměry monitorovacích oblastí je možno pohodlně upravit na požadovanou velikost. Parametrizaci ochranných a varovných polí podobně jako diagnostiku chyb možno zajistit komfortně přes sériové rozhraní z PC s využitím softwaru, který je součástí dodávky skeneru. Uživatel má při použití laserového skeneru k dispozici dva bezpečné spínací tranzistorové výstupy. Bezpečnostní laserové skenery řady SD3-A1 jsou zkoušeny podle normy IEC 61496-1/-2 a vyhovují požadavkům bezpečnostní kategorie 3 normy EN ISO 13849-1. Skenery pracují s provozním napětím 24 V a mohou být nasazeny v prostředí s teplotou okolí 0 až +50°C. [27]

Zásadním využitím moderního laserového skeneru je zejména zabezpečení nebezpečných míst a rizikových zón u lisů, CNC strojů a jiných výrobních zařízení. Mezi nejužitečnější funkce skeneru patří obzvláště jeho rychlost a spolehlivost. Tyto atributy bezpečnostních prvků jsou při provozu a obsluhování strojních zařízení vysoce žádané.



Obr. č. 29 Laserový skener SD3-A1 [27]

5.5 Zařízení pro nouzové zastavení

Eaton Corporation, průmyslový výrobce širokého spektra produktů, doplnil řadu ovládacích a signalizačních přístrojů RMQ-Titan o nové provedení tlačítek nouzového zastavení (Obr. č. 30). Volitelným doplňkem je modul pro kontrolu upevnění jednotek kontaktů k ovládací hlavici. Ten v případě poruchy tlačítka dokáže odpojit zátěž. Mezi dalšími novinkami je pak barevná signalizace polohy tlačítka nebo prosvětlený kroužek zvyšující viditelnost stavu nebo umístění tlačítka. Tlačítka jsou nadále standardně nabízena v průměrech 45 nebo 60 mm, včetně nebo bez prosvětlení (LED diody) a případně s mechanickým ukazatelem polohy pro jednoduchou identifikaci stavu tlačítka nouzového zastavení. Mechanická signalizace v základní poloze zobrazuje barvu zelenou, po stisku se změní na červenou.

Užitečným doplňkem tlačítek EATON je také prosvětlený kroužek, jenž zvyšuje viditelnost stavu nebo umístění tlačítka. Ovládání je možné pootočením nebo klíčem a jsou přizpůsobeny i pro ovládání v rukavicích. Samozřejmostí pak je provozuschopnost tlačítek ve znečištěných prostředích a možnost jejich zajištění až třemi zámky proti nežádoucí manipulaci. Tlačítko nouzového zastavení může být rovněž chráněno plombovacím krytem, který zabraňuje manuálnímu restartu.

Nově je přidán kontakt s kontrolou upevnění hlavičky. Další novinkou u tlačítek nouzového zastavení je kontakt s kontrolou mechanického upevnění hlavičky, který eliminuje pravděpodobnost poruchy. Kontroluje mechanické uchycení tlačítka a kontaktních modulů,

a pokud dojde k uvolnění a tím i ke ztrátě bezpečnostní funkce, odpojí bezpečnostní modul automaticky zátěž. [28]



Obr. č. 30 Zařízení pro nouzové zastavení [28]

5.6 Automatizační platforma SYSMAC

SYSMAC je systém, který zabezpečuje, řízení jednoho stroje prostřednictvím jednoho připojení a jednoho softwaru a představuje významný milník v desetiletém plánu společnosti OMRON zaměřeném na posílení a globalizaci její dominantní pozice v obchodním segmentu automatizace strojů.

Automatizační platforma Sysmac stojí na těchto hlavních principech:

- jedna platforma řízení pro celý stroj nebo výrobní buňku,
- harmonie mezi strojem a lidmi,
- otevřená komunikace a otevřené programovací standardy.

Výsledkem je výkonná a robustní automatizační platforma s novou řídicí jednotkou pro automatizaci strojů, integrující pohyb, sekvence, sítě a vizuální kontrolu, nový software (Sysmac Studio), který zahrnuje konfiguraci, programování, simulaci a sledování a rychlou komunikační síť pro řízení pohybu, kamerové systémy, senzory a akční členy.

Bezprostřední výhodou nové architektury je bezproblémová integrace základních schopností společnosti OMRON v jedné řídicí platformě. Řízení stroje a řízení pohybu jsou nyní jedním prvkem; průmyslová zařízení jsou řízena jednou komunikační sítí a programována jediným softwarem (Obr. č. 31). [29]



Obr. č. 31 Platforma SYSMAC [29]

5.7 SIMATIC S7-300 Starterkit

SIMATIC S7-300 je nejúspěšnějším programovatelným automatem na trhu. Starterkit 2009 obsahuje atraktivní model CPU 313C: dostatečně rychlý procesor a kompaktní provedení CPU nabízí 24 digitálních vstupů a 16 digitálních výstupů, dále 5 analogových vstupů a 2 analogové výstupy, vše je již integrované v jediném bloku.

Dále tato jednotka nabízí nejpoužívanější funkce jako rychlý čítač, pulsní výstup s PWM, PID regulaci apod. Pracovní paměť (64 kB) lze zálohovat prostřednictvím MMC a není tedy potřeba žádná baterie pro zálohování RAM. Tímto významně klesají nároky na pravidelnou údržbu řídicího systému.

Při řešení projektů z oblasti průmyslové automatizace je nutný software, který zajišťuje adekvátní podporu ve všech projektových činnostech (konfigurace hardware, programování a multi-uživatelský přístup, topologie komunikačních sítí/propojení, tvorba dokumentace, spojení s vizualizací). Všechny komponenty musí hladce spolupracovat a být rychle a jednoduše k dispozici. SIMATIC Software je univerzální konfigurační a vývojové prostředí pro všechny řídicí prvky SIMATIC od programovatelných automatů, až po aplikace na klasických PC s uplatněním jak ve strojní výrobě, tak v oblasti řízení kontinuálních technologických procesů. SIMATIC Software se základním balíčkem STEP 7 a jeho rozšiřitelnými moduly poskytuje kompletní podporu během celého výrobního cyklu – od plánování, přes realizaci, testování až po servis. [30]



Obr. č. 32 SIMATIC S7-300 [30]

5.8 Nášlapné rohože

Bezpečnostní nášlapné rohože HSM bezpečnostní kategorie 3 od firmy Haake-Technik fungují na čistě mechanickém principu, kdy při přítomnosti osoby na rohoži dojde k okamžitému rozepnutí bezpečnostního obvodu (*Obr. č. 33*). Není tak zapotřebí žádná externí vyhodnocovací jednotka, a proto může být rohož připojena přímo k bezpečnostnímu spínacímu relé podobně jako tlačítko nouzového zastavení. Jako novinku uvádí firma nášlapné rohože vyrobené z pevnějších a spolehlivějších materiálů. Rozměry rohože a typ ohraňovací lišty jsou na zakázku. Rohož s krytím je standardně z polyuretanu s šachovnicovým vzorem. Pro speciální aplikace je však možné materiál i vzor rohože změnit. [31]



Obr. č. 33 Bezpečnostní nášlapná rohož [31]

5.9 Software Protect Area Design

Software Protect Area Design, který poskytuje firma Schneider Electric, je konfigurační nástroj, který umožňuje výběr typu bezpečnostního detekčního systému (světelné bariéry, nášlapné rohože), v závislosti na typu aplikace.

Tento software umožňuje uživateli prostřednictvím grafického rozhraní vytvořit nebo změnit bezpečnost pracovního prostředí v rámci bezprostřední blízkosti potenciálně nebezpečného stroje.

Předem definované pole jsou stanovené (výběr kategorie řídicího systému, rozměrů stroje), software Protect Area Design, v závislosti na parametrech reakční doby (zařízení a ochranný systém) a typologie přístupu, propočítává bezpečnostní vzdálenost a zobrazuje optimální řešení bezpečnostní detekce. Rovněž je vytvořen seznam referencí, množství a příslušenství výrobku, které se bude používat. Software je určen k nápomoci při výběru, který umožní jednoduchou a rychlou konfiguraci. [32]

5.10 Simatic Mobile Panel

Firma Siemens nabízí nový mobilní operátorský panel typu Simatic Mobile Panel 277 nabízí 10,4" displej s velkým rozlišením 800 × 600 obrazových bodů a funkcí dotykového ovládání (Obr. č. 34). Ovládací zařízení umožňuje tak zobrazovat komplexní procesy probíhající ve velkých závodech. Přístroj, jako jeden z produktů řady 270, má ve své standardní verzi vysoký stupeň krytí, konkrétně IP 65, dotykové ovládání, tlačítko pro zastavení a tlačítko pro potvrzení události. USB rozhraní umožňuje velmi rychle přenášet automatizační projekty i zálohovat receptury.

Nový mobilní panel se konfiguruje ve vývojovém prostředí Simatic WinCC flexible. Všechny ostatní komponenty jako připojovací boxy, připojovací kabely apod. jsou stejné jako u dosavadních mobilních panelů. Uživatel může tudíž v daném závodě podle potřeby kombinovat mobilní panely Simatic různých provedení. [33]



Obr. č. 34 Mobilní ovládací panel [33]

Dílčí závěr

Mezi hlavní směry vývoje bezpečnostních prvků patří zejména spolehlivost prvků, kvalita materiálů, přesnost operací a jejich rozměry. V poslední kapitole jsou popsány moderní bezpečnostní prvky, které napomáhají snížit rizika ohrožení v nebezpečných prostorech strojních zařízení. Výrobci inovují své dosud na trhu dostupné výrobky, aby byl jejich provoz a instalace co nejjednodušší. Inovací bezpečnostních prvků, dochází k rozšiřování aplikačních bezpečnostních řešení. Hlavním vývojovým trendem je integrita systémů, ovládání bezpečnostních prvků a bezpečnost při obsluze strojních zařízení. Mezi nejčastější bezpečnostní prvky, které byly inovovány, patří zejména světelné bariéry, laserové skenery, řídicí relé a zařízení pro nouzová zastavení.

ZÁVĚR

V této diplomové práci zaměřené na bezpečnost strojních zařízení bylo mým cílem naplnit stanovené body zadání a v souladu s těmito body zadání jsem se snažil práci zpracovat přehledným a jednoduchým způsobem. V úvodní kapitole jsem zpracoval přehled základních právních předpisů souvisejících se zajištěním bezpečnosti strojních zařízení. Jedná se zejména o shrnutí požadavků zákoníku práce na bezpečnost a ochranu zdraví při práci, popis základních požadavků, které se vztahují k obecným zásadám, zásadám zajišťování bezpečnosti, ovládacím zařízením a ochranným krytům pro uvedení strojního zařízení na trh, nebo k provozu stávajících zařízení a v poslední řadě také shrnutí požadavků a norem technických předpisů. V druhé kapitole diplomové práce jsem zpracoval souhrn nejdůležitějších stanovených náležitostí, které musí výrobce nebo dovozce strojního zařízení řešit před uvedením výrobku na trh, dále také požadavky pro spouštění a zastavení strojních zařízení a požadavky pro servisní režim, ochranné kryty a zařízení. Mezi nejdůležitější náležitosti patří zejména posouzení rizik a posouzení shody výrobku. Ve třetí kapitole jsem popsal nečastější a nejefektivnější užívané bezpečnostní prvky, kterými jsou světelné bariéry, náslapné rohože, obouruční zařízení a potvrzovací spínače. V praxi jsou aplikovány zejména kombinace uvedených bezpečnostních prvků. Následně jsem navrhl tabulku, která uvádí výhody a nevýhody bezpečnostních prvků a může být nápomocná při výběru těchto bezpečnostních prvků. Ve čtvrté kapitole jsem na modelových příkladech výrobního procesu navrhl aplikace bezpečnostních prvků na vybraných jednotlivých strojních zařízeních. Vybral jsem dle mého názoru nejefektivnější prvky pro bezpečný provoz strojních zařízení a následně jsem je aplikoval do návrhu bezpečnostního řešení. V závěrečné kapitole této diplomové práce jsem uvedl prvky, které v současné době uvádí výrobci jako nejmodernější bezpečnostní prvky v oblasti zajištění bezpečnosti při obsluze strojních zařízení. Uvedené prvky se díky novým technologickým postupům stávají spolehlivějšími a kvalitnějšími. Ohrožení obsluhy strojního zařízení klesá a to považuji z hlediska bezpečnosti jako velké zlepšení.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

In this thesis, which focused on the safety of mechanical machinery, my goal has been to meet the established entry points and in accordance with these points I have tried to formulate the thesis in a transparent manner. In the introductory chapter, I have prepared an overview of basic legal and technical regulations related to ensuring safety of mechanical machinery. In particular, it is the summary of requirements for safety and health at work in the Labor Code, a description of the essential requirements that are related to general principles, principles of ensuring of safety, control devices and protective covers for placing the mechanical machinery on the market, or for the operation of existing devices and as the last a summary of the relevant requirements of technical standards. In the second chapter of the thesis I have compiled a summary of major activities established for the manufacturer or the importer of the mechanical machinery to solve before placing the product on the market, as well as requirements for starting and stopping of the mechanical machinery and requirements for service arrangements, protective covers and equipment. The key elements include risk assessment and the assessment of the compliance of the product. In the third chapter, I have described the most common and most effective uses of safety features, which are light barriers, stepping mats, equipment and two-handed equipment and confirmation switches. In practice, particularly a combination of these security features is applied. Gained knowledge was then summarized and presented in the form of comparison in terms of security features, of advantages and disadvantages of their employment. In the fourth chapter, I have designed safety features for selected individual mechanical machineries in model examples of process applications. I have chosen in my opinion the most effective elements for safe operation of mechanical machinery and then I have applied them to the design of the security solution. In the final chapter of this thesis I have mentioned the elements, which are currently listed by the manufacturers as the most modern safety features in the area of ensuring of safety when operating the mechanical machinery. These elements are due to new technological processes becoming more reliable and of higher quality. Threats for operators of mechanical machinery are on decline and I consider this as far as safety as a big improvement.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] České republika. Zákon č. 22/1997 Sb., Zákon o technických požadavcích na výrobky. In *Sbírka zákonů*. 1997.
- [2] České republika. Zákon č. 262/2006 Sb., Zákoník práce. In *Sbírka zákonů*. 2006.
- [3] České republika. Zákon č. 176/2008 Sb., Nařízení vlády o technických požadavcích na strojní zařízení. In *Sbírka zákonů*. 2008.
- [4] ČSN EN ISO 12100. Bezpečnost strojních zařízení – Všeobecné zásady pro konstrukci. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, 2011. Třídící znak 833001.
- [5] ČSN EN 1070. Bezpečnost strojních zařízení – Terminologie. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, 2000. Třídící znak 833000.
- [6] ČSN EN 60204-1 ed. 2. Bezpečnost strojních zařízení - Elektrická zařízení strojů - Část 1: Všeobecné požadavky. Praha: Český normalizační institut, 2007. Třídící znak 33 2200.
- [7] ČSN EN ISO 62061. Bezpečnost strojních zařízení- Funkční bezpečnost elektrických, elektronických a programovatelných elektronických systémů souvisejících s bezpečností. Praha: Český normalizační institut, 2005. Třídící znak 332208.
- [8] ČSN EN 61508-1 ed. 2. Funkční bezpečnost elektrických, elektronických programovatelných systémů - Část 1: Všeobecné požadavky. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011. Třídící znak 180301.
- [9] ČSN EN ISO 13855. Bezpečnost strojních zařízení – Umístění ochranných zařízení s ohledem na rychlosti přiblížení částí lidského těla. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010. Třídící znak 833303.
- [10] ČSN EN 1760-1 +A1. Bezpečnost strojních zařízení – Ochranná zařízení citlivá na tlak - Část 1: Všeobecné zásady pro konstrukci a zkoušení rohoží citlivých na tlak a podlah citlivých na tlak. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009. Třídící znak 833301.

- [11] ČSN EN 349 +A1. Bezpečnost strojních zařízení – Nejmenší mezery k zamezení stlačení částí lidského těla. Praha: Český normalizační institut, 2008. Třídící znak 833211.
- [12] ČSN EN ISO 13849-1. Bezpečnost strojních zařízení - Bezpečnostní části ovládacích systému - Část 1: Všeobecné zásady pro konstrukci. Praha: Český normalizační institut, 2008. Třídící znak 833205.
- [13] AUTOMA. Časopis pro automatizační techniku Leden - 2010 [online]. [cit. 2012-02-15]. Dostupné z: <<http://odbornecasopisy.cz/>>
- [14] AUTOMA. Časopis pro automatizační techniku Červen - 2010 [online]. [cit. 2012-01-07]. Dostupné z: <<http://www.odbornecasopisy.cz/>>
- [15] SCHNEIDER ELECTRIC. Bezpečnostní příručka pro strojní zařízení. [online]. [cit. 2012-01-10]. Dostupné z <<http://preventa.schneider-electric.cz/>>
- [16] ROCKWELL AUTOMATION. Bezpečnostní řídicí systémy pro strojní zařízení. [online]. [cit. 2012-03-20]. Dostupné z: <<http://literature.rockwellautomation.com>>
- [17] CNC řezací stroj [online]. [cit. 2012-03-05]. Dostupné z: <<http://www.vanad.cz/>>
- [18] Světelná bariéra Datalogic SG [online]. [cit. 2012-03-16]. Dostupné z: <<http://www.oemautomatic.cz>>
- [19] Hydraulický lis [online]. [cit. 2012-0-17]. Dostupné z: <<http://www.presshydraulika.cz/>>
- [20] Obouruční ovládací zařízení DUELCO PCB3 [online]. [cit. 2012-02-05]. Dostupné z: <<http://www.duelco-safety.com>>
- [21] Pásová pila na kov PMS 2000/1600 VBS [online]. [cit. 2012-02-05]. Dostupné z: <<http://www.pasova-pila-na-kov.cz>>
- [22] Autonomní čtečka karet s klávesnicí K3 [online]. [cit. 2012-03-14]. Dostupné z: <<http://www.chcibezpeci.cz>>
- [23] Státní úřad inspekce práce. [online]. [cit. 2012-04-14]. Dostupné z: <<http://www.suip.cz>>

- [24] Bezpečnostní světelné záclony SL-V [online]. [cit. 2012-03-14]. Dostupné z: <<http://www.keyence.com> >
- [25] Bezpečnostní řídicí relé ESR5 [online]. [cit. 2012-02-16]. Dostupné z: <<http://www.eatonelektrotechnika.cz> >
- [26] Bezpečnostní řídicí relé EasySafety [online]. [cit. 2012-02-16]. Dostupné z: <<http://www.eatonelektrotechnika.cz> >
- [27] Laserový skener SD3-A1 [online]. [cit. 2012-01-25]. Dostupné z: <<http://www.panasonic-electric-works.cz> >
- [28] Zařízení pro nouzové zastavení [online]. [cit. 2012-01-17]. Dostupné z: <<http://www.eatonelektrotechnika.cz>>
- [29] Automatizační platforma SYSMAC [online]. [cit. 2012-02-04]. Dostupné z: <<http://www.industrial.omron.cz>>
- [30] SIMATIC S7-300 Starterkit [online]. [cit. 2012-03-04]. Dostupné z: <<http://www1.siemens.cz>>
- [31] Bezpečnostní nášlapné rohože [online]. [cit. 2012-01-17]. Dostupné z: <<http://www.schmactl.cz>>
- [32] Software Protect Area Design [online]. [cit. 2012-02-04]. Dostupné z: <<http://www.schneider-electric.cz>>
- [33] SIMATIC Mobile Panel [online]. [cit. 2012-02-23]. Dostupné z: <<http://www1.siemens.cz>>
- [34] SIEMENS [online]. [cit. 2012-02-03]. Dostupné z: <<http://www1.siemens.com>>
- [35] Výzkumný ústav bezpečnosti práce [online]. [cit. 2011-12-01]. Dostupné z: <<http://www.vubp.cz/>>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AC	Střídaví proud.
AS-INTERFACE	Actuator sensor interface.
CEN	Evropský výbor pro normalizaci.
CENELEC	Evropský výbor pro elektrotechnickou normalizaci.
CNC	Computer Numerical Control.
CPU	Centrální výpočetní jednotka.
DC	Stejnoseměrný proud.
EN	Evropská norma.
IEC	Mezinárodní úřad pro elektrotechniku.
IEV	Mezinárodní elektrotechnický slovník.
LED	Světlo emitující dioda.
MMC	MultiMediaCard.
OOP	Objektově orientované programování.
PC	Osobní počítač.
PID	Identifikátor procesu.
PLC	Programovatelný automat pro řízení technologický procesů.
RAM	Vyrovnávací paměť počítače.
SRECS	Elektrický řídicí systém související s bezpečností.
USB	Univerzální sériová sběrnice.

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. č. 1 Rozdělení skupin norem</i>	18
<i>Obr. č. 2 Nebezpečný prostor [13]</i>	26
<i>Obr. č. 3 Stop-kategorie 0 [34]</i>	27
<i>Obr. č. 4 Stop-kategorie 1 [34]</i>	28
<i>Obr. č. 5 Stop-kategorie 2 [34]</i>	28
<i>Obr. č. 6 Bezpečná vzdálenost [13]</i>	30
<i>Obr. č. 7 Světelné bariéry [15]</i>	31
<i>Obr. č. 8 Nášlapné koberce [15]</i>	32
<i>Obr. č. 9 Obouruční ovládací zařízení [15]</i>	33
<i>Obr. č. 10 Potvrzovací spínače [15]</i>	34
<i>Obr. č. 11 Doplnující bezpečnostní zařízení [15]</i>	35
<i>Obr. č. 12 Rizika při obsluze strojních zařízení [35]</i>	36
<i>Obr. č. 13 Rozdělení prvků [16]</i>	40
<i>Obr. č. 14 CNC Řezací stroj [17]</i>	43
<i>Obr. č. 15 Pohyblivá část CNC stroje [17]</i>	44
<i>Obr. č. 16 Světelné závory Datalogic SG [18]</i>	45
<i>Obr. č. 17 Lokace bezpečnostních prvků</i>	47
<i>Obr. č. 18 Hydraulický lis [19]</i>	48
<i>Obr. č. 19 Obouruční ovládací panel Duelco PCB3 [20]</i>	49
<i>Obr. č. 20 Lokace bezpečnostních prvků</i>	51
<i>Obr. č. 21 Pásová pila na kov [21]</i>	52
<i>Obr. č. 22 Lokace bezpečnostních prvků</i>	54
<i>Obr. č. 23 Struktura systému [15]</i>	55
<i>Obr. č. 24 Elektronický vstupní systém K3 [22]</i>	57
<i>Obr. č. 25 Pracovní úrazy 2004-2010 [23]</i>	59
<i>Obr. č. 26 Pracovní úrazy na strojních zařízeních [23]</i>	60
<i>Obr. č. 27 Světelné záclony SL-V [24]</i>	62
<i>Obr. č. 28 ESR5 Bezpečnostní relé [25]</i>	63
<i>Obr. č. 29 Laserový skener SD3-A1 [27]</i>	65
<i>Obr. č. 30 Zařízení pro nouzové zastavení [28]</i>	66
<i>Obr. č. 31 Platforma SYSMAC [29]</i>	67

<i>Obr. č. 32 SIMATIC S7-300 [30]</i>	68
<i>Obr. č. 33 Bezpečnostní nášlapná rohož [31]</i>	68
<i>Obr. č. 34 Mobilní ovládací panel [33]</i>	70

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. č. 1 Základní požadavky</i>	16
<i>Tab. č. 2 Přehled norem.....</i>	17
<i>Tab. č. 3 Výhody a nevýhody bezpečnostních prvků</i>	37
<i>Tab. č. 4 Navržené bezpečnostní prvky</i>	56