

Možnosti nástrojů modelování ve vizualizaci rizik

Adam Konečný

Bakalářská práce
2024



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení
Ústav krizového řízení

Akademický rok: 2023/2024

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Adam Konečný
Osobní číslo: L21045
Studijní program: B1022A020002 Management rizik
Forma studia: Kombinovaná
Téma práce: Možnosti nástrojů modelování ve vizualizaci rizik

Zásady pro vypracování

- Zpracujte z dostupných domácích i zahraničních zdrojů teoretickou část bakalářské práce.
- Navrhněte a vypracujte 3D model výrobní linky.
- Vizualizujte rizika spojená s výrobní linkou a tyto prezentujte.

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

Seznam doporučené literatury:

1. DITTRICHOVÁ, Milada a JUROVÁ, Marie. *Bezpečnost práce*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2019. ISBN 978-80-7623-019-4.
2. FLÍDR, Jiří. *Propojení výroby a informačních systémů v praxi*. Expert (Grada). Praha: Grada Publishing, 2023. ISBN 978-80-271-2459-6.
3. TOMEK, Gustav a VÁVROVÁ, Věra. *Průmysl 4.0, aneb, Nikdo sám nevyhraje*. Průhonice: Professional Publishing, 2017. ISBN 978-80-906594-4-5.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jakub Rak, Ph.D.**
Ústav ochrany obyvatelstva

Datum zadání bakalářské práce: **1. prosince 2023**

Termín odevzdání bakalářské práce: **3. května 2024**

L.S.

doc. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.
děkanka

Ing. et Ing. Jiří Konečný, Ph.D.
ředitel ústavu

V Uherském Hradišti dne 4. prosince 2023

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užit své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považuji se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

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

V Uherském Hradišti, dne: 3.5.2024

Jméno a příjmení studenta: Adam Konečný

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Bakalářská práce se věnuje tvorbě modelu výrobní linky pro firmu XY, která sídlí v Dánsku. Dále jsou zde zhodnoceny nedostatky v bezpečnosti a jejich vyobrazení.

Teoretická část práce se věnuje třem hlavním tématům, a to samotným programům pro vytváření modelů od jejich prvopočátků až po současnost. Další část je zaměřena na bezpečnost ve výrobě, která je obzvláště důležitou a poslední část se věnuje samotné automatizaci.

V praktické části jsem se věnoval samotné výrobní lince, kterou jsem rozdělil do několika sekcí. Jsou zde popsány informace, jak vlastně daná sekce funguje a co je jejím cílem. Dále jsem se věnoval samotným nedostatkům v bezpečnosti této linky. K tomu jsem využil metody Checklist a jednoduchá bodová metoda.

Klíčová slova: CAD systémy, bezpečnost práce, výrobní linka, automatizace, robotizace

ABSTRACT

The bachelor thesis focuses on creating a model of a production line for company XY, located in Denmark. Additionally, it evaluates security deficiencies and depicts them.

The theoretical part of the thesis addresses three main topics: the creation of models from their inception to the present, focusing on the programs themselves. Another section is dedicated to safety in manufacturing, which is particularly crucial, and the final part delves into automation itself.

In the practical section, I devoted myself to the production line, which I divided into several sections. It describes how each section operates and its objectives. Furthermore, I addressed the security deficiencies of this line using the Checklist method and a simple point-based method.

Keywords: CAD systems, workplace safety, production line, automation, robotics

Poděkování:

Za ochotu a poskytnutí cenných rad při vypracování mé bakalářské práce bych chtěl poděkovat Ing. Jakubu Rakovi, Ph.D a všem dalším, kteří mi při psaní byli nápomocni. Dále bych chtěl také poděkovat svým blízkým a rodině, za jejich trpělivost a podporu.

Moto:

„Tajemství, jak se posouvat dál, je začít.“

- Mark Twain

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

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 3D GRAFICKÉ PROGRAMY	11
1.1 HISTORIE CAD SYSTÉMŮ	11
1.2 TYPY CAD SYSTÉMŮ	12
1.3 FUNKCE CAD SYSTÉMU AUTODESK INVENTOR	13
1.4 POSTUP VYTVOŘENÍ SOUČÁSTI (HŘÍDELE) V PROGRAMU AUTODESK INVENTOR	16
1.5 VYUŽITÍ CAD SYSTÉMŮ.....	16
2 BEZPEČNOST PÁČE	18
2.1 LEGISLATIVA V OBLASTI BOZP	18
2.2 ZÁKLADNÍ POJMY A PRINCIPY BOZP.....	20
2.3 RIZIKOVÁ ANALÝZA A HODNOCENÍ RIZIK	21
2.4 OSOBNÍ OCHRANNÉ PRACOVNÍ PROSTŘEDKY.....	22
2.5 BEZPEČNOSTNÍ ZNAČENÍ A SIGNALIZACE	22
3 AUTOMATIZACE	24
3.1 HISTORIE AUTOMATIZACE	24
3.2 ZÁKLADNÍ POJMY A PRINCIPY AUTOMATIZACE.....	24
3.2.1 Typy automatizace	25
3.2.2 Úrovně automatizace.....	26
3.3 AUTOMATIZAČNÍ SYSTÉMY	26
3.3.1 Řídící systémy.....	27
3.3.2 Robotika a manipulace s materiálem	27
3.4 TRENDY V AUTOMATIZACI	28
II PRAKTICKÁ ČÁST	29
4 MODELOVÁNÍ VÝROBNÍ LINKY	30
4.1 POŽADAVKY NA VÝROBNÍ LINKU	30
4.2 ROZDĚLENÍ LINKY	31
4.2.1 Stavěcí stroj.....	32
4.2.2 Etiketovací stroj se dvěma hlavami.....	33
4.2.3 Monoblok	34
4.2.4 Robotické zakládání	36
4.2.5 Zásobník a dopravník	37
4.2.6 Balící tunel	38
4.2.7 Etiketovací hlava na sloupu	39
4.2.8 Robotická paletizace	40
4.3 KOMPLETACE VÝROBNÍ LINKY	42

5	BEZPEČNOST VÝROBNÍ LINKY	43
5.1	STAVĚCÍ STROJ	44
5.2	ETIKETOVACÍ STROJ SE DVĚMA HLAVAMI	45
5.3	MONOBLOK.....	46
5.4	ROBOTICKÉ ZAKLÁDÁNÍ.....	47
5.5	ZÁSOBNÍK A DOPRAVNÍK.....	48
5.6	BALÍCÍ TUNEL.....	49
5.7	ETIKETOVACÍ HLAVA NA SLOUPU	50
5.8	ROBOTICKÁ PALETIZACE	51
5.9	VYHODNOCENÍ A NAVRŽENÍ OPATŘENÍ	52
5.10	ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ ANALÝZY.....	60
6	VIZUALIZACE RIZIKOVÝCH ČÁSTÍ VÝROBNÍ LINKY	61
	ZÁVĚR	62
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	63
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	65
	SEZNAM OBRÁZKŮ	66
	SEZNAM TABULEK.....	68
	SEZNAM PŘÍLOH.....	69

ÚVOD

V dnešním dynamickém a neustále se měnícím podnikatelském prostředí je řízení rizik klíčovým faktorem pro úspěch organizací. Významnou roli v procesu řízení rizik hraje schopnost identifikovat, kvantifikovat a vizualizovat různé typy rizik, kterým organizace čelí. Proces řízení rizik není pouze o reakci na již existující nebezpečí, ale i o aktivním přístupu k predikci a prevenci potenciálních rizik. Identifikace rizik je prvním krokem k tomu, aby organizace mohla adekvátně reagovat a minimalizovat jejich dopad. Další nedílnou součástí úspěšného podniku je optimalizace a robotizace ve výrobě. Jedná se o trendy, které mohou výrazně přispět k efektivitě a konkurenceschopnosti organizace. Automatizace procesů a nasazení robotů mohou snížit náklady, zvýšit produktivitu a minimalizovat chyby. Tyto trendy vedou k transformaci tradičních výrobních linek a celých průmyslových odvětví, kde se lidská práce stále více nahrazuje automatizací a umělou inteligencí. V dnešním rychle se vyvíjejícím světě je nezbytné, aby organizace neustále sledovaly a adaptovaly se na nové technologické a obchodní trendy. Pouze tak mohou udržet svou konkurenceschopnost a dosahovat dlouhodobého úspěchu

Hlavním cílem bakalářské práce je vyhledat a následně vizualizovat rizika spojená s výrobní linkou, jenž má za úkol plnění alkoholu do zkumavek a jeho následné balení. K tomu jsem využil metody checklist pro vyhledávání nebezpečí a následně jednoduchou bodovou metodu pro jeho zhodnocení. Prvním dílčím cílem je zpracování teoretické části, představující odborný vstup do problematiky 3D modelování, Bezpečnosti práce a automatizace. Druhý dílčí cíl, tedy samotným návrhem a modelováním výrobní linky, byl realizován za pomoci aplikace Autodesk Inventor 2024. Zde bylo tedy primárně využito metody modelování.

V práci jsem se věnoval bezpečnosti a rizikům jež mají vliv na obsluhu a vynechal jsem zajištění bezpečnosti kontinuity provozu z důvodu velkého rozsahu tématu.

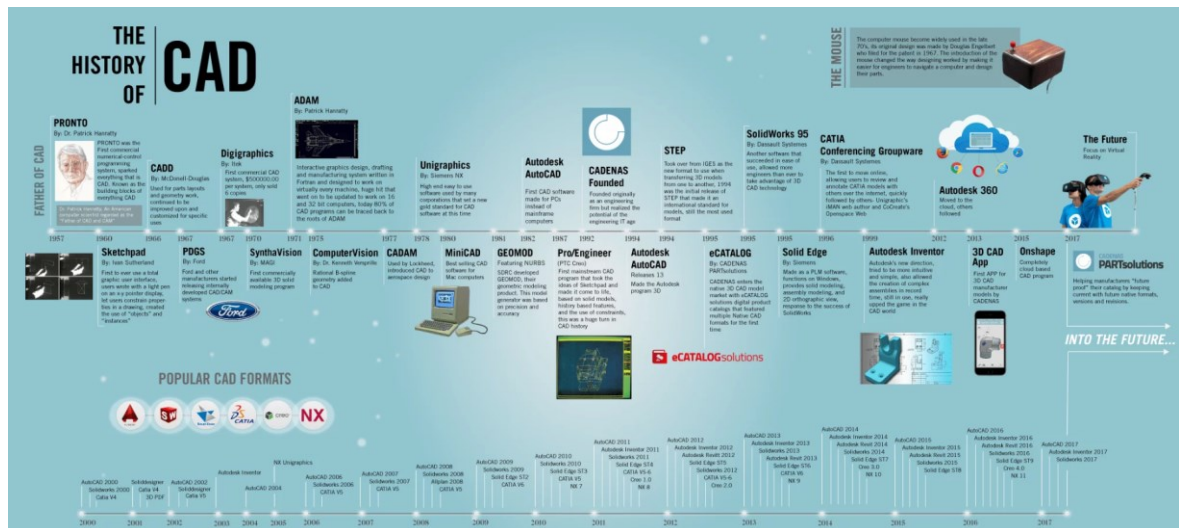
I. TEORETICKÁ ČÁST

1 3D GRAFICKÉ PROGRAMY

3D grafické modely také nazýváme CAD programy a jsou digitální reprezentací trojrozměrných objektů. Jsou tvořeny sítí bodů, které definují povrch objektu a mohou zahrnovat i další informace, jako je textura, barva a materiál. 3D modely se používají v široké škále oblastí. (Autodesk, 2024)

1.1 Historie CAD systémů

Počátky počítačem podporovaného modelování sahají do 50. let 20. století. První systémy byly poměrně primitivní a běžely na velkých sálových počítačích. Teprve s rozvojem technologie a dostupnosti menších počítačů se CAD systémy staly dostupnější pro širokou škálu uživatelů. Jako první komerční NC programovací jazyk se uvádí PRONTO, který navrhl vývojář Dr. Patrick J. Hanratty. Následně na to roku 1963 přichází Ivan Sutherland se svým prvním programem SKETCHPAD jenž je brán jako první CAD systém. Za opravdu plnohodnotný CAD systém se ale považuje program od společnosti ITEK. Ten využíval bohužel ale velmi drahé a tím pádem i cenově nedostupné světelné pero a díky tomu se prodalo jen pár kusů. Roku 1966 přichází McDonnell Douglas Automation Company se svým programem s jednoduchým ale výstižným názvem CADD. Ten je již natolik výkonný, že dovede řešit složitější geometrické problémy. Následující léta se na trhu objevuje další velká řada programovacích jazyků jako jsou třeba McAuto, 3D CAD Syntha Vision, Autotrol a další. První 3D CAD systém přichází až roku 1972. Konkrétně se jednalo o program 3D CAD Syntha Vision od firmy MAGI, ale jeho hlavní zaměření bylo na sledování a analyzování radioaktivního záření. Tím pádem se za primárně první konstruktérský 3D CAD program bere CATIA od společnosti Avions Marcel Dassault. Ten je využíván do dnešních dnů převážně v letectví, automobilovém průmyslu a kosmonautice. V roce 1982 byly definovány dodnes nejpoužívanější vektorové formáty dxf a dwg. Od roku 1982 se díky dostupnosti výkonnějších počítačů širší veřejnosti začínají objevovat další a další CAD systémy jako jsou AutoCAD, CATIA V3, SolidWorks nebo třeba Pro/ENGINEER. (T-support, 2024)



Obrázek 1 vývoj CAD systémů (Partsolutions, 2023)

1.2 Typy CAD systémů

Existuje mnoho typů CAD systémů. Rozdělovat je můžeme kupříkladu podle funkcionalit, zaměření, platformy a další typy CAD systémů.

Podle funkcionality:

- **2D CAD systémy:** Zaměřují se na 2D kreslení a dokumentaci. Jsou vhodné pro základní konstruktérské práce, tvorbu výkresů a půdorysů.
- **3D CAD systémy:** Umožňují tvorbu 3D modelů a prostředí. Jsou vhodné pro komplexní návrhy produktů, strojů, budov a dalších objektů.
- **BIM systémy:** Jsou určeny pro navrhování a modelování budov a staveb. Umožňují tvorbu integrovaných modelů, které zahrnují všechny aspekty stavby (architektonické, konstrukční a technické).

Podle zaměření:

- **MCAD systémy:** Jsou určeny pro strojírenství a navrhování strojů a zařízení.
- **ECAD systémy:** Jsou určeny pro elektroniku a navrhování elektronických obvodů a desek.
- **AEC systémy:** Jsou určeny pro architekturu, stavebnictví a navrhování budov.
- **GIS systémy:** Jsou určeny pro práci s geografickými daty a tvorbou map.

Podle platformy:

- Deskové CAD systémy: Klasické CAD programy, které se instalují na počítač.
- Cloudové CAD systémy: Webové aplikace, které běží v prohlížeči a nevyžadují instalaci.
- Mobilní CAD systémy: Aplikace pro chytré telefony a tablety, které umožňují základní práci s CAD modely.

Další typy CAD systémů:

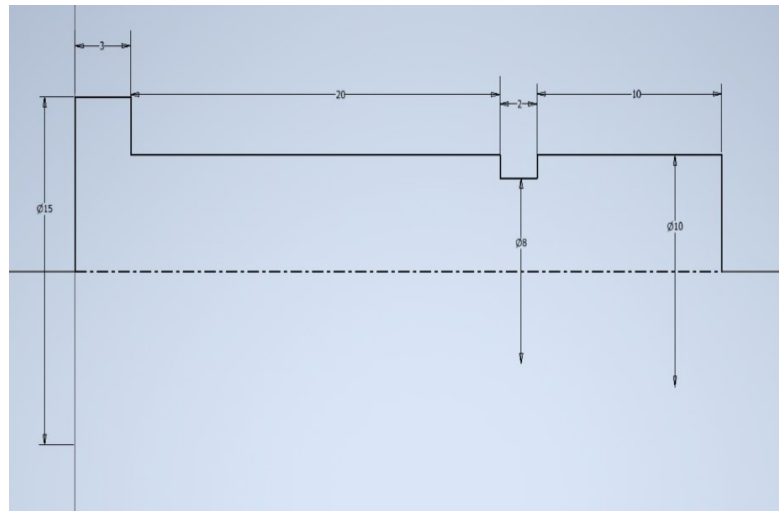
- CAM systémy: Jsou určeny pro počítačovou podporu výroby a propojení CAD modelů s výrobními procesy.
- CAE systémy: Jsou určeny pro počítačovou podporu inženýrských prací a simulaci chování objektů. (T-support.cz, 2024)

1.3 Funkce CAD systému Autodesk Inventor

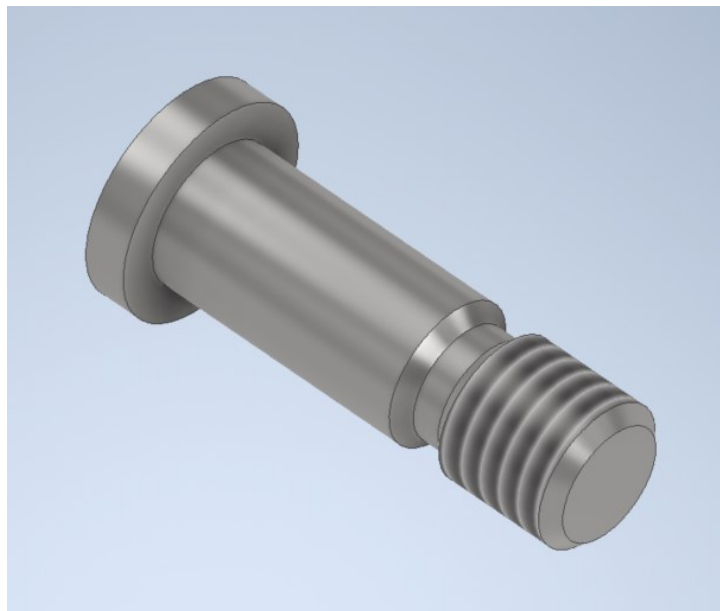
Autodesk Inventor je profesionální 3D CAD systém určený pro strojírenství, design a vývoj produktů. Tento program nabízí širokou škálu funkcí, které lze rozdělit do několika kategorií. Jako první je 2D a 3D modelování, následuje dokumentace, simulace a analýza, spolupráce a správa dat a mnoho dalších funkcí.

2D a 3D modelování:

- Parametrické modelování: Inventor používá parametrické modelování, kde změna parametrů (jako je rozměr nebo tvar) automaticky aktualizuje celý model.
- Nástroje pro modelování dílů: Inventor nabízí rozsáhlou sadu nástrojů pro vytváření různých typů geometrie, včetně válců, kuželů, křivek, ploch a dalších.
- Nástroje pro modelování sestav: Umožňuje vytvářet sestavy z jednotlivých dílů, definovat vztahy mezi nimi a simulovat jejich pohyb.
- Plechové díly: Nabízí specializované nástroje pro navrhování a rozviny plechových součástí.
- Automatizovaný návrh rámové konstrukce: Funkce pro automatizovaný návrh rámu a nosníků podle zadaných specifikací.



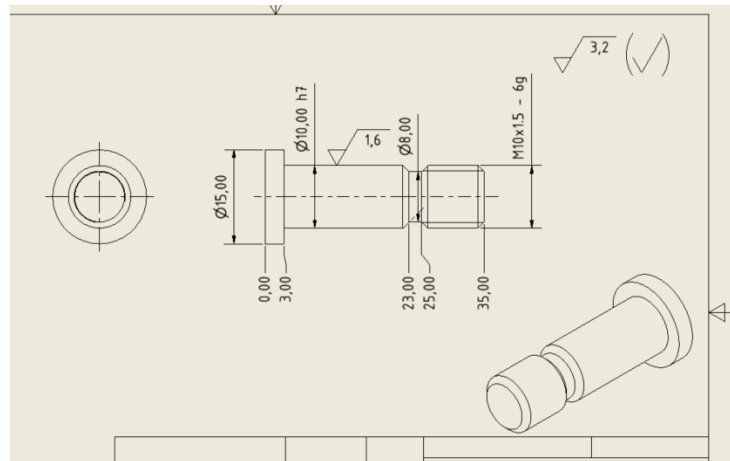
Obrázek 2 2D náčrt čepu se závitem (vlastní zpracování)



Obrázek 3 3D model čepu se závitem (vlastní zpracování)

Dokumentace:

- Výkresová dokumentace: Inventor umožňuje vytvářet 2D výkresy z 3D modelů, včetně kótování, popisů a pohledů.
- Automatické aktualizace: Změny v 3D modelu se automaticky promítnou do výkresové dokumentace.
- 3D anotace: Poznámky a značky lze přímo přidávat do 3D modelu a zobrazovat je ve výkresech.



Obrázek 4 výkres čepu se závitem (vlastní zpracování)

Simulace a analýza:

- Kinematická analýza: Simulace pohybu sestavy a analýza kinematických charakteristik.
- Dynamická analýza: Simulace sil a zatížení působících na sestavu a analýza pevnostních charakteristik.
- Analýza napětí a deformace: Stanovení napětí a deformací v jednotlivých částech sestavy pod zatížením.

Spolupráce a správa dat:

- Spolupráce v cloudu: Inventor umožňuje sdílet a spolupracovat na projektech v cloudu se členy týmu.
- Spolupráce s jinými aplikacemi: Lze importovat a exportovat data z nebo do jiných CAD programů a softwarů pro analýzu dat.
- Správa dat o výrobku: Inventor lze integrovat se systémy PDM pro správu dat a verzí souborů projektu.

Další funkce:

- Knihovna prvků: Přístup k rozsáhlé knihovně normalizovaných součástí a prvků.
- Aplikační programové rozhraní: Možnost psát vlastní skripty a automatizovat úlohy.
- Vizualizace: Vytváření realistických vizualizací a animací modelů. (Autodesk, 2024)

1.4 Postup vytvoření součásti (hřídele) v programu Autodesk Inventor

Po zapnutí aplikace Autodesk Inventor zvolíme záložku nový a následně součást. Tím se vytvoří nový projekt a můžeme zahájit 2D náčrt. Zvolíme si pracovní rovinu, ve které budeme chtít náčrt provádět. Nejčastěji se používá rovina XY. Po zvolení se přesuneme k modelování. Nyní začneme kreslit náčrt. V tuto chvíli se můžeme rozhodnout, zda poté zvolíme variantu vysunutí nebo rotace. Pro tvorbu hřídele je ideálnější rotace, a proto ji budu popisovat. Pomocí čar si nakreslíme osu rotace a základní tvar hřídele. Následně dle potřeby zvolíme rozměry hřídele. Po dokončení náčrtu se za pomoci tlačítka „dokončit náčrt“ přepneme na 3D model. Zde zvolíme již zmiňovanou rotaci, vybereme 2D náčrt hřídele a osu rotace. Poté za pomoci pomocné roviny a funkce vysunutí nakreslíme drážku pro pero a pomocí vysunutí ji vytvoříme. Dalším krokem je zvolení materiálu, ze kterého hřídel budeme chtít vyrábět. Pro tuto hřídel jsem zvolil materiál AISI 304. Nakonec ve vlastnostech zvolíme název součásti a můžeme se přesunout na výkres. Přes záložku soubor, nový a výkres se přepneme do výkresového okna. Zde zvolíme základní pohled a umístíme hřídel dle naší potřeby. Následně zadáme kóty včetně požadovaných tolerancí. Poté je zapotřebí dodat značky drsností, jak pro jednotlivé části, tak pro celou hřídel. V poslední fázi umístíme 3D náhled hřídele pro lepší představivost a máme hotovo. (Autodesk, 2024)

1.5 Využití CAD systémů

Využití CAD systémů je rozsáhlé a zahrnuje mnoho odvětví průmyslu designu. V průmyslovém designu slouží k vyvážení a modelování komplexních součástí a produktů v 2D a 3D prostředí, což umožňuje inženýrům a designérům rychle a efektivně vyvíjet nové návrhy. V oblasti stavebnictví a architektury se CAD systémy používají k tvorbě plánů budov, vizualizaci prostor a simulaci konstrukcí, což pomáhá architektům a inženýrům přesně plánovat a realizovat stavby. V průmyslové výrobě jsou nezbytné pro vytváření výrobních výkresů, optimalizaci procesů a kontrolu kvality, čímž přispívají k zlepšení efektivity a snížení nákladů. Automobilový průmysl využívá CAD k návrhu nových vozidel a jejich komponentů, což umožňuje rychlý vývoj a inovaci. V oblasti zdravotnictví jsou CAD systémy klíčové pro vývoj zdravotnických zařízení a pomůcek jakou jsou ortopedické implantáty či dentální nástavby. Elektronický průmysl využívá CAD pro navrhování plošných spojů a elektronických obvodů, což umožňuje vývoj nových technologií. V herním a filmovém průmyslu jsou CAD systémy nepostradatelné pro tvorbu digitálních efektů a 3D modelů, které přispívají k vizuálnímu realismu a inovaci ve světě virtuální reality. Celkově

lze konstatovat, že CAD systémy hrají klíčovou roli ve všech fázích vývoje produktů a procesů v mnoha odvětvích, a to díky své schopnosti zvyšovat efektivitu, přesnost a inovaci. (Adeon.cz, 2021)

2 BEZPEČNOST PÁCE

Bezpečnost práce je klíčovým aspektem každého pracovního prostředí a zahrnuje soubor opatření a postupů, které chrání zdraví a životy zaměstnanců. Je nezbytnou součástí firemní kultury a zodpovědnosti jak zaměstnavatele, tak i zaměstnanců. (Neugebauer, 2016)

2.1 Legislativa v oblasti BOZP

V oblasti bezpečnosti a ochrany zdraví při práci (BOZP) v České republice platí řada zákonů, nařízení a směrnic, které mají za cíl zajistit bezpečné a zdravé pracovní prostředí pro všechny zaměstnance. Následující legislativa tvoří základní rámec pro BOZP v České republice.

- Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce
- Zákon č. 309/2006 Sb. o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci
- Nařízení vlády č. 101/2005 Sb. o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí
- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
- Zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů
- Zákon č. 251/2005 Sb. o inspekci práce
- Zákon č. 174/1968 Sb. o státním odborném dozoru nad bezpečností práce
- Vyhláška č. 180/2015 Sb. o pracích a pracovištích, které jsou zakázány těhotným zaměstnankyním,
- Zákon č. 372/2011 Sb. o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování
- Vyhláška č. 104/2012 Sb. o stanovení bližších požadavků na postup při posuzování a uznávání nemocí z povolání
- Nařízení vlády č. 201/2010 Sb. o způsobu evidence úrazů, hlášení a zasílání záznamu o úrazu
- Zákon č. 205/2015 Sb., kterým se mění zákoník práce a zrušuje zákon o úrazovém pojištění zaměstnanců

- Nařízení vlády č. 375/2017 Sb. o vzhledu, umístění a provedení bezpečnostních značek a značení a zavedení signálů
- Vyhláška č. 432/2003 Sb., kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií,
- Nařízení vlády č. 495/2001 Sb., kterým se stanoví rozsah a bližší podmínky poskytování OOPP,
- Nařízení vlády č. 21/2003 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na osobní ochranné prostředky
- Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- Nařízení vlády č. 291/2015 Sb. o ochraně zdraví před neionizujícím zářením
- Nařízení vlády č. 406/2004 Sb. o bližších požadavcích na zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v prostředí s nebezpečím výbuchu
- Nařízení vlády č. 362/2005 Sb. o bližších požadavcích na BOZP při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky
- Nařízení vlády č. 591/2006 Sb. o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích
- Nařízení vlády č. 28/2002 Sb., kterým se stanoví způsob organizace práce a pracovních postupů při práci v lese
- Nařízení vlády č. 378/2001 Sb., kterým se stanoví bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a náradí
- Vyhláška č. 50/1978 Sb. Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu o odborné způsobilosti v elektrotechnice
- Vyhláška č. 85/1978 Sb. Českého úřadu bezpečnosti práce o kontrolách, revizích a zkouškách plynových zařízení
- Vyhláška č. 18/1979 Sb. Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu, kterou se určují vyhrazená tlaková zařízení,
- Vyhláška č. 19/1979 Sb. Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu, kterou se určují vyhrazená zdvihací zařízení,

- Vyhláška č. 73/2010 Sb. o stanovení vyhrazených elektrických technických zařízení, jejich zařazení do tříd a skupin a o bližších podmínkách jejich bezpečnosti,
- Vyhláška č. 21/1979 Sb. Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu, kterou se určují vyhrazená plynová zařízení,
- Vyhláška č. 48/1982 Sb. Českého úřadu bezpečnosti práce, kterou se stanoví základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení (Bezpečnost práce.info, 2016)

2.2 Základní pojmy a principy BOZP

Bezpečnost a ochrana zdraví při práci zahrnuje celou řadu základních pojmů a principů, které jsou klíčové pro prevenci pracovních úrazů a ochranu zdraví zaměstnanců. Mezi tyto základní pojmy patří prevence, hodnocení rizik, pracovní prostředí, ochranné pomůcky, školení zaměstnanců, zákony a předpisy. (Dittrichová, Jurová, 2019)

- Prevence: Je základním principem BOZP. Zahrnuje všechny opatření a aktivity, které mají za cíl předejít vzniku pracovních úrazů a onemocnění z povolání. Prevence zahrnuje identifikaci a hodnocení rizik, stanovení bezpečnostních opatření a poskytování školení zaměstnanců.
- Hodnocení rizik: Jedná se o proces, při kterém se identifikují a posuzují rizika spojené s pracovní činností a prostředím. Cílem je určit, jaká opatření je třeba přijmout k minimalizaci těchto rizik.
- Pracovní prostředí: Zahrnuje fyzické a organizační faktory, které ovlivňují zdraví a bezpečnost zaměstnanců. Patří sem například ergonomie pracovního místa, kvalita ovzduší, osvětlení, hluk a pracovní doba.
- Ochranné pomůcky: Jsou zařízení nebo prostředky, jež slouží k ochraně zaměstnanců před možnými riziky na pracovišti. Patří sem například helmy, ochranné brýle, rukavice, respirátory nebo bezpečnostní obuv.
- Školení zaměstnanců: Je důležitou součástí BOZP. Všichni zaměstnanci musí být informováni o rizicích spojených s jejich prací, bezpečnostních postupech, používání ochranných pomůcek a postupech v případě nebezpečí.
- Zákony a předpisy: V oblasti BOZP stanovují povinnosti zaměstnanců a zaměstnavatelů a stanovují požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví při práci.

Jejich dodržování je klíčové pro zajištění bezpečnosti pracovního prostředí. (Neugebauer, 2016)

2.3 Riziková analýza a hodnocení rizik

Riziková analýza a hodnocení rizik je proces, který organizace provádějí k identifikaci, posouzení a řízení rizik spojených s jejich činnostmi. Cílem je minimalizovat nežádoucí události nebo jim předcházet tím, že se zaměřuje na identifikaci potenciálních hrozeb a nebezpečí a následné plánování opatření k jejich minimalizaci nebo přijetí. Pro identifikaci rizik může být využit kupříkladu Checklist a pro posuzování JBP metoda.

Checklist to je seznam položek nebo bodů, které organizace používají k ověření dodržování bezpečnostních standardů a postupů na pracovišti. Tyto seznamy jsou navrženy tak, aby pokryly různé aspekty bezpečnosti a zdraví při práci a mohly být použity pro pravidelné kontroly, inspekce nebo hodnocení rizik. Checklisty mohou obsahovat různé položky, jako jsou:

- Fyzické bezpečnostní podmínky pracoviště: Kontrola stavu zařízení, infrastruktury a pracovního prostředí, aby se zajistila bezpečnost a minimalizovala rizika úrazů.
- Bezpečnostní postupy a provozní předpisy: Ověření, zda jsou zaměstnanci obeznámeni s bezpečnostními postupy a pokyny a zda je dodržují.
- Ochranné vybavení a zdravotní prostředky: Kontrola dostupnosti a stavu osobních ochranných pracovních prostředků (OOPP), zdravotních zařízení a první pomoci.
- Školení a vzdělávání: Zjištění, zda jsou zaměstnanci dostatečně školeni v oblasti BOZP a zda mají odpovídající povědomí o bezpečnostních rizicích a postupech.
- Pracovní postupy: Ověření, zda jsou pracovní postupy navrženy tak, aby minimalizovaly rizika úrazů a onemocnění z povolání.
- Kontrola nouzových opatření: Kontrola stavu nouzových opatření, jako jsou evakuační plány, požární hasicí přístroje a záchranné cesty.

Jednoduchá bodová metoda (JBM) je technika používaná k hodnocení rizik spojených s pracovními úkoly nebo procesy na pracovišti. JBM je navržena tak, aby poskytovala rychlou a efektivní metodu pro identifikaci a posouzení rizik, aniž by bylo zapotřebí rozsáhlého množství dat nebo složitých analýz. Její metoda spočívá v přidělení bodů jednotlivým aspektům pracovních úkolů nebo procesů na základě jejich potenciálního rizika. Každý

aspekt je ohodnocen bodovým systémem podle jeho pravděpodobnosti výskytu a závažnosti dopadu. Vyšší bodové hodnocení znamená vyšší riziko spojené s daným aspektem. Následně jsou identifikovány a vyhodnoceny možné kontroly nebo opatření ke snížení rizika. Tyto kontroly mohou zahrnovat preventivní opatření, jako je školení zaměstnanců, používání osobních ochranných pracovních prostředků, úpravy pracovních postupů nebo fyzické změny na pracovišti. JBM umožňuje organizacím rychle identifikovat klíčové oblasti s vysokým rizikem a zaměřit své zdroje na implementaci účinných kontrol a opatření. Je to užitečný nástroj pro pravidelné hodnocení rizik a monitorování bezpečnosti a zdraví při práci na pracovišti. (Dokumentacebozp.cz, 2018)

2.4 Osobní ochranné pracovní prostředky

Osobní ochranné pracovní prostředky (OOPP) jsou nezbytnou součástí bezpečnosti a ochrany zdraví pracovníků v mnoha odvětvích průmyslu a dalších pracovních prostředích. Tyto prostředky jsou navrženy tak, aby minimalizovaly riziko úrazů, nemocí a jiných nebezpečných situací na pracovišti. Mezi nejběžnější typy OOPP patří ochranné helmy, brýle a obličejové štíty, rukavice, oděvy, obuv a respirátory. Ochranné helmy chrání hlavu pracovníků před pádem předmětů, nárazy nebo elektrickými údery. Brýle a obličejové štíty ochraňují oči a obličej před prachem, chemikáliemi, třískami a jinými nebezpečími. Ochranné rukavice poskytují ochranu rukám před řeznými, chemickým či tepelným nebezpečím. Ochranné oděvy, jako jsou pláštěnky, overaly a chemické oděvy, chrání před chemikáliemi, horkem, plameny a dalším nebezpečím. Ochranná obuv poskytuje ochranu nohou před pádem různých předmětů, chemikáliemi a elektrickými údery. Respirátory chrání dýchací cesty před nebezpečnými částicemi, plyny, parami a aerosoly. Správné používání OOPP je klíčové pro zajištění bezpečnosti pracovníků a prevenci pracovních úrazů a nemocí. Je důležité, aby pracovníci byli řádně školeni v používání, údržbě a skladování těchto prostředků a aby byly dodržovány všechny příslušné bezpečnostní normy a postupy. Díky OOPP mohou pracovníci vykonávat svou práci s větším klidem a ochranou, což přispívá k vytváření bezpečnějšího a zdravějšího pracovního prostředí. (Kordošová, 2014)

2.5 Bezpečnostní značení a signalizace

Bezpečnostní značení a signalizace jsou klíčovými prvky bezpečnostního systému v průmyslových prostředích, které slouží k identifikaci nebezpečí, upozornění na bezpečnostní pokyny a směrnice a minimalizaci rizika pracovních úrazů a nehod. Tyto prvky jsou

navrženy tak, aby byly dobře viditelné, srozumitelné a respektovaly mezinárodní normy a předpisy.

- Barvy a symboly: Specifické barvy a symboly jsou používány k identifikaci různých typů nebezpečí, jako jsou nebezpečné chemikálie, vysoké napětí, požární vybavení apod. Například červená barva se obvykle používá k označení nebezpečí, zatímco zelená signalizuje bezpečné oblasti.
- Popisky a štítky: Jsou umístěny na strojích, zařízeních a v prostředí, aby poskytovaly informace o rizicích, bezpečnostních pokynech a postupech. Tyto informace jsou často vytištěny v několika jazycích, aby byly srozumitelné pro všechny pracovníky.
- Piktogramy a grafické symboly: Piktogramy a grafické symboly jsou jednoduché obrázky, které představují různé bezpečnostní zprávy a instrukce. Tyto symboly jsou často používány spolu s textovými popisky pro zlepšení srozumitelnosti a univerzálního pochopení.
- Značky evakuačních cest: Značky evakuačních cest jsou umístěny v průmyslových budovách a zařízeních k označení tras, které vedou k bezpečným místům v případě nouze. Tyto značky jsou často zřetelně označeny a osvětleny, aby byly viditelné i za snížené viditelnosti.
- Zvuková a světelná signalizace: Zvukové a světelné signály jsou používány k okamžitému upozornění pracovníků na nebezpečí a důležité informace. Tyto způsoby signalizace se hojně využívají v případech, kdy je snížená viditelnost nebo vysoká hladina hluku.

Bezpečnostní značení a signalizace jsou nezbytné pro zajištění bezpečnosti pracovníků a ochranu majetku v průmyslových prostředích. Správné umístění a použití těchto prvků může pomoci minimalizovat riziko pracovních úrazů a nehod a zachovat bezpečné pracovní prostředí pro všechny zúčastněné. (Croneri.co.uk, 2024)



Obrázek 5 bezpečnostní značení (Besoft, 2023)

3 AUTOMATIZACE

Automatizace je fenomén, který definuje naši současnou společnost a ekonomiku. Od průmyslové revoluce, až po éru digitálního věku. Automatizace se stala klíčovým prvkem inovace a efektivity ve všech odvětvích. Tento proces nahrazuje lidskou práci stroji, algoritmy a umělou inteligencí, což může mít mnohdy revoluční dopady na pracovní trh, ekonomiku a společnost jako celek. (Tomek, Vávrová, 2017)

3.1 Historie automatizace

Historie automatizace sahá již do dávných dob, kdy lidé začínaly využívat první jednoduché mechanismy a nástroje k usnadnění své práce. Nicméně, první významné pokroky v automatizaci lze spojit s průmyslovou revolucí, která začala v 18. století. Tato doba přinesla hromadnou výrobu díky strojům poháněným párou a později elektřinou. Tím se zvýšila efektivita a produkční kapacita továren a začaly se objevovat první továrny, které využívaly automatizované procesy. V průběhu 20. století se automatizace dále rozvíjela s příchodem nových technologií, jako jsou výpočetní technika a robotika. V 50. letech 20. století byl například vynalezen první programovatelný robot, který našel své uplatnění v průmyslové výrobě. Dalším důležitým mezníkem bylo zavedení počítačů a vývoj softwaru, což umožnilo automatizaci nejen v průmyslu ale i v administrativě a obchodních procesech. S postupem do 21. století se automatizace stala stále více sofistikovanou díky pokroku v oblasti umělé inteligence, strojového učení a robotiky. Dnes se automatizace rozšiřuje do různých oblastí života, včetně autonomních vozidel, zdravotnických technologií, a dokonce i v oblasti umělecké tvorby a kreativity. Přestože automatizace přinesla mnoho výhod, jako jsou zvýšená produktivita, efektivita a snížení lidské práce ve znevýhodňujících podmínkách, také vyvolává obavy ohledně budoucnosti práce a sociálních nerovností. Otázky týkající se ztráty pracovních míst, rozdělení bohatství a etických důsledků automatizace jsou stále předmětem diskusí a výzkumu. Nicméně, s pokračujícím vývojem technologií je pravděpodobné, že automatizace bude i nadále hrát klíčovou roli ve společenském a ekonomickém vývoji a bude nezbytná pro řešení komplexních výzev 21. století. (Progressiveautomations, 2022)

3.2 Základní pojmy a principy automatizace

Automatizace je klíčovým prvkem moderního světa, který zásadním způsobem ovlivňuje nejen průmysl, ale i naše každodenní životy. Od průmyslových robotů, až po chytrou

domácnost. Automatizace se stala nedílnou součástí technologického pokroku a inovací. Pro její porozumění a efektivní využití je nezbytné pochopit její základní pojmy a principy. (Elektroprumysl.cz, 2021)

3.2.1 Typy automatizace

Automatizace může být rozdělena do několika různých typů, založených na různých kritériích a úrovních zásahu do lidské práce a procesů. Mezi nejběžnější typy automatizace můžeme řadit následující:

- Průmyslová automatizace: Ta se dále dělí na automatizaci výroby, která zahrnuje použití robotů, strojů a automatizovaných systémů pro výrobu a montáž v průmyslových podnicích a automatizaci procesů. Tento typ se zaměřuje na automatizaci různých procesů v průmyslu, jako jsou procesy v chemických továrnách, rafinériích a elektrárnách.
- Automatizace informačních technologií: Kterou dále dělíme na automatizaci IT operací a automatizaci vývoje softwaru. Automatizace IT operací zahrnuje použití softwarových nástrojů a algoritmů k automatizaci rutinních úloh v oblasti správy systémů, síťového provozu a správy databází. Automatizace vývoje softwaru obsahuje procesy automatizace vývoje, testování a nasazování softwaru, které zvyšují efektivitu v softwarovém inženýrství.
- Automatizace ve službách: Zahrnuje použití softwarů a algoritmů pro automatizaci marketingových kampaní, obchodních procesů, správy zákazníků, automatizaci finančních transakcí, účetnictví, řízení rizik a dalších procesů.
- Zdravotnická automatizace: Zahrnuje použití technologií a zařízení pro zlepšení diagnostiky, léčby a péče o pacienty, například pomocí robotických chirurgických systémů, digitálních zdravotních záznamů a sledovacích zařízení.
- Domácí automatizace: Zaobírá se použitím technologií a zařízení k automatizaci různých aspektů domácího prostředí, jako jsou osvětlení, topení, klimatizace, bezpečnostní systémy a další. (Fanuc, 2023)

3.2.2 Úrovně automatizace

Automatizace může být rozdělena do několika úrovní podle míry autonomie a míry lidské interakce.

- Manuální automatizace: Manuální automatizace zahrnuje využití jednoduchých mechanických zařízení nebo nástrojů, které pomáhají usnadnit lidskou práci, ale vyžadují aktivní účast člověka. Příklady zahrnují použití základních nástrojů, jako jsou páky nebo ruční nástroje.
- Poloautomatická automatizace: Zahrnuje částečnou automatizaci procesů, kde stroje nebo zařízení vykonávají určité úkoly nezávisle, ale vyžadují lidský dohled a řízení při práci. Příkladem může být poloautomatická linka na montáži, kde stroje vykonávají určité kroky a pracovníci dohlížejí a případně zasahují.
- Plně automatická automatizace: Je úroveň, kde procesy jsou zcela automatizované a vykonávány stroji, roboty nebo softwarovými systémy bez lidské interakce. Tento typ automatizace je běžný v průmyslu, kde jsou plně automatizované výrobní linky nebo distribuční systémy.
- Samo opravná automatizace: Je pokročilá úroveň automatizace, kde systémy mají schopnost samostatně identifikovat a opravovat chyby nebo problémy během provozu. To zahrnuje využití různých senzorů, algoritmů a umělé inteligence pro analýzu dat a rozhodování.
- Kognitivní automatizace: Je nejvyšší úroveň automatizace, která zahrnuje schopnost systémů analyzovat složité informace, učit se a provádět rozhodnutí na základě různých situací. Tento typ automatizace je často spojován s pokročilou umělou inteligencí a strojovým učením. (Slideplayer, 2023)

3.3 Automatizační systémy

Automatizační systémy jsou komplexní soubory technologií, zařízení a softwaru, které umožňují automatizaci procesů. Mají široké využití v průmyslu, v oblastech jako je výroba, doprava, energetika, zdravotnictví, a mnoho dalších. Mohou být navrženy pro různé úrovně automatizace od manuální až po plně autonomní systémy, v závislosti na konkrétních potřebách a požadavcích aplikace. (Flídr, 2023)

3.3.1 Řídící systémy

Řídící systémy jsou klíčovou součástí automatizačních systémů, které slouží k řízení a monitorování procesů, zařízení nebo systémů. Tyto systémy zahrnují různé komponenty, které pracují společně k dosažení určených cílů, a mohou být navrženy pro různé úrovně složitosti. Mezi jejich hlavní funkce se řadí zpracovávání dat, analýza a vyhodnocování, rozhodování, řízení, regulace a komunikace. (Tzb-info, 2011)

3.3.2 Robotika a manipulace s materiálem

Jsou klíčovými oblastmi automatizace, které se zabývají vývojem, implementací a využitím robotických systémů k manipulaci s objekty a materiály v různých průmyslových a logistických prostředích. Tyto technologie hrají stěžejní roli ve zvyšování efektivity, přesnosti a bezpečnosti výrobních procesů, skladování a distribuce zboží. Dělí se na:

- Průmysloví roboti: Jsou automatické manipulační zařízení, která mohou vykonávat různé úkoly, jako je manipulace s objekty, svařování, malování, montáž a balení. Jsou navrženi tak, aby pracovali v různých prostředích a podmínkách, a mohou být programováni pro vykonávání různých úkolů a operací.
- Manipulátory a stroje pro manipulaci s materiálem: Jsou zařízení, která umožňují manipulaci s objekty a materiály pomocí mechanických či elektrických mechanismů. Mohou být použity pro nakládání a vykládání zboží, manipulaci s paletami a další úkoly v průmyslových a skladovacích prostředích.
- Automatizované skladovací systémy: Automatizované skladovací systémy, jako jsou vysokozdvížné regálové systémy, umožňují automatizované skladování, manipulaci a vybírání zboží ve skladech a distribučních centrech. Tyto systémy zvyšují efektivitu skladování a snižují čas potřebný k nalezení a přesunutí zboží.
- Skladovací a manipulační roboti: Jsou specializovaní roboti navrženi pro manipulaci s materiálem v logistických a skladovacích prostředích. Mohou být použiti pro přesouvání a vybírání zboží, balení objednávek a další operace v distribučních centrech a skladech. (Kuka, 2023)



Obrázek 6 druhy robotů (Fanuc, 2023)

3.4 Trendy v automatizaci

Trendy v automatizaci se neustále vyvíjejí a odrážejí pokrok v technologiích a změny v potřebách a požadavcích průmyslu a společnosti.

- Rozšířené použití umělé inteligence a strojového učení: AI a ML se stávají stěžejními technologiemi v automatizaci, umožňují strojům učit se a přizpůsobovat se novým situacím a úkolům. To umožňuje vytvářet sofistikovanější a flexibilnější automatizované systémy, které jsou schopny rychle reagovat na změny v prostředí.
- Rozvoj autonomních systémů: Autonomní systémy, jako jsou autonomní vozidla nebo roboti, se stávají stále běžnějšími. Tyto systémy mohou fungovat bez lidského dohledu a vykonávat složité úkoly v různých prostředích, od továren po venkovní prostředí.
- Digitální transformace průmyslu: Integruje technologie jako jsou Internet věcí, cloudové služby a umělá inteligence do průmyslových procesů, což umožňuje vytvářet inteligentnější, flexibilnější a efektivnější výrobní prostředí.
- Automatizace služby: Rozšiřuje se do různých oblastí služeb, jako jsou obchod a finanční služby. Roboti a AI jsou využívány k automatizaci administrativních úkolů, zákaznického servisu a analytických procesů.
- Spolupráce lidí a robotů: Technologie spolupráce mezi lidmi a roboty se stávají stále pokročilejšími, což umožňuje vytvářet bezpečné a efektivní pracovní prostředí, kde lidé a roboti mohou spolupracovat na sdílených úkolech. (Startus-insights, 2023)

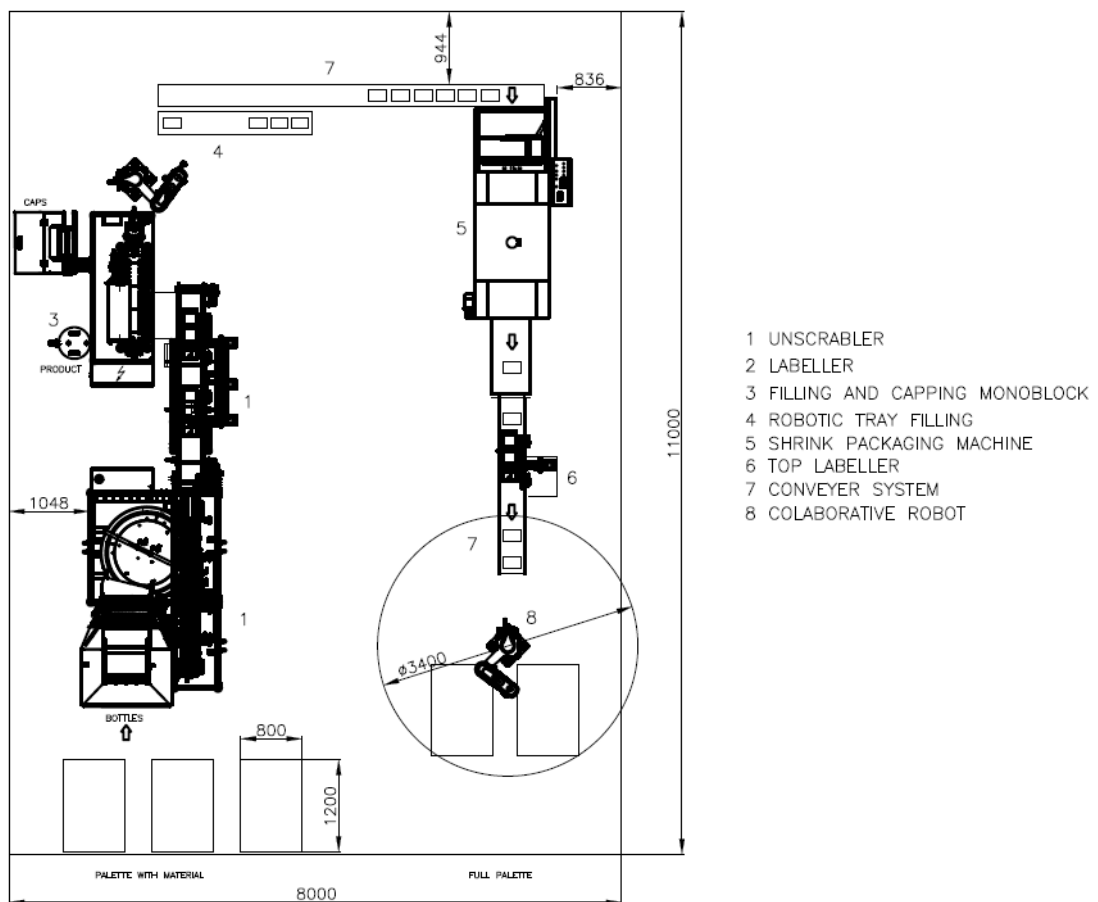
II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 MODELOVÁNÍ VÝROBNÍ LINKY

Praktická část se bude zabývat tvorbou modelu výrobní linky, jejímž hlavním úkolem je zoptimalizovat plnění, etiketování a balení alkoholu pro dánskou firmu XY. Dále se budu zaměřovat na zajištění bezpečnosti pro obsluhu na této lince. Projekt jsem si zvolil z důvodu, že se jedná o reálnou zakázku v mém zaměstnání pro firmu Füllmatik s.r.o. Firma se věnuje automatizaci a robotizaci převážně plnicích linek. Pro tvorbu modelu linky jsem využíval program od společnosti Autodesk Inventor 2024. Jelikož se linka skládá z více jak 10 000 dílů, soustředím se převážně na jednotlivé sekce výrobní linky. Model celé linky je rozdělen do sedmi sekcí podle určitých operací a ty jsou složeny z velkého množství sestav a dílů.

4.1 Požadavky na výrobní linku

Na začátku bylo specifikováno, co vše má linka zvládat, v jakém tempu, po jakou dobu má fungovat samostatně a do jakého prostoru se má vměstnat. Cílem linky je nanést etiketu na zkumavku, naplnit ji, uzavřít, přenést na polystyrenové plato a to celé následně zabalit do smršťovací fólie, nanést další etiketu a naskladnit na paletu o rozměrech 1200x800mm nebo 600x800mm. Výrobní linka by měla být schopna pracovat v tempu 120 zkumavek za minutu a pracovat v určitých sekcích až 40 min. samostatně. Konkrétně to je vstupní zásobník zkumavek 40 min., plnění 40 min., nasazování víček 30 min., polystyrenová plata 40 min. a paleta má být naskládána na výšku 1,9 metrů. Posledním zásadním parametrem byl rozměr haly, ve které bude tato linka umístěna.

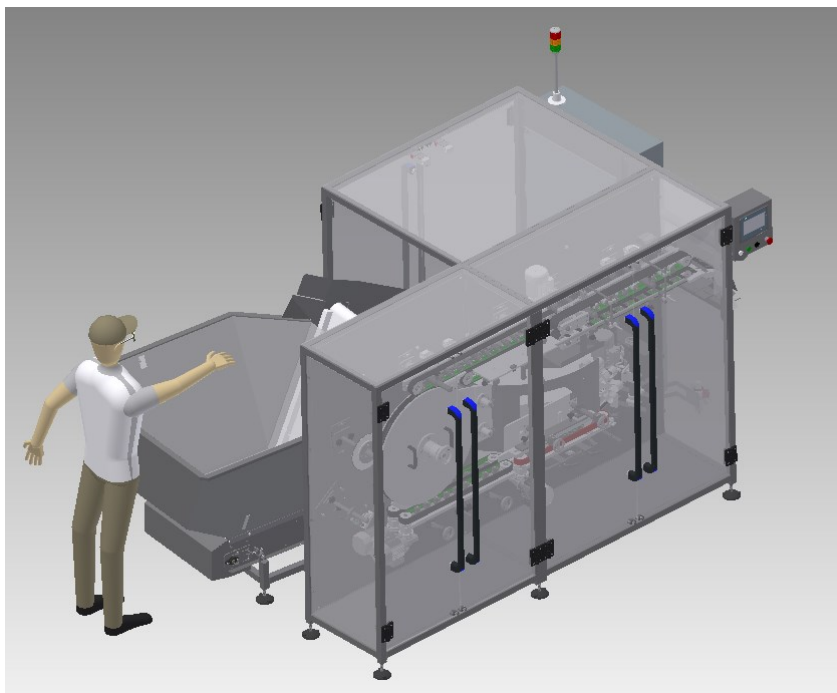


Obrázek 7 Layout linky (vlastní zpracování na základě interních dat.)

4.2 Rozdělení linky

- Stavěcí stroj
- Etiketovací stroj se dvěma hlavami
- Monoblok
- Robotické zakládání
- Zásobník a dopravník
- Balící tunel
- Etiketovací hlava na sloupu
- Robotická paletizace

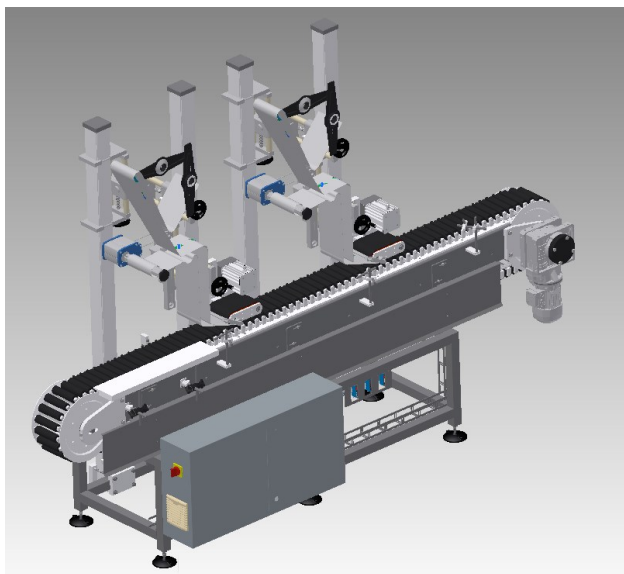
4.2.1 Stavěcí stroj



Obrázek 8 Stavěcí stroj (vlastní zpracování na základě interních dat.)

Jedná se o první část výrobní linky jejíž hlavní funkcí je obrátit všechny zkumavky do stejného směru jednu za druhou. Pro správnou funkci tohoto stroje je zapotřebí zásobník, do kterého obsluha vysype zkumavky. Ten musí být dostatečně velký pro zásobu alespoň 4800 zkumavek vzhledem k požadavkům zákazníka. Ze spodní části zásobníku je vyveden vynášecí dopravník, který přesouvá zkumavky do prvního bubnu. Ten má za úkol zajistit, že do stroje budou vstupovat zkumavky postupně. Pro tento účel je buben otočný a je vybaven pofuky, které je ženou na stranu a metačem jenž přesouvá zkumavky samostatně dále do stroje. Zkumavky jedou nezorientované za sebou po páse do dvou talířů s pěnou, které jsou v adekvátní vzdálenosti od sebe. V polovině talířů se nachází obraceč, který za pomoci rozdílně tvarovaných zkumavek otáčí špatně zorientované za pomoci háčku, který se zasekne za hrdlo a otáčením talířů dojde k samovolnému převrácení dnem dopředu. Správně zorientované zkumavky projíždějí bez otočení, jelikož se po nich háček sveze. Takto zorientované tuby vjíždí mezi další pásy, které mají na svém konci zábranu. Zde díky rozdílným rychlostem pásů dochází po nárazu k dalšímu otočení zkumavek a řadí se jedna za druhou do zásobníku před etiketovací pás se dvěma hlavami. Délka tohoto pásu je omezena kvůli elipsovému tvaru zkumavek a možnému „banánovému“ efektu.

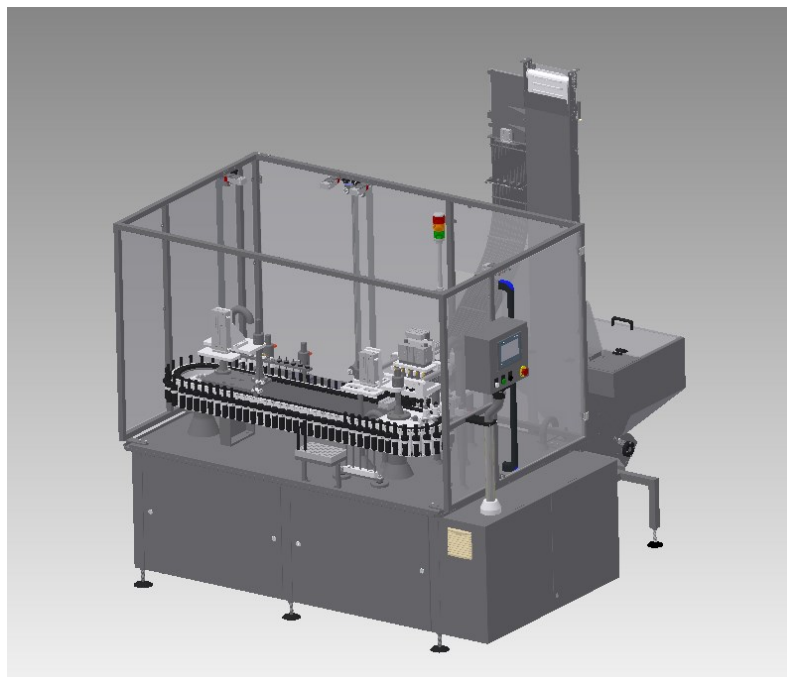
4.2.2 Etiketovací stroj se dvěma hlavami



Obrázek 9 Etiketovací stroj se dvěma hlavami (vlastní zpracování na základě interních dat.)

Jako další část je etiketovací stroj se dvěma hlavami. Zde ze zásobníku vypadávají již zorientované zkumavky na pás. Pás je zapotřebí použít gurtový z důvodu přesných mezer 36 mm mezi jednotlivými zkumavkami pro následující části. Na gurtový pás se následně přinýtují jednotlivé konické válečky z důvodu samotného tvaru zkumavky. Tyto válečky musí být v těsné blízkosti zásobníku stavěčky, aby na pás propadla vždy pouze jedna zkumavka. Po jejím umístění na pás se za pomoci stavitelného dorazu a pofuku, který fouká z druhé strany dorazu přitlačí lemem k válečkům, aby byla každá v ideální pozici pro etiketování. Následně zkumavky protnou čidlo, které dává signál první etiketovací hlavě, aby vydala etiketu. Po jejím vydání se krajem přichytí na zkumavku a wrap, což je měkký gumový pás, který se otáčí rychleji, než dopravník přitlačí etiketu a orientuje ji kolem zkumavky. Stejně tak funguje i další etiketovací hlava. Dvě jsou použity z důvodu snadnější výměny, aby nemuselo docházet k zastavení celé linky kvůli výměně. Pokud dojde návin na první etiketovací hlavě, tak dá signál druhé, že může vydávat. To vytvoří dostatek času pro výměnu návinu na první. Před koncem návinu na druhé hlavě dá signál první, aby začala vydávat etiketu a nevzniklo tak místo bez etikety. Etiketovací stroj se dvěma hlavami je dále vybaven n-kodérem s Light-Trackingem pro sladění s další sekcí výroby, kterou je robot. Stroj je vybaven motorem s výkonem 0,37kW a převodovkou s poměrem $i=192$.

4.2.3 Monoblok

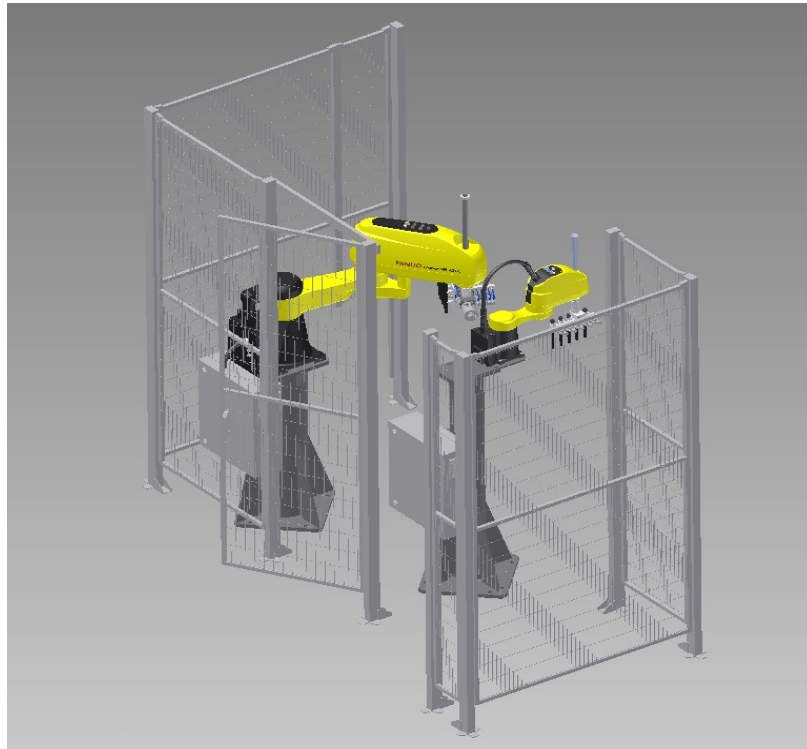


Obrázek 10 Monoblok (vlastní zpracování na základě interních dat.)

Jedná se o nejsložitější a nejkompexnější část výrobní linky. Do této části jsou zakládány olepené zkumavky za pomoci robota a následně jsou za pomoci dalšího robota přesouvány do polystyrenového zásobníku. Samotný monoblok je rozdělen na několik částí. Jako první je zakladač. Tato část za pomoci pneumatického pístu pomáhá zakládat zkumavky do stroje. Je to z důvodu, že z-osa robota je nejpomalejší a nestíhal by tempo zbytku linky. Další část je kontrola tlaku zkumavek. Zde dochází k ucpání zkumavek a krátkému natlakování. Tato část je také vybavena čidlem, které kontroluje unikající tlak. Pokud tlak neodchází tak je zkumavka v pořádku a může dojít k naplnění. Pokud je zkumavka prasklá tak všech pět zkumavek objede celé kolo a je vyhozena za pomoci zakládacího robota. Následuje plnění. Zde za pomoci pěti peristaltických čerpadel dochází k naplnění požadovaného množství alkoholu. Následuje nasazení uzávěru a jeho zatlačení. Pro tento účel je ke stroji připevněn vynášecí dopravník, který za pomoci elektromotoru vynáší jednotlivá víčka po kutrovém dopravníku s hliníkovými příčkami vzhůru. Díky samotnému tvaru víček jsou vynášeny pouze ty, co jsou správně zorientovány a ostatní padají zpět do zásobníku, který je připevněn k vynášeči. Zorientovaná víčka vyjedou do horní části vynášeče, kde jsou za pomoci vzduchové trysky sfouknuty do pěti drah s pístem pro rozřazování. V těchto drahách se tvoří zásoba víček a vždy po pěti jsou naraženy na zkumavky. Předposlední část je kontrola

podvíček, která je zde z důvodu, že může dojít k chybě při nasazení nebo zaražení víčka, a to nemusí doléhat nebo může úplně chybět na zkumavce. Jako poslední část jsou trny, které vysouvají tuby, aby nemusel cestovat s osou Z. Také by bylo pro malého robota obtížné vytrhnout zkumavky, které jsou zaražené do hnízd. Samotné zkumavky se ve stroji pohybují za pomoci gurového dopravníku, ke kterému jsou připevněny hnízda z plastu, aby při jejich zasazení nedocházelo k poškození etikety. Ke stroji je připevněn také skluz pro vyřazené zkumavky. Ty robot vysune z monobloku a vyhodí za pomoci skluzavky do koše.

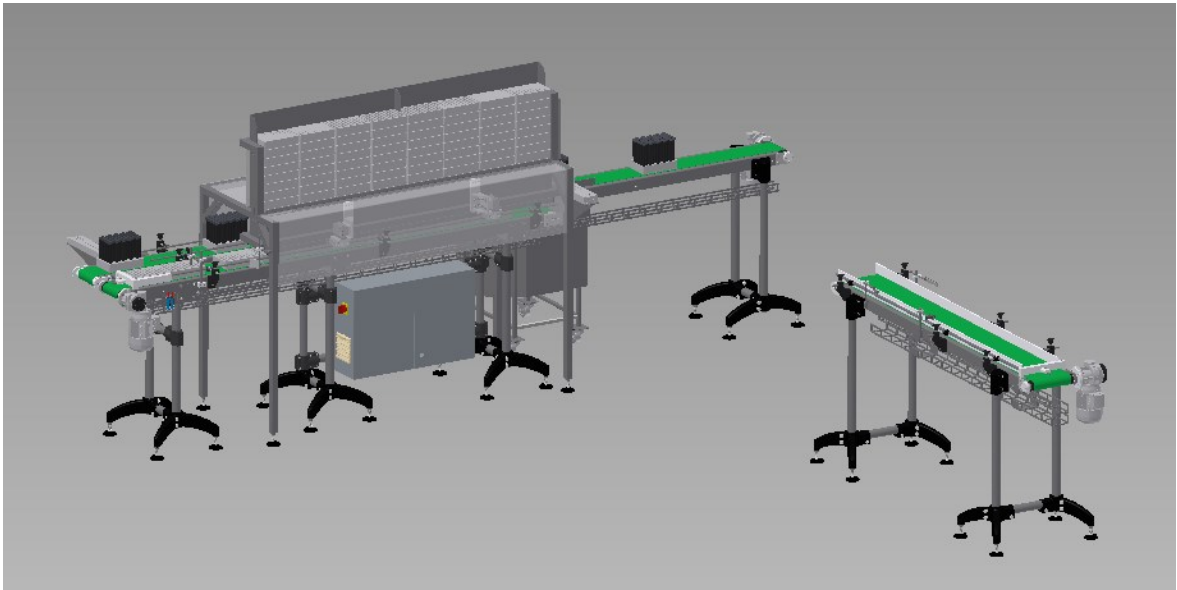
4.2.4 Robotické zakládání



Obrázek 11 Robotické zakládání (vlastní zpracování na základě interních dat.)

Tato část je rozdělena na dva roboty od firmy Fanuc. První robot je SCARA i12. Jedná se o 4 osého robota s dosahem 900 mm a nosností 12 kg. Robot je umístěn na podstavě ve výšce 900 mm, aby mohl ideálně vyzvedávat zkumavky z pásu a zakládat je do monobloku. Kvůli rychlosti je zapotřebí, aby pracoval vždy s 5 zkumavkami najednou. Pro uchycení byl navržen systém s přísavkami a centrovacími packami. Robot najede nad zkumavky a následně přizpůsobí rychlost pásu. Poté sjíždí dolů a pomocí přísavek je přisaje a zvedne z dopravního pásu. Následně pneumatickým pístem otočí zkumavky o 90° do vertikální polohy a o 180° horizontálně pro snadnější založení. Nakonec nasune zkumavky centimetr do hnízd monobloku a vypne přísavky. Robot je vybaven regulátorem tlaku, který pozná, že jsou zkumavky přisáty vakuem, aby nedošlo k odpadnutí. Každá z přísavek má svůj vlastní regulátor tlaku. Další robot je SCARA i3 s dosahem 400 mm a nosností 3 kg. Jeho účelem je vytažení 5 naplněných a zavřených zkumavek z monobloku a jejich přesunutí do polystyrenového zásobníku. To provádí za pomoci 5 pneumatických pístů.

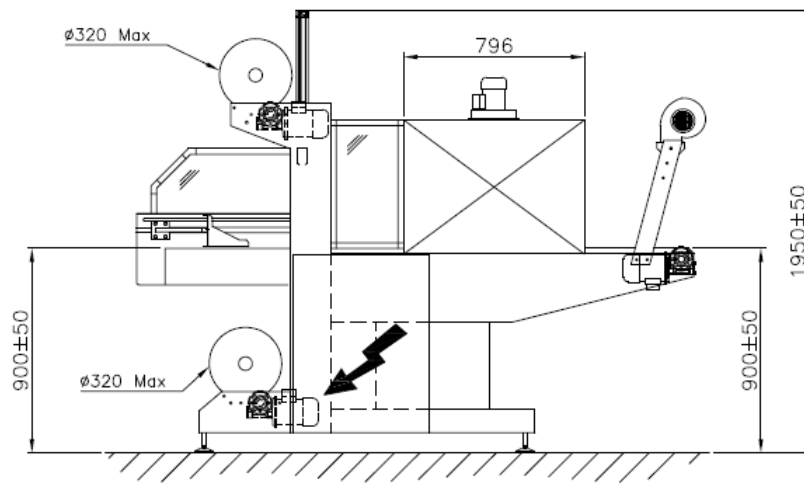
4.2.5 Zásobník a dopravník



Obrázek 12 Zásobník a dopravník (vlastní zpracování na základě interních dat.)

Jde o sestavu tří dopravníků, které mají za úkol posouvat jak prázdné, tak i plné polystyrenové zásobníky. Jako první je dopravník pod zásobníkem, který přesouvá prázdné polystyreny. Nad ním je umístěn zásobník, do kterého se vejde 13 řádků a 8 sloupců pro zajištění 40 minut samostatné práce. Do zásobníku se naskládají polystyrény a ten je pak po jednotlivých řadách uvolňuje na pás. Ty následně najíždějí pod robota k naplnění. Po naplnění se přesouvá za pomoci přísavek na další pás, který jej veze v balicímu tunelu. Na tomto páse se také vyřazují špatně zorientované nebo neúplné polystyreny. Poslední dopravník je umístěn za balicím tunelem a slouží pro dochlazení folie a vytvoření zásoby pro paletizačního robota.

4.2.6 Balící tunel



Obrázek 13 Balící tunel (vlastní zpracování na základě interních dat.)

Jedná se o kupovaný stroj od společnosti XY. Balící tunel má za úkol zabalit jednotlivé naplněné polystyrény do průhledné smršťovací folie, aby nedošlo k jejich vysypání. Jelikož se ale jedná o poloautomat, což znamená, že potřebuje obsluhu pro každé jednotlivé zabalení a bylo potřeba jej částečně upravit. Tato úprava spočívá ve vyřezání přední části pro možnost vsunutí dopravníku. Dále bylo na rameno umístěno čidlo, které vyhodnocuje, zda je nebo není na pozici naplněný polystyrén a může nebo nemůže přesouvat. Pokud je, tak rameno přesune polystyren z dopravníku na stroj a vsune jej na vlastní dopravník. Zde je protlačen přes navinutou nesmrštěnou folii a po obtočení je ustržena horkým břitem, aby se rozřezané místo zacelilo. Dále vjíždí do pece, kde dochází ke smrštění folie kolem zásobníku. Po vyjetí z pece je za pomoci dmyhadla ochlazen a přesouvá se na další dopravník.

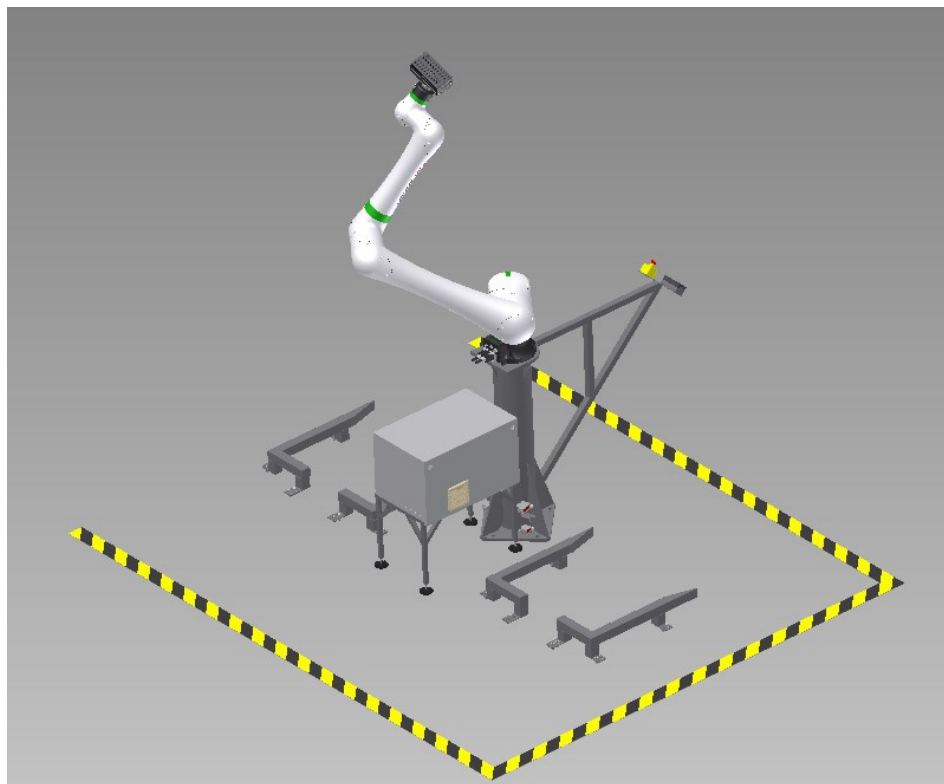
4.2.7 Etiketovací hlava na sloupu



Obrázek 14 Etiketovací hlava na sloupu (vlastní zpracování na základě interních dat.)

Naplňený a zabalený zásobník ve smršťovací folii opustí pec a dostává se na poslední dopravník. U něj je přistavena poslední etiketovací hlava ENERGY 200, která má za úkol nanést etiketu na celý balík pro expedici. Za pomoci čidla umístěného na dopravníku vydá malou etiketu, která se zažehlovacím válečkem z pěny přilepí. Tato etiketovací hlava je dále vybavena tiskárnou Proengineer, která tiskne na každý štítek číslo a datum kdy opustí linku.

4.2.8 Robotická paletizace

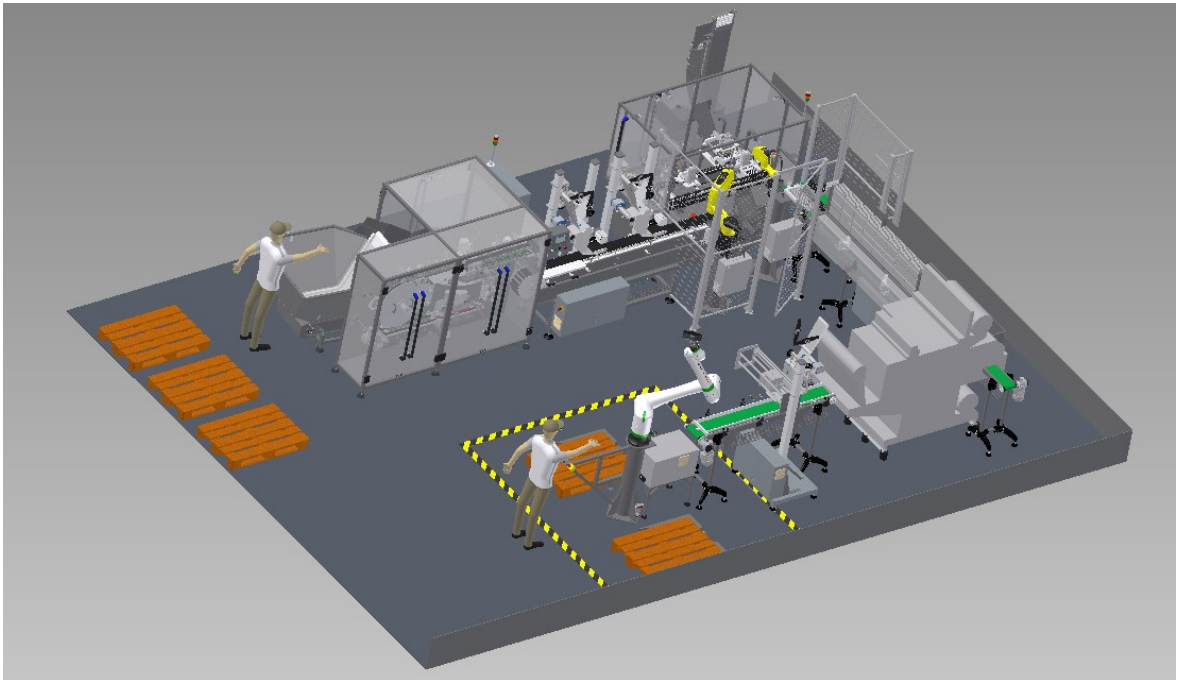


Obrázek 15 Robotická paletizace (vlastní zpracování na základě interních dat.)

Pro samotnou paletizaci byl využit kolaborativní robot od společnosti Fanuc CRX 25iA s dosahem 1,9 metru a nosností 30 kg. Robot je umístěn na sloupu ve výšce 1150 mm, aby mohl dosáhnout a skládat balíky na palety do výšky 1950 mm. Kolaborativní robot byl zvolen z důvodu, že se v jeho prostoru budou muset pohybovat osoby a aby nedošlo k jejich zranění. K robotu je ve vzdálenosti 50 mm a pod úhlem 45° přidána přísavka od společnosti GIMATIC, která za pomoci 50 přísavek v pěnovém obdélníku přichytí zásobník a přesune na levou nebo pravou paletu. Tato přísavka má rozpoznávání přísátí vakuem a možnost odpojit nepřísáté přísavky, aby nedocházelo k celkové ztrátě vakua a tím odpadnutí zásobníku se zkumavkami. Přísavka je uchycena ve vzdálenosti 50 mm, aby nedocházelo k narážení ramenem zásobníků při umísťování posledních nejbližších řad. Naklonění pod 45° je z důvodu singularity robota, což je situace, kdy robot má na výběr vícero možných cest, jak se dostat do požadované pozice. Za pomoci čidla na konci posledního dopravníku robot pozná, že je připraven další polystyren pro založení a po přitlačení přísavky spustí vakuum. Následně jej zvedne a skládá na palety. Skládání je zapotřebí provádět tak, aby se jednotlivé sloupce provázaly a bylo tak zabráněno samovolnému pádu z palety. Po

naskládání jedné palety přechází na druhou. Tím vzniká čas pro obsluhu, která za pomoci paletového zvedáku odveze plnou paletu pryč a přichystá prázdnou. Z důvodu, že robot potřebuje palety vždy ve stejné poloze jsou na zemi umístěny rámy, do kterých se palety následně zakládají a je zaručena vždy stejná poloha. Robot je dále vybaven ovladači v dostatečné vzdálenosti pro možnost jeho vypnutí či zpomalení.

4.3 Kompletace výrobní linky



Obrázek 16 Výrobní linka (vlastní zpracování na základě interních dat.)

Pro dokonalé umístění všech částí na své místo bylo zapotřebí vytvořit model celé linky, kde jsou zaznačeny všechny vzdálenosti od zdí a mezi jednotlivými stroji. Tato pozice je obzvláště důležitá pro roboty, jelikož jsou jejich kroky již naprogramované a na jiné pozici by nefungovaly správně. Nicméně i další přechody mezi stroji a dopravníky jsou důležité a musí na sebe dokonale navazovat. To vše lze zkontrolovat pouze na celkovém modelu. Celkový model je také důležitý pro optimalizaci velikosti ze strany konstrukce i ze strany zákazníka.

5 BEZPEČNOST VÝROBNÍ LINKY

V této části se budu věnovat jedné z nejdůležitějších částí celé výrobní linky a to bezpečnosti. Linka musí být bezpečná jak pro obsluhu, tak i pro celé okolí. Pro naši firmu je nepřijatelné zranění obsluhy, a proto děláme vše potřebné, aby k úrazu nedošlo. Jelikož už všechny stroje byly dříve s lehkými úpravami vyráběny, tak je jejich bezpečnost poměrně vychytaná. Nicméně bylo zapotřebí prověřit celkovou bezpečnost linky a pro tyto účely jsem si vybral metodu checklistu a dále Jednoduchou bodovou metodu (JBM).

5.1 Stavěcí stroj

Jelikož se jedná o velký stroj se spoustou pohyblivých částí, do kterých je potřebný přístup a náhled je celý stroj zakrytován plexisklem. Stroj má několik přístupových dveří vybavených bezpečnostním spínačem, který přeruší provoz stroje při otevření. Dále má stroj ovládací panel s bezpečnostním vypnutím linky a signalizační maják pro signalizaci funkčnosti a poruch.

Tabulka 1 Checklist stavěcího stroje (vlastní zpracování na základě Neugebauer, 2018)

Druh nebezpečí	Specifikace nebezpečí	ANO	NE
Mechanické	Nechráněné pohyblivé části stroje? (např. hřídele, bubny atd.)		X
	Ostré nebo jinak nebezpečné části stroje? (např. ostré hrany, sklo, řezné části atd.)	X	
	Pohyb celého stroje? (např. pád, vyklápění atd)		X
	Nekontrolovaně se pohybující části stroje nebo ve stroji? (zkumavky, bubny atd.)		X
	Vytékající části ze stroje, které mohou způsobit uklouznutí, pád, pohmoždění?		X
	Pohyblivé dopravní zařízení, které může způsobit náraz, zachycení, přimáčknutí, přejetí atd.		X
Elektrické	Kontakt s nechráněnými částmi pod elektrickým napětím?		X
	Elektrostatický náboj?		X
Tepelné	Má stroj horké části?	X	
	Má stroj chladné části?		X
Hluk	Přesahuje stroj hlukové limity?		X
Vibrace	Způsobuje stroj vibrace?		X
	Přenáší stroj vibrace na obsluhu?		X
Záření	Způsobuje stroj záření?		X
Nebezpečné látky a materiály	Vypouští nebo pracuje stroj s plyny, výpary, aerosoly, tekutinami nebo sypkými materiály?		X
	Vypouští nebo pracuje stroj s výbušnými/ hořlavými látkami?		X
Ergonomické	Zvedání těžkých břemen?	X	
	Opakující se pracovní pohyby?		X
Kombinace nebezpečí nebo specifické nebezpečí na pracovišti	Je stroj v prostředí, které je znečištěné?		X
	Nedostatečné okolní osvětlení?		X
	Chladné okolní prostředí?		X
	Horké okolní prostředí?		X
	Mokrý nebo vlhký okolní prostředí?		X

5.2 Etiketovací stroj se dvěma hlavami

Tato část linky je ovládána ze stavěcího stroje nicméně i tak je vybavena bezpečnostním spínačem pro nouzové vypnutí. Obě dvě otočné koncové části jsou z důvodu bezpečnosti zasunuty do stavěcího stroje a oplocení robotů, aby nedošlo k možnosti vsunutí končetiny pod pás. Dále je stroj pevně ukotven pomocí šroubů k podlaze.

Tabulka 2 Checklist etiketovacího stroje se dvěma hlavami (vlastní zpracování na základě Neugebauer, 2018)

Druh nebezpečí	Specifikace nebezpečí	ANO	NE
Mechanické	Nechráněné pohyblivé části stroje? (např. hřídele, bubny atd.)		X
	Ostré nebo jinak nebezpečné části stroje? (např. ostré hrany, sklo, řezné části atd.)	X	
	Pohyb celého stroje? (např. pád, vyklápění atd)		X
	Nekontrolovaně se pohybující části stroje nebo ve stroji? (zkumavky, bubny atd.)	X	
	Vytékající části ze stroje, které mohou způsobit uklouznutí, pád, pohmoždění?		X
	Pohyblivé dopravní zařízení, které může způsobit náraz, zachycení, přimáčknutí, přejetí atd.	X	
Elektrické	Kontakt s nechráněnými částmi pod elektrickým napětím?		X
	Elektrostatický náboj?	X	
Tepelné	Má stroj horké části?	X	
	Má stroj chladné části?		X
Hluk	Přesahuje stroj hlukové limity?		X
Vibrace	Způsobuje stroj vibrace?		X
	Přenáší stroj vibrace na obsluhu?		X
Záření	Způsobuje stroj záření?		X
Nebezpečné látky a materiály	Vypouští nebo pracuje stroj s plyny, výpary, aerosoly, tekutinami nebo sypkými materiály?		X
	Vypouští nebo pracuje stroj s výbušnými/ hořlavými látkami?		X
Ergonomické	Zvedání těžkých břemen?	X	
	Opakující se pracovní pohyby?		X
Kombinace nebezpečí nebo specifické nebezpečí na pracovišti	Je stroj v prostředí, které je znečištěné?		X
	Nedostatečné okolní osvětlení?		X
	Chladné okolní prostředí?		X
	Horké okolní prostředí?		X
	Mokrý nebo vlhký okolní prostředí?		X

5.3 Monoblok

Monoblok je další stroj, ke kterému je potřebný přístup z vícero stran. Z toho důvodu je ze zadní a bočních stran zakrytován plexisklovými dveřmi se spínači. Stroj má také ovládací panel s bezpečnostním vypínačem. Vynášecí dopravník je ke stroji připevněný a opatřen dveřmi bez bezpečnostního spínače. Tyto dvířka mají za úkol pouze zabránění vyskočení víček na podlahu. Kvůli tomu by následně mohlo dojít k uklouznutí obsluhy. Zbytek vynášecího dopravníku je také pod plexisklem, aby bylo viditelné, jestli nedochází k zasekávání víček. Stroj je také vybaven světelným majákem pro signalizaci nebezpečí.

Tabulka 3 Checklist monobloku (vlastní zpracování na základě Neugebauer, 2018)

Druh nebezpečí	Specifikace nebezpečí	ANO	NE
Mechanické	Nechráněné pohyblivé části stroje? (např. hřídele, bubny atd.)		X
	Ostré nebo jinak nebezpečné části stroje? (např. ostré hrany, sklo, řezné části atd.)	X	
	Pohyb celého stroje? (např. pád, vyklápění atd)		X
	Nekontrolovaně se pohybující části stroje nebo ve stroji? (zkumavky, bubny atd.)		X
	Vytékající části ze stroje, které mohou způsobit uklouznutí, pád, pohmoždění?		X
	Pohyblivé dopravní zařízení, které může způsobit náraz, zachycení, přimáčknutí, přejetí atd.		X
Elektrické	Kontakt s nechráněnými částmi pod elektrickým napětím?		X
	Elektrostatický náboj?	X	
Tepelné	Má stroj horké části?		X
	Má stroj chladné části?		X
Hluk	Přesahuje stroj hlukové limity?		X
Vibrace	Způsobuje stroj vibrace?		X
	Přenáší stroj vibrace na obsluhu?		X
Záření	Způsobuje stroj záření?		X
Nebezpečné látky a materiály	Vypouští nebo pracuje stroj s plyny, výpary, aerosoly, tekutinami nebo sypkými materiály?	X	
	Vypouští nebo pracuje stroj s výbušnými/ hořlavými látkami?	X	
Ergonomické	Zvedání těžkých břemen?		X
	Opakující se pracovní pohyby?		X
Kombinace nebezpečí nebo specifické nebezpečí na pracovišti	Je stroj v prostředí, které je znečištěné?		X
	Nedostatečné okolní osvětlení?		X
	Chladné okolní prostředí?		X
	Horké okolní prostředí?		X
	Mokrý nebo vlhký okolní prostředí?		X

5.4 Robotické zakládání

Jelikož stroje nemají detekci obsluhy, tak bylo nutné je umístit do oplocení. Toto oplocení je vysoké 2,2 metru z důvodu legislativy a bezpečnosti. Dále jsou dveře v oplocení vybaveny bezpečnostním spínačem, který vypne chod robotů při jejich otevření. Jelikož mají ale roboti dostatečnou sílu na probourání oplocení, bylo nutné jim za pomoci softwaru zablokovat pohyb do určitých poloh. Dále jsou roboti napojeni na monoblok a jeho bezpečnostní maják.

Tabulka 4 Checklist robotické paletizace (vlastní zpracování na základě Neugebauer, 2018)

Druh nebezpečí	Specifikace nebezpečí	ANO	NE
Mechanické	Nechráněné pohyblivé části stroje? (např. hřídele, bubny atd.)		X
	Ostré nebo jinak nebezpečné části stroje? (např. ostré hrany, sklo, řezné části atd.)		X
	Pohyb celého stroje? (např. pád, vyklápění atd)	X	
	Nekontrolovaně se pohybující části stroje nebo ve stroji? (zkumavky, bubny atd.)		X
	Vytékající části ze stroje, které mohou způsobit uklouznutí, pád, pohmoždění?		X
	Pohyblivé dopravní zařízení, které může způsobit náraz, zachycení, přimáčknutí, přejetí atd.	X	
Elektrické	Kontakt s nechráněnými částmi pod elektrickým napětím?		X
	Elektrostatický náboj?		X
Tepelné	Má stroj horké části?		X
	Má stroj chladné části?		X
Hluk	Přesahuje stroj hlukové limity?		X
Vibrace	Způsobuje stroj vibrace?	X	
	Přenáší stroj vibrace na obsluhu?		X
Záření	Způsobuje stroj záření?		X
Nebezpečné látky a materiály	Vypouští nebo pracuje stroj s plyny, výpary, aerosoly, tekutinami nebo sypkými materiály?		X
	Vypouští nebo pracuje stroj s výbušnými/ hořlavými látkami?	X	
Ergonomické	Zvedání těžkých břemen?		X
	Opakující se pracovní pohyby?		X
Kombinace nebezpečí nebo specifické nebezpečí na pracovišti	Je stroj v prostředí, které je znečištěné?		X
	Nedostatečné okolní osvětlení?		X
	Chladné okolní prostředí?		X
	Horké okolní prostředí?		X
	Mokrý nebo vlhký okolní prostředí?		X

5.5 Zásobník a dopravník

Z důvodu, že má zásobník pohyblivé části, kde se pohybuje plech proti plechu jako nůžky, bylo zapotřebí jej zakrytovat z vnějších stran. Dále bylo zapotřebí přidat bezpečnostní vypínač, který slouží obsluze pro situace, kdy doplňují polystyrény. Tímto spínačem odstaví chod pohyblivých částí a stroj se stává bezpečným. Původně byl zásobník vybaven dveřmi se spínačem, ale na požadavek zákazníka muselo dojít ke změně bezpečnostního opatření. Zbytek této sekce jsou pouze gurtové dopravníky, které jsou kvůli bezpečnosti, stejně jako zásobník, pevně přichyceny k podlaze. Z důvodu bezpečnosti a přístupnosti motorů jsou nastaveny na otáčky, při kterých nedochází k extrémnímu přehřívání.

Tabulka 5 Checklist zásobníku a dopravníku (vlastní zpracování na základě Neugebauer, 2018)

Druh nebezpečí	Specifikace nebezpečí	ANO	NE
Mechanické	Nechráněné pohyblivé části stroje? (např. hřídele, bubny atd.)	X	
	Ostré nebo jinak nebezpečné části stroje? (např. ostré hrany, sklo, řezné části atd.)	X	
	Pohyb celého stroje? (např. pád, vyklápení atd)		X
	Nekontrolovaně se pohybující části stroje nebo ve stroji? (zkumavky, bubny atd.)		X
	Vytékající části ze stroje, které mohou způsobit uklouznutí, pád, pohmoždění?		X
	Pohyblivé dopravní zařízení, které může způsobit náraz, zachycení, přimáčknutí, přejetí atd.	X	
Elektrické	Kontakt s nechráněnými částmi pod elektrickým napětím?		X
	Elektrostatický náboj?	X	
Tepelné	Má stroj horké části?	X	
	Má stroj chladné části?		X
Hluk	Přesahuje stroj hlukové limity?		X
Vibrace	Způsobuje stroj vibrace?		X
	Přenáší stroj vibrace na obsluhu?		X
Záření	Způsobuje stroj záření?		X
Nebezpečné látky a materiály	Vypouští nebo pracuje stroj s plyny, výpary, aerosoly, tekutinami nebo sypkými materiály?		X
	Vypouští nebo pracuje stroj s výbušnými/ hořlavými látkami?	X	
Ergonomické	Zvedání těžkých břemen?		X
	Opakující se pracovní pohyby?		X
Kombinace nebezpečí nebo specifické nebezpečí na pracovišti	Je stroj v prostředí, které je znečištěné?		X
	Nedostatečné okolní osvětlení?		X
	Chladné okolní prostředí?		X
	Horké okolní prostředí?		X
	Mokrý nebo vlhký okolní prostředí?		X

5.6 Balící tunel

Tato sekce se skládá z nakupovaného stroje a kvůli tomu nebylo moc možností pro jeho zabezpečení. Nicméně i tak došlo k zakrytování vstupní části, kde se pohybuje lopatka, která vsunuje polystyrény do stroje. Stroj sám o sobě je vybaven bezpečnostní světelnou signalizací a nouzovým vypínačem.

Tabulka 6 Checklist balící tunel (vlastní zpracování na základě Neugebauer, 2018)

Druh nebezpečí	Specifikace nebezpečí	ANO	NE
Mechanické	Nechráněné pohyblivé části stroje? (např. hřídele, bubny atd.)	X	
	Ostré nebo jinak nebezpečné části stroje? (např. ostré hrany, sklo, řezné části atd.)	X	
	Pohyb celého stroje? (např. pád, vyklápění atd)		X
	Nekontrolovaně se pohybující části stroje nebo ve stroji? (zkumavky, bubny atd.)		X
	Vytékající části ze stroje, které mohou způsobit uklouznutí, pád, pohmoždění?		X
	Pohyblivé dopravní zařízení, které může způsobit náraz, zachycení, přimáčknutí, přejetí atd.	X	
Elektrické	Kontakt s nechráněnými částmi pod elektrickým napětím?		X
	Elektrostatický náboj?	X	
Tepelné	Má stroj horké části?	X	
	Má stroj chladné části?		X
Hluk	Přesahuje stroj hlukové limity?		X
Vibrace	Způsobuje stroj vibrace?		X
	Přenáší stroj vibrace na obsluhu?		X
Záření	Způsobuje stroj záření?		X
Nebezpečné látky a materiály	Vypouští nebo pracuje stroj s plyny, výpary, aerosoly, tekutinami nebo sypkými materiály?		X
	Vypouští nebo pracuje stroj s výbušnými/ hořlavými látkami?	X	
Ergonomické	Zvedání těžkých břemen?	X	
	Opakující se pracovní pohyby?		X
Kombinace nebezpečí nebo specifické nebezpečí na pracovišti	Je stroj v prostředí, které je znečištěné?		X
	Nedostatečné okolní osvětlení?		X
	Chladné okolní prostředí?		X
	Horké okolní prostředí?		X
	Mokrý nebo vlhký okolní prostředí?		X

5.7 Etiketovací hlava na sloupu

Etiketovací hlava na sloupu je část, která má sama o sobě minimální možnost způsobit nebezpečí. Hlavní nebezpečí může nastat pouze v případě pádu celého stroje. Bohužel z důvodu potřebné flexibility nebylo možné jej zafixovat k podlaze. Z toho důvodu byla alespoň maximálně zatížena spodní část, čímž se snížilo těžiště, a také možnost převrácení stroje.

Tabulka 7 Checklist etiketovací hlava na sloupu (vlastní zpracování na základě Neugebauer, 2018)

Druh nebezpečí	Specifikace nebezpečí	ANO	NE
Mechanické	Nechráněné pohyblivé části stroje? (např. hřídele, bubny atd.)		X
	Ostré nebo jinak nebezpečné části stroje? (např. ostré hrany, sklo, řezné části atd.)		X
	Pohyb celého stroje? (např. pád, vyklápění atd)	X	
	Nekontrolovaně se pohybující části stroje nebo ve stroji? (zkumavky, bubny atd.)		X
	Vytékající části ze stroje, které mohou způsobit uklouznutí, pád, pohmoždění?		X
	Pohyblivé dopravní zařízení, které může způsobit náraz, zachycení, přimáčknutí, přejetí atd.	X	
Elektrické	Kontakt s nechráněnými částmi pod elektrickým napětím?		X
	Elektrostatický náboj?		X
Tepelné	Má stroj horké části?		X
	Má stroj chladné části?		X
Hluk	Přesahuje stroj hlukové limity?		X
Vibrace	Způsobuje stroj vibrace?		X
	Přenáší stroj vibrace na obsluhu?		X
Záření	Způsobuje stroj záření?		X
Nebezpečné látky a materiály	Vypouští nebo pracuje stroj s plyny, výpary, aerosoly, tekutinami nebo sypkými materiály?		X
	Vypouští nebo pracuje stroj s výbušnými/ hořlavými látkami?	X	
Ergonomické	Zvedání těžkých břemen?	X	
	Opakující se pracovní pohyby?		X
Kombinace nebezpečí nebo specifické nebezpečí na pracovišti	Je stroj v prostředí, které je znečištěné?		X
	Nedostatečné okolní osvětlení?		X
	Chladné okolní prostředí?		X
	Horké okolní prostředí?		X
	Mokrý nebo vlhký okolní prostředí?		X

5.8 Robotická paletizace

Z důvodu, že je při paletizaci potřebný volný přístup obsluhy, bylo nutno použít kolaborativního robota. Ten při kontaktu s osobou, nebo jinou překážkou zastaví. I přes to je vybaven dvěma vypínači, kdy jeden zpomaluje robota při blízkosti osoby a druhý robota vypíná úplně. Dále je na podlaze vyznačena bezpečná zóna, za kterou nehrozí nebezpečí nárazu. Robot je sám o sobě také vybaven signalizačními světly, které varují obsluhu, že robot pracuje nebo je v poruchovém stavu.

Tabulka 8 Checklist robotické paletizace (vlastní zpracování na základě Neugebauer, 2018)

Druh nebezpečí	Specifikace nebezpečí	ANO	NE
Mechanické	Nechráněné pohyblivé části stroje? (např. hřídele, bubny atd.)	X	
	Ostré nebo jinak nebezpečné části stroje? (např. ostré hrany, sklo, řezné části atd.)		X
	Pohyb celého stroje? (např. pád, vyklápění atd)		X
	Nekontrolovaně se pohybující části stroje nebo ve stroji? (zkumavky, bubny atd.)		X
	Vytékající části ze stroje, které mohou způsobit uklouznutí, pád, pohmoždění?		X
	Pohyblivé dopravní zařízení, které může způsobit náraz, zachycení, přimáčknutí, přejetí atd.	X	
Elektrické	Kontakt s nechráněnými částmi pod elektrickým napětím?		X
	Elektrostatický náboj?		X
Tepelné	Má stroj horké části?		X
	Má stroj chladné části?		X
Hluk	Přesahuje stroj hlukové limity?		X
Vibrace	Způsobuje stroj vibrace?		X
	Přenáší stroj vibrace na obsluhu?		X
Záření	Způsobuje stroj záření?		X
Nebezpečné látky a materiály	Vypouští nebo pracuje stroj s plyny, výpary, aerosoly, tekutinami nebo sypkými materiály?		X
	Vypouští nebo pracuje stroj s výbušnými/ hořlavými látkami?	X	
Ergonomické	Zvedání těžkých břemen?		X
	Opakující se pracovní pohyby?		X
Kombinace nebezpečí nebo specifické nebezpečí na pracovišti	Je stroj v prostředí, které je znečištěné?		X
	Nedostatečné okolní osvětlení?		X
	Chladné okolní prostředí?		X
	Horké okolní prostředí?		X
	Mokré nebo vlhké okolní prostředí?		X

5.9 Vyhodnocení a navržení opatření

V této části mé práce se budu věnovat vyhodnocení bezpečnosti jednotlivých sekcí výrobní linky na základě checklistů v předchozím oddíle. Dále zde budou vyobrazeny žlutě nebezpečné části dané sekce.

Tabulka 9 kritéria hodnocení (Neugebauer, 2018)

Pravděpodobnost nežádoucího následku		Expozice rizika		Ochranná reakce		Následky rizika	
výskyt	hodnota	intenzita	hodnota	schopnost	Hodnota	rozsah	hodnota
Častý výskyt	10,0	Stále	10,0	Nemožná	1,00	Katastrofické	100
Možný výskyt	6,0	Často (denně)	6,0	Velmi obtížná	0,95	Velmi vážné	40
Není běžné, ale je pravděpodobné	3,0	Příležitostně	3,0	Obtížná	0,90	Závažné	15
Někdy se vyskytne	1,0	Občas (měsíčně)	2,0	Možná	0,85	Vážné	7
Ještě se nevyskytl, je však možný	0,5	Zřídka (několikrát za rok)	1,0	Snadná (reflexní)	0,80	Lehké	3
Prakticky nemožný	0,2	Velmi zřídka (ročně)	0,5			Zanedbatelné	1
vyloučeny	0,1	Není expozice	0,0				
Míra rizika				Závažnost rizika			
Větší než 400				Velmi vysoké riziko, zastavit činnost			
200 až 400				Vysoké riziko, potřeba okamžitého řešení			
70 až 200				Značné riziko, potřeba řešení			
20 až 70				Riziko, potřeba zvýšené pozornosti			
Menší než 20				Přijatelné riziko			

Tabulka 10 Jednoduchá bodová metoda stavěcí stroj (vlastní zpracování na základě Neugebauer, 2018)

STAVĚCÍ STROJ										
Nebezpečný činitel Stroj, zařízení, objekt, pracovní prostředí, činnost, zvíře, člověk)	Zdroj rizika (vlastnost nebezpečného činitele)	Nejhorší předpokládaný následek působení zdroje rizika	Poř. Číslo rizika	Vyhodnocení závažnosti rizika					Vyhodnocení míry rizika	Navržené bezpečnostní opatření k omezení působení rizika
				pravděpodobnost	Expozice rizika	Ochranná reakce	Následek rizika	Míra rizika		
Plech	Ostrost	Požezání, roztržení	1	3,0	10,0	0,85	1	25,5	Riziko, potřeba zvýšené pozornosti	Odjehlení, OOPP
Plexisklo	Ostrost	Požezání, roztržení	2	1,0	0,5	0,85	1	0,425	Přijatelné riziko	Sražení hrany, OOPP
Motor	Vysoká teplota	Popálení	3	1,0	6,0	0,85	3	15,3	Přijatelné riziko	OOPP, školení BOZP
Krabice se zkumavkami	Těžké břemeno	Nemoc z povolání	4	3,0	6,0	0,80	7	100,8	Značné riziko, potřeba řešení	Školení BOZP, nižší zátěž

Tabulka 11 Jednoduchá bodová metoda Etiketovací stroj se dvěma hlavami (vlastní zpracování na základě Neugebauer, 2018)

ETIKETOVACÍ STROJ SE DVĚMA HLAVAMI										
Nebezpečný činitel Stroj, zařízení, objekt, pracovní prostředí, činnost, zvíře, člověk)	Zdroj rizika (vlastnost nebezpečného činitele)	Nejhorší předpokládaný následek působení zdroje rizika	Poř. Číslo rizika	Vyhodnocení závažnosti rizika					Vyhodnocení míry rizika	Navržené bezpečnostní opatření k omezení působení rizika
				pravděpodobnost	Expozice rizika	Ochranná reakce	Následek rizika	Míra rizika		
Dopravní pás	Posun	Amputace prstů, pohmoždění, zlomenina	1	0,5	10,0	0,85	7	29,75	Riziko, potřeba zvýšené pozornosti	Školení BOZP, zakrytování
Plech	Ostrost	Pořezání	2	3,0	10,0	0,85	1	25,5	Riziko, potřeba zvýšené pozornosti	Ojehlení, OOPP
Zkumavka	Vyfukování	Uklouznutí pád	3	1,0	3,0	0,85	1	2,55	Přijatelné riziko	Záchytná nádoba
Stroj	El. Stat. výboj	Úlek	4	1,0	0,5	1,00	1	0,5	Přijatelné riziko	Uzemnění
Motor	Vysoká teplota	Popálení	5	1,0	6,0	0,85	3	15,3	Přijatelné riziko	OOPP, školení BOZP
Návin etiket	Hmotnost	Nemoc z povolání	6	3,0	6,0	0,80	7	100,8	Značné riziko, potřeba řešení	Školení BOZP, schůdky

Tabulka 12 Jednoduchá bodová metoda Monoblok (vlastní zpracování na základě Neugebauer, 2018)

MONOBLOK										
Nebezpečný činitel Stroj, zařízení, objekt, pracovní prostředí, činnost, zvíře, člověk)	Zdroj rizika (vlastnost nebezpečného činitele)	Nejhorší předpokládaný následek působení zdroje rizika	Poř. Číslo rizika	Vyhodnocení závažnosti rizika					Vyhodnocení míry rizika	Navržené bezpečnostní opatření k omezení působení rizika
				pravděpodobnost	Expozice rizika	Ochranná reakce	Následek rizika	Míra rizika		
Plech	Ostrost	Pořezání	1	3,0	10,0	0,85	1	25,5	Riziko, potřeba zvýšené pozornosti	Ojehlení, OOPP
Plexisklo	Ostrost	Pořezání	2	1,0	0,5	0,85	1	0,425	Přijatelné riziko	Sražení hrany, OOPP
Stroj	El stat. Výboj	Úlek	3	1,0	0,5	1,00	1	0,5	Přijatelné riziko	Uzemnění
Tekutina pod strojem	Kluzkost	Pád, podvrtnutí	4	0,5	0,5	0,85	1	0,2125	Přijatelné riziko	OOPP, pravidelný úklid, savý mat. pod strojem.
Hořlavá tekutina	Výbušnost/ hořlavost	Požár, výbuch, popálení, smrt	5	0,5	0,0	1,00	100	0	Přijatelné riziko	Smluvně ošetřeno max. % alkoholu, ex provedení

Tabulka 13 Jednoduchá bodová metoda Robotické zakládání (vlastní zpracování na základě Neugebauer, 2018)

ROBOTICKÉ ZAKLÁDÁNÍ										
Nebezpečný činitel Stroj, zařízení, objekt, pracovní prostředí, činnost, zvíře, člověk)	Zdroj rizika (vlastnost nebezpečného činitele)	Nejhorší předpokládaný následek působení zdroje rizika	Poř. Číslo rizika	Vyhodnocení závažnosti rizika					Vyhodnocení míry rizika	Navržené bezpečnostní opatření k omezení působení rizika
				pravděpodobnost	Expozice rizika	Ochranná reakce	Následek rizika	Míra rizika		
Robot	Pád	Pohmoždění, zlomení, propíchnutí, smrt	1	0,5	6,0	0,95	15	42,75	Riziko, potřeba zvýšené pozornosti	Pevnější ukotvení, pravidelná kontrola
Rameno robota	Pohyb	Zlomení, pohmoždění	2	0,5	10,0	0,85	7	29,75	Riziko, potřeba zvýšené pozornosti	Školení OOPP, jiný typ robota
Hořlavá tekutina	Výbušnost/ hořlavost	Požár, výbuch, popálení, smrt	3	0,5	0,0	1,00	100	0	Přijatelné riziko	Smluvně ošetřeno max % alkoholu, ex provedení

Tabulka 14 Jednoduchá bodová metoda zásobník a dopravník (vlastní zpracování na základě Neugebauer, 2018)

ZÁSObNÍK A DOPRAVNÍK										
Nebezpečný činitel Stroj, zařízení, objekt, pracovní prostředí, činnost, zvíře, člověk)	Zdroj rizika (vlastnost nebezpečného činitele)	Nejhorší předpokládaný následek působení zdroje rizika	Poř. Číslo rizika	Vyhodnocení závažnosti rizika					Vyhodnocení míry rizika	Navržené bezpečnostní opatření k omezení působení rizika
				pravděpodobnost	Expozice rizika	Ochranná reakce	Následek rizika	Míra rizika		
Hnaná/ hnací hřídel	Otáčení	Zlomení, pohmoždění,	1	0,5	10,0	0,85	3	12,75	Přijatelné riziko	Školení BOZP, zakrytí
Plech	Ostrost	Pořezání	2	3,0	10,0	0,85	1	25,5	Riziko, potřeba zvýšené pozornosti	Odjehlení, OOPP
Plexisklo	Ostrost	Pořezání	3	1,0	0,5	0,85	1	0,425	Přijatelné riziko	Sražení hrany, OOPP
Dopravní pás	Pohyb	Pohmoždění	4	0,1	10,0	0,85	1	0,85	Přijatelné riziko	Vyhrazení bezpečné zóny
Chytač	Střih	Amputace, zlomení	5	0,5	6,0	0,85	15	38,25	Riziko, potřeba zvýšené pozornosti	Světelná brána, dveře
Pás	El. Stat. náboj	Úlek	6	1,0	0,5	1,00	1	0,5	Přijatelné riziko	Uzemnění
Motor	Vysoká teplota	Popálení	7	1,0	6,0	0,85	3	15,3	Přijatelné riziko	Školení BOZP, OOPP
Hořlavá tekutina	Výbušnost/hořlavost	Požár, výbuch, popálení, smrt	8	0,5	0,0	1,00	100	0	Přijatelné riziko	Smluvně ošetřeno max % alkoholu, ex provedení

Tabulka 15 Jednoduchá bodová metoda balící tunel (vlastní zpracování na základě Neugebauer, 2018)

BALÍČÍ TUNEL										
Nebezpečný činitel Stroj, zařízení, objekt, pracovní prostředí, činnost, zvíře, člověk)	Zdroj rizika (vlastnost nebezpečného činitele)	Nejhorší předpokládaný následek působení zdroje rizika	Poř. Číslo rizika	Vyhodnocení závažnosti rizika					Vyhodnocení míry rizika	Navržené bezpečnostní opatření k omezení působení rizika
				pravděpodobn ost	Expozice rizika	Ochranná reakce	Následek rizika	Míra rizika		
Plech	Ostrost	Požezání	2	3,0	10,0	0,85	1	25,5	Riziko, potřeba zvýšené pozornosti	Odjehlení, OOPP
Posunovač	Střih	Amputace, požezání, zlomení	3	0,5	10,0	0,85	7	29,75	Riziko, potřeba zvýšené pozornosti	Zakrytí, posun ve vyšší výšce
Stroj	El. Stat. Náboj	Úlek	4	1,0	0,5	1,00	1	0,5	Přijatelné riziko	Uzemnění
Motor	Vysoká teplota	Popálení	5	1,0	6,0	0,85	3	15,3	Přijatelné riziko	Školení BOZP, OOPP
Topné těleso	Vysoká teplota	Popálení	6	0,2	6,0	0,85	7	7,14	Přijatelné riziko	Světelná brána, školení BOZP, OOPP
Zabalené zkumavky	Vysoká teplota	Popálení	7	3,0	6,0	0,85	1	15,3	Přijatelné riziko	Zakrytý výstup, OOPP
Hořlavá tekutina	Výbušnost/ hořlavost	Požár, výbuch, popálení, smrt	8	0,5	0,0	1,00	100	0	Přijatelné riziko	Smluvně ošetřeno max % alkoholu, ex provedení
Návin folie	Hmotnost	Nemoc z povolání	9	3,0	6,0	0,80	7	100,8	Značné riziko, potřeba řešení	Schůdky,

Tabulka 16 Jednoduchá bodová metoda etiketovací hlava na sloupu (vlastní zpracování na základě Neugebauer, 2018)

ETIKETOVACÍ HLAVA NA SLOUPU										
Nebezpečný činitel Stroj, zařízení, objekt, pracovní prostředí, činnost, zvíře, člověk)	Zdroj rizika (vlastnost nebezpečného činitele)	Nejhorší předpokládaný následek působení zdroje rizika	Poř. Číslo rizika	Vyhodnocení závažnosti rizika					Vyhodnocení míry rizika	Navržené bezpečnostní opatření k omezení působení rizika
				pravděpodobnost	Expozice rizika	Ochranná reakce	Následek rizika	Míra rizika		
Stroj	Pád	Zlomení, pohmoždění, propíchnutí, smrt	1	0,2	6,0	0,90	15	16,2	Přijatelné riziko	Zatížení spodní části,
Stroj	Pohyb	Pohmoždění, zlomení	2	0,2	1,0	0,85	3	0,51	Přijatelné riziko	Možnost zajistit kolečka
Hořlavá tekutina	Výbušnost/ hořlavost	Požár, výbuch, popálení, smrt	3	0,5	0,0	1,00	100	0	Přijatelné riziko	Smluvně ošetřeno max % alkoholu, ex provedení
Návin etiket	Hmotnost	Nemoc z povolání	4	3,0	6,0	0,80	7	100,8	Značné riziko, potřeba řešení	Možnost sjetí s etiketovací hlavou

Tabulka 17 Jednoduchá bodová metoda Robotická paletizace (vlastní zpracování na základě Neugebauer, 2018)

ROBTICKÁ PALETIZACE										
Nebezpečný činitel Stroj, zařízení, objekt, pracovní Prostředí, činnost, zvíře, člověk)	Zdroj rizika (vlastnost nebezpečného činitele)	Nejhorší předpokládaný následek působení zdroje rizika	Poř. Číslo rizika	Vyhodnocení závažnosti rizika					Vyhodnocení míry rizika	Navržené bezpečnostní opatření k omezení působení rizika
				pravděpodobnost	Expozice rizika	Ochranná reakce	Následek rizika	Míra rizika		
Přísavka	Přísátí	Pohmoždění	1	0,2	6,0	0,80	1	0,96	Přijatelné riziko	Lidar, světelná brána
Robot	Pohyb	Pohmoždění, zlomení	2	0,5	6,0	0,85	1	2,55	Přijatelné riziko	Lidar, světelná brána
Hořlavá tekutina	Výbušnost/ hořlavost	Požár, výbuch, popálení, smrt	3	0,5	0,0	1,00	100	0	Přijatelné riziko	Smluvně ošetřeno max % alkoholu, ex provedení

5.10 Zhodnocení výsledků analýzy

Ze získaných výsledků bylo zjištěno, že se jedná o poměrně bezpečnou linku, která by neměla způsobit vážné zdravotní následky její obsluze. Nejzávažnějším zjištěným rizikem se jeví zvedání těžkých břemen, což může mít za následek nemoc z povolání. Toto riziko bylo zjištěno u stavěcího stroje, kde dochází k přesypávání zkušev do zásobníku. Na základě analýzy pak bylo navrženo opatření, jako je nižší zátěž, čehož lze dosáhnout rozdělením zkušev do více malých beden. To samé riziko pak vyšlo také u etiketovacího stroje se dvěma hlavami a etiketovací hlavy na sloupu. Zde není možné náviny rozdělit na menší, proto bylo doporučeno přistavit schody, aby nedocházelo ke zvedání náviny do tak vysoké výšky. Posledním strojem s tímto rizikem je balící tunel, zde dochází ke zvedání folie a možným opatřením jsou také schůdky.

6 VIZUALIZACE RIZIKOVÝCH ČÁSTÍ VÝROBNÍ LINKY

V této poslední části práce budou vizualizovány rizika spojená s jednotlivými sekcemi výrobní linky. Jako první budou žlutě zobrazeny rizika, které vyplývají z předchozí analýzy (příloha P1). Dále pak budou zobrazena červeně všechna rizika, včetně těch ošetřených a zeleně pak všechna ochranná opatření (příloha P2).

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo vytvořit model výrobní linky pro dánskou společnost, která chtěla zefektivnit a zoptimalizovat jejich proces plnění a balení alkoholu do zkumavek. Dále jsem se věnoval vyhledávání, hodnocení a řešení zbytkových rizik výrobní linky za pomoci metod checklist a Jednoduché bodové metody. Na základě těchto výsledků jsem pak vizualizoval zbytková rizika linky. Současně s těmito riziky jsem také zobrazil všechny nebezpečné části jednotlivých sekcí linky a všechny jejich ochranné opatření.

V teoretické části jsem se věnoval popisu grafických programů, a to převážně aplikaci Autodesk Inventor, kterou sám využívám při své práci. Jsou zde kupříkladu popsány jednotlivé stěžejní funkce tohoto programu a také třeba postupný popis modelování čepu se závitem. Následně se věnuji problematice bezpečnosti práce, kde poukazuji na jednotlivé zákony, tohoto tématu se dotýkající. Taktéž jsou v této části popsány způsoby vyhledávání a hodnocení rizik, osobní ochranné pomůcky a způsoby bezpečnostního značení. Závěr teoretické části se věnuje automatizaci, kde vyobrazuji průřez historií, typy automatizace, jako jsou třeba průmyslová automatizace, nebo automatizace informačních technologií. Jsou zde představeny jednotlivé úrovně automatizace od manuální, až po kognitivní. Celá teoretická část je pak zakončena trendy v automatizaci.

Praktická část pak seznamuje čtenáře s navrhovanou výrobní linkou. Jako první jsou zde popsány jednotlivé sekce od stavěčky lahví až po robotickou paletizaci. V těchto kapitolách jsou popsány principy fungování těchto částí a také jejich cíle. Druhá část se zaměřuje na vyhledávání, hodnocení a vizualizaci zbytkových rizik těchto sekcí za pomoci metod, jako jsou checklist, Jednoduchá bodová metoda a modelování. Z těchto analýz nám pak vyšlo, že linka je sama o sobě teoreticky bezpečná a nemělo by dojít k větším škodám a úrazům.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Autodesk., 2024. Online. Dostupné z: <https://www.autodesk.cz/>. [cit. 2024-03-19].

T-support, 2024. Online. Dostupné z: <https://www.t-support.cz/>. [cit. 2024-03-19].

Adeon.cz, 2021. Online. Dostupné z: <https://www.adeon.cz/>. [cit. 2024-03-20].

NEUGEBAUER, Tomáš, 2016. *Bezpečnost a ochrana zdraví při práci v kostce*. 2. vydání. Wolters Kluwer. ISBN 978-80-7552-107-1.

TOMEK, Gustav a VÁVROVÁ, Věra. *Průmysl 4.0, aneb, Nikdo sám nevyhraje*. Průhonice: Professional Publishing, 2017. ISBN 978-80-906594-4-5.

Bezpecnost prace.info, 2016. Online. Dostupné z: <https://www.bezpecnostprace.info/>. [cit. 2024-03-20].

Dokumentacebozp.cz, 2018. Online. Dostupné z: <https://www.dokumentacebozp.cz/aktuality/metody-hodnoceni-rizik-bozp/>. [cit. 2024-03-20].

KORDOŠOVÁ, Miroslava, 2014. *Osobné ochranné pracovné prostriedky*. Bratislava: Wolters Kluwer. ISBN 978-80-8168-129-5.

FLÍDR, Jiří. *Propojení výroby a informačních systémů v praxi*. Expert (Grada). Praha: Grada Publishing, 2023. ISBN 978-80-271-2459-6.

Progressiveautomations, 2022. Online. Dostupné z: <https://www.progressiveautomations.com/blogs/news/the-evolution-of-automation>. [cit. 2024-03-20].

NEUGEBAUER, T., 2008. *Vyhledávání a vyhodnocení rizik v praxi*. 1. vyd. Praha: ASPI, 2008. ISBN 978-80-7357-356-0.

TICHÝ, Milík, 2006. *Ovládání rizika: analýza a management*. Beckova edice ekonomie. V Praze: C.H. Beck. ISBN 80-7179-415-5.

DITTRICHOVÁ, Milada a JUROVÁ, Marie. *Bezpečnost práce*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2019. ISBN 978-80-7623-019-4

Croneri.co.uk, 2024. Online. Dostupné z: <https://app.croneri.co.uk/topics/safety-signs-and-signals/indepth?product=133>. [cit. 2024-03-20].

Elektroprumysl.cz, 2021. Online. Dostupné z: <https://www.elektroprumysl.cz/automatizace/automatizace-ve-vyrobnim-a-zpracovatelskem-prumysl>. [cit. 2024-03-20].

Startus-insights, 2023. Online. Dostupné z: <https://www.startus-insights.com/innovators-guide/industrial-automation-trends/>. [cit. 2024-03-20].

Fanuc, 2023. Online. Dostupné z: <https://www.fanuc.eu/cz/cs>. [cit. 2024-03-22].

Kuka, 2023. Online. Dostupné z: <https://www.kuka.com/cs-cz/vyroba-v-budoucnosti/automatizace>. [cit. 2024-03-22].

Slideplayer, 2023. Online. Dostupné z: <https://slideplayer.cz/slide/3175602/>. [cit. 2024-03-22].

Tzb-info, 2011. Online. 2011. Dostupné z: <https://elektro.tzb-info.cz/merici-a-regulacni-technika/8032-popis-ridicich-systemu-a-obvodu-vyuzivanych-pro-rizeni-technologie-v-modernich-budovach>. [cit. 2024-03-22].

Siemens, 2024. Online. Dostupné z: <https://www.siemens.com/cz/cs/products/automation/systems/industrial/plc.html>. [cit. 2024-03-22].

Partsolutions, 2023. Online. Dostupné z: <https://partsolutions.com/60-years-of-cad-infographic-the-history-of-cad-since-1957/>. [cit. 2024-03-23].

Besoft, 2023. Online. In: Besoft. Dostupné z: <https://besoft.cz/sluzby/bezpecnostni-a-zdravotni-znaceni>. [cit. 2024-03-23].

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

3D	Trojdimenzionální
2D	Dvoudimenzionální
CAD	Počítačem podporované kreslení
BIM	Informační model budovy
MCAD	Strojírenské počítačem podporované kreslení
ECAD	Elektrický počítačem podporovaný návrh
AEC	Počítačem podporované kreslení pro architekty
GIS	Geografický informační systém
NC	Numerické řízení
CAM	Počítačem podporovaná výroba
CAE	Počítačem podporované inženýrství
PDM	Řízení výrobních dat
BOZP	Bezpečnost a Ochrana Zdraví při Práci
JBM	Jednoduchá bodová metoda
OOPP	Osobní ochranné pracovní prostředky
IT	Informační technologie
AI	Umělá inteligence
ML	Strojové učení/ meta jazyk

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 vývoj CAD systémů (Partsolutions, 2023).....	12
Obrázek 2 2D náčrt čepu se závitem (vlastní zpracování).....	14
Obrázek 3 3D model čepu se závitem (vlastní zpracování).....	14
Obrázek 4 výkres čepu se závitem (vlastní zpracování).....	15
Obrázek 5 bezpečnostní značení (Besoft, 2023).....	23
Obrázek 6 druhy robotů (Fanuc, 2023).....	28
Obrázek 7 Layout linky (vlastní zpracování na základě interních dat.)	31
Obrázek 8 Stavěcí stroj (vlastní zpracování na základě interních dat.)	32
Obrázek 9 Etiketovací stroj se dvěma hlavami (vlastní zpracování na základě interních dat.)	33
Obrázek 10 Monoblok (vlastní zpracování na základě interních dat.)	34
Obrázek 11 Robotické zakládání (vlastní zpracování na základě interních dat.)	36
Obrázek 12 Zásobník a dopravník (vlastní zpracování na základě interních dat.)	37
Obrázek 13 Balící tunel (vlastní zpracování na základě interních dat.)	38
Obrázek 14 Etiketovací hlava na sloupu (vlastní zpracování na základě interních dat.).....	39
Obrázek 15 Robotická paletizace (vlastní zpracování na základě interních dat.).....	40
Obrázek 16 Výrobní linka (vlastní zpracování na základě interních dat.).....	42
Obrázek 17 Přetrvávající rizika stavěcího stroje (vlastní zpracování na základě interních dat.)	70
Obrázek 18 Přetrvávající rizika etiketovacího stroje se dvěma hlavami (vlastní zpracování na základě interních dat.)	71
Obrázek 19 Přetrvávající rizika monobloku (vlastní zpracování na základě interních dat.).....	72
Obrázek 20 Přetrvávající rizika robotického zakládání (vlastní zpracování na základě interních dat.)	73
Obrázek 21 Přetrvávající rizika zásobníku a dopravníku (vlastní zpracování na základě interních dat.)	74
Obrázek 22 Přetrvávající rizika etiketovací hlavy na sloupu (vlastní zpracování na základě interních dat.)	75
Obrázek 23 Přetrvávající rizika robotické paletizace (vlastní zpracování na základě interních dat.)	76
Obrázek 24 Rizika a opatření stavěcího stroje (vlastní zpracování na základě interních dat.)	77
Obrázek 25 Rizika a opatření stavěcího stroje (vlastní zpracování na základě interních dat.)	78
Obrázek 26 Rizika a opatření etiketovacího stroje se dvěma hlavami (vlastní zpracování na základě interních dat.)	79
Obrázek 27 Rizika a opatření monobloku (vlastní zpracování na základě interních dat.) ..	80

Obrázek 28 Rizika a opatření monobloku (vlastní zpracování na základě interních dat.) ..	81
Obrázek 29 Rizika a opatření robotického zakládání (vlastní zpracování na základě interních dat.)	82
Obrázek 30 Rizika a opatření zásobníku a dopravníku (vlastní zpracování na základě interních dat.)	83
Obrázek 31 Rizika a opatření zásobníku a dopravníku (vlastní zpracování na základě interních dat.)	84
Obrázek 32 Rizika a opatření etiketovací hlavy na sloupu (vlastní zpracování na základě interních dat.)	85
Obrázek 33 Rizika a opatření robotické paletizace (vlastní zpracování na základě interních dat.)	86

SEZNAM TABULEK

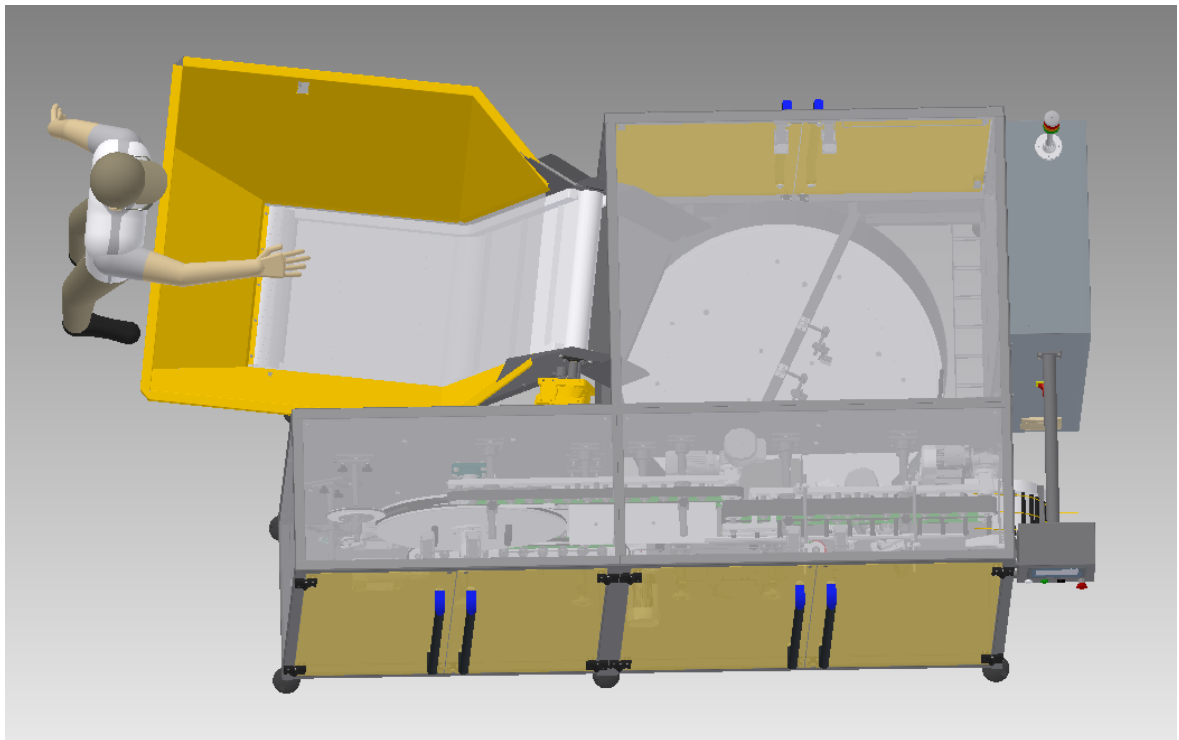
Tabulka 1 Checklist stavěcího stroje (vlastní zpracování na základě Neugebauer, 2018) ..	44
Tabulka 2 Checklist etiketovacího stroje se dvěma hlavami (vlastní zpracování na základě Neugebauer, 2018).....	45
Tabulka 3 Checklist monobloku (vlastní zpracování na základě Neugebauer, 2018).....	46
Tabulka 4 Checklist robotické paletizace (vlastní zpracování na základě Neugebauer, 2018)	47
Tabulka 5 Checklist zásobníku a dopravníku (vlastní zpracování na základě Neugebauer, 2018)	48
Tabulka 6 Checklist balící tunel (vlastní zpracování na základě Neugebauer, 2018)	49
Tabulka 7 Checklist etiketovací hlava na sloupu (vlastní zpracování na základě Neugebauer, 2018).....	50
Tabulka 8 Checklist robotické paletizace (vlastní zpracování na základě Neugebauer, 2018)	51
Tabulka 9 kritéria hodnocení (Neugebauer, 2018)	52
Tabulka 10 Jednoduchá bodová metoda stavěcí stroj (vlastní zpracování na základě Neugebauer, 2018).....	53
Tabulka 11 Jednoduchá bodová metoda Etiketovací stroj se dvěma hlavami (vlastní zpracování na základě Neugebauer, 2018)	54
Tabulka 12 Jednoduchá bodová metoda Monoblok (vlastní zpracování na základě Neugebauer, 2018).....	55
Tabulka 13 Jednoduchá bodová metoda Robotické zakládání (vlastní zpracování na základě Neugebauer, 2018).....	56
Tabulka 14 Jednoduchá bodová metoda zásobník a dopravník (vlastní zpracování na základě Neugebauer, 2018).....	57
Tabulka 15 Jednoduchá bodová metoda balící tunel (vlastní zpracování na základě Neugebauer, 2018).....	58
Tabulka 16 Jednoduchá bodová metoda etiketovací hlava na sloupu (vlastní zpracování na základě Neugebauer, 2018).....	59
Tabulka 17 Jednoduchá bodová metoda Robotická paletizace (vlastní zpracování na základě Neugebauer, 2018).....	60

SEZNAM PŘÍLOH

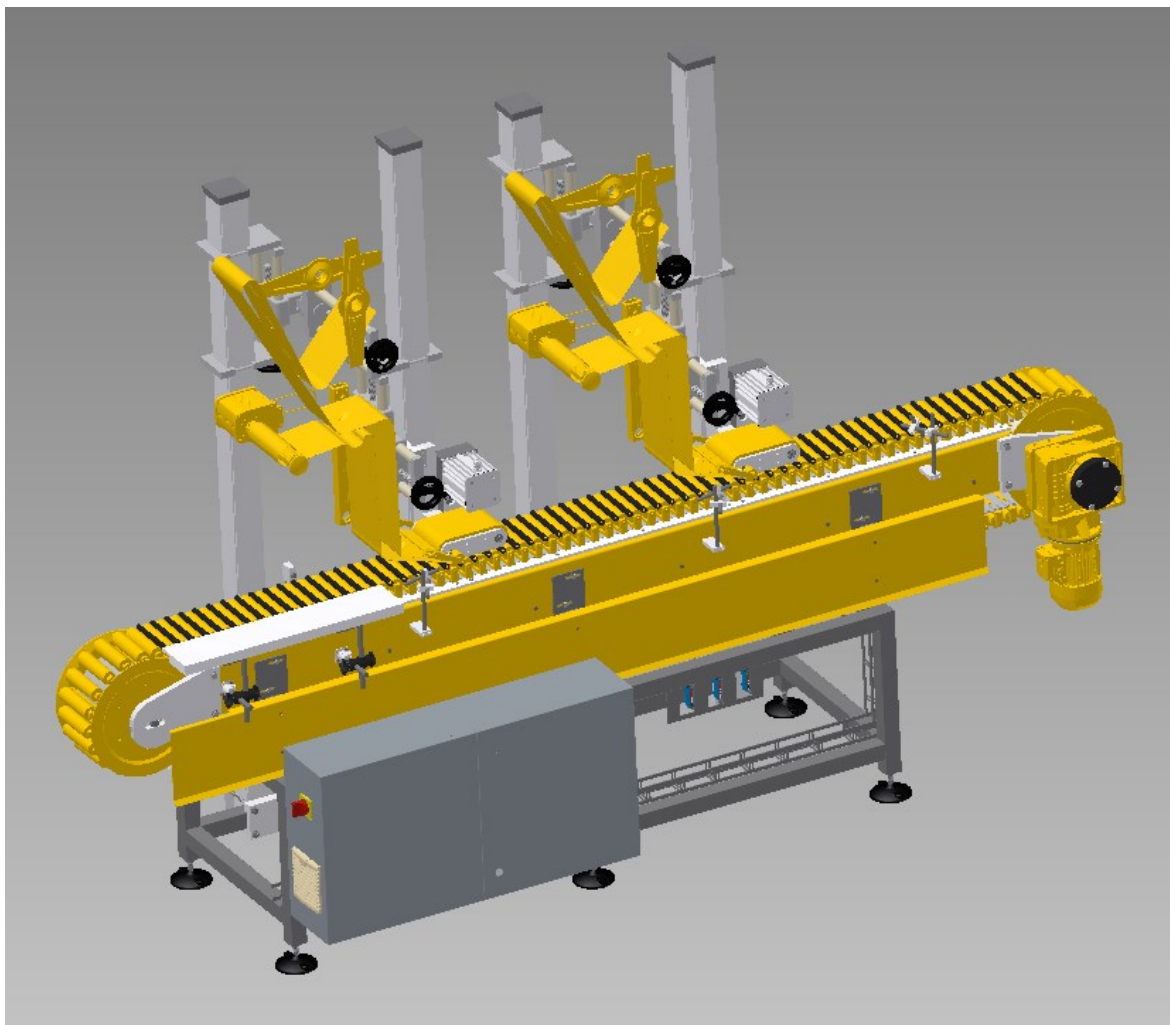
Příloha P I: Rizika vyplývající z analýzy

Příloha P II: Veškerá rizika a opatření

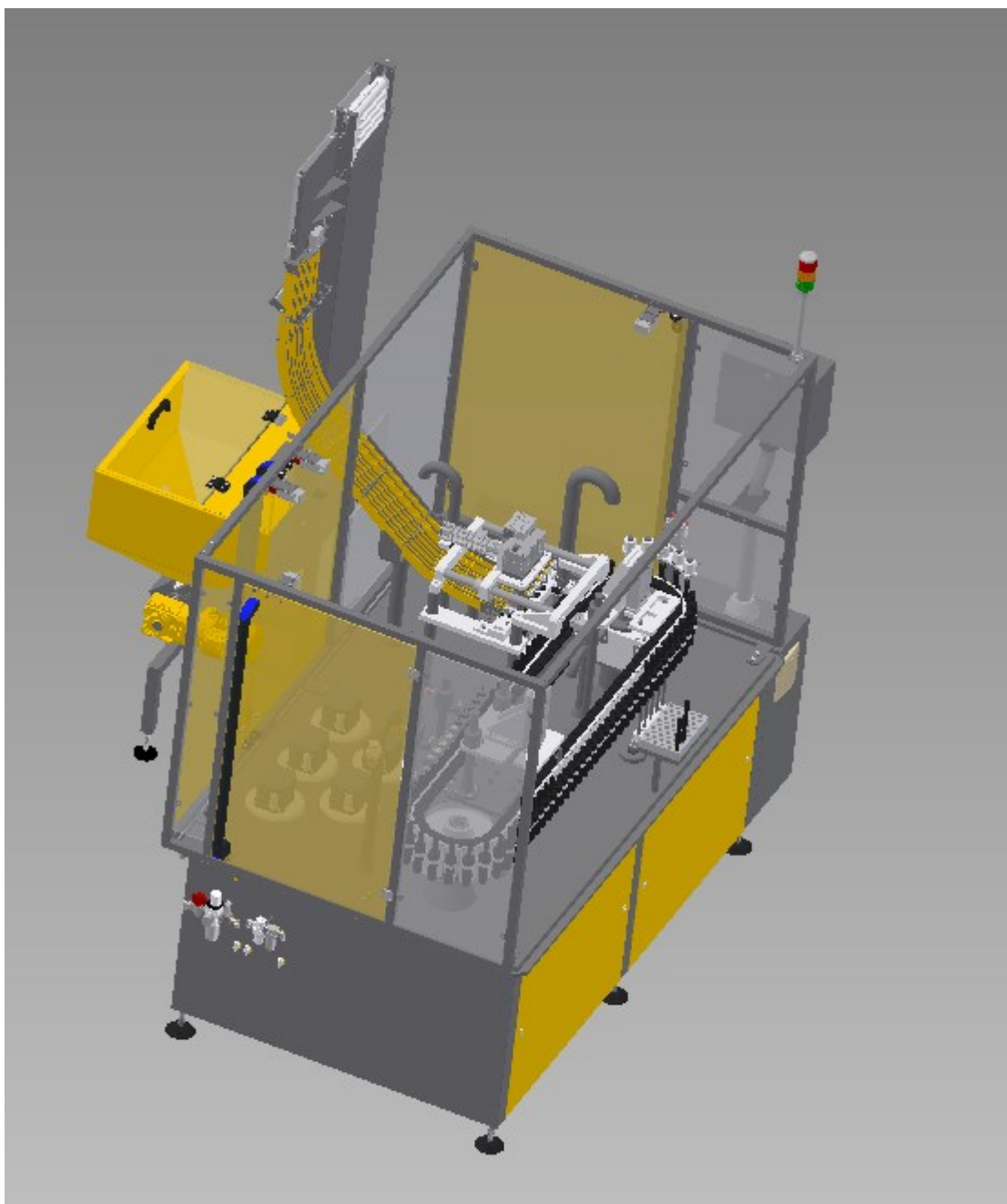
PŘÍLOHA P I: PŘETRVÁVAJÍCÍ RIZIKA



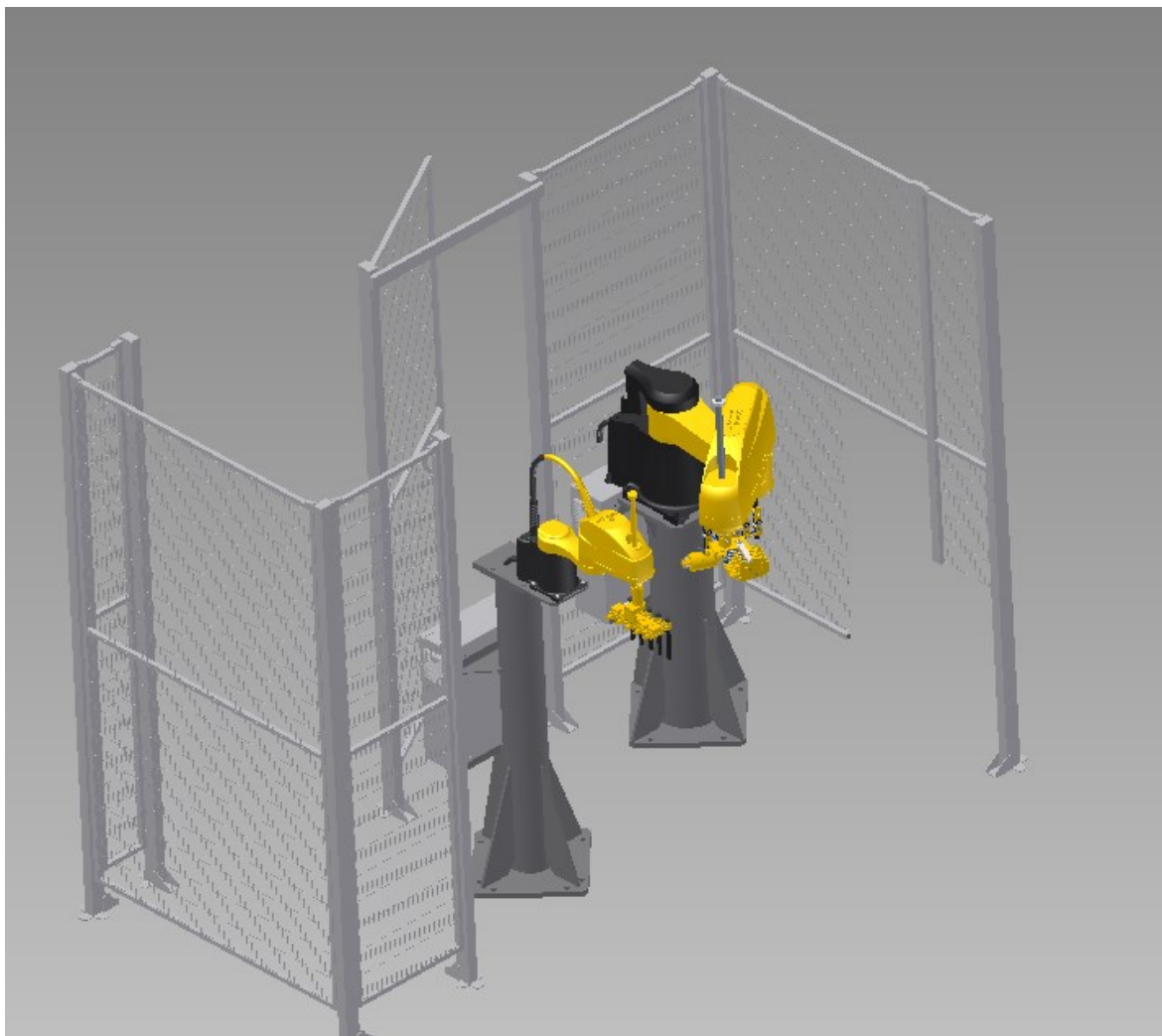
Obrázek 17 Přetrvávající rizika stavěcího stroje (vlastní zpracování na základě interních dat.)



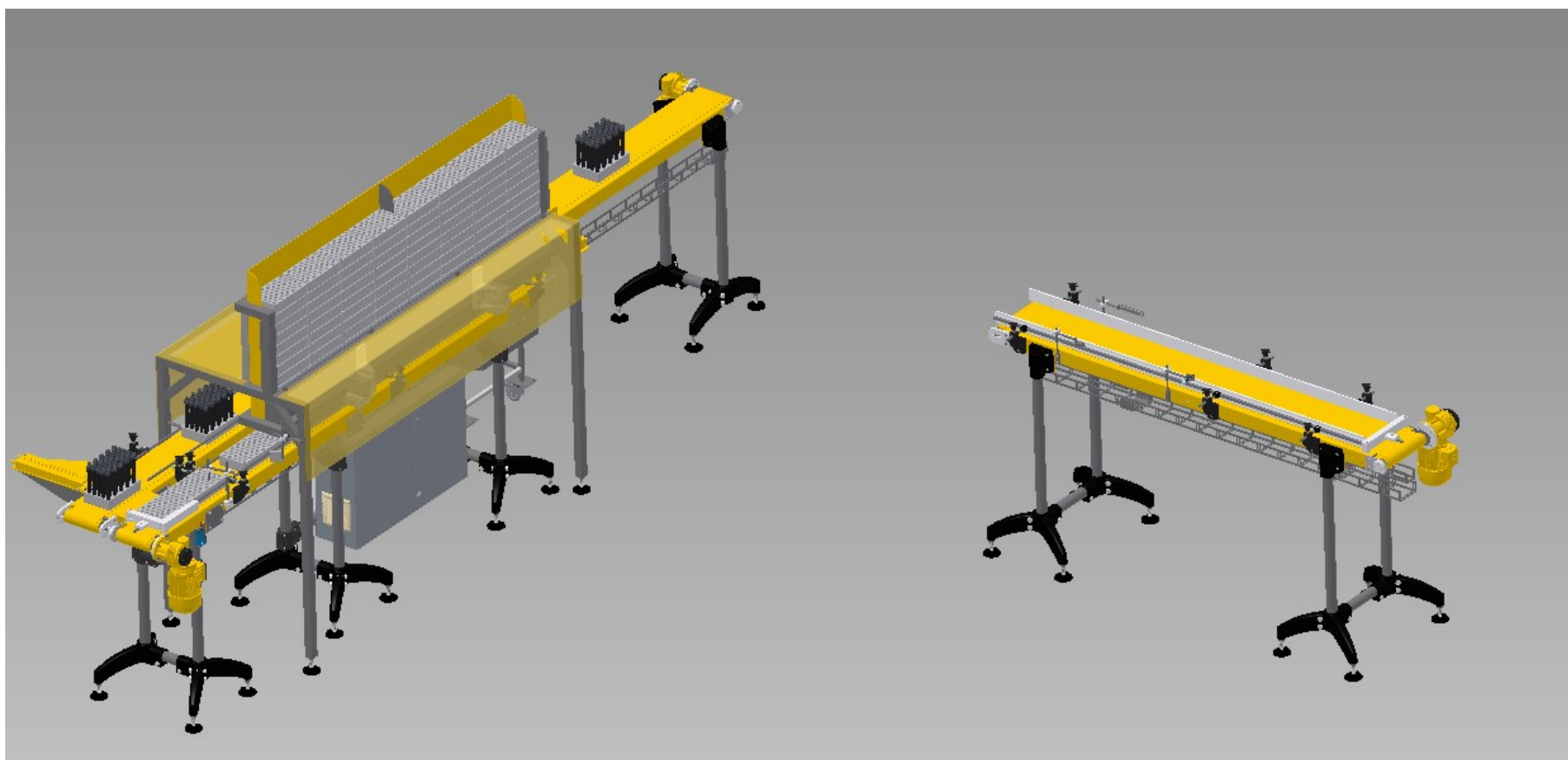
Obrázek 18 Přetrvávající rizika etiketovacího stroje se dvěma hlavami (vlastní zpracování na základě interních dat.)



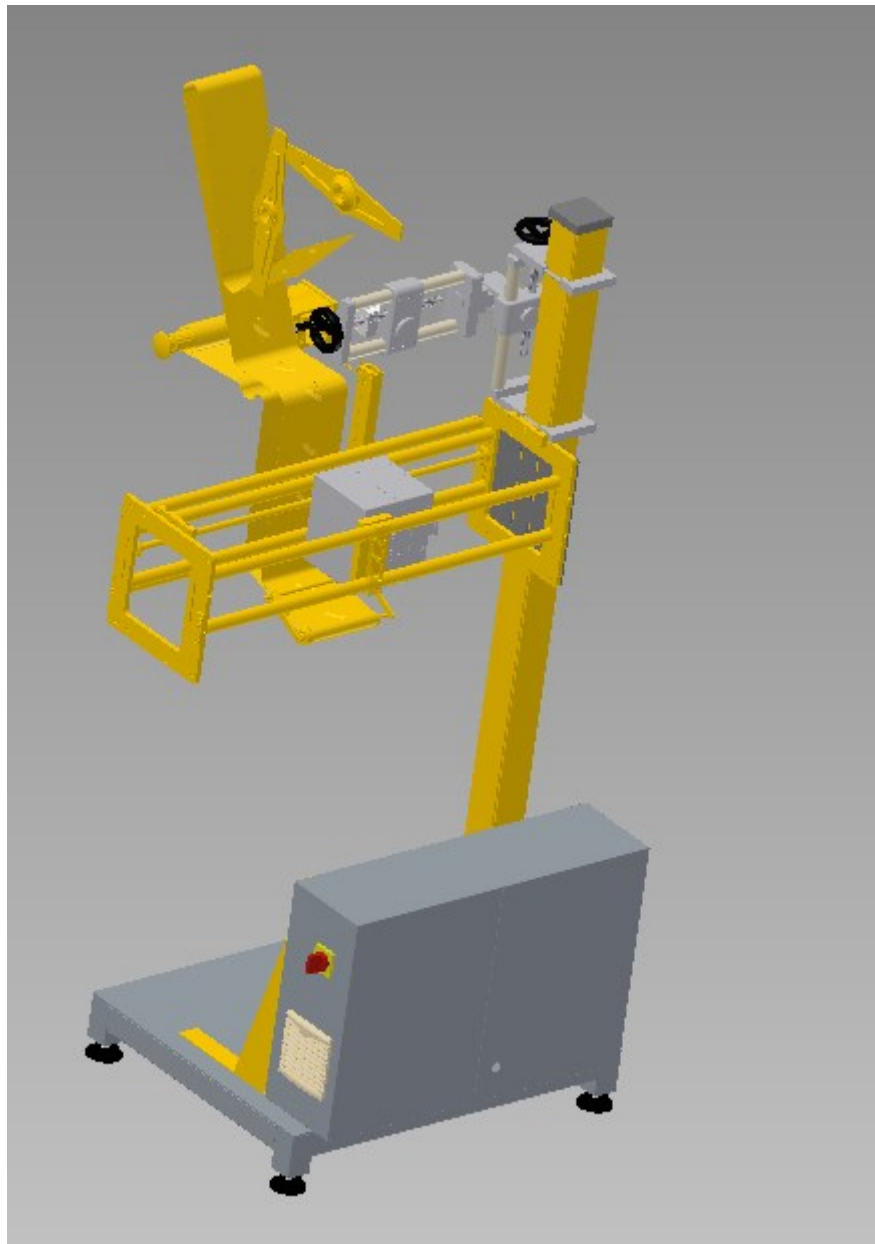
Obrázek 19 Přetrvávající rizika monobloku (vlastní zpracování na základě interních dat.)



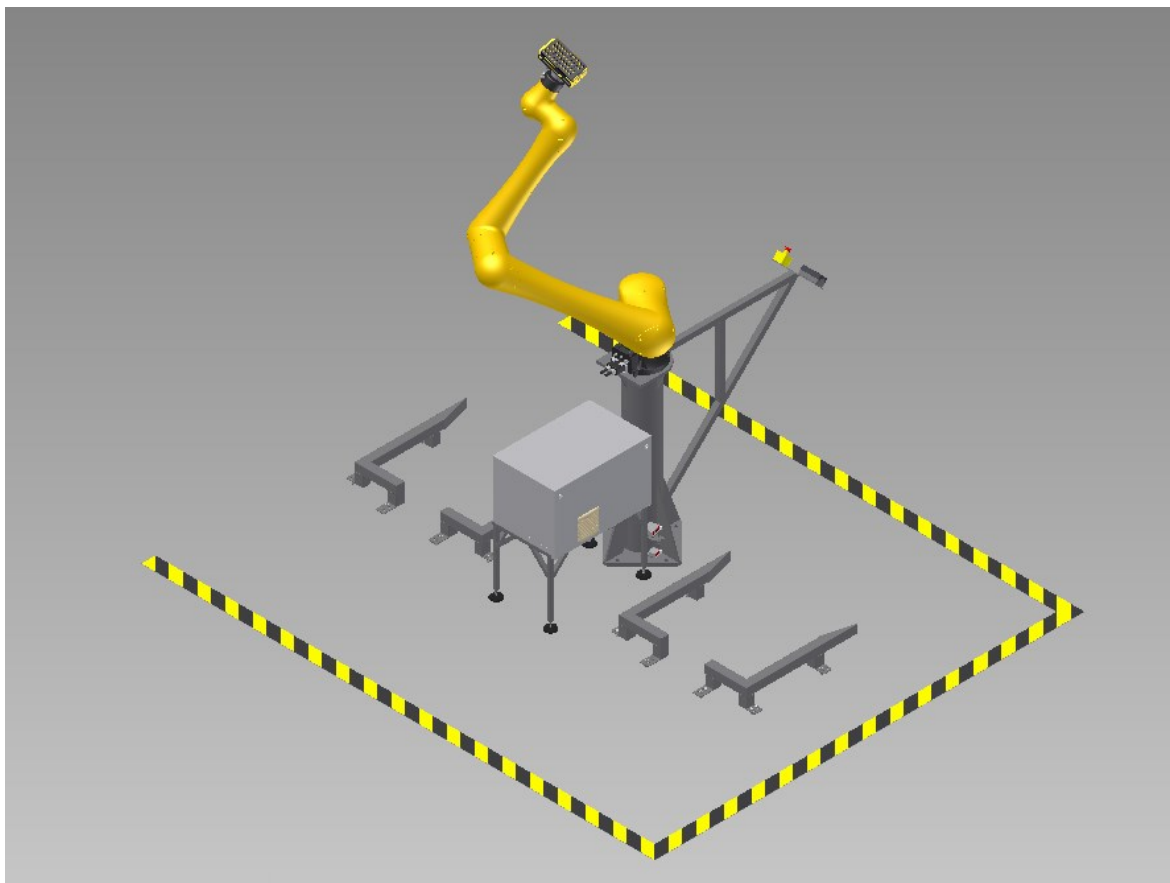
Obrázek 20 Přetrvávající rizika robotického zakládání (vlastní zpracování na základě interních dat.)



Obrázek 21 Přetrvávající rizika zásobníku a dopravníku (vlastní zpracování na základě interních dat.)

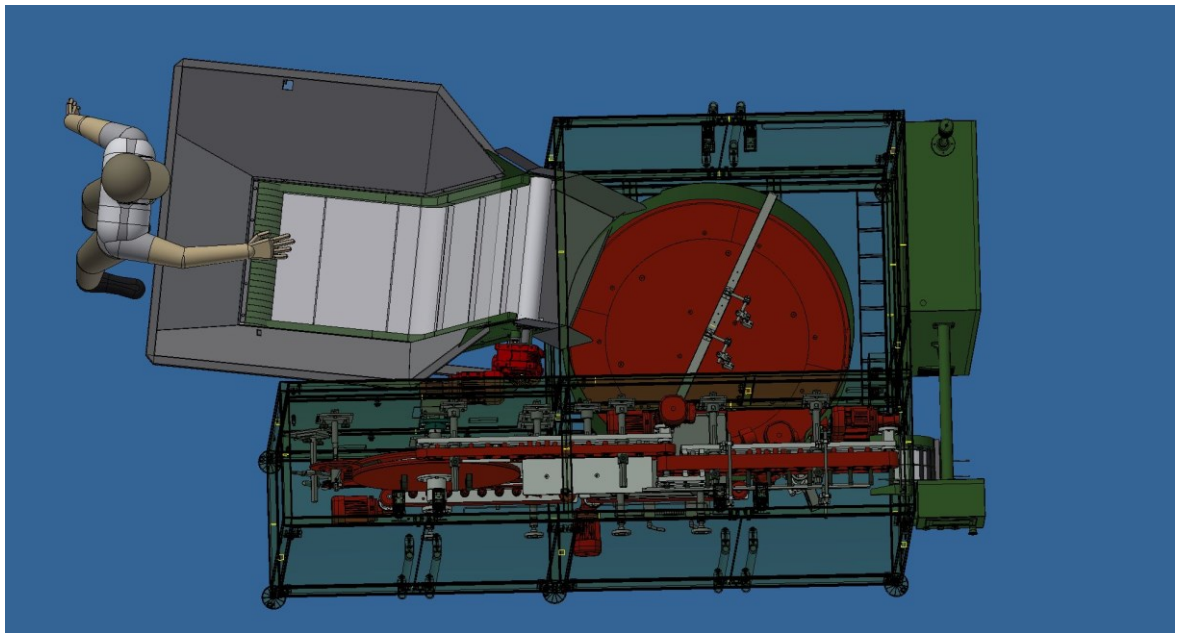


Obrázek 22 Přetrvávající rizika etiketovací hlavy na sloupu (vlastní zpracování na základě interních dat.)

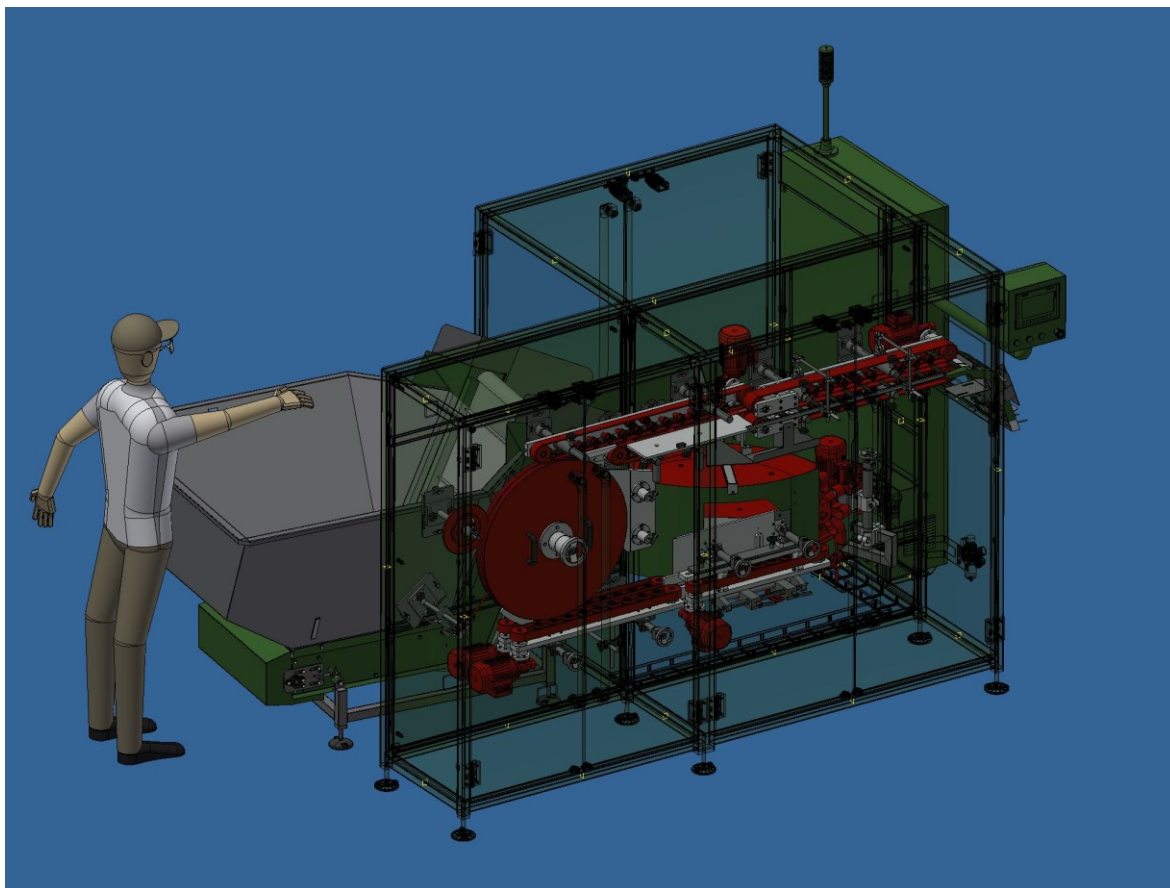


Obrázek 23 Přetrvávající rizika robotické paletizace (vlastní zpracování na základě interních dat.)

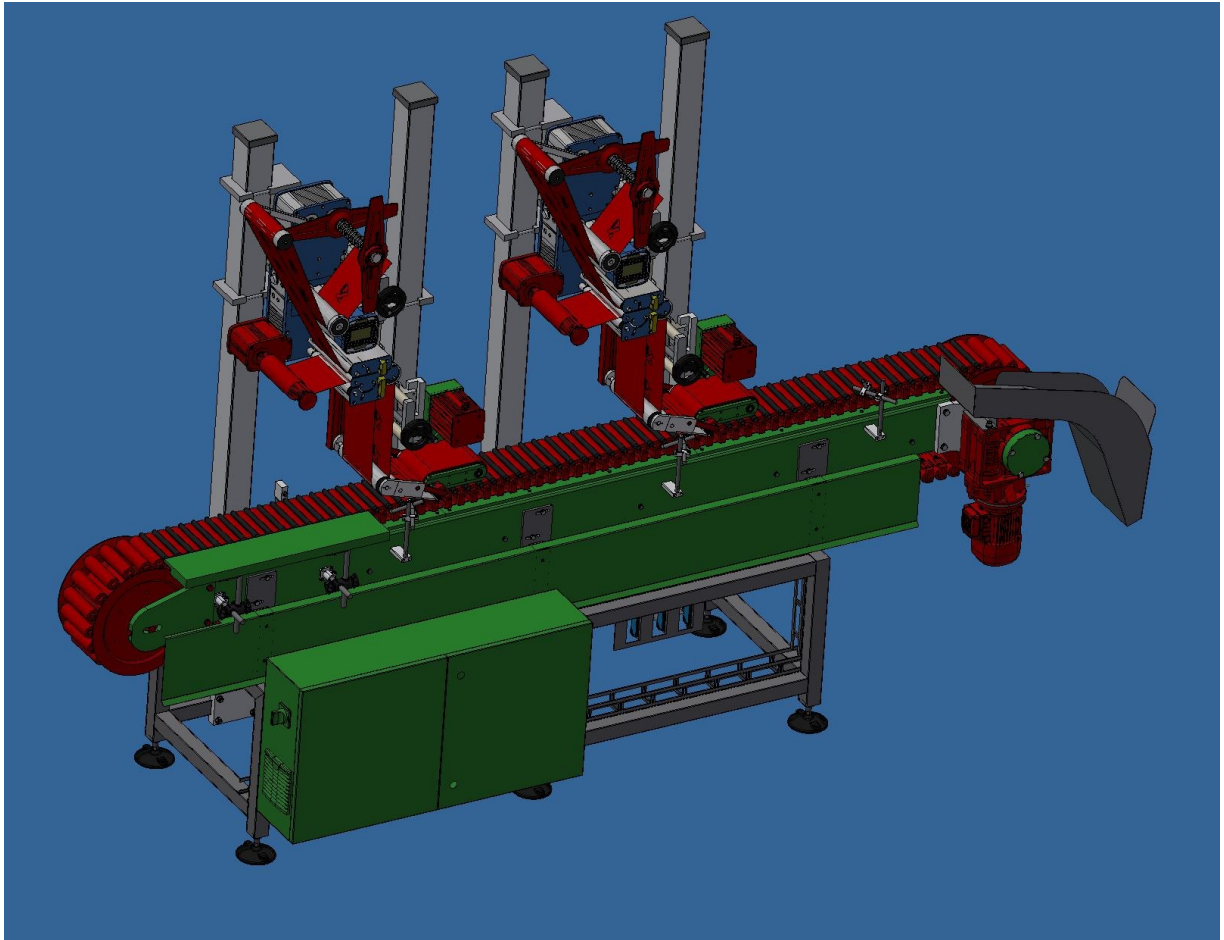
PŘÍLOHA P 2: RIZIKA A OPATŘENÍ



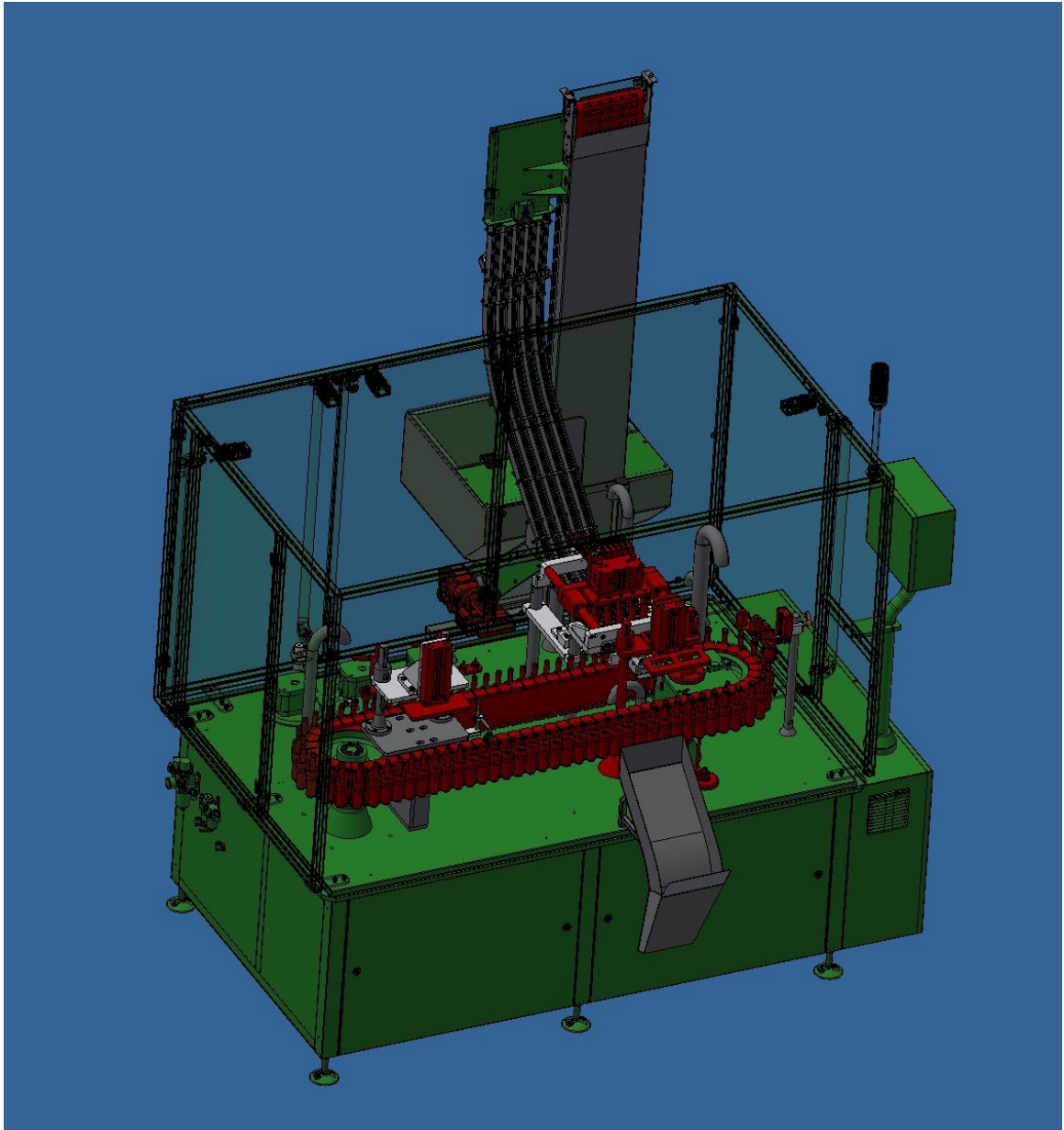
Obrázek 24 Rizika a opatření stavěcího stroje (vlastní zpracování na základě interních dat.)



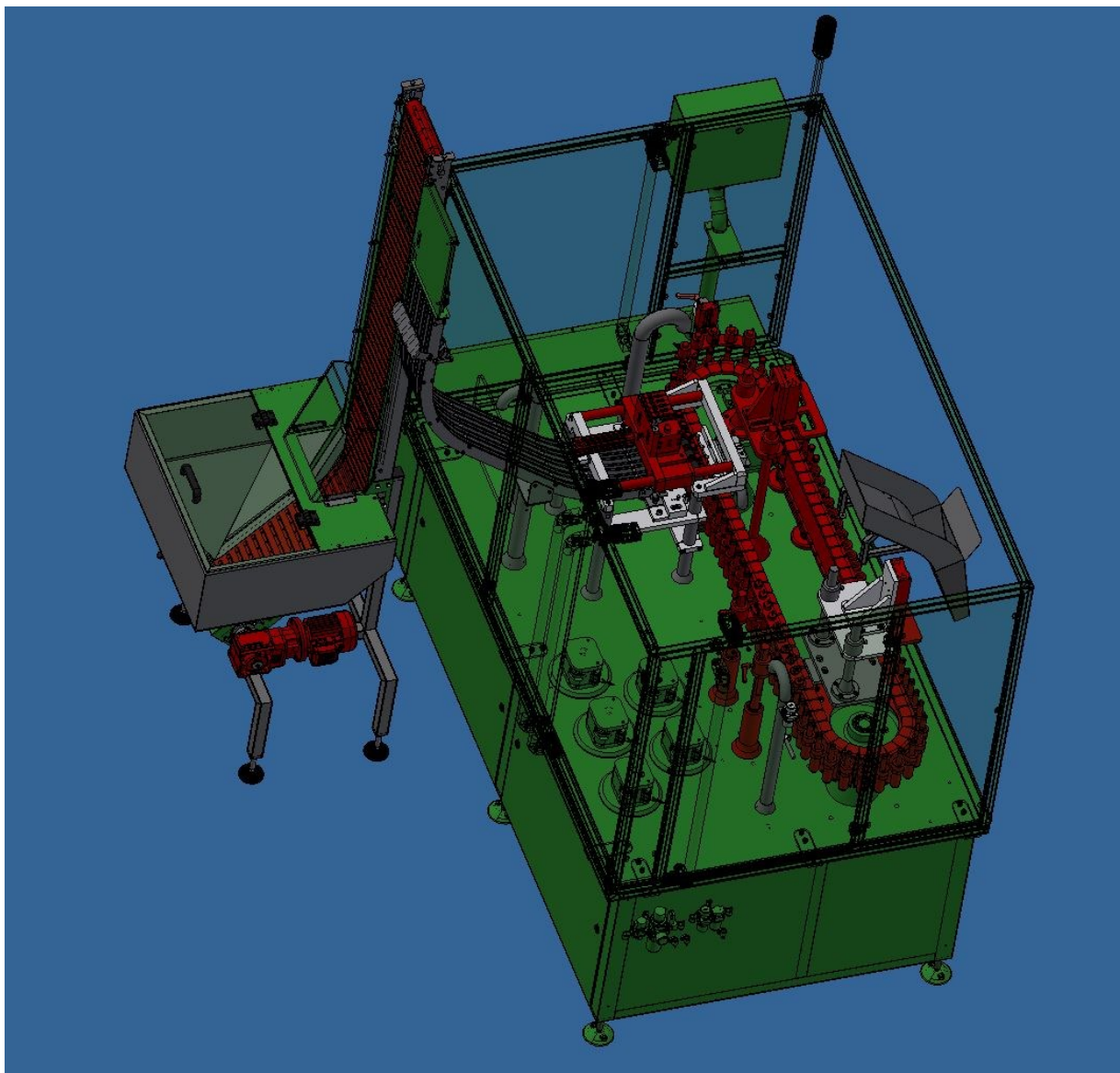
Obrázek 25 Rizika a opatření stavěcího stroje (vlastní zpracování na základě interních dat.)



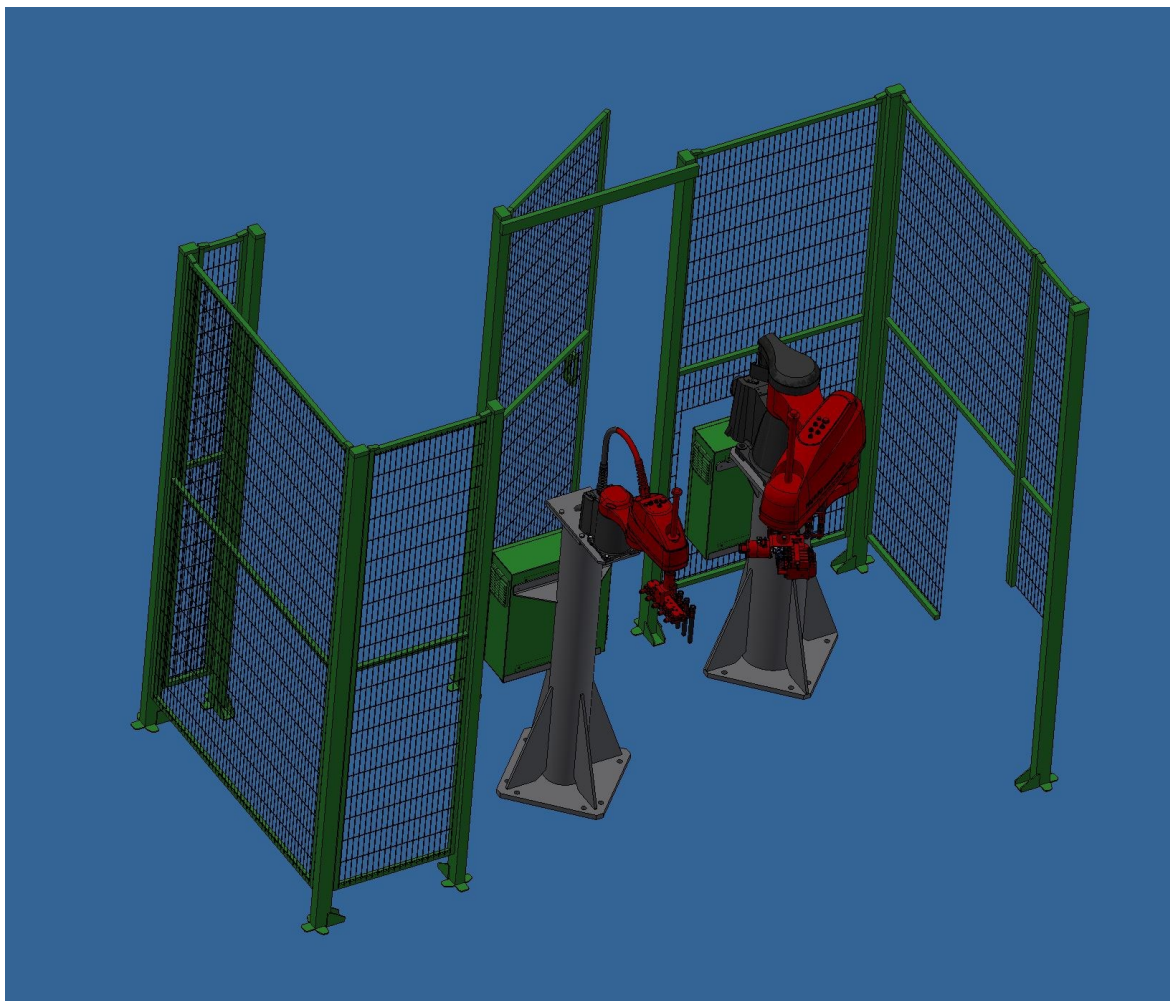
Obrázek 26 Rizika a opatření etiketovacího stroje se dvěma hlavami (vlastní zpracování na základě interních dat.)



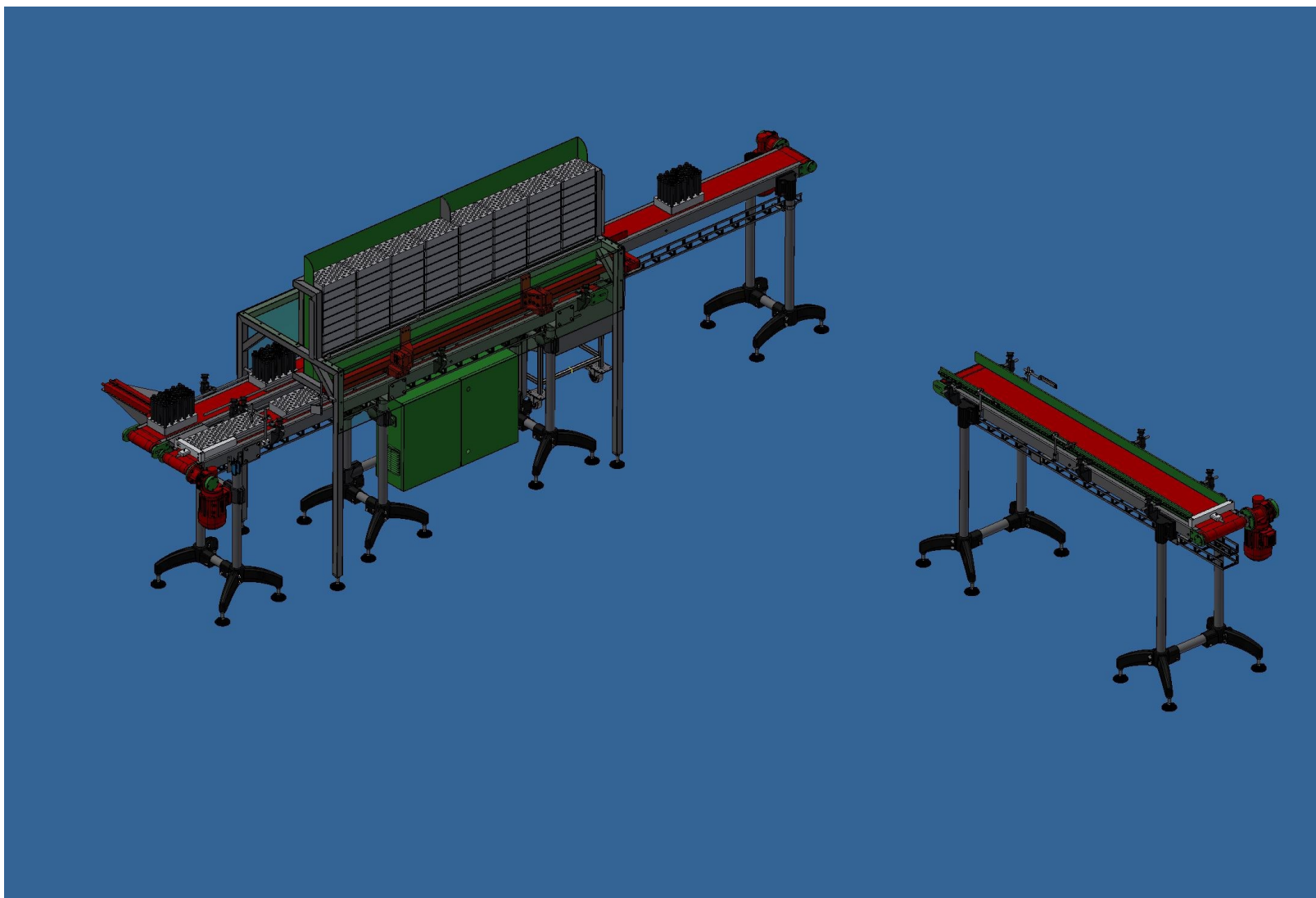
Obrázek 27 Rizika a opatření monobloku (vlastní zpracování na základě interních dat.)



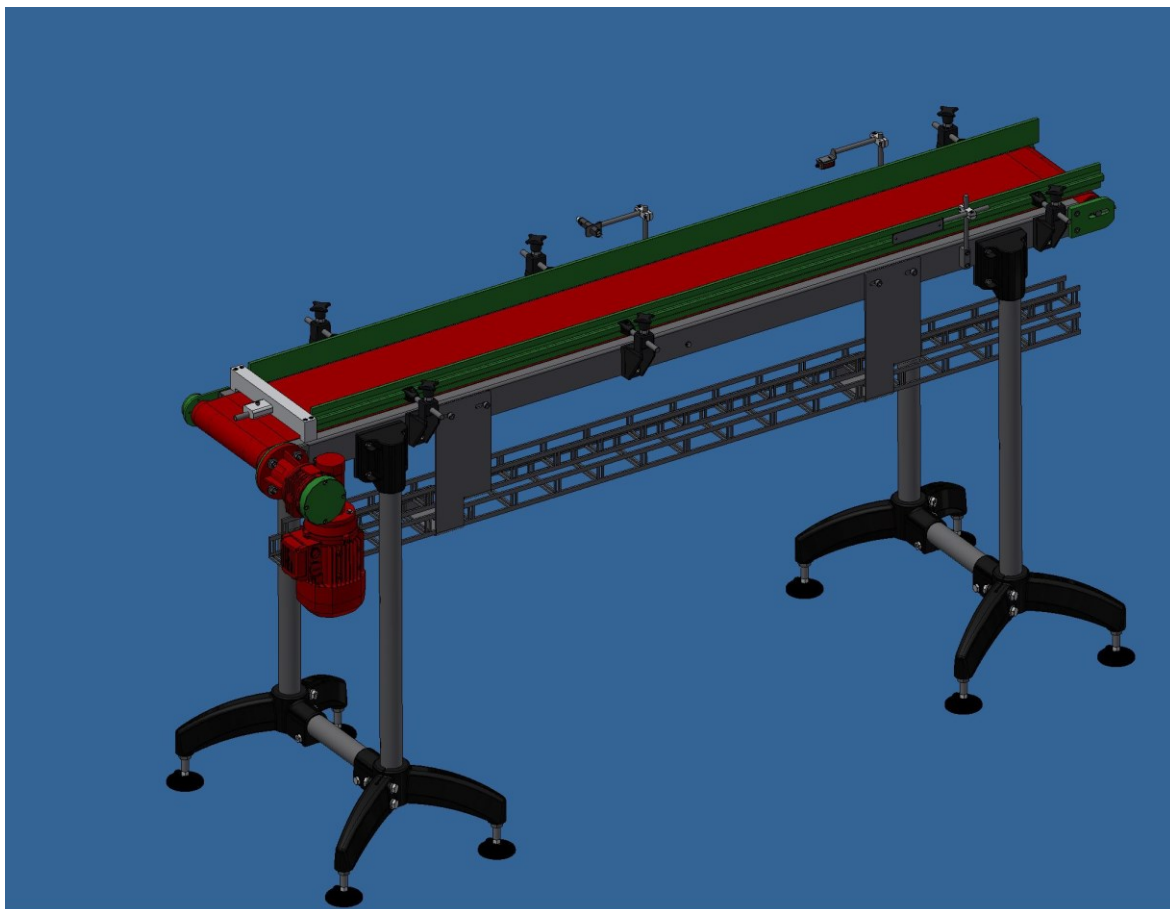
Obrázek 28 Rizika a opatření monobloku (vlastní zpracování na základě interních dat.)



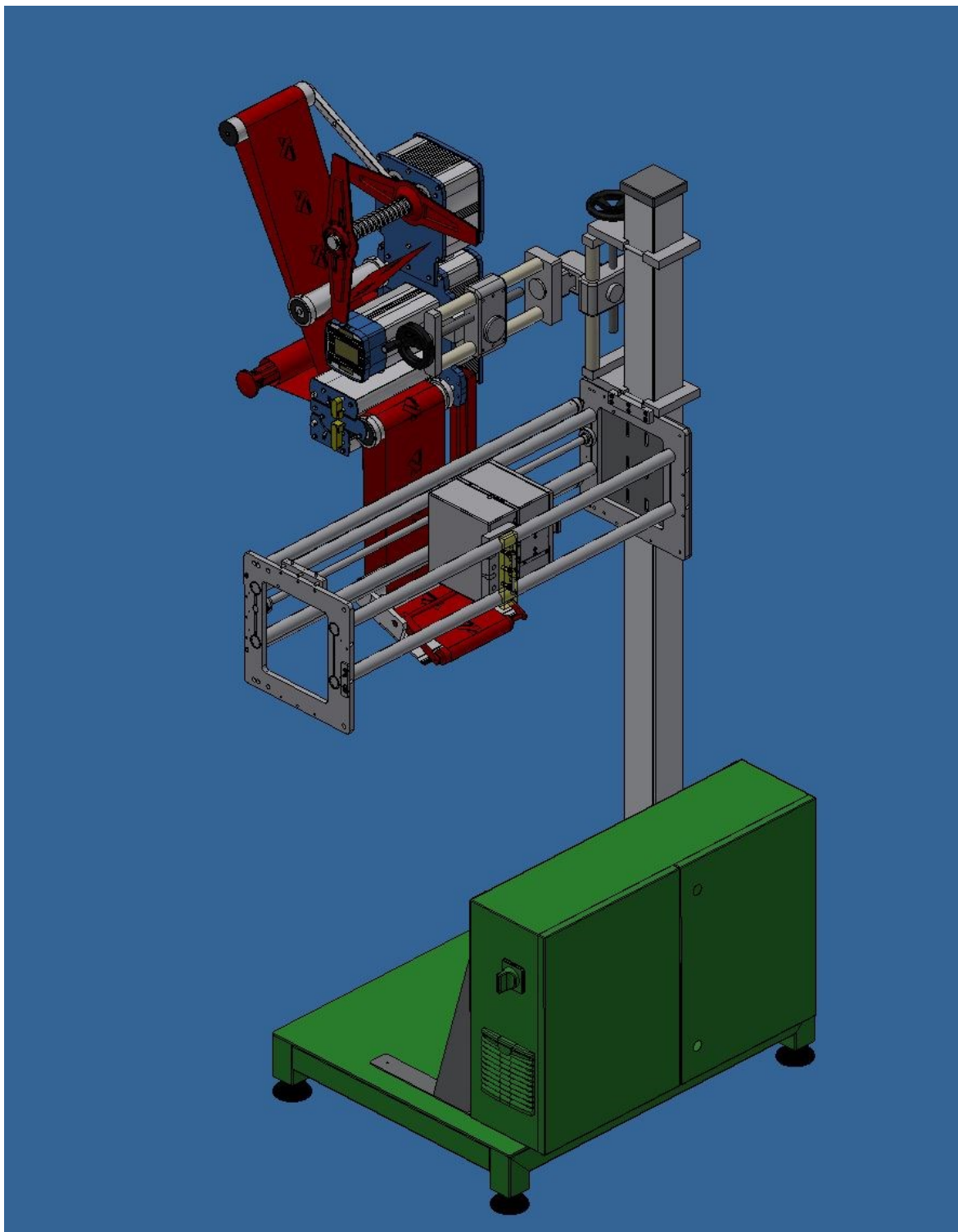
Obrázek 29 Rizika a opatření robotického zakládání (vlastní zpracování na základě interních dat.)



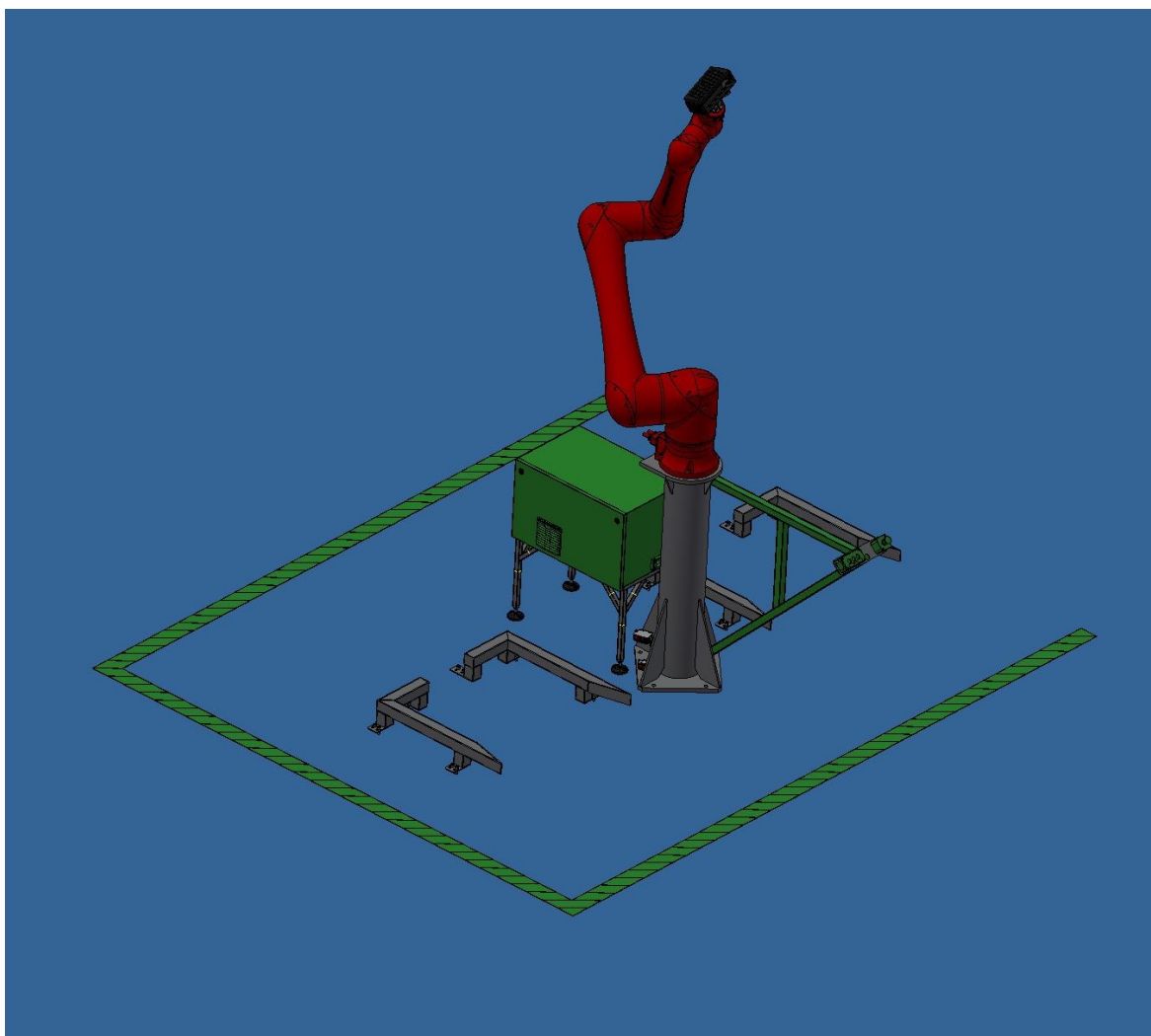
Obrázek 30 Rizika a opatření zásobníku a dopravníku (vlastní zpracování na základě interních dat.)



Obrázek 31 Rizika a opatření zásobníku a dopravníku (vlastní zpracování na základě interních dat.)



Obrázek 32 Rizika a opatření etiketovací hlavy na sloupu (vlastní zpracování na základě interních dat.)



Obrázek 33 Rizika a opatření robotické paletizace (vlastní zpracování na základě interních dat.)