



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A ROBOTIKY

INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND ROBOTICS

ANALÝZA RIZIK OBSLUHY JEŘÁBU

RISK ANALYSIS OF CRANE OPERATION

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Ondřej Attasek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Luboš Kotek, Ph.D.

BRNO 2018

Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky
Student:	Bc. Ondřej Attasek
Studijní program:	Strojní inženýrství
Studijní obor:	Kvalita, spolehlivost a bezpečnost
Vedoucí práce:	Ing. Luboš Kotek, Ph.D.
Akademický rok:	2017/18

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:

Analýza rizik obsluhy jeřábu

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Práce s mostovými jeřáby představují bezpečnostní riziko nejen pro ty, kteří je obsluhují – např. jeřábníci, vazači břemen, ale také pro osoby, které se provozu jeřábů přímo nezúčastňují (např. pracovníci v okolí jeřábu).

Při provozu jeřábu existují také specifická rizika, které nelze zcela odvrátit ani technickým způsobem zabezpečovacím zařízením ani zvláštními doporučeními, ale pouze spolehlivým výkonem činnosti jeřábníka při správné obsluze jeřábu.

Tato práce je zaměřena na aplikaci metod analýzy spolehlivosti lidského činitele na obsluhu jeřábu.

Cíle diplomové práce:

Současný stav problematiky bezpečnosti mostových jeřábů a legislativních požadavků v této oblasti.

Rešerše nehod a pracovních úrazů, ke kterým došlo při obsluze mostových jeřábů.

Rešerše metod identifikace nebezpečí, analýzy rizik a analýzy spolehlivosti lidského činitele použitelných v zadané oblasti.

Identifikace nebezpečí při obsluze vybraného konkrétního jeřábu.

Analýza rizik a analýza spolehlivosti lidského činitele při obsluze vybraného konkrétního jeřábu.

Návrh preventivních opatření.

Vlastní závěry a/nebo doporučení.

Seznam doporučené literatury:

ČSN ISO 12480-1. Jeřáby - Bezpečné používání - Část 1: Všeobecně. Praha: Český normalizační institut, 1999.

ČSN ISO 9926-1. Jeřáby. Výcvik jeřábníků. Část 1: Všeobecně. Praha: Český normalizační institut, 1993.

ČSN EN 12077-2+A1. Bezpečnost jeřábů - Zdravotní a bezpečnostní požadavky - Část 2: Omezující a indikující zařízení. Praha: Český normalizační institut, 2008.

LITWORA, Rudolf. Bezpečná práce a bezpečné používání jeřábů. Rožnov pod Radhoštěm: RoVS - Rožnovský vzdělávací servis, 2001.

MIKULÁK, Raymond J., MCDERMONTT, Robin, BEAUREGARD, Michael . The Basic of FMEA. 2nd Edition. [s.l.] : Productivity Press, 2008. 95 s.

ČSN EN 60812. Techniky analýzy bezporuchovosti systémů – Postup analýzy způsobů a důsledků poruch (FMEA). Praha: Český normalizační institut, 2007.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2017/18

V Brně, dne

L. S.

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

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

ABSTRAKT

Téma diplomové práce je zaměřeno na oblast zajištění bezpečnosti zdvihací techniky. Konkrétně na prevenci chyb obsluhy mostového jeřábu a na zvýšení spolehlivosti lidského činitele. V práci jsou shrnuty nejdůležitější legislativní předpisy pro provozovatele jeřábu včetně požadavků na obsluhu. Dále jsou zde uvedeny analýzy nehod mostových jeřábů, ke kterým došlo společně s údaji o počtu pracovních úrazů. Součástí práce jsou dále řešené analýzy HTA, human HAZOP, BOMECH a FMEA. Na základě těchto vypracovaných analýz jsou stanoveny závěry a navržena preventivní opatření.

ABSTRACT

The topic of this master's thesis is focused on the area of safety in lifting technology. Specifically, to prevent mistakes during bridge crane operations and to increase reliability of the human factor. The thesis summarizes the most important legislative regulations for crane operators, including the requirements for operation. Furthermore, there are analysis of bridge crane accidents including data about number of occupational accidents. Other part of the thesis deals with analysis HTA, human HAZOP, BOMECH and FMEA. Conclusions are set based on these analyzes and preventive measures are suggested.

KLÍČOVÁ SLOVA

mostový jeřáb, analýza rizik, analýza spolehlivosti lidského činitele, bezpečnost obsluhy, HTA, human HAZOP, BOMECH, FMEA

KEYWORDS

bridge crane, risk analysis, analysis of human factor reliability, operator safety, HTA, human HAZOP, BOMECH, FMEA

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ATTASEK, O. *Analýza rizik obsluhy jeřábu*, Brno, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. 2018, 78 s., Vedoucí diplomové práce Ing. Luboš Kotek, Ph.D.

PODĚKOVÁNÍ

Tímto děkuji Ing. Luboši Kotkovi, Ph.D. z VUT Brno za cenné připomínky a rady při vypracování diplomové práce. V neposlední řadě děkuji také rodině a přítelkyni za jejich podporu a trpělivost při magisterském studiu.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

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

V Brně dne 25.5.2018

.....

Attasek Ondřej

OBSAH

1	ÚVOD	15
2	JEŘÁBY	17
2.1	Historie zdvihání břemen	17
2.2	Rozdělení jeřábů	19
2.3	Části jeřábu	23
2.4	Omezující a indikující zařízení	24
2.5	Požadavky na obsluhu	26
2.6	Řízení provozu jeřábu	27
2.7	Kontrola technického stavu jeřábu	28
3	LEGISLATIVA	29
3.1	Zákony	29
3.2	Nařízení vlády	30
3.3	Vyhlášky	33
3.4	Normy	34
4	BEZPEČNOSTNÍ ANALÝZY	37
4.1	HTA	37
4.2	HAZOP	38
4.3	BOMECH	40
4.4	FMEA	41
4.5	FMECA	46
5	ANALÝZA NEHOD A PRACOVNÍCH ÚRAZŮ	49
5.1	Údaje pracovních úrazů	49
5.2	Analýza nehod jeřábů	50
6	PROVOZ JEŘÁBU	53
6.1	Technické parametry jeřábu	53
6.2	Použití jeřábu	56
6.3	Hodnocení náročnosti obsluhy	58
6.4	HTA	60
6.5	Human HAZOP	63
6.6	BOMECH	65
6.7	FMEA	66
7	ZÁVĚR	69
8	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	71
9	SEZNAM ZKRATEK, SYMBOLŮ, OBRÁZKŮ A TABULEK	75
9.1	Seznam tabulek	75
9.2	Seznam obrázků	75
9.3	Seznam zkratk	77
10	SEZNAM PŘÍLOH	78

1 ÚVOD

Téma diplomové práce je zaměřeno na oblast zajištění bezpečnosti zdvihací techniky. Konkrétně na prevenci chyb obsluhy mostového jeřábu a na zvýšení spolehlivosti lidského činitele. V současnosti je práce s mostovými jeřáby každodenní součástí činnosti většiny průmyslových firem přepravujících objemná břemena. Práce na mostových jeřábech však představují vysoké riziko pro obsluhu (jeřábníky a vazače břemen), okolní osoby a majetek. Během manipulace s břemeny vzniká mnoho rizik, které nelze žádným opatřením odstranit, většinu z nich ovlivní pouze odpovídající technický stav a spolehlivá obsluha jeřábu. Proto je kladen velký důraz na kontrolu technického stavu jeřábu společně s výcvikem jeřábníků a vazačů břemen. V České republice je v této souvislosti zavedeno značné množství legislativních předpisů a požadavků. Provedením analýzy spolehlivosti lidského činitele a rizik lze poměrně přesně odhadnout nebezpečné konstrukční prvky a nevhodně provedené pracovní činnosti obsluhy jeřábu. Správným provedením a vyhodnocením těchto analýz se tedy zajistí vysoká úroveň bezpečnosti.

V teoretické části práce je nejprve popsáno rozdělení jeřábů, jejich jednotlivé části společně s požadavky na obsluhu, řízení provozu a technický stav jeřábu. Následuje shrnutí legislativních požadavků pro provozovatele jeřábů v České republice. Další část je zaměřena na popsání bezpečnostních analýz HTA, human HAZOP, BOMECH, FMEA a FMECA.

V další části diplomové práce je zpracována analýza nehod jeřábů v praxi zahrnující údaje pracovních úrazů.

V poslední části práce je popsán daný provoz jeřábu. V této části je již zahrnut konkrétní mostový jeřáb s uvedenými technickými parametry. Je zde popsáno použití jeřábu včetně zaváděných požadavků a pokynů na obsluhu jeřábu společně s přehledem hlavních zakázaných manipulací. Dále je v této části provedeno hodnocení náročnosti obsluhy a jsou zpracovány bezpečnostní analýzy popsané v teoretické části. Na základě těchto analýz jsou následně vyvozeny závěry a doporučená opatření pro provoz konkrétního jeřábu.

2 JEŘÁBY

Jeřáb je stroj určený pro přemísťování břemen v prostoru, tedy pro cyklickou činnost. Zavěšení břemene je umožněno na háku nebo jinak. Jeřáb je definován pohybem ve 3 osách. Pokud by byl pohyb v jedné nebo dvou osách, jednalo by se o stabilní zdvihadlo, respektive pojízdné zdvihadlo. Obecně lze zdvihací zařízení určit pro zdvihání a přepravu břemen v prostoru. [1]

Každý jeřáb je složen z výložníkového ramene (mostu) se soustavou kladek (nebo jen jednou kladkou) s lany. Jako energie pro jeřáb se používá elektrický pohon, spalovací motor nebo ruční síla. [1]

Při výběru jeřábu do podniku se řídí konkrétními požadavky pro používání a musí se k nim přihlížet. Jednotlivá kritéria při výběru jsou: [1]

- charakteristiky přepravovaných břemen (zejména rozměry pro určení těžiště a hmotnost),
- rychlost a náročnost daného provozu (rychlost a frekvenci manipulací);
- vyložení a výšku zdvihu s rozsahem pohybů,
- celkové zatížení jeřábu s ohledem na očekávanou živostnost a pracovní nasazení,
- náročnost daného pracoviště (nosnost a vlastnosti podloží, vnější okolí a omezení okolních zařízení),
- uvážení prostoru pro montáž (demontáž) a zavedení jeřábu do provozu a jeho fungování v podniku.
- ohled na provozní požadavky.

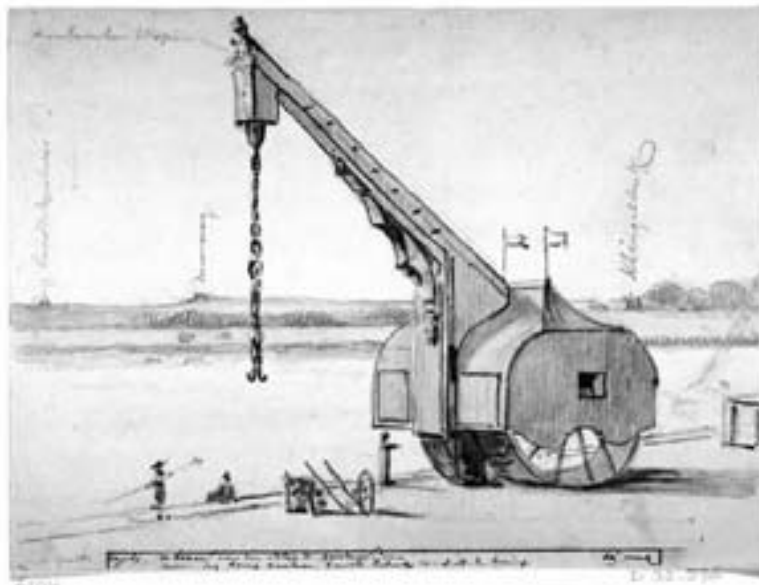
Při nasazení jeřábů do provozu je třeba dbát na všechny faktory ovlivňující jejich bezpečný provoz. Mezi hlavní faktory se řadí zejména ukotvení a upevnění konstrukce do prostoru a možností podniku. Musí se stanovit rizika v okolí nasazovaného jeřábu a existence vlivů ovlivňujících bezpečnost okolním osob. Při venkovním použití se musí brát také zřetel na provozní i mimoprovozní podmínky jako jsou povětrnostní podmínky a působící okolní teplota. Musí se dále zajistit podmínky pro bezpečné zavedení jeřábu (zakotvení, montáž, demontáž nebo případné přemístění). Zvláštní požadavky se musí řešit při použití v okolí nadzemních elektrických vedení a kabelů. [1]

2.1 Historie zdvihání břemen

Původ jeřábů sahá až do počátků a kořenů lidstva. Jako začátek lze považovat vynalezení kola. To vynalezli již 3 000 let před naším letopočtem Summerové. Následně byly také vynalezeny kladka, provazy a kolečka. Není sice přesně doložitelné, kdy a kde k jejich vynalezení došlo, lze ale považovat zhruba stejný letopočet. Následovalo používání ramp a pák. Ty využívali například Egypťané při stavbě pyramid. Na rozdíl od dnešních jeřábů s jedinou obsluhou bylo tehdy zapotřebí k převrácení bloku kamene 50 pracovníků. [2]

Při pohledu pouze na spolehlivě doložené podklady, by se muselo zajít až do starověkého Řecka a Říma. Je doloženo, že staří Řekové a Římané tento vynález kladkostroje ukořistili z Přední Asie. Mohli tedy mít zdvihání břemen už značně ulehčené. Staří Egypťané už tehdy používali vahadlový jeřáb pro tahání vody ze studní. [2]

První jeřáb lze datovat kolem 6. až 5. století př.n.l. v Řecku. Následně byl jeřáb převzat také Římany. Velké usnadnění nastalo až ve 4. století př.n.l. vynalezením kladkostroje. Jeden muž tehdy mohl zdvihnout břemeno s váhou 50 kg. Dále bylo vynalezeno 230 let př.n.l. šlapací kolo. To zůstalo používané až do první poloviny 19. století. Další pokrok nastal ve 13. století vynálezem přístavního jeřábu. Byl nejčastěji k vidění v Holandsku a Německu. [2]



Obr. 1) Přístavní jeřáb [2]

Zásadní funkce a použití jeřábu se dodnes v podstatě nezměnily. Mezi jednoduchý základní typ se řadil rumpálový. Na hřídeli byly rukojeti se zasazenými pákami, které tuto hřídel otáčely. Pro usnadnění práce často posílený navíc bubnem s hřídelí jako převodové kolo. Takto se první jeřáby používaly od 13. do místy až 18. století. Koncem středověku se používaly i konzolové jeřáby ukotvené ve zdivu v rozestavěném patře. [2]

Ocelové jeřáby byly vynalezeny až v 19. století. Tehdy se teprve začalo nahrazovat pro stavbu dřevo ocelí. První ocelový jeřáb byl zkonstruován v roce 1834. [2]



Obr. 2) Ocelový jeřáb [2]

Základním problémem byla od počátku poháněcí síla těchto jeřábů. V počátcích pohon pro provoz těchto jeřábů tvořila lidská síla. Nejvíce často potom otroci a následně pracovníci staveb. V 19. století nahradilo lidskou sílu vynalezení parního stroje. Dnes se používají nejčastěji jeřáby s elektrickým pohonem, případně spalovacím motorem. [2]

V současnosti jsou běžně používány jeřáby s nosností až do 50 000 kg. Nejčastěji používané mostové jeřáby jsou s nosností kolem 5 000 kg. [2]

2.2 Rozdělení jeřábů

Rozdělení lze provést do několika různých kategorií a typů. Pohon může být řešen jako ruční, hydraulický nebo nejčastěji elektrický. [3]

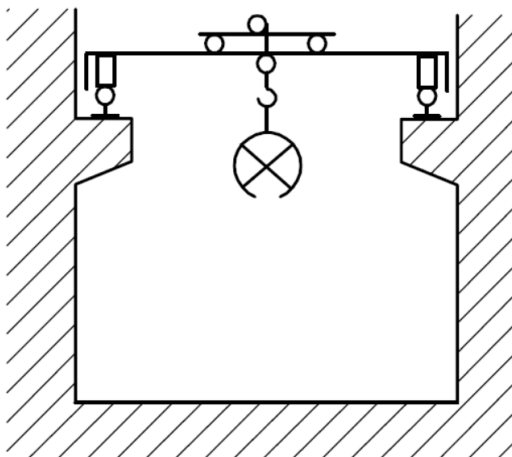
2.2.1 Podle konstrukce

1) Mostového typu

Prostředek pro uchycení u tohoto typu se pohybuje podél mostu jeřábu. Uchopované břemeno je zavěšeno na kočce, na zdvihové jednotce kladkostroje nebo na výložníkovém jeřábu. [3]

- Mostový jeřáb

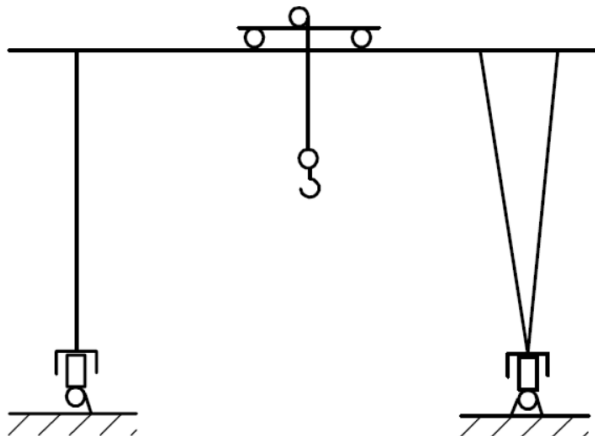
Má mostové nosníky. Provedení může být jedno nebo vícenosníkové. Ty jsou přímo podepřené dvěma pojezdovými jednotkami na každé straně mostu. Podepření je provedeno na kolejnicových drahách. Schematické znázornění lze vidět na obrázku 3. Ovládání je zpravidla ovladačem zavěšeným na laně, dálkovým ovládáním, či přímo z kabiny. Tento typ může být proveden jako podvěsný a nadvěsný. [3]



Obr. 3) Schematické znázornění mostového jeřábu [3]

- Portálový jeřáb

Má mostové nosníky. Ty jsou podepřené nohami. Nohy jsou dále uchyceny na kolejnicových drahách, na kterých se pohybuje. Schematické znázornění portálového jeřábu lze vidět na obrázku 4. Provedení může být i poloportálové. V tomto případě je podepření provedeno na jedné straně přímo na dráze a na druhé straně nohami. [3]



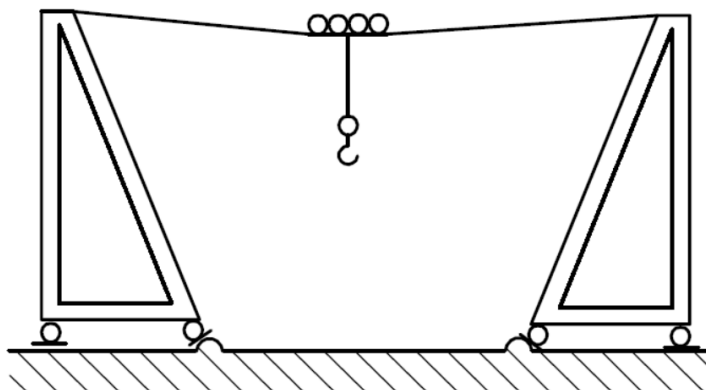
Obr. 4) Schematické znázornění portálového jeřábu [3]

2) Jeřáb s nosnými lany

Pojíždění provedeno po nosných lanech. Ty jsou upevněny na stožárech. Prostředek pro uchopování břemen je zavěšen na kočce. [3]

- Lanový jeřáb

Jako nosné prvky využívá lana. Jeho schematické znázornění lze vidět na obrázku 5. Proveden může být i jako lanový portálový. [3]



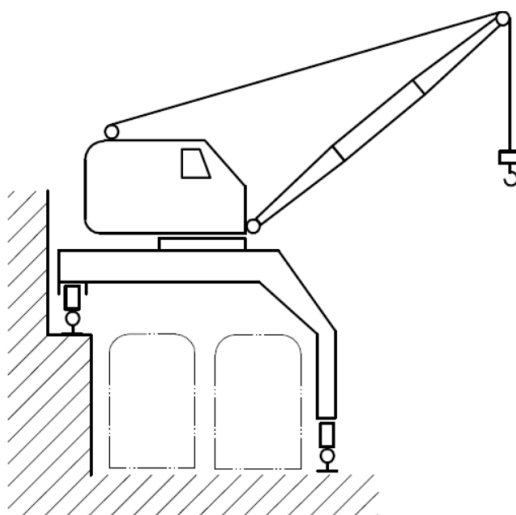
Obr. 5) Schematické znázornění lanového jeřábu [3]

3) Výložníkového typu

Prostředek pro uchycení u tohoto typu je zavěšen na výložníku. Zavěšení je také možné na kočce, která pojíždí podél výložníku. [3]

- Portálový otočný jeřáb

Provedením tohoto typu je umístění otočného jeřábu na portálový (viz portálový jeřáb obrázek 4). Umožňuje pod ním průjezd vagonů nebo silničních vozidel. Provedení může být také poloportálové. Schématické znázornění tohoto typu lze vidět na obrázku 6. [3]



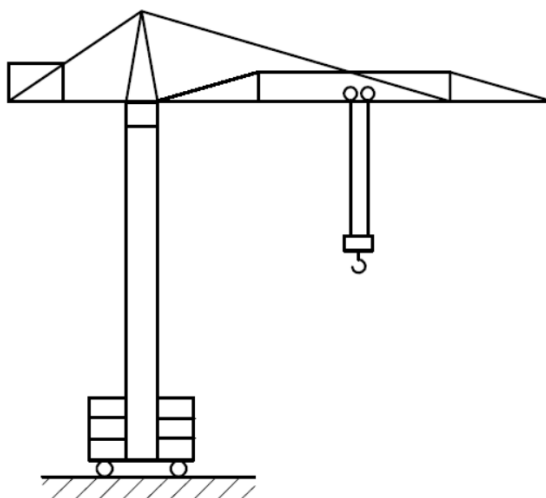
Obr. 6) Schématické znázornění poloportálového otočného jeřábu [3]

- Mobilní jeřáb

Tento typ je umístění jeřábu na mobilním podvozku. Tím je schopný přepravy a umístění i do méně přístupných míst. Pojezd je možný s břemenem i bez něj. Stabilitu zajišťuje gravitace. [3]

- Věžový jeřáb

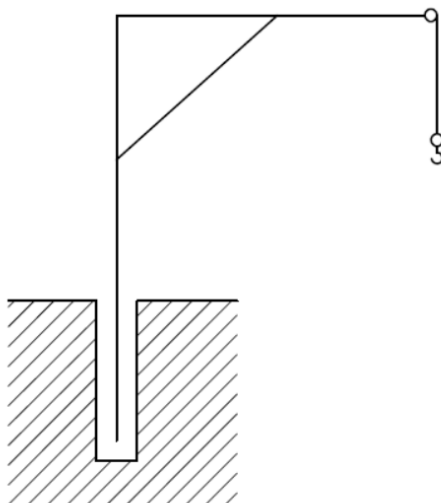
U tohoto typu je vyložení umístěno svisle nahoře na věži. Ta je otočná kolem stojatého stožáru, na kterém je umístěno ve spodní části závaží zajišťující stabilitu. Jeho schématické znázornění lze vidět na obrázku 7. [3]



Obr. 7) Schématické znázornění věžového jeřábu [3]

- Sloupový jeřáb

Tento typ se otáčí na sloupu. Sloup je upevněn k jeho základně. Otáčení je provedeno pomocí ložiska umístěného v jeho základně. Schematické znázornění lze vidět na obrázku 8. [3]



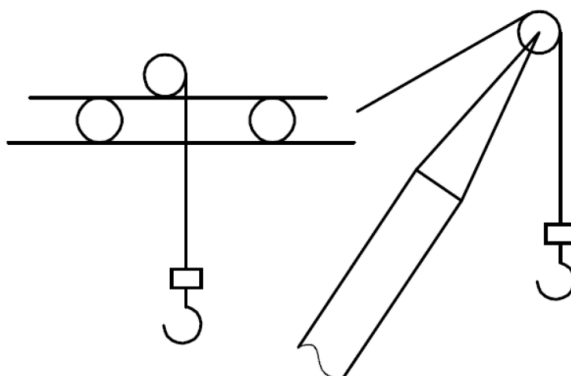
Obr. 8) Schematické znázornění sloupového jeřábu [3]

Jako další provedení výložníkového typu mohou být jeřáby železniční, plovoucí, palubní, derikové, nástěnné a konzolové. [3]

2.2.2 Podle prostředku pro uchopení

Dále se mohou dělit podle jejich neodnímatelných prostředků pro uchopení břemen. Tyto prostředky jsou jeho součástí a nedají se během provozu měnit. Může být provedeno na několik možných způsobů. [3]

Dělí se na jeřáby s hákem, které jsou v průmyslové praxi těmi nejvíce používanými (schematické znázornění lze vidět na obrázku 9), na drapákové, magnetové, korýtkové, stohovací, licí, stripovací, kovací, traverzový, kontejnerový nebo zakládací. [3]



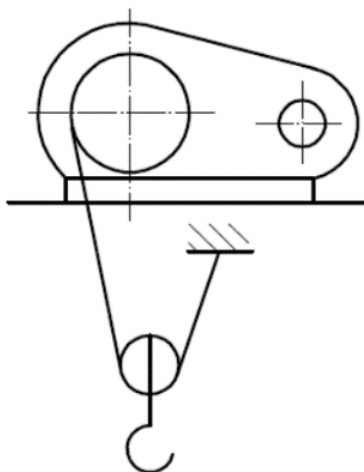
Obr. 9) Schematické znázornění jeřábu s hákem [3]

2.3 Části jeřábu

Jeřáb může být zkonstruován z několika možných částí. Ty jsou jeho nedílnou neodnímatelnou součástí. Závisí na typu jeřábu viz kapitola 2.2. [3]

- Zdvihový mechanismus

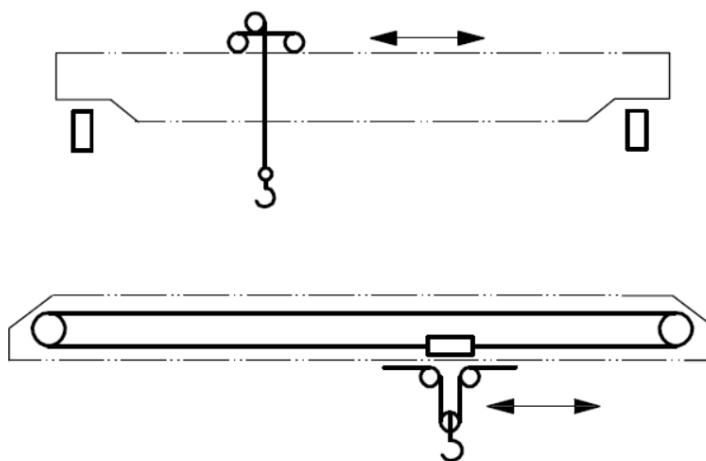
Slouží jako pohon pro zdvihání břemen a jejich spouštění. Schematické znázornění lze vidět na obrázku 10. S tímto mechanismem dále souvisí kladkostroj a zdvihová jednotka. Ten je využit u zdvihání břemen s příčným pojezdem nebo bez něj. Provedeno jako soudržná jednotka. [3]



Obr. 10) Schematické znázornění zdvihového mechanismu [3]

- Pojezdový mechanismus

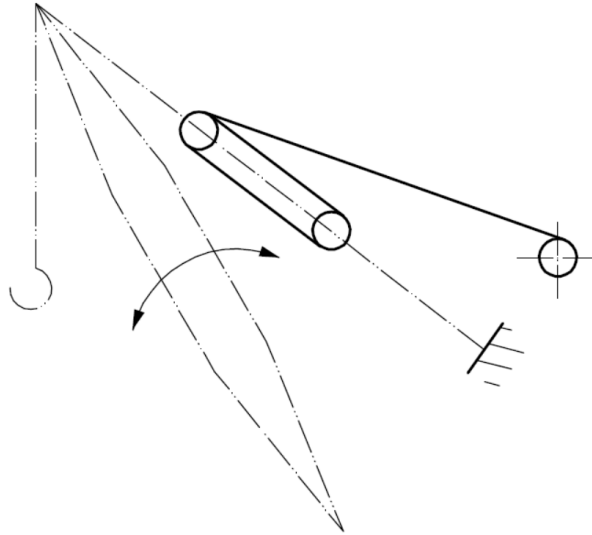
Slouží k pohonu pojezdu jeřábu. S tím souvisí dále pojezdový mechanismus pro vodorovný pohon kočky (schematické znázornění na obrázku 11) nebo kladkostroje. Použití zejména u mostových a portálových jeřábů. [3]



Obr. 11) Schematické znázornění pojezdového mechanismu kočky [3]

- Sklápěcí mechanismus

Je to jednotka na pohánění na vyložení a výšky vyložení. Funguje na principu změny naklonění výložníku nebo nástavce výložníku. Jeho schematické znázornění lze vidět na obrázku 12. Použití zejména u mobilních a věžových jeřábů. [3]



Obr. 12) Schematické znázornění sklápěcího mechanismu [3]

- Otáčecí mechanismus

Je to jednotka na pohánění otáčení otočné části. Tento mechanismus je ve vodorovné poloze. Použití zejména u sloupových jeřábů. [3]

Dalšími částmi jeřábu jsou dle kapitoly 2.2 různé části konstrukce. Těmi jsou podvozek, portál, věž, sloup, výložník a most. [3]

Každý jeřáb má dále svou brzdu, vrátek, kočku, ukotvení, závaží, protizávaží, kladku, kladnici, lanový systém, indikátory a strojovnu nebo stykovnu. [3]

2.4 Omezující a indikující zařízení

Jeřáby používané v průmyslové praxi mají několik různých omezujících a indikujících zařízení. Jsou to zařízení zejména pro ochranu osob (jeřábníků, vazačů břemen a všech osob pochybujících se v blízkosti přepravovaného materiálu) a zařízení. [3]

Tyto zařízení jsou zkonstruované a přidružené ke každému typu jeřábu. Slouží k zamezení případnému zranění okolních osob, škodě na majetku či poškození jakékoliv části jeřábu. Všechny tyto zařízení fungují automaticky. Jejich spuštění nastane při dosažení mezní hodnoty dané funkce. [3]

Používané omezující zařízení (vyvolá zastavení nebo omezení pohybu):

- Omezovač funkce

Zařízení pro omezení jednotlivých funkcí jeřábu. Aktivování tohoto omezovače vyvolá například zastavení celého jeřábu nebo jeho jednotlivé funkce. [3]

- Omezovač nosnosti

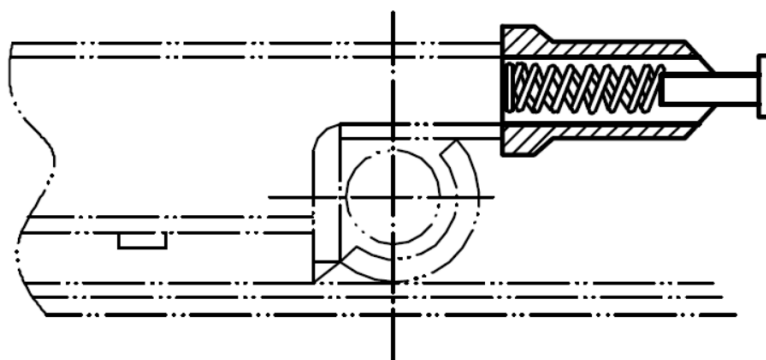
Zařízení pro omezení funkce nosnosti. Tento omezovač zamezí zdvihovému mechanismu manipulovat s břemeny. K aktivaci dojde při překročení mezní hodnoty maximální nosnosti jeřábu. [3]

- Omezovač pohybu

Zařízení pro omezení pohybu jeřábu nebo jeho částí (např. pojezdového, zdvihového nebo sklápěcího mechanismu). Vyvolá zastavení jednotlivých částí. V průmyslové praxi se používají omezovače zdvihání, spouštění, otáčení nebo pojezdu. [3]

- Nárazník

Zařízení pro zmenšení a utlumení nárazu jeřábu. Jeho schematické znázornění lze vidět na obrázku 13. [3]



Obr. 13) Schematické znázornění nárazníku [3]

- Koncová narážka

Zařízení pro zmenšení a utlumení nárazu jeřábu nebo kočky. Používá se na konci jeřábových drah apod. [3]

Mezi další se řadí také omezovače provozní, přičení, navíjení, odvíjení, rychlosti otáčení, rychlosti spouštění, rychlosti zdvihání a rychlosti pojezdu kočky. [3]

Používané indikující zařízení (vyvolá zvukový nebo vizuální signál):

- Indikátor provozních parametrů

Indikační zařízení udávající jeřábníkovi informace (vizuální a zvukové) o parametrech v daném provozu. Aktivuje se při překročení těchto parametrů. [3]

- Indikátor nosnosti

Indikační zařízení udávající jeřábníkovi informace (vizuální a zvukové) o nosnosti přepravovaného břemene. Aktivuje se při překročení nosnosti. [3]

2.5 Požadavky na obsluhu

Obsluha jeřábu musí být osoba starší 18-ti let tělesně a duševně způsobilá (dobrý zrak, sluch a reakce). Je to osoba prokazatelně proškolená vlastníci průkaz jeřábníka, případně vazače pro konkrétní typ jeřábu (viz kapitola 2.2). Má povinnost řídit se pokyny a nařízeními zaměstnavatele a místním systémem bezpečné práce na daném pracovišti. [4]

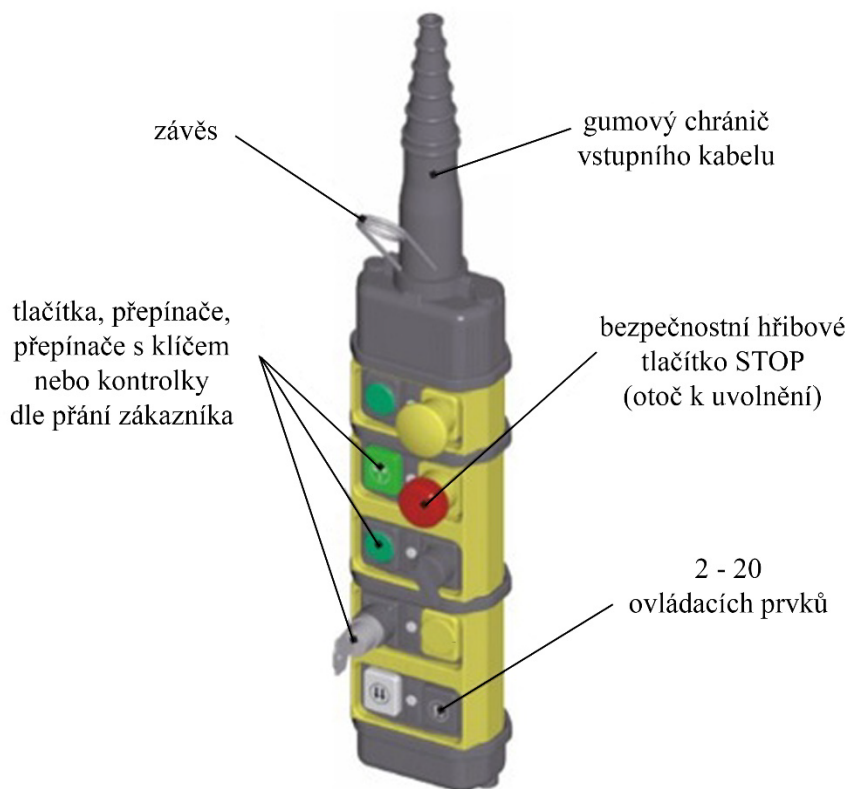
Musí se dále řídit normou ČSN ISO 12480-1:1999. Je společně s vazačem spoluzodpovědná za přepravu břemen. Obsluha dále musí být schopna fyzicky manipulovat s veškerým příslušenstvím pro manipulaci spojenou s přepravou materiálu. Musí být schopna bezpečně řídit přepravu břemen a pohyby jeřábu. [4]

Dále musí být vybavena patřičnými osobními ochrannými prostředky potřebnými pro manipulaci s materiálem a jeho přepravu. Musí dodržovat maximální možnou nosnost jeřábu a vázacího prostředku. [4]

Mezi obsluhu zařazujeme zpravidla jeřábníka a vazače břemen. Ti jsou spoluzodpovědní za přepravu břemen. Musí vlastnit patřičné jeřábnické a vazačské průkazy dané kategorie. Obsluha může být také jeřábníkem a vazačem břemen zároveň. Potom je zodpovědný za přepravu břemen pouze jeden člověk. Dále se zodpovídají pověřené osobě. [4]

Jeřábník se stará zejména o chod a provoz jeřábu. Dále ovládá jeřáb při jeho montáži. Má na starosti především přepravu břemen v prostoru. S touto souvisí zdvihání, spouštění, pojezd a ovládání jednotlivých funkcí jeřábu. Může obsluhovat jeřáb z kabiny nebo pomocí ovladače (lze vidět na obrázku 14). [4]

Vazač břemen zodpovídá zejména za vhodné uvázání břemene na jeřáb. K vázání jednotlivých břemen se používají různé vázací prostředky. Je také zodpovědný za použití vhodným vázacích prostředků o potřebné nosnosti. [4]



Obr. 14) Popis ovladače pro obsluhu jeřábu [5]

2.6 Řízení provozu jeřábu

Každý podnik vlastníci jeden nebo více jeřábů musí mít zpracován systém bezpečné práce. Tím je podnik povinen se řídit při každé jeho činnosti s jeřábem. Za realizaci a postupné aktualizování systému bezpečné práce je zodpovědná daná pověřená osoba. Ta je určena zaměstnavatelem a zastupuje celou podnikovou organizaci. Musí být to být osoba k tomu proškolená a zkušenostně kompetentní. [6]

Systém bezpečné práce musí zejména obsahovat: [6]

- Stanovení pověřené osoby.
- Seznam a výběr jednotlivých jeřábů a jejich příslušenství v podniku.
- Navržení jednotlivých činností jeřábů.
- Zajištění řádného školení obsluh a kompetentních osob.
- Dodržení a stanovení termínů jednotlivých údržeb, prohlídek, inspekcí, revizí a revizních zkoušek jeřábů.
- Kontrolu zajištění veškeré potřebné doklady a dokumentace o jeřábech v podniku.
- Zajištění dozoru nad bezpečností práce s potřebnými pravomocemi.
- Seznam jednotlivých příkazů a zákazů pro obsluhu jeřábu a pohybujících se okolních osob (nepovolené manipulace).
- Zajištění požadavků na provoz jeřábů (příprava stanoviště, montáž, demontáž a údržby jeřábů).
- Zajištění bezpečnosti obsluh a všech osob pohybujících se v blízkosti používaných jeřábů.
- Sladění a koordinaci jednotlivých spolupracujících osob v podniku.
- Zavést opatření pro potřebné zamezení nebo snížení rizika.
- Zajistit komunikační systém a seznámit s ním všechny osoby používající jeřáby (ve stejném jazyce).

Se zavedeným systémem bezpečné práce musí být řádně a prokazatelně seznámeny všechny zúčastněné osoby a subjekty pohybující se v provozu podniku. Za dodržování tohoto systému je zodpovědná určená pověřená osoba. [6]

Pověřená osoba musí zajistit bezpečný provoz jednotlivých jeřábů, jejich příslušenství (pro zdvihání, spouštění, naklápění, pojezd atd.), potřebné školení a dozor. Dále musí zajistit státem požadované termíny jednotlivých prohlídek, inspekcí, revizí a revizních zkoušek jeřábů. Zodpovídá dále za provoz jeřábů a jednotlivou organizaci (zajištění kompetentních osob k obsluze jeřábu, vázání a manipulaci břemen). V poslední řadě je pověřená osoba povinna zajistit potřebný postup o informování závad a mimořádných událostech (např. zavedení deníku jeřábu). Musí to být osoba s pravomocemi zastavit okamžitě provoz v podniku při důvodném podezření ohrožení bezpečnosti. [6]

2.7 Kontrola technického stavu jeřábu

Všechny jeřáby zavedené v podniku se musí zkoušet ověřováním funkcí, provozní způsobilostí a bezpečností provozu. Za všech okolností se vždy musí respektovat pokyny výrobce. Před uvedením do provozu se vždy provádí ověřovací zkouška výrobcem. Veškeré kontroly technického stavu se provádí v provozu v pravidelných předem daných lhůtách. Mimo tyto stanovené lhůty se kontroly musí provádět také po převedení jeřábu na jiné pracoviště, po opravách a po rekonstrukcích. [7]

Kontroly se rozlišují na interní prováděné pověřenými osobami v podniku a státem nařízené kontroly prováděné revizním technikem. Denní inspekci provádí jeřábník každý den před zahájením provozu jeřábu. Kontroluje se zejména funkčnost všech parametrů jeřábu. Nejdéle jedenkrát za 3 měsíce musí provést běžnou inspekci také pracovník údržby. Tyto inspekce se musí řídit normou ČSN ISO 9927-1:2014. Mezi metody inspekce se řadí vizuální kontrola, nedestruktivní zkoušení, funkční zkoušky (kontrola ovladačů, spínačů, indikátorů nosností a pohybů). [8]

Dle normy ČSN 27 0142:2014 je provozovatel jeřáby a zdvihadla dále nechat kontrolovat také státem pověřenou odbornou osobou. A to ve lhůtě nepřesahující 12 měsíců. Lhůty jednotlivých revizí a revizních zkoušek jsou stanoveny dle normy ČSN 27 0142:2014 v tabulce 1 (skupina je vždy uvedena výrobcem v dokumentaci). Odbornými osobami jsou revizní technici zdvihacích zařízení nebo technici znalci. U mostového jeřábu se dále musí také přikládat zápisy o prohlídkách ocelových konstrukcí, o proměření jeřábové dráhy a zpráva o provedení revize elektrických částí zařízení. Při kontrole se rozlišují 3 základní zkoušky: [7]

- Inspekční prohlídka

Je to zkouška jeřábu a jeho funkčností bez jmenovitého zatížení. Musí být provedena minimálně jedenkrát za 12 měsíců. Tato zkouška může být nahrazena revizí. Při zkoušce se jedná o vizuální prohlídku. Kontroluje se funkčnost všech parametrů a viditelné nesrovnalosti. Po provedení prohlídky je vystavena zpráva o inspekční prohlídce. [7]

- Revize

Je to zkouška provedena v zákonně stanovených lhůtách se zatížením. Zatížení se provádí na jmenovité nosnosti jeřábu společně s funkční zkouškou. Zkouší se statickým způsobem. Následně je technikem vystavena zpráva o provedení revize. [7]

- Revizní zkouška

Je to zkouška provedena v zákonně stanovených lhůtách s přetížením jmenovité nosnosti. Zatížení se provádí na 110 % jmenovité nosnosti s funkční zkouškou. Statickým působením břemene se dále zkusí omezovač nosnosti na 115 % jmenovité nosnosti jeřábu. [7]

Tab 1) Lhůty provádění revizí a revizních zkoušek jeřábů [7]:

Skupina jeřábů	Lhůty revizí	Lhůty revizních zkoušek
I	4 roky	8 roků
II	3 roky	3 roky
III	2 roky	2 roky
IV	1 rok	1 rok

3 LEGISLATIVA

V současné době je v oblasti jeřábové techniky zavedeno mnoho legislativních předpisů. Mezi ty se řadí zákony, nařízení vlády, vyhlášky a normy. V této kapitole budou probrány a shrnuty ty nejvíce důležité požadavky pro provoz jeřábů v České republice vyplývající z legislativy.

3.1 Zákony

V České republice je několik zákonných předpisů, kterými se musí řídit každý provozovatel jeřábů v podniku, ale i všichni ostatní.

Mezi ty nejvíce důležité pro provozovatele zdvihacích zařízení se řadí:

1) Zákon č. 22/1997 Sb.

Platnost zákona č. 22/1997 Sb. je od 27. února 1997, účinnost od 1. září 1997. Mluví o technických požadavcích na výrobky. Zaměřuje se zejména na výrobky se zvýšenou mírou na ohrožení zdraví nebo bezpečnost osob, majetek nebo životní prostředí. Dále jsou v něm také stanoveny práva a povinnosti pro organizace uvádějící na trh výrobky se zvýšenou mírou ohrožení. Stanoví dále akreditující subjekty uvádějící posouzení shody výrobky dle předpisů Evropských společenství. Upravuje stavební výrobky s označením CE. Upravuje zajištění informačních předpisů pro tvorby technických předpisů a norem vyplývajících z předpisů Evropských společenství. [9]



Obr. 15) Označení CE na bezpečný výrobek [10]

2) Zákon č. 102/2001 Sb.

Platnost zákona č. 102/2001 Sb. je od 21. března 2001, účinnost 1. července 2001. Je to zákon o obecné bezpečnosti výrobků. Předmětem toho zákona je zajištění bezpečnosti výrobku uváděného na trh se zaměřením na ochranu zdraví pro uživatele. Za bezpečný výrobek stanovuje tento zákon výrobek, který u stanovených předvídatelných podmínkách nepředstavuje po určitou dobu stanovenou výrobcem nebezpečí. [11]

3) Zákon č. 174/1968 Sb.

Zákon č. 174/1968 Sb. platí od 27. prosince 1968, účinný je od 1. ledna 1969. Tento zákon specifikuje státní odborný dozor nad bezpečností práce. Hlídá zejména vyhrazená technická zařízení. Mezi ty se řadí elektrická, plynová, tlaková a zdvihací. Jsou vymezené organizace státního dozoru, které vymezí Ministerstvo práce a sociálních věcí. Tyto organizace podávají odborné ustanovení o splnění určitých požadavků vyhrazených technických zařízení. Mezi ty se řadí zejména požadavky na konstrukci, výrobu, montáž, provoz, obsluhu, opravy, údržbu a revize. Tento zákon obsahuje dále požadavky v oblasti bezpečnosti práce na vyhrazených zařízeních a splnění požadavků na provoz. [12]

4) Zákon č. 251/2005 Sb.

Zákon č. 251/2005 Sb. nabyl platnosti dne 29. června 2005, účinnosti 1. srpna 2005. Je to zákon o inspekci práce. Stanovuje dozor a kontrolu nad bezpečností práce. Upravuje zřízení orgánů inspekce práce. Spravuje úřad inspekce práce se sídlem v Opavě a jednotlivé oblastní inspektoráty práce. [13]

5) Zákon č. 262/2006 Sb.

Zákon č. 262/2006 Sb. je to zákoník práce. Jeho platnost je od 7. června 2006, účinnost od 1. ledna 2007. Stanovuje obecné zásady bezpečné práce. Dále stanovuje právní vztahy, povinnosti a práva mezi zaměstnavatelem a jeho zaměstnancem. Zapracovává příslušné nařízení v rámci Evropské unie. [14]

6) Zákon č. 309/2006 Sb.

Zákon č. 309/2006 Sb. upravuje požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví při práci u pracovněprávních vztahů. Nabyl platnosti 22. června 2006 a účinnosti 1. ledna 2007. Stanovuje požadavky na pracoviště a pracovní prostředí. Upravuje podmínky, jak má být pracoviště obsluhy objemově a konstrukčně uspořádáno vzhledem k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Dále určuje požadavky na organizaci práce, pracovní postupy. Dále stanovuje bezpečnostní značky a značení na pracovištích. Upravuje požadavky na odbornou způsobilost pro osoby zajišťující bezpečnost práce. [15]

3.2 Nařízení vlády

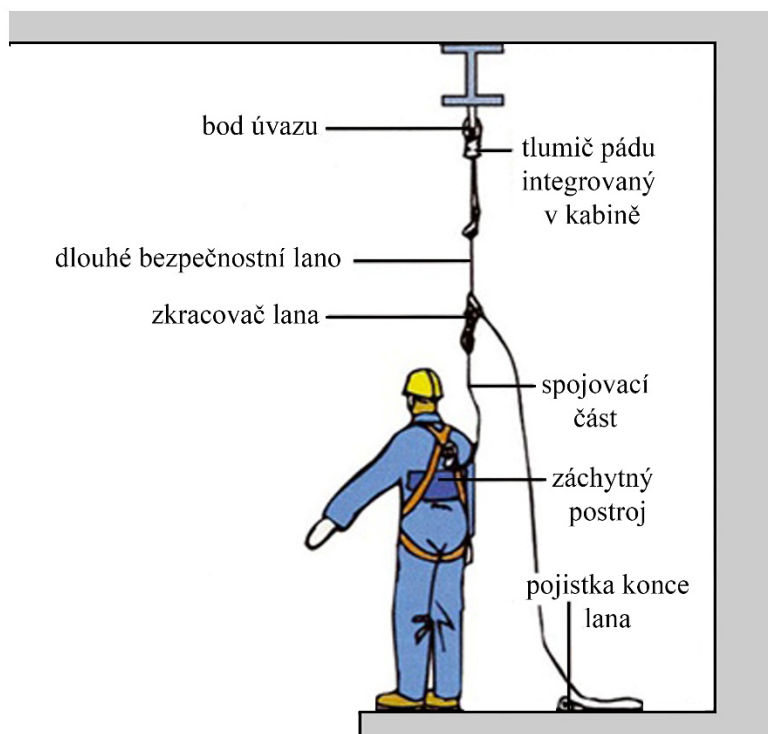
Stejně jako zákony jsou v České republice zavedeny různá nařízení vlády, které musí dodržovat každý provozovatel nejen jeřábové techniky. Nejdůležitějšími výtažky z aktuálně platných nařízení vlády pro provozovatele zdvihací techniky jsou:

1) Nařízení vlády č. 201/2010 Sb.

Nařízení vlády č. 201/2010 Sb. je platné od 18. června 2010, účinné od 1. ledna 2011. Stanoví požadavky na způsob, evidenci, hlášení a oznamování pracovních úrazů. Zaměstnavatel je z hlediska tohoto nařízení vlády povinen evidovat pracovní úrazy svých zaměstnanců v knize úrazů. Ta musí být vedena papírově nebo elektronicky. Pracovní úraz je z hlediska tohoto nařízení vlády takový úraz, který vznikl během pracovního úkonu. Úraz se musí hlásit neprodleně a eviduje se jeho záznam. Za smrtelný pracovní úraz se považuje takový, na který zaměstnanec do jednoho roku zemřel. [16]

2) Nařízení vlády č. 362/2005 Sb.

Nařízení vlády č. 362/2005 Sb. je platné od 19. září 2005. Účinnosti nabylo 4. října 2005. V tomto nařízení jsou stanoveny specifické požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví při práci, kde hrozí nebezpečí pádu z výšky či do hloubky. Jsou zde stanoveny bližší požadavky na zaměstnavatele pro zabránění pádu z výšky svých zaměstnanců, případně jejich zachycení. Jako práce ve výšce či hloubce se považuje práce na pracovišti s hrozícím pádem o výšku 1,5 metru, případně nad vodou nebo látkami ohrožujícími život. [17]



Obr. 16) Ukázka zajištěného pracovníka proti pádu z výšky [18]

3) Nařízení vlády č. 375/2017 Sb.

Nařízení vlády č. 375/2017 Sb. se stalo platné 13. listopadu 2017, účinné 28. listopadu 2017. Nahradilo se jím staré nařízení vlády č. 11/2002 Sb. V tomto nařízení vlády jsou stanoveny informace o vzhledu, umístění a provedení bezpečnostních značek a signálů. Dále jsou zde informace o zavádění signálů. Upravuje vzhled těchto bezpečnostních značek, umístění a jejich provedení. [19]



Obr. 17) Bezpečnostní značka upozorňující na zavěšené břemeno [20]

4) Nařízení vlády č. 378/2001 Sb.

Nařízení vlády č. 378/2001 Sb. nabylo platnosti 6. listopadu 2001, účinnosti 1. ledna 2003. Toto nařízení vlády mluví vzhledem k závislosti na okolní rizika o bližších požadavcích, bezpečném provozu a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a náradí. Zajišťuje jejich bezpečný provoz od spuštění až po vypnutí. Specifikuje bezpečný provoz, manipulaci, ovládání, údržbu, dopravy a opravy těchto zařízení. Dále specifikuje ochranné zařízení na zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví člověka při práci. Mezi ochranné zařízení se řadí například mechanické, elektrické a elektrotechnické ochrany. Upravuje požadavky na provozní dokumentaci, kontroly, zkoušky a revize. Specifikuje také požadavky a periody na lhůty provádění jednotlivých inspekcí. Uvádí mimo jiné požadavky na BOZP¹. [21]

5) Nařízení vlády č. 495/2001 Sb.

Nařízení vlády č. 495/2001 Sb. se stalo platné 31. prosince 2001, účinné od 1. ledna 2002. toto nařízení vlády mluví o stanovení bližších podmínek pro poskytování osobních ochranných pracovních prostředků. Dále mluví o povinnosti poskytovat mycí, čistící a dezinfekční prostředky. Stanoví, co se řadí mezi osobní ochranné pracovní prostředky a jak mají vypadat. Stanoví také co naopak není osobní ochranný pracovní prostředek (například prostředky pro běžnou potřebu nesloužící k ochraně zdraví při práci). Zaměstnavatel má povinnost si v analýze rizik zvolit osobní ochranné pracovní prostředky pro konkrétní pracovní postupy a pracoviště. [22]

Jako osobní ochranné prostředky se považují zejména prostředky pro ochranu: [22]

- hlavy (přilby, čepice, pokrývky hlavy),
- sluchu (sluchátka),
- očí a obličeje (brýle, štíty, kukly),
- dýchacích orgánů (masky, dýchací přístroje),
- rukou a paží (rukavice, rukávy),
- nohou (obuv, chrániče),
- trupu a břicha (vesty, pásy),
- celého těla (prostředky pro prevenci pádu, ochranné oděvy).



Obr. 18) Ukázka základních osobních ochranných pracovních prostředků [23]

¹ BOZP je obecně zavedená zkratka vyjadřující „bezpečnost a ochranu zdraví při práci“

3.3 Vyhlášky

V aktuálně platné legislativě pro Českou republiku je i velké množství vyhlášek. Jejich dodržování je nutné pro všechny firmy i osoby. Mezi ty nejvíce důležité vyhlášky z hlediska zdvihací techniky se řadí:

1) Vyhláška č. 19/1979 Sb.

Vyhláška č. 19/19979 Sb. vznikla 5. března 1979, účinnosti nabyla 1. července 1979. Je to vyhláška Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu. Stanoví, která zdvihací zařízení jsou vyhrazená. Dále stanoví nevyhrazená zdvihací zařízení (např. manipulační vozíky, nakladače, vrátky, výsuvné žebříky, plošiny pro zvedání automobilů nebo zdvihací čela nákladních automobilů). Specifikuje také podmínky pro jejich bezpečné používání. [24]

Mezi vyhrazené zdvihací zařízení z hlediska této vyhlášky se řadí: [24]

- zdvihadla a pojízdná zdvihadla s nosností nad 5 000 kg,
- jeřáby s nosností nad 5 000 kg,
- pohyblivé pracovní plošiny s výškou zdvihu nad 3 m,
- stavební výtahy s výškou zdvihu nad 3 m,
- výtahy s trvalou součástí staveb, nosností nad 100 kg a výškou zdvihu nad 2 m,
- regálové zakladače.

2) Vyhláška č. 48/1982 Sb.

Vyhláška č. 48/1982 Sb. je platná od 6. května 1982, účinná od 1. července 1982. Vyhlášku vydal Český úřad bezpečnosti práce. Jsou zde stanoveny základní požadavky pro zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení podléhajících státnímu technickému dozoru nad bezpečností práce. [25]

3) Vyhláška č. 50/1978 Sb.

Vyhláška č. 50/1978 Sb. se stala platná 22. května 1978, účinná od 1. ledna 1979. Tato vyhláška stanoví požadavky na elektrotechnickou kvalifikaci osob a jejich odbornou způsobilost. Rozděluje pracovníky seznámené, poučené, znalé, pro řízení, pro samotnou činnost a pro provádění revizí. Rozděluje osoby členěním podle paragrafů čtyři až jedenáct. Od paragrafu pět a více musí mít osoba již elektrotechnické vzdělání. Paragraf čtyři opravňuje osoby samostatně obsluhovat všechny elektrické zařízení včetně zdvihacích. [26]



Obr. 19) Ukázka hlavního vypínače jeřábu [27]

3.4 Normy

V České republice je také několik platných norem v oblasti bezpečnosti práce na zdvihacích zařízeních. Firmy provozující zdvihací zařízení se předepsanými normami řídí a dodržují jejich předpisy. Normy se z hlediska jejich tvorby rozlišují na zavedené Českou republikou, přejeté a přeložené z členských států Evropské unie nebo jsou českou verzí mezinárodních norem ISO². Ty nejvýznamnější z hlediska provozovatelů zdvihacích zařízení jsou:

1) ČSN ISO 4306-1:2010

Je to česká technická norma specifikující slovník popisující všeobecně jeřáby. Platná je od března 2010. Všeobecně jsou zde vysvětleny termíny a definice jeřábů společně s popisem jednotlivých břemen a závěsných prostředků potřebných pro práci na zdvihacím zařízení. Jsou zde specifikované jednotlivé typy jeřábu. Rozdělení je podle několika kategorií viz kapitola 2.2. Dále jsou zde popsány jednotlivé parametry jeřábů společně s jejich všeobecně popisujícími termíny popisujícími pohyby a stabilitu. [3]

2) ČSN ISO 9926-1:1993

ČSN ISO 9926-1:1993 je československá norma specifikující všeobecné požadavky na výcvik jeřábníků. Platná je od října 1993. Jsou zde stanoveny požadavky na schopnosti, vlastnosti a zdravotní požadavky jeřábníků a vazačů břemen. Dále jsou zde uvedeny požadavky na proces výcviku společně s teoretickým a praktickým programem. Specifikováno více v kapitole 2.5. [4]

3) ČSN ISO 12480-1:1999

Touto normou se rozumí česká technická norma popisující požadavky na jeřáby a jejich bezpečné používání. Platnosti nabyla v červnu 1999. Jsou zde stanoveny požadavky na výběr, nasazování, montáž, demontáž nebo provozní podmínky jeřábů používaných v podniku. Dále jsou v normě stanoveny požadavky na pověřené osoby a organizace. Je zde také stanoven požadavek na zavedení systému bezpečné práce pro každý podnik provozující zdvihací zařízení popsany v kapitole 2.6. [6]

4) ČSN 27 0142:2014

Tato norma je českou technickou normou popisující obecné požadavky na zkoušení a ověřování jeřábů a zdvihacích zařízení provozovaných v podniku. Je platná od ledna 2014. Jsou zde stanoveny termíny a definice týkající se jednotlivých zkoušejících metod (zkoušky po opravách, revize a revizní zkoušky). Dále je zde popis, jak mají jednotlivé revize a revizní zkoušky vypadat a co se během nich musí na jeřábech kontrolovat. V poslední řadě jsou zde stanoveny jednotlivé lhůty pro provedení revizí a revizních zkoušek podle typů jeřábů. Tyto lhůty jsou podrobněji popsány v kapitole 2.7. [7]

5) ČSN ISO 9927-1:2004

ČSN ISO 9927-1:2004 je českou technickou normou zabývající se obecnými termíny pro inspekci jeřábů a zdvihacích zařízení. Platnosti nabyla v říjnu 2004. Jsou zde stanoveny jednotlivé termíny a definice týkající se inspekcí jeřábů. Dále jsou zde popsány jednotlivé metody inspekcí, osoby povolené inspekce provádět a jejich jednotlivé lhůty. Více specifikované jsou tyto požadavky v kapitole 2.7. [8]

² ISO je zkratka pro mezinárodní organizaci pro normalizaci z anglického názvu „International Organization for Standardization“

6) ČSN EN 13155+A2:2009

Je to česká verze evropské normy EN 13155-2 z roku 2003. Platná pro Českou republiku se stala v září 2009. Jsou zde stanoveny požadavky na bezpečnost u zdvihacích zařízení při používání volně zavěšených prostředků pro uchopování břemen. V této normě jsou dále stanoveny existující vázací prostředky a další přídatné prostředky používané pro usnadnění manipulace s břemeny na jeřábech. Dále je zde uveden seznam největších nebezpečí, ke kterým může dojít během manipulace na zdvihadlech při používání přídatných zařízení. Norma specifikuje dále minimální požadavky na limitní hodnoty zavěšených prostředků. [28]



Obr. 20) Ukázka různého zakončení vázacích prostředků [29]

7) ČSN EN 1492-1+A1:2009

Je to česká verze evropské normy EN 1492-1 z roku 2000. Pro Českou republiku nabyla platnosti v červenci 2009. Je to norma specifikující požadavky na bezpečnost při používání textilních vázacích prostředků ze syntetických vláken pro uchopování břemen u zdvihacích zařízení. Jsou zde stanoveny požadavky na používání, zkoušení, značení a limitní hodnoty společně se seznamem největších nebezpečí při používání těchto vázacích prostředků. Ukázku pro nekonečnou vinutou smyčku lze vidět na obrázku 21. [30]



Obr. 21) Ukázka textilního vazáku (nekonečné smyčky) [31]

8) ČSN EN 818-1+A1:2009

ČSN EN 818-1+A1 je českou verzí evropské normy EN 818-1 z roku 1996. V České republice se stala platná v lednu 2009. Jsou zde stanoveny požadavky na bezpečnost při používání krátkočlánkových řetězů pro účely zdvihání břemen. Specifikovány jsou zde dále požadavky na jejich používání, značení, zkoušení a mezní hodnoty společně se seznamem největších nebezpečí pro tyto vázací prostředky. [32]

9) ČSN EN 13414-2+A2:2009

Je to česká verze evropské normy EN 13414-2 z roku 2003. Pro Českou republiku je platná od července 2009. Jsou zde specifikovány požadavky na bezpečnost vázacích prostředků z ocelových drátěných lan. Dále jsou popsány požadavky a informace na používání těchto vázacích prostředků společně s bezpečnostními informacemi. Dále jsou zde údaje na zkoušení, údržbu a značení ocelových drátěných lan společně s požadavky na jejich limitní hodnoty. [33]

10) ČSN EN 15011+A2:2014

ČSN EN 15011+A2 je českou verzí evropské normy EN 15011 z roku 2011. V České republice se stala platnou v srpnu 2014. V této normě jsou popsány termíny a definice popisující mostové a portálové jeřáby společně s informacemi na používání pro obsluhy těchto jeřábů. Dále jsou zde uvedeny seznamy významných nebezpečí na obsluhu při práci na mostovém nebo portálovém jeřábu. V důsledku těchto nebezpečí jsou zde dále stanoveny bezpečnostní požadavky a ochranná opatření proti zranění a újmě. Tato norma také specifikuje požadavky a návody na zkoušení jednotlivých částí mostových a portálových jeřábů. [34]

11) ISO TR 14121-2:2012

Norma ISO TR 14121-2:2012 vychází ze staré normy ČSN EN ISO 14121-1. Platnou se stala v roce 2012. Tato norma udává postup, jak provádět analýzy rizika pro strojní zařízení v souladu s normou ISO 12100. Stanoví se zde praktické využití metod ke snižování rizika. Jsou zde dále uvedeny různé opatření pro snížení rizika u strojních zařízení. Touto normou se řídí například konstruktéři od samotného návrhu a vývoje výrobku včetně bezpečnostních specialistů. [35]

12) ČSN EN ISO 12100:2011

ČSN EN ISO 12100:2011 je českou verzí evropské normy EN ISO 12100:2010. Je to norma udávající všeobecné zásady pro konstrukci a bezpečnost strojních zařízení. Dále jsou zde specifikovány požadavky na posouzení rizika a jeho následné snižování již během fáze konstrukce. V normě jsou stanoveny základní terminologie, zásady a metody pro dosažení požadované úrovně bezpečnosti během konstrukce strojních zařízení. Dále je tato norma používána jako základ pro zpracování norem typu B a C. Pomocí normy se na závěr vypracuje dokument prokazující použitý postup a dosažené výsledky během posouzení rizik. [36]

4 BEZPEČNOSTNÍ ANALÝZY

Provedením bezpečnostních analýz lze omezit výskyt poruchy systému nebo zranění okolních osob. Během provozu zdvihacích zařízení vzniká vysoké riziko pro obsluhu jeřábu i pro okolní osoby. Cílem managementu rizik je tedy identifikovat nebezpečí, provést analýzu rizika pro konkrétní pracoviště snížit riziko na přijatelnou míru a docílit tak co nejvyšší úrovně bezpečnosti, což je povinností každého zaměstnavatele.

Zavedením systematického managementu rizik lze z hlediska normy ČSN ISO 31000:2010 zvýšit efektivitu dosahování cílů firmy. Zlepšení v oblasti environmentální ochrany, kvality výrobků a bezpečnosti a ochraně zdraví zaměstnanců při práci vede prokazatelně ke zlepšení výkonnosti firmy. Pokud tedy obsluha zařízení pracuje ve vyšší úrovni bezpečnosti, podává lepší pracovní výsledky a je spokojenější. Provedením bezpečnostních analýz lze tedy docílit zvýšení celkové úrovně výkonnosti a lépe chránit hodnoty společnosti. [37]

4.1 HTA

Analýza HTA je zkratkou anglického názvu „Hierarchical Task Analysis“. Původně byla analýza navržena bezpečnostními specialisty Spurgeonem, Patrickem a Sheperdem v roce 1986. Současně používanou verzi vyvinul výzkumný ústav bezpečnosti práce. V této metodě jde o specifikaci chyb lidského činitele, který může nastat během plnění pracovního úkonu. Původně byla metoda HTA využívána zejména v Evropě pro chemický procesní průmysl. Použití této metody je zejména pro výcvik pracovníků. Výstupem této metody je tabulka s vyhodnocením provádění jednotlivých kroků pracovních úkonů. Zde jsou dále rozvedeny požadavky na pracovní úkony společně s upozorněním na zjištěné nedostatky během této analýzy. [38]

Metoda HTA se řeší systematickým postupem. Identifikují se cíle dosažitelné v rámci daného pracovního úkonu. Dále se stanoví způsob identifikace kombinování těchto stanovených dílů. Postupně se v každé úrovni analýzy definují podřízené úkoly pro splnění definovaného cíle. Poté se tento daný postup několikrát opakuje až do dosažení specifikovaného cíle. Při popsání všech pracovních úkonů na každé úrovni lze díky této metodě získat propracovaný popis úkonu. V diagramu by měly být uvedeny a popsány všechny úkony prováděné během pracovní činnosti. [38]

Hlavní výhodou metody HTA je možnost stanovit přímo definované a propracované plány. Při dodržení těchto plánů lze pro obsluhu dosáhnout maximální bezpečnosti. Další výhodou této analýzy je vnímání struktury cíle pracovníkem. Díky vnímání struktury cíle lze použít postupy pro výcvik jednotlivých pracovníků. Při dodržení všech postupů pracovních úkolů dle plánu lze zvýšit pravděpodobnost jejich správného výkonu. [38]

Hlavní data pro analýzy HTA jsou: [38]

- Definování seznamu pracovních úkonů v souladu s bezpečností.
- Tvorba pracovních postupů a operačních pokynů.
- Pozorování provedení pracovních úkonů samotným analytikem.
- Provedení rozhovoru s obsluhou stroje a konstruktéry.

Metoda HTA byla pro tuto práci vybrána zejména kvůli jejímu systematickému a přehlednému popisu pracovních úkonů a činností obsluhy zařízení. Pomocí této analýzy lze dále efektivně navázat při zpracování metody human HAZOP.

4.2 HAZOP

Metoda HAZOP je zkratkou z anglického názvu „Hazard and Operability Study“. Překlad do českého jazyka zní „analýza ohrožení a provozuschopnosti“. Slouží k identifikaci možných zdrojů rizik. Pro Českou republiku byla na analýzu HAZOP zpracována a přeložena norma ČSN EN 61882:2016. Jsou zde popsány principy a přístupy vedoucí k identifikaci rizika. Identifikace rizika je provedena pomocí vodících slov. Je to systematická a strukturovaná analýza vedoucí ke zkoumání systému. Obecným cílem je identifikovat rizika s provozem a údržbou nebo potenciální problémy s provozuschopností samotného systému. Výhodou této metody je zahrnutí nebezpečí týkajících se objektů v bezprostředním okolí a zároveň na vzdálené objekty, které mohou být rizikem zasaženy. [39]

Studie HAZOP je podrobný proces provádějíci se v zásadě týmem zkušených pracovníků. Zabývá se odchylkami od cílů objektu. Zkoumá dále možné příčiny těchto odchylek společně s jejich vyhodnocením. Samotná studie je tvůrčí proces prováděný pomocí takzvaných vodících slov. Ukázky nejpoužívanějších vodících slov lze vidět v tabulkách 2 a 3. Díky vodícím slovům se dále stanoví potenciální odchylky stanoveného cíle. Použijí se k tvorbě představ jednotlivými členy týmu provádějících studií. Provádí se v prostředí stimulační kritické myšlení a otevřenou atmosférou. Během provádění analýzy HAZOP se vytvoří protokol se zaznamenanými odchylkami, příčinami, následky a doporučenými opatřeními. [39]

Tab 2) Příklady základních vodících slov [39]

Vodící slovo	Význam vodícího slova
ŽÁDNÝ, NENÍ	Úplná negace funkce
VYŠŠÍ, VÍCE	Kvantitativní nárůst (plus) hodnoty, činnost provedena s vyšším účinkem
NIŽŠÍ, MÉNĚ	Kvantitativní pokles (mínus) hodnoty, činnost provedena s menším účinkem
A TAKÉ, JAKOŽ I, ROVNĚŽ	Kvantitativní nárůst hodnoty současně s výskytem dalšího případu
ČÁSTEČNĚ	Kvantitativní pokles hodnoty v omezeném množství, činnost provedena jen částečně
OBRÁCENĚ, ZPĚTNĚ	Opačný cíl, posloupnost činností porušena
JINÝ NEŽ	Úplná náhrada cíle, provedena jiná činnost

Při správném použití vodících slov lze dosáhnout snadnější identifikace odchylek. Pouze však za předpokladu zavedení těchto vodících slov ještě před zahájením zkoumání. Zkoumá se každá zvolená část pomocí samostatných vlastností. U každé vlastnosti se poté použije patřičně vhodné vodící slovo. Po použití slov se zkoumají možné příčiny a následky jednotlivých odchylek. Dokáží se takto stanovit mechanismy pro předpovězení různých následků. Tímto postupem se dosáhne systematického odhalení daných odchylek. [39]

Metodu HAZOP lze také aplikovat obdobně na obsluhu zařízení. Je možné tedy analýzu aplikovat i na lidskou chybu. Během této analýzy se zkoumá provedení pracovních činností obsluhy. Po doplnění je název analýzy veden jako HUMAN HAZOP. Jednotlivé vodící slova použitelná v této analýze lze vidět v tabulce 3. [39]

Tab 3) Příklady vodících slov pro HUMAN HAZOP [39]

Vodící slovo	Význam vodícího slova
NEPROVEDENO	Činnost neprovedena
PŘEDČASNĚ	Činnost provedena dříve
ZPOŽDĚNĚ	Činnost provedena později
PŘED, DŘÍVE	Činnost provedena před plánovaným pořadím
MĚNĚ	Činnost provedena s menší intenzitou
PO, POZDĚJI	Činnost provedena po plánovaném pořadí
VÍCE	Činnost provedena s větší intenzitou
OPAKOVÁNO	Činnost provedena opakovaně
ČÁSTEČNĚ	Činnost provedena částečně
ROVNĚŽ	Činnost provedena současně s další

Analýza human HAZOP byla do práce vybrána díky jejímu efektivnímu zjištění problematických pracovních činností během obsluhování strojních zařízení. Z této metody lze přehledně určit chyby lidského činitele v daném provozu a tím zamezit nebo omezit případné pracovní úrazy. Při návaznosti na analýzu HTA lze vzít v úvahu každý pracovní proces a podrobně rozebrat možný scénář všech odchylek, které mohou nastat pro obsluhu i celkový chod společnosti.

4.3 BOMECH

BOMECH je bodová metoda původně vypracovaná pro hodnocení rizik strojů. Její další aplikaci a použití lze také využít pro posouzení rizik jednotlivých pracovišť a jednotlivých pracovníků. Autorem této metody je prof. Ing. Lubor Chundela, DrSc. Metoda se zpracovává zejména týmově kvůli dosažení co největší nezaujatosti a efektivního vyhodnocení. Výjimku lze udělat pouze u jednoduchých strojů a pracovišť. Její výhodou je možnost aplikování na další metody. [40]

Celkové hodnocení je provedeno součtem všech hodnot daných kritérií stanovených v tabulce 4. Dále jsou v této tabulce stanoveny hodnoty, kterých může kritérium dosáhnout. Jednotlivé součty provádí každý člen týmu pro odhalení co nejvíce možných nebezpečných činitelů, zdrojů rizik a následků. [40]

Tab 4) Jednotlivé kritéria pro provedení metody BOMECH [40]

Označení	Kritérium	Maximální hodnota
N	Nejpravděpodobnější následek ohrožení	100
OO	Počet ohrožených osob za směnu	60
PN	Pravděpodobnost vzniku nebezpečného činitele	60
E	Expozice rizika – hodiny za rok osoby v ohrožení	50
R	Umožnění ochranné reakce před ohrožením	40
Z	Nároky na psychickou a fyzickou zátěž osob	30
K	Nároky na bezpečnou kvalifikaci pracovníka	30
I	Možnost identifikace rizika	30
D	Dynamičnost rizika – růst rizika	20
V	Vliv pracovních podmínek na zvýšení nebezpečí	10

Po posouzení všech kritérií každým členem týmu se provedou jednotlivá vyhodnocení. Vyhodnocení se provede výpočtem koeficientu nebezpečnosti k_N sečtením hodnot všech kritérií. Poté se stanoví kategorie, do které koeficient bezpečnosti spadá. Na základě kategorie se stanoví míra nebezpečí a provede se opatření. [40]

Tab 5) Kategorie pro vyhodnocení metody BOMECH [40]

Výsledná hodnota k_N	Kategorie	Míra nebezpečí a doporučení
200 a víc	A – katastrofická	Akutní nebezpečí, ihned omezit
151 – 200	B – kritická	Velké nebezpečí, brzo omezit
101 – 150	C – střední	Významné nebezpečí, brzo řešit
51 – 100	D – mezní	Střední nebezpečí, řešit dle situace
Méně než 50	E – rušivá	Malé nebezpečí, řešit dle potřeby

Metoda BOMECH byla do diplomové práce vybrána zejména kvůli jejímu efektivnímu a jednoznačnému vyhodnocení celkového rizika. Další výhodou byla možnost pokračování v analýze human HAZOP a díky této metodě vyhodnotit rizika pro každé klíčové slovo.

4.4 FMEA

FMEA je dle normy ČSN EN 60812:2007 definována jako „Systematický postup analýzy systému za účelem zjištění potencionálních způsobů poruch, jejich příčin a důsledků.“ [41]

Tato metoda vychází z anglického názvu „Failure Mode and Effects Analysis“. To lze přeložit do několika možných variant. Nejčastěji používaná varianta je „analýza způsobů a důsledků poruch“. Historii vývoje této metody lze vidět v tabulce 6. [41]

Tab 6) Historie vývoje metody FMEA [42]

Rok vývoje	Popis
1963	V leteckém průmyslu poprvé použita metoda FMEA
1965	FMEA uplatňovaná armádou USA
1974	Zveřejnění SOP ³ armádou USA
1977	FMEA použita v průmyslové praxi firmou Ford Motor
1980	Provedena revize
1985	Vydání IEC ⁴ 812 týkající se SOP FMEA
1993	Vydání 1. manuálu FMEA firmami Ford, Chrysler, General Motor
1995	Revize sdružením AIAG ⁵ manuálu FMEA a vytvoření 2. vydání
2001	Revize sdružením AIAG manuálu FMEA a vytvoření 3. vydání
2008	Revize sdružením AIAG manuálu FMEA a vytvoření 4. vydání
Aktuálně	Analytická metoda podle ČSN EN ISO 9000 ⁶ , označení CE ⁷ , v současnosti velice používaná pro hodnocení rizik a zvýšení kvality v průmyslu [43]

Analýza se provádí přednostně v ranném stádiu vývoje. To je dáno zejména tím, že metoda se snaží předejít poruše. Je snaha zamezit zranění nebo materiálové ztrátě. Aplikace je možná pokud jsou zavedeny a stanoveny technické parametry jednotlivých prvků. Časové zavedení je důležité zejména pro předejití nebezpečných událostí. Proto se FMEA aplikuje zpravidla již ve vývojové fázi. S jednotlivými pokroky vývoje je tato metoda zároveň aktualizována a přezkoumána. [41]

Jedná se o týmovou analýzu. Tím se zařídí efektivní zjištění potenciálních poruch a jednotlivých chyb. Tým je složen z jednotlivců schopných rozpoznat následky nedostatků a poté je posoudit. Po posouzení se zavedou jednotlivé kroky pro snížení rizika. [41]

³ SOP je z anglického názvu „Standart Operating Procedure“. Je to postup pro pomoc na zvýšení bezpečnosti a provozní účinnosti. Týká se vládních, farmaceutických a výzkumných organizací. [44]

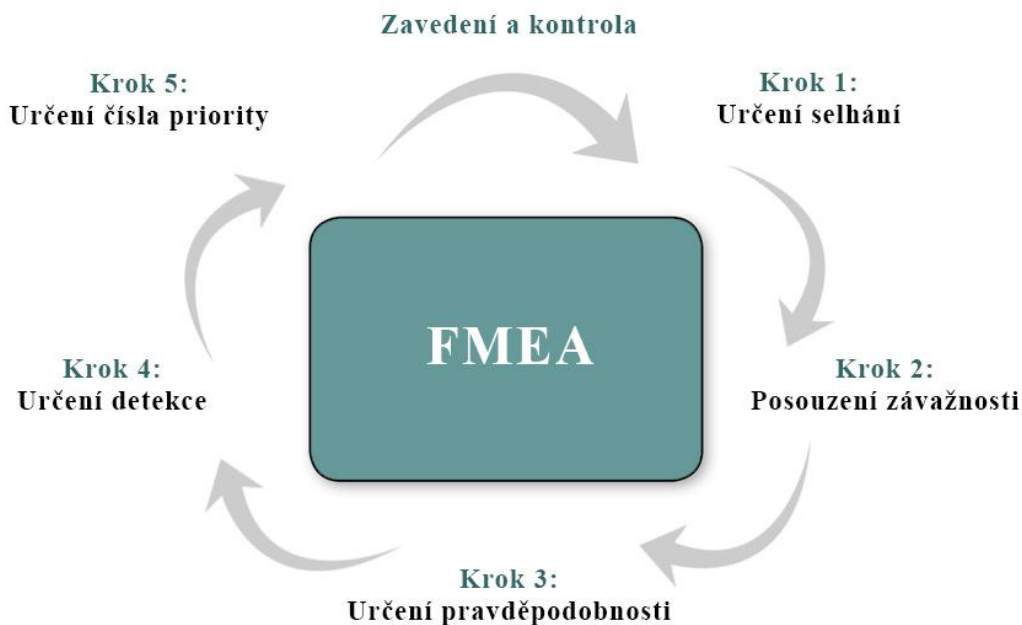
⁴ IEC je zkratka mezinárodní elektrotechnická komise. Je to organizace zabývající se publikováním a vypracováním mezinárodních technických, elektrických a elektrotechnických norem [45]

⁵ AIAG je zkratka pro anglický název „Automotive Industry Action Group“. Je to skupina dodavatelů a výrobců originálních dílů u automobilového průmyslu, kteří mezinárodně tyto záležitosti řeší a projednávají o nich. [46]

⁶ ČSN EN ISO 9000:2016 je systém managementu kvality. Udává základní zásady pro management kvality. [47]

⁷ CE je označení, že výrobek splňuje bezpečnostní požadavky ze směrnice EU. Udává, že výrobce dodržel posouzení shody a může výrobek uvést na trh.

Hodnotí se rizika a jejich hrozby. Riziko nelze úplně odstranit. Účelem těchto analýz je tedy zejména snížení zbytkového rizika. [41]



Obr. 22) Postup při zpracování metody FMEA [48]

Je to pružný nástroj pro potřeby v průmyslové praxi a průmyslovém odvětví. Dá se přizpůsobit speciálním požadavkům a potřebám. [41]

Poskytuje dále zásadní a důležité informace pro technickou diagnostiku a údržbu systému. Zařazuje se poté do těchto jednotlivých diagnostických příruček a postupů pro danou údržbu. [41]

Existuje hned několik důvodů, proč metodu FMEA uplatnit: [41]

- Zjistí se poruchy s nežádoucím dopadem na provoz systému.
- Splní se smluvní požadavky zákazníka.
- Zlepší se bezporuchovost a udržitelnost systému.
- Zlepší se bezpečnost systému.
- Identifikuje a vyhodnotí se nežádoucí důsledky poruchy systému nebo objektu.
- Stanoví se kritičnost každé poruchy.
- Pomáhá s plánováním a strategií údržby.
- Stanoví se dopad poruchy na daný proces.
- Klasifikuje se potřebná detekce poruch.
- Odhadne se míra závažnosti poruchy.
- Odhadne se míra pravděpodobnosti poruchy.
- Zlepší se celkový plán návrhu a vývoje s důrazem na zmírnění důsledků nebo pravděpodobnosti vzniku poruchy.

Důsledky poruchy znamenají následky na funkci, provoz a stav objektu nebo zdraví osob. Mohou být vztaheny i na více objektů. Důsledek poruchy se hodnotí na každém stupni analýzy. [41]

Závažnost je posouzení a zvážení významnosti důsledků poruch vztahených na provoz objektu nebo zařízení. [41]

Závažnosti konečných důsledků a způsobů poruch lze metodou FMEA stanovit do čtyř hlavních úrovní podle tabulky 7. [41]

Tab 7) Klasifikace závažností konečných důsledků a způsobů poruchy [41]

Třída	Úroveň závažnosti	Následek na systém nebo osoby
I	Bezvýznamná	Poruchy, které mohou potenciálně zhoršit funkce systému. Nezpůsobí žádné škody systému ani zranění osob.
II	Okrajová	Poruchy, které mohou potenciálně zhoršit technické parametry nebo funkce systému. Nezpůsobí znatelné hrozby na zdraví nebo života osob.
III	Kritická	Poruchy, které mohou potenciálně vést k poruše základních funkcí systému. Mohou způsobit značnou škodu systému. Tyto poruchy nejsou vážnou hrozbou zdraví a života osob.
IV	Katastrofická	Poruchy, které vedou k poruše základních funkcí systému. Mohou závažným způsobem poškodit zdraví a život osob.

Pravděpodobnost výskytu stanoví četnost jednotlivých poruch. Stanoví se pro určení kritičnosti jednotlivých způsobů poruch. Dále se při určení pravděpodobnosti uvažuje také profil provozu. Stanoví se okolní prostředí a namáhání (mechanické, elektrické) každého jednotlivého prvku v analýze. [41]

Pravděpodobnost lze při analýze odhadnout z dat: [41]

- o zkouškách životnosti jednotlivých součástí systému,
- stanovených v databázi jednotlivých intenzit poruch,
- o již zjištěných a vyřešených poruchách systému,
- o poruchách podobného charakteru ze stejných objektů.

Při zavádění analýzy FMEA se dbá na zásadní dodržení předem určených informací. Těmi jsou doba na vypracování, počet pracovních sil a jimi další potřebné zdroje. Její účinnost se zásadně snižuje při dodatečném zkrácení času nebo snaze ušetřit finance podniku. [41]

Mezi hlavní přínosy metody lze zahrnout: [41]

- Zabránění finančně a časově náročných nedostatků v návrhu a vývoji.
- Zjištění zejména významných důsledků a způsobů poruch výrazně ovlivňujících očekávaný chod provozu.
- Stanovení návrhů pro zlepšení bezporuchovosti systému.
- Odhalení bezpečnostních problémů.
- Soustředění se na klíčové oblasti pro řízení kvality.
- Stanovení kritérií zkoušek, zkušebních postupů, diagnostických plánů a preventivní údržby.
- Umožnění pochopení faktorů ovlivňujících bezporuchovost.
- Vypracování finálního dokumentu pro stanovení důkazu o dostatečné pozornosti a zajištění bezpečnosti včetně provozních specifikací.

4.4.1 Aplikace metody FMEA

Do analýzy FMEA lze také zahrnout lidský faktor a výkonnost jednotlivých osob, které mají vliv na chod procesu. Při použití této metody na vliv procesu se používá procesní název PFMEA. Zahrnuje se zejména do zdravotnických, laboratorních, výrobních, vývojových a vzdělávacích procesů. [41]

Pro použití PFMEA se vyžaduje zejména: [41]

- Vymezení jasných cílů procesu.
- Pochopení jednotlivých částí procesu.
- Pochopení potenciálních závad.
- Pochopení potenciálních důsledků poruch na jednotlivé procesy.
- Pochopení potenciálních příčin poruch stavů procesu.

Metoda se může aplikovat samotná nebo ji lze také kombinovat jako podporu pro další analýzy bezporuchovosti. [41]

Požadavkem na použití analýzy je pochopení chování hardwaru. Tím se dokáží určit důsledky pro provoz systému nebo zařízení. Dále se tím podpoří návrh a přezkoumá se daný systém či podsystém. I když se doporučuje analýzu používat v prvotních fázích vývoje, použití je také možné při každém jednotlivém kroku návrhu. [41]

Používá se zejména při velkém počtu objektů nebo tam, kde je náročný funkční chod systému. [41]

Postup při analýze FMEA je dán ve čtyřech hlavních krocích: [41]

- Stanoví se základní pravidla pro provedení analýzy. Zvolí se dostatečně odborný a kvalifikovaný tým.
- Vypracuje se samotná analýza.
- Shrnou se výsledky a stanoví se závěry nebo příslušná doporučení.
- Následně se analýza hlídá, upravuje a aktualizuje při každém postupu a pokroku ve vývoji.

Dále však mimo popsanou teoretickou fázi metody FMEA dle dříve zmiňované normy ČSN EN 60812:2007 existuje i několik publikací zabývajících se spíše praktickým využitím této metody. Vzhledem k jejímu širokému spektru použití lze praktické využití FMEA porovnat například podle poznatků D. H. Stamise, který publikoval v roce 2003 vydání „Failure Mode and Effect Analysis – FMEA from Theory to Execution“ [49]. Tento článek a jeho věrohodnost zaštitila americká společnost pro kvalitu „American Society for Quality“ [49]. Je zde například stanoveno, jak důležitá je z hlediska postupných fází metoda FMEA pro bezpečnost osob a systému samotného. V praktickém použití se počítá se zpracováním této metody přes jednotlivé fáze návrhu, vývoje, testování, ověřování, uvádění do provozu, provozu samotného, údržbu až po vyřazení výrobku nebo jeho částí z provozu. Těmito kroky se předejde zavčas poruchám. Případně se sníží nebo omezí příčiny vad a lépe se zdokumentuje celý systém. [49]

Metoda se z praktického hlediska rozděluje na: [49]

- Systémová FMEA

Tento druh metody popisuje a hlídá do podrobností koncept a strukturu systému. Někdy také známa jako „koncepční FMEA“. Její aplikace přímo zahrnuje návrh konceptu přes detailní návrh a vývoj daného komponentu až po jeho testování a vyhodnocování těchto testů. Již při této fázi je počítáno s použitím několika různých technologií pro zefektivnění celého výsledku systému. Systémová část je použita zejména během návrhu a vývoje systému týmem kompetentních osob. Tato fáze se používá jako prvotní a na ní se dále staví například konstrukční a procesní fáze. V této fázi je z hlediska správné funkce systému a pro další pokračování důležitý správně vyškolený personál, zkušební a podpůrné zařízení společně s patřičnou zásobou náhradních dílů na opravy a další zkoušení. [49]

- Konstrukční FMEA

Konstrukční (design) FMEA plynule navazuje na systémovou. Jde o včasnou identifikaci potenciálních známek nebo poruchových stavů pro zajištění předejití poruchy, případně zajištění nápravných opatření. Tato metoda se provádí bezprostředně před zavedením výrobku do provozu. Uvedením do provozu se považuje za první generování služby nebo provádění pracovní činnosti, pro kterou byl výrobek konstruován. Během této fáze se zahrnou všechny komponenty, systémy, podsystémy, sestavy a jejich podsestavy. Je to evoluční proces, který se upravuje celou dobu během každé úpravy na systému. Výsledky se dále použijí jako vstupní data pro procesní nebo servisní FMEA. [49]

- Procesní FMEA

Procesní fáze navazuje na konstrukční metodu a zohledňuje touto fází získané poznatky. Jde o zmírnění rizik při konkrétním výrobním procesu. Během této fáze se zohledňují všechny funkce a požadavky jednotlivých procesů systému. Tento dokument je neustále upravován a aktualizován. Provedení může být před zavedením výrobku do provozu nebo i po jeho zavedení do provozu (během funkce). V této fázi se již počítá se splněním konstrukčních návrhů a záměrů výrobku. Uvažuje se zejména s výrobními nebo montážními operacemi. Naopak procesní FMEA neuvažuje o změnách návrhu nebo vývoje produktu či systému. [49]

- Servisní FMEA

Fáze servisní FMEA je disciplinovaná analýza navazující na výsledky získané během konstrukční fáze. Metoda je důležitá zejména pro vyloučení nebo minimalizaci rizik během zkušebních nebo tréninkových testů či záběhů. Zahrnuje se zejména během interaktivních prací na výrobku nebo systému. Je to fáze zahrnující široké spektrum vlivů jako jsou třeba jednotlivé pracovní činnosti, stroje, technologické procesy, metody, technologie, měření nebo i enviromentální úvahy. Tato metoda je zejména časově a obsahově náročná. Servisní metoda je také evolučním procesem reagujícím neustále na nové změny během procesu. Realizace je provedena i s aktivní účastí zákaznického servisu, návrhu a vývoje společně s výzkumem a kvalitou. Během vypracování dokumentu se zahrnou všechny tyto subjekty a jejich kombinace. Díky servisní metodě dojde k minimalizaci následků při selhání systému. [49]

- Strojní FMEA

V této metodě se jedná o včasné odhalení rizik u stroje. Tým inženýrů zpracovává strojní FMEU a snaží se o včasné odhalení identifikací selhání stroje. Na základě zjištění se snaží dále odhalit možné příčiny potenciálních selhání. Při zajištění těchto informací je tým schopný včasné vypracovat a zvolit možné nápravy proti selhání. Tento dokument zpravidla bývá odpovědností dodavatele stroje na trh. Tato odpovědnost platí pro všechny strojní systémy a subsystémy. Během této metody se zaměřuje na funkční mechanismy, vřetena, spínače a válce před úrovní montáže. Model rozděluje stroj na systémové úrovně (generický stroj), subsystémy (elektrické, mechanické a ovládací prvky), montážní úroveň (přístroje a nástroje pro manipulaci a montáž) a úroveň komponent. [49]

4.5 FMECA

Metoda FMECA je „Analýza způsobů, důsledků a kritičnosti poruch“. Je rozšířením metody FMEA. Hlavním rozdílem mezi těmito metodami je zahrnutí a přidání analýzy kritičnosti. Tu stanovuje písmeno C v názvu. Účelem kritičnosti je kvantifikování všech důsledků poruch. Tím se pomocí kombinací kritičnosti a závažnosti dokáže stanovit opatření proti nebo alespoň zmírnění důsledků jednotlivých poruch. [41]

Obecně lze riziko R nejjednodušeji stanovit následujícím vztahem: [41]

$$R = S \times P, \quad (1)$$

kde:

- S je bezrozměrné číslo klasifikující závažnost poruchy (odhad ovlivnění poruchy na systém nebo osoby). Lze stanovit podle tabulky 8.
- P je bezrozměrné číslo značící pravděpodobnost výskytu poruchy.

Jednou z metod stanovení kritičnosti je pomocí čísla RPN⁸. To se v některých bezpečnostních analýzách používá pro rozšíření o detekci poruchy D. Jedná se o kvantitativní stanovení čísla priority rizika. Číslo RPN kombinuje závažnost poruchy, pravděpodobnost jejího výskytu a pravděpodobnost její detekce. Výsledné číslo určí prvky systému, kterým by se mělo věnovat více pozornosti. Následně se tímto postupem určí prvky, u kterých se musí zaměřit na snížení závažnosti, pravděpodobnosti výskytu nebo detekce. [41]

Dá se určit pomocí následujícího vztahu: [41]

$$RPN = S \times O \times D, \quad (2)$$

kde:

- O je bezrozměrné číslo vyjadřující pravděpodobnost výskytu poruchy v určitém časovém období. Lze jej stanovit podle tabulky 9.
- D je bezrozměrné číslo klasifikující detekci poruch (míru odhalení poruchy před vlivem na systém nebo osoby). Lze ho stanovit podle tabulky 10.

⁸ RPN je zkratka z anglického názvu „Risk Priority Number“. Je to číslo priority rizika. Stanoví se součinem závažnosti poruchy, pravděpodobnosti výskytu a pravděpodobnosti detekce. [41]

Tab 8) Hodnoty pro hodnocení kritéria závažnosti poruchy [41]

Hodnota čísla S	Klasifikace významu vady poruchy
1	Zanedbatelná – vady, které neovlivní vlastnosti systému. Pravděpodobné neodhalení výskytu uživatelem.
2–3	Nízká – nepoškodí se funkce systému. Způsobí drobné potíže uživateli.
4–6	Střední – určité zhoršení systému pozorovatelné uživatelem. Způsobí snížení pohodlí uživateli při práci.
7–8	Vysoká – vyvolá vážnou poruchu systému (neovlivní jeho bezpečnost). Vytvoří značné potíže uživateli při práci.
9–10	Velmi vysoká – vyvolá vážnou poruchu systému (ovlivní jeho bezpečnost) a nezpůsobilost provozu. Vytvoří ohrožení zdraví a života osob.

Tab 9) Hodnoty pro hodnocení pravděpodobnosti výskytu poruchy [41]

Hodnota čísla O	Četnost výskytu poruchy	Klasifikace pravděpodobnosti výskytu vady nebo poruchy
1	0	Nepravděpodobné, že nastane porucha.
2	1/5000	Velmi malá – může nastat ojedinělý případ s výskytem poruchy nebo vady.
3	1/2000	
4	1/1000	
5	1/500	
6	1/200	Střední – systémy, u kterých obvykle dochází k výskytu vad nebo poruch v menších mírách
7	1/100	Vysoká – systémy, u kterých se dochází k výskytu vad nebo poruch často nebo velmi často.
8	1/50	
9	1/20	Velmi vysoká – systému, u kterých téměř jistě dojde k výskytu vady nebo poruchy.
10	1/10	

Tab 10) Hodnoty pro hodnocení detekce výskytu poruchy [41]

Hodnota čísla D	Výskyt poruchy u uživatele [%]	Klasifikace detekce (odhalitelnosti) výskytu vady nebo poruchy
1	0–5	Velmi vysoká – pravděpodobnost odhalení poruchy již při montáži nebo kontrole.
2	6–15	Vysoká – pravděpodobnost, že se vada nebo porucha dostane až k uživateli. Pravděpodobnost výskytu vady viz 2. sloupec.
3	16–25	
4	26–35	Střední – pravděpodobnost, že se vada nebo porucha dostane až k uživateli. Pravděpodobnost výskytu vady viz 2. sloupec.
5	36–45	
6	46–55	
7	56–65	Nízká – pravděpodobnost, že se vada nebo porucha dostane až k uživateli. Pravděpodobnost výskytu vady viz 2. sloupec.
8	66–75	
9	76–85	Velmi nízká – pravděpodobnost, že se vada nebo porucha dostane až k uživateli. Pravděpodobnost výskytu vady viz 2. sloupec.
10	86–100	

Analýzy FMEA a FMECA byly do práce vybrány zejména pro jejich praktické využití a časté použití ve výrobní praxi. Jsou to jedny z nejpoužívanějších bezpečnostních analýz. Pomocí konstrukční analýzy FMEA, rozšířenou o zmiňovanou hodnotu RPN, lze poměrně přesně odhadnout konstrukční prvky jeřábu, které tvoří jeho největší slabiny a odchylky. Lze dobře odhadnout potenciální způsoby poruchy, možné následky a příčiny daných odchylek všech částí jeřábu. Stanovením čísla RPN v analýze FMECA lze dosáhnout odhalení nejrizikovějších částí jeřábu. Hodnota RPN byla pro tuto diplomovou práci stanovena na nejčastěji používanou hraniční hodnotu 100. Díky této metodě lze tedy dopředu zjistit, kde může nastat největší odchylka a zavčas provést dané opatření. Provedením těchto analýz lze předejít výskytu poruchy nebo alespoň minimalizovat její následek.

5 ANALÝZA NEHOD A PRACOVNÍCH ÚRAZŮ

Na mostových jeřábech došlo v minulosti k velkému množství nehod a pracovních úrazů. Vzhledem k velkému množství pracovních úrazů a nehod na mostových jeřábech je v současnosti kladen velký důraz na minimalizování rizik při obsluze jeřábu. Pro zamezení, předejití nebo zmírnění dalších úrazů i do budoucna je důležité správně analyzovat nehody, ke kterým již došlo během provozu. Při správné analýze je velká pravděpodobnost, že se dokáže zamezit dalším nehodám nebo pracovním úrazům, případně se z nich minimálně poučit. Obecným cílem je tedy díky analýzám nehod a pracovních úrazů v nejlepším případě zcela zamezit jejich výskytů do budoucna.

Nejčastější rizika při práci s jeřáby jsou: [50]

- Naražení nebo zachycení osoby pohybujícím se jeřábem.
- Vypadnutí zavěšeného břemene z vázacího prostředku.
- Přimáčknutí části těla obsluhy během vázání.
- Použití a zneužití jeřábu nevyškolenou osobou.
- Přejetí konce jeřábové dráhy, případně vykolejení.
- Ztráta stability jeřábu.
- Přetížení jeřábu.
- Mechanické poškození nosného lana nebo háku.
- Utržení kladnice a následný pád z výšky.
- Zásah okolních osob elektrickým proudem.
- Technická porucha jeřábu nebo jeho částí.

5.1 Údaje pracovních úrazů

Statistika stále poukazuje na obrovské množství pracovních úrazů. Dle stránky BOZP info zabývající se bezpečností práce a pracovními úrazy mají u některých oborů pracovní úrazy tendenci rok od roku klesat, u jiných však naopak přibývají. Celkově pracovních úrazů od let 2013 až 2016 přibývá. Výjimku tvořily pouze smrtelné pracovní úrazy, kterých za poslední spočítaný rok 2016 ubylo. Zaměřením na jeřábovou techniku lze ze statistických dat vyčíst tendenci růstu pracovních úrazů. Smrtelné pracovní úrazy na jeřábové technice se za poslední statisticky znázorněný rok 2016 staly dva. Předěšlé dva roky byl každý rok jeden smrtelný pracovní úraz. Podle procent výskytu pracovních úrazů byl na tom nejhůře Liberecký kraj následovaný Zlínským. Naopak nejmenší procentuální výskyt pracovního úrazu byl v kraji Ústeckém následovaný krajem Karlovarským. [51]

Vzhledem k náročnosti zpracování statistických dat z daných let ještě nebyl během vypracování diplomové práce zpracován údaj o počtu pracovních úrazů za rok 2017. Generální inspektor státního úřadu inspekce práce Mgr. Ing. Rudolf Hahn však na své odborné přednášce o pracovní úrazovosti v rámci ČR hovořil o předběžných údajích pro rok 2017. Celkový počet evidovaných pracovních úrazů se oproti roku 2016 snížil o 3 009 na 44 370. Celkový počet smrtelných pracovních úrazů se oproti předešlým rokům snížil na 93. Nejvíce pracovních úrazů zaregistroval oblastní inspektorát práce v Jihomoravském a Zlínském kraji, konkrétně 7 109. Nejvíce smrtelných pracovních úrazů potom evidoval oblastní inspektorát práce v Moravskoslezském a Olomouckém kraji, konkrétně 19. [52]

V tabulce č. 11 lze vidět počty pracovních úrazů a smrtelných pracovních úrazů na daný počet zaměstnanců společně s procentem jejich výskytu. [51]

Tab 11) Počty pracovních úrazů a smrtelných pracovních úrazů [51]

Rok	Počet zaměstnanců	Počet pracovních úrazů	Počet smrtelných pracovních úrazů	Procento výskytu pracovních úrazů
2012	4 471 889	44 108	113	0,26
2013	4 440 326	42 927	113	0,26
2014	4 464 057	45 058	116	0,26
2015	4 507 012	46 331	132	0,28
2016	4 571 305	47 379	104	0,22

5.2 Analýza nehod jeřábů

První ukázkou analýzy pracovního úrazu je nehoda v Uherském Ostrohu. V pátek 13. listopadu 2017 se zde na operátora výroby zřídil kolečkový mostový jeřáb umístěný na dílně velkoskladu a způsobil mu vážná poranění. Bohužel vzhledem k získaným zdrojům nelze specifikovat přesné zranění, lze jen zranění specifikovat jako vážné, ne však smrtelné. K neštěstí zde došlo hned po začátku ranní pracovní směny po šesté hodině ranní. Přivolání hasiči museli společně se záchranou službou vyprostit muže uvízlého pod konstrukcí jeřábu. Obsluha měla prokazatelně absolvované školení jeřábníků a vazačů břemen. Při analyzování události bylo zjištěno, že došlo k hrubému porušení pracovních předpisů bezpečnosti práce. Jeřáb byl z hlediska technického stavu provozuschopný s platnou revizí. Obsluha přetížila maximální povolenou konstrukci jeřábu. To mělo za následek následné převrácení jeřábů a zavalení obsluhy. [53]

Do budoucna by se tedy mělo zavést důslednější školení jeřábníků a vazačů břemen. Při tomto školení je účinné zvýraznit požadavek na dodržování maximální nosnosti jeřábu společně s ukázkami podobných nehod.



Obr. 23) Zřícená konstrukce jeřábu [53]

K dalšímu pracovnímu úrazu došlo před šestou hodinou odpolední v průmyslovém areálu Brničko 9. března 2018. To se nachází poblíž Uničova. Došlo k požáru kabiny mostového jeřábu v několikametrové výšce. Vzhledem k výškovému umístění kabiny byly záchranné akce velice náročné. Požár se vyskytl na celé obslužné části mostového jeřábu. Nehoda se obešla bez zranění. Jeřábník při počátku požáru stihl opustit včas kabinu a zavolat o pomoc. Vzhledem k velkému stáří jeřábu byla škoda vyčíslena na zhruba 20 tisíc korun. Při zkoumání příčiny se zjistilo, že obsluha dodržela všechny pokyny bezpečné práce. K pochybení nedošlo ani během manipulace. Dále byly dodrženy termíny revizí zdvihačích zařízení. Jeřáb měl dále platnou elektrickou revizi. Příčina požáru byla techniky stanovena na technickou závadu na elektroinstalaci v jeřábu. [54]

Pro zamezení podobného případu u dalších případných události by bylo vzhledem ke stáří mostového jeřábu lepší zvýšit a zpřísnit termíny údržby, inspekcí, revizí a revizních zkoušek zdvihačích zařízení společně s revizí elektroinstalace. Je potom možné, že by se příčina odhalila při těchto kontrolách a nedostala by se až k samotné obsluze jeřábu.



Obr. 24) Ukázka ohořelé kabiny mostového jeřábu [54]

Další nehoda se stala 15. dubna 2009 před druhou hodinou ranní. K nehodě došlo ve slévárenské firmě v Kuřimi. Hasičské sbory vyjžděly k hořící kabině mostového jeřábu. Během celého průběhu nehody nebyl nikdo z okolních osob zraněn. Zásadní problém během této nehody nastal ve finanční ztrátě. Požár způsobil škodu 1,5 milionu korun. Samotný ohořelý jeřáb byl vyčíslen na škodu přesahující 7,5 milionu korun. Kabina hořela ve výšce zhruba 10 metrů. Během šetření příčiny nehody bylo potvrzeno nepochybení obsluhy a splnění bezpečnostních požadavků na kontroly, servis, revize i revizní zkoušky. Z dostupných zdrojů se lze pouze vyčíst závadu technickému problému. [55]

Do budoucna by bylo z hlediska neopakování se podobné nehody pravděpodobně potřeba zvýšit nastavené termíny údržby, kontrol a servisních úkonů na zařízení. Závada by se poté odhalila ještě před vznikem nehody. Dále by bylo vhodné upozorňovat na školení jeřábníků a vazačů na možný výskyt podobného požáru.

K další nehodě mostového jeřábu došlo 25. května 2015. V prostějovské firmě v Dolní ulici došlo k naražení dvou jeřábů. Při posuvu mostu jeřábu nezahľadla obsluha druhý jeřáb a následně do něj narazila. Na naraženém jeřábu se v tu chvíli nacházela zavěšena kolejnice. Břemeno se po nárazu jeřábů zhouplo a přimáčklo čtyři okolní pracovníky k betonovým zábránám. Vzhledem k nedohledání fotky přímo sražených jeřábů lze na obrázku 24 vidět ilustrační ukázkou dvou mostových jeřábů pracujících v návaznosti těsně vedle sebe. Dva pracovníci byli ošetřeni na místě, další dva byli odvezeni s vážnými zraněními do nemocnice. Během zkoumání příčiny této nehody policisté zjistili, že obsluha jeřábu nebyla pod vlivem drog ani alkoholu. Dále vlastnila patřičný jeřábnický průkaz pro obsluhu mostového jeřábu. Při bližším zkoumání lze vydedukovat jasné zanedbání základních bezpečnostních předpisů obsluhy. Jeřáb měl splněn veškeré povinnosti vyplývající z legislativy na kontrolu technického stavu. Vina byla tedy připsána jednoznačně obsluze jeřábu vzhledem k neudržení přehledu okolí na pracovišti. [56]

Pro zamezení výskytu podobných nehod v budoucnu je třeba řádně školit obsluhu jeřábu. Na školení jeřábníků a vazačů upozorňovat na práci mostových jeřábů bezprostředně navazujících na sebe. Dále zavést například častější přestávky pro udržení soustředěnosti obsluhy jeřábu. Povolit obsluhu jeřábu pouze řádně zaškoleným a kvalifikovaným osobám. Případně, pokud je to možné, zavést bezpečnostní zábrany mezi jeřáby a zamezit tím srážce dvou podobných jeřábů znovu.



Obr. 25) Ilustrační ukázkou mostových jeřábů vedle sebe [57]

6 PROVOZ JEŘÁBU

Konkrétní jeřáb vybraný pro zpracování této diplomové práce je již v provozu a denně používán ve výrobě. Do provozu byl vybrán z hlediska splnění okolních požadavků na dané parametry jeřábu. Mezi požadavky se řadilo zejména splnění nosností pro přepravu požadovaných břemen. Dalšími požadavky bylo splnění prostorových požadavků a konkrétních technických parametrů jeřábu.

Bezpečné používání a provoz jeřábu je zajištěn podle již zmiňované normy ČSN ISO 12480-1:1999. Dále je zaveden systém bezpečné práce. V systému bezpečné práce je stanoven soupis používaných jeřábu ve firmě. V systému bezpečné práce je dále seznam všech povolených a zakázaných pracovních úkonů pro obsluhování jeřábu vzhledem k navrhované činnosti a vztažené k předvídatelným rizikům. Dále jsou zde stanoveny pověřené osoby zodpovídající za technický stav a bezpečnostní požadavky na provoz jeřábu. Následně jsou zavedeny termíny údržby, prohlídek, inspekcí, revizí a revizních zkoušek jeřábu. Konkrétní jeřáb musí obsluha kontrolovat denně před zahájením provozu. Dále je zavedena povinnost provést údržbu společně se servisem jeřábu alespoň jednou za tři měsíce. Inspekční prohlídku provádí osvědčený revizní technik nejméně jedenkrát za dvanáct měsíců. Revizi a revizní zkoušku provádí dále také revizní technik jedenkrát za tři a šest let. Revize elektrické instalace provádí nejméně jednou za pět let.

6.1 Technické parametry jeřábu

Jeřáb byl vybrán pro konkrétní použití se splněním požadavků na technické parametry. Byl zvolen jednonosníkový mostový jeřáb nadvěsný typu JK. Samotná nosná konstrukce jeřábu je vyrobena z oceli třídy 37 a 52. Nosné prvky jsou svařované v ochranné atmosféře, ostatní prvky jsou spojeny šroubovými spoji. Hlavní nosník jeřábu je tvořen svařovaným skříňovým nosníkem. Po spodní straně nosníku dále jezdí kladkostroj. Pojezd je omezen pevnými zarážkami a je dvourychlostní. Ilustrační ukázkou použití jeřábu (červeného) lze vidět na obrázku 26. V uvažované firmě je použití jeřábu obdobné bez okolních (žlutých) jeřábů.

Pojezd samotného mostu je opatřen dvěma hnacími a dvěma hnanými koly. Ty jsou pevně uložena na čepch v kuličkových ložiskách. Čep je přímo spojený s převodovkou. Tu pohání elektromotor společně s elektrickou brzdou. Dále je pojezd mostu omezen mechanickými gumovými zarážkami na koncích jeřábové dráhy. Koncový vypínač pojezdu má také zpomalovací a vypínací polohu před najetím do samotných zarážek.



Obr. 26) Mostový jeřáb FERRO OK [58]

Jeřáb je dále napájen z hlavního vypínače označeného tabulkou „hlavní vypínač jeřábu“. Hlavní vypínač jeřábu je označen a uzamykatelný v poloze nula pro zajištění maximální možné bezpečnosti. Přívod elektrické energie k jeřábu je v podélném směru krytý pomocí trolejí. V příčném směru je potom chráněn shrnovací kabelovou trolejí.

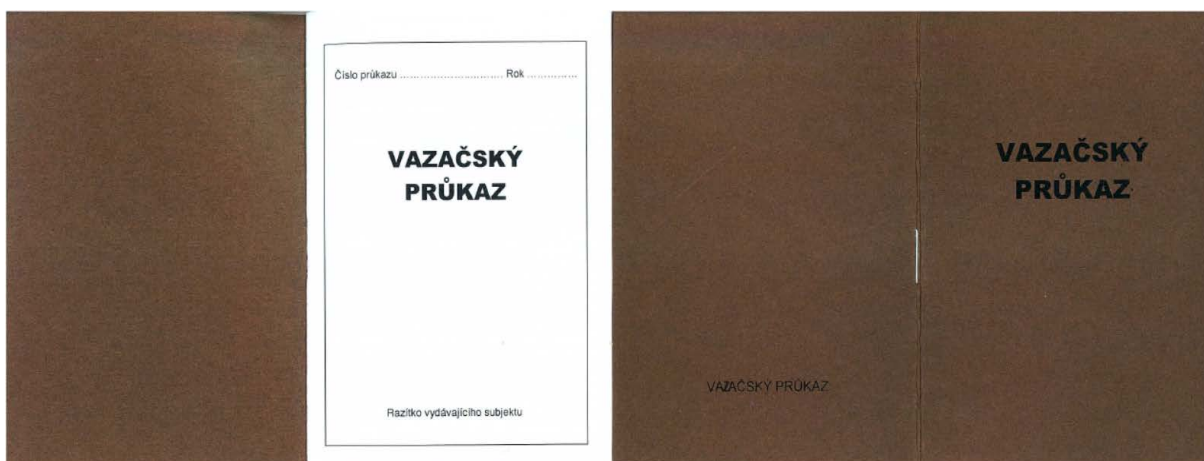
Ovládání jeřábu je zajištěno pomocí zavěšeného tlačítkového ovladače GIOVENZANA PL08D8. Konkrétní popis ovládání jeřábu je označen na tlačítkách ovladače společně s označením přímo na mostu jeřábu a je viditelně umístěn v dohledu obsluhy.

Jednotlivé technické parametry jeřábu:

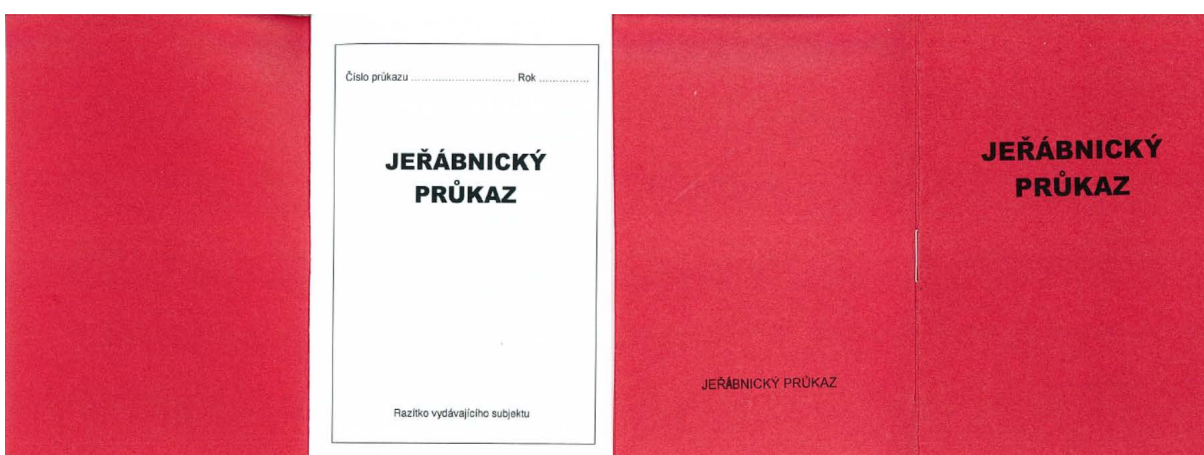
Název zařízení:	Jednonosníkový mostový jeřáb
Typ:	JK – 8 / 15,8 – 2,75
Výrobce:	FERRO OK s.r.o.
Rok výroby:	2016
Výrobní číslo:	2155
Nosnost:	8 000 kg
Rozpětí:	15,8 m
Rozvor:	2,75 m
Výška zdvihu:	3,8 m
Druh pohybu:	přímočarý
Vypočtený průhyb:	22,8 mm
Délka jeřábové dráhy:	30 m
Výška jeřábové dráhy:	4,403 m
Rozchod jeřábové dráhy:	15,8 m
Maximální zatížení na kolo:	50,5 kN
Rozměry kolejnice:	50 x 30 mm
Druh kočky:	podvěsná
Rozchod kočky:	370 mm
Rozvor kočky:	806 mm
Druh kladkostroje:	ELMOT – AD
Průměr nosného lana:	14 mm
Délka nosného lana:	45 m
Prostředek pro uchopení břemene:	háček jednoduchý
Nosnost prostředku:	8 000 kg
Rychlost zdvihu mikro / rychle:	1,0 / 6,0 m/min
Rychlost pojezdu kočky mikro / rychle:	5,0 / 20,0 m/min
Rychlost pojezdu mostu mikro / rychle:	4,0 / 28,0 m/min
Brzdy:	automatické součástí mechanismů
Napětí ovládacího přístroje:	230 V
Napětí motorů:	3 x 400 V
Výkon motorů hlavní / mikro zdvihu – kočky – mostu:	1,7/12,5 kW – 0,13/0,55 kW – 2 kW
Celkový instalovaný příkon:	15,96 kW
Rozpětí pracovní teploty:	od -5 °C do 40 °C
Ovládaní:	závěsný ovladač GIOVENZANA PL08D8
Celková hmotnost konstrukce:	4 600 kg

6.2 Použití jeřábu

Pro použití toho jeřábu do reálného provozu bylo třeba splnit několik požadavků. Zavedla se povinnost pro pověřené osoby pověřit k obsluze jeřábu pouze vyškolené a řádně zaučené pracovníky. Dle normy ČSN ISO 12480-1:1999 na bezpečné používání jeřábů společně zkombinovanou s normou ČSN ISO 9926-1:1993 bylo zde ve firmě zavedeno školení jeřábníků a vazačů břemen. Každá obsluha jeřábu ve firmě musí vlastnit platný jeřábnický i vazačský průkaz s danou třídou. Konkrétně pro tento jeřáb jmenovitě třída „O“. Ta se vztahuje na obsluhu každého typu jeřábu ovládaného ze země s maximální nosností do 10 000 kg. Vazačský průkaz typu A. Tento typ značí možnost vázat na jakémkoliv jeřábu. Ukázkou těchto průkazů lze vidět na obrázku číslo 27 a 28. Při spolupráci jeřábníka a vazače břemen je zavedena spoluzodpovědnost za přepravu materiálu. Termíny na opakované školení pro udržení vědomostí v patřičné výši jsou u obou průkazů zavedeny nejméně jedenkrát za dvanáct měsíců. Školení zde provádí revizní technik zdvihacích zařízení. Jeřábnické a vazačské průkazy se obsluze vydávají po 80 hodinách praktického zaučení.



Obr. 27) Ukázka vazačského průkazu



Obr. 28) Ukázka jeřábnického průkazu

Zásadním požadavkem je nepřekračování maximální povolené nosnosti 8 000 kg. Obsluha se musí přesvědčit o dostatečném výhledu z pracovního místa, zda je břemeno bezpečně uvázáno a jestli se nikdo nepohybuje v blízkosti zdviženého břemene. Mezi hlavní stanovené zakázané manipulace s jeřábem se řadí:

- Nepřetěžování jeřábu.
- Nepoužívat šikmý tah.
- Nepřevážet břemena nad osobami.
- Nenechávat zavěšené břemeno bez dozoru.
- Mít ovladač vždy v dosahu obsluhy.
- Nenajíždět na koncové vypínače zdvihu během provozu.
- Nepoužívat zvýšenou rychlost na konci jeřábové dráhy.
- Neodtrhávat přimrzlá nebo zasypaná břemena.
- Nerozhoupávat břemena.

V poslední řadě musí být obsluha jeřábu seznámena se závěsným ovládním. Popis ovladače je uveden v části „elektrické ovládní“. Ovladače samotné fungují v nucené pracovní poloze. Při uvolnění tlaku na konkrétní tlačítko ovladače se musí funkce jeřábu neprodleně zastavit. V případě selhání této základní funkce je ovladač pro zajištění maximální bezpečnosti opatřen nouzovým stop tlačítkem s klíčem. Tlačítko je opatřeno klíčem pro uzamknutí polohy nula. Tím se zabrání riziku nepovoleného zneužití jeřábu neoprávněnou osobou. Při zapnutí jeřábu hlavním vypínačem je vždy signalizováno varování pomocí světla společně s houknutím.

Jeřábník provádí před každým pracovním dnem denní kontrolu jeřábu. Ta zahrnuje zejména vizuální kontrolu poruch na jeřábu, jeřábové dráze a nosném laně včetně jeho závěsu. Dále provádí kontrolu funkcí jednotlivých ovládacích prvků jeřábu s koncovým vypínačem zdvihu. V poslední řadě provádí obsluha kontrolu brzdy zdvihu. Ta se zkouší zavěšením břemene o jmenovité nosnosti do výšky 20 cm. Břemeno po zafungování brzdy nesmí poklesnout. Poté se provede krátký pohyb směrem dolů, kde doběhová dráha může být maximálně 10 cm. Po splnění těchto pracovních úkonů může obsluha jeřábu zahájit pracovní úkony. Po ukončení pracovních úkonů musí jeřábník odstavit jeřáb v bezpečné poloze. Hák musí být umístěn v horní poloze. Následně se provede zajištění jeřábu proti zneužití zajištěním klíče z vypínače.

Za praktické a teoretické zaudčení obsluhy jeřábu odpovídá pověřená osoba. Ta zajistí obsluhovateli seznámení se systémem bezpečné práce a návodem k obsluze pro jeřáb a kladkostroj. Pověřená osoba dále zajistí jeřábníkům a vazačům břemen potřebné osobní ochranné prostředky vycházející z nařízení vlády č. 495/2001 Sb. Pro obsluhu tohoto konkrétního jeřábu je povinnost nosit pracovní přilbu, oděv, rukavice, boty s vyztuženou špicí a vestu. Seznam jeřábníků je dále uveden v deníku zdvihacího zařízení. Do deníku zdvihacího zařízení se zapisují dále všechny poruchy, výchyly a nesrovnalosti na zařízení. Dále jsou v deníku zapsány kontroly technického stavu, úkony údržby, inspekce, revize a revizní zkoušky. Jeřáb s uvedenou jakoukoli poruchou či nesrovnalostí je zakázáno až do odstranění závad používat.

6.3 Hodnocení náročnosti obsluhy

Na úvod zpracování bezpečnostních analýz bylo nejprve provedeno vyhodnocení celkové náročnosti obsluhy použitého jednonosíkového mostového jeřábu FERRO OK typu JK – 8 / 15,8 – 2,75. Jednotlivé stupně náročnosti dle daných kritérií lze vidět v tabulce 12.

Tab 12) Hodnocení náročnosti obsluhy jeřábu:

Bezpečnostní zpráva		Pracovní pozice/funkce:		Nebezpečný pracovní úkol:
Hodnocení náročnosti obsluhy jeřábu		Jeřábník, vazač břemen		Manipulace s materiálem
		Zařízení:		
		Mostový jeřáb		
		Název obsluhovaného/řízeného systému:		
		Obsluha jeřábu		
KRITÉRIUM		STUPEŇ NÁROČNOSTI		
		1	2	3
1	OBECNÁ NÁROČNOST			
1.1	Počet kontrolovaných a regulovaných subsystémů a technologií	1 - 2	3 - 5	> 5
1.2	Návaznost a vazby mezi subsystémy a technologiemi	jednoduché	složité	velmi složité
2	NAJÍZDĚNÍ, ODTAVENÍ A BĚŽNÝ CHOD JEŘÁBU			
2.1	Počet kontrolovaných veličin (tlaky, teploty, míry opotřebení atd.)	0 - 20	21 - 50	> 50
2.2	Počet zdrojů zrakových informací	0 - 30	31 - 60	> 60
2.3	Změny informací	malá	střední	velká
2.4	Vazby mezi informacemi	jednoduché	složité	velmi složité
2.5	Interpretace významu informací	jednoduchá	složitá	velmi složitá
2.6	Nutnost vyhledávání dalších informací	není	častá	velmi častá
2.7	Kompatibilita zdrojů informací (značení apod.)	úplná shoda	částečná shoda	komplikovaná
2.8	Počet upravovaných veličin (tlaky, teploty, atd.)	0 - 20	21 - 50	> 50
2.9	Počet ovladačů	0 - 30	31 - 60	> 60
2.10	Náročnost úprav	snadná	složitá	velmi náročná

3 MIMOŘÁDNÉ SITUACE, ODCHYLKY A NEHODY				
3.1	Pravděpodobnost vzniku	velmi malá	střední	značná
3.2	Odstranění mimořádné situace, odchylky nebo nehody	jednoduchá	složitá	velmi složitá
3.3	Rozsah důsledků pro technologicky související prostor, provoz atd.	lokální	velký	rozsáhlý
3.4	Diagnostika příčin	snadné	složené	velmi složité
4. JEDNOTLIVÉ POŽADAVKY NA OBSLUHU				
4.1	Vzdělání	základní	středoškolské	vysokoškolské
4.2	Praxe v oboru	žádná/malá	1 rok	> 1 rok
4.3	Odborné teoretické znalosti	základní	průměrné	specializované
4.4	Speciální dovednosti	nejsou nutné	základní	značné
4.5	Délka nutného zácviku	1 – 2 měsíce	3 – 4 měsíce	> 5 měsíců
4.6	Nutnost přezkušování odborných znalostí	1x za 2 roky	1x za 1 rok	2x za 1 rok
4.7	Nutnost ověřování znalostí systému bezpečné práce	1x za 2 roky	1x za 1 rok	2x za 1 rok

Po provedení součtu všech jednotlivých stupňů náročnosti vychází číslo 37. S tímto číslem bude dále pracováno v celkovém vyhodnocení náročnosti obsluhy. Následně bylo provedeno vyhodnocení dle daných stupňů náročností. Celková náročnost je rozdělena do třech kategorií. Vyhodnocení celkové náročnosti obsluhy jeřábu lze vidět v tabulce 13.

Tab 13) Vyhodnocení celkové náročnosti obsluhy jeřábu

Celkový výsledek:	Hodnotící škála
Kategorie 1	23 – 35
Kategorie 2	36 – 50
Kategorie 3	51 – 69

Dle vyhodnocení lze náročnost obsluhy jeřábu zařadit těsně nad spodní hranici druhé kategorie. To znamená středně náročná. Obsluhu jeřábu lze tedy brát jako jednu z náročnějších oproti ostatním pracovním pozicím v podniku. Zaměstnavatel si tedy musí dát zejména pozor na správné proškolení patřičných zaměstnanců a udržování jejich znalostí v patřičné výši. V podniku je to aktuálně řešeno teoretickým a praktickým zaučením daných pracovníků před jejich začleněním do provozu. V závislosti na požadované zaškolení před samostatnou obsluhou jeřábu a každoročním opakovacím školením se náročnost jeví jako adekvátní.

Obsluha jeřábu musí věnovat neustálou pozornost jak provozu jeřábu, tak celému okolí. Vzhledem k náročnosti, závažnosti a důsledkům případných nehod musí jeřábník vše neprodleně řešit s pověřenou osobou uvedenou v systému bezpečné práce.

6.4 HTA

Analýza HTA byla provedena na konkrétním provozu použitého mostového jeřábu. V analýze bylo počítáno a dále pracováno s pracovními úkony jeřábníka a vazače břemen časově po sobě jdoucími během pracovní doby.

V tabulce 14 lze vidět zpracovanou analýzu HTA pro uvedení jeřábu do chodu. Pracovní úkony začne jeřábník zapnutím jeřábu pomocí hlavního vypínače. Následně provede odblokování jeřábu pomocí červeného tlačítka na závěsném ovladači přímo pod mostem jeřábu. Odblokováním se spustí signalizační upozornění na nebezpečí v okolí a obsluha může pokračovat v pracovních úkonech.

Tab 14) Analýza HTA pro uvedení jeřábu do chodu

Číslo úlohy	Popis úlohy	Úlohu provádí	Místo úlohy	Popis zařízení
1	Zapnutí jeřábu hlavním vypínačem	Jeřábník	Zed' za vstupem do haly	Mostový jeřáb
	Spouštěcí událost	Výbava	Doba trvání úlohy	Doporučení
	Zahájení pracovního cyklu	Pracovní rukavice, oděv, přilba a boty s vyztuženou špicí	<5 minut	Vzít si sebou klíč od vypínače pro zamezení cizího zneužití.
	Obsluha spustí chod jeřábu zapnutím hlavního vypínače umístěného na stěně při vstupu do haly.			
2	Popis úlohy	Úlohu provádí	Místo úlohy	Popis zařízení
	Odblokování jeřábu a upozornění na nebezpečí v okolí	Jeřábník	Výrobní hala	Mostový jeřáb
	Spouštěcí událost	Výbava	Doba trvání úlohy	Doporučení
	Dokončení úlohy 1	Pracovní rukavice, oděv, přilba a boty s vyztuženou špicí	<5 minut	-
Obsluha odblokuje uzamčení jeřábu pomocí červeného tlačítka na závěsném ovladači umístěného pod mostem jeřábu. Při odblokování se zároveň spustí varovný zvuk klaksonu upozorňující okolí na nebezpečí provozu jeřábu.				

Číslo úlohy	Popis úlohy	Úlohu provádí	Místo úlohy	Popis zařízení
	Denní kontrola jeřábu	Jeřábník	Výrobní hala	Mostový jeřáb
	Spouštěcí událost	Výbava	Doba trvání úlohy	Doporučení
	Zahájení pracovního cyklu	Pracovní rukavice, oděv, přilba a boty s vyztuženou špicí	5 – 10 minut	Všechny závady zapsat do deníku jeřábu
Obsluha provede vizuální kontrolu základních prvků jeřábu. Kontrolují se viditelné odchylky na konstrukci jeřábu včetně vázacích prostředků. Dále se kontroluje funkčnost všech prvků jeřábu (brzda, ovládání atd.).				

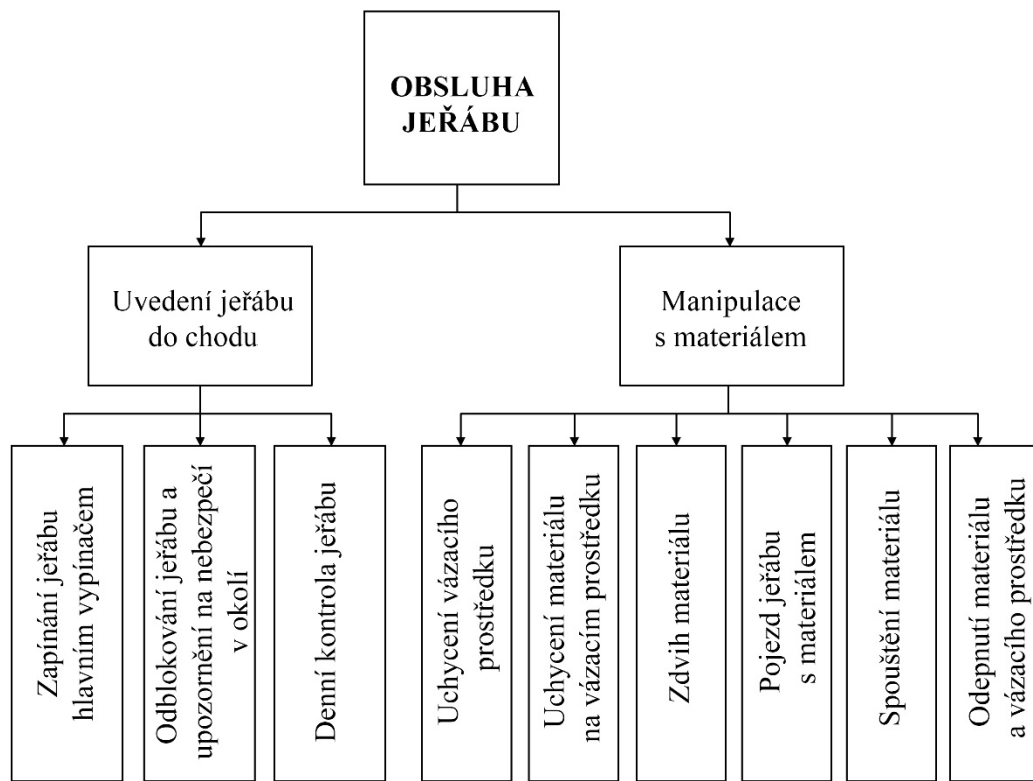
Po provedení základních cyklů uvedených v tabulce 14 již může jeřábník zahájit pracovní úkony. Postup pro přepravu břemen včetně jeho uchycení lze vidět v HTA analýze uvedené v tabulce 15.

Tab 15) Analýza HTA pro manipulaci s materiálem

Číslo úlohy	Popis úlohy	Úlohu provádí	Místo úlohy	Popis zařízení
1	Uchycení vázacího prostředku	Jeřábník	Výrobní hala	Mostový jeřáb
	Spouštěcí událost	Výbava	Doba trvání úlohy	Doporučení
	Zahájení pracovního cyklu	Pracovní rukavice, oděv, přilba a boty s vyztuženou špicí	<5 minut	-
	Obsluha provede uchycení vázacího prostředku na hák jeřábu.			
2	Popis úlohy	Úlohu provádí	Místo úlohy	Popis zařízení
	Uchycení materiálu na vázací prostředek	Jeřábník	Výrobní hala	Mostový jeřáb
	Spouštěcí událost	Výbava	Doba trvání úlohy	Doporučení
	Dokončení úlohy 1	Pracovní rukavice, oděv, přilba a boty s vyztuženou špicí	<5 minut	Dávat pozor na úhly rozevření vázacího prostředku a uchycení za kotevní body.
	Obsluha provede uchycení materiálu za kotevní body na vázací prostředek.			

Číslo úlohy	Popis úlohy	Úlohu provádí	Místo úlohy	Popis zařízení
3	Zdvih materiálu	Jeřábník	Výrobní hala	Mostový jeřáb
	Spouštěcí událost	Výbava	Doba trvání úlohy	Doporučení
	Dokončení úlohy 2	Pracovní rukavice, oděv, přilba a boty s vyztuženou špicí	<5 minut	Dodržovat nosnost jeřábu
	Obsluha provede zdvižení zavěšeného materiálu pomocí tlačítka na závěsném ovladači.			
4	Popis úlohy	Úlohu provádí	Místo úlohy	Popis zařízení
	Pojezd jeřábu s materiálem	Jeřábník	Výrobní hala	Mostový jeřáb
	Spouštěcí událost	Výbava	Doba trvání úlohy	Doporučení
	Dokončení úlohy 3	Pracovní rukavice, oděv, přilba a boty s vyztuženou špicí	5 – 10 minut	Dodržovat nosnost jeřábu
Obsluha provede přemístění materiálu pomocí tlačítek na závěsném ovladači signalizující směr pojezdu mostu a kočky.				
5	Popis úlohy	Úlohu provádí	Místo úlohy	Popis zařízení
	Spouštění materiálu	Jeřábník	Výrobní hala	Mostový jeřáb
	Spouštěcí událost	Výbava	Doba trvání úlohy	Doporučení
	Dokončení úlohy 4	Pracovní rukavice, oděv, přilba a boty s vyztuženou špicí	<5 minut	Zajistit místo v okolí ukládání materiálu
Obsluha spustí materiál na místo určení.				
6	Popis úlohy	Úlohu provádí	Místo úlohy	Popis zařízení
	Odepnutí materiálu a vázacího prostředku	Jeřábník	Výrobní hala	Mostový jeřáb
	Spouštěcí událost	Výbava	Doba trvání úlohy	Doporučení
	Dokončení úlohy 5	Pracovní rukavice, oděv, přilba a boty s vyztuženou špicí	5 – 10 minut	-
Obsluha provede odepnutí materiálu z vázacího prostředku společně s odepnutím vázacího prostředku z háku jeřábu.				

Dále byl vykreslen úkolový diagram provedené analýzy HTA. Vygenerování diagramu bylo provedeno pomocí programu „Modul – HTA – 1.5“. Výsledný úkolový diagram pro pracovní pozici obsluhy jeřábu lze vidět na obrázku 29.



Obr. 29) Úkolový diagram obsluhy jeřábu

6.5 Human HAZOP

Podrobně zpracovanou metodu human HAZOP lze vidět v příloze číslo 1. Analýza byla provedena postupně pro všechny pracovní úkony zmiňované v předešlé analýze HTA pro přepravu materiálu ve výrobní hale.

Největší problémy nastanou dle analýzy zejména při neprovedení některých pracovních úkonů, při jejich současném/předčasném provedení nebo jejich nesprávném kombinování. Obsluha jeřábu si musí dát při pracovním postupu pozor na všechny zmíněné neshody. Velké nebezpečí dle provedené analýzy vzniká zejména při přetížení jeřábu nebo vázacích prostředků. Potom lze očekávat velké materiálové ztráty společně s velice nebezpečným a vážným poraněním obsluhy a okolních osob.

Jeden z významných scénářů nastane například v bodě 4.2. V této činnosti obsluha provede uchycení vázacího prostředku s nedostatečnou nosností. Příčinou může být chyba pracovníka vlivem pracovního spěchu, nepohody nebo nepozornosti. Následkem může být přetížení samotného vázacího prostředku. Po jeho přetížení může dojít k poškození či uvolnění břemene a následné poranění okolních osob nebo poškození materiálu. Jako opatření je zde zejména vyškolená obsluha, která má za úkol používat pouze vhodné vázací prostředky. Opatřením je tedy dostatečné upozornění na školení jeřábníků a vazačů a viditelné označení nosnosti na vázacím prostředku.

Obdobná situace nastane ve více scénářích, například v bodě 5.2, kde obsluha provede uchycení neplánovaně těžšího materiálu, případně v bodech 6.1. a 7.1., kde obsluha jeřábu provede přetížení jeřábu s rozdílem výraznějšího nebezpečí.

Další významné scénáře mohou nastat například při kombinaci dvou pracovních úkonů jako jsou třeba pojezd s jeřábem a zároveň jeho spouštěním (zdviháním). Během těchto činností lze očekávat velké nebezpečí pro obsluhu, okolní osoby a značné materiálové ztráty. Případné další neshody mohou nastat při nedodržení pracovních postupů a předpisů. Například v bodě 5.3 provede obsluha jeřábu současně uchycení vázacího prostředku a zároveň zdvih materiálu. Uspěchá se tím chod pracovních činností, ale obsluze hrozí velké nebezpečí v podobě skřípnutí částí těla (zejména prsty, ruce a nohy). Jako bezpečnostní funkce je zavedeno školení jeřábníků a vazačů břemen. Opatřením bylo tedy navrženo důrazné upozornění na tomto školení.

Obdobná situace nastane například v bodě 6.2., 7.2. nebo 8.4. Obsluha jeřábu provede také více pracovních činností současně. Může se jednat o zdvih/spouštění materiálu současně s pojezdem jeřábu nebo opačnou kombinací. Nebezpečí hrozí zejména v přimáčknutí obsluhy nebo částí těla k okolním materiálům vlivem zhrounutí břemene.

Se zhrounutím materiálu také souvisí provedení nepřiměřené rychlosti pojezdu kočky nebo mostu. Konkrétně se jedná o bod 7.1.

6.6 BOMECH

Metoda byla provedena na konkrétní pracoviště přepravy materiálu ve výrobní hale. Byla zaměřena na rizika obsluhy jeřábu a okolních osob. Celkové vyhodnocení koeficientu nebezpečnosti k_N bylo provedeno pro každý krok jednotlivých klíčových slov v předešlé analýze human HAZOP. Jednotlivé kritéria daných činností a jejich následné vyhodnocení lze vidět v tabulce 16.

Tab 16) Určení příslušné kategorie rizika metodou BOMECH

Krok v analýze human HAZOP	N	OO	PN	E	R	Z	K	I	D	V	k_N	Kategorie
1.1	0	0	25	0	0	2	2	0	0	3	33	E
1.2	40	12	2	1	3	3	2	10	0	4	77	D
2.1	0	0	25	0	3	2	3	0	0	3	34	E
3.1	50	20	30	15	20	15	10	5	8	3	176	B
3.2	30	14	25	9	20	15	10	4	5	3	135	C
3.3	40	14	15	6	20	15	10	4	3	3	130	C
4.1	45	14	30	15	30	12	15	10	5	2	178	B
4.2	70	25	15	8	30	10	12	10	5	2	187	B
5.1	20	6	10	6	8	8	15	5	3	5	86	D
5.2	60	25	15	8	30	10	12	10	5	2	177	B
5.3	20	1	12	2	30	2	10	5	0	0	82	D
6.1	70	25	20	10	25	5	8	10	5	6	184	B
6.2	20	2	12	3	28	2	10	5	0	0	82	D
6.3	0	0	20	0	0	2	2	0	0	2	26	E
7.1	70	25	20	10	25	5	8	10	5	6	184	B
7.2	20	2	12	3	28	2	10	5	0	0	82	D
7.3	20	6	15	6	20	3	10	10	4	2	96	D
8.1	35	2	15	7	17	4	12	5	10	4	111	C
8.2	35	2	25	7	15	3	8	8	5	2	110	C
8.3	25	6	15	6	25	3	10	10	4	3	107	C
8.4	20	2	12	3	28	2	10	5	0	0	82	D
9.1	5	1	10	2	2	6	5	3	1	0	35	E
9.2	5	1	15	2	2	6	5	1	1	0	38	E
9.3	10	2	10	4	4	4	5	1	1	0	41	E
9.4	15	2	18	3	3	5	10	5	5	3	69	D

Při samotném vyhodnocení vychází touto metodou lze zařadit šest pracovních činností do kategorie B. To značí zmiňovanou kritickou kategorií. Na tyto činnosti je potřeba se zaměřit, hrozí zde velké nebezpečí pro obsluhu a okolní osoby. Konkrétně se jedná o neprovedení denní kontroly a přetížení jeřábu nebo nosnosti vázacího prostředku (případně upnutí špatného).

Ve zpracované analýze FMEA rozšířenou o hodnotu RPN lze vidět překročení stanovené minimální hodnoty v několika daných objektech jeřábu. Vzhledem k celkové náročnosti a obsáhlosti analýzy byly zpracovány ty nejvíce závažné důsledky a příčiny, které mohou v provozu nastat. Na tyto objekty je třeba se při provozu jeřábu zaměřit a dávat největší obezřetnost.

U většiny objektů bylo stanoveno mezi doporučenými opatřeními zvýšení periody všech dosavadních opatření po 20 letech stáří jeřábu. Doporučení vychází z předpokladu běžného používání jeřábu v normálních podmínkách. Norma ČSN ISO 12482-1:1997 o sledování stavu jeřábů stanovuje minimální požadovanou dobu pro zvláštní posouzení technického stavu jeřábu po 20 letech v provozu. Vzhledem k faktu, že prozatím nelze přesně odhadnout dobu provozu jeřábu, bylo stanoveno doporučení na toto minimum dle zmíněné normy. [59]

První překročení hodnot RPN se objevilo u trolejí jeřábu. Ty jsou umístěny nad mostem jeřábu a tvoří přívod elektrické energie. Mohou nastat poruchy špatného vedení elektrické energie nebo úplného zamezení přívodu. V obou případech dosáhla hodnota RPN hodnoty 144 a je potřeba ji tedy snížit. Mezi doporučená opatření se tedy zařadilo přidat kontrolu trolejí do údržbářských úkonů jeřábu a nenechávat samotnou kontrolu až na revize jeřábu. Opatření se tedy týká zejména pracovníků údržby. Například při poruše, kdy troleje nevedou elektrickou energii může být následkem nefunkční samotný jeřáb. To povede ke zdržení výroby a hromadícímu se materiálu. Možnou příčinou zde může být například mechanická porucha trolejí. Jako doporučená opatření bylo zavedeno kontrolování trolejí při údržbě jeřábu a nenechávat ji až na samotnou revizi.

Další významné scénáře překročením hodnot RPN byly zjištěny u kladkostroje. Kladkostroj zařizuje jeřábu jedny z jeho základních funkcí, a to zdvih a spouštění materiálu. Zde byla hodnota RPN překročena ve všech způsobech poruch. Může se jednat o nefunkční kladkostroj nebo jeho zdvih a případně spouštění. Do doporučených opatření lze v tomto případě zahrnout jednotlivé části kladkostroje do period údržby. Mezi zásadní poruchu lze zařadit i samovolné spouštění kladkostroje jeho poškozenou brzdou. Při této poruše nastane největší překročení hodnoty RPN a provozovatel se na ni tedy musí zaměřit. Doporučení pro tento případ je provádění důkladné kontroly technického stavu jeřábíkem. Při správné kontrole lze příčinu odhalit dříve, než k ní dojde během manipulace s materiálem. Například při poruše elektromotoru nebo převodovky může dojít k nefunkčnímu celému kladkostroji. Hodnota RPN v tomto scénáři vyšla 175. V tom případě může dojít k značnému zdržení výroby a hromadícímu se materiálu. Jako doporučení bylo tedy opět zavedeno zahrnutí kontroly a údržby do period pravidelné údržby a nenechávat samotnou kontrolu až na každoroční revizi. Po provedení opatření bylo výsledné číslo RPN sníženo u elektromotoru na 63 a u převodovky na 84.

Mezi další objekty bylo zařazeno současně lano, hák a vázací prostředek, protože u nich může nastat stejná porucha. Současně plní funkci mechanického zajištění manipulovaného materiálu. Při výpočtu lze za největší problém označit poškození a zkorodování materiálu. Tím se zamezí možnosti samotného přepravování. Vázací prostředek lze vyměnit za druhý náhradní, pokud je k dispozici. Při poruše nosného lana nebo háku dojde k úplnému zamezení možnosti manipulovat s materiálem až do jejich opravení nebo výměny. Například při mechanické poruše u těchto objektů dojde k výsledné hodnotě RPN 192. To je nejvyšší číslo z celé analýzy. Vysoká hodnota zde značí zejména velké riziko pro okolní obsluhy v případě porušení během přepravy břemen. V případě mechanické poruchy může dojít k uvolnění břemene a pádu z výšky. Břemeno následně může vážně zranit okolní osoby nebo poškodit okolní materiál. V neposlední

řadě také pozdržení výroby a hromadící se materiál. Jako doporučená opatření se tedy v tomto případě zařadí častější kontrola technického stavu jeřábníkem kvůli včasnému odhalení.

Dalším objektem, u kterého došlo k překročení hodnot RPN, je kočka. Ta slouží k pojezdu s materiálem v ose kolmé na jeřábovou dráhu. Mezi první problém lze zařadit mechanické poškození koleček. Zde bylo zjištěno zvýšené hodnoty RPN na číslo 108. To vede ke špatnému (neplynulému) pojezdu samotné kočky a může způsobit až zranění osob nebo poškození materiálu vlivem zhrounutí materiálu. Tomu lze zabránit zahrnutím kontroly koleček kočky mezi pravidelnou údržbu a nenechávat ji až na revize jeřábu. Tím lze dosáhnout snížení hodnoty RPN až na 72. Druhým problémem je poškozená brzda kočky. Zde bylo zjištěno zvýšení hodnoty čísla RPN na číslo 140. Při jejím poškození může nastat prodlení v brždění a tím i náraz do okolního materiálu nebo zranění osob. Mezi doporučení lze tedy zařadit důkladnější kontrolu technického stavu a kvalitnější provedení údržby. To provedou pracovníci údržby a tím lze oddálit poškození brzd. Po provedení opatření bylo číslo RPN sníženo na hodnotu 72.

Další významný scénář překročením stanovené hodnoty RPN byl také u samotného mostu jeřábu. Most slouží jako podpurná jednotka pro pochyb kočky. Dále je umístěn na kolečkách, které pomocí elektromotoru zajišťují pohyb po jeřábové dráze. K překročení mezních hodnot došlo u dvou případů možných příčin. První možnou příčinou je porucha elektromotoru pohánějící kola mostu, což může způsobit nefunkční pojezd jeřábu. Zde došlo k překročení na hodnotu RPN 125. Nedojde k ohrožení bezpečnosti osob, ale vlivem nefunkčního pojezdu dojde ke zdržení výroby a hromadícímu se materiálu. Pro zamezení těchto případů lze tedy zahrnout elektromotor do údržbářských úkonů. Tím lze hodnotu RPN snížit až na číslo 45. Další závažný problém může nastat mechanickým poškozením koleček. Obdobně jako u koleček kočky. Pojezd mostu tedy nebude plynulý a hrozí zhrounutí materiálu a tím případné zranění osob či okolního materiálu. Jako doporučení lze tedy označit zahrnutí důkladné kontroly technického stavu pracovníky údržby a včas odhalit začínající mechanické poškození.

Poslední překročení mezní hodnoty RPN lze vyzorovat u závěsného ovladače. Ten je zavěšený přímo pod mostem jeřábu. Ovladač má za funkci spojit plánovanou činnost jeřábníka a samotných funkcí jeřábu. U tohoto objektu byla hodnota překročena pouze v jednom případě. Jedná se o poškození ovladače, což může způsobit zdržení výroby a hromadící se materiál vzhledem k zamezení všech jeho základních funkcí. Byla zjištěna překročení hodnota čísla RPN na 120. Tato příčina může vést k hromadícímu se materiálu a zdržení výroby. Hodnota RPN byla překročena jen lehce. Pokud se ale nebude jednat o rychlou opravu, může to vést k celkem dlouhé neprovozuschopnosti jeřábu. K těmto příčinám nejčastěji dochází vlivem nešetrného zacházení samotnou obsluhou. Jako vhodné opatření bylo zavedeno upozornění obsluhy na vhodné používání při vstupním školení a školení jeřábníků a vazačů břemen a pravidelná údržba ovladače jako například udržování v čistotě. Tím lze dosáhnout snížení čísla RPN na hodnotu 60.

7 ZÁVĚR

Diplomová práce je zaměřena na analýzu rizik obsluhy mostového jeřábu FERRO OK s nosností 8 000 kg. V dnešním průmyslu se vyrábí spousta objemných a těžkých výrobků. Nejefektivnější přeprava těchto materiálů probíhá právě pomocí jeřábů. V důsledku této přepravy však vzniká obrovské množství rizik zejména pro obsluhu jeřábu a okolní osoby. Vzhledem k rizikům firmy provozující jeřáby musí zajistit kromě dosahování technologických a ekonomických aspektů činností firmy také dostatečnou úroveň bezpečnosti. Provozovatelé jeřábů v České republice jsou z důvodu bezpečnosti vázáni splněním množství legislativních požadavků. Ty nejdůležitější jsou v předložené diplomové práci popsány.

Pro odhad možných nehodových scénářů byla provedena analýza nehod mostových jeřábů, ke kterým během posledních let při došlo při přepravě břemen. Na základě těchto analýz se následně doporučily daná opatření.

Kvůli odhadnutí možných následků a příčin poruch současně s přihlédnutím na vliv spolehlivosti lidského činitele byly do diplomové práce vybrány a následně zpracovány bezpečnostní analýzy HTA, human HAZOP, BOMECH a FMEA.

Před provedením samotných bezpečnostních analýz bylo provedeno vyhodnocení náročnosti obsluhy jeřábu. Náročnost spadá do druhé kategorie, tedy středně náročná obsluha.

Provedená analýza HTA ukázala přehledně postupné pracovní činnosti obsluhy během procesu, které musí dodržovat. Pro přehlednou ukázkou byly výsledky analýzy HTA pomocí softwaru vykresleny do úkolového diagramu.

Následně byla provedena analýza human HAZOP, která přímo navazuje na pracovní činnosti specifikované v metodě HTA. Při zohlednění konkrétního pracovního procesu bylo díky analýze human HAZOP odhaleno mnoho lidských chyb, které obsluha během pracovního procesu může způsobit svou nesprávnou činností. Mezi nejvíce opakované chybné pracovní činnosti se řadilo zejména provedení více činností současně. Dalším hodně opakovaným porušením bylo vyšší zatížení. To může způsobit jedny z největších a nejčastějších problémů, jako jsou přetížení jeřábů či vázacího prostředku. Nejvíce lze tedy zabezpečit provoz řádným proškolením obsluhy jeřábu.

Metoda BOMECH byla následně aplikována na pracovní úkony a činnosti posuzované v analýze human HAZOP. Provedení metody odhalilo, které pracovní činnosti jsou pro osoby nejvíce nebezpečné. Aplikací BOMECH se odhalilo největší riziko hrozící okolním osobám při neprovedení denní kontroly, při přetížení jeřábu nebo nosnosti vázacího prostředku.

Analýza FMEA byla poté provedena jako konstrukční pro zahrnutí chyb jednotlivých konstrukčních komponent jeřábu. Během analýzy bylo odhaleno mnoho způsobů poruchy společně s jejich možnou příčinou a následkem. Při zohlednění hodnoty RPN vyšla největší hodnota u mechanického poškození lana, háku nebo vázacího prostředku. Na všechny hodnoty RPN převyšujících hodnotu 100 je potřeba se zaměřit a dané komponenty hlídat.

V této diplomové práci byly odhaleny možné scénáře nehod a pracovních úrazů mostových jeřábů. Nejvýznamnější vliv na bezpečný provoz jeřábu má spolehlivá obsluha dodržující všechny popsané činnosti. Se zaměřením na možné následky stanovené v analýze human HAZOP a metodě BOMECH společně s dodržením technických požadavků na jednotlivé komponenty jeřábu lze docílit bezpečného provozu. (zejména se zaměřením na jednotlivé objekty převyšující danou hodnotu RPN v analýze FMEA).

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] DANKOVA, Zdenka. Stavební jeřáby a jejich historie. *EPOCH TIMES* [online]. 2014, 18.4.2014 [cit. 2018-01-11]. Dostupné z: <http://www.epochtimes.cz/2014101622403/Stavebni-jeřaby-a-jejich-historie.html>
- [2] Historie jeřábů a zdvihacích zařízení. *Skolenirevize* [online]. Neratovice, 2017 [cit. 2018-01-11]. Dostupné z: <https://www.skolenirevize.cz/historie-jeřabu.php>
- [3] ČSN ISO 4306-1:2010. *Jeřáby-slovník: všeobecně*. 2. vydání. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010, 112 s.
- [4] ČSN ISO 9926-1:1993. *Jeřáby-výcvik jeřábníků: všeobecně*. Praha: Český normalizační institut, 1993, 8 s.
- [5] TERCESKA. *Jeřábová a zdvihací technika, příslušenství* [online]. TER Česká, 2018 [cit. 2018-01-14]. Dostupné z: <http://www.terceska.cz/czech/>
- [6] ČSN ISO 12480-1:1999. *Jeřáby-bezpečné používání: všeobecně*. Praha: Český normalizační institut, 1999, 36 s.
- [7] ČSN 27 0142:2014. *Jeřáby a zdvihadla-zkoušení provozovaných jeřábu a zdvihadel*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014, 16 s.
- [8] ČSN ISO 9927-1:2014. *Jeřáby-inspekce: obecně*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014, 24 s.
- [9] ČESKÁ REPUBLIKA. *Zákon č. 22/1997 Sb.: Zákon o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů*. In: . Parlament České republiky, 1997, částka 6, číslo 20.
- [10] Označení CE a jeho praktické uplatňování. *Enterprise Europe Network* [online]. 2017 [cit. 2018-03-10]. Dostupné z: <https://www.enterprise-europe-network.cz/event/oznaceni-ce-a-jeho-prakticke-uplatnovani>
- [11] ČESKÁ REPUBLIKA. *Zákon č. 102/2001 Sb.: Zákon o obecné bezpečnosti výrobků a o změně některých zákonů (zákon o obecné bezpečnosti výrobků)*. In: . Parlament České republiky, 2001, částka 41, číslo 12.
- [12] ČESKÁ REPUBLIKA. *Zákon č. 174/1968 Sb.: Zákon o státním odborném dozoru nad bezpečností práce*. In: . Parlament České republiky, 1968, částka 47, číslo 13.
- [13] ČESKÁ REPUBLIKA. *Zákon č. 251/2005 Sb.: Zákon o inspekci práce*. In: . Parlament České republiky, 2005, částka 94, číslo 21.
- [14] ČESKÁ REPUBLIKA. *Zákon č. 262/2006 Sb.: Zákon zákoník práce*. In: . Parlament České republiky, 2006, částka 84, číslo 40.
- [15] ČESKÁ REPUBLIKA. *Zákon č. 309/2006 Sb.: Zákon, kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci)*. In: . Parlament České republiky, 2006, částka 96, číslo 8.
- [16] ČESKÁ REPUBLIKA. *Narizení vlády č. 201/2010 Sb.: Narizení vlády o způsobu evidence úrazů, hlášení a zasílání záznamu o úrazu*. In: . Parlament České republiky, 2010, částka 97, číslo 2.

- [17] ČESKÉ REPUBLIKA. *Nářízení vlády č. 362/2005 Sb.: Nářízení vlády o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky*. In: . Parlament České republiky, 2005, částka 125, číslo 1.
- [18] BARTÁK, Kamil. *Stavebnictví: Bezpečnost při práci ve výšce. ABS-portal: odborný stavební portál* [online]. Praha, 2009, 2.7.2009 [cit. 2018-05-04]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/fotogalerie/stavebnictvi/bezpecnost-pri-praci-ve-vysce-a-vokoli-stavby-fotoalbum>
- [19] ČESKÁ REPUBLIKA. *Nářízení vlády č. 375/2017 Sb.: Nářízení vlády o vzhledu, umístění a provedení bezpečnostních značek a značení a zavedení signálů*. In: . Parlament České republiky, 2017, částka 131, číslo 1.
- [20] Pozor na zavěšené břemeno. *CELAR: osobní ochranné pracovní prostředky* [online]. Letohrad, 2018 [cit. 2018-03-10]. Dostupné z: <https://www.celar.cz/produkt/9839-pozor-na-zavesene-bremeno-297x210mm-plast/>
- [21] ČESKÁ REPUBLIKA. *Nářízení vlády č. 378/2001 Sb.: Nářízení vlády, kterým se stanoví bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a náradí*. In: . Parlament České republiky, 2001, částka 144, číslo 2.
- [22] ČESKÁ REPUBLIKA. *Nářízení vlády č. 495/2001 Sb.: Nářízení vlády, kterým se stanoví rozsah a bližší podmínky poskytování osobních ochranných pracovních prostředků, mycích, čistících a dezinfekčních prostředků*. In: . Parlament České republiky, 2001, částka 178, číslo 1.
- [23] PETROVÁ, Kateřina. *OSOBNÍ OCHRANNÉ PRACOVNÍ PROSTŘEDKY. CIVOP* [online]. 2017 [cit. 2018-03-10]. Dostupné z: <http://www.civop.cz/osobni-ochranne-pracovni-prostredky/>
- [24] ČESKÉ REPUBLIKA. *Vyhláška č. 19/1979 Sb.: Vyhláška Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu, kterou se určují vyhrazená zdvihací zařízení a stanoví některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti*. In: . Parlament České republiky, 1979, částka 3, číslo 4.
- [25] ČESKÁ REPUBLIKA. *Vyhláška č. 48/1982 Sb.: Vyhláška Českého úřadu bezpečnosti práce, kterou se stanoví základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení*. In: . Praha: Parlament České republiky, 1982, částka 9, číslo 5.
- [26] ČESKÁ REPUBLIKA. *Vyhláška č. 50/1978 Sb.: Vyhláška Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu o odborné způsobilosti v elektrotechnice*. In: . Parlament České republiky, 1978, částka 11, číslo 2.
- [27] Hlavní vypínač jeřábu: 63A. *JANČA V.M.* [online]. Valašské Meziříčí, 2016 [cit. 2018-03-11]. Dostupné z: <https://www.jancaeshop.cz/prumyslove-koncovky-a-spinace/p3-63-ea-svb-hlavni-vypinac-63a-detail>
- [28] ČSN EN 13155+A2:2009. *Jeřáby-bezpečnost: Volně zavěšené prostředky pro uchopování břemen*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009, 60 s.
- [29] Ocelové vázací prostředky: *Vázací prostředky, zvedací a manipulační technika. Techlan* [online]. Olomouc, 2018 [cit. 2018-03-15]. Dostupné z: <http://www.techlan.cz/index.php?oid=1373770>
- [30] ČSN EN 1492-1+A1:2009. *Textilní vázací prostředky-bezpečnost: Vázací popruhy ze syntetických vláken pro všeobecné použití*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009, 32 s.

- [31] Nekonečná vinutá smyčka. *Magnet-technology* [online]. Velký Ořechov, 2016 [cit. 2018-03-15]. Dostupné z: <http://www.magnet-technology.cz/katalog/cs-i135-nekonecna-vinuta-smycka-nosnost-5000-kg.html>
- [32] ČSN EN 818-1+A1:2009. *Krátkočlánkové řetězy pro účely zdvihání-bezpečnost: všeobecné přejímací podmínky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009, 20 s.
- [33] ČSN EN 13414-2+A2:2009. *Vázací prostředky z ocelových drátěných lan-bezpečnost: Informace pro používání a údržbu poskytované výrobcem*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009, 24 s.
- [34] ČSN EN 15011+A1:2014. *Jeřáby-mostové a portálové jeřáby*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014, 84 s.
- [35] ISO/TR 14121-2:2012. *Safety of machinery: Risk assessment*. 2. vydání. International Organization for Standardization, 2012, 38 s. Dostupné také z: <https://www.iso.org/standard/57180.html>
- [36] ČSN EN ISO 12100:2011. *Bezpečnost strojních zařízení: všeobecné zásady pro konstrukci - posouzení rizika a snižování rizika*. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 106 s.
- [37] ČSN ISO 31000:2010. *Management rizik: principy a směrnice*. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010, 40 s.
- [38] Analýza chybování lidského činitele pomocí integrované metody HTA-PHEA: metodická příručka. SKŘEHOT, Petr a Jakub TRPIŠ. *Výzkumný ústav bezpečnosti práce* [online]. Praha, 2009 [cit. 2018-04-11]. Dostupné z: <http://www.vubp.cz/hta-phea/Analýza-chybovani-lidskeho-cinitele-pomoci-integrované-metody-HTA-PHEA.pdf>
- [39] ČSN EN 61882:2016. *Studie nebezpečí a provozu schopnosti (studie HAZOP): pokyn k použití*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016, 56 s.
- [40] NEUGEBAUER, Tomáš. *Vyhledání a vyhodnocení rizik v praxi*. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Wolters Kluwer, 2014. ISBN 978-807-4784-583.
- [41] ČSN EN 60812:2007. *Techniky analýzy bezporuchovosti systému: Postup analýzy způsobů a důsledků poruch (FMEA)*. Praha: Český normalizační institut, 2007, 44 s.
- [42] CHANG, Kuei-Hu, Yung-Chia CHANG a Pei-Ting LAI. Applying the concept of exponential approach to enhance the assessment capability of FMEA. *Journal of Intelligent Manufacturing*. 2014, 25(6), 1413-1427. DOI: 10.1007/s10845-013-0747-9. ISSN 0956-5515. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/s10845-013-0747-9>
- [43] Struktura a obsah norem souboru ISO 9000:2000. MYKISKA, Antonín. *Bezpečnost a spolehlivost technických systémů*. Vyd. 2. přepracované. V Praze: Vydavatelství ČVUT, 2004, s. 20. ISBN 80-01-02868-2.
- [44] What is a Standard Operating Procedure?. *Standard Operating Procedures* [online]. 2008 [cit. 2018-01-15]. Dostupné z: <http://www.sop-standard-operating-procedure.com/>
- [45] *International Electrotechnical Commission: International Standards and Conformity Assessment for all electrical, electronic and related technologies* [online]. 2018 [cit. 2018-01-15]. Dostupné z: <http://www.iec.ch/>
- [46] *Automotive Industry Action Group: Insight, Expertise, Results* [online]. 2018 [cit. 2018-01-15]. Dostupné z: <https://www.aiag.org/>
- [47] ČSN EN ISO 9000:2016. *Systém managementu kvality: Základní principy a slovník*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016, 88 s.

- [48] SUAREZ, Gregório. How to use FMEA for Risk Management in ISO 9001:2015. *Quality Way: Blog about quality* [online]. Portugalsko, 2017 [cit. 2018-03-20]. Dostupné z: <https://qualityway.wordpress.com/2017/07/16/how-to-use-fmea-for-risk-management-in-iso-90012015-by-gregorio-suarez/>
- [49] STAMATIS, D. H. *Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution*. 2. dopl. vyd. Milwaukee, Wisc., USA: ASQ Quality Press, 2003. ISBN 978-0-87389-598-9. Dostupné také z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpFMEAFME5/failure-mode-effect-analysis/failure-mode-effect-analysis>
- [50] BOZP při práci s jeřáby a zdvihacími zařízeními: Rizika, povinnosti, legislativa. *BOZP a PO: Bezpečnost práce a požární ochrana* [online]. Praha, 2015 [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <https://www.bozpcz/aktuality/bozp-pri-praci-s-jezaby-a-zdvihacimi-zarizenimi-rizika-povinnosti-legislativa/>
- [51] Statistika pracovních úrazů. *BOZP info: oborový portál pro BOZP* [online]. Praha, 2017, 24.11.2017 [cit. 2018-04-04]. Dostupné z: <http://www.bozpinfo.cz/statistika-pu>
- [52] HAHN, Rudolf. *Pracovní úrazovost v rámci ČR*. Opava: Státní úřad inspekce práce, 2018.
- [53] Neštěstí v Ostrohu: dělník skončil pod jeřábem. *Slovácký deník* [online]. 2017, 3.11.2017 [cit. 2018-03-28]. Dostupné z: <https://slovacky.denik.cz/zlociny-a-soudy/nestesti-v-ostrohu-delnik-skoncil-pod-jezabem-20171103.html>
- [54] Požár kabiny jeřábu likvidovali hasiči. *Prostějovské noviny* [online]. 2018, 11.3.2018 [cit. 2018-03-28]. Dostupné z: <http://pvnovinky.cz/hasici/43210-pozar-kabiny-jezabu-likvidovali-hasici>
- [55] V hale slévárny hořela kabina jeřábu. *Požáry* [online]. 2009, 15.4.2009 [cit. 2018-04-04]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/17090-v-hale-slevarny-horela-kabina-jezabu/>
- [56] V hale do sebe narazily jeřáby, jeden přimáčkł kolejnici čtyři dělníky. *iDnes* [online]. Olomouc, 2015, 25. května 2015 [cit. 2018-04-06]. Dostupné z: https://olomouc.idnes.cz/jezab-v-prostejove-kolejnici-primackl-delniky-f4v-/olomouc-zpravy.aspx?c=A150525_142836_olomouc-zpravy_stk
- [57] Mostové jeřáby. *NOPO: výroba mostových jeřábů a manipulační techniky* [online]. Slatiňany, 2018 [cit. 2018-04-06]. Dostupné z: <http://www.nopo.eu/cz/mostove-jezaby/>
- [58] Mostové jeřáby. *FERRO OK: mostové jeřáby, jeřábové dráhy a ocelové konstrukce* [online]. Praha, 2017 [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: <https://www.ferro-ok.cz/mostove-jezaby.html>
- [59] ČSN ISO 12482-1:1997. *Jeřáby: Sledování stavu všeobecně*. Praha: Český normalizační institut, 1997, 16 s.

9 SEZNAM ZKRATEK, SYMBOLŮ, OBRÁZKŮ A TABULEK

9.1 Seznam tabulek

TAB 1) LHŮTY PROVÁDĚNÍ REVIZÍ A REVIZNÍCH ZKOUŠEK JEŘÁBŮ [7]:...	28
TAB 2) PŘÍKLADY ZÁKLADNÍCH VODÍCÍCH SLOV [39].....	38
TAB 3) PŘÍKLADY VODÍCÍCH SLOV PRO HUMAN HAZOP [39].....	39
TAB 4) JEDNOTLIVÉ KRITÉRIA PRO PROVEDENÍ METODY BOMECH [40]....	40
TAB 5) KATEGORIE PRO VYHODNOCENÍ METODY BOMECH [40].....	40
TAB 6) HISTORIE VÝVOJE METODY FMEA [42]	41
TAB 7) KLASIFIKACE ZÁVAŽNOSTÍ KONEČNÝCH DŮSLEDKŮ A ZPŮSOBŮ PORUCHY [41]	43
TAB 8) HODNOTY PRO HODNOCENÍ KRITÉRIA ZÁVAŽNOSTI PORUCHY [41]	47
TAB 9) HODNOTY PRO HODNOCENÍ PRAVDĚPODOBNOСТИ VÝSKYTU PORUCHY [41]	47
TAB 10) HODNOTY PRO HODNOCENÍ DETEKCE VÝSKYTU PORUCHY [41] .	48
TAB 11) POČTY PRACOVNÍCH ÚRAZŮ A SMRTELNÝCH PRACOVNÍCH ÚRAZŮ [51].....	50
TAB 12) HODNOCENÍ NÁROČNOSTI OBSLUHY JEŘÁBU:	58
TAB 13) VYHODNOCENÍ CELKOVÉ NÁROČNOSTI OBSLUHY JEŘÁBU	59
TAB 14) ANALÝZA HTA PRO UVEDENÍ JEŘÁBU DO CHODU.....	60
TAB 15) ANALÝZA HTA PRO MANIPULACI S MATERIÁLEM.....	61
TAB 16) URČENÍ PŘÍSLUŠNÉ KATEGORIE RIZIKA METODOU BOMECH	65

9.2 Seznam obrázků

OBR. 1) PŘÍSTAVNÍ JEŘÁB [2]	18
OBR. 2) OCELOVÝ JEŘÁB [2]	18
OBR. 3) SCHEMATICKÉ ZNÁZORNĚNÍ MOSTOVÉHO JEŘÁBU [3]	19
OBR. 4) SCHEMATICKÉ ZNÁZORNĚNÍ PORTÁLOVÉHO JEŘÁBU [3].....	20
OBR. 5) SCHEMATICKÉ ZNÁZORNĚNÍ LANOVÉHO JEŘÁBU [3].....	20
OBR. 6) SCHEMATICKÉ ZNÁZORNĚNÍ POLOPORTÁLOVÉHO OTOČNÉHO JEŘÁBU [3]	21
OBR. 7) SCHEMATICKÉ ZNÁZORNĚNÍ VĚŽOVÉHO JEŘÁBU [3]	21
OBR. 8) SCHEMATICKÉ ZNÁZORNĚNÍ SLOUPOVÉHO JEŘÁBU [3].....	22
OBR. 9) SCHEMATICKÉ ZNÁZORNĚNÍ JEŘÁBU S HÁKEM [3]	22
OBR. 10) SCHEMATICKÉ ZNÁZORNĚNÍ ZDVIHOVÉHO MECHANISMU [3].....	23

OBR. 11) SCHEMATICKÉ ZNÁZORNĚNÍ POJEZDOVÉHO MECHANISMU KOČKY [3].....	23
OBR. 12) SCHEMATICKÉ ZNÁZORNĚNÍ SKLÁPĚCÍHO MECHANISMU [3].....	24
OBR. 13) SCHEMATICKÉ ZNÁZORNĚNÍ NÁRAZNÍKU [3]	25
OBR. 14) POPIS OVLADAČE PRO OBSLUHU JEŘÁBU [5].....	26
OBR. 15) OZNAČENÍ CE NA BEZPEČNÝ VÝROBEK [10].....	29
OBR. 16) UKÁZKA ZAJIŠTĚNÉHO PRACOVNÍKA PROTI PÁDU Z VÝŠKY [18]	31
OBR. 17) BEZPEČNOSTNÍ ZNAČKA UPOZORŇUJÍCÍ NA ZAVĚŠENÉ BŘEMENO [20]	31
OBR. 18) UKÁZKA ZÁKLADNÍCH OSOBNÍCH OCHRANNÝCH PRACOVNÍCH PROSTŘEDKŮ [23].....	32
OBR. 19) UKÁZKA HLAVNÍHO VYPÍNAČE JEŘÁBU [27].....	33
OBR. 20) UKÁZKA RŮZNÉHO ZAKONČENÍ VÁZACÍCH PROSTŘEDKŮ [29] ...	35
OBR. 21) UKÁZKA TEXTILNÍHO VÁZÁKU (NEKONEČNÉ SMYČKY) [31]	35
OBR. 22) POSTUP PŘI ZPRACOVÁNÍ METODY FMEA [48]	42
OBR. 23) ZŘÍCENÁ KONSTRUKCE JEŘÁBU [53].....	50
OBR. 24) UKÁZKA OHOŘELÉ KABINY MOSTOVÉHO JEŘÁBU [54].....	51
OBR. 25) ILUSTRACNÍ UKÁZKA MOSTOVÝCH JEŘÁBŮ VEDLE SEBE [57]	52
OBR. 26) MOSTOVÝ JEŘÁB FERRO OK [58].....	54
OBR. 27) UKÁZKA VAZAČSKÉHO PRŮKAZU	56
OBR. 28) UKÁZKA JEŘÁBNICKÉHO PRŮKAZU	56
OBR. 29) ÚKOLOVÝ DIAGRAM OBSLUHY JEŘÁBU	63
OBR. 30) BLOKOVÝ DIAGRAM MOSTOVÉHO JEŘÁBU	66

9.3 Seznam zkratk a symbolů

Zkratka	Význam zkratky
BOZP	Obecně zavedená zkratka označující „bezpečnost a ochranu zdraví při práci“.
ISO	Zkratka vyjadřující mezinárodní organizaci pro normalizaci, vychází z anglického názvu „International Organization for Standardization“
HTA	„Hierarchical Task Analysis“ – Metoda specifikující chyby lidského činitele ovlivňujících chod procesu. [49]
HAZOP	Zkratka anglického názvu „Hazard and Operability Study“ – Analýza ohrožení a provozuschopnosti. [50]
N	Kritérium popisující nejpravděpodobnější následek ohrožení.
OO	Kritérium popisující počet ohrožených osob za směnu.
PN	Kritérium popisující pravděpodobnost vzniku nebezpečného činitele.
E	Kritérium popisující expozici rizika (hodiny osob v ohrožení za rok).
R	Kritérium popisující umožnění ochranné reakce před ohrožením.
Z	Kritérium popisující nároky na psychickou a fyzickou zátěž osob.
K	Kritérium popisující nároky bezpečnou kvalifikaci osob.
I	Kritérium popisující možnost identifikace rizika.
D	Kritérium popisující dynamičnost rizika.
V	Kritérium popisující vliv pracovních podmínek na zvýšení bezpečnosti.
k_N	Koeficient nebezpečnosti.
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis – Analýza způsobů a důsledků poruch [5]
SOP	Je z anglického názvu „Standart Operating Procedure“. Postup pro pomoc na zvýšení bezpečnosti a provozní účinnosti. Týká se vládních, farmaceutických a výzkumných organizací. [7]
IEC	Mezinárodní elektrotechnická komise [10]
AIAG	Automotive Industry Action Group. Světově uznávaná organizace pro řešení záležitostí týkajících se originálních dílů v automobilovém průmyslu. [8]
CE	Označení výrobku splňující požadavky směrnic EU na bezpečnost. Toto označení udává, že výrobce dodržel posouzení shody a výrobek může být uveden na trh.
FMECA	Failure Mode, Effects and Criticality Analysis – Analýza způsobů, důsledků a kritičnosti poruch [5]
RPN	Zkratka z anglického názvu „Risk Priority Number“. Je to bezrozměrné číslo priority rizika. Stanoví se součinem závažnosti poruchy, pravděpodobnosti výskytu a pravděpodobnosti detekce. [5]
S	Číslo klasifikující závažnost poruchy.
P	Číslo klasifikující pravděpodobnost výskytu poruchy.
O	Číslo klasifikující pravděpodobnost poruchy v určitém období.
D	Číslo klasifikující detekci poruchy.

10 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 Analýza human HAZOP

Příloha 2 Analýza FMEA

Objekt: Mostový jeřáb					
Human HAZOP – systematická bezpečnostní studie			Jednotka:	Havarijní scénář manipulace s materiálem	
Systém:	Jednonosíkový mostový jeřáb. Přeprava těžkých objemných materiálů ve výrobní hale.		Účel / funkce:	Zapnutí jeřábu hlavním vypínačem	
			Dotčené osoby:	Obsluha jeřábu	
Klíčové slovo	Odchylka	Příčina	Následek	Bezpečnost. funkce	Akce / Opatření
1.1 NEPROVEDENO	– Obsluha opomenula zapnout jeřáb	– Opomenutí pracovníka z důvodu pracovního spěchu, nepohody nebo nepozornosti	– Jeřáb nefunguje – Nelze přepravovat břemena – Zdržení provozu	– Vyškolená obsluha	– Upozornění na školení jeřábníků a vazačů břemen
1.2 OPAKOVÁNO	– Obsluha zapínala jeřáb opakovaně	– Opomenutí pracovníka z důvodu nejasné signalizace zapnutí jeřábu	– Zkrat elektroniky jeřábu – Nelze přepravovat břemena – Zdržení provozu	– Vyškolená obsluha – Pojistka proti zkratu v elektronice	– Upozornění na školení jeřábníků a vazačů břemen – Jasná signalizace a upozornění na zapnutí jeřábu

Objekt: Mostový jeřáb					
Human HAZOP – systematická bezpečnostní studie			Jednotka:	Havarijní scénář manipulace s materiálem	
Systém:	Jednonosníkový mostový jeřáb. Přeprava těžkých objemných materiálů ve výrobní hale.		Účel / funkce:	Odblokování jeřábu a upozornění na nebezpečí	
			Dotčené osoby:	Obsluha jeřábu	
Klíčové slovo	Odchylka	Příčina	Následek	Bezpečnost. funkce	Akce / Opatření
2.1 NEPROVEDENO	– Obsluha opomenula zmáčknout signalizační tlačítko na ovladači	– Opomenutí pracovníka z důvodu pracovního spěchu, nepohody nebo nepozornosti	– Nelze přepravovat břemena – Zdržení provozu	– Vyškolená obsluha	– Upozornění na školení jeřábníků a vazačů břemen

Objekt: Mostový jeřáb					
Human HAZOP – systematická bezpečnostní studie			Jednotka:	Havarijní scénář manipulace s materiálem	
Systém:	Jednonosíkový mostový jeřáb. Přeprava těžkých objemných materiálů ve výrobní hale.		Účel / funkce:	Denní kontrola jeřábu	
			Dotčené osoby:	Obsluha jeřábu	
Klíčové slovo	Odchyłka	Příčina	Následek	Bezpečnost. funkce	Akce / Opatření
3.1 NEPŘEVEDENO	– Obsluha opomenula provést denní kontrolu jeřábu	– Opomenutí pracovníka z důvodu pracovního spěchu, nepohody nebo nepozornosti	– Zranění obsluhy a okolních osob – Poškození jeřábu a materiálu v okolí	– Vyškolená obsluha – Kontrola servisním a revizním technikem – Zápis v deníku jeřábu	– Upozornění na školení jeřábníků a vazačů břemen – Motivace za provedení kontroly
3.2 ČÁSTEČNĚ	– Obsluha zkontrolovala jen některé části jeřábu	– Opomenutí pracovníka z důvodu pracovního spěchu, nepohody nebo nepozornosti	– Zranění obsluhy a okolních osob – Poškození jeřábu a materiálu v okolí	– Vyškolená obsluha – Kontrola servisním a revizním technikem – Zápis v deníku jeřábu	– Upozornění na školení jeřábníků a vazačů břemen – Motivace za provedení kontroly
3.3 ZPOŽDĚNĚ	– Obsluha zkontrolovala části jeřábu až po přepravě některých břemen	– Opomenutí pracovníka z důvodu pracovního spěchu, nepohody nebo neozornosti	– Zranění obsluhy a okolních osob – Poškození jeřábu a materiálu v okolí	– Vyškolená obsluha – Kontrola servisním a revizním technikem – Zápis v deníku jeřábu	– Upozornění na školení jeřábníků a vazačů břemen – Motivace za provedení kontroly

Objekt: Mostový jeřáb					
Human HAZOP – systematická bezpečnostní studie			Jednotka:	Havarijní scénář manipulace s materiálem	
Systém:	Jednonosníkový mostový jeřáb. Přeprava těžkých objemných materiálů ve výrobní hale.		Účel / funkce:	Uchycení vázacího prostředku	
			Dotčené osoby:	Obsluha jeřábu	
Klíčové slovo	Odchyłka	Příčina	Následek	Bezpečnost. funkce	Akce / Opatření
4.1 JINÝ NEŽ	– Obsluha uchytila jiný vázací prostředek	– Chyba pracovníka z důvodu pracovního spěchu, nepohody nebo nepozornosti	– Přetížení vázacího prostředku – Zranění obsluhy a okolních osob – Poškození vázacího prostředku a materiálu v okolí – Zdržení provozu	– Vyškolená obsluha	– Upozornění na školení jeřábníků a vazačů břemen
	– Obsluha uchytila poškozený vázací prostředek	– Chyba pracovníka z důvodu pracovního spěchu, nepohody nebo nepozornosti	– Přetížení vázacího prostředku – Zranění obsluhy a okolních osob – Poškození vázacího prostředku a materiálu v okolí – Zdržení provozu	– Vyškolená obsluha – Kontrola vázacích prostředků servisními pracovníky	– Upozornění na školení jeřábníků a vazačů břemen – Dostatečná kontrola vázacích prostředků

Klíčové slovo	Odchylka	Příčina	Následek	Bezpečnost. funkce	Akce / Opatření
4.2 NÍŽŠÍ	– Obsluha uchytila vázací prostředek s nedostatečnou nosností	– Chyba pracovníka z důvodu pracovního spěchu, nepohody nebo nepozornosti	– Přetížení vázacího prostředku – Zranění obsluhy a okolních osob – Poškození vázacího prostředku a materiálu v okolí – Zdržení provozu	– Vyškolená obsluha	– Upozornění na školení jeřábníků a vazačů břemen – Dostatečné vizuální označení nosnosti vázacího prostředku

Objekt: Mostový jeřáb					
Human HAZOP – systematická bezpečnostní studie			Jednotka:	Havarijní scénář manipulace s materiálem	
System:	Jednonosíkový mostový jeřáb. Přeprava těžkých objemných materiálů ve výrobní hale.		Účel / funkce:	Uchycení materiálu na vázací prostředek	
			Dotčené osoby:	Obsluha jeřábu	
Klíčové slovo	Odchyłka	Příčina	Následek	Bezpečnost. funkce	Akce / Opatření
5.1 ČÁSTEČNĚ	– Obsluha uchytila vázací prostředek pouze za některé kotevní body	– Chyba pracovníka z důvodu pracovního spěchu, nepohody nebo nepozornosti – Chyba pracovníka z důvodu špatného přístupu ke kotevním bodům	– Přetížení vázacího prostředku – Zhroupení materiálu – Zranění obsluhy a okolních osob – Poškození vázacího prostředku a materiálu v okolí – Zdržení provozu	– Vyškolená obsluha	– Upozornění na školení jeřábníků a vazačů břemen – Kotevní body vytvářet pouze na dostatečně přístupných místech
5.2 VYŠŠÍ	– Obsluha uchytila na vázací prostředek těžší materiál, než byl plánován	– Chyba pracovníka z důvodu pracovního spěchu, nepohody nebo nepozornosti	– Přetížení vázacího prostředku – Zranění obsluhy a okolních osob – Poškození vázacího prostředku a materiálu v okolí – Zdržení provozu	– Vyškolená obsluha	– Upozornění na školení jeřábníků a vazačů břemen
5.3 ROVNĚŽ	– Obsluha uchytila vázací prostředek současně se zdviháním materiálu	– Chyba pracovníka z důvodu pracovního spěchu, nepohody nebo nepozornosti	– Skřípnutí částí těla k vázacímu prostředku nebo materiálu – Zranění obsluhy	– Vyškolená obsluha	– Upozornění na školení jeřábníků a vazačů břemen

Objekt: Mostový jeřáb					
Human HAZOP – systematická bezpečnostní studie			Jednotka:	Havarijní scénář manipulace s materiálem	
Systém:	Jednonosíkový mostový jeřáb. Přeprava těžkých objemných materiálů ve výrobní hale.		Účel / funkce:	Zdvih materiálu	
			Dotčené osoby:	Obsluha jeřábu	
Klíčové slovo	Odchylka	Příčina	Následek	Bezpečnost. funkce	Akce / Opatření
6.1 VYŠŠÍ	– Obsluha přetížila maximální nosnost jeřábu	– Chyba pracovníka z důvodu pracovního spěchu, nepohody nebo nepozornosti – Chyba pracovníka z důvodu špatného označení nosnosti jeřábu	– Přetížení jeřábu – Zranění obsluhy a okolních osob – Poškození jeřábu, vázacího prostředku a materiálu v okolí – Zdržení provozu	– Vyškolená obsluha	– Upozornění na školení jeřábníků a vazačů břemen
6.2 ROVNĚŽ	– Obsluha provedla zdvih materiálu současně s uchycením materiálu na vázací prostředek	– Chyba pracovníka z důvodu pracovního spěchu, nepohody nebo nepozornosti	– Skřípnutí částí těla k vázacímu prostředku nebo materiálu – Zranění obsluhy	– Vyškolená obsluha	– Upozornění na školení jeřábníků a vazačů břemen
	– Obsluha provedla zdvih materiálu současně s pojezdem jeřábu	– Chyba pracovníka z důvodu pracovního spěchu, nepohody nebo nepozornosti	– Skřípnutí částí těla k vázacímu prostředku nebo materiálu – Zranění obsluhy	– Vyškolená obsluha	– Upozornění na školení jeřábníků a vazačů břemen – Instalace omezovače dvou současných funkcí

Klíčové slovo	Odchylka	Příčina	Následek	Bezpečnost. funkce	Akce / Opatření
6.3 PŘEDČASNĚ	– Obsluha provedla zdvih materiálu před uchycením na vazací prostředek	– Chyba pracovníka z důvodu pracovního spěchu, nepohody nebo nepozornosti	– Nezvednutý materiál – Zdržení provozu	– Vyškolená obsluha	– Upozornění na školení jeřábníků a vazačů břemen

Objekt: Mostový jeřáb					
Human HAZOP – systematická bezpečnostní studie			Jednotka:	Havarijní scénář manipulace s materiálem	
System:	Jednonosíkový mostový jeřáb. Přeprava těžkých objemných materiálů ve výrobní hale.		Účel / funkce:	Pojezd jeřábu s materiálem	
			Dotčené osoby:	Obsluha jeřábu	
Klíčové slovo	Odchyłka	Příčina	Následek	Bezpečnost. funkce	Akce / Opatření
7.1 VYŠŠÍ	– Obsluha přetížila maximální nosnost jeřábu	– Chyba pracovníka z důvodu pracovního spěchu, nepohody nebo nepozornosti – Chyba pracovníka z důvodu špatného označení nosnosti jeřábu	– Přetížení jeřábu – Zranění obsluhy a okolních osob – Poškození jeřábu a materiálu v okolí – Zdržení provozu – Naražení do materiálu v okolí	– Vyškolená obsluha	– Upozornění na školení jeřábníků a vazačů břemen – Dostatečně označení nosnosti jeřábu
	– Obsluha provedla pojezd jeřábu s vysokou nepřiměřenou rychlostí	– Chyba pracovníka z důvodu pracovního spěchu, nepohody nebo nepozornosti	– Zranění obsluhy a okolních osob – Poškození jeřábu a materiálu v okolí – Zdržení provozu – Zhroupení materiálu	– Vyškolená obsluha	– Upozornění na školení jeřábníků a vazačů břemen – Zavedení omezovačů rychlosti pojezdu při zatíženém jeřábu

Klíčové slovo	Odchyłka	Příčina	Následek	Bezpečnost. funkce	Akce / Opatření
7.2 ROVNĚŽ	– Obsluha provedla pojezd jeřábu společně s uchycením materiálu na vázací prostředek	– Chyba pracovníka z důvodu pracovního spěchu, nepohody nebo nepozornosti	– Skřípnutí částí těla k vázacímu prostředku nebo materiálu – Zranění obsluhy	– Vyškolená obsluha	– Upozornění na školení jeřábníků a vazačů břemen
	– Obsluha provedla pojezd jeřábu společně se zdvihem materiálu	– Chyba pracovníka z důvodu pracovního spěchu, nepohody nebo nepozornosti	– Skřípnutí částí těla k vázacímu prostředku nebo materiálu – Zranění obsluhy – Naražení do materiálu v okolí	– Vyškolená obsluha	– Upozornění na školení jeřábníků a vazačů břemen – Instalace omezovače dvou současných funkcí
	– Obsluha provedla pojezd jeřábu společně se spouštěním	– Chyba pracovníka z důvodu pracovního spěchu, nepohody nebo nepozornosti	– Skřípnutí částí těla k vázacímu prostředku nebo materiálu – Zranění obsluhy – Naražení do materiálu v okolí	– Vyškolená obsluha	– Upozornění na školení jeřábníků a vazačů břemen – Instalace omezovače dvou současných funkcí
7.3 OPAKOVÁNO	– Obsluha provedla pojezd jeřábu opakovaně a pojezd nebyl plynulý	– Chyba pracovníka z důvodu pracovního spěchu, nepohody nebo nepozornosti	– Zhoupnutí materiálu – Zranění obsluhy – Naražení do materiálu v okolí	– Vyškolená obsluha	– Upozornění na školení jeřábníků a vazačů břemen

Objekt: Mostový jeřáb					
Human HAZOP – systematická bezpečnostní studie			Jednotka:	Havarijní scénář manipulace s materiálem	
Systém:	Jednonosníkový mostový jeřáb. Přeprava těžkých objemných materiálů ve výrobní hale.		Účel / funkce:	Spouštění materiálu	
			Dotčené osoby:	Obsluha jeřábu	
Klíčové slovo	Odchylka	Příčina	Následek	Bezpečnost. funkce	Akce / Opatření
8.1 VYŠŠÍ	– Obsluha provedla spouštění materiálu s vysokou nepřiměřenou rychlostí	– Chyba pracovníka z důvodu pracovního spěchu, nepohody nebo nepozornosti	– Zranění obsluhy a okolních osob – Poškození jeřábu a materiálu v okolí	– Vyškolená obsluha	– Upozornění na školení jeřábníků a vazačů břemen – Zavedení omezovačů rychlosti spouštění při zatíženém jeřábu
8.2 PŘEDČASNĚ	– Obsluha provedla spouštění materiálu před přepravením materiálu na místo určení	– Chyba pracovníka z důvodu pracovního spěchu, nepohody nebo nepozornosti	– Špatně umístěný materiál – Zdržení provozu – Zranění obsluhy a okolních osob – Poškození materiálu v okolí	– Vyškolená obsluha	– Upozornění na školení jeřábníků a vazačů břemen
8.3 OPAKOVÁNO	– Obsluha provedla spouštění materiálu opakovaně a spuštění nebylo plynulé	– Chyba pracovníka z důvodu pracovního spěchu, nepohody nebo nepozornosti	– Zranění obsluhy – Zničení brzdového systému jeřábu	– Vyškolená obsluha	– Upozornění na školení jeřábníků a vazačů břemen
8.4 ROVNĚŽ	– Obsluha provedla spouštění materiálu společně s pojezdem jeřábu	– Chyba pracovníka z důvodu pracovního spěchu, nepohody nebo nepozornosti	– Zranění obsluhy a okolních osob – Poškození materiálu v okolí	– Vyškolená obsluha	– Upozornění na školení jeřábníků a vazačů břemen

Objekt: Mostový jeřáb					
Human HAZOP – systematická bezpečnostní studie			Jednotka:	Havarijní scénář manipulace s materiálem	
Systém:	Jednonosíkový mostový jeřáb. Přeprava těžkých objemných materiálů ve výrobní hale.		Účel / funkce:	Odepnutí materiálu a vázacího prostředku	
			Dotčené osoby:	Obsluha jeřábu	
Klíčové slovo	Odchyłka	Příčina	Následek	Bezpečnost. funkce	Akce / Opatření
9.1 NEPROVEDENO	– Obsluha opomenula provést odepnutí materiálu z vázacího prostředku	– Opomenutí pracovníka z důvodu pracovního spěchu, nepohody nebo nepozornosti	– Zranění obsluhy a okolních osob při další manipulaci – Zdržení provozu	– Vyškolená obsluha – Umístění vázacího prostředku na odstavné místo po ukončení manipulace	– Upozornění na školení jeřábníků a vazačů břemen
	– Obsluha opomenula provést odepnutí vázacího prostředku z jeřábu	– Opomenutí pracovníka z důvodu pracovního spěchu, nepohody nebo nepozornosti	– Zranění obsluhy a okolních osob při další manipulaci – Zdržení provozu – Zmatení jiné obsluhy	– Vyškolená obsluha – Umístění vázacího prostředku na odstavné místo po ukončení manipulace	– Upozornění na školení jeřábníků a vazačů břemen
9.2 ČÁSTEČNĚ	– Obsluha neodepla všechny části uchycených vázacích prostředků (u vícepramenných prostředků)	– Opomenutí pracovníka z důvodu pracovního spěchu, nepohody nebo nepozornosti	– Zranění obsluhy a okolních osob při další manipulaci – Zdržení provozu	– Vyškolená obsluha – Umístění vázacího prostředku na odstavné místo po ukončení manipulace	– Upozornění na školení jeřábníků a vazačů břemen
9.3 PŘEDČASNĚ	– Obsluha odepla část uchycených vázacích prostředků (u vícepramenných prostředků) před spuštěním materiálu	– Opomenutí pracovníka z důvodu pracovního spěchu, nepohody nebo nepozornosti	– Zranění obsluhy a okolních osob při další manipulaci – Zdržení provozu – Poškození materiálu v okolí – Zhroupení materiálu	– Vyškolená obsluha	– Upozornění na školení jeřábníků a vazačů břemen

Klíčové slovo	Odchyłka	Příčina	Následek	Bezpečnost. funkce	Akce / Opatření
9.4 ZPOŽDĚNĚ	– Obsluha opomenula odepnout vázací prostředek před novým pracovním cyklem	– Opomenutí pracovníka z důvodu pracovního spěchu, nepohody nebo nepozornosti	– Zranění obsluhy a okolních osob při další manipulaci – Zdržení provozu – Poškození materiálu v okolí	– Vyškolená obsluha	– Upozornění na školení jeřábníků a vazačů břemen
	– Obsluha opomenula odepnout materiál z vázacího prostředku před novým pracovním cyklem	– Opomenutí pracovníka z důvodu pracovního spěchu, nepohody nebo nepozornosti	– Zranění obsluhy a okolních osob při další manipulaci – Zdržení provozu – Poškození materiálu v okolí	– Vyškolená obsluha	– Upozornění na školení jeřábníků a vazačů břemen

PŘÍLOHA 2 – Analýza FMEA

Druh FMEA			Zkoumaný objekt						Řešitel			Datum založení			
Konstrukční FMEA			Jednonosíkový mostový jeřáb FERRO OK						Bc. Ondřej Attasek			20.4.2018			
Objekt pracovního procesu			Obsluha						Celkový počet stran FMEA			Datum poslední revize			
Přeprava materiálu ve výrobní hale			Jeřábník, vazač břemen						8			8.5.2018			
Objekt	Funkce objektu	Způsob poruchy	Možný následek	Možná příčina	Význam (S)	Výskyt (O)	Detekce (D)	RPN	Doporučená opatření	Zodpovědnost	Termín provedení opatření	Význam (S)	Výskyt (O)	Detekce (D)	RPN
Hlavní vypínač	Zajištění přívodu el. energie	Nespíná	Nefunkční jeřáb, zdržení výroby, hromadící se materiál	Mechanická porucha	7	2	2	28							
		Nefunguje přívod el. energie	Nefunkční jeřáb, zdržení výroby, hromadící se materiál	Porucha v elektronice	7	3	3	63	Bezpečnostní čidla zaznamenávající poruchu, jističe, zvýšit periodu všech opatření	Pracovníci údržby	Ihned				
Rozvaděč	Zajištění rozvodu el. energie	Nefunguje rozvod el. energie	Nefunkční jeřáb, zdržení výroby, hromadící se materiál, zkrat v elektronice, požár	Porucha v elektronice	8	2	3	48	Zvýšit periodu všech opatření po 20 letech provozu	Pracovníci údržby	Po 20 letech provozu				
				Nedostatečná údržba	8	2	2	32							

Objekt	Funkce objektu	Způsob poruchy	Možný následek	Možná příčina	Význam (S)	Výskyt (O)	Detekce (D)	RPN	Doporučená opatření	Zodpovědnost	Termín provedení opatření	Význam (S)	Výskyt (O)	Detekce (D)	RPN
Rozvaděč	Zajištění rozvodu el. energie	Rozvádí el. energii pouze částečně	Nefunkční některé části jeřábu, zdržení výroby, hromadící se materiál, zkrat v elektronice, požár	Porucha v elektronice	7	2	3	42	Zvýšit periodu všech opatření po 20 letech provozu	Pracovníci údržby	Po 20 letech provozu				
				Nedostatečná údržba	8	2	2	32							
Troleje	Zajištění přívodu el. energie k elektromotorům	Nevedou el. energii	Nefunkční jeřáb, zdržení výroby, hromadící se materiál	Mechanická porucha	8	6	3	144	Kontrolovat troleje při údržbě jeřábu, jističe, zvýšit periodu všech opatření po 20 letech provozu	Pracovníci údržby	1 x za 3 měsíce, po 20 letech provozu	8	4	2	64
		Vedou špatné množství el. energie	Nefunkční jeřáb, zdržení výroby, hromadící se materiál, zkrat v elektronice, požár, zranění osob	Mechanická porucha	8	6	3	144	Kontrolovat troleje při údržbě jeřábu, jističe, zvýšit periodu všech opatření po 20 letech provozu	Pracovníci údržby	1 x za 3 měsíce, po 20 letech provozu	8	4	2	64

Objekt	Funkce objektu	Způsob poruchy	Možný následek	Možná příčina	Význam (S)	Výskyt (O)	Detekce (D)	RPN	Doporučená opatření	Zodpovědnost	Termín provedení opatření	Význam (S)	Výskyt (O)	Detekce (D)	RPN
Kladkostroj	Zajištění zvedání a spouštění materiálu	Nefunkční kladkostroj	Nefunguje zdvih a spouštění jeřábu, zdržení výroby, hromadící se materiál	Porucha elektromotoru	7	5	5	175	Zahrnout do periody údržby, jističe, zvýšit periodu všech opatření po 20 letech provozu	Pracovníci údržby	Ihned, po 20 letech provozu	7	3	3	63
				Porucha převodovky	7	5	5	175	Zahrnout do periody údržby, zvýšit periodu všech opatření po 20 letech provozu	Pracovníci údržby	Ihned, po 20 letech provozu	7	3	4	84
		Nefunkční spouštění kladkostroje	Nefunguje spouštění jeřábu, zdržení výroby, hromadící se materiál	Porucha elektromotoru	5	5	5	125	Zahrnout do periody údržby, jističe, zvýšit periodu všech opatření po 20 letech provozu	Pracovníci údržby	Ihned, po 20 letech provozu	5	3	3	45
				Porucha převodovky	5	5	6	150	Zahrnout do periody údržby, zvýšit periodu všech opatření po 20 letech provozu	Pracovníci údržby	Ihned, po 20 letech provozu	5	3	4	60

Objekt	Funkce objektu	Způsob poruchy	Možný následek	Možná příčina	Význam (S)	Výskyt (O)	Detekce (D)	RPN	Doporučená opatření	Zodpovědnost	Termín provedení opatření	Význam (S)	Výskyt (O)	Detekce (D)	RPN
Kladkostroj	Zajištění zvedání a spouštění materiálu	Samovolné spouštění kladkostroje	Uvolnění materiálu z kladkostroje, zranění okolních osob, poškození materiálu	Poškozená brzda kočky	6	6	5	180	Častější kontrolování technického stavu, důkladně kontrolovat při denní prohlídce, zvýšit periodu všech opatření po 20 letech provozu	Jeřábník pracovní údržby	Ihned, po 20 letech provozu	6	3	3	54
Lano / hák / vázací prostředek	Mechanické zajištění přepraveného materiálu	Nelze používat lano, hák nebo vázací prostředek	Zdržení výroby, hromadící se materiál, zranění okolních osob, poškození materiálu	Mechanické poškození	6	8	4	192	Důkladně kontrolovat během denní prohlídky, zvýšit periodu všech opatření po 20 letech provozu	Jeřábník pracovní údržby	1 x denně, po 20 letech provozu	6	4	3	72
				Zkorodování materiálu	6	6	4	144	Důkladně kontrolovat během denní prohlídky, zvýšit periodu všech opatření po 20 letech provozu	Jeřábník pracovní údržby	1 x denně, po 20 letech provozu	6	3	3	54

Objekt	Funkce objektu	Způsob poruchy	Možný následek	Možná příčina	Význam (S)	Výskyt (O)	Detekce (D)	RPN	Doporučená opatření	Zodpovědnost	Termín provedení opatření	Význam (S)	Výskyt (O)	Detekce (D)	RPN
Lano / hák / vázací prostředek	Mechanické zajištění přepraveného materiálu	Nelze používat lano, hák nebo vázací prostředek	Zdržení výroby, hromadící se materiál, zranění okolních osob, poškození materiálu	Nedostatečný servis a údržba	6	4	4	96	Zvýšit periodu všech opatření po 20 letech provozu	Pracovníci údržby	Po 20 letech provozu				
Kočka	Zajištění pojezdu s materiálem	Nefunkční kočka	Nefunguje pojezd s materiálem, zdržení výroby, hromadící se materiál	Porucha elektromotoru	5	5	3	75	Zvýšit periodu všech opatření po 20 letech provozu	Pracovníci údržby	Po 20 letech provozu				
				Porucha převodovky	5	5	4	100	Zvýšit periodu všech opatření po 20 letech provozu	Pracovníci údržby	Po 20 letech provozu				
		Pohyb kočky není plynulý	Pojezd s materiálem není plynulý, zranění okolních osob, poškození materiálu	Mechanické poškození koleček	6	6	3	108	Důkladné kontrolování technického stavu, zvýšit periodu všech opatření po 20 letech provozu	Pracovníci údržby	1 x za 3 měsíce, po 20 letech provozu	6	4	3	72
				Mechanické poškození mostu	6	4	3	72	Zvýšit periodu všech opatření po 20 letech provozu	Pracovníci údržby	Po 20 letech provozu				

Objekt	Funkce objektu	Způsob poruchy	Možný následek	Možná příčina	Význam (S)	Výskyt (O)	Detekce (D)	RPN	Doporučená opatření	Zodpovědnost	Termín provedení opatření	Význam (S)	Výskyt (O)	Detekce (D)	RPN
Kočka	Zajištění pojezdu s materiálem	Kočka správně nebrzdí	S materiálem se včas nedobrzdí, zranění okolních osob, poškození materiálu	Poškozená brzda kladkostroje	7	4	5	140	Důkladné kontrolování technického stavu, kvalitnější údržba, upozornění na školení jeřábníků nepracovat s takovým jeřábem, zvýšit periodu všech opatření po 20 letech provozu	Pracovníci údržby	1 x za 3 měsíce, po 20 letech provozu	6	3	4	72
Most	Zajištění pohybu kočky a pohybu na ni kolmého	Mechanické poškození mostu	Pohyb kočky není plynulý, zranění okolních osob, poškození materiálu Zaseknutí kočky	Opotřebování konstrukce mostu (poškození, prohnutí atd.)	6	3	3	54	Zvýšit periodu všech opatření po 20 letech provozu	Pracovníci údržby	Po 20 letech provozu				
			Poškozená konstrukce mostu	Poškozená konstrukce mostu	5	4	3	60	Zvýšit periodu všech opatření po 20 letech provozu	Pracovníci údržby	Po 20 letech provozu				

Objekt	Funkce objektu	Způsob poruchy	Možný následek	Možná příčina	Význam (S)	Výskyt (O)	Detekce (D)	RPN	Doporučená opatření	Zodpovědnost	Termín provedení opatření	Význam (S)	Výskyt (O)	Detekce (D)	RPN
Závěsný ovladač	Spoj mezi obsluhou a jeřábem, zajištění všech pohybů	Nefunkční ovladač	Nefunguje ovládání jeřábu, zdržení výroby, hromadící se materiál	Špatný rozvod el. energie	4	6	4	96	Zvýšit periodu všech opatření po 20 letech provozu	Pracovníci údržby	Po 20 letech provozu				
				Poškozený ovladač	5	6	4	120	Upozornění obsluhy na školení jeřábníků a vazačů o vhodném používání, pravidelná údržba, zvýšit periodu všech opatření po 20 letech provozu	Všichni pracovníci	Ihned, po 20 letech provozu	5	4	3	60
		Nefunkční některé funkce ovladače	Nefunguje ovládání některých funkcí jeřábu, zdržení výroby, hromadící se materiál	Poškozené tlačítka ovladače	4	8	3	96	Zvýšit periodu všech opatření po 20 letech provozu	Pracovníci údržby	Po 20 letech provozu				
				Špatný rozvod el. energie	4	6	4	96	Zvýšit periodu všech opatření po 20 letech provozu	Pracovníci údržby	Po 20 letech provozu				