



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

ODBOR INŽENÝRSTVÍ RIZIK

DEPARTMENT OF RISK ENGINEERING

HODNOCENÍ RIZIK PRÁCE S TĚŽKÝMI BŘEMENY

ASSESSMENT OF RISK RELATED TO WORK WITH HEAVY LOADS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Karolína Jurigová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Barbora Schüllerová, Ph.D.

BRNO 2020

Zadání diplomové práce

Studentka:	Bc. Karolína Jurigová
Studijní program:	Řízení rizik technických a ekonomických systémů
Studijní obor:	Řízení rizik ekonomických systémů
Vedoucí práce:	Ing. Barbora Schüllerová, Ph.D.
Akademický rok:	2019/20
Ústav:	Odbor inženýrství rizik

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

Hodnocení rizik práce s těžkými břemeny

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Práce s těžkými břemeny představuje rizikovou činnost, při které může dojít ke zranění a případně i úmrtí zaměstnance, škodám na majetku apod. Provedena proto bude analýza současného stavu (ČR, EU, vybrané další státy) řešení vybraných pracovních procesů, při kterých dochází k manipulaci s těžkými břemeny. Bude navržen postup pro identifikaci, analýzu a hodnocení souvisejících rizik s návrhem preventivních opatření.

Cíle diplomové práce:

Cílem je provést identifikaci, analýzu a následné vyhodnocení rizik u vybraných procesů spojených s manipulací s těžkými břemeny. Na základě získaných výsledků následně navrhnout preventivní opatření. Navržený postup hodnocení rizik a jejich minimalizace následně ověřit na modelovém příkladu vč. zhodnocení finanční náročnosti implementace preventivních opatření.

Seznam doporučené literatury:

OSTROOM, L. T., WILHELMSSEN, CH.A. Risk Assessment – Tools, Techniques and Their Applications. John Wiley & Sons, 2012. 1th edition. Chichester. p. 416. ISBN 978–0-470-89203-9.

GLENDON, I.S., CLARKE, S. Human Safety and Risk Management: A Psychological Perspective. 3rd Edition. CRC PRes, Taylor and Francis, 2015. ISBN 9781482220544

JUROVÁ, Marie. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Brno: Grada Publishing, 2016. ISBN 9788027193301.

ŠENK, Zdeněk. Pracovní úrazy ve vybrané judikatuře. 1. vyd. Olomouc: ANAG, c2013, 382 s. ISBN 978-80-7263-837-6.

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

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Vladimír Adamec, CSc.
vedoucí odboru

doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D.
ředitel

Abstrakt

Diplomová práce se zaměřuje na problematiku manipulace s těžkými břemeny pomocí jeřábu. Snaží se identifikovat rizika vyvstávající ze samotného procesu. Analýza současného stavu hodnotí problematiku z pohledu současného stavu bezpečnosti a ochrany zdraví při práci (dále jen „BOZP“) nejen v tuzemsku, ale také ve vybraných státech Evropské unie. Dále analýza pojednává o povinnostech zaměstnanců a zaměstnavatele v oblasti bezpečnosti a objasňuje základní pojmy problematiky. Na základě modelového příkladu jsou provedeny analýzy, které identifikují hrozby s největší mírou rizika. Následně jsou navržena opatření, pomocí kterých by mělo dojít k minimalizaci míry rizika u identifikovaných hrozeb procesu.

Abstract

The diploma thesis is focused on the issues of handling heavy loads using a crane. The thesis tries to identify threats in the process. Analysis of the current state evaluates the issue from the perspective of OHS not only in the Czech Republic but also in selected states of the European Union. Furthermore, the analysis discusses the obligations of employees and employers in the field of safety and clarifies the basic concepts of the issue. Based on a model example, the analyzes are performed to that identify the threats with the highest level of risk Subsequently, there are presented measures which should lead to the minimization of the level of risk for identified process threats.

Klíčová slova

těžká břemena, manipulační zařízení, BOZP, rizika, analýza

Keywords

heavy loads, handling equipment, OHS, risks, analysis

Bibliografická citace (vzor, generuje se v IS)

JURIGOVÁ, Karolína. *Hodnocení rizik práce s těžkými břemeny* [online]. Brno, 2020 [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/121349>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Odbor inženýrství rizik. Vedoucí práce Barbora Schüllerová.

Prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma „Hodnocení rizik práce s těžkými břemeny“ jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušila autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhla nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědoma následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně

.....

Podpis autora

Poděkování

Touto cestou bych chtěla poděkovat mé vedoucí Ing. Barboře Schüllerové, Ph.D. a oponentce Ing. Haně Horáčkové za trpělivost, konstruktivní kritiku a podporu. Dále bych chtěla poděkovat společnosti ABB Power Grids Czech republic s.r.o., která mi dovolila ji mít jako modelovou společnost a za poskytnutí informací k problematice.

Poděkovat bych chtěla i své rodině a příteli za jejich psychickou podporu. Nakonec největší dík patří mým rodičům, bez jejich trpělivosti a finanční podpory by mé veškeré dosavadní studium nebylo nikdy možné.

OBSAH

1	ÚVOD.....	14
2	SOUČASNÝ STAV	15
2.1	DEFINICE ZÁKLADNÍCH POJMŮ	15
2.2	STATISTICKÉ SROVNÁNÍ ÚRAZOVOSTI.....	16
2.3	PRÁVNÍ PŘEDPISY A NORMY v OBLASTI BOZP	19
2.3.1	LEGISLATIVA ČESKÉ REPUBLIKY.....	19
2.3.2	MEZINÁRODNÍ NORMY ISO.....	21
2.4	MANIPULAČNÍ ZAŘÍZENÍ.....	22
3	FORMULACE PROBLÉMŮ A STANOVENÍ CÍLŮ ŘEŠENÍ.....	32
4	POUŽITÉ METODY A JEJICH ZDŮVODNĚNÍ	33
4.1	POPIS SPOLEČNOSTI.....	33
4.2	CHECKLIST	35
4.3	FMEA.....	36
5	VLASTNÍ ŘEŠENÍ / DOSAŽENÉ VÝSLEDKY.....	38
5.1	CHECKLIST	39
5.2	FMEA.....	41
5.3	NÁVRHY NA OPATŘENÍ	48
6	DISKUZE / ANALÝZA VÝSLEDKŮ ŘEŠENÍ	59
7	ZÁVĚR.....	63
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	64
	SEZNAM TABULEK	67
	SEZNAM GRAFŮ	68
	SEZNAM OBRÁZKŮ	69

1 ÚVOD

Kvalitní zaměstnanci jsou v dnešní době velmi ceněnou komoditou a díky nízké nezaměstnanosti si mohou dovolit si svého zaměstnavatele vybírat. Pokud se zaměstnanec necítí respektován, náležitě ohodnocen a v bezpečí, není pro něj v dnešní době problém změnit práci. Pro firmu je to však neefektivní. Prvním důvodem je finanční hledisko, kdy bude muset společnost vynaložit peněžní prostředky na přijetí a zaškolení nového zaměstnance. Druhým důvodem je ztráta znalostních pracovníků, kteří mají již znalostní kapacitu důležitou pro podání výkonu na dané pozici. Společnosti by tak neměly zapomínat na spokojenost a bezpečí svých zaměstnanců.

Diplomová práce se zaměřuje na problematiku manipulace s těžkými břemeny pomocí vysokozdvížných zařízení, konkrétně jeřáby, z pohledu bezpečnosti práce. S pomocí modelové firmy a jejího výrobního procesu je analyzován proces manipulace s břemenem. V další části se nachází analýza rizik, včetně jejich vyhodnocení. Na základě těchto poznatků jsou stanoveny opatření pro minimalizaci pravděpodobnosti vzniku hrozeb.

Cílem pro tuto diplomovou práci je na základě analýzy současného stavu identifikovat, analyzovat a následně vyhodnotit rizika spojená s procesem manipulace s těžkým břemenem pomocí jeřábu ve výrobním procesu. Na základě provedené analýzy rizik jsou navržena opatření ke snížení míry rizika. Opatření se snaží působit jak na minimalizaci pravděpodobnosti vzniku rizika, tak i na snížení možných následků.

2 SOUČASNÝ STAV

Slovo „bezpečnost“ je v dnešní době skloňované ve všech možných podobách. Ale už od pradávna je jeho základním významem narušení bezstarostného bytí osoby, zvířete či věci. Již latinský význam slova bezpečnost neboli „securus“ vyjadřoval bezstarostnost, klidný, nestarající se. Mimo to je bezpečnost důležitým pojmem i pro bezpečnostní terminologii. Často se využívá v řadě společenských věd jako je například psychologie, politologie nebo ekonomie [1].

Pro účely této diplomové práce bude dále bezpečnost vnímána jako oblast společenských činností se souborem prostředků, metod, požadavků a opatření. BOZP přispívající k vytvoření bezúhonného pracovního prostředí a předcházejí tak nechtěným událostem s negativním dopadem na zdraví zaměstnanců při pracovním procesu, ale i lidem pohybujících se v jejich okolí [2].

BOZP můžeme definovat jako mezinárodní obor jehož cílem je nalezení zdroje potenciaální hrozby a její ošetření tak, aby již neohrožovala své okolí a psychické ani fyzické zdraví osob v pracovním procesu. V dnešní době je BOZP nedílnou a rovnocennou součástí každé podnikatelské činnosti. Nejen, že si zaměstnavatelé váží svých zaměstnanců a snaží se jim poskytnout co nejbezpečnější a nejpřívetivější podmínky pro výkon pracovních činností, ale také jim hrozí finanční sankce při nedodržování právně závazných předpisů týkajících se bezpečnosti a ochrany zdraví při práci upravených v zákoníku práce [2].

2.1 DEFINICE ZÁKLADNÍCH POJMŮ

Hrozba

Hrozba je pojmem označující zdroj jakékoliv negativní události, síly, aktivity či osoby, která je schopná poškodit subjekt, proces nebo prostředí. Hrozba může ohrozit bezpečnost osob, zapříčinit škodu, ztrátu, nežádoucí změny, nebo nechtěné jevy [3].

Riziko

Riziko je stěžejní výraz v oborech jako je rizikové inženýrství. Existuje mnoho definic, jedna z nich tvrdí, že riziko je pravděpodobnost, že vznikne nějaký nestandardní stav v určitém čase a prostoru, a způsobí negativní dopad na subjekt. Jeho hodnota se určí vynásobením hodnoty pravděpodobnosti a dopadu hrozby [4].

Opatření

Opatření je účelně navržené s cílem snížení pravděpodobnosti vzniku rizika, nebo minimalizování jeho dopadu na subjekt, proces či prostředí. Opatření vychází z již provedené

analýzy, porovnání nebo expertním odhadem. Cílem je vytvořit opatření na reálný stav tak, aby se do budoucnosti zlepšovalo fungování subjektu, procesu nebo prostředí [3].

Pracovní úraz

Jedná se o jakoukoliv újmu na zdraví zaměstnance, která byla způsobena nezávisle na jeho vůli. Úraz se stal nenadálým a krátkodobým působením vnějších faktorů, při plnění úkolů v souvislosti s jeho pracovním výkonem. Pokud takové poškození zaměstnance nastane, je za škodu odpovědný zaměstnavatel. Zaměstnavatel je poté povinen vyšetřit okolnosti a příčinu vzniku pracovního úrazu [5].

2.2 STATISTICKÉ SROVNÁNÍ ÚRAZOVOSTI

Dle zdroje [6], který každoročně ve spolupráci s Českým statistickým úřadem, dále jen „ČSÚ“, vypracovává statistiky o úrazovosti v České republice. V roce 2018 došlo k mírnému poklesu celkové úrazovosti. Nejohroženější jsou skupiny lidí ve věku od 40 let do 50 let a zaměstnanci vykonávající zaměstnání méně než jeden rok [6].

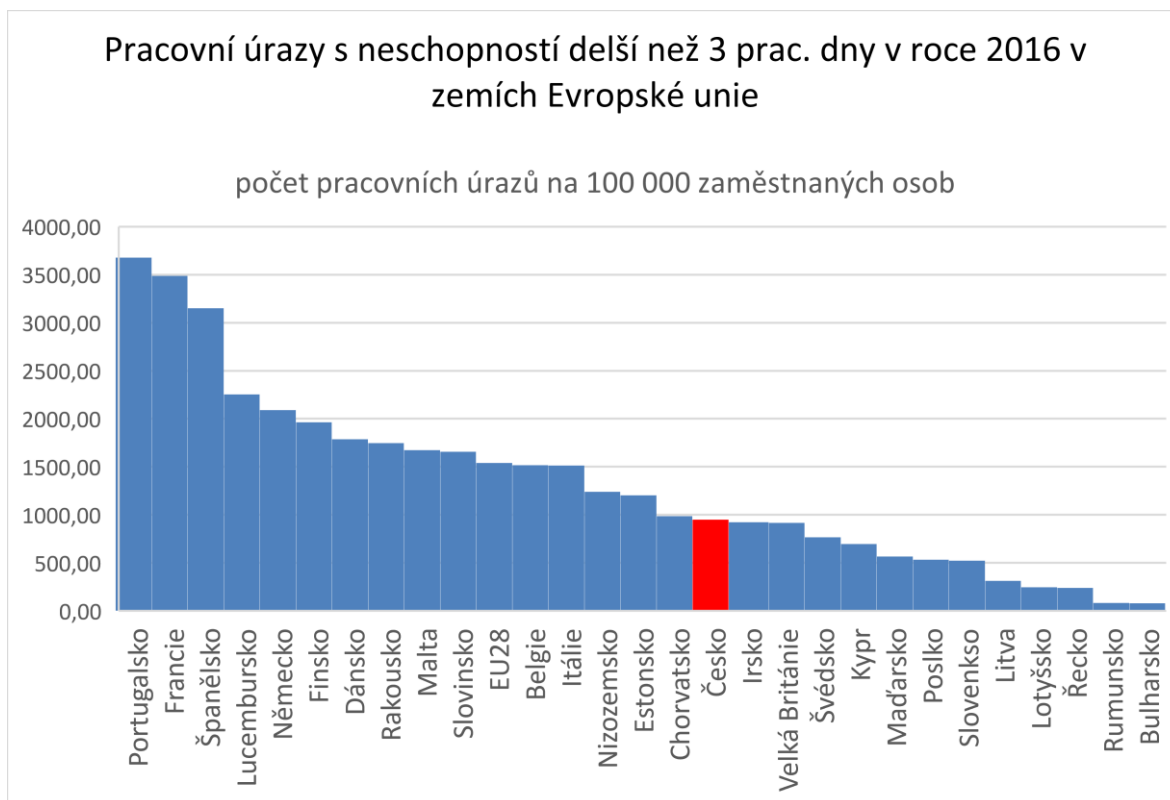
Tab. č. 1 - Časová řada pracovní úrazovosti v ČR v letech 2009-2018 [6]

Rok	Počet prac. úrazů s prac. neschopností	Počet smrtelných prac. úrazů
2009	50 173	105
2010	51 678	121
2011	47 111	125
2012	44 108	113
2013	42 927	113
2014	45 058	116
2015	46 331	132
2016	47 379	104
2017	47 491	95
2018	46 223	123

Skupina zdrojů úrazů	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Pozemní vozidla, ostatní dopr. prostředky	2014	1744	1877	1596	1411	1492	1539	1483
Systémy pro dopravu, manipul., skladování	489	1417	1587	2121	2082	2074	2069	2500
Stroje a zařízení mobilní a stabilní	3108	3054	3414	3900	3714	3807	3729	3619
Budovy, konstrukce, povrchy (uvnitř i vně)	12927	12303	12221	11726	11751	12489	12535	12034
Materiál, břemena, výrobky, stroj. Součásti	15123	13745	12499	12494	13199	15029	15059	14417
Ruční nářadí	4191	4093	3960	4239	4159	4094	4151	4074
Nebezpečné látky	1415	1240	1148	1171	1222	1283	1397	1350
Systémy pro energii, motory, potrubní sítě	102	43	30	57	77	58	39	57
Ochranná a kancel. zařízení, odpad	3	148	200	307	297	242	245	407
Živé organismy, fyzikální jevy, přírodní živly	1686	1883	1978	2074	1919	1953	1862	1977
Ostatní zdroje a neuvedeno	1047	938	1113	1694	1741	2148	2199	2120

Obr. č. 1 - Časová řada pracovní úrazovosti v ČR v letech 2011-2018 s prac. neschopností delší jak 3 dny podle zdroje úrazu [6]

Z obrázku č. 1 je patrné, že nejvíce úrazů je způsobeno manipulací s materiálem, břemeny, výrobky a strojními součásti. Tvoří více než 30 % úrazů každý rok. Úrazy tohoto typu nejsou pouze lehkými oděrkami, ale velmi vážnými, život ohrožujícími zraněními. Je třeba předcházet vzniku zranění pomocí preventivních opatření. Pokud je nehoda nevyhnutelná a nedá se pravděpodobnost jejího vzniku snížit, mělo by se alespoň usilovat o minimalizaci dopadu na lidské zdraví.



Graf č. 1 -Pracovní úrazovost s neschopností delší než tři prac. dny v roce 2016 [7]

Mezi země s nejhorší úrazovostí patří překvapivě vyspělé země jako je Francie, Německo, Portugalsko nebo Lucembursko. Zatím co země východní Evropy jako je Bulharsko, Rumunsko, Maďarsko, Litva nebo i Slovensko drží svou úrazovost na velmi nízkých číslech. Samozřejmě je to podmíněno strukturou pracovního trhu, kdy např. v Řecku jsou obyvatelé zaměstnaní převážně ve službách, proto má nižší úrazovost než třeba Německo, které je průmyslovou zemí. Dalším faktorem bude jistě přesun pracovních sil ze západní Evropy do východní.

Velká Británie pro rok 2018 zveřejnila statistiky o datech spojených s úrazovostí na pracovních místech. Finální čísla jsou:

- 147 pracovníků zemřelo při vykonávání pracovní činnosti,
- 581 000 pracovníků nahlásilo pracovní úraz,
- 29 % zranění způsobilo zakopnutí, uklouznutí a následný pád,
- 8 % úrazů nastalo při pádu z výšky [8].

Druhým nejčastějším způsobem se stala ruční manipulace, zvedání a nošení předmětů s 20 % a 10 % zraněných zaměstnanců byl udeřeno pohybujícím se objektem [8].

Z analýz vyplývá, že ve Velké Británii způsobily manipulační zařízení, nebo spíše objekty s nimiž je manipulováno skrze manipulační zařízení asi 58 100 zranění. Operace s manipulačními prostředky jsou ošetřeny v souboru zákonů z roku 1998 nazývajících se Lifting Operations and Lifting Equipment Regulations dále jen „LOLER“. Tato nařízení se týkají společností, zaměstnavatelů a zaměstnanců, kteří využívají či vlastní zdvihací zařízení. Jsou zde uvedeny přepisy pro poskytování a používání zdvihacích zařízení včetně jejich pravidelné inspekce a údržby. LOLER také požaduje, aby veškerá zařízení používaná ke zvedání byla vhodná pro daný účel, vhodná pro daný úkol, vhodně označena a v mnoha případech podrobena pravidelným důkladným zkouškám. Konkrétně LOLER obsahuje důležité kapitoly jako kapitola 4 - Síla a stabilizace, kapitola 5 - Zvedací zařízení pro zvedání osob, kapitola 6 - Umístění a instalace, kapitola 10 - Hlášení závad [8].

Také Polsko je jednou ze zemí, která má velmi podrobné statistiky ohledně úrazovosti na pracovišti. Stejně jako Velká Británie, také Polsko v roce 2018 nahlásilo 84 304 zraněných lidí a 211 osob zemřelo na následky pracovního úrazu. Dle polského statistického úřadu 60,8 % úrazů se staly díky nesprávnému jednání zaměstnanců nebo kvůli jejich nepozornosti. Nejvíce nehod se stalo v odvětví hutnictví, odpadovém hospodářství a výrobním průmyslu. Díky propracované statistice můžeme říct, že počet úrazů způsobených úderem od pohybujícího se objektu bylo 18 182. Je to druhá nejčastější příčina úrazů, a to hned po nárazu o nehybný předmět s číslem 25 886 [9].

Polská legislativa upravuje svou bezpečnost práce v Zákoníku práce z roku 1974 v díle deset. Zdraví a bezpečnost práce zahrnuje kapitoly jako je například:

- kapitola IV. Stroje a jiná technická zařízení. Tato kapitola pojednává o tom, jak je zaměstnavatel zavázán zajistit bezpečné a hygienické podmínky pro využívání technických zařízení. A je zodpovědný za jejich zabezpečení ať už strojů nebo pracovních nástrojů v rámci legislativních nařízení [10].
- kapitola V. Faktory a pracovní procesy, které představují zvláštní nebezpečí pro zdraví a život. Definuje, jak má zaměstnavatel postupovat, při určení míry škodlivosti pro zdraví zaměstnanců. Také dále zakazuje využívání některých chemických látek a stanovuje povinnost nahrazení těchto látek [10].
- kapitola VII. Pracovní úrazy a nemoci z povolání. V této kapitole se nachází povinnosti zaměstnance a zaměstnavatele pro snížení rizika vzniku úrazu a nemoci z povolání, jak postupovat při vzniklém úrazu či nemoci a systém odškodnění zaměstnance [10].

Polská legislativa také přejímá velkou spoustu směrnic Evropské unie dále jen „EU“. Z oblasti BOZP se jedná například o:

- 89/686 / EHS Osobní ochranné pracovní prostředky dle nařízení Evropského parlamentu 9.3. 2016. Směrnice stanovuje podmínky, uvádění ochranných pomůcek na trh a jejich základní požadavky na bezpečnost, které musí splňovat, aby byla zajištěna bezpečnost uživatelů [8].
- 2006/42 / EC Stroje byla přijata z nařízení ministra hospodářství v roce 2008. Směrnice stanovuje základní požadavky na strojní zařízení [11].
- 2000/14 / ES Hluk na pracovišti byla implementována v prosinci roku 2005 vyhláškou ministra hospodářství. Jedná se o směrnici upravující požadavky na zařízení provozované ve venkovním prostředí [11].
- 89/391 / EHS Bezpečnost a ochrana zdraví zaměstnanců při práci byla zavedena v roce 1997 [11].

2.3 PRÁVNÍ PŘEDPISY A NORMY v OBLASTI BOZP

V České republice a v dalších členských státech musí legislativa v oblasti BOZP mít soulad s nařízeními vydané Evropskou unií. Byla to jedna z podmínek při vstupu České republiky do Evropské unie. Evropská unie vede státy k přijetí a implementaci určitých prioritních standardů. V rámci ochrany zdraví zaměstnanců mohou státy zavádět přísnější pravidla, ale právní předpisy musí splňovat minimální požadavky stanovené EU [12].

2.3.1 LEGISLATIVA ČESKÉ REPUBLIKY

Bezpečnost zaměstnanců je na prvním místě nejen u manipulace s těžkými břemeny, ale u všech pracovních procesů, které se ve společnosti vykonávají. Je povinností, aby právnické, fyzické osoby i fyzické osoby podnikající plnily zákony, kvůli ochraně zdraví a bezpečnosti zaměstnavatelů, zaměstnanců, lidem v blízkém okolí pracoviště a také dalším zainteresovaným stranám.

Základní práva a povinnosti zaměstnavatele

V oblasti bezpečnosti práce a bezpečného provozu zdvihacího zařízení musí zaměstnavatel stanovit účinný přístup k řízení bezpečnosti a ochraně svých pracovníků při pracovním procesu. Principiálně to neznamená jen dodržování obecně platného předpisu, kterým je zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce, ve znění pozdějších předpisů § 101, § 102, § 103 atd., ale také dodržování dalších souvisejících platných právních předpisů [13].

Jedny z nejdůležitějších předpisů jsou:

- **zákon č. 309/2006 Sb.**, další požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví při práci v pracovněprávních vztazích,
- **nařízení vlády č. 378/2001 Sb.**, bezpečnostní požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a náradí,
- **nařízení vlády č. 495/2001 Sb.**, poskytování osobních ochranných pracovních prostředků, mycích, čistících a dezinfekčních prostředků,
- **nařízení vlády č. 101/2005 Sb.**, o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí,
- **nařízení vlády č. 375/2017 Sb.**, vzhled a umístění bezpečnostních značek a zavedení signálů [13].

Legislativně je povinnost zajišťování úkolů v prevenci bezpečnostních rizik pro zaměstnavatele ustanovena v tomto znění:

- U společností do 25 zaměstnanců si může tyto úkony zajišťovat zaměstnavatel sám, pokud k nim má nezbytné znalosti [13].
- U společnosti od 26 až do 500 zaměstnanců si může zaměstnavatel tyto úkony zajistit sám, pokud je odborně způsobilý v oboru prevence rizik, popřípadě mohou být povinnosti zajišťovány osobou odborně způsobilou [13].
- U společnosti nad 500 zaměstnanců povinnosti zajišťuje jedna nebo více odborně způsobilých osob [13].

Základní práva a povinnosti zaměstnance

Už v listině základních práv a svobod, která pojednává o vztahu mezi státem a občanem, se v článku 28 stanovuje, že každý zaměstnanec má právo na spravedlivou odměnu své práce a na obstojné pracovní podmínky.

Dle 262/2006 Sb. Zákoníku práce § 106 pojednávající o právech a povinnostech zaměstnance má zaměstnanec právo na zajištění bezpečí a ochrany zdraví při práci. Zaměstnanec musí být informován nejen o rizicích vyskytujících se na jeho pozici, ale i o opatření, které zaměstnavatel přijal, pro jeho ochranu [11].

- zaměstnanec má právo odmítnout vykonat práci, o niž ví, že by mohla ohrozit závažným způsobem jeho zdraví nebo život, či zdraví a život někoho jiného.
- každý zaměstnanec má povinnost dbát na vlastní bezpečí a zdraví fyzických osob, kterých se bezprostředně týká jeho povolání [14].

- zaměstnanec je povinen se zúčastňovat školení, podrobit se pracovním prohlídkám, řídit se zásadami a pokyny poskytnutých zaměstnavatelem pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci obecnou tak i na pracovním místě [14].
- dále je povinen dodržovat pracovní postupy, používat jasně stanovené pracovní prostředky zaměstnavatelem, nosit osobní ochranné pracovní prostředky a svévolně je neměnit nebo nevyřazovat z provozu. Je také povinen nepožívat alkoholické a návykové látky na pracovišti i mimo pracoviště v pracovní době. Pokud má vedoucí zaměstnanec podezření, je zaměstnanec také povinen provést test, zdali není pod vlivem alkoholu, nebo jiných omamných látek [14].
- zaměstnanec má za povinnost oznamovat svému nadřízenému pracovníkovi nedostatky a závady vyskytující se na pracovišti, bez odkladu nahlásit pracovní úrazy své nebo jiné fyzické osoby, pokud mu to jeho zdravotní stav dovolí [14].

Vyhláška č. 19/1979 Sb. vyhrazená pro zdvihací zařízení z roku 2004 stanovuje některé podmínky k zajištění bezpečnosti při jejich používání. Vyhrazenými zdvihacími zařízeními jsou ve smyslu vyhlášky tyto zařízení s motorickým pohonem:

- zdvihadla a pojezdná zdvihadla o nosnosti nad 5000 kg (kladkostroje, kočky apod.);
- jeřáby o nosnosti 5 000 kg;
- pohybové pracovní plošiny s výškou zdvihu nad 3 m;
- stavební výtahy s výškou zdvihu nad 3 m, jimiž se přepravují osoby;
- regálové zakladače se svisle pohyblivými stanovišti obsluhy [13].

Vyhláška popisuje oprávnění organizace vyrábět, montovat, provádět opravy zařízení a revizní zkoušky jen v rámci oprávnění. Tyto oprávnění vydává inspektorát bezpečnosti práce, v jehož obvodu má společnost sídlo. Vyhláška definuje také provedení individuální zkoušení, ověřovací zkoušky, zkoušky po opravách a kontrolní prohlídky [13].

2.3.2 MEZINÁRODNÍ NORMY ISO

International Organization for Standardization – je mezinárodní mimovládní organizace pro normalizaci. Normalizační orgány členů ISO se sídlem v Ženevě vytváří mezinárodní normy věnující se nespočetné problematice. Cílem norem je podporovat produktivní hospodářskou soutěž a nabídnout znak kvality, které po splnění těchto standardů společnosti vlastní [12].

Norma týkající se bezpečnosti na pracovištích je ISO 45001 Systém managementu bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, která postupně nahrazuje normu OHSAS 18000. V rámci BOZP jsou stanoveny

i jiné normy, ale ISO 45001 je tím naprostým standardem, která je možná využít pro jakékoliv odvětví nebo podnikatelskou činnost. Norma přijímá společenskou strukturu zvanou „high level structure“, která zajišťuje vyšší komptabilitu s ostatními řídicími systémy. Tuto strukturu již přijali normy jako ISO 9001:2015 Norma pro řízení jakosti nebo ISO 14001:2015 Systém enviromentálního managementu [15].

Předmětem normy ISO 45001 je definovat požadavky pro systémové řízení. Poskytuje základ a oporu pro správný systém BOZP ve společnosti, prevenci proti pracovním úrazům a systém pro vytvoření bezpečného pracovního prostředí. Norma se snaží být v souladu se strategickým směřování společnosti. Zodpovědnost za prevence pracovních úrazů, poškození zdraví a bezpečné pracoviště je celé vrcholové vedení společnosti. To vede k vyššímu zapojení vrcholového vedení společnosti do vytváření a vedení kultury v oblasti bezpečnosti [15].

Norma očekává, že účinný systém řízení není statický, ale bude se stále vyvíjet a zlepšovat. Sama norma je celá o prevenci a klade se důraz k neustálé eliminaci primárních příčin úrazů a neshod. Osvojení normy pro společnost tedy znamená zvýšenou odolnost prostřednictvím proaktivní prevence rizik a posílení bezpečného a zdravého pracoviště pro své zaměstnance [15].

V rámci norem týkající se vysokozdvizných zařízení, konkrétně mostových jeřábů a portálových jeřábů, se využívá Česká technická norma, dále jen „ČSN“, ČSN EN 15011+A1, která byla vydána a přijata v účinnost v roce 2014. Tato evropská norma se vztahuje k mostovým a portálovým jeřábům přepravovaných pomocí kolejnic, jeřábových drah a jízdních drah. Platí také pro nemobilní portálové jeřáby. Norma vymezuje požadavky pro všechna závažná nebezpečí a nebezpečné situace, které se týkají mostových a portálových jeřábů. V normě se nenachází podmínky pro zdvihání a přepravu osob a nezahrnují nebezpečí vyplývající z výbušného prostředí, v magnetickém poli nebo působení ionizačního záření [16].

Dalšími důležitými normami pro provoz vysokozdvizných zařízení jsou normy:

- ČSN ISO 12480-1 z roku 1999, která definuje všeobecné bezpečné používání jeřábů,
- ČSN 73 5130–z roku 1994 určuje zásady pro úpravu jeřábových drah,
- ČSN ISO 4306-1 z března 2010, která obsahuje slovník s obecnými definicemi,
- ČSN EN 14492-1 +A1 z května 2010, která pojednává o vratkách, kladkostroji a zdvihacích zařízeních se strojním pohonem [16].

2.4 MANIPULAČNÍ ZAŘÍZENÍ

Definice strojů s názvem manipulační zařízení neboli manipulátory mohou být pojaty jako ručně vedené zařízení na provádění pohybu, které usnadňuje těžkou fyzicky namáhavou práci,

anebo jako manipulátor s nízkým stupněm volnosti. Jedno z nejpoužívanějších manipulačních zařízení nese název jeřáb [17].

Do souhrnného pojmu manipulační zařízení spadají jeřáby, kladkostroje, zvedáky, navijáky, zvedací plošiny, nákladní výtahy a manipulační pomůcky jako je například svěrky, sochory, posunovátky, valivé podvozky, stojany, schůdky atd [18].

Jeřáby

Zvedací zařízení s názvem jeřáby jsou ocelové konstrukce, sloužící k vodorovnému a svislému přemístování těžkých břemen na vymezenou vzdálenost. Jsou důležité pro práci s materiálem, polotovary i koncovými výrobky. Využívají se ve všech odvětvích, ale nejčastěji je můžeme vidět v oborech jako je např. elektroprůmysl, potravinářský průmysl a stavebnictví [19].

Jeřáby se používají v souladu s požadavky výrobce. Základní předpisy pro Českou republiku jsou stanoveny v nařízení vlády č. 378/2001 Sb., kterým se stanovuje bližší požadavky na bezpečnost provozu a používání strojů, přístrojů, náradí a technických zařízení. Dále je využívání jeřábů upraveno v ČSN ISO 12480-1 Jeřáby – bezpečné užívání a ČSN ISO 9926-1 Výcvik jeřábníků [20].

Účastníci procesu manipulace s břemenem pomocí jeřábu

Osoba, která má zodpovědnost za používání jeřábu v souladu s doporučeními od výrobce a směrnicemi organizace se nazývá jeřábník. Jeřábník by měla být kompetentní osoba starší 18 let, zdravotně způsobilá pro vykonání práce s důrazem na zdravý zrak a sluch. Osoba musí být fyzicky schopna bezpečně ovládat zařízení a musí být schopen odhadnout vzdálenost a výšku zavěšeného břemene. Důležitým členem procesu manipulace je také vazač. Vazač odpovídá za správné uvázání a odvázání břemene. Při samotném aktu manipulace pak vazač věnuje zvláštní pozornost lidem v těsné blízkosti manipulace, na které jeřábník nevidí. Vazač také může řídit manipulaci pomocí signálů, pokud jeřábník nemá dobrý rozhled. Signály mohou být ruční, rádiové nebo přímé. Pokud jeřábník nevidí na vazače je třeba využít tzv. signalistu. Signalista přenáší signály mezi vazačem a jeřábníkem. Pokud je při manipulaci využit signalista, může jím být jiný vazač, který ale nebude mít oprávnění vázat při tom konkrétním procesu břemeno [20].

Deník jeřábu

Deník jeřábu je provozní doklad, který musí být umístěn u stanoviště obsluhy nebo na speciálně vymezeném místě. Jelikož deník není předepsán žádnou technickou normou, lze ho zakoupit v různých podobách od různých výrobců. I přes to je deník jeřábu požadován i výrobcem jednotlivých zařízení. Výrobci se na něj odkazují ve svých návodech pro použití jeřábu.

Deník by měl obsahovat minimálně záznamy o:

- hodnocení technického stavu zařízení při předešlé velké inspekci,
- hodnocení technického stavu zařízení při předešlé periodické inspekci,
- hodnocení technického stavu zařízení při předešlé běžné inspekci,
- hodnocení technického stavu zařízení při denní inspekci,
- implementovaných opravách nebo úpravách k odstranění vad nebo poškozených součástí zařízení. [21]

System bezpečné práce

System bezpečné práce je požadován v ČSN ISO 12480-1, je také v návodu od výrobců zařízení. Jedná se o souhrn těch nejzákladnějších požadavků pro provoz jeřábů a jiných zdvihacích zařízení. Je třeba dodržovat tyto zásady při jednoduchých i složitějších zdvíchích. Pokud společnost nemá vypracovaný tento dokument, nemůže být uvedeno zařízení do provozu. Se systémem práce musí být seznámeny všechny osoby, které se podílejí na úkonech a procesech vztahujícím se k jeřábům či zdvihacím zařízením [21].

Obsah dokumentu [21]:

- Každá činnost musí být navržena zvlášť tak, aby akt byl bezpečný s přihlédnutím ke všem nepředvídatelným rizikům. Provést navržení musí pověřená osoba se zkušenostmi v problematice.
- Výběr vhodného příslušenství k užívání zařízení.
- Stanoveny prohlídky, údržby, inspekce a revizní zkoušky pro zařízení.
- Určení správně proškolených odpovědných osob odpovídající za provoz zařízení.
- Seznam zakázané manipulace po celou dobu užívání zařízení.
- Stanovení opatření k snížení vzniku rizika.
- Popsání a vytvoření komunikačního systému pro všechny osoby, které jsou zúčastněné v procesu manipulace.

Jeřáby dělíme dle tvaru nosné konstrukce:

- **Mostové jeřáby** jsou nejčastěji používané druhy jeřábů v průmyslovém odvětví, které se používají na přesouvání kusových břemen. Charakter jeřábů se vyznačuje jejich nosnou konstrukcí tvořící jeřábový most. Po mostě u stropu jezdí tzv. jeřábová kočka. U běžných mostových jeřábů je náklad zvedán pomocí háku. Kočka může mít jeden nebo více háků pro hlavní nebo pomocný zdvih, kvůli rozložení váhy. Jeřáby se pohybují po horních plochách kolejnic jeřábové dráhy [18].



Obr. č. 2 - Mostové jeřáby [Vlastní]

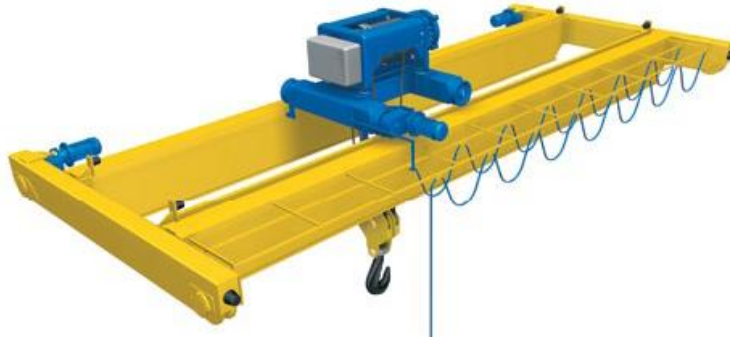
Můžeme je rozdělit z hlediska konstrukce:

- Jednonosíkové mostové jeřáby jsou jeřáby, které jsou tvořeny jednoduchou konstrukcí. Základní částí je jeden příčný nosník. Na tomto nosníku je zavěšeno zdvihací zařízení k přemísťování břemen. Tento typ jeřábu je využíván v méně náročných provozech, kde není vyžadováno zdvihání těžkých břemen [19].



Obr. č. 3 - Jednonosíkový mostový jeřáb [23]

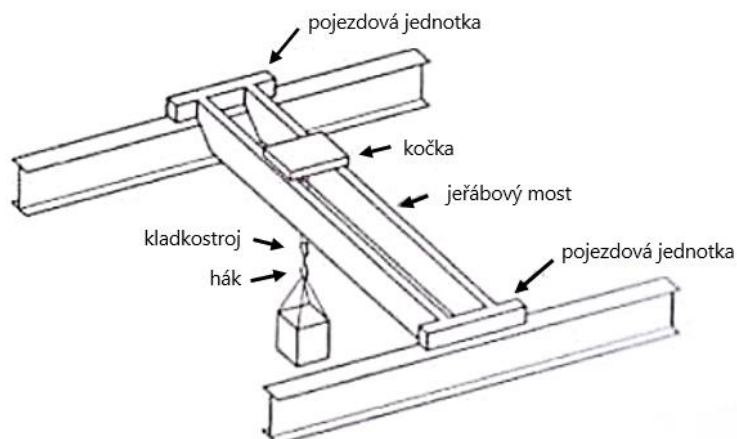
- Dvounosíkové mostové jeřáby mají konstrukci mnohem mohutnější. Jsou využívány ke zvedání objemnějších a těžších břemen, řádově ve stovkách tun. Skládají se ze dvou nosníků spojených po obou koncích [19].



Obr. č. 4 - Dvounosíkový mostový jeřáb [23]

Ovládání jeřábů se může realizovat několika způsoby. Mohou být řízeny z kabiny umístěné na samotném jeřábu nebo například dálkově přes ovladač, což je nejčastější způsob. Ovladač může být připojen kabelem k jeřábu, v případě že se jedná o jednoduché zdvihací zařízení. Jedná-li se o velké mostové jeřáby, využívá se dálkové ovládání, pracující s rádiovým signálem, což umožňuje jeřábníkovi být na více místech při manipulaci s břemenem [18].

Základní součásti mostového jeřábu můžeme dělit na jeřábový most a visutou kočku. Jeřábový most je součástí, která je tvořena mostem, portálem a konzolou. Je vyroben z kovové konstrukce kvůli dynamickému i statickému namáhání. Na bocích jsou umístěny pojezdové jednotky, které jezdí po kolejnicích, díky nimž se může jeřáb horizontálně pohybovat [23].



Obr. č. 5 - Jeřábový most a jeho popis [22]

Kočka neboli technicky pojezdová jednotka je zařízení, která slouží k vertikálnímu pohybu mezi pojezdovými jednotkami. Účelem kočky je příčné přemístování břemene. Konstrukční součástí kočky je i kladkostroj, který zvedá a spouští břemeno. Břemeno je ke kočce uchyceno například hákem, drapákem, elektromagnetem atd. [23].



Obr. č. 6 - Jednonosíková kočka [Vlastní]



Obr. č. 7 - Háček součástí jednonosíkové kočky [Vlastní]

Pro samotné zvedání břemena pomocí jeřábu se nejvíce využívají ocelová lana, která patří mezi nejpoužívanější prostředky v celé řadě mechanismů. Používají se ale také například řetězy nebo zvedací popruhy. Zvedací popruhy se využívají zejména tam, kde by mohlo dojít k snadnému poškození břemene. Jejich výhodou je přizpůsobivost a možnost využití různého typu uchycení břemene. Vyrábějí se z dvouvrstvého polyesteru, který vydrží teploty od -40 °C do 100 °C. Jsou tak ideální alternativou pro šetrnou manipulaci. Nosnost zvedacích popruhů se definují pomocí barev a pro každý styl vázání platí jiná nosnost popruhů [22].



Obr. č. 8 - Vázací popruhy fialové 1 000 kg [Vlastní]

Nosnost v Kg pro jednotlivé způsoby vázání břemene					
Barevné označení vazáků					
	$\beta = 0^\circ$ Přímý závěs	$\beta = 0^\circ$ Na smyčku	$\beta = 0^\circ - 6^\circ$ Rovnoběžný	$\beta = 0^\circ - 45^\circ$ Závěs podvlečením	$\beta = 45^\circ - 60^\circ$ Závěs podvlečením
Koeficient	1	0,8	2	1,4	1
Fialová	1.000Kg	800Kg	2.000Kg	1.400Kg	1.000Kg
Zelená	2.000Kg	1.600Kg	4.000Kg	2800Kg	2.000Kg
Žlutá	3.000Kg	2.400Kg	6.000Kg	4200Kg	3.000Kg
Šedá	4.000Kg	3.200Kg	8.000Kg	5600Kg	4.000Kg
Červená	5.000Kg	4.000Kg	10.000Kg	7000Kg	5.000Kg
Hnědá	6.000Kg	4.800Kg	12.000Kg	8400Kg	6.000Kg
Modrá	8.000Kg	6.400Kg	16.000Kg	11200Kg	8.000Kg
Oranžová	10.000Kg	8.000Kg	20.000Kg	14000Kg	10.000Kg

Obr. č. 9 - Nosnost vazacích popruhů v závislosti na typu vázání [Vlastní]

- **Konzolové otočné jeřáby** se většinou využívají v různých dílnách a na montážích. Využívá se jako jednoduchý otočný jeřáb. Skládá se z jednoho otočného ramena uchyceného ke zdi. Na konci jeřábu je umístěn kladkostroj, který manipuluje s břemenem. Jeho pole působnosti je tedy značně omezená jen v rozmezí kruhové výšece a úhlem menším než 180° [19].



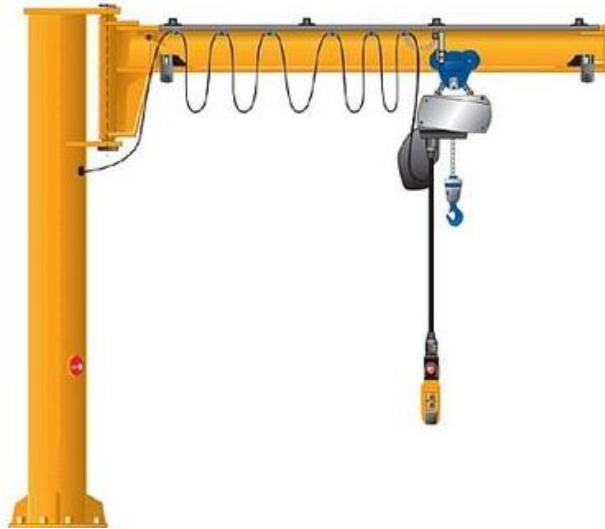
Obr. č. 10 - Konzolový otočný jeřáb [23]

- **Portálové jeřáby** se pohybují díky pojízdným nohám, proto se dostanou snadno nad pracovní plochu. Používají se převážně pro manipulaci s hutním materiálem. Jejich výhodou je, že popojíždějí na kolečkách. Stačí jim pouze pevný povrch. To umožňuje manipulaci na libovolných místech [19].



Obr. č. 11 - Portálový jeřáb [23]

- **Sloupcový jeřáb** se využívají tam, kde je třeba zvedat těžká břemena, ale nevyplatí se společností investovat do mostového jeřábu. Sloupec jeřábu je u tohoto typu zvedacího zařízení nehybný a pohybová část je pouze výložník [18].



Obr. č. 12 - Sloupcový jeřáb [13]

- **Věžové jeřáby** se využívají hlavně ve stavební výrobě a skladech se stavebním materiálem. Dají se poměrně rychle přemísťovat z místa na místo a nemají velké nároky na kvalitu jeřábových drah. Jeřáby mohou být pojízdné a nepojízdné [24].



Obr. č. 13 - Věžový jeřáb [19]

Dále rozdělujeme jeřáby podle pohonu na

- elektrický,
- se spalovacím motorem,
- hydraulické,
- pneumatické [18].

Poslední rozdělení je podle pohybu, a to zahrnuje

- nepojízdné,
- pojízdné,
- otočné,
- plovoucí [18].

3 FORMULACE PROBLÉMŮ A STANOVENÍ CÍLŮ ŘEŠENÍ

Na základě analýzy současného stavu BOZP v České republice, bylo zjištěno, že velká část zdrojů úrazů na pracovišti je manipulace jak ruční, tak mechanická. Jedny z nejzávažnějších úrazů se staly při manipulaci s těžkými břemeny pomocí zdvihacích zařízení.

Cílem diplomové práce je navrhnout a doporučit pro společnosti, využívající manipulaci s využitím mostových jeřábů, opatření za účelem snížit hodnotu rizika tím, že sníží pravděpodobnost vzniku neočekávané a nechtěné události, která by mohla způsobit zaměstnancům nebo lidem v jejich okolí vážný úraz. Výstupem analýz bude identifikace a vyhodnocení dílčích rizik v konkrétní modelové společnosti. Rizikům, která budou definována jako nejzávažnější bude posléze doporučeno opatření, které by mělo přispívat ke snížení pravděpodobnosti vzniku hrozby. Opatření budou nakonec finančně zanalyzována a posouzena jejich výhodnost.

4 POUŽITÉ METODY A JEJICH ZDŮVODNĚNÍ

V rámci vybrané problematiky byla jako modelová zvolena společnost ABB Power Grids Czech Republic s.r.o. Jedná se o společnost, která vyrábí plynem zapouzdřené velmi vysokého napětí dále jen „VVN“. Tento brněnský závod využívá pro manipulaci s polotovary, materiálem či již hotovými výrobky manipulační zařízení. Konkrétní analyzovaný subjekt bude montážní hala. Firma využívá k manipulaci převážně mostové jeřáby, které jsou ovládány dálkovým ovladačem.

Pro analýzu rizik budou použity dvě metody. První metodou bude metoda Checklistu neboli kontrolní seznam, který získá informace a položí základy pro stěžejní metodu FMEA. Tyto metody budou vytvořeny na základě osobní zkušenosti s procesy ve společnosti, díky materiálům poskytnutých společnostmi a na základě předešlé analýzy současného stavu. Pomocí metod FMEA a Checklistu budou identifikována a kvantifikována rizika, nacházející se v procesu zvedání nadměrných břemen zdvihacím prostředkem, konkrétně mostovým jeřábem. Následně budou u nejzávažnějších rizik vytvořena opatření, která se budou snažit minimalizovat pravděpodobnost vzniku nehody.

4.1 POPIS SPOLEČNOSTI

Společnost ABB Group je světový lídr v oblasti energetiky a automatizace. Hlavní centrála se nachází ve švýcarském Curychu, ale její závody můžeme nalézt ve zhruba 100 zemích světa s více než 132 000 zaměstnanci [4]. Společnost byla založena v roce 1883 Ludvigem Fredholmem ve Stockholmu. Tehdy nesla název Elektriska Aktiebolaget. Druhým důležitým milníkem bylo založení společnosti BBC Charlesem Brownem a Walterem Boverim. Poté se v roce 1988 tyto dvě společnosti sloučily a vytvořily ABB [25].

Můžeme ji aktuálně rozdělit na pět divizí, a to na Průmyslovou automatizaci, Elektrotechniku, Pohony, Robotiku a Automatizaci a Power Grids. V České republice najdeme společnost v městech Brno, Jablonec nad Nisou, Most, Ostrava, Plzeň, Praha, Teplice a Trutnov [26].



Obr. č. 14 - Logo ABB [21]

ABB v ČR

V České republice ABB působí již od roku 1970, avšak formální vznik společnosti nastal až 1992, kdy byla založena společnost s názvem ABB. Postupem času se ABB rozrostlo až do své nynější podoby. Aktuální společnost ABB s.r.o. zahrnuje 8 lokalit a více než 3 700 zaměstnanců [27].

Hlavním předmětem její činnosti jsou komplexní dodávky, výroba, výstavba a modernizace staveb, výroba zařízení pro přenos, rozvod a kontrolu elektrické energie, elektrických silnoproudých zařízení, dále měřicí a regulační techniky a systémů řízení, produktů a služeb v oblasti automatizace, elektroinstalačních materiálů, nízkonapěťových zařízení a servisních činností [27].

Jednatel a generálním ředitelem je paní Tanja Niina Helena Vainio.

Od roku 1994 je firma držitelem certifikátu ISO 9001:2000, ISO 14001:2004 a OHSAS 18001: 1999.

Divize Power Products se zabývá výrobou a dodávkami produktů pro rozvodny, přístroje velmi vysokého napětí dále jen „VVN“ a vysokého napětí dále jen „VN“, přístroje a rozvaděče VVN, pro energetiku a průmysl, přístrojových transformátorů a senzorů, výkonových a distribučních transformátorů, kabely a kabelové systémy VVN. Závod lze charakterizovat také jako tzv. „feeder factory“, což jednoduše znamená, že nedodává produkt koncovému zákazníkovi. Její zákazníci jsou primárně ABB Švýcarsko, ABB Německo, ABB Saudská arábie a ABB Indie. Princip „feeder factory“ tedy není mít, co největší tržby, ale snížit náklady na minimum, aby mohla cena klesat [27].



Obr. č. 15 - Závod Tuřanka [Vlastní]

Zapouzdřené vodiče VVN pro GIS

Zapouzdřené vodiče jsou klíčovými prvky pro plynem izolované rozvodny (GIS gas-insulated switchgear), používané hlavně pro vnitřní nebo venkovní spojení plynem izolovaných rozveden s nadzemním vedením, transformátorem a kabelovým rozhraním. Jedná se o hliníková pouzdra, ve kterých jsou axiálně uloženy hliníkové vodiče s postříbřenými konci. Prostor uvnitř pouzdra vyplňuje izolační plyn FS6. Díky kompaktním rozměrům, extrémní spolehlivosti a odolnosti vůči vnějším vlivům, představují GIS ideální řešení pro aplikaci v omezených prostorech nebo v prostředích s nepříznivými podmínkami [27].

Plyn, který se používá pro zapouzdření vodiče se nazývá Fluorid sírový nebo také hexafluorid síry označovaný jako SF6. Tato látka má šestkrát větší hustotu jako vzduch. Tato hustota zajistí, že elektrický proud je veden po vodiči a nedochází k přeskokům mezi vodičem a pouzdrům. Samotný plyn není pro člověka nebezpečný, není jedovatý a je nedýchátný. Přesto je dbáno na minimální a nejlépe nulový únik. Jedná se totiž o skleníkový plyn, kdy potenciální globální ohřev je asi o 22 800x vyšší než u CO₂ [28].



Obr. č. 16 – pracoviště Testingu [Vlastní]

4.2 CHECKLIST

CLA (Checklist analysis) neboli kontrolní seznam je jedna ze základních metod posuzování vybraného procesu s právními a jinými požadavky. Jedná se o nejpoužívanější techniku díky její jednoduchosti, časové úspornosti a jednoduchému vyhodnocování. Kontrolní seznam lze brát jako nástroj, který preventivně předchází nežádoucím událostem, ale také jako metodu zpětného zjišťování příčiny vzniku nesouladu se stanovenými standardy. Jeho kontrolní charakter lze vztáhnout jak na proces, tak i na zařízení [29].

Checklist by měl vycházet z expertní odborné praxe, na základě které je vytvořen seznam požadavků a kroků, který by měly být splněny před začátkem procesu, nebo po vykonání procesu.

Výsledky je možné zaznamenat buď odpovědí „ANO“, což značí, že je podmínka či krok splněn, nebo odpovědí „NE“, což říká, že nějaký krok nebo podmínka není splněna [29].

4.3 FMEA

Metoda FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) neboli Analýza možných vad a jejich následků je analytická metoda, jejímž cílem je identifikovat slabá místa u procesu a jeho podprocesů, kde vzniká nežádoucí událost. Metoda byla vytvořena pro americkou armádu a než byla poprvé použita v civilním sektoru v roce 1970, kdy ji společnost Ford aplikovala v souvislosti s nekvalitou vozu Ford Pinto, byla využívána v NASA jako nástroj pro identifikaci velmi vážných rizik. Díky své univerzálnosti se analýza rozšířila do množství odvětví [4].

Na jejím základě, byly vytvořeny různé varianty jako je například DFMEA, která se orientuje na projektové řízení produktů a procesů, PFMEA, která se zabývá realizací a SFMEA pod níž spadá analýza servisu, systému a softwaru. Častou variantou je FMECA, která se orientuje na četnost poruch systému a závažnost jejich dopadů. Metodu můžeme aplikovat v oblastech jako je hledání kritických míst v systémech, konstruování, technologických postupech, vývoje, bezpečnosti páce apod. Analýza odpovídá standardům nastavených v ČSN ISO 9001:2015 [4].

Analýza FMEA je velmi účinná díky své podrobnosti, ale to zapříčiňuje i její pracnost. Pokud je analyzovaná soustava rozsáhlá a složitá, je metoda velmi pracná a časově náročná. Analýzu je doporučováno provádět před zahájením výroby nového produktu, před zahájením výrobního procesu či v předprojektové fázi. Její nevýhodou je, že do svých výsledků nezahrnuje poruchy způsobené softwarovými chybami. Ovšem tyto jevy se dají analyzovat zvláště např. analýzou příčin a následků (CCA). Metoda FMEA také může sloužit jako podklad pro další metody jako je např. analýza stromu poruch (FTA) [4].

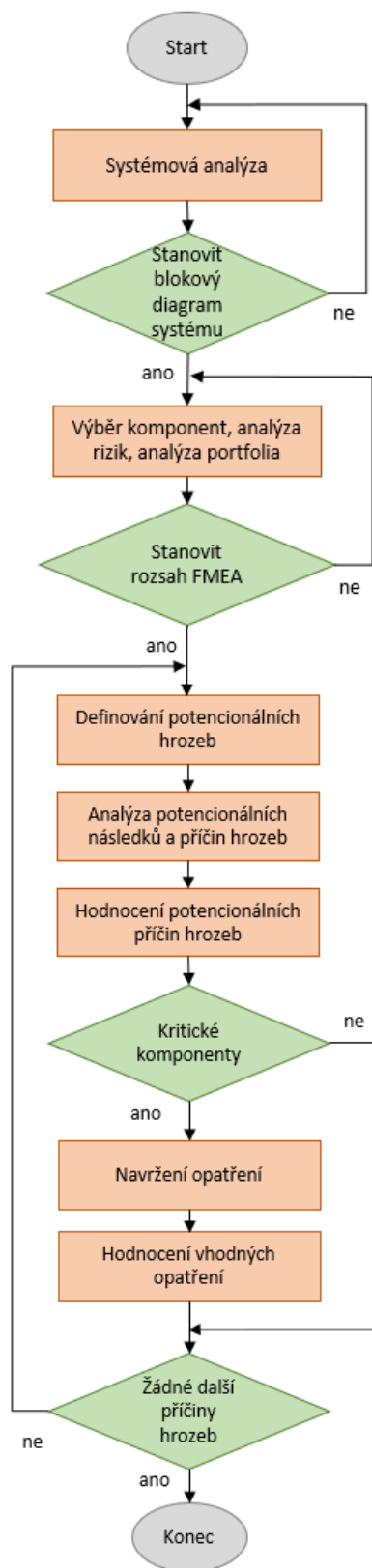
Metodu můžeme využít:

- pro odhalování a hodnocení poruchovosti v procesech, v soustavách a na produktech,
- v systémovém přístupu k prevenci nízké jakosti a řízení jakosti,
- jako možnost vytvoření cenných informačních databází o produktu, službě či procesu,
- v rozhodovacích procesech,
- v analýze rizik [4].

Cílem metody jsou:

- včasné rozpoznání slabých míst a kritických částí,
- odhadnutí rizika co nejpřesněji na základě podnikových zkušeností,
- vytvoření opatření a následná minimalizace rizika,
- optimalizace výrobní strategie společnosti [30].

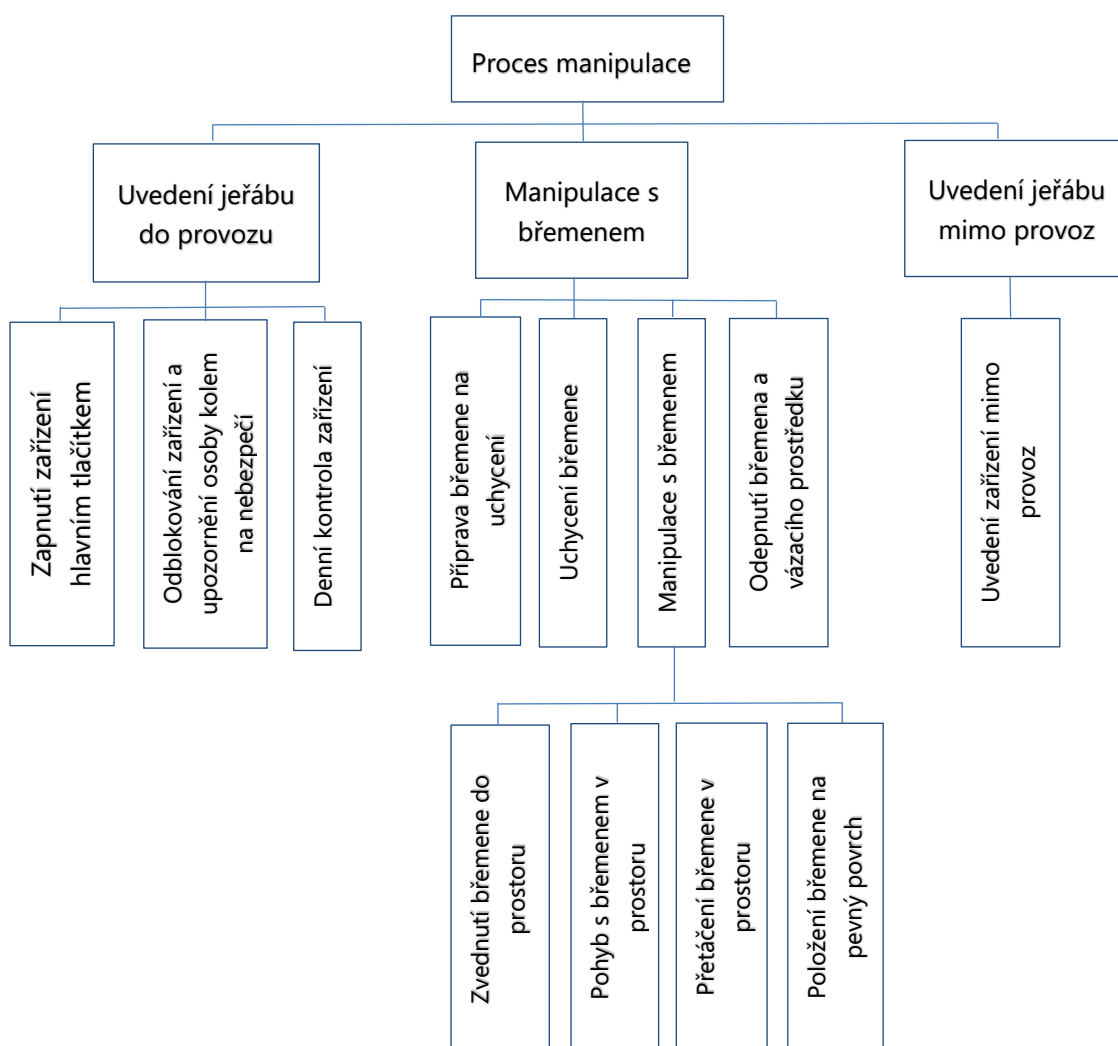
Postup realizace analýzy FMEA



Obr. č. 17 - EPC diagram postupu analýzy FMEA [30]

5 VLASTNÍ ŘEŠENÍ / DOSAŽENÉ VÝSLEDKY

Pro každou analýzu je důležité, aby respondenti, hodnotící proces na základě svých zkušeností, byli dobře seznámeni s problematikou a procesem. Pro účely této práce, byl absolvován interní firemní rozhovor. Členové rozhovoru byli mistr montáže a zkušený jeřábník, díky nimž byla vytvořena struktura procesu manipulace s těžkým břemenem pomocí jeřábu. Struktura odráží, jak v modelové organizaci funguje tento proces s konkrétními podprocesy. Na jejím základě budou provedeny analýzy.



Obr. č. 18 - Struktura procesu manipulace s břemenem pomocí jeřábu [31]

5.1 CHECKLIST

Celkovou analýzu rizik je potřeba započít kontrolním seznamem, který nastaví a nastíní, v jakém stavu by se mělo zařízení nacházet. Pokud se vyskytne problém, je zjištěn ještě před započítáním procesu manipulace s břemenem.

Pro kontrolu byly zvoleny dva typy Checklistů, a to Checklist na začátku pracovního dne, kdy jsou kontrolovány běžné provozní stěžejní prvky a Checklist týdenní, ve kterém se již nacházejí podrobnější kontrolní kroky. Seznamy byly vytvořeny na základě doporučení výrobce a v souladu s interními dokumenty, konkrétně jeřábnickým deníkem. Následně byly kontrolní seznamy konzultovány se zaměstnancem výroby, v jehož práci hraje manipulace pomocí jeřábu velkou roli [31].

Tab. č. 2 - Checklist-Periodická kontrola denní [31]

Pořad. číslo	PERIODICKÁ KONTROLA – Denní kontrola	ANO	NE
1.	Je vykonaná kontrola předepsaná návodem k používání od výrobce?		
2.	Jsou lana uložena v kladkách a bubnech?		
3.	Jsou lana vizuálně v pořádku a nepoškozené?		
4.	Je elektrické zařízení vizuálně v pořádku? (zaměřit se na znečištění olejem a mazivem)		
5.	Jsou náplně provozních kapalin vizuálně v pořádku?		
6.	Je dálkový ovladač vizuálně v pořádku?		
7.	Je po zkoušce bez břemene patrné, že jsou indikátor nosnosti jeřábu a ukazatel vyložení funkční?		
8.	Je po zkoušce bez břemene patrné, že ovládací prvky jeřábu jsou funkční?		
9.	Jsou všechna akustická výstražná znamení funkční?		
10.	Jsou odstraněny všechny překážky z jeřábní dráhy?		
11.	Je výsledek denní kontroly zapsán do knihy kontrol/deníku jeřábu?		

Tab. č. 3 - Checklist-Periodická kontrola týdenní [31]

Pořad. číslo	PERIODICKÁ KONTROLA – Týdenní kontrola	ANO	NE
1.	Je vykonaná kontrola předepsaná návodem k používání od výrobce?		
2.	Je provedena kontrola všech lan? (zaměření na praskliny, zploštění, roztřepení nebo jiná poškození, opotřebení nebo případná koroze povrchu)		
3.	Je zkontrolováno upevnění lan, otočných koncovek, čepů, svorek apod.		
4.	Je konstrukce jeřábu vizuálně v pořádku? (zaměření na chybějící nebo deformované prvky, vybouleniny, vrypy a nadměrně odřená místa, prasklé sváry, volné šrouby a jiné spojovací součásti)		
5.	Je hák, pojistky, otoční čep nebo jiné závěsné zařízení vizuálně v pořádku a nepoškozené?		
6.	Je po zkoušce bez břemene patrné, že jsou funkce a nastavení ovládacích prvků v pořádku?		
7.	Je po zkoušce bez břemene patrné, že pohyb jednotlivých mechanismů stroje je plynulý bez zjevných vad?		
8.	Jsou jeřábové dráhy a kontrolní zarážky vizuálně bez vad a překážek?		
9.	Je výsledek týdenní kontroly zapsán do knihy kontrol?		

Checklisty byly vytvořeny pro účely analýzy problematiky a nebudou využity v modelové firmě. Důvodem je, že společnost má již vlastní Checklisty zaimplementované do svého výrobního procesu.

5.2 FMEA

Na základě vytvoření kontrolního seznamu byl nadefinován základ pro sestavení následné identifikace a hodnocení rizik spojených s procesem zvedání a manipulace s těžkými břemeny.

Identifikace a hodnocení hrozeb týkajících se podprocesů se bude analyzovat v modelu metody FMEA, který bude hodnocen podle tzv. expertních ratingů, které obsahují pravděpodobnost výskytu jevu P, následků dopadu I a možnosti odhalení jevu O. Pronásobením hodnot vznikne hodnota rizika RPS, která bude stěžejním ukazatelem. Poté v rámci firmou určených standardů budou nejvýznamnější hrozby s hodnotou míry rizika větší než 30 vystavena opatřením (viz Tab. č. 4), která se budou snažit hodnotu vážnosti dopadu, nebo pravděpodobnosti vzniku snížit [4].

Pro účely této diplomové práce byl sestaven tým expertů zahrnující dva zaměstnance výroby a vedoucího oddělení. V rámci tohoto expertního týmu bude následně pomocí brainstormingu vypracována metoda FMEA.

Tab. č. 4 - Klasifikační stupnice pro hodnocení entit [Vlastní]

Číselná hodnota	Pravděpodobnost vzniku jevu P	Následky dopadu I	Možnost odhalení O
1	Nulová	Zanedbatelné	Téměř jistá
2	Nízká	Nízká	Vysoká
3	Střední	Střední	Střední
4	Vysoká	Vysoká	Nízká
5	Velmi vysoká	Velmi vysoká	Téměř žádná

Tab. č. 5 - Klasifikace významu hodnoty RPS u hrozeb [Vlastní]

Hodnota RPS	Klasifikace významu vad a hrozeb
1–8	Zanedbatelná hrozba, která neovlivní proces. Pravděpodobnost výskytu je malá a odladitelnost je vysoká. Riziko akceptujeme.
9–29	Hrozba je reálná. Bereme ji na vědomí, riziko ale přesto akceptujeme a aktivně ji do budoucna monitorujeme.
30-79	Hrozba je pravděpodobná a může způsobit vážné následky. Hrozbu ošetřujeme, zmírňujeme dopady nebo ji přeneseme.
80-125	Hrozba je fatální a nevyhnutelná. Je třeba se riziku úplně vyhnout nebo eliminovat z procesu prvky, které by hrozbu zapříčinily.

V následujících tabulkách budou popsána rizika, která se vztahují k procesu. Rozdělena budou podle fáze procesu a jejich podprocesů. Červenou barvou budou zvýrazněny hodnoty rizika, které jsou již pro firmu alarmující a na jejich základě budou vytvořena následná opatření.

FÁZE: Uvedení jeřábu do provozu

Jedná se o první fázi procesu manipulace s těžkým břemenem pomocí jeřábu (viz tab. č. 6) Můžeme ji nazvat jako nejméně rizikovou fázi, míra rizika nepřesahuje hodnotu 8. Tato hodnota byla určena u hrozby Použití ovladače od jiného jeřábu. Tato hrozba je reálná v případech, že se nachází na výrobním úseku více než jedna jeřábní jednotka. Spíše se tedy jedná o bezpečnou fázi, ve které může dojít převážně ke zpoždění výroby, když nastane nežádoucí událost.

Tab. č. 6 - FMEA Uvedení jeřábu do provozu [Vlastní]

Pořadové číslo	Fáze	Podproces	Možná hrozba	Předpok. důsledek hrozby	Současný stav				Míra rizika u podsystému
					P	I	O	Míra rizika u hrozby	
1.	Uvedení jeřábu do provozu	Zapnutí zařízení hlavním tlačítkem na ovladači	Použití ovladače od jiného jeřábu	Uvedení do chodu jiného jeřábu. Možnost zranění jeřábníka nebo jiné osoby v přímé blízkosti	2	2	2	8	8
2.			Ovladač je nefunkční	Pozastavení práce	2	3	1	6	
3.		Odblokování zařízení a upozornit osoby kolem aby uvolnily prostor	Osoby neuposlechnou výzvu jeřábníka	Hrozí možnost zranění osob v přímé blízkosti	1	2	1	2	
4.		Denní kontrola zařízení	Zařízení nebude ve vyhovujícím stavu	Pozastavení práce	1	3	1	3	

FÁZE: Manipulace s břemenem

V pořadí druhou nejrozsáhlejší a nejdůležitější fází je fáze Manipulace s břemenem (viz tab. č. 7), která byla rozdělena do šesti podprocesů. První z nich je podproces Příprava břemene na uchycení. Tato činnost představuje přemístění břemene do blízkosti jeřábu a nastavení objektu tak, aby byl připraven na uchycení vázacím prostředkem. Tenhle podproces má hodnotu rizika 18. Již je možné zranění zaměstnance nebo osoby, v těsné blízkosti břemene. Problém zde může nastat na základě špatně uchyceného břemene např. k vozíčku, který se může převrhnout a způsobit úraz nebo poškození břemene. Stále se ale hodnota pohybuje v akceptovatelné výši a tyto události se dějí velmi zřídka.

Tab. č. 7 - FMEA Příprava břemene na uchycení [Vlastní]

Pořadové číslo	Fáze	Podproces	Možná hrozba	Předpok. důsledek hrozby	Současný stav				Míra rizika u podsystému
					P	I	O	Míra rizika u hrozby	
5.	Manipulace s břemenem	Příprava břemene na uchycení	Pád břemene	Hrozí možnost zranění jeřábníka nebo osob v přímé blízkosti a poškození břemene	1	3	3	9	18
6.			Fyzický střed s břemenem	Hrozí možnost zranění jeřábníka nebo osob v přímé blízkosti	3	3	2	18	

Pokud je břemeno připraveno pod příslušným jeřábem nastává krok Uchycení břemene vázacím prostředkem (viz tab. č. 8). Hodnota rizika se zde pohybuje v míře 24, což je skoro na hranici akceptovatelnosti, ale stále ještě v normě. Největší hrozbou je zde pád břemene. Potom, co je třeba s břemenem manipulovat a fyzicky se ho dotýkat, je pád břemene pravděpodobnější než u předešlých kroků. Ale stále by mělo být břemeno upevněno k vozíku nebo pevnému povrchu, proto je tato hrozba stále akceptovatelná.

Tab. č. 8 - FMEA Uchycení břemene vázacími prostředky [Vlastní]

Pořadové číslo	Fáze	Podproces	Možná hrozba	Předpok. důsledek hrozby	Současný stav				Míra rizika u podsystému
					P	I	O	Míra rizika u hrozby	
7.	Manipulace s břemenem	Uchycení břemene vázacími prostředky	Přiskřípnutí části těla vázacím prostředkem	Hrozí možnost zranění jeřábníka	2	3	2	12	24
8.			Pád břemene na osobu	Hrozí možnost zranění jeřábníka nebo osob v přímé blízkosti a poškození břemene	2	4	3	24	
9.			Fyzický střed s břemenem	Hrozí možnost zranění jeřábníka nebo osob v přímé blízkosti	2	3	2	12	

Po uchycení břemene nastává rizí manipulace skrze jeřáb. Podproces s názvem Zvednutí břemene do prostoru (viz tab. č. 9), je krok, který je se svou hodnotou rizika 40 druhým nejrizikovějším podprocesem celého procesu manipulace. Jedná se o velmi nebezpečný krok, který závisí na kvalitně a preciznosti provedené práci v předešlém podprocesu. Nejrizikovější hrozbou je Vysmeknutí břemene z vazacího prostředku a Fyzický střet s břemenem. Tyto události mají jednu společnou příčinu a to špatný odhad těžiště a nevhodný způsob uvázání břemene. Když vazač a jeřábník neodhadnou správný bod těžiště, břemeno se při zvednutí může zhoupnout a zranit osoby v přímé blízkosti nebo samotného jeřábníka. Nejzávažnější důsledek této hrozby je pak vyklouznout břemeno ze zavěšení, což způsobí pád břemene a vážné zranění osobám stojícím vedle něj, nebo hůře přímo pod břemenem.

Tab. č. 9 - FMEA Zvednutí břemene do prostoru [Vlastní]

Pořadové číslo	Fáze	Podproces	Možná hrozba	Předpok. důsledek hrozby	Současný stav				Míra rizika u pod systému
					p	I	O	Míra rizika u hrozby	
10.	Manipulace s břemenem	Zvednutí břemene do prostoru	Fyzický střet s břemenem	Hrozí možnost zranění jeřábníka nebo osob v přímé blízkosti	3	3	4	36	40
11.		Vysmeknutí břemene z vazacího/závěsného prostředku	Hrozí možnost pádu - zranění jeřábníka nebo osob v přímé blízkosti a poškození břemene	2	5	4	40		
12.		Sesunutí části břemene a následný pád	Hrozí možnost pádu - zranění jeřábníka nebo osob v přímé blízkosti a poškození břemene	2	5	2	20		
13.		Prasknutí vazacího prostředku	Hrozí možnost pádu - zranění jeřábníka nebo osob v přímé blízkosti a poškození břemene	2	5	2	20		
14		Přetížení jeřábu	Hrozí možnost pádu - zranění jeřábníka nebo osob v přímé blízkosti a poškození břemene	1	4	2	8		

Podproces Pohyb s břemenem v prostoru (viz tab. č. 10) je hodnoceno mírou rizika 24. Hodnota rizika zde není tak velká, jako u předchozího kroku. Je již předpokládáno, že těžiště bylo určeno správně v předchozích podprocesech, tudíž není tak velká pravděpodobnost, že se vysmeknutí břemene, nebo zhoupnutí stane. Nejvyšší hodnota tohoto úkonu nastala v hrozbě sesunutí břemene, nebo jeho části a následný pád. Dosud bylo s břemenem manipulováno pouze vertikálně, nyní je břemeno vystaveno síle setrvačnosti, která může při nedbalém zajištění břemene způsobit pád celého nebo jen části zvedaného objektu.

Tab. č. 10 - FMEA Pohyb břemene v prostoru [Vlastní]

Pořadové číslo	Fáze	Podproces	Možná hrozba	Předpok. důsledek hrozby	Současný stav				Míra rizika u podsystému
					P	I	O	Míra rizika u hrozby	
15.	Manipulace s břemenem	Pohyb s břemenem v prostoru	Fyzický střed osoby s břemenem	Hrozí možnost zranění jeřábníka nebo osob v přímé blízkosti	2	3	2	12	24
16.			Přiražení osoby břemenem	Hrozí možnost zranění jeřábníka nebo osob v přímé blízkosti	2	4	2	16	
17.			Vysmeknutí břemene z vazacího/závěsného prostředku	Hrozí možnost pádu - zranění jeřábníka nebo osob v přímé blízkosti a poškození břemene	1	5	4	20	
18.			Sesunutí části břemene a následný pád	Hrozí možnost pádu - zranění jeřábníka nebo osob v přímé blízkosti a poškození břemene	2	4	3	24	
19.			Uklouznutí/naražení na statický předmět při manipulaci	Hrozí možnost zranění jeřábníka	3	3	2	18	
20.			Střet břemene se statickým objektem	Hrozí možnost pádu - zranění jeřábníka nebo osob v přímé blízkosti a poškození břemene i objektu	2	3	2	12	

Následující krok s mírou rizika 60, je nejvíce rizikový podproces celého procesu manipulace s břemenem pomocí jeřábu. Jedná se o Přetáčení břemene v prostoru (viz tab. č. 11). Při výrobě či uskladňování často nastanou situace, ve kterých je potřeba břemeno otočit o několik stupňů a kvůli hmotnosti břemena, to jinak než jeřábem nelze. Jedná se o velmi složitou disciplínu, kterou musí vykonávat zkušený expert. Je to hlavně díky opětovnému působení těžiště, které se při této manipulaci často mění. Nejnebezpečnější je v této situaci Vysmeknutí břemene z vazacího prostředku. Opět zde záleží na kvalitě provedené práce u podprocesu Uchycení břemena vazacími prostředky, pokud je břemeno nesprávně uchyceno nebo nedotaženo, objekt se při změně těžiště může vysmeknout z vazacího prostředku a velmi vážně zranit osoby, pohybující se v jeho přímé blízkosti.

Tab. č. 11 - FMEA Přetáčení břemene v prostoru [Vlastní]

Pořadové číslo	Fáze	Podproces	Možná hrozba	Předpok. důsledek hrozby	Současný stav				Míra rizika u podsystému
					P	I	O	Míra rizika u hrozby	
21.	Manipulace s břemenem	Přetáčení břemene v prostoru	Fyzický střed osoby s břemenem	Hrozí možnost zranění jeřábníka nebo osob v přímé blízkosti	2	3	2	12	60
22.			Přiražení osoby břemenem	Hrozí možnost zranění jeřábníka nebo osob v přímé blízkosti	2	3	2	12	
23.		Vysmeknutí břemena z vazacího/závěsného prostředku	Hrozí možnost pádu - zranění jeřábníka nebo osob v přímé blízkosti a poškození břemene	3	5	4	60		
24.		Sesunutí části břemena a následný pád	Hrozí možnost pádu - zranění jeřábníka nebo osob v přímé blízkosti a poškození břemene	2	4	2	16		
25.		Prasknutí vazacího prostředku	Hrozí možnost pádu - zranění jeřábníka nebo osob v přímé blízkosti zařízení a poškození břemene	2	5	4	40		

Posledním pod systémem ve fázi Manipulace s břemenem je Položení břemene na pevný povrch (viz tab. č. 12). Ten se se svým hodnocením 24 v červených číslech nepohybuje. Nejrizikovější hrozby jsou zde fyzický střet s břemenem a pád břemene z pevné vyvýšené plochy. I když dopady jsou vysoké, jejich pravděpodobnost je velmi malá a odhalení vysoké. Hlavním faktorem pro úspěch podprocesu je lidská obezřetnost.

Tab. č. 12 - FMEA Položení břemene na pevný povrch [Vlastní]

Pořadové číslo	Fáze	Podproces	Možná hrozba	Předpok. důsledek hrozby	Současný stav				Míra rizika u podsystému
					P	I	O	Míra rizika u hrozby	
26.	Manipulace s břemenem	Položení břemene na pevný povrch	Fyzický střed osoby s břemenem	Hrozí možnost zranění jeřábníka nebo osob v přímé blízkosti zařízení	3	4	2	24	24
27.		Vysmeknutí břemena z vazacího/závěsného prostředku	Hrozí možnost pádu - zranění jeřábníka nebo osob v přímé blízkosti zařízení a poškození břemene	2	4	2	16		
28.		Sesunutí části břemena a následný pád	Hrozí možnost pádu - zranění jeřábníka nebo osob v přímé blízkosti zařízení a poškození břemene	2	4	2	16		
29.		Pád břemena z pevné vyvýšené plochy	Hrozí možnost pádu - zranění jeřábníka nebo osob v přímé blízkosti zařízení a poškození břemene	2	4	3	24		
30.		Pracovník chybně při usazování břemene pracuje s ovladačem	Hrozí možnost poškození tělesa nebo osob v přímé blízkosti břemena	1	4	3	12		
31.		Přiražení břemena na osobu	Hrozí možnost zranění jeřábníka nebo osob v přímé blízkosti zařízení	3	3	2	18		

FÁZE: Uvedení jeřábu mimo provoz

Poslední fází v procesu je Uvedení jeřábu mimo provoz (viz tab. č. 13). Hodnota rizika 16 nám napovídá, že pokud se žádná hrozba nestala do této fáze, proces s velkou pravděpodobností skončí úspěšně. Hrozby jsou spojené pouze s lidskou nedbalostí, a to nevypnutí jeřábu, což může mít za následek například poškození zařízení, ohrožení dalšího využívání nebo ponechání háku v nebezpečné výšce. Zmíněné hrozby mají velmi malou pravděpodobnost a nízký dopad, proto míra rizika pod systémem je přijatelná.

Tab. č. 13 - FMEA Uvedení jeřábu mimo provoz [Vlastní]

Pořadové číslo	Fáze	Podproces	Možná hrozba	Předpok. důsledek hrozby	Současný stav				Míra rizika u podsystemu
					P	I	O	Míra rizika u hrozby	
32.	Uvedení jeřáb mimo provoz	Uvedení zařízení mimo provoz	Ponechání háku v malé výšce	Hrozí možnost zranění jeřábníka nebo osob v přímé blízkosti zařízení	1	2	3	6	16
33.		Nevypnutí jeřábu	Hrozí neúmyslná manipulace s jeřábem a následné možné zranění jeřábníka nebo osob v přímé blízkosti zařízení	2	2	4	16		

Díky analýze FMEA bylo nalezeno 33 hrozeb, které mohou ohrozit proces manipulace s břemenem pomocí jeřábu. Jako nejrizikovější fáze se podle očekávání stala samotná Manipulace s břemenem. Jako podprocesy s nejvyšší hladinou rizika byly určeny Zvednutí břemene do prostoru a Přetáčení břemene v prostoru. Jejich hodnoty přesahovaly stanovenou normu akceptovatelnosti, proto v další části práce budou navržena opatření, která se budou snažit minimalizovat míru rizika tím, že sníží pravděpodobnost nebo dopad hrozby.

5.3 NÁVRHY NA OPATŘENÍ

Na základě vytvořené metody FMEA byly zjištěny části procesu, které se vyznačují svou vysokou mírou rizika. Jedná se o podprocesy Zvednutí břemene do prostoru a Přetáčení břemene v prostoru. Navrhnutá opatření se budou snažit minimalizovat pravděpodobnost, se kterou nastane nechtěná událost. Pro opatření bude použita modelová firma ABB PGHV s.r.o. a její výrobní úsek montáž.

Průmyslový robot IRB 8700

Prvním opatřením, které lze v dnešní době automatizace využít je průmyslový robot. Jedním z vedoucích dodavatelů průmyslových robotů a automatizovaných výrobních systémů je ABB divize Robotiky a automatizace. Nedávno divize uvedla na trh průmyslového robota IRB 8700. Je to největší robot, jaký kdy byl v ABB vyroben. Při vyvíjení robota byl kladen důraz na spolehlivost a celkově nízkou nákladnost. Tato robotická paže má nosnost 1000 kg a je o 25% rychlejší než jiné roboty ve své třídě. Na výšku má robot 3,5 metru a maximální kroutící moment je 6 043 Nm [32, 33].

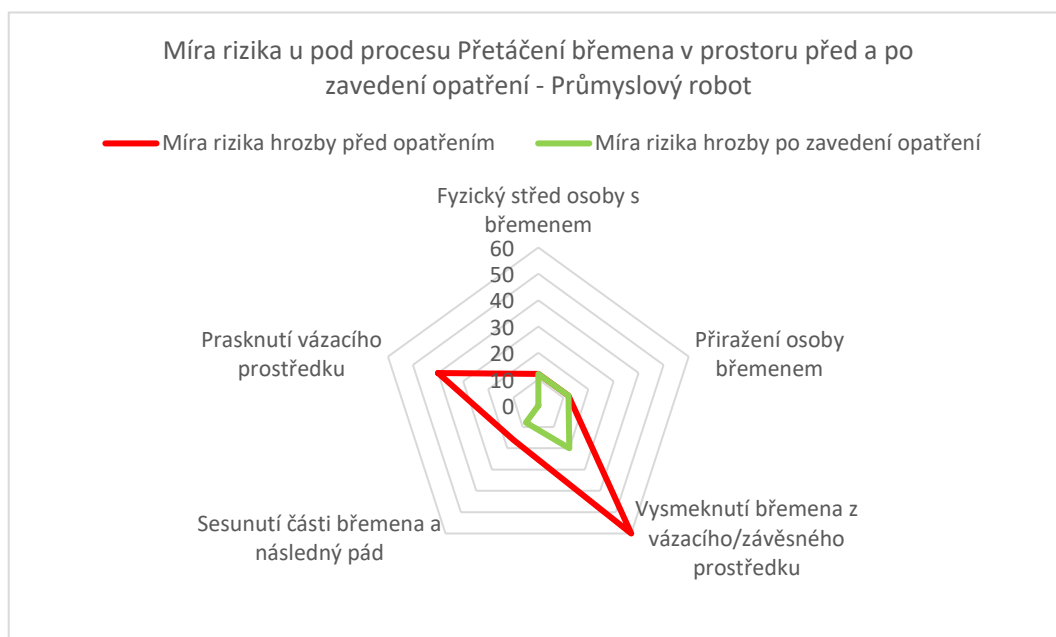


Obr. č. 19 - Průmyslový robot IRB 8700 [29]

Průmyslový robot by mohl nahradit jeřáb primárně v nejrizikovějším podprocesu jako je Přetáčení břemene. Rameno by mohlo uchopit břemeno a přetočit ho tak, aby bylo připraveno pro další krok ve výrobním procesu. Robot však neřeší problém komplexně. Proto je řešení sice efektivní, ale ne pro typ výroby v ABB PGHV.

Tab. č. 14 - FMEA po zavedení opatření Průmyslový robot [Vlastní]

Pořadové číslo	Fáze	Podproces	Možná hrozba	Současný stav				Míra rizika u pod procesu	Opatření	Po opatření				Míra rizika u pod procesu
				P	I	O	Míra rizika u hrozby			P	I	O	Míra rizika u hrozby	
21.	Manipulace s břemenem	Přetáčení břemene v prostoru	Fyzický střed osoby s břemenem	2	3	2	12	60	Užití průmyslového robota	2	3	2	12	20
22.			Přiražení osoby břemenem	2	3	2	12			2	3	2	12	
23.			Vysmeknutí břemena z vázacího/závěsného prostředku	3	5	4	60			1	5	4	20	
24.			Sesunutí části břemena a následný pád	2	4	2	16			1	4	2	8	
25.			Prasknutí vázacího prostředku	2	5	4	40			-	-	-	-	



Graf č. 2 - Míra rizika u podprocesu Přetáčení břemena v prostoru před a po zavedení opatření – Průmyslový robot [Vlastní]

V tabulce č. 14 můžeme vidět analýzu FMEA doplněnou o přepočítanou hodnotu rizika po zavedení opatření pouze u podprocesu Přetáčení břemene. Je to z důvodu, že rameno je nemobilní a na všechny ostatní operace je i přes pořízení robota potřeba využívání jeřábů. Při podrobnějším prozkoumání výsledků analýzy je vidno, že opatření opravdu snížilo pravděpodobnost u hrozeb Vysmeknutí břemene a Sesunutí části břemene na hladinu 1 což znamená téměř nulová. Při manipulaci robotem se vázací prostředky nevyužívají, proto hrozbu Prasknutí vázacího prostředku eliminovalo opatření zcela. Celková míra rizika u podprocesu Přetáčení břemene v prostoru klesla z alarmujících 60 na příjemných 20. Grafické porovnání hodnot lze také vidět v grafu č. 2.

Robot je praktické řešení do firem, které mají výrobu soustředěnou na jednom místě nebo je jejich výroba opatřena např. pásovými dopravníky. Robot není mobilní, proto je jeho dosah omezen pouze na délku paže, což je asi 3,5 metrů. Pro firmu, u které je třeba s výrobkem pohybovat na delší vzdálenosti, není nemobilní průmyslový robot vhodným řešením téhle problematiky [32].

Cena robota se pohybuje kolem 800 000 Kč, podle technických specifikací. Nejedná se o malou investici i s ohledem, že by bylo potřeba pořídit více kusů než jen jeden. Je to investice do bezpečnosti zaměstnanců, proto je na uvážení firmy, zdali je ochotná a má k dispozici takový kapitál, aby si průmyslového robota mohla dovolit. Modelová firma je aktuálně ve fázi úspor, proto je tato varianta pro ni velmi vysokou investicí, kterou v aktuální situaci není ochotna podstoupit [32].

Výškově nastavitelné vozíky

Pro pohyb mezi jednotlivými odděleními a celkově po výrobní hale, firma využívá vozíků ve tvaru Y. K vozíkům jsou upevněny zapouzdřené vodiče a zaměstnanci je tlačí na místo, kde je převážou vřazacími prostředky k jeřábu a poté jeřáb vodič zvedne i s vozíkem, který zůstane připevněný k břemenu. Těmhle kroky začíná proces zvedání břemene jeřábem. Jednou z variant opatření, které by mohlo zmenšit riziko jsou speciálně navrhnuté elektrické vozíky.



Obr. č. 21 - ABB Testing, vozíky a jeřáby – aktuální stav [Vlastní]

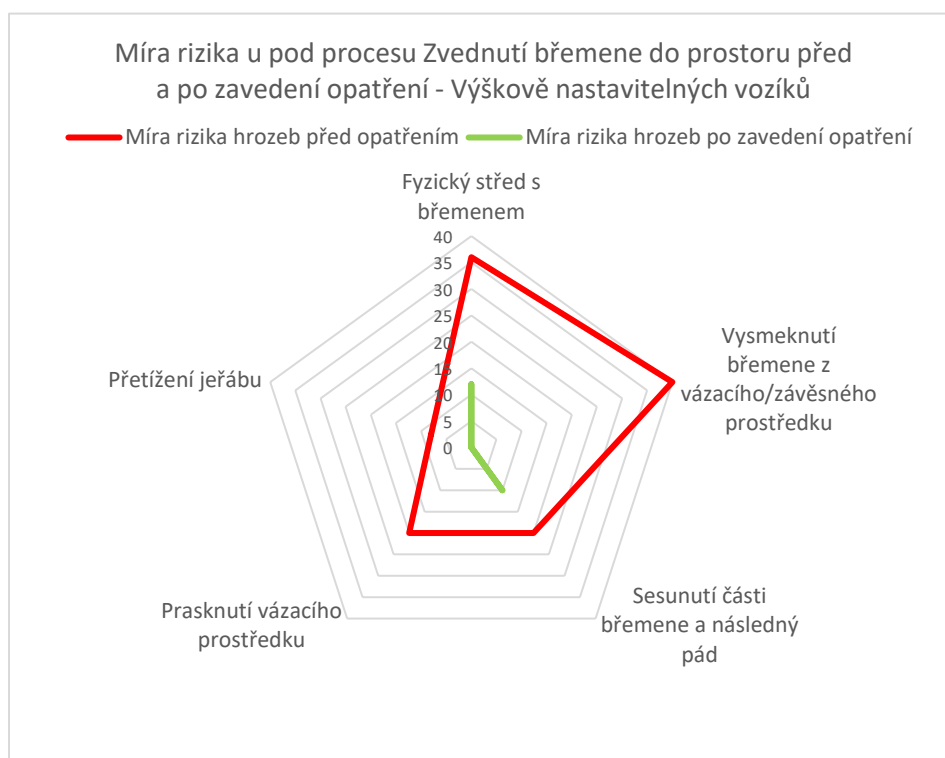


Obr. č. 20 - ABB Testing, vozíky ve tvaru Y – aktuální stav [Vlastní]

Opatření, které by minimalizovalo rizikový podproces Zvednutí břemene do prostoru je investování financí do vozíků s výškově nastavitelnou polohou pomocí elektrického/hydraulického pohonu. Tímto návrhem se zredukuje procesy, které obsahují pouze zvednutí břemena do určité výšky. Opět opatření neřeší problematiku manipulace komplexně, ale pouze procesy, které vyžadují vertikální manipulaci. Grafické vyjádření hodnot lze nalézt v grafu č. 3.

Tab. č. 15 - FMEA po zavedení opatření Výškově nastavitelné vozíky [Vlastní]

Pořadové číslo	Fáze	Podproces	Mozná hrozba	Současný stav				Míra rizika u pod procesu	Opatření	Po opatření				Míra rizika u pod procesu
				P	I	O	Míra rizika u hrozby			P	I	O	Míra rizika u hrozby	
10.	Manipulace s břemenem	Zvednutí břemene do prostoru	Fyzický střed s břemenem	3	3	4	36	40	Výškově nastavitelné vozíky	1	3	4	12	12
11.			Vysmeknutí břemene z vázacího/závěsného prostředku	2	5	4	40			-	-	-	-	
12.			Sesunutí části břemene a následný pád	2	5	2	20			1	5	2	10	
13.			Prasknutí vázacího prostředku	2	5	2	20			-	-	-	-	
14.			Přetížení jeřábu	1	4	2	8			-	-	-	-	



Graf č. 3 - Míra rizika u podprocesu Zvednutí břemene do prostoru před a po zavedení opatření Výškově nastavitelných vozíků [Vlastní]

Tabulka č. 15 je část analýzy FMEA, která je věnována podprocesu Zvednutí břemene do prostoru, je to druhá nejvíce riziková část procesu. Automatizované výškově nastavitelné vozíky by primárně ovlivnily jen procesy s vertikální manipulací, proto opatření snižuje pravděpodobnost a eliminuje hrozby v téhle části FMEI. Při podrobnějším pohledu na analýzu je vidět, že opatření snížilo míru rizika u celého podprocesu téměř na čtvrtinu současné míry. Eliminovalo tři z pěti hrozeb tím, že zde opět nebudou využity vázací prostředky, za které by břemeno bylo jeřábem zdviháno. Úspěšně by tak opatření snížilo hladinu rizika u procesů vertikálního zdvihu na více než přijatelnou hodnotu.

Cena vozíku se pohybuje řádově kolem 100 000 Kč, jelikož jsou vyráběny na zakázku. Avšak množství vozíků, které by bylo ve výrobě potřeba by bylo jistě ze začátku kolem 10 kusů. V průběhu by firma musela pořídit alespoň jednou tolik vozíků pro plynulý chod provozu. Proto se i toto řešení pohybuje kolem počáteční investice milionu korun.

Proškolení zaměstnanců v rizikových podprocesech a aktualizování dokumentace

Školení praktických dovedností

Pro získání vazačského a jeřábnického průkazu, musí zaměstnanec absolvovat zákonné školení. Školení je prováděno odborníkem, který seznámí zaměstnance s právy a povinnostmi obsluhy jeřábu, dále se věnuje zakázaným manipulacím a první pomoci. Poté zaměstnanci absolvují test. Pokud projdou znalostním testem, získají jeřábnický průkaz, který platí dva roky. Po uběhnutí lhůty dvou let školení musí zaměstnanec absolvovat znovu.

Současné školení je užitečné a díky ukázkám první pomoci se zaměstnanec dokáže postarat o zraněnou osobu. Bohužel je z pohledu praktičnosti nedostačující, ve školení chybí praktické ukázky a konkrétní příklady, jak se má zacházet s výrobkem u obtížné manipulace, jako je například přetáčení břemene. Proto je nezbytné, rozšířit základní školení o školení na pracovních místech, které bude obsahovat rizikovou manipulaci zvedacího procesu.

Školení by mělo obsahovat:

- seznámení se základními částmi jeřábu a vázacími prostředky
- jak správně uvazovat břemeno
- popsání základních manévrů s břemenem a praktické ukázky
- rizikové části procesu, jak se s nimi správně vypořádat
- praktický úkol pro účastníky kurzu

Školení by se absolvovalo pouze při prvním školení zaměstnance, nebo pokud by to nadřízený stálého zaměstnance požadoval. Tohle školení by prováděl hlavní jeřábník (mistr) firmy, který je již zkušený v procesu manipulace s břemenem.

Cílem školení je, aby:

- zaměstnanec odcházel ze školení s pocitem seznámení se s procesem manipulace,
- zaměstnanec zná a je si vědom nebezpečí spojených s používáním jeřábu a ví, jak nebezpečným situacím předcházet,
- zaměstnanec je seznámen s rizikovými částmi procesu a bylo mu ukázáno, jak správně postupovat v těchto situacích,
- zaměstnanec si vyzkoušel manipulaci s břemenem pomocí jeřábu, je tedy připraven, prozatím pod odborným dohledem, zkušenosti implementovat do pracovního procesu.

Díky provádění školení ve vlastních prostorách a vlastním zaměstnancem, firmu školení bude stát pouze hodnota bonusu, která bude vyplácena školícímu zaměstnanci. Velikost peněžního

nákladu je jen na firmě. Měla by určit takovou odměnu, aby byla úměrná k zaměstnancovým znalostem a schopnostem, které sdílí.

Dokumentace k procesu manipulace s břemenem pomocí jeřábu

Další částí tohoto opatření, které může být aplikováno i samostatně, nebo skombinováno s jiným opatřením, je řádná dokumentace procesu. Zdokumentovaný proces je jedna z nejdůležitějších věcí, která navádí zaměstnance ke správnému vykonání procesu a chrání firmu z právního hlediska. V dokumentaci musí být zachyceno vše důležité pro proces a jak má zaměstnanec postupovat.

Je důležité, aby tyto dokumentace byly jednoduché a přehledné. Ve výrobě zaměstnanec nemá prostor číst desítky stránek, proto je nutno dokumentaci, která je určena pro zaměstnance upravit tak, aby neztrácel čas hledáním informací v textu. Důležitá je vizuální stránka, obrázky a fotografie jsou nejlépe pochopitelné pro praxi. Textu je třeba co nejméně a nejlépe jej pojmout heslovitě.



Obr. č. 22 - Šablona pro dokumentaci [Vlastní]

Struktura dokumentace a její obsah bude záviset na struktuře pracoviště a na subjektech, se kterými je v rámci procesu manipulováno. Může například obsahovat obrázky, na nichž jsou znázorněné barevné varianty správného a špatného úchyty břemene, což bylo vyhodnoceno, jako jedna z nejzávažnějších příčin nehod. Na části návrhu dokumentace na obrázku č. 23 se využívají jednoduché, ale jasné instrukce podpořeny barvami (červenou a zelenou) pro rychlé zorientování v dokumentech. Jednotlivé sekce jsou členěny podle tvarů zvedaného břemena.

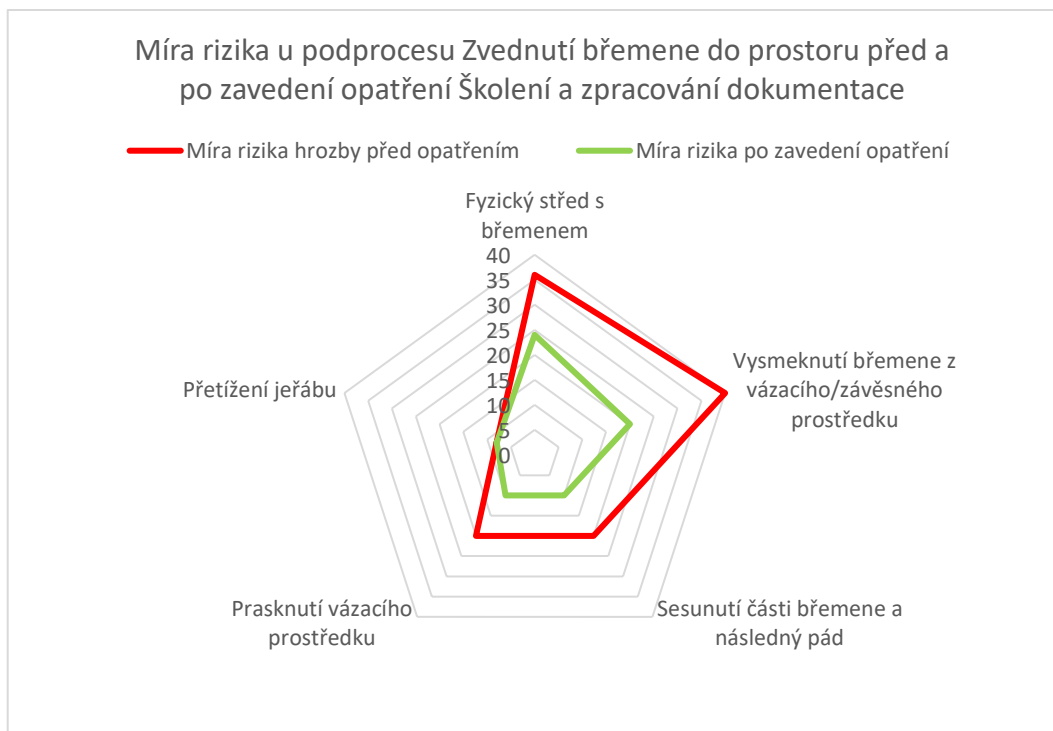


Obr. č. 23 - Navrhovaná část dokumentace na pracovišti Předpřípravy [Vlastní]

Zaměstnanci budou s dokumentací seznámeni a bude jim nařízeno se dokumentací řídit a v případě problému v ní hledat odpovědi. Dokumentace se bude aktualizovat jednou ročně s výjimkou změny technologických a výrobních postupů, zavedení nového produktu nebo zavedení nové technologie, která by pozměnila proces manipulace pomocí jeřábu. Při těchto změnách je firma povinná aktualizovat proces a vytvořit novou dokumentaci.

Tab. č. 16 - FMEA po zavedení opatření Školení a zpracování dokumentace [Vlastní]

Pořadové číslo	Fáze	Podproces	Mozná hrozba	Současný stav				Míra rizika u hrozby	Míra rizika u pod procesu	Opatření	Po opatření				
				P	I	O					P	I	O	Míra rizika u hrozby	Míra rizika u pod procesu
10.	Manipulace s břemenem	Zvednutí břemene do prostoru	Fyzický střed s břemenem	3	3	4	36	40	Školení a zpracování dokumentace	2	3	4	24	24	
11.			Vysmeknutí břemene z vázacího/závěsného prostředku	2	5	4	40			1	5	4	20		
12.			Sesunutí části břemene a následný pád	2	5	2	20			1	5	2	10		
13.			Prasknutí vázacího prostředku	2	5	2	20			1	5	2	10		
14.			Přetížení jeřábu	1	4	2	8			1	4	2	8		



Graf č. 4 - Míra rizika u podprocesu Zvednutí břemene do prostoru před a po zavedení opatření Školení a zpracování dokumentace [Vlastní]

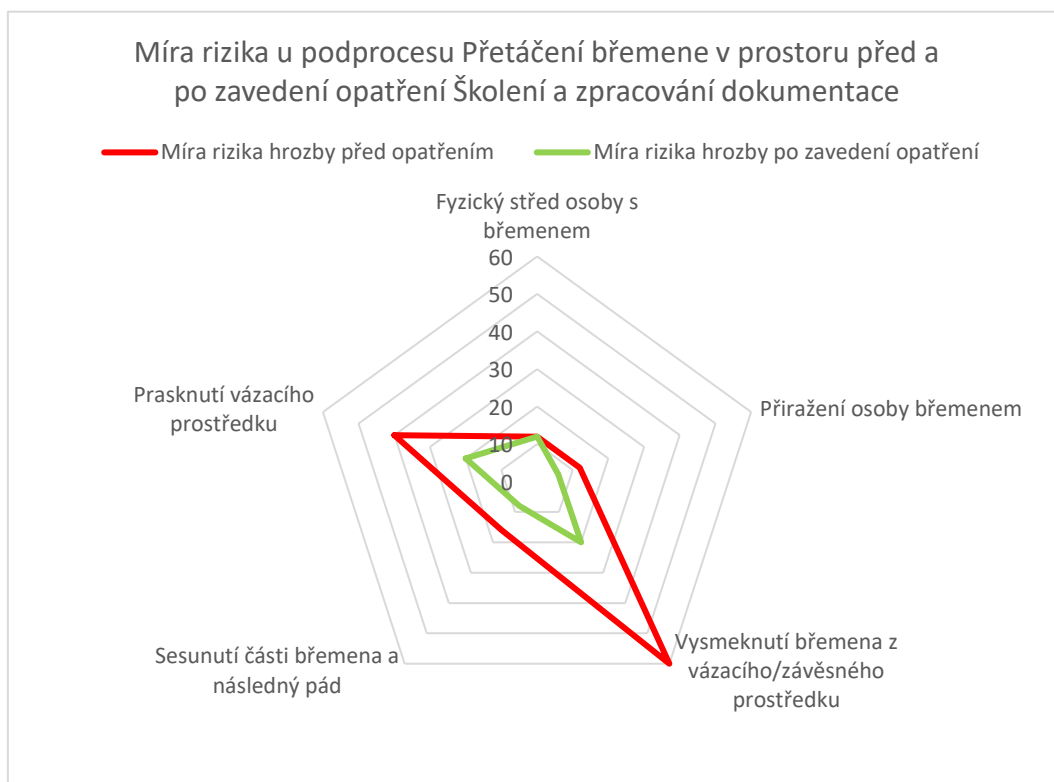
Náklady na sestavení dokumentace zahrnují hodinovou sazbu pracovníka nebo pracovníků, kteří na dokumentaci pracují. Čím bude proces složitější a nestálý, tím budou náklady růst.

Proškolení zaměstnanců v rizikových podprocesech a aktualizování dokumentace sníží míru rizika u obou nejrizikovějších částí procesu. Jak je vidno v tabulce č. 16 a v grafu č. 4, míra rizika se snížila u podprocesu Zvednutí břemene do prostoru na přijatelnou hodnotu 24. Opatření cílí na hrozby způsobené lidským faktorem konkrétně nedbalost a nezkušenost.

V tabulce č. 17 je zobrazen nejrizikovější podproces celého procesu, který by byl hlavním předmětem školení. Z alarmující hodnoty míry rizika 60 se díky školení zaměstnanců a řádné dokumentace procesu lze dostat až na míru rizika 20. U hrozby s fatálním dopadem jako Vysmeknutí břemene z vázacího prostředku a Prasknutí vázacího prostředku se sníží pravděpodobnost díky přesným popisům jak břemeno uvázat, aby se nevysmeklo, nebo zjištěním skutečné hmotnosti z dokumentace.

Tab. č. 17 - FMEA po zavedení opatření Školení a zpracování dokumentace [Vlastní]

Pořadové číslo	Fáze	Podproces	Možná hrozba	Současný stav				Míra rizika u hrozby	Míra rizika u podprocesu	Opatření	Po opatření				Míra rizika u podprocesu
				P	I	O	Míra rizika u hrozby				P	I	O	Míra rizika u hrozby	
21.	Manipulace s břemenem	Přetáčení břemene v prostoru	Fyzický střed osoby s břemenem	2	3	2	12	60	Školení a zpracování dokumentace	2	3	2	12	20	
22.			Přiražení osoby břemenem	2	3	2	12			1	3	2	6		
23.			Vysmeknutí břemena z vázacího/závěsného prostředku	3	5	4	60			1	5	4	20		
24.			Sesunutí části břemena a následný pád	2	4	2	16			1	4	2	8		
25.			Prasknutí vázacího prostředku	2	5	4	40			1	5	4	20		



Graf č. 5 - Míra rizika u podprocesu Přetáčení břemene v prostoru před a po zavedení opatření Školení a zpracování dokumentace [Vlastní]

6 DISKUZE / ANALÝZA VÝSLEDKŮ ŘEŠENÍ

Diplomová práce se věnovala problematice zvedání těžkých břemen pomocí zdvihacích zařízení, konkrétně mostovým jeřábem. Na základě zmapování současného stavu ve světě i v modelové firmě byly vytvořeny analýzy Kontrolní seznam a FMEA. Analýzy identifikovaly potencionální hrozby spojené s procesem manipulace s břemenem a určily jejich hodnotu míry rizika, jak u samotných hrozeb, tak i u podprocesů. Díky těmto poznatkům, byly identifikovány dva podprocesy, které měly hodnotu RPN vyšší než standard, který byl určen vedením společnosti jako míra tolerance <0-30>. Jednalo se o rizikové podprocesy s názvem Přetáčení břemene v prostoru a Zvednutí břemene do prostoru. Tyhle části procesu můžeme i logicky zdůvodnit, z jakého důvodu jsou pro proces tak rizikové. Při prvním zvednutí břemene do prostoru je chvíle, kdy se ukáže, zdali je správně určené těžiště a váha břemene a zdali bylo břemeno správně uvázáno vhodným a bezvadným vázacím prostředkem. Pokud je tato část procesu bezchybná, následné kroky budou s velkou pravděpodobností bezpečné. Druhou velkou zkouškou procesu je přetáčení břemene pomocí jeřábů. Zde je velmi složité odhadnout těžiště břemena, protože se při přetáčení těžiště břemena mění. Je to zkouška opět pro kvalitně provedené vázání břemene a schopnosti a dovednosti jeřábníka sladit dva jeřáby pro vykonání procesu.

Na základě poznatků z analýz byla navržena opatření, která se snažila minimalizovat pravděpodobnost vzniku hrozeb, a dokonce i eliminovat prvky v procesu, které často zapříčinily vznik nehody. Jedno z opatření byl průmyslový robot. Roboti jsou pro firmy investice do budoucnosti. V dnešní době automatizace je snaha firem se posouvat dále kupředu, a to znamená zlepšovat technologii, převádět výrobu na automatizovanou a tím snižovat náklady. I když má průmyslový robot spoustu benefitů, pro modelovou firmu ABB PGHV by nebyl perspektivní volbou, firma využívá jeřáby po celé výrobní hale a slouží také pro přemísťování břemen. Závod by musel investovat do velkého množství robotů a stále na některé procesy např. zvednutí přepravní bedny s výrobkem na kamión využít opět služeb jeřábu. Proto by zde hrozby ve většině procesů zůstaly neošetřeny. Dalším již vhodnějším opatřením je investice do výškově nastavitelných vozíků na pohon. Zde ale vyvstává podobný problém jako u předchozího opatření, a to nemožnost vozíky využít ke složitější manipulaci, než je vertikální pohyb. Ten je ve firmě využíván primárně v úseku testování a lakovny. Investice do vozíků by byla opět velmi nákladná. Jedná se o položku v rámci sta tisíců za jeden kus, avšak do výroby je třeba zakoupit několik desítek kusů. Opět by se jeřáby stále musely využívat na složitější manipulace jako je přetáčení břemen nebo již zmíněné nakládání beden s výrobky na kamióny. Posledním a doporučujícím opatřením je precizní vypracování dokumentace rizikových částí procesu a proškolení jeřábníků na tento druh problematiky formou praktických ukázek a cvičení. Lidské dovednosti a soustředění je nejdůležitějším prvkem v ovládní jakéhokoliv stroje a nástroje. Jak je možné vyčíst z analýzy FMEA většina faktorů, které

hrozbu způsobí je lidský faktor. Tohle opatření se snaží působit právě na něj a minimalizovat pravděpodobnost, že dojde k lidské chybě nebo špatnému úsudku.

Implementace opatření Školení a zpracovaná dokumentace

Firma ABB má již své interní směrnice, kterými se musí zaměstnanci řídit. V rámci interních předpisů týkajících se obsluhy zdvihacích zařízení mluvíme o:

- Systém bezpečné práce
- Stanovení požadavků na kvalifikaci kompetentních osob
- Stanovení metodiky školení pro kompetentní osoby
- Pokyny pro používání mobilních jeřábů

Dokument Systém bezpečné práce je ta nejzákladnější organizační směrnice pro provoz a údržbu zdvihacích zařízení, kterou můžete pro tuto problematiku ve firmě nalézt. Pojednává o základních požadavcích pro provoz. Dále pojednává velmi všeobecně o používání zdvihacích zařízení. Důležitá část směrnice je sekce obsluha zvedacích zařízení a přeprava břemen, ve které jsou zahrnuty již podrobné kroky, jak postupovat při obsluze zdvihacího zařízení ve všeobecné rovině, tak i v různých etapách provozu konkrétně zahájení provozu, provoz a poruchy, ukončení provozu, přeprava břemen, doprava osob a seznam zakázané manipulace pro jeřábníky. Ke konci jsou popsány předpisy pro vázání a zavěšování břemen a nedovolené manipulace. Na závěr jsou zmíněné dorozumívací znamení mezi vazačem a jeřábníkem, které jsou rozděleny na pohyb paží, praporu, světla nebo zvukem.

Směrnice Stanovení požadavků na kvalifikaci kompetentních osob pojednává o rolích v provozu zvedacích zařízení. Osoby, které jsou dle dokumentu zodpovědné za hladký a bezpečný provoz jsou pověřené osoby, revizní technik, znalec – revizní technik, osoba odborně způsobilá pro provádění prohlídek ocelových a hliníkových konstrukcí, jeřábník, vazač a pracovník údržby. Na každou z rolí jsou kladeny minimální požadavky také jsou specifikovány jejich povinnosti a ustanoveny zdravotní způsobilost a periodické prohlídky.

Směrnice, která navazuje na předešlou je Stanovení metodiky školení pro kompetentní osoby. Dokument objasňuje, základní povinnosti zaměstnavatele, pro zajištění odborné způsobilosti, která obsahuje základní školení, praktické zaučení a zdravotní prohlídku. Dále popisuje odbornou způsobilost pro jeřábníky, vazače břemen a ostatní osoby v provozu zvedacích zařízení.

Jednu z nejdůležitějších norem jsou Pokyny pro používání mobilních jeřábů. Pojednává o základních povinnostech zaměstnavatele, které musí zajistit:

- pravidelnou kontrolu technického stavu jeřábu (prostřednictvím revizních zdvihacích zařízení)
- odbornou přepravu, montáž a demontáž mobilních jeřábů
- odbornou kvalifikaci jeřábníků
- pravidelné revizní zkoušky

Pokyny jsou zde rozepsány podrobně v podobě kroků:

1. Přípravné pracovní operace k provozu jeřábu
2. Seznámení jeřábníka s pracovištěm
3. Ustavení a zakotvení jeřábu
4. Zahájení provozu
5. Provoz jeřábu – zabezpečené práce jeřábníka
6. Zvedání břemen
7. Spuštění břemen
8. Otáčení břemen
9. Obrácení břemen
10. Ukončení provozu

Všechny předchozí ustanovení a směrnice, pokrývají právní ustanovení a standardy, vytvořené firmou ABB. Tyto informace jsou již obsaženy ve školení, které je teoreticky zaměřeno a je z něj jako výstup test, který prověří zaměstnancovy získané znalosti. U aktuálního procesu školení, pokud zaměstnanec uspěje, získá vazačský a jeřábnický průkaz.

OPRAVNĚNÍ OBSLUHY ZDVIHACÍCH ZAŘÍZENÍ		dle ČSN ISO 12480-1 a SBP organizace					
OPAKOVANÉ ŠKOLENÍ		Číslo oprávnění	42511911				
Datum	Podpis	Příjmení	JURIGOVA				
		Jméno	Karolína				
		Datum narození	5.4.1996				
		Vydal dne	18.4.2019				
		Karel ČISAŘ NEKOVÁ (PŘEDK) ZDVIHACÍCH ZAŘÍZENÍ ORGANIZACE					
Platnost oprávnění je ... měsíců od doby školení		<table border="1"> <thead> <tr> <th>JERÁBNÍK</th> <th>VAZAČ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3</td> </tr> </tbody> </table>		JERÁBNÍK	VAZAČ	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3
JERÁBNÍK	VAZAČ						
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3						

Obr. č. 24 - Vazačský a jeřábnický průkaz [Vlastní]

V rámci nového konceptu školení by po teoretické části následovala praktická část, která by měla zaměstnance připravit na skutečný proces manipulace s jeřábem. Vedl by ho již zkušený zaměstnanec s mnohaletými zkušenostmi v oboru. Školení by obsahovalo ukázky manipulace s břemenem se zaměřením na části procesu, které vyšly v analýze jako nejrizikovější a na časté chyby u vykonávání procesu. Výstupem školení je praktický úkol, který bude zahrnovat základní manévry se cvičným břemenem pro nové zaměstnance. Pro zaměstnance, kteří si průkaz obnovují po dvou letech, bude připraven těžší úkol. Poté by zaměstnanec obdržel oprávnění pro obsluhu zdvihacího zařízení nebo by mu bylo prodlouženo oprávnění.

Školení bude doplněno o podrobnou dokumentaci procesu manipulace. Firma souhlasila s aktualizací její aktuální dokumentace, kterou pro zaměstnance ve výrobě již má. V současné době probíhá proces získávání dat a pořizování nových fotografií pro co nejaktuálnější zpracování dokumentů. Vypracování se bude držet standardů, které jsou nastaveny předcházejícími verzemi. Nová dokumentace bude doplněna o praktické a vizuálně znázorněné kroky a fotky konkrétního vázání břemen. Dokumenty budou vytvořeny speciálně pro každé pracoviště podle typu manipulace, která se na ní provádí.

7 ZÁVĚR

Ze statistik úrazovosti při vykonávání pracovního procesu bylo zjištěno, že jednou z nejrizikovějších činností je manipulace s břemenem za pomoci strojní i ruční manipulace. Avšak k nejvážnějším úrazům dojde při pádu velmi těžkého břemena ze stroje. Dopady této události jsou tak vážné, že podceňování a braní rizika na lehkou váhu může způsobit také smrt. Proto se tato diplomová práce zaměřuje na problematiku manipulace s břemeny pomocí jednotky mostového jeřábu ve výrobním procesu.

Úvodní kapitola práce byla věnována analýze aktuálního stavu, která obsahuje srovnání úrazovosti ve státech Evropské unie a okrajovou analýzu v zemích s nízkou úrazovostí. Jedná se o Polsko a Spojené království. Dále se v analýze současného stavu nachází legislativa související s bezpečností na pracovišti. Závěr kapitoly je věnován zdvihacím zařízením, konkrétně jeřábu.

V praktické části práce byla analyzována problematika na základě dvou metod Checklist a FMEA. Metoda kontrolního seznamu byla vybrána na začátek analýzy kvůli její přímosti a jednoduchosti využití v praxi, díky ní byl zmapován a posouzen aktuální stav a došlo k nastínění potencionálních hrozeb. Checklist byl také základ, na kterém byla vystavěna primární metoda FMEA. Metoda FMEA byla vybrána pro její podrobnost a univerzální využití v každém oboru. Úkolem metody bylo na základě poskytnutých informací firmou identifikovat, zanalyzovat a ohodnotit hrozby, které jsou spojeny s problematickým procesem zvedání břemene. Každé hrozbě byla vypočítána hodnota rizika tzv. RPN, která byla stěžejní pro určení nejvážnějších hrozeb. Za závažné riziko bylo po interní konzultaci považováno nebezpečí s mírou rizika v rozmezí <30–125>.

Hodnotu vyšší jak 30 přesáhly z třiatřiceti hrozeb pouze čtyři. Bylo tedy očividné, že podprocesy Přetáčení břemene v prostoru a Zvednutí břemene do prostoru byly nejrizikovější v samotném procesu manipulace. Pro snížení hodnoty rizika u rizikových podprocesů byly navrženy tři opatření vedoucí k minimalizaci rizik. Výpočtem nových hodnot po pomyslném zavedení opatření bylo zjištěno, že pro typ výroby modelové firmy a dle její finanční situace, je nejvhodnější opatření Školení a zpracování dokumentace k procesu manipulace s břemenem pomocí jeřábu.

Závěrem diplomové práce byla Analýza výsledků, která shrnuje získané informace a doporučuje postup při implementaci doporučeného opatření. Práce nadefinovala tři základní řešení, které mohou výrobní firmy nejen s mostovými jeřáby, ale s jakýmkoliv vysokozdvihným zařízením využít pro snížení rizikovosti jejich provozu. Navržené opatření je možné kombinovat také mezi sebou, záleží pouze na tom, kolik je firma ochotna investovat do zdraví svých zaměstnanců.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] MAREŠ, Miroslav Mareš. Bezpečnost. *Mendlova univerzita v Brně* [online]. Brno [cit. 2020-01-20]. Dostupné z: https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=69511
- [2] *EBOZP: Bezpečnost a ochrana zdraví při práci* [online]. 27. 3. 2018 [cit. 2020-01-20]. Dostupné z: http://ebozp.vubp.cz/wiki/index.php/Bezpe%C4%8Dnost_a_ochrana_zdrav%C3%AD_p%C5%99i_pr%C3%A1ci
- [3] ManagementMania [online]. 04.02.2018 [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/protiopatreni-countermeasures>
- [4] JANÍČEK, Přemysl a Jiří MAREK. *Expertní inženýrství v systémovém pojetí*. Praha: Grada, 2013. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4127-7.
- [5] Zákon zákoník práce: Zákon č. 262/2006 Sb. In. ročník 2006, § 269.
- [6] MRKVIČKA, Petr. Pracovní úrazovost v České republice v roce 2018. *BOZPinfo.cz* [online]. 17.06.2019 [cit. 2020-01-20]. Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/pracovni-urazovost-v-ceske-republice-v-roce-2018>
- [7] *EUROSTAT Statistics Explained: File: Number of non-fatal and fatal accidents at work, 2015* [online]. 22.6. 2018 [cit. 2020-01-23]. Dostupné z: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File: Number_of_non-fatal_and_fatal_accidents_at_work,_2015_\(persons\)-AAW2018.png#filehistory](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File: Number_of_non-fatal_and_fatal_accidents_at_work,_2015_(persons)-AAW2018.png#filehistory)
- [8] *Health and Safety Executive: Lifting Operations and Lifting Equipment Regulations 1998 (LOLER)* [online]. [cit. 2020-01-23]. Dostupné z: <https://www.hse.gov.uk/work-equipment-machinery/loler.htm>
- [9] *Główny Urząd Statystyczny: Wypadki przy pracy w 2018 roku* [online]. 29.11.2019 [cit. 2020-02-17]. Dostupné z: <https://stat.gov.pl/en/topics/labour-market/working-conditions-accidents-at-work/accidents-at-work-in-2018,3,12.html>
- [10] *Prawo: Kodeks pracy* [online]. 2016-11-22 [cit. 2020-02-17]. Dostupné z: <http://www.prawo.egospodarka.pl/kodeksy/kodeks-pracy>
- [11] *Urząd Dozoru Technicznego: Dyrektywy UE* [online]. [cit. 2020-05-04]. Dostupné z: <https://www.udt.gov.pl/przepisy/dyrektywy-ue>
- [12] MURPHY, Craig a JoAnne YATES. *The International Organization for Standardization (ISO): global governance through voluntary consensus*. New York: Routledge, 2009, 142 s. Global institutions series. ISBN 978-0-415-77429-1.

- [13] § 2 vyhlášky č. 19/1979 Sb., In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2020 [cit. 2. 6. 2020]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1979-19#p2> .
- [14] *Měsíc.cz*: *Zákoník práce* [online]. 1. 7. 2019 [cit. 2019-11-07]. Dostupné z: <https://www.mesec.cz/zakony/zakonik-prace-zakon/uplne/>
- [15] *BOZPinfo.cz*: *Mezinárodní norma ISO 45001:2018 pro systémy řízení BOZP nahrazuje OHSAS 18001* [online]. 02.07.2018 [cit. 2020-02-17]. Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/mezinarodni-norma-iso-450012018-pro-systemy-rizeni-bozp-nahrazuje-ohsas-18001>
- [16] *Informační systém - Uvádění výrobků na trh: EN 15011:2011+A1:2014* [online]. 2014 [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: <https://www.nlnorm.cz/ehn/3578>
- [17] *Factory automation: Manipulační technika* [online]. 18. 12. 2016 [cit. 2020-02-17]. Dostupné z: <https://factoryautomation.cz/manipulacni-technika-od-voziku-az-po-roboty/>
- [18] JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 2016. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-5717-9.
- [19] *Adamec crane systems: Jeřáby a manipulační technika* [online]. [cit. 2019-11-24]. Dostupné z: <https://www.adamec.cz/cs/jeraby>
- [20] *Bozpprofi.cz: Podmínky výkonu obsluhy jeřábu* [online]. 2.9.2009. [cit. 2020-04-18]. Dostupné z: <https://www.bozpprofi.cz/33/podminky-vykonu-obsluhy-jerabu->
- [21] PLŠEK, Vladimír. *Technické revize a školení: Deník jeřábu* [online]. [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: <https://www.technickerevize.cz/denik-jerabu.htm>
- [22] PILGR, Milan. *Kovové konstrukce: výpočet jeřábové dráhy pro mostové jeřáby podle ČSN EN 1991-3 a ČSN EN 1993-6*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2012, 200 s. ISBN 978-807-2048-076.
- [23] I-TES: *Jeřáby a zdvižná technika* [online]. [cit. 2020-04-15]. Dostupné z: <http://www.i-tes.com/dopravni-stavebni-a-manipulacni-technika/jeraby-a-zdvizna-technika-94/>
- [24] CHUDLEY, Roy a Roger GREENO. *Advanced Construction Technology: Construction Technology Series*. Pearson Education, 632 s. ISBN 9780132019859.
- [25] *ABB.cz* [online]. [cit. 2019-11-23]. Dostupné z: <https://new.abb.com/cz>
- [26] *ABB.cz: Historie ABB* [online]. [cit. 2019-11-23]. Dostupné z: <https://new.abb.com/cz/o-nas/historie>
- [27] *All for power: GIS Chodov* [online]. 22.4.2019 [cit. 2019-11-24]. Dostupné z: <http://www.allforpower.cz/clanek/gis-chodov-zakladni-charakteristika-stavby-a-jeji-ucel/>

[28] *Arnika.org: Fluorid sírový* [online]. VÁLEK, Petr. 2014 [cit. 2019-11-23]. Dostupné z: <https://arnika.org/fluorid-sirovy>

[29] *BOZPinfo: Využití kontrolních seznamů k interním kontrolám v organizacích* [online]. 10.03. 2008 [cit. 2020-02-13]. Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/vyuziti-kontrolnich-seznamu-k-internim-kontrolam-v-organizacich>

[30] BLECHA Petr. *Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)*. Prezentováno na: [Přednášky předmětu Management kvality a ochrany životního prostředí; 2018-03-14; Brno.]

[uniqueidgOkE4NvrWuOKaQDKuox_Z1plcc_wKILHNNvdZRZiOG/](https://www.researchgate.net/publication/328111111-uniqueidgOkE4NvrWuOKaQDKuox_Z1plcc_wKILHNNvdZRZiOG/)

[31] *Deník zdvihacího zařízení*; OPTYS [cit. 2020-02-28]. Interní zdroj.

[32] *ABB.cz: IRB 8700* [online]. [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://new.abb.com/products/robotics/cs/prumyslove-roboty/irb-8700>

[33] *Robotics Integrators: ABB* [online]. [cit. 2020-05-31]. Dostupné z: <https://roboticsintegrators.com/abb>

SEZNAM TABULEK

Tab. č. 1 - Časová řada pracovní úrazovosti v ČR v letech 2009-2018 [6]	16
Tab. č. 2 - Checklist-Periodická kontrola denní [31]	39
Tab. č. 3 - Checklist-Periodická kontrola týdenní [31]	40
Tab. č. 4 - Klasifikační stupnice pro hodnocení entit [Vlastní]	41
Tab. č. 5 - Klasifikace významu hodnoty RPS u hrozeb	41
Tab. č. 6 - FMEA Uvedení jeřábu do provozu [Vlastní]	42
Tab. č. 7 - FMEA Příprava břemene na uchycení [Vlastní]	43
Tab. č. 8 - FMEA Uchycení břemene vázacími prostředky [Vlastní]	43
Tab. č. 9 - FMEA Zvednutí břemene do prostoru [Vlastní]	44
Tab. č. 10 - FMEA Pohyb břemene v prostoru [Vlastní]	45
Tab. č. 11 - FMEA Přetáčení břemene v prostoru [Vlastní]	46
Tab. č. 12 - FMEA Položení břemene na pevný povrch [Vlastní]	46
Tab. č. 13 - FMEA Uvedení jeřábu mimo provoz [Vlastní]	47
Tab. č. 14 - FMEA po zavedení opatření Průmyslový robot [Vlastní]	49
Tab. č. 15 - FMEA po zavedení opatření Výškově nastavitelné vozíky [Vlastní]	52
Tab. č. 16 - FMEA po zavedení opatření Školení a zpracování dokumentace [Vlastní]	56
Tab. č. 17 - FMEA po zavedení opatření Školení a zpracování dokumentace [Vlastní]	58

SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1 - Pracovní úrazovost s neschopností delší než tři prac. dny v roce 2016 [7]	17
Graf č. 2 - Míra rizika u podprocesu Přetáčení břemena v prostoru před a po zavedení opatření – Průmyslový robot [Vlastní]	49
Graf č. 3 - Míra rizika u podprocesu Zvednutí břemene do prostoru před a po zavedení opatření Výškově nastavitelných vozíků [Vlastní]	52
Graf č. 4 - Míra rizika u podprocesu Zvednutí břemene do prostoru před a po zavedení opatření Školení a zpracování dokumentace [Vlastní]	57
Graf č. 5 - Míra rizika u podprocesu Přetáčení břemene v prostoru před a po zavedení opatření Školení a zpracování dokumentace [Vlastní]	58

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1 - Časová řada pracovní úrazovosti v ČR v letech 2011-2018 s prac. neschopností delší jak 3 dny podle zdroje úrazu [6]	16
Obr. č. 2 - Mostové jeřáby [Vlastní].....	25
Obr. č. 3 - Jednonosníkový mostový jeřáb [23]	25
Obr. č. 4 - Dvounosníkový mostový jeřáb [23]	26
Obr. č. 5 - Jeřábový most a jeho popis [22]	26
Obr. č. 6 - Jednonosníková kočka [Vlastní]	27
Obr. č. 7 - Hák součástí jednonosníkové kočky [Vlastní]	27
Obr. č. 8 - Vázací popruhy fialové 1 000 kg [Vlastní]	28
Obr. č. 9 - Nosnost vazacích popruhů v závislosti na typu vázání [Vlastní]	28
Obr. č. 10 - Konzolový otočný jeřáb [23]	29
Obr. č. 11 - Portálový jeřáb [23].....	29
Obr. č. 12 - Sloupcový jeřáb [13].....	30
Obr. č. 13 - Věžový jeřáb [19]	30
Obr. č. 14 - Logo ABB [21]	33
Obr. č. 15 - Závod Tuřanka [Vlastní]	34
Obr. č. 16 – pracoviště Testingu [Vlastní].....	35
Obr. č. 17 - EPC diagram postupu analýzy FMEA [30].....	37
Obr. č. 18 - Struktura procesu manipulace s břemenem pomocí jeřábu [31]	38
Obr. č. 19 - Průmyslový robot IRB 8700 [29]	48
Obr. č. 20 - ABB Testing, vozíky ve tvaru Y – aktuální stav [Vlastní].....	51
Obr. č. 21 - ABB Testing, vozíky a jeřáby – aktuální stav [Vlastní].....	51
Obr. č. 22 - Šablona pro dokumentaci [Vlastní]	55
Obr. č. 23 - Navrhovaná část dokumentace na pracovišti Předpřípravy [Vlastní]	56
Obr. č. 24 - Vazačský a jeřábnický průkaz [Vlastní].....	61