

Bezpečnost strojních zařízení

Ján Gaľa

Bakalářská práce
2017



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Ján Gaľa
Osobní číslo: A15133
Studijní program: B3902 Inženýrská informatika
Studijní obor: Bezpečnostní technologie, systémy a management
Forma studia: kombinovaná

Téma práce: Bezpečnost strojních zařízení
Téma anglicky: The Safety of Machinery and Equipment

Zásady pro vypracování:

1. Analyzujte legislativní požadavky na bezpečnost strojních zařízení.
2. Definujte základní technické požadavky na bezpečnost strojních zařízení.
3. Pojednejte o současných bezpečnostních prvcích.
4. Na modelovém příkladu proveďte návrh aplikace bezpečnostních prvků.
5. Popište moderní trendy v zajištění bezpečnosti strojních zařízení.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. FRASER, I. Příručka pro uplatňování směrnice o strojních zařízeních 2006/42/ES. 2. vyd. Brusel: Evropská komise Podnikání a průmysl, 2010. 401 s.
2. Directive 2006/42/EC of the European Parliament and of the Council of 17 May 2006 on machinery, and amending Directive 95/16/EC (recast). In Official Journal of the European Union L 157. Luxembourg: The Publications Office of the European Union, 2006. 63 p.
3. ČSN EN ISO 12100 Bezpečnost strojních zařízení- Všeobecné zásady pro konstrukci - Posouzení rizika a snižování rizika. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011. Třídící znak 83 3001.
4. 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.
5. Česká republika. Zákon č. 90/2016 Sb., o posuzování shody stanovených výrobků při jejich dodávání na trh. In Sběrka zákonů. 2016, 36, s. 1762-1784.
6. VALOUCH, Jan. Machinery for the Production of Sugar Conformity Assessment and Placing on the Market. Czech Sugar and Beet Journal. No. 3, 132, 2016. Praha: VUC Praha, 2015. ISSN 1210-3306 (Print). ISSN 1805-9708 (Online). p. 106 110. WOS:000373057300009.
7. Česká republika. Nařízení vlády 176/2008 Sb., o technických požadavcích na strojní zařízení. In Sběrka zákonů. 2008, 56, s. 2265-2328.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jan Valouch, Ph.D.

Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

12. prosince 2017

Termín odevzdání bakalářské práce:

24. května 2018

Ve Zlíně dne 12. prosince 2017

doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
děkan



Ing. Jan Valouch, Ph.D.
ředitel ústavu

Prohlašuji, že


- beru na vědomí, že odevzdáním 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 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 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 připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování 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 bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně, dne 23. 5. 2018

diplomanta

.....
podpis

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá zabezpečením strojních zařízení v průmyslové výrobě. Úvodní část obsahuje legislativní požadavky na zabezpečení a definování technických požadavků na bezpečnost strojních zařízení. V další části bakalářské práce je analyzován postup posouzení shody a je také pojednáno o současných bezpečnostních prvcích. Výstupem práce je vlastní návrh zabezpečení výrobního zařízení na modelovém příkladu, kde je provedená analýza rizik a následná aplikace bezpečnostních prvků. Závěrem jsou popsány moderní trendy v průmyslové bezpečnosti strojních zařízení.

Klíčová slova: bezpečnost, návrh zabezpečení, strojní zařízení, riziko, bezpečnostní prvky

ABSTRACT

Bachelor's thesis contain safety of machinery in industrial production. The introductory part contains legislative requirements for securing and defining technical requirements for the safety of machinery. In the next part of the bachelor thesis, the conformity assessment procedure is analyzed and the current security elements are also discussed. The output of the thesis is the own design of the security of the production equipment on the model example where the risk analysis and the subsequent application of the safety elements are carried out. In conclusion are described modern trends in industrial safety of machinery.

Keywords: security, security design, machinery, risk, security features

Chtěl bych poděkovat panu Ing. Janu Valouchovi, Ph.D., vedoucímu bakalářské práce, za příkladné vedení a cenné připomínky při tvorbě této práce. Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Petru Mrázkovi z divize ESH Continental Barum s.r.o. za poskytnuté podklady a trpělivost při zodpovídání mých dotazů. V neposlední řadě chci poděkovat mé přítelkyni a rodině za podporu při studiu.

Motto: *„Pamatuj, že i ta nejtěžší hodina ve tvém životě, má jen 60 minut.“*

Sofoklés

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

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 POŽADAVKY NA STROJNÍ ZAŘÍZENÍ	11
1.1 PRÁVNÍ PŘEDPISY	11
1.1.1 Zákon č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky	11
1.1.2 Nařízení vlády č. 176/2008 Sb. o technických požadavcích na strojní zařízení	13
1.1.3 Zákon č. 90/2016 Sb. o posuzování shody stanovených výrobků při jejich dodávání na trh	14
1.2 TECHNICKÉ NORMY	14
1.2.1 Klasifikace norem pro strojní zařízení	15
1.2.2 ČSN EN ISO 12100 Bezpečnost strojních zařízení – Všeobecné zásady pro konstrukci – Posouzení rizika a snižování rizika	16
1.2.3 ČSN EN 60204-1 – Bezpečnost strojních zařízení – Elektrická zařízení strojů - Část 1: Všeobecné požadavky.....	19
2 BEZPEČNOST STROJNÍCH ZAŘÍZENÍ	23
2.1 POSOUZENÍ SHODY	23
2.1.1 Postupy posuzování shody	23
2.1.2 ES prohlášení o shodě a označení CE	24
2.2 BEZPEČNOSTNÍ PRVKY	25
2.2.1 Vstupní prvky	25
2.2.2 Logické prvky	28
2.2.3 Výstupní prvky.....	30
II PRAKTICKÁ ČÁST	32
3 VÝROBNÍ ZAŘÍZENÍ	33
3.1 POPIS VULKANIZAČNÍHO LISU	33
3.1.1 Vulkanizační lis CK 52".....	33
3.2 PRINCIP VULKANIZAČNÍHO LISU	34
3.2.1 Vulkanizace.....	34
3.2.2 Základní funkce vulkanizačního lisu	35
4 NÁVRH ZABEZPEČENÍ STROJNÍHO ZAŘÍZENÍ	38
4.1 ANALÝZA RIZIK VULKANIZAČNÍHO LISU	38
4.1.1 Postup analýzy rizik	38
4.2 APLIKACE BEZPEČNOSTNÍCH PRVKŮ.....	45
4.2.1 Umístění bezpečnostních prvků	46
4.2.2 Funkce navrženého opatření	48
5 MODERNÍ TRENDY V PRŮMYSLOVÉM ZABEZPEČENÍ	49
5.1 BEZPEČNOSTNÍ KAMEROVÝ SYSTÉM.....	49
5.2 SICK MICROSCAN3	49
5.3 BECKHOFF TWINSAFE	50
ZÁVĚR	52
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	53

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	56
SEZNAM OBRÁZKŮ	57
SEZNAM TABULEK.....	58

ÚVOD

Bakalářská práce se věnuje tématu zabezpečení strojních zařízení. V dnešní době, kdy je honba za plně automatizovanou výrobou v plném proudu, jsou požadavky na bezpečnost stále navyšovány. Stroje totiž dokáží pracovat nepřetržitě a bez nutných přestávek, ale i nadále je zde nutný dozor obsluhy. Avšak ani přítomnost obsluhy nedokáže vyloučit možnost nebezpečných situací. Proto musí být zabezpečení strojního zařízení na nejlepší možné úrovni a musí počítat se všemi možnými scénáři situací. Pak je možné snížit počet úrazů a dalších ohrožení lidí na co nejmenší úroveň. Navíc v dnešní vyspělé době je možnost výběru z velkého množství bezpečnostních prvků. Je možné použít bezpečnostní prvky s jednoduchým principem, montáží a správou, ale také se dají použít ty nejmodernější prvky s novými technologiemi. Na trhu je ohromné množství firem, které se touto problematikou zabývají a zákazník si tak může zvolit řešení, které mu nejvíce vyhovuje. Nicméně všechna strojní zařízení musejí splňovat stanovené právní a technické požadavky.

V bakalářské práci je cílem navrhnout zabezpečení strojního zařízení na modelovém příkladu. V úvodu práce jsou analyzovány legislativní požadavky složené z právních předpisů a technických norem. Dále je v práci zmíněno o posouzení shody a výčet informací, které má obsahovat. Tyto předpisy ovlivňují i umístění a funkci bezpečnostních prvků, které jsou popsány v teoretické části práce. Cílem bylo představení bezpečnostních prvků s popisem jejich funkcí v systému a zařazením do jedné ze skupin, kam spadají. Tím je zakončena teoretická část. Praktická část se věnuje samotnému návrhu zabezpečení, který začíná popisem modelového strojního zařízení. Zařízení je popsáno z hlediska strojních částí a popisem fází jeho pracovního cyklu. S tímto popisem je uvedena i funkce zařízení, které má na výrobek. Další část je věnována analýze rizik, jejíž výsledek je uveden v tabulkách. Hlavním bodem je samotný návrh, který je složen z umístění prvků a jejich funkcí pro modelový příklad strojního zařízení. Závěr práce je věnován moderním trendům v oblasti průmyslové bezpečnosti.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 POŽADAVKY NA STROJNÍ ZAŘÍZENÍ

V kapitole se pojednává o požadavcích vybraných právních předpisů, které se vztahují na bezpečnost strojních zařízení. Základním právním předpisem pro výrobce strojních zařízení je zákon č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky [1]. V současnosti jsou požadavky na bezpečnost a spolehlivost nedílnou součástí technických požadavků na moderní technické objekty a systémy. Proto je nemyslitelné, že by mohly být úspěšné bez jasně definovaných požadavků na spolehlivost a bezpečnost. Zvláště u objektů nebo systémů, jejichž poruchy mohou zapříčinit ohrožení zdraví a života osob, životního prostředí či materiálové škody, jsou požadavky na bezpečnost a spolehlivost stanoveny zákony, směrnicemi, standarty, atd., které jsou závazné [2].

1.1 Právní předpisy

V rámci uvádění výrobku na trh musejí být dodrženy určité právní předpisy a zákony. V následující tabulce budou vypsány právní předpisy, které úzce souvisejí s bezpečností strojních zařízení.

Tab. 1. Právní předpisy – strojní zařízení

Název	Popis
SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2006/42/ES	o strojních zařízeních a o změně směrnice 95/16/ES (přepřacované znění)
SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2009/104/ES	o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví pro používání pracovního zařízení zaměstnanci při práci (druhá samostatná směrnice ve smyslu čl. 16 odst. 1 směrnice 89/391/EHS)
Zákon č. 22/1997 Sb.	o technických požadavcích na výrobky
Nařízení vlády č. 378/2001 Sb.	nařízení vlády, kterým se stanoví bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a nářadí
Nařízení vlády č. 176/2008 Sb.	o technických požadavcích na strojní zařízení
Nařízení vlády č. 118/2016 Sb.	o posuzování shody elektrických zařízení určených pro používání v určitých mezích napětí při jejich dodávání na trh
Nařízení vlády č. 117/2016 Sb.	o posuzování shody výrobků z hlediska elektromagnetické kompatibility při jejich dodávání na trh
Zákon č. 90/2016 Sb.	o posuzování shody stanovených výrobků při jejich dodávání na trh

1.1.1 Zákon č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky

Podle zákona č. 22/1997 Sb. je povinností výrobce, dovozce a distributora uvádět na trh pouze bezpečné výrobky. Bezpečným výrobkem je výrobek, který nepředstavuje žádné

nebezpečí při běžných nebo předvídatelných podmínkách po dobu jeho stanovené životnosti. Za bezpečný výrobek je považován i ten, který představuje pouze minimální nebezpečí, ale lze toto nebezpečí považovat za přijatelné, je-li úroveň ochrany natolik vysoká a odpovídající k chráněnému zájmu[3].

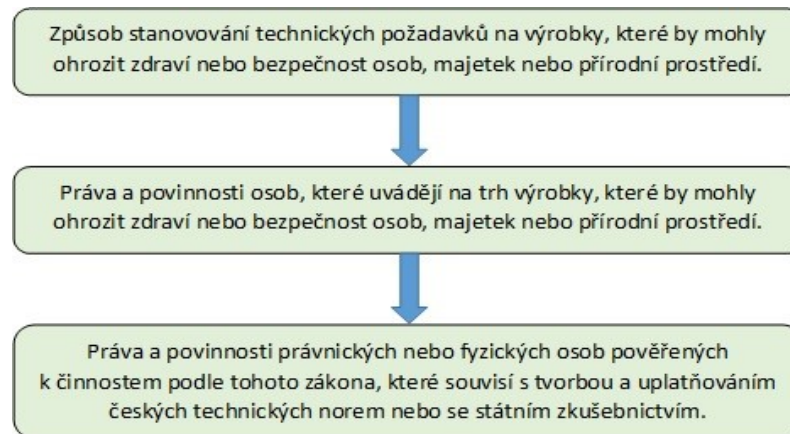


Obr. 1. Sledování bezpečnosti výrobků [3], upravil Gaľa 2018

Pro každý sektor výrobků (strojní zařízení, stavební výrobky, výtahy, hračky atd.) jsou k uvedenému zákonu vydána nařízení vlády, které dané požadavky konkretizují. Strojní zařízení musí v této souvislosti splňovat následující předpisy:

- a) nařízení vlády č. 117/2016 Sb. o posuzování shody výrobků z hlediska elektromagnetické kompatibility při jejich dodávání na trh,
- b) nařízení vlády č. 118/2016 Sb. o posuzování shody elektrických zařízení určených pro používání v určitých mezích napětí při jejich dodávání na trh,
- c) nařízení vlády č. 176/2008 Sb. o technických požadavcích na strojní zařízení.

Výše uvedené předpisy zpracovávají a přidávají do českého právního řádu příslušné směrnice Evropského parlamentu a rady. Konkrétně **nařízení vlády č. 176/2008 Sb.** zpracovává *Směrnici Evropského parlamentu a rady 2006/42/ES o strojních zařízeních a o změně směrnice 95/16/ES* [1].



Obr. 2. Zákon č. 22/1997 Sb. – předmět úpravy [3], upravil Gaľa 2018

1.1.2 Nařízení vlády č. 176/2008 Sb. o technických požadavcích na strojní zařízení

„Nařízení zpracovává příslušné předpisy Evropských společenství a upravuje technické požadavky na:

- a) strojní zařízení,
- b) vyměnitelná přídavná zařízení,
- c) bezpečnostní součásti,
- d) příslušenství pro zdvihání,
- e) řetězy, lana a popruhy,
- f) odnímatelná mechanická převodová zařízení,
- g) neúplná strojní zařízení.“ [4]

Dále pro strojní zařízení upravuje jejich uvádění na trh nebo do provozu, postupy posuzování shody, postup u neúplného strojního zařízení, omezování platnosti dokumentů, označení CE, oznámení o uložení ochranného opatření, autorizaci a notifikaci [4].

„Před uvedením strojního zařízení na trh nebo do provozu je výrobce nebo jeho zplnomocněný zástupce:

- a) zajistit, aby splňovalo příslušné základní požadavky na ochranu zdraví a bezpečnost,
- b) zajistit, aby byla k dispozici technická dokumentace,
- c) poskytnout zejména potřebné informace, např. návod k používání,
- d) provést příslušné postupy k posouzení shody,
- e) vypracovat ES prohlášení o shodě a zajistit, aby toto prohlášení bylo přiloženo ke strojnímu zařízení a připojit označení CE“ .[5]

1.1.3 Zákon č. 90/2016 Sb. o posuzování shody stanovených výrobků při jejich do- dávání na trh

S možností rizik, které mohou nastat s používáním strojních zařízení, by měly být zavedeny postupy posuzování shody s ohledem na základní požadavky ochrany zdraví a bezpečnosti. Postupy se mají navrhnout podle nebezpečí určitého strojního zařízení, a proto by každá kategorie měla mít svůj vlastní postup posuzování shody [6].

Zákon č. 90/2016 Sb., který zpracovává příslušné předpisy Evropské unie pro uvádění výrobků na trh. Dále upravuje postupy státních orgánů, aby se na trh nedostaly výrobky, které mohou být zdraví, životu nebezpečné nebo mohou poškodit majetek a životní prostředí či jiný veřejný záměr. V návaznosti na předpisy Evropské unie a stanovením nařízením vlády tento zákon upravuje:

- a) obecné zásady pro dodávání výrobků na trh nebo provozu,
- b) způsob stanovení výrobků k posuzování shody a technických požadavků,
- c) práva a povinnosti osob, které uvádějí, dodávají výrobky na trh nebo do provozu,
- d) posuzování shody výrobků,
- e) oblast státního zkušebnictví a dozoru nad trhem,
- f) práva a povinnosti osob oprávněných k činnostem, které souvisejí se státním zkušebnictvím,
- g) povinnosti při poskytování informací s dodáváním výrobků na trh a posuzování shody [7].

1.2 Technické normy

Technická norma je vyjádření požadavků pro výrobek, proces nebo službu, aby za specifických podmínek byly vhodné pro daný účel. Stanovuje základní požadavky na kvalitu a bezpečnost, slučitelnost, zaměnitelnost, ochranu zdraví a životního prostředí.

Česká technická norma je:

- a) **Původní česká technická norma**, která se může vytvářet pouze v oblastech, ve kterých neexistují normy evropské nebo mezinárodní. Značí se ČSN a tvoří cca. 10% z celkové roční produkce technických norem.

- b) **Evropské nebo mezinárodní normy**, které se značí EN, ISO atd. a jsou přijaty do soustavy českých norem. Tvoří 90% celkové roční produkce technických norem a značí se ČSN EN, ČSN ISO atd. a současně ruší překonané či konfliktní normy [8].

1.2.1 Klasifikace norem pro strojní zařízení

Pro strojní zařízení se normy rozdělují do tří typů. Jsou to typy A, B a C. Uvedené rozdělení umožňuje tvůrcům norem odkázat se pro konkrétní kategorie strojních zařízení na horizontální normy, která obsahují prověřená technická řešení [6].

Norma typu A upřesňuje základní pojmy, terminologii a zásady navrhování pro všechny kategorie strojních zařízení. Poskytuje základní rámec náležitého uplatňování směrnice o strojním zařízení, ale je nedostatečná pro získání shody se základními požadavky na ochranu zdraví a bezpečnost.

„Norma typu B se zabývá zvláštními aspekty bezpečnosti strojních zařízení nebo zvláštními druhy ochranných opatření, jež lze použít u celé škály kategorií strojních zařízení.“ [6] Jejich použití vede k předpokladu shody se základními požadavky, které tyto normy zahrnují [6].

Norma typu C je specifická pro danou kategorii strojních zařízení. Mohou odkazovat na normy typu A nebo B a poukazovat, které specifikace z norem typu A nebo B se dají použít na danou kategorii strojních zařízení. Pokud se norma typu C odchyluje specifikací od typu A nebo B, má její specifikace přednost. Použití normy typu C vede k předpokladu shody se základními požadavky na ochranu zdraví a bezpečnost [6].

Tab. 2. Technické normy – strojní zařízení

Norma	Název
ČSN EN ISO 12100	Bezpečnost strojních zařízení – Všeobecné zásady pro konstrukci – Posouzení rizika a snižování rizika
ČSN EN 60204-1	Bezpečnost strojních zařízení – Elektrická zařízení strojů – Část 1: Všeobecné požadavky
ČSN EN ISO 14120	Bezpečnost strojních zařízení – Ochranné kryty – Obecné požadavky pro konstrukci a výrobu pevných a pohyblivých ochranných krytů
ČSN EN 16474	Stroje na výrobu plastů a pryže – Stroje na vulkanizaci pneumatik – Bezpečnostní požadavky

1.2.2 ČSN EN ISO 12100 Bezpečnost strojních zařízení – Všeobecné zásady pro konstrukci – Posouzení rizika a snižování rizika

Nahrazuje normu ČSN EN ISO 12100-1:2003. Předmětem normy je definice základní terminologii, zásady a metodologii, která je využívána pro dosažení bezpečnosti strojních zařízení. Stanovená opatření v normě jsou určeny pro konstruktéra. Jedná se o normu typu A – základní bezpečnostní norma [9].

Je zde uvedeno mnoho různých definic a termínů, které se týkají bezpečnosti strojních zařízení. Proto jsem se rozhodl vybrat jen ty, které jsou dle mého názoru nejvíce vhodné k zadání bakalářské práce.

Termíny a definice:

„Strojní zařízení (stroj)“

Montážní celek sestavený z části nebo součástí strojů, z nichž je alespoň jedna pohyblivá, s příslušnými pohonnými zařízeními, řídicími a silovými obvody, vzájemně spojených za účelem specificky přesně stanoveného použití, zejména pro zpracování, úpravu, dopravu nebo balení materiálu. Termíny také zahrnují sestavu strojů, které jsou za účelem dosažení stejného cíle uspořádány a ovládány, aby fungovaly jako jeden celek.

Spolehlivost (stroje)

Schopnost stroje, nebo jeho součástek nebo jeho vybavení vykonávat v daném časovém období a za specifických podmínek požadovanou funkci bez poruchy.

Nebezpečí

Potenciální zdroj úrazu. Nebezpečí předpokládané v této definici je buď

- a) nepřetržitě přítomné během předpokládaného použití stroje,*
- b) nebo se může objevit neočekávaně.*

Bezpečnostní ochrana

Ochranné opatření používající bezpečnostní zařízení k ochraně osob před nebezpečími, která nemohou být dostatečně odstraněna nebo před riziky, která nemohou být dostatečně snížena opatřeními zabudovanými v konstrukci.

Závada; Poruchový stav

Stav objektu charakterizovaný neschopností vykonávat požadovanou funkci, kromě stavu při preventivní údržbě nebo jiných plánovaných činnostech, nebo způsobený nedostatkem vnějších zdrojů.

Nouzové zastavení; funkce nouzového zastavení

Funkce, která je určena:

- a) *k odvrácení vzniku nebezpečí nebo ke snížení existujících nebezpečí, která ohrožují osoby, poškozují strojní zařízení nebo pracovní proces,*
- b) *k uvedení do činnosti jednoduchým lidským úkonem“. [9]*

Nebezpečí, která je nutno vzít v úvahu

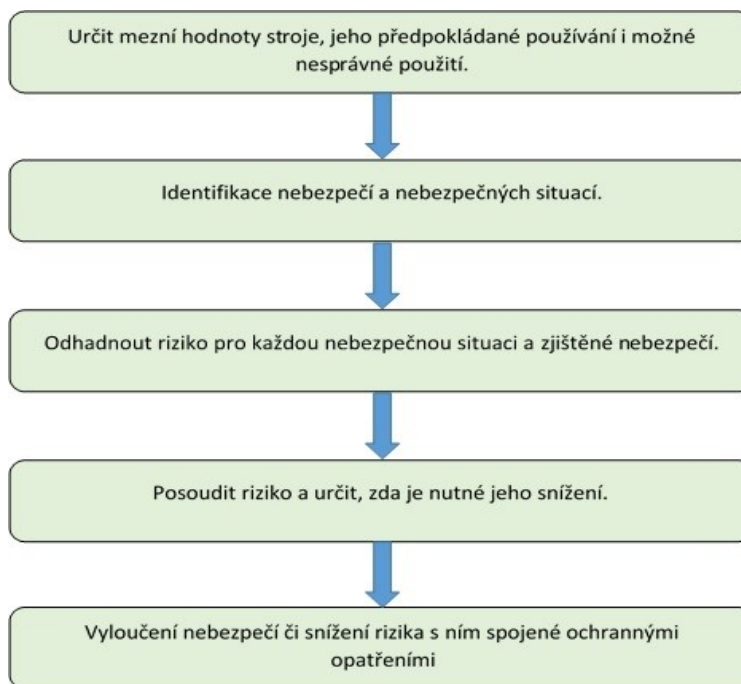
Účelem je popsat konstruktérovi základní nebezpečí a pomoci mu v identifikaci relevantních a významných nebezpečí, která může stroj vytvářet nebo může být nebezpečí tvořeno prostředím, ve kterém je předpokládáno, že bude stroj používán [9].

Tab. 3. Přehled nebezpečí [9], upravil Gaľa 2018

Nebezpečí	Zdroj	Následky
Mechanická nebezpečí	<ul style="list-style-type: none"> - hranaté části - zrychlení, zpomalení - řezné části - vysoký tlak - rotující prvky - ostré hrany - padající předměty 	<ul style="list-style-type: none"> - vymrštění - pořezání - vtažení - stříh - navinutí
Elektrická nebezpečí	<ul style="list-style-type: none"> - oblouk - živé části - přetížení - zkrat - části, které se staly živými - elektromagnetické jevy 	<ul style="list-style-type: none"> - popálení - smrt elektrickým proudem - požár - zasažení elektrickým proudem - účinky na lékařské implantáty
Tepelná nebezpečí	<ul style="list-style-type: none"> - výbuch - plamen - vyzařování zdrojů tepla - materiály nebo předměty s vysokou nebo nízkou teplotou 	<ul style="list-style-type: none"> - popálení - dehydratace - omrznutí - opaření
Nebezpečí hluku	<ul style="list-style-type: none"> - odsávací systém - výrobní proces - pohybující se části - opotřebené části - pískající pneumatické zařízení 	<ul style="list-style-type: none"> - nepohodlí - stres - hučení v uších - trvalá ztráta sluchu - únava

Strategie posouzení rizika a snížení rizika

Pro posouzení rizika je množství logických kroků, které napomáhají uspořádaným způsobem analyzovat a hodnotit rizika. Při realizaci posuzování a snižování rizik je nutné vzít k uvážení činnosti v určitém pořadí.

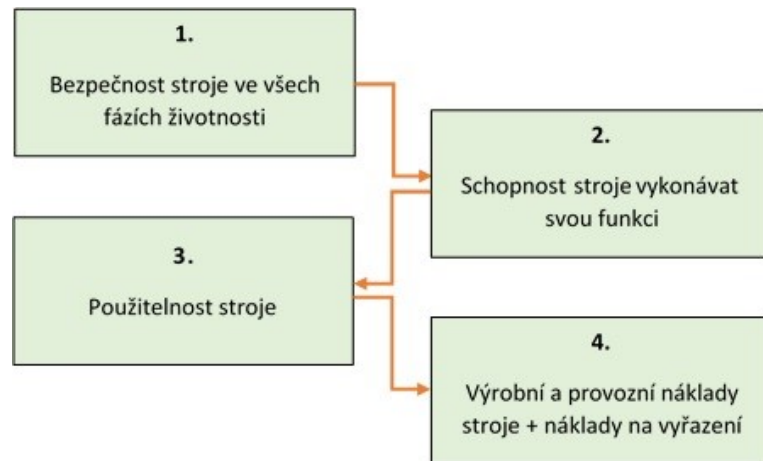


Obr. 3. Pořadí činností [9], upravil Gaľa 2018

Snížení rizika bude dosaženo vyloučením nebezpečí nebo ovlivněním dvou prvků, které určují dané riziko:

- závažnost úrazu od daného nebezpečí,
- pravděpodobnost výskytu úrazu.

K dosažení největšího snížení rizika je nutno vzít v potaz čtyři faktory. Výše zmíněný postup je opakovací a při jeho průběhu je nezbytné zvážit a použít tyto čtyři faktory, přičemž nejvýhodnější je jejich použití v níže uvedeném pořadí [9].



Obr. 4. Faktory ovlivňující postup snižování rizika [9], upravil Gaľa 2018

1.2.3 ČSN EN 60204-1 – Bezpečnost strojních zařízení – Elektrická zařízení strojů - Část 1: Všeobecné požadavky

Rozsah platnosti této části je platný pro stroje, které nejsou přenosné během své činnosti, včetně skupiny strojů pracující koordinovaným způsobem a používají elektrických, elektronických a programovatelných elektronických zařízení a systémů. Zároveň se norma vztahuje na zařízení nebo části elektrických zařízení, jejichž jmenovité napájecí napětí nepřesahuje 1000 V střídavého napětí a 1500 V stejnosměrného napětí a jmenovité kmitočty napájení nejsou větší než 200 Hz.

Uvedená část EN 60204 neupřesňuje mimořádné a doplňkové požadavky, které mohou platit pro elektrická zařízení strojů, obsahujících i stroje, které:

- a) jsou používány na volném prostranství,
- b) používají, zpracovávají, vyrábí potenciálně výbušný materiál,
- c) jsou používány v prostředí, kde je nebezpečí výbuchu,
- d) jsou určeny pro práci v dolech,
- e) šicí stroje, zdvihací stroje [10].

Všeobecné požadavky

Nebezpečí vztahující se k elektrickým zařízením a rizika s ním spojená se musí posoudit v souhrnných požadavcích na hodnocení rizik stroje. Zjistíme tím přiměřené snížení rizika a nutné ochranné opatření osob, ale zachováme optimální úroveň výkonnosti stroje a jeho zařízení [10].

Tab. 4 Nebezpečné situace a jejich příčiny [10], upravil Gaľa 2018

Nebezpečné situace	Příčiny
Poruchy nebo poruchové stavy v elektrických zařízeních	Úraz elektrickým proudem, požár
Poruchy nebo poruchové stavy v řídicích obvodech	Chybová funkce stroje
Poruchy nebo přerušení ve zdrojích nebo poruchy v silových obvodech	Chybná funkce stroje
Ztráta spojitosti obvodů (kluzné a valivé kontakty)	Porucha bezpečnostní funkce
Elektrická rušení vytvářená vně nebo uvnitř elektrického zařízení	Chybná funkce stroje
Uvolnění akumulované energie	Úraz elektrickým proudem, neočekávaný pohyb způsobující zranění
Povrchové teploty	Zranění

Elektrické napájení

„Elektrické zařízení musí být navrženo tak, aby správně pracovalo při podmínkách elektrického napájení:

- stanovených u střídavého nebo stejnosměrného napájení,
- stanovených jinak uživatelem,
- stanovených dodavatelem v případě speciálního napájecího zdroje, např. vestavěný generátor.“ [10]

Tab. 5 Střídavé napájení [10], upravil Gaľa 2018

Střídavé napájení	
Napětí	0,9 – 1,1 jmenovitého napětí
Kmitočet	0,99 – 1,01 jmenovitého kmitočtu trvale 0,95 – 1,02 krátkodobě
Přerušení napětí	Napájení je přerušeno nebo je nulové v době kratší než 3 ms v libovolné fázi cyklu napětí
Poklesy napětí	Nepřesahují 20% vrcholové hodnoty napájecího napětí, více jak 1 cyklus s dobou větší než 1s mezi cykly

Tab. 6 Stejnoseměrné napětí [10], upravil Gaľa 2018

Stejnoseměrné napájení		
Z baterie	Napětí	0,85 – 1,15 jmenovitého napětí 0,7 – 1,2 jmenovitého napětí u akumulátorových vozidel
	Přerušení napětí	Nepřesahuje 5 ms
Z usměrňovacího zařízení	Napětí	0,9 – 1,1 jmenovitého napětí
	Přerušení napětí	Nepřesahuje 20 ms
	Zvlnění	Není větší než 0,15 násobek jmenovitého napětí

Pracovní prostředí a provozní podmínky

Každé elektrické zařízení musí splňovat požadavky na pracovní prostředí a podmínky, ve kterých se má používat. Požadavky na elektromagnetickou kompatibilitu (EMC) musí splňovat většina strojů spadajících pod normu EN 60204. Stejně jako elektromagnetickou kompatibilitu musí většina strojů splňovat požadavky na vibrace, rázy a nárazy.

V pracovním prostředí nesmí zařízení vytvářet elektromagnetické rušení, které by překročilo předepsané úrovně tohoto prostředí a zároveň musí mít dostatečnou odolnost proti rušení, aby v pracovním prostředí správně plnilo svoji funkci. Všeobecné mezní hodnoty pro EMC, jako je odolnost nebo emise, se uvádějí v normách pro EMC IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, CISPR 61000-6-3, IEC 61000-6-4.

Vytváření elektromagnetického rušení se dá omezit opatřeními:

- a) filtrovaný napájecí zdroj,
- b) stíněné kabely,
- c) kryty na minimalizaci vysokofrekvenčního záření,
- d) techniky radiofrekvenčního odrušení.

Opatření pro zvýšení odolnosti:

- a) připojení citlivých elektrických obvodů k rámu,
- b) spojení rámu se zemí vodičem s nízkou radiofrekvenční impedancí,
- c) oddělení citlivých obvodů od zdroje rušení,
- d) používání zkroucených vodičů,
- e) dostatečná vzdálenost mezi vodiči rušení a vodiči citlivých na rušení,

- f) použití elektrostatických stínění nebo elektromagnetických stínění.

Pracovní prostředí ovlivňuje schopnost elektrického zařízení správně fungovat. Elektrické zařízení je ovlivňováno teplotou, která je všeobecně dána minimální hodnotou + 5°C a maximální + 40°C. Nepříznivý vliv má i vlhkost, která při předchozí maximální udané hodnotě teploty nesmí překročit hranici 50%. Funkčnost elektrického zařízení v předpokládaném pracovním prostředí ovlivňují:

- a) nadmořská výška,
- b) znečišťující látky,
- c) ionizující a neionizující záření,
- d) vibrace, rázy a nárazy.

Dle mého názoru jsou vibrace, rázy a nárazy jedním z nejčastějších příčin negativního působení na elektrické zařízení. Vznikají působením okolního prostředí, nebo je vytváří sám stroj, například dopravníkové pásy v pneumatikářenském průmyslu. Tyto pásy jednak vibrace vytvářejí a zároveň je přes svojí konstrukci přenášejí do svého okolí a tím jej ovlivňují. Norma udává, že výběrem vhodného zařízení nebo anti-vibračního upevnění (silent bloky, kluzná ložiska) se musí zabránit vzniku tohoto nežádoucího účinku [10].

Dílčí závěr

Požadavky na strojní zařízení jsou blíže specifikovány právními předpisy a technickými normami. Právní předpisy jsou reprezentovány směrnicemi Evropského parlamentu, zákony České republiky a nařízeními vlády. Jedním ze základních zákonů pro strojní zařízení je zákon č. 22/1997 sb. o technických požadavcích na výrobky a dalším takovým zákonem je zákon č. 90/2016 sb. o posuzování shody stanovených výrobků při jejich dodávání na trh, které upravují legislativní požadavky. Technické normy oproti tomu spíše udávají technické parametry výrobků, které jsou používány při procesu posuzování shody. Nachází se v nich základní terminologie a požadavky na strojní zařízení. Jednou z těchto norem je ČSN EN ISO 12100 – Bezpečnost strojních zařízení, kde jsou uvedeny všeobecné zásady pro konstrukci. Další je norma ČSN EN 60204-1, která udává všeobecné požadavky na elektrické části strojů. Udává rozsahy proudů, napětí nebo pojednává o pracovním prostředí a provozních podmínkách pro elektrická zařízení.

2 BEZPEČNOST STROJNÍCH ZAŘÍZENÍ

U strojních zařízení je bezpečnost zásadním faktorem. Proto je na ni kladen takový důraz. Nejenže chrání pracovníky strojů před úrazem či smrtí, ale i stroj samotný, aby mohl spolehlivě fungovat. K zajištění takové bezpečnosti nám pomáhá právní legislativa a technické normy, které určují standardy a samotné bezpečnostní prvky.

2.1 Posouzení shody

Dle NV č. 176/2008 Sb. o technických požadavcích na strojní zařízení je povinností výrobce zajistit posouzení shody výrobku, před jeho uvedením na trh nebo do provozu. Při procesu posouzení shody je výrobce povinen zajistit splnění všech požadavků nařízení vlády nebo tím může pověřit jeho zplnomocněného zástupce. Jedná-li se o neúplné strojní zařízení, je povinností výrobce zajistit technickou dokumentaci, montážní návod a prohlášení o zabudování před uvedením výrobku na trh [1].

2.1.1 Postupy posuzování shody

Směrnice Evropského parlamentu a rady 2006/42/ES, kterou v rámci České republiky upravuje NV č. 176/2008 Sb. udávají tři postupy používající se v rámci procesu posouzení shody:

- a) interní řízení výroby strojního zařízení,
- b) ES přezkoušení typu,
- c) komplexní zabezpečování jakosti.

Výrobce nebo zplnomocněný zástupce použijí výše uvedené postupy dle toho, zda je strojní zařízení uvedeno v příloze č. 4 NV 176/2008 Sb., kde se nachází výpis kategorií s vysokým rizikem možnosti úrazu a ohrožení zdraví – hydraulické lisy, kotoučové pily, atd.

Strojní zařízení, které se nenachází v příloze č. 4, použije výrobce postup posuzování shody interním řízením výroby. Pokud je zařízení uvedeno v příloze č. 4 a je vyrobeno podle harmonizovaných norem v souladu s jejich požadavky, použije výrobce jeden z výše uvedených postupů: interní řízení výroby, ES přezkoušení typu, komplexní zabezpečování jakosti. V případě, že je zařízení uvedeno v příloze č. 4, ale nebylo vyrobeno dle harmonizovaných norem, nebo bylo vyrobeno jen částečně podle těchto norem, anebo normy nezahrnovali všechny základní požadavky na ochranu zdraví a bezpečnosti pro strojní zařízení, nebo tyto

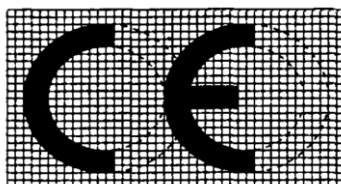
normy pro zařízení neexistují, musí výrobce použít postupy: ES přezkoušení typu nebo komplexní zabezpečování jakosti [5][4].

2.1.2 ES prohlášení o shodě a označení CE

Prohlášením o shodě výrobce stvrzuje, že zařízení při posuzování shody splnilo základní požadavky. „*Prohlášení se vztahuje pouze na strojní zařízení ve stavu, v jakém bylo uvedeno na trh, a nevztahuje se na součásti, které byly následně přidány konečným uživatelem, nebo následně provedené zásahy konečného uživatele.*“ [5]. Prohlášení se musí uchovat minimálně po dobu deseti let. Výjimkou jsou v tomto případě například zdravotnické prostředky, kde je doba podle příslušných směrnic stanovena na pět let. U chladicích spotřebičů je doba uchování prohlášení o shodě tři roky. Informace, které prohlášení obsahuje, musejí být dostatečné, aby se daly identifikovat všechny výrobky, kterých se týká. V prohlášení by měly být alespoň informace:

- a) o výrobcí nebo zplnomocněném zástupci,
- b) identifikace výrobku (typ, číslo modelu, atd.),
- c) všechna příslušná ustanovení,
- d) odkazy na normy a normativní dokumenty,
- e) další doplňující informace,
- f) datum vydání prohlášení,
- g) podpis a funkce,
- h) vyjádření, že výrobce vydal prohlášení na vlastní zodpovědnost [11].

Označení CE musí být viditelně a nesmazatelně umístěno na strojní zařízení před jeho uvedením na trh a nařízení vlády může stanovit i jiné umístění tohoto označení (výrobní štítek, obal, dokumenty k výrobku) [7].



Obr. 5. Označení CE [6]

2.2 Bezpečnostní prvky

Bezpečnostní prvky jsou nedílnou součástí strojního zařízení. Jsou určeny ke snížení rizika vzniku nehod na úroveň, kterou příslušné normy stanoví jako přijatelnou. Norma ČSN EN ISO 13849-1 spadá mezi příslušné normy a specifikuje úroveň vlastností nutnou pro vykonávání bezpečnostní funkcí pro bezpečnostní části integrované do ovládacího systému. Příslušné normy dále klasifikují a definují bezpečnostní třídy, které se uplatňují v závislosti na technologii, kategorizaci rizik a struktuře systému [12][13].

Bezpečnostní části ovládacího systému vykonávají bezpečnostní funkce. Součástí může být hardware, software nebo kombinace těchto prvků, jakou součástí bezpečnostního systému. Bezpečnostní prvky v základě dělíme:

- a) vstupní prvky,
- b) logické prvky,
- c) výstupní prvky [14].

Kombinací těchto prvků se docílí požadované bezpečnostní funkce. Pořadí, ve kterém prvky pracují v systému je následující. Nejdříve se aktivuje vstupní prvek, například člověk vstoupí do detekční oblasti plošného skeneru. Ten odešle signál na logický prvek, například bezpečnostní relé nebo programovatelný logický automat (PLC), který signál zpracuje a vyhodnotí. Na základě vyhodnocení signálu jej předá výstupnímu prvku, kterým může být třeba stykač od pohonu. Ten přijme signál a rozpojí obvod a znemožní dodávku elektrické energie a dochází k zastavení pohonu.

2.2.1 Vstupní prvky

Tyto prvky jsou určeny k detekci nebezpečí. Do této kategorie se řadí prvky jako: nouzový stop, dvouruční ovládání, světelné brány, apod.

Blokovací zařízení ochranných krytů

Používá se k jištění nebezpečných oblastí chráněných ochranným krytem. Blokovací zařízení umožní přístup do daných oblastí pouze v případě, že nehrozí nebezpečí. K tomuto účelu se například využívají bezpečnostní polohové spínače. Blokovací zařízení se také dělí na zařízení se zpožděním a bez zpoždění. Pokud se použije blokovací zařízení bez zpoždění je možné strojní zařízení ovládat pouze se zavřeným krytem a pokud se ochranný kryt otevře, dojde k vyslání signálu a okamžitému bezpečnostnímu zastavení ovládané části stroje. V pří-

padě blokovacího zařízení se zpožděním je možné stroj ovládat je-li kryt zavřen a jeho zavření je potvrzeno. Při otevření krytu je nutné vyčkat, dokud je daný prostor bezpečný a až poté dojde k odemčení krytu. V praxi by se takové řešení dalo použít například u řezacího stroje běhounu, kdy se kryt odemkne až po zastavení řezacího kotouče, aby se vyloučilo riziko poranění.



Obr. 6 bezpečnostní polohový spínač XCS [15]

Dvouruční ovládání

Funkce spočívá v udržení osoby mimo rizikový prostor. Použití dvouručního ovládání je ovlivněno úrovní nebezpečí, rizik, používané technologie nebo funkce ručního ovládání stroje, při které může dojít k úrazu. Pro případ obcházení bezpečnostní funkce tohoto zařízení je důležité zvolit vhodný typ a umístění. Dvouruční zařízení se dá použít například u stroje, kdy se v ručním režimu a při otevřeném ochranném krytu zařezává materiál. Obsluha stroje musí použít dvouruční ovládání, aby byla v bezpečné vzdálenosti a nedošlo tak k pořezání.



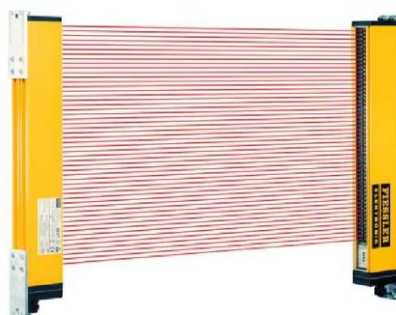
Obr. 7 Dvouruční ovládání SIEMENS [16]

Zajistit, aby nedocházelo k obcházení bezpečnostní funkce, můžeme pomocí postupů dle ČSN EN 574+A1. Příklady postupů pro zachování bezpečnostní funkce:

- a) ovládání jednou rukou: ovládací prvky ve vzdálenosti ≥ 260 mm od sebe,
- b) ovládání dlaní a loktem jedné ruky: vzdálenost ≥ 550 mm a ≤ 600 mm od sebe,
- c) ovládání předloktím a loktem: nutné kryty ovládacích prvků,
- d) ovládání rukou a další částí těla: umístění ovládání do výšky 1100 mm nad zemí [14].

Světelné bariéry

Světelné bariéry umožňují vstup do nebezpečné oblasti v případě, že strojní zařízení je v klidu. V opačném případě hlídají nebezpečný prostor před vniknutím a dojde-li k narušení světelných paprsků, bezpečnostní systém reaguje zastavením strojního zařízení. Snižuje se tak riziko úrazu [14].



Obr. 8 Světelná bariéra [17]

Místo klasické světelné závory se nyní využívají i bezpečnostní laserové skenery. Tyto skenery mají programovatelné dvourozměrné pole, které se dá přizpůsobit dle snímané plochy. Fungují na principu měření doby letu impulzního světelného paprsku. Přesná poloha předmětu se dá zjistit vysláním sekvencí paprsků.



Obr. 9 Bezpečnostní laserový skener SICK [18]

Nouzové zastavení

Využívá se zejména k předcházení nebo omezení zranění obsluhy. Omazuje také riziko případné nehody, která může způsobit škodu na strojním zařízení nebo zpracovávaném materiálu. Dle ČSN EN ISO 13850 je použití nouzového zastavení povinné. Výjimka se vztahuje na ruční a ručně ovládané stroje nebo stroje, kde se jejím použitím nesníží riziko. Nouzové zastavení musí fungovat jako zastavení kategorie 0 nebo 1, kdy výběr kategorie záleží na výsledku hodnocení rizika strojního zařízení.

Požadavky na nouzové zastavení:

- a) nadřazenost všem ostatním funkcím, činnostmi a režimů,
- b) napájení ovládacích částí, které by mohly způsobit nebezpečný stav, musí být odpojeno ihned nebo musí být řízeno, aby se pohyb zastavil co nejrychleji a nevznikla jiná nebezpečí,
- c) nesmí vyvolat opětovné spuštění, nutný reset a návrat do výchozího stavu [14][10].



Obr. 10 Nouzové zastavení [19]

2.2.2 Logické prvky

Logické prvky zpracovávají signály ze vstupních prvků a následně je zpracují a vyhodnotí. Logický prvek může být bezpečnostní relé, které se využívá pro jednoduché bezpečnostní funkce a v případě nízkých pořizovacích nákladů. Pro složité a rozsáhlé bezpečnostní funkce a obvody se již využívá PLC.

Bezpečnostní relé

Elektronické zařízení propojené se vstupními bezpečnostními prvky. Úkolem je zvýšená bezpečnost obsluhy a stroje. Relé zpracovává signál od připojených bezpečnostních prvků a vyhodnocuje jej podle daných bezpečnostních funkcí. Bezpečnostní funkce jsou kontrolovány ihned po zapnutí stroje s tím, že není možné spustit ovládací napětí (24V),

pokud nejsou splněné podmínky těchto funkcí (např. otevřené bezpečnostní branky). Relé je schopno využít nouzové zastavení kategorie 0 a 2.



Obr. 11 Bezpečnostní relé Pilz PNOZ [20]

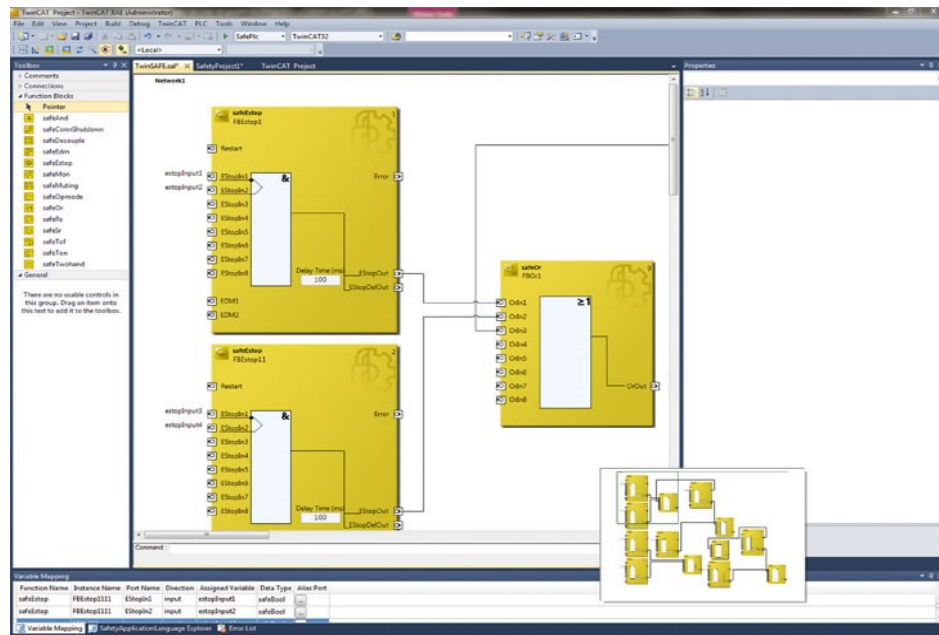
Programovatelný logický automat (PLC)

PLC se nejčastěji využívá pro plnění logických funkcí. S vývojem techniky a technologií se nyní využívá i na monitorování řízeného procesu, regulace a analogového měření. Jeho funkce jsou přesně určeny programem, který je uložen v uživatelské paměti PLC. Program není nic jiného než posloupné instrukce, které procesor cyklicky vyvolává. Je možné tedy říci, že funkce PLC je dána programem.

PLC se skládá z:

- a) procesor,
- b) uživatelská paměť,
- c) systémová paměť,
- d) soubor vstupních a výstupních jednotek,
- e) soubor komunikačních jednotek.

Vše je vzájemně propojeno systémovou sběrnici. Je tedy možné PLC využít pro rozsáhlé strojní zařízení a složité bezpečnostní funkce. Komunikace přes sběrnici umožňuje velké množství vstupních a výstupních jednotek, na které je možné připojit bezpečnostní prvky. V dnešní době již někteří výrobci dodávají vstupní a výstupní jednotky uzpůsobené přímo pro připojení bezpečnostních prvků. Tyto jednotky obsahují jednoduchou bezpečnostní logiku podmínek, pro bezpečné spuštění stroje a nouzové zastavení [14].



Obr. 12 Twinsafe vnitřní logika [21]

2.2.3 Výstupní prvky

Výstupní prvky na základě vyhodnoceného signálu z logických prvků buď odpojí přívod elektrické energie, nebo obvod ponechají sepnutý. Pro tyto účely jsou vhodné stykače a relé.

Stykač

V obvodech se využívají jako spínací nebo rozspínací prvky. Umožňují připojení například motoru k síti elektrické energie. V podstatě jsou to spínací prvky, kdy je kontakt držen v sepnuté poloze vnější silou (elektromagnetické, vačkové, pneumatické) [14].

Princip činnosti: „Do spínací cívky stykače se přivede elektrický proud, který vybudí magnetické pole. Silové účinky působí skrz vzduchovou mezeru na pohyblivou část magnetického obvodu (kotvu), kde jsou uloženy pohyblivé kontakty. Přitáhnutím kotvy se spínají hlavní kontakty.“ [14].

Relé

Pomocí magnetických účinků ovládá ocelový plíšek, tzv. kotvu. V klidovém stavu je pomocí pružiny oddálena od jádra elektromagnetu. Při průchodu proudem cívkou relé se kotva vlivem magnetického pole přitáhne k jádru cívky. Kotva na sobě má kontakty, kterými se změnou polohy kotvy obvod uzavírá nebo otevírá. Obdobné využití jako u stykače.

Dílčí závěr

V kapitole je popsáno posouzení shody výrobků s uvedením postupů posouzení dle příslušné směrnice Evropského parlamentu a zákona České republiky. Je zde uvedeno, za jakých podmínek se používají zmíněné postupy. Následuje popis prohlášení o shodě, kterým výrobce stvrzuje splnění požadavků posouzení shody a výčet informací, které takové prohlášení musí obsahovat. K prohlášení je připojeno i označení CE, které musí být na výrobku umístěno na viditelném místě. Druhá část kapitoly se zabývá bezpečnostními prvky, které se člení do tří základních skupin s popisem funkce, kterou vykonávají v systému strojního zařízení. Ke každé skupině je uvedeno několik prvků, které se využívají jako bezpečnostní s popisem jejich funkcí.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 VÝROBNÍ ZAŘÍZENÍ

Výrobní zařízení je součástí každého odvětví průmyslu. V dnešní době je velký tlak na celkovou automatizaci těchto zařízení, ale i přes tento fakt je pořád v praxi nutná alespoň minimální obsluha stroje lidmi. Jedná se o doplňování materiálů a kontrolu správnosti chodu i samotné zapojení ve výrobním procesu. Z druhé strany je pak nutná údržba těchto zařízení, aby plnily svou funkci správně a bez velkých výpadků. Je tedy nutné zajistit dostatečnou bezpečnost obsluhy. Ve své praktické části jsem se rozhodl udělat návrh zabezpečení hydraulického, vulkanizačního lisu na pneumatiky.

3.1 Popis vulkanizačního lisu

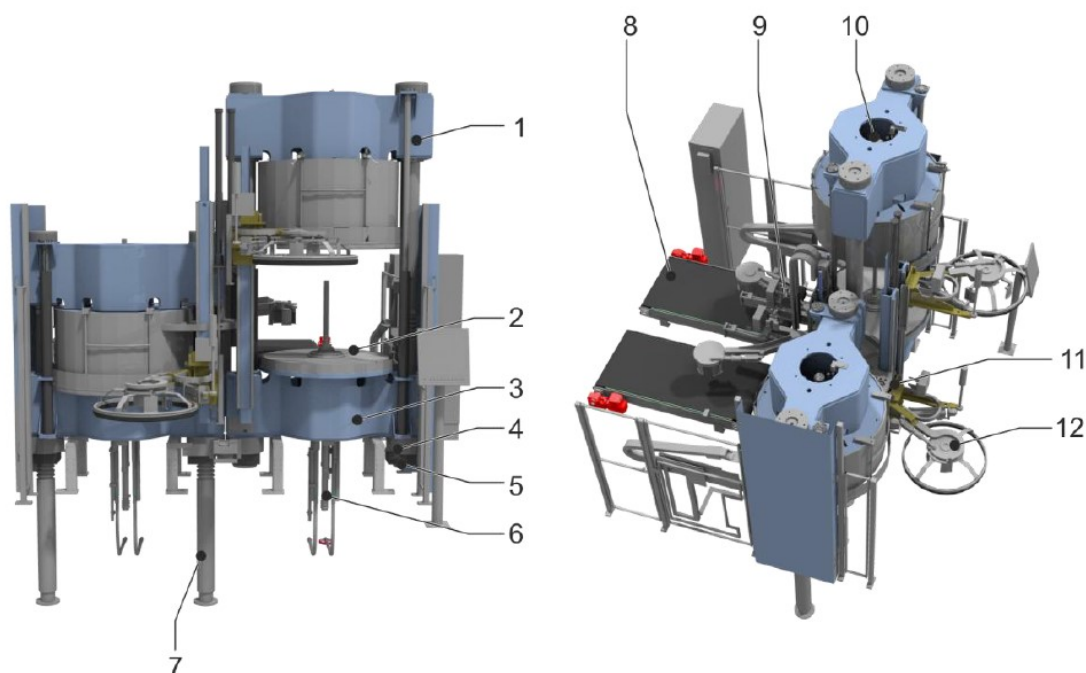
Vulkanizační lis je strojní zařízení sloužící k vytvoření tlaku v lisovací formě, která je vyhřívána. Lisy se rozlišují podle počtu forem, vyvození lisovací síly, způsobu ohřevu forem a dle uspořádání forem. V gumárenském průmyslu se nejčastěji využívají lisy vícenásobné, kdy při malém rozměru pneumatik se na pracovní desku lisu umístí dvě formy, nebo lisy s jednou formou. Zdroj využívaný k vytvoření lisovací síly je ve většině případů hydraulický. Způsob ohřevu se určuje dle velikosti lisovacího prostoru. Například u lisů, které se využívají při opravách již jednou vylisovaných pneumatik a je potřeba opravit jen určitou část pláště se formy dají vyhřívat elektricky. Takové vyhřívání by však bylo značně nákladné pro ohřev formy nákladního pláště. U takových velikostí se využívá ohřev forem pomocí páry.

3.1.1 Vulkanizační lis CK 52"

Vulkanizační lis CK 52" od firmy HF Tire Tech Group je zařízení o rozměrech 5,2 metrů výšky, 4,75 metrů šířky a 4,38 metrů hloubky s hmotností kolem 14 tun. Jeho hlavní částí je spodní díl, který je pevně a stabilně spojen se zemí. Na něm je umístěna pracovní deska s vytápěným místem a systém pro vysouvání membrány. Pomáhá také vodícímu mechanismu hlavového dílu s formou. Lis je opatřen automatickým zakládáním surových pláštů z přistavených vozíků a automatickým odběrem vylisovaných pláštů na dopravní pás za lisem. Následující obrázek zobrazuje důležité součásti lisovacího zařízení:

1. hlavový díl s formou,
2. vytápěná pracovní deska,
3. spodní díl,
4. jednotka uzavírací síly,
5. uzávěr,

6. membránový výsuvný mechanismus,
7. vedení hlavového dílu,
8. dopravní pás,
9. vykladač,
10. ovládání formy,
11. nakladač,
12. čelisti nakladače [22].



Obr. 13 Přehled vulkanizačního lisu [22]

3.2 Princip vulkanizačního lisu

Ve vulkanizačním lisu se vulkanizují surové pláště z konfekčních strojů. Tyto surové pláště jsou pod tlakem zahřívány a současně je do nich vylisován profil pneumatiky. K ohřevu se používá pára a k vytvoření tlaku obstarává hydraulický agregát [22].

3.2.1 Vulkanizace

Vulkanizace byla objevena Ch. Goodyearem v roce 1839. Zjistil, že zahřívání přírodního kaučuku společně se sírou mění své vlastnosti. Není lepivý, odolává zahřátí i ochlazení a stává se nerozpustným v organických rozpouštědlech.

Dnes se charakterizuje jako fyzikálně chemický jev, ve kterém vlivem vulkanizačních činidel a energie dochází ke změnám elastomeru → plasticko – elastický kaučuk se mění v elastickou pryž. Vulkanizací tak vzniká v kaučukovém řetězci prostorová síť, ve které vzájemně propojeny makromolekuly příčnými vazbami. Příčné vazby jsou součástí vulkanizačních systémů. Nejčastějším vulkanizačním systémem v gumárenské praxi je systém se sírou. Činidlem v tomto vulkanizačním systému je síra a aktivátorem bývá oxid zinečnatý nebo kyselina stearová. Protože vulkanizace se sírou je pomalá používají se urychlovače, které pomáhají zkrátit čas vulkanizace z hodin na minuty.

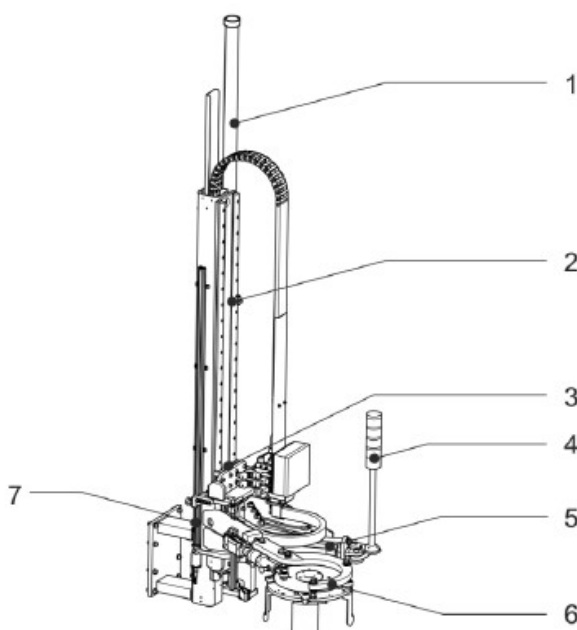
Způsoby vulkanizace jsou vulkanizace zatepla a zastudena. Ovšem vulkanizace zastudena se používá zřídka. Převážně se k vulkanizaci používá dodání tepla a tlaku. Tento fakt vede k nejrozšířenější metodě a to vulkanizaci v lisu. Zde je vulkanizace a tvarování výrobku sloučeno v jednu operaci. Je zde řada výhod, kterými jsou účinný přestup tepla na směs, přesný tvar výrobku a z vulkanizovaného výrobek není pórovitý. Jako nevýhody musíme zmínit možnost zalisování nečistot, úbytek materiálu vlivem přetoků [23].

3.2.2 Základní funkce vulkanizačního lisu

Lis ve výrobním procesu pracuje automaticky, kdy pohyby jsou řízeny programem a koncovými spínači dle zadaných receptur. Obě strany lisu mohou pracovat odděleně a lisovat různé druhy pneumatik.

Proces lisu začíná přípravou surového pláště do pracovní části lisu. Tato příprava je realizována pomocí nakladače, který sjede k přistavenému vozíku s pláští a pomocí svých čelistí, které se pomocí pneumatického systému roztáhnou a uchopí tak plášť. Následně se nakladač zvedne a natočí do lisu. V tento moment vyjede membrána do horní polohy, aby došlo k zajištění uzávěru hlavy membrány. Membrána se pak opře o zajištěnou hlavu a zůstane v pracovní pozici. Nakladač pak sjede s pláštěm a osadí jej na pracovní desku. Jakmile je plášť osazen dochází k předbombírování (nafouknutí membrány nízkým tlakem páry) a zafixuje plášť. Čelisti se uvolní, nakladač vyjede nahoru a otočí se ven z lisu. Při zafixovaném pláští a nakladači mimo pracovní prostor je spuštěno zavírání lisu. Po zavření formy se forma uzamkne, aby nedošlo k nechtěnému uvolnění a nadzvednutí formy. Vytvoří se uzavírací tlak, spustí se vytápění a dotlakuje se membrána na požadovaný tlak. Uzavírací tlak je vytvořen pomocí hydraulického agregátu. Tlak v membráně obstarává pára, která tak i udržuje membránu teplou, aby došlo k nahřívání surového pláště i zevnitř. Forma je vyhří-

vaná také pomocí páry. Probíhá vulkanizace surového pláště. Po uplynutí určené doby vulkanizace se vypustí tlak z membrány a uzavírací tlak. Forma se odemkne a lis se otevře. Po vyjetí formy do horní pozice se zajistí. Membrána povyjede nahoru, aby mohlo dojít k odemčení uzavírací hlavy. Současně na krátký okamžik vyjedou vylamovací válce, aby uvolnili pneumatiku. Membrána se vrátí zpět do spodní polohy ve zřídle lisu. Vykladač se otočí do lisu a sjede pro vylisovaný plášť. Jeho čelisti se rozevřou a uchopí plášť. Vyjede nahoru a natočí se nad dopravníkový pás, kam položí pneumatiku, která odjíždí od lisu [22].



Obr. 14 Nakladač [22]

Popis nakladače:

1. hydraulický válec pro zvedání a spouštění,
2. vodící lišty,
3. vodící jednotka,
4. signalizační maják,
5. pneumatický válec pro zajištění a vyjetí do lisu,
6. čelisti nakladače,
7. měření výšky nakladače [22].

Dílčí závěr

Začátek praktické části je věnován popisu modelového zařízení zvoleného pro návrh zabezpečení. V tomto případě se jedná o vulkanizační lis. Popsány jsou jeho strojní části se zobrazením na vloženém obrázku. Důležitá je spíše terminologie, která je používána v popisu funkce lisu. Dále je popis více zaměřen na funkci lisu, podle které je pak navrženo zabezpečení. Popsány jsou hlavní fáze během pracovního procesu a celkový princip vulkanizace pro pochopení změn, kterými výrobek ve fázi lisování projde a představení si, kde mohou vzniknout nebezpečné situace.

4 NÁVRH ZABEZPEČENÍ STROJNÍHO ZAŘÍZENÍ

Při návrhu bezpečnostních prvků je důležité určit možné hrozby, které mohou nastat při obsluze zařízení nebo při jeho používání. V kapitole je provedena analýza rizik vulkanizačního lisu a následná aplikace bezpečnostních prvků.

4.1 Analýza rizik vulkanizačního lisu

Analýzu rizik provádí odborně způsobilá osoba podle zákona 309/2006 Sb. o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Tato osoba má k dispozici tým lidí. Nejčastěji ve složení technolog provozu, mistr provozu, technik odboru údržeb, zástupce z oblasti bezpečnosti práce [24].

4.1.1 Postup analýzy rizik

Analýzu rizik jsem prováděl fyzickou obhlídkou strojního zařízení. Sledoval jsem způsob manipulace s materiálem, fáze procesu lisování jako jsou uzavírání a otevírání formy, dosažení požadovaného tlaku, zajištění částí stroje, přísun a odsun materiálu. Na tomto základě jsem určil druhy nebezpečí:

- a) elektrické nebezpečí,
- b) mechanické nebezpečí,
- c) nebezpečí hluku,
- d) tepelné nebezpečí.

Ke každému druhu nebezpečí jsem přiřadil jeho zdroj:

- a) elektrické nebezpečí: zkrat, přetížení, živé části, elektromagnetické rušení do sítě,
- b) mechanické nebezpečí: rotující prvky, vysoký tlak (pneumatika a hydraulika), ostré hrany, stabilita, přiblížení pohybujících se prvků k pevné části,
- c) nebezpečí hluku: samotný výrobní proces,
- d) tepelné nebezpečí: předměty nebo materiál s vysokou teplotou, předměty nebo materiál s nízkou teplotou.

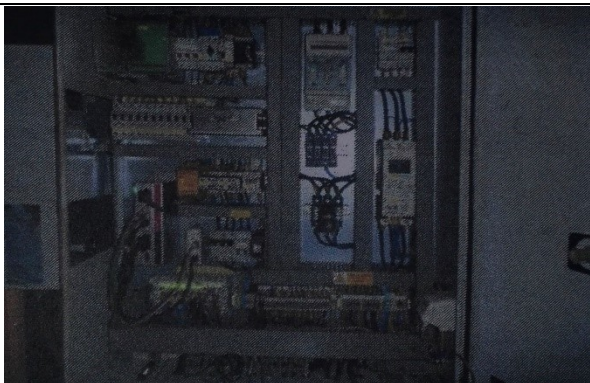


Po zjištění druhů a zdrojů nebezpečí je nutné určit, na které části zařízení se daná rizika vyskytují (rozdávěče, hydraulické prvky, pneumatické prvky, atd.) a k tomu vyhodnotit následek, jenž by nastal v případě vzniku nebezpečí (požár, stlačení, vymrštění části zařízení apod.). Nyní už zbývá vyhodnotit závažnost úrazu a rychlost, za jakou daná situace vznikne.

Při znalosti těchto faktorů jsem byl schopen určit míru nebezpečí před ochrannými prvky, která je vyjádřena číselnou hodnotou. Výsledná hodnota je kombinací doby pobytu v oblasti strojního zařízení, míry ohrožení osoby, možnosti člověka vyvarovat se ohrožení, pravděpodobnosti vzniku události. K tomuto se vztahuje také informovanost o riziku (návod k použití, výstražné značky) a možnosti vyvarování nebo snížení škody (reflexivnost, znalost strojního zařízení).



Každou vyhodnocenou situaci jsem sepsal a navrhl řešení. K doplnění jsem uvedl, taktéž příslušné normy pro řešení nebezpečí. Na závěr jsem uvedl odhad nebezpečnosti, kde je uvedena závažnost zranění, četnost nebezpečí a jeho vyloučení nebo omezení. Celý proces ukončuje míra nebezpečí po použití ochranných prvků, která snižuje riziko ohrožení na minimum a zbytková rizika jsou řešena pomocí návodu k používání a piktogramy.

V následující části jsem uvedl příklad pěti tabulek, které jsem použil k analýze rizik. Dle mého názoru jsou to nejpravděpodobnější možné hrozby, které mohou nastat na vulkanizačním lisu.




Tab. 7 Analýza rizik – elektrické nebezpečí

Výrobce - distributor:		Continental Barum, s.r.o.	
Zařízení:		Lis 52"	
Druh nebo skupina nebezpečí:		Elektrické nebezpečí	
Zdroj nebezpečí:		Živé části	
Popis:	Elektrická část zařízení		
Následek:	Smrt elektrickým proudem		
Závažnost škody:	Smrt		
Rychlost vzniku situace:	Náhle		
Osoby vystavené nebezpečí:	Jedna kvalifikovaná osoba		
Uvědomění si rizika	Vyvarování se nebo omezení škody (úrazu)		
Návod k používání, pomocí výstražných značek	Znalost strojního zařízení, možnosti úniku, reflexivnost		
Míra nebezpečí před ochranným opatřením			
Ohrožení osoby	Doba pobytu v oblasti	Lidské možnosti vyvarování	Možnost výskytu události
Smrt	Zřídka - častěji	Nemožné	Malá
Míra nebezpečí bez ochranného řešení – hodnota v rozsahu 0 – 18:			13
Řešení – zamezení nebezpečí:	Návod k používání, bezpečnostní piktogramy, měření elektrického zařízení (revize), certifikát CE od dílčích prvků		
Foto řešení nebezpečí:			
			
Normy pro řešení nebezpečí:	ČSN EN ISO 12100, ČSN EN 60204-1 ED, ČSN EN 60439-1 ED. 2,		
Odhad nebezpečnosti – kvalifikace – kategorie pro bezpečnostní části řízení (dle ČSN EN ISO 13849-1)			
Závažnost zranění	četnost nebezpečí	Vyloučení nebezpečí nebo omezení škod	A
Lehké	Vystavení je krátké	Možné za určitých podmínek	
Míra nebezpečí po použití ochranného řešení			
Ohrožení osoby			
Sníženo na minimum. Zbytková rizika řešena piktogramy a návodem k používání.			

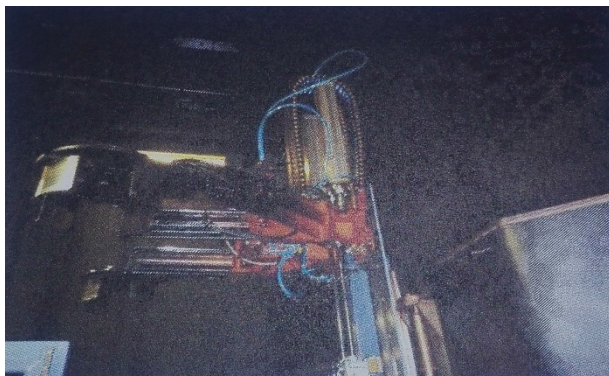

Tab. 8 Analýza rizik – mechanické nebezpečí

Výrobce - distributor:		Continental Barum, s.r.o.	
Zařízení:		Lis 52"	
Druh nebo skupina nebezpečí:		Mechanické nebezpečí	
Zdroj nebezpečí:		Přiblížení pohybujících se prvků k pevné části	
Popis:	Hydraulické prvky zařízení		
Následek:			
	Stlačení		
Závažnost škody:			
	Těžké		
Rychlost vzniku situace:			
	Rychle		
Osoby vystavené nebezpečí:			
	Jedna kvalifikovaná osoba		
Uvědomění si rizika		Vyvarování se nebo omezení škody (úrazu)	
Návod k používání, pomocí výstražných značek, přímým pozorováním		Znalost strojního zařízení, možnosti úniku, reflexivnost	
Míra nebezpečí před ochranným opatřením			
Ohrožení osoby	Doba pobytu v oblasti	Lidské možnosti vyvarování	Možnost výskytu události
Těžké	Zřídka - častěji	Nemožné	Malá
Míra nebezpečí bez ochranného řešení – hodnota v rozsahu 0 – 18:			7
Řešení – zamezení nebezpečí:	Bezpečnostní piktogramy, pevný kryt, omezení dosahu konstrukcí – zábranou, kryt pevný – koncový spínač, návod k používání		
Foto řešení nebezpečí:			
			
Normy pro řešení nebezpečí:	ČSN EN ISO 12100, ČSN EN ISO 13857, ČSN EN 1037 + A1, ČSN EN ISO 4413, ČSN EN 953+A1, ČSN EN 349+A1, ČSN EN 1088+A2		
Odhad nebezpečnosti – kvalifikace – kategorie pro bezpečnostní části řízení (dle ČSN EN ISO 13849-1)			
Závažnost zranění	četnost nebezpečí	Vyloučení nebezpečí nebo omezení škod	A
Lehké	Vystavení je krátké	Možné za určitých podmínek	
Míra nebezpečí po použití ochranného řešení			
Ohrožení osoby			
Sníženo na minimum. Zbytková rizika řešena piktogramy a návodem k používání.			



Tab. 9 Analýza rizik – tepelné nebezpečí

Výrobce - distributor:		Continental Barum, s.r.o.	
Zařízení:		Lis 52"	
Druh nebo skupina nebezpečí:		Tepelné nebezpečí	
Zdroj nebezpečí:		Předměty nebo materiály s vysokou nebo nízkou teplotou	
Popis:	Parní a vodní rozvody		
Následek:			
	Opaření		
Závažnost škody:			
	Těžké		
Rychlost vzniku situace:			
	Náhle		
Osoby vystavené nebezpečí:			
	Jedna kvalifikovaná osoba		
Uvědomění si rizika		Vyvarování se nebo omezení škody (úrazu)	
Návod k používání, pomocí výstražných značek		Znalost strojního zařízení, možnosti úniku, reflexivnost	
Míra nebezpečí před ochranným opatřením			
Ohrožení osoby	Doba pobytu v oblasti	Lidské možnosti vyvarování	Možnost výskytu události
Těžké	Zřídka - častěji	Nemožné	Malá
Míra nebezpečí bez ochranného řešení – hodnota v rozsahu 0 – 18:			7
Řešení – zamezení nebezpečí:	Omezení dosahů konstrukcí – zábranou, omezení přístupu při činnosti, OOP – rukavice, OOP – brýle, bezpečnostní piktogramy, certifikáty CE		
Foto řešení nebezpečí:			
			
Normy pro řešení nebezpečí:	ČSN EN ISO 12100, ČSN EN ISO 13857, ČSN EN 953+A1, ČSN EN ISO 13732-1		
Odhad nebezpečnosti – kvalifikace – kategorie pro bezpečnostní části řízení (dle ČSN EN ISO 13849-1)			
Závažnost zranění	četnost nebezpečí	Vyloučení nebezpečí nebo omezení škod	A
Lehké	Vystavení je krátké	Možné za určitých podmínek	
Míra nebezpečí po použití ochranného řešení			
Ohrožení osoby			
Sníženo na minimum. Zbytková rizika řešena piktogramy a návodem k používání.			

Tab. 10 Analýza rizik – mechanické nebezpečí

Výrobce - distributor:		Continental Barum, s.r.o.	
Zařízení:		Lis 52"	
Druh nebo skupina nebezpečí:		Mechanické nebezpečí	
Zdroj nebezpečí:		Vysoký tlak (pneumatika a hydraulika)	
Popis:	Pneumatické prvky zařízení		
Následek:			
	Vymrštění částí zařízení		
Závažnost škody:			
	Těžké		
Rychlost vzniku situace:			
	Náhle		
Osoby vystavené nebezpečí:			
	Jedna kvalifikovaná osoba		
Uvědomění si rizika		Vyvarování se nebo omezení škody (úrazu)	
Návod k používání, pomocí výstražných značek		Znalost strojního zařízení, možnosti úniku, reflexivnost	
Míra nebezpečí před ochranným opatřením			
Ohrožení osoby	Doba pobytu v oblasti	Lidské možnosti vyvarování	Možnost výskytu události
Těžké	Zřídka - častěji	Nemožné	Malá
Míra nebezpečí bez ochranného řešení – hodnota v rozsahu 0 – 18:			7
Řešení – zamezení nebezpečí:	Certifikáty CE od dílčích prvků, Kryt pevný, návod k používání		
Foto řešení nebezpečí:			
			
Normy pro řešení nebezpečí:	ČSN EN ISO 12100, ČSN EN 953+A1, ČSN EN ISO 4414		
Odhad nebezpečnosti – kvalifikace – kategorie pro bezpečnostní části řízení (dle ČSN EN ISO 13849-1)			
Závažnost zranění	četnost nebezpečí	Vyloučení nebezpečí nebo omezení škod	A
Lehké	Vystavení je krátké	Možné za určitých podmínek	
Míra nebezpečí po použití ochranného řešení			
Ohrožení osoby			
Sníženo na minimum. Zbytková rizika řešena piktogramy a návodem k používání.			

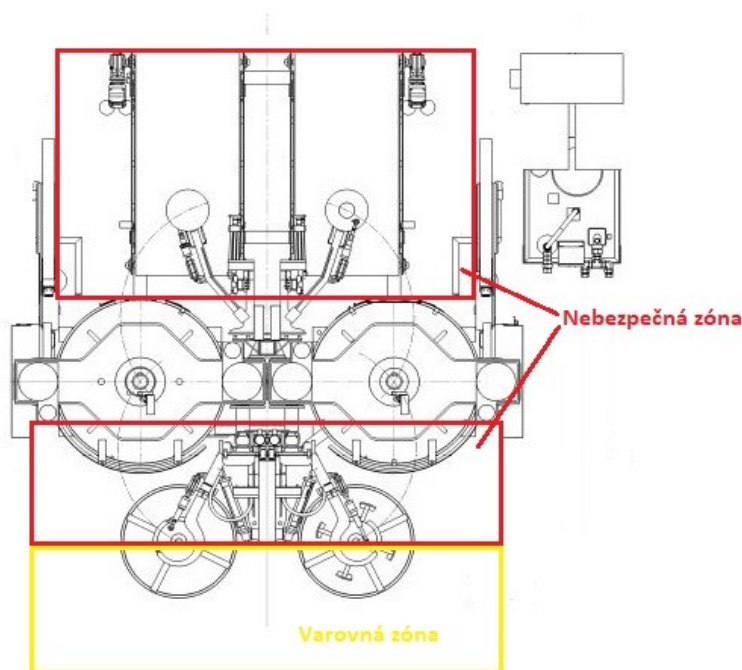
Tab. 11 Analýza rizik – mechanické nebezpečí

Výrobce - distributor:		Continental Barum, s.r.o.			
Zařízení:		Lis 52"			
Druh nebo skupina nebezpečí:		Mechanické nebezpečí			
Zdroj nebezpečí:		Rotující prvky			
Popis:	Pohon od elektromotoru				
Následek:	Vtažení nebo zachycení				
Závažnost škody:	Těžké				
Rychlost vzniku situace:	Náhle				
Osoby vystavené nebezpečí:	Jedna kvalifikovaná osoba				
Uvědomění si rizika				Vyvarování se nebo omezení škody (úrazu)	
Návod k používání, pomocí výstražných značek, přímým pozorováním				Znalost strojního zařízení, reflexivnost	
Míra nebezpečí před ochranným opatřením					
Ohrožení osoby	Doba pobytu v oblasti	Lidské možnosti vyvarování	Možnost výskytu události		
Těžké	Zřídka - častěji	Nemožné	Malá		
Míra nebezpečí bez ochranného řešení – hodnota v rozsahu 0 – 18:			7		
Řešení – zamezení nebezpečí:	Kryt pevný, omezení dosahů konstrukcí – zábranou, omezení přístupu při činnosti				
Foto řešení nebezpečí:					
					
Normy pro řešení nebezpečí:	ČSN EN ISO 12100, ČSN EN ISO 13857, ČSN EN 1037+A1, ČSN EN 953+A1				
Odhad nebezpečnosti – kvalifikace – kategorie pro bezpečnostní části řízení (dle ČSN EN ISO 13849-1)					
Závažnost zranění	četnost nebezpečí	Vyloučení nebezpečí nebo omezení škod	A		
Lehké	Vystavení je krátké	Možné za určitých podmínek			
Míra nebezpečí po použití ochranného řešení					
Ohrožení osoby					
Sníženo na minimum. Zbytková rizika řešena piktogramy a návodem k používání.					

4.2 Aplikace bezpečnostních prvků

Na základě provedené analýzy rizik jsem určil druhy a zdroje nebezpečí a možná ohrožení obsluhy. Pro aplikaci bezpečnostních prvků je důležité zvolit nebezpečné prostory, kde je pohyb lidí nežádoucí a měl by být omezen. V případech, kdy je nutné do těchto prostor vstoupit, mělo by dojít k zastavení nebo omezení pohybů a funkcí strojního zařízení.

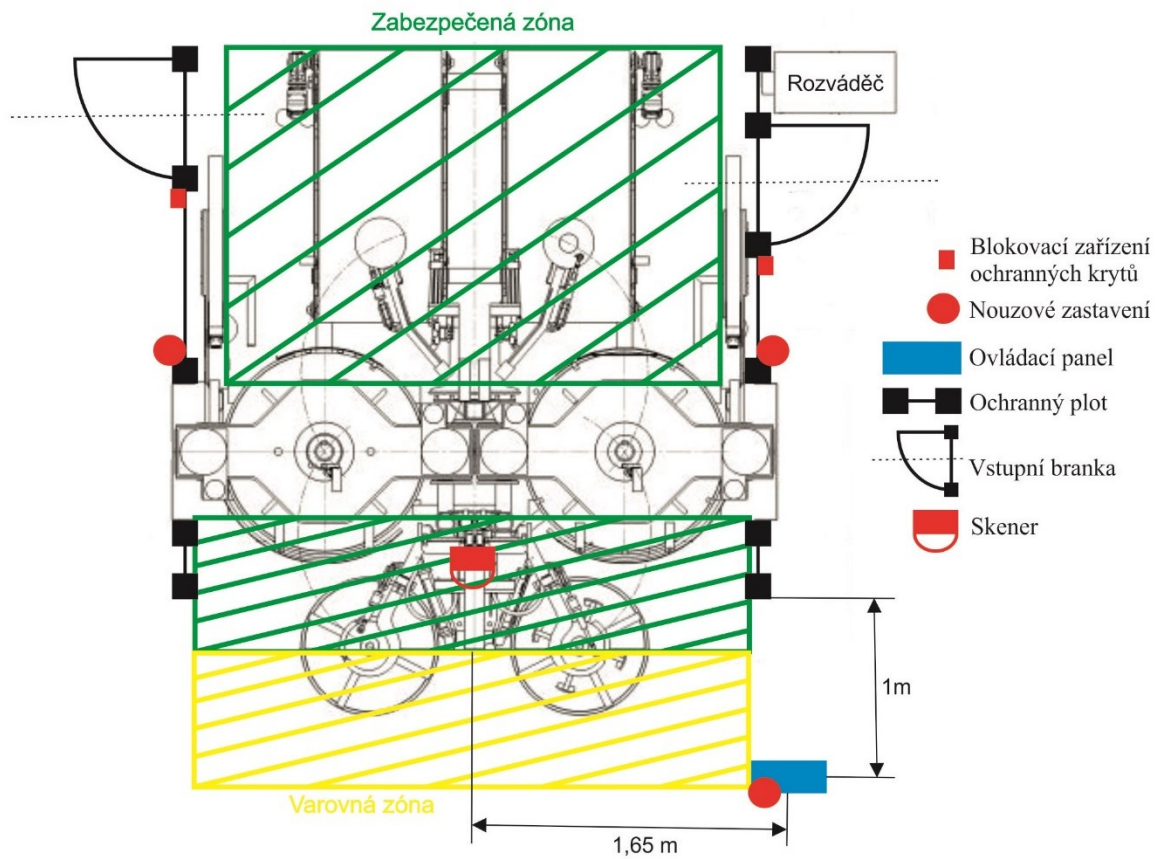
Na zvoleném vulkanizačním lisu jsou nebezpečné prostory respektive zóny dvě. Jedna se nachází před lisem, kde je nakladač surových pláštů a částečně zasahuje i do prostoru forem, kde může vzniknout riziko stlačení nebo opaření. Druhá zóna je v zadní části lisu, kde jsou odebírací dopravníky, vykladač vylisovaných pláštů, přívody páry a horké vody a také ovládání pneumatiky. Nachází se zde i varovná zóna, která je v místě zásobovacího vozíku se surovými plášti. Narušení varovné zóny neovlivní celé strojní zařízení, ale pouze nakladač, který nesmí při narušení této zóny vykonávat pohyb, popřípadě probíhající úkon zastavit. Rozdíl mezi varovnou a nebezpečnou zónou je v potvrzení opuštění této zóny. U nebezpečné je vyžadováno přímé potvrzení obsluhou, např. zmáčknutí tlačítka. Varovná zóna se resetuje automaticky při jejím opuštění. Přístup do nebezpečné zóny je potřeba ošetřit bezpečnostními prvky, které budou plnit funkci omezení vstupu do vyhrazeného prostoru, monitorování narušení prostoru anebo nouzové zastavení stroje. Obě nebezpečné zóny a varovnou zónu jsem znázornil v níže uvedeném obrázku.



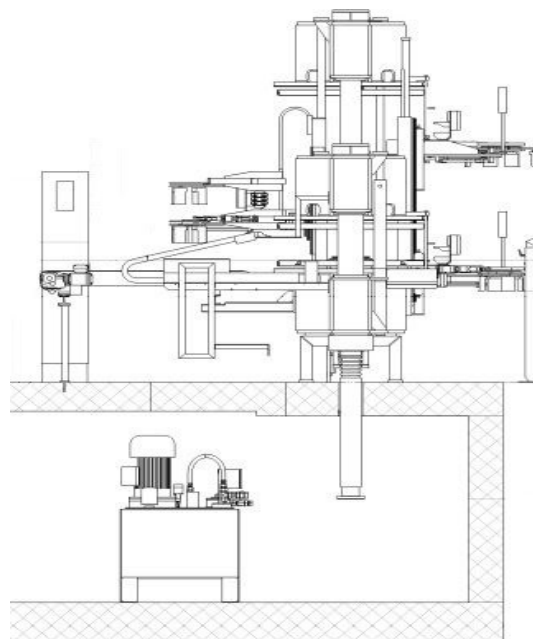
Obr. 15 zobrazení nebezpečných zón

4.2.1 Umístění bezpečnostních prvků

Rozmístění bezpečnostních prvků a ochranných krytů jsem zvolil následovně. Pro zabezpečení prostoru za lisem jsem zvolil ochranný plot, který je opatřen taktéž bezpečnostní brankou pro přístup k lisu a jeho částem. Branky jsou osazeny blokovacím zařízením a resetovacím tlačítkem, pro potvrzení zavřené branky. Navrhuji použít blokovací zařízení Schneider Electric, typ Preventa XC SA503, které mají požadované funkce spojené s použitím tlačítka. Na ochranném plotu jsou z každé strany lisu umístěny tlačítka nouzového zastavení. Prostor před lisem je specifickým tím, že je potřeba na zásobovací vozíky doplňovat pláště, proto je nutné, aby se lis při každém doplnění vozíku obsluhou nevypl, ale zároveň nemohlo dojít k ohrožení pracovníka. V tomto případě je lis vybaven skenerem, který je umístěn ve středu lisu a ve výšce kolem půl metru. Typ skeneru jsem zvolil SICK S3000 Standard. Skener rozlišuje dva druhy zón a podle toho reaguje při narušení nastavené oblasti. Abychom se vyvarovali slepému úhlu, kde skener není schopen detekovat předmět, osobu nebo jiné narušení, je doplněn ochranným plotem. Panel je umístěn jeden metr od ochranného plotu a 1,65 metru od středu osy lisu a je tedy v dostatečné vzdálenosti od lisu, aby pracovník mohl kontrolovat průběh akcí v ručním režimu a případně mohl vykonávat změny nastavení při samotném lisování, aniž by stroj omezil či zastavil a nevystavil se tak nebezpečí. Jako doplňkové bezpečnostní opatření jsou na lisu montovány také tlačítkové lišty na nakladači a vykladači. Mají za úkol detekovat překážku při odebírání pláště, aby nedošlo k poškození odebíracího zařízení anebo nedošlo k úrazu osoby, když selže primární prvek zabezpečení. Hlavový díl lisu s formami je opatřen ochranným rámem, který při odporu překážky sepne koncový spínač a zastaví tak pohyb forem, aby nedošlo ke stlačení. Pohony dopravníků v zadní části lisu jsou opatřeny pevným bezpečnostním krytem. Tyto prvky jsem do předchozího obrázku nezaznamenával. Za ochranným plotem je umístěno ovládání pneumatiky a také čerpadlo horké vody pro ohřev forem. Hydraulický agregát je pod úrovní lisu, jak znázorňuje obrázek (č. 17) a přístup k němu má pouze oprávněná osoba například pracovník údržby. Vše se to připojí na PLC PILZ PSS 4000. Jedná se o PLC s možností modulace a tím možné rozšíření o další vstupy a výstupy. Uvedené PLC je vhodné pro speciální programovací prostředí určené pro programování bezpečnosti. Navíc je možné uložený program zálohovat na paměťovou kartu a v případě poruchy jej jednoduše vyměnit, vložit kartu a PLC si program již sám nahraje. PLC je možno propojit s dalšími prvky ovládání stroje pomocí standartního ethernetového kabelu s konektory RJ-45. V určitých případech je možné pořídit speciální moduly pro připojení i na jiné typy komunikace.



Obr. 16 Bezpečnostní prvky – umístění



Obr. 17 poloha hydraulického agregátu

4.2.2 Funkce navrženého opatření

Všechny navrhované bezpečnostní prvky mají vlastnost okamžitého zastavení stroje při narušení nebo vstoupení do nebezpečných zón. Při určitých podmínkách je při narušení zón lis zajištěn proti pohybu jeho částí. Toto zajištění je možné při režimu ručního provozu. Pokud se aktivuje jeden z navrhovaných bezpečnostních prvků, strojní zařízení se uvede do stavu, kdy není možný pohyb jeho částí. V režimu automat je okamžité zastavení stroje vyvoláno stiskem tlačítka nouzového zastavení, které odpojí veškeré přívody energie (pára, horká voda, vzduch, hydraulika) a ovládací napájení. Dalším případem je otevření bezpečnostní branky. Branka je uzamčena do doby než dojde ke stisku tlačítka umístěného poblíž, které se rozbliká v určité frekvenci. Při odemčení branky tlačítko trvale svítí a je odpojen přívod páry, vzduchu, hydrauliky a zastavení veškerých pohybů v zadní části lisu. Když je lis zrovna ve fázi zavírání nebo otevírání hlavového dílu, dojde i k zastavení těchto pohybů. Není však odpojeno ovládací napájení. Branku lze opětovně uzamknout, pokud je správně uzavřena. Tlačítko se opět rozbliká a po jeho stlačení plní funkci resetu bezpečnostní branky. K obnovení přívodů energií je nutný reset i na ovládacím panelu. Nyní jsem se dostal k popisu funkce skeneru. Skener rozlišuje dvě zóny, jak jsem uváděl výše. Při režimu automat a fázi zavírání nebo otevírání lisu skener odpojí přívody energií, mimo ovládacího napájení, a zastaví veškeré pohyby zařízení, když dojde k narušení nebezpečného prostoru. Je-li nebezpečný prostor narušen v režimu automat a již probíhající lisování nastane zablokování pohybů, které mají nastat po vylisování, ale proces lisování se nepřerušuje. To znamená, že lis se neotevře a nakladač si neodebere další plášť. Zablokování končí při resetování na hlavním panelu, což znamená, že určený prostor je volný a nehrozí nebezpečí úrazu nebo poškození. Poslední funkcí skeneru je vyhodnocení varovné zóny. Při jejím narušení jsou zablokovány pouze funkce nakladače. Protože obsluha se pohybuje v dostatečné vzdálenosti od strojního zařízení. Má i funkci automatického resetu po uvolnění tohoto prostoru. Obsluha tak není nucena používat reset na panelu a může si dále chystat materiál pro lisování.

Dílčí závěr

Hlavním bodem praktické části je návrh zabezpečení. V kapitole je popsán postup analýzy rizik, který jsem zvolil pro svou práci. Výstupem tohoto postupu jsou zobrazené tabulky analýzy rizik pro jednotlivé druhy a zdroje nebezpečí. Na základě analýzy jsou určeny jednotlivé zóny strojního zařízení a vypracován návrh aplikace bezpečnostních prvků s jejich popisem funkcí a schématem umístění na stroji.

5 MODERNÍ TRENDY V PRŮMYSLOVÉM ZABEZPEČENÍ

Technologie a řešení v oblasti bezpečnosti se neustále vyvíjí. Může to být zrychlení času odezvy vstupního prvku a vyhodnocení signálu nebo způsob snímání prostoru, který je považován za nebezpečný. Možným řešením je integrace bezpečnostních obvodů do vstupních a výstupních karet a zjednodušit propojení bezpečnosti s automatizací.

5.1 Bezpečnostní kamerový systém

Nejvíce mě zaujala společnost Pilz, která přišla na trh s kamerovým bezpečnostním systémem nazývaným SafetyEYE. Kamerový systém dokáže snímat vyznačené pole ve 3D. Zároveň dokáže analyzovat detailní informace v celé monitorované zóně. Kamery se instalují nad nebezpečný prostor kolem strojního zařízení do tzv. pohledu ptačího oka. Systém tak umožňuje maximální efektivitu spolupráce stroje a obsluhy. Dokáže monitorovat, detekovat a hlásit objekty ve varovné a detekční zóně. Je tak možné různým akcím přiřadit různá řešení. Například zpomalení strojního zařízení a jeho pohybů, nouzové zastavení nebo spustí akustický či optický varovný signál. Společnost to pojmenovala protekce volné bariéry. Plocha, kterou dokáže SafetyEYE zabezpečit je až 72 m² [25].

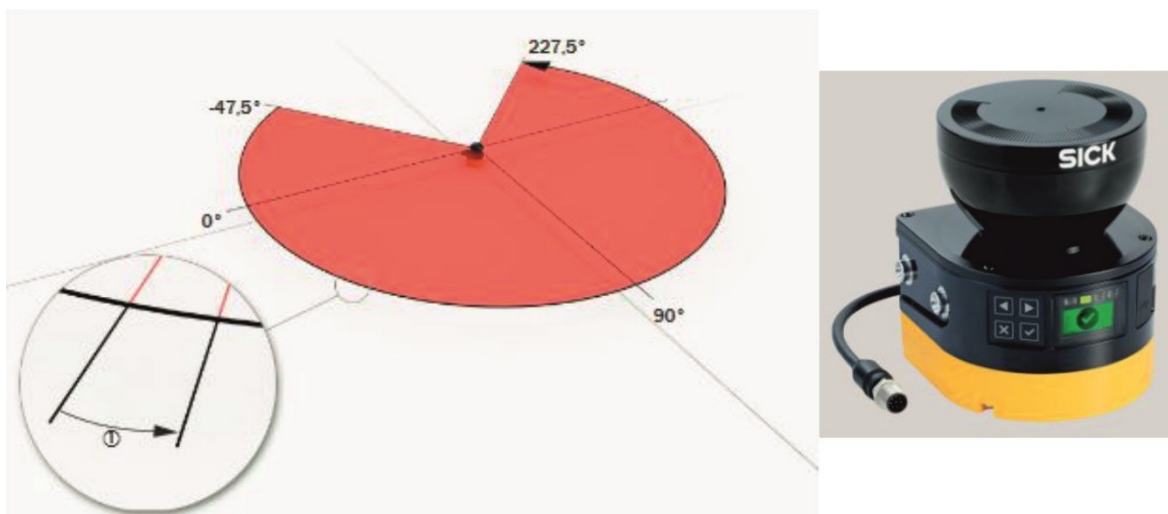


Obr. 18 Bezpečnostní kamerový systém SafetyEYE [25]

5.2 Sick microScan3

Skener microScan3 je nejnovějším bezpečnostním skenerem firmy Sick. Má novou vylepšenou skenovací technologii safeHDDM™. Technologie HDDM (high definition

distance measurement) nastavuje limity vyhodnocování doby letu vysílaného paprsku. Skener je schopný rozpoznat i objekty s malou odrazivostí již od 1,8%. Poskytuje velmi vysokou odolnost proti interferenčnímu světlu a prachu a zůstává tak spolehlivý i při náročných podmínkách. Měření doby letu světla počítá pomocí pulzního svazku, který se od překážky odrazí a vrací se zpět k laseru. Z toho se vypočítá doba letu, za kterou urazil k překážce a následně se pak vypočítá i vzdálenost překážky. Jeden měřicí cyklus trvá 30 milisekund a v každém cyklu je vysláno několik tisíc pulzů paprsků. Nová konstrukce skeneru umožňuje snímat kruhovou oblast v rozmezí 275°. Kruhová výseč je od $-47,5^\circ$ do $227,5^\circ$, kde 90° je osa skeneru směrem dopředu. Při správném umístění je skener schopný hlídat dvě strany objektu do vzdálenosti 5,5 m. Připojení a nastavení skeneru je možné přes kabel mini – USB a přiloženého programu, kde je možné grafické nastavení výseče. Jednoduchou orientaci při provozu obstarává displej na skeneru, který má několik stavů. Stavys jsou rozlišeny barevným podsvícením displeje. Červená značí narušení detekčního pole, zelená je stav bez narušení a žlutá značí narušení varovného pole. Pokud žlutá bliká, skener je blokován a není možný reset (značí většinou poškození ochranného skla laseru, nebo možné znečištění) [26].

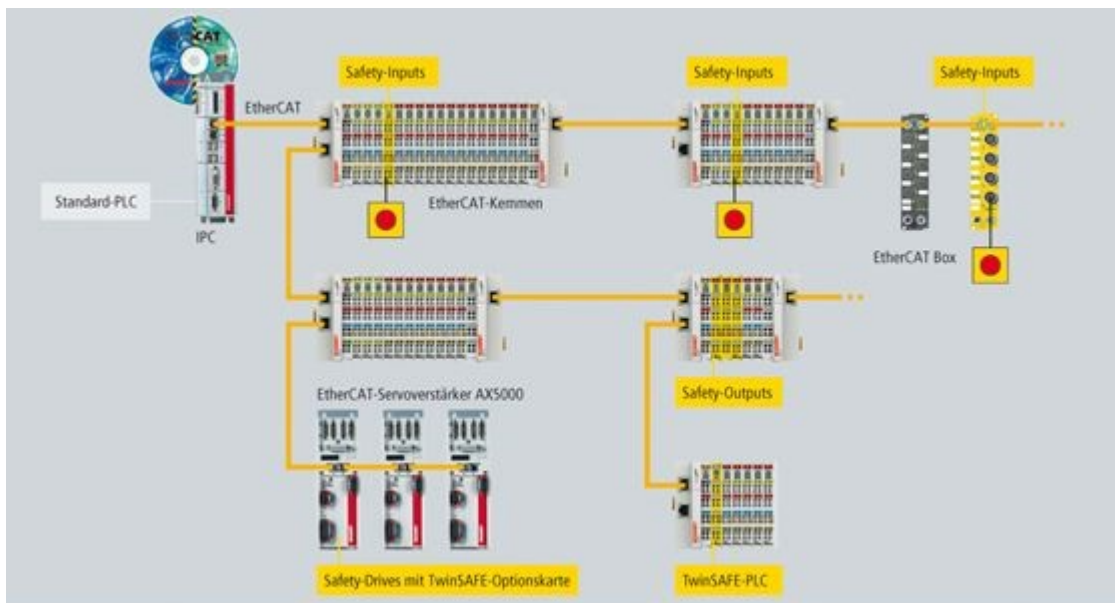


Obr. 19 znázornění výseče a skener microScan3 [26]

5.3 Beckhoff TwinSAFE

Řešení TwinSAFE je založeno na integraci bezpečnostních logických obvodů do vstupní a výstupních karet, které se připojují ke sběrnici ovládacího systému. Dochází tak k jednoduchému propojení bezpečnosti a automatizace. Nastavení probíhá přes software TwinCAT. V bezpečnostních blocích karet je možnost použít podmínky programu nebo

vstupní prvky pro vyhodnocování nebezpečných situací a tím zastavit stroj. Nabízí také možnost kontroly signálu komunikace v rámci cyklu programu pro lepší diagnostiku systému. Jednou z velkých výhod je, že nastavení karty je uloženo v paměti PLC, proto při poškození karty je možné je prostě vyměnit za stejnou kartu. Systém si totiž při restartu kontroluje hardwarovou konfiguraci, kterou má nastavenou s konfigurací aktuálního hardwaru. Po úspěšné kontrole ji propojí s programem a spustí cyklus. Bezpečnostní karty jsou barevně odlišeny od ostatních karet ve sběrnici žlutou barvou [27].



Obr. 20 Systém TwinSAFE [27]

Dílčí závěr

V závěru praktické části jsou uvedeny moderní trendy v průmyslové bezpečnosti. Jsou zde uvedeny novinky v oblasti bezpečnosti strojního zařízení s jejich popisem a funkcemi. Dále je uveden systém, který je teď často navrhován pro řízení bezpečnosti na strojním zařízení. Všechny tyto prvky a systémy posouvají bezpečnost na vyšší úroveň spolehlivosti a kvality.

ZÁVĚR

Hlavní náplní bakalářské práce bylo dodržení veškerých bodů zadání a bezpečnost strojních zařízení. Práci jsem se snažil zpracovat jednoduše a přehledně. V úvodu práce jsem se zaměřil na legislativní požadavky složených z právních předpisů a technických norem. Při analyzování právních předpisů jsem uvedl seznam důležitých legislativních dokumentů, které se vztahují k dané problematice. Tyto zákony se vztahují hlavně na technické požadavky výrobků a posuzování shody při uvedení na trh. V části technických norem je pojednáno o klasifikaci druhů norem a seznam příslušných norem popisující požadavky na strojní zařízení. Normy jsou rozepsány a u požadavků na elektrické části strojů jsou vypsány do tabulek doporučené hodnoty. V druhé kapitole bakalářské práce jsem se věnoval posouzení shody a bezpečnostním prvkům. U posouzení shody jsou uvedeny možnosti postupů a informace, které by mělo obsahovat prohlášení o shodě. Dále jsou rozepsány bezpečnostní prvky, které se dělí do tří základních skupin. U jednotlivých skupin je uvedena jejich funkce v systému s příkladem prvků. V praxi se nejčastěji používá kombinace těchto bezpečnostních prvků. Tím je zakončena teoretická část bakalářské práce. V úvodu praktické části je popis vulkanizačního lisu společně s popisem jeho principu. Strojní zařízení je popsáno z hlediska základních názvů jeho částí. Hlavním smyslem popsání principu vulkanizačního lisu je přiblížení jeho pracovního cyklu a jednotlivých fází, pro pochopení, kde mohou nastat nebezpečné situace. Na uvedený popis a funkce lisu navazuje provedení analýzy rizik. V této části jsem popsal postup, který jsem použil při jejím provedení s následným výčtem tabulek pro jednotlivé druhy a zdroje nebezpečí, které jsem považoval za důležité v práci zmínit. Druhá část praktické části práce se již zaměřuje na návrh zabezpečení strojního zařízení. Uvedeny jsou zde nebezpečné zóny u vulkanizačního lisu a umístění prvků s grafickým zobrazením. U zvolených bezpečnostních prvků jsem odůvodnil jejich použití a popsal jejich funkce a vliv na stroj při narušení nebezpečných zón. Závěr bakalářské práce je věnován moderním trendům v průmyslové bezpečnosti. V této kapitole jsem uvedl nové zařízení pro monitorování určené oblasti u strojních zařízení v rámci 3D a 2D polí. Uvedená zařízení prošly vývojem technologií, které používají a stávají se tak kvalitnějšími a spolehlivějšími. Kapitulu jsem zakončil pojednáním o systému, který se momentálně používá při dodávání nových strojních zařízení do velkých průmyslových firem jako je například Continental Barum s.r.o..

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] VALOUCH, Jan. Machinery for the Production of Sugar – Conformity Assessment and Placing on the Market. Czech Sugar and Beet Journal. No. 3, 132, 2016. Praha: VUC Praha, 2015. ISSN 1210-3306 (Print). ISSN 1805-9708 (Online). p. 106 – 110. WOS:000373057300009.
- [2] LUKÁŠ, Luděk. Bezpečnostní technologie, systémy a management III. Zlín: Radim Bačuvčík - VeRBuM, 2015. ISBN 978-80-87500-35-4.
- [3] Česká republika. Zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů. In: Sbíрка zákonů. 1997, 6, s. 128 - 136.
- [4] Česká republika. Nařízení vlády č. 176/2008 Sb., o technických požadavcích na strojní zařízení. In: Sbíрка zákonů. 2008, 56, s. 2265 - 2328.
- [5] Directive 2006/42/EC of European Parliament and of the Council of 17 May 2006 on machinery and amending Directive 95/16/EC (recast). In Official Journal of the European Union L 157. Luxembourg: The Publications Office of the European Union, 2006. 63 p.
- [6] Fraser, I. Příručka pro uplatňování směrnice o strojních zařízeních 2006/42/ES. 2. vyd. Brusel: Evropská komise - podnikání a průmysl, 2010. 401 s.
- [7] Česká republika. Zákon č. 90/2016 Sb., o posuzování shody stanovených výrobků při jejich dodávání na trh. In: Sbíрка zákonů. 2016, 36, s. 1762-1784.
- [8] Co je to technická norma?. In: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví [online]. Praha, 2018 [cit. 2018-05-21]. Dostupné z: <http://www.unmz.cz/urad/co-je-to-technicka-norma->
- [9] ČSN EN ISO 12100 Bezpečnost strojních zařízení - Všeobecné zásady pro konstrukci - Posouzení rizika a snižování rizika. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011. Třídící znak 83 3001.
- [10] 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.

- [11] Postup posuzování shody. In: ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNITCVÍ. Příručka pro zavádění směrnic založených na novém přístupu a globálním přístupu. Praha: ÚNMZ -odbor mezinárodních vztahů, oddělení pro překlady technických předpisů, 2000, s. 8.
- [12] 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 83 3205.
- [13] ŠPAČEK, Karel. Bezpečnostní prvky pro strojní zařízení [online]. 8/2010, 2 [cit. 2018-05-21]. Dostupné z: <http://archiv.eatonelektrotechnika.cz/files/E08.pdf>
- [14] SMETANA, Štěpán. Zhodnocení současných technologií v zajišťování funkční bezpečnosti strojních zařízení [online]. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta strojního inženýrství, 2014 [cit. 2018-05-21]. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/11012/32202>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta strojního inženýrství. Ústav automobilního a dopravního inženýrství. Vedoucí práce Jiří Zahálka.
- [15] In: www.schneider-electric.cz [online]. 2017 [cit. 2018-05-21]. Dostupné z: <https://www.schneider-electric.cz/cs/product/XCSA503/bezp.kovov%C3%BD-pol.sp%C3%ADn.xcsa---1v-%2B-2z---s-prodlevou---1-z%C3%A1vi-tov%C3%BD-otvor-1-2%22-npt/?range=63046-bezpe%C4%8Dnostn%C3%AD-detekce&node=705858585-bezpe%C4%8Dnostn%C3%AD-sp%C3%ADna%C4%8De&parent-subcategory-id=86100&parent-category-id=86798&filter=business-1-industrial-automation-and-control>
- [16] In: www.elfadistelec.no [online]. 2018 [cit. 2018-05-21]. Dostupné z: <https://www.elfadistelec.no/no/konsoll-med-tohandsbetjening-komplett-kabinettet-siemens-3sb38634ba/p/30061289>
- [17] Bezpečnostní průmyslové komponenty. In: www.contra-brno.cz [online]. Brno, 2010 [cit. 2018-05-21]. Dostupné z: <https://www.contra-brno.cz/produkt/bezpecnostni-svetelne-clony>
- [18] Bezpečnostní laserové skenery microScan3 Core. In: www.sick.com [online]. Waldkirch, 2016 [cit. 2018-05-21]. Dostupné z: <https://www.sick.com/cz/cs/opto-elektronicka-ochranna-zarizeni/bezpecnostni-laserove-skenery/microscan3-core/c/g295658>

- [19] REDAKCE. Funkce nouzového zastavení – zásady pro konstrukci. In: [Http://www.elektroprumysl.cz](http://www.elektroprumysl.cz) [online]. 2017, 12.07.2017 [cit. 2018-05-21]. Dostupné z: <http://www.elektroprumysl.cz/elektronicke-prvky-a-systemy/funkce-nouzoveho-zastaveni-zasady-pro-konstrukci>
- [20] In: [Http://www.systemotronic.cz/](http://www.systemotronic.cz/) [online]. 2014 [cit. 2018-05-21]. Dostupné z: <http://katalog.systemotronic.cz/produkt/bezpecnostni-moduly/bezpecnostni-rele-pilz/pnoz-x/pnoz-x3-10p-24vacdc-3n-o-1n-c-1so-26193.htm>
- [21] In: [Www.beckhoff.com](http://www.beckhoff.com) [online]. 2017 [cit. 2018-05-21]. Dostupné z: <https://www.beckhoff.com/images/twincat/popup/twincat-3-safety-plc-screen-1.jpg>
- [22] HF TIRETECH GROUP. Provozní návod: Vytápěný lis CK 52". Originální provozní návod. Hamburg: Harburg-Freudenberger Maschinenbau, 2014.
- [23] VAŠÍČEK, Emil. Gumárenská technologie 2. 3. Otrokovice: Střední průmyslová škola Otrokovice, 2013.
- [24] MACÍKOVÁ, Helena. Návrh systému řízení BOZP v podnicích gumárenského průmyslu. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2013, 101 s. (135 150 znaků). Dostupné také z: <http://hdl.handle.net/10563/25524>. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta aplikované informatiky, Ústav elektroniky a měření. Vedoucí práce Gajdošík, Jiří.
- [25] PILZ. Leaf Sensor technology. In: [Www.pilz.com](http://www.pilz.com) [online]. 2018, 01.02.2018 [cit. 2018-05-21]. Dostupné z: https://www.pilz.com/download/open/Leaf_Sensor_technology_PSEN_1003847-ENU-03.pdf
- [26] SICK. Provozní návod - microScan3. In: [Www.sick.com](http://www.sick.com) [online]. Waldkirch: Sick, 2016, 25.4.2016 [cit. 2018-05-21]. Dostupné z: https://www.sick.com/media/docs/5/35/435/Operating_instructions_microScan3_Core_I_O_cs_IM0068435.PDF
- [27] BECKHOFF. TwinSAFE. In: [Www.beckhoff.com](http://www.beckhoff.com) [online]. 2018, 05.02.2018 [cit. 2018-05-21]. Dostupné z: <https://download.beckhoff.com/download/document/automation/twinsafe/applicationguidetwinsafeen.pdf>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

EMC	Elektromagnetická kompatibilita.
NV	Nařízení vlády.
PLC	Programovatelný logický automat.
Tzv.	Tak zvaně.
HDDM	High definition distance measurement.
USB	Univerzální sériová sběrnice.

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Sledování bezpečnosti výrobků [], upravil Gaľa 2018.....</i>	<i>12</i>
<i>Obr. 2. Zákon č. 22/1997 Sb. – předmět úpravy [], upravil Gaľa 2018.....</i>	<i>13</i>
<i>Obr. 3. Pořadí činností [], upravil Gaľa 2018</i>	<i>18</i>
<i>Obr. 4. Faktory ovlivňující postup snižování rizika [], upravil Gaľa 2018.....</i>	<i>19</i>
<i>Obr. 5. Označení CE []</i>	<i>24</i>
<i>Obr. 6 bezpečnostní polohový spínač XCS [].....</i>	<i>26</i>
<i>Obr. 7 Dvouruční ovládání SIEMENS [].....</i>	<i>26</i>
<i>Obr. 8 Světelná bariéra [].....</i>	<i>27</i>
<i>Obr. 9 Bezpečnostní laserový skener SICK [].....</i>	<i>27</i>
<i>Obr. 10 Nouzové zastavení []</i>	<i>28</i>
<i>Obr. 11 Bezpečnostní relé Pilz PNOZ []</i>	<i>29</i>
<i>Obr. 12 Twinsafe vnitřní logika []</i>	<i>30</i>
<i>Obr. 13 Přehled vulkanizačního lisu.....</i>	<i>34</i>
<i>Obr. 14 Nakladač</i>	<i>36</i>
<i>Obr. 15 zobrazení nebezpečných zón</i>	<i>45</i>
<i>Obr. 16 Bezpečnostní prvky – umístění.....</i>	<i>47</i>
<i>Obr. 17 poloha hydraulického agregátu.....</i>	<i>47</i>
<i>Obr. 18 Bezpečnostní kamerový systém SafetyEYE.....</i>	<i>49</i>
<i>Obr. 19 znázornění výseče a skener microScan3</i>	<i>50</i>
<i>Obr. 20 Systém TwinSAFE</i>	<i>51</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Právní předpisy – strojní zařízení</i>	<i>11</i>
<i>Tab. 2. Technické normy – strojní zařízení.....</i>	<i>15</i>
<i>Tab. 3. Přehled nebezpečí [], upravit Gaľa 2018.....</i>	<i>17</i>
<i>Tab. 4 Nebezpečné situace a jejich příčiny [], upravit Gaľa 2018.....</i>	<i>20</i>
<i>Tab. 5 Střídavé napájení [], upravit Gaľa 2018.....</i>	<i>20</i>
<i>Tab. 6 Stejnoseměrné napětí [], upravit Gaľa 2018.....</i>	<i>21</i>
<i>Tab. 7 Analýza rizik – elektrické nebezpečí</i>	<i>40</i>
<i>Tab. 8 Analýza rizik – mechanické nebezpečí.....</i>	<i>41</i>
<i>Tab. 9 Analýza rizik – tepelné nebezpečí</i>	<i>42</i>
<i>Tab. 10 Analýza rizik – mechanické nebezpečí.....</i>	<i>43</i>
<i>Tab. 11 Analýza rizik – mechanické nebezpečí.....</i>	<i>44</i>