

Racionalizace a automatizace procesu nasávané kartonáže

Bc. Tomáš Halenčák

Diplomová práce
2024



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Akademický rok: 2023/2024

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Tomáš Halenčák**
Osobní číslo: **M22136**
Studijní program: **N0488P050002 Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Racionalizace procesu kartonáže pomocí dynamické simulace**

Zásady pro vypracování

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte literární poznatky z oblasti simulace procesů a metod pro tvorbu layoutu.

II. Praktická část

- Analyzujte současný stav uspořádání výrobní haly.
- Navrhněte efektivnější uspořádání výrobní haly s ohledem na zvolená optimální kritéria.
- Zhodnotte navrhovaná řešení.

Závěr

Rozsah diplomové práce: **cca 70 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

BANGSOW, Steffen. *Tecnomatix Plant Simulation*. 2nd ed. Switzerland: Springer Nature, 2020. ISBN 9783030415433.
BICHENO, John a HOLWEG, Matthias. *The Lean Toolbox*. 5th ed. South Africa: PICSIE Books, 2016. ISBN 9780956830753.
DOLEŽAL, Jan. *Projektový management*. Brno:Grada, 2023. ISBN 978-80-271-3619-3.
LOUIS G., Birta. *Modelling and Simulation: Exploring Dynamic System Behaviour*. 3rd ed. Switzerland: Springer Nature, 2020. ISBN 9783030188689.
SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. Brno: Cosmopolis, 2011. ISBN 978-80-247-3938-0.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Michal Pivnička, Ph.D.**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Datum zadání diplomové práce: **5. února 2024**
Termín odevzdání diplomové práce: **19. dubna 2024**

L.S.

prof. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan

prof. Ing. David Tuček, Ph.D.
garant studijního programu

Ve Zlíně dne 5. února 2024

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové 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,

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

Ve Zlíně

Jméno a příjmení:

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Cílem této diplomové práce je navržení funkčního praktického layoutu nové výrobní haly ve společnosti Tridas, s.r.o. a je složena ze dvou částí. První teoretická část práce je zaměřena na průmyslové inženýrství, včetně pár vybraných metod, Lean management a štihlou výrobu, Industry 4.0, metodiku vytváření layoutů, uspořádání pracovního prostředí, důraz na bezpečnost i ochranu na pracovištích. Druhá praktická část této diplomové práce je založena na analýze současného stavu výrobní haly vybrané společnosti. Na tomto základu byla nejprve vypracována technická dokumentace nového rozvržení pracovních prostor, která byla následně převedena do modelovacího prostředí a plně nasimulována v programu od společnosti Siemens Tecnomatix PlantSimulation. Výsledná data byla porovnána se současnou výrobní halou a finančně vyhodnocena.

Klíčová slova: layout, tvorba layoutu, uspořádání pracovního prostředí, lean management, štihlá výroba, Industry 4.0, bezpečnost a ochrana na pracovištích

ABSTRACT

The aim of this thesis is to design a functional and practical layout of the new production hall in Tridas, LLC. and it consists of two parts. The first theoretical part of the thesis focuses on the industrial engineering, including a few selected methods, Lean management and lean manufacturing, Industry 4.0, layout design methodology, workplace layout, emphasis on the safety and the security in the workplace. The second practical part of this thesis is based on the analysis of the current state of the production floor of the selected company. On this basis, technical documentation for a new work area layout was first developed, which was then transferred to a modelling environment and fully simulated in Siemens Tecnomatix PlantSimulation software. The resulting data was compared with the current production hall and financially evaluated.

Keywords: layout, layout design, workplace layout, lean management, lean manufacturing, Industry 4.0, workplace safety and security.

Děkuji panu Ing. Michalovi Pivničkovi, Ph.D. za cenné rady, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích ohledně vypracování mé diplomové práce.

Dále bych chtěl také poděkovat společnosti Tridas, s.r.o. a konkrétně panu Ing. Martinovi Červenkovvi za významnou příležitost být součástí tohoto projektu.

Na závěr bych chtěl rád poděkovat rodině a přátelům za motivaci a podporu k dokončení studia.

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

OBSAH

ÚVOD	10
CÍLE A METODY PRÁCE	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	13
1.1 HISTORIE PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ	14
1.2 LEAN MANAGEMENT	15
1.2.1 Historie Lean managementu	16
1.2.2 Základní principy	16
1.2.3 Metoda 5S	17
1.2.4 Total Quality Management (TQM)	19
1.2.5 Total Production Management (TPM)	20
1.2.6 Human Resources Management (HRM)	21
1.3 ŠTÍHLÁ VÝROBA	23
1.3.1 Historie Štíhlé výroby	23
1.3.2 Just-in-Time (JIT)	24
1.3.3 Jidoka	25
1.4 PRODUKTIVITA	26
1.4.1 Klíčové ukazatele výkonnosti (KPI)	26
1.4.2 Kaizen	27
1.5 PLÝTVÁNÍ.....	29
1.5.1 Doprava (Transport)	29
1.5.2 Zásoby (Inventory)	30
1.5.3 Pohyb (Motion)	30
1.5.4 Čekání (Waiting)	31
1.5.5 Nadvýroba (Overproduction)	31
1.5.6 Nadměrné zpracování (Over-processing)	32
1.5.7 Vady (Defects)	32
1.5.8 Dovednosti (Skills).....	32
1.6 INDUSTRY 4.0	33
1.6.1 Dopady technologií Průmyslu 4.0 na principy štíhlosti	34
1.6.2 Průmysl 4.0 a umělá inteligence	36
2 VYBRANÉ METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ	38
2.1 SIMULACE PROCESŮ	38
2.1.1 Digital Twin (Digitální dvojče).....	40
2.1.2 PlantSimulation	41
2.2 CELKOVÁ EFEKTIVNOST ZARÍZENÍ.....	42
2.3 ANALÝZA RIZIK.....	43
2.4 ANALÝZA DOPADU NA PODNIKÁNÍ	44
2.5 ANALÝZA SKLADOVÝCH ZÁSOB	45

3	METODY PRO TVORBU LAYOUTU	48
3.1.1	Postup při tvorbě nového layoutu	48
3.1.2	Uspořádání pracovního prostředí	49
3.1.3	Sankeyův diagram	50
4	BEZPEČNOST A OCHRANA.....	51
II	PRAKTICKÁ ČÁST	56
5	PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI.....	57
5.1	ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA FIRMY	57
5.2	ORGANIZAČNÍ STRUKTURA PODNIKU	58
5.3	PRODUKTOVÉ PORTFOLIO PODNIKU	59
6	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....	61
6.1	CÍLE ANALÝZY	61
6.2	ANALÝZA VÝROBKU.....	61
6.2.1	Popis výrobku ve výrobním procesu	61
6.2.2	Procesní analýza.....	62
6.2.3	ABC analýza	63
6.2.4	XYZ analýza	67
6.3	POPIS VÝROBNÍCH LINEK.....	69
6.3.1	Technické parametry	69
6.3.2	Výpočet celkové efektivity zařízení (OEE).....	70
6.4	SIMULACE SOUČASNÉHO STAVU	74
7	SHRNUTÍ ANALYTICKÉ ČÁSTI	80
8	CHARAKTERISTIKA PROJEKTU	82
8.1	NÁVRH A CÍL PROJEKTU	83
8.2	REALIZAČNÍ KROKY PROJEKTU.....	84
8.3	ČASOVÝ HARMONOGRAM PROJEKTU	85
8.4	RISK PROJECT ANALYSIS (RIPRAN)	85
8.5	BUSINESS IMPACT ANALYSIS (BIA).....	87
9	NAVRHOVANÁ ŘEŠENÍ NA ZEFEKTIVNĚNÍ USPOŘÁDÁNÍ.....	89
10	ZHODNOCENÍ NAVRHOVANÝCH ŘEŠENÍ PROJEKTU	94
10.1	NÁKLADY NAVRHOVANÝCH ŘEŠENÍ.....	96
10.2	NÁVRATNOST INVESTICE.....	98
10.3	SHRNUTÍ.....	100
	ZÁVĚR	101
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	103
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	107
	SEZNAM OBRÁZKŮ	108

SEZNAM TABULEK.....	110
SEZNAM PŘÍLOH.....	111

ÚVOD

Jednou z klíčových součástí průmyslového inženýrství je návrh pracovního uspořádání (layout), který hraje klíčovou roli při optimalizaci toku materiálů, zdrojů a informací ve výrobním závodě. Dobře navržené uspořádání (layout) může zvýšit produktivitu, minimalizovat plýtvání a snížit výrobní náklady. Vytvoření efektivního layoutu však vyžaduje pečlivé plánování a zohlednění různých faktorů, jako je umístění zařízení, pracovní postupy a bezpečnostní předpisy. Při řešení těchto problémů se průmysloví inženýři stále častěji obrací na 3D simulační nástroje, které umožňují vizualizovat a analyzovat různé možnosti uspořádání (layoutu) před jejich realizací. 3D simulace dále také poskytuje realistickou reprezentaci výrobního prostředí a umožňuje inženýrům testovat různé scénáře, identifikovat potenciální úzká místa a optimalizovat rozvržení pro dosažení maximální efektivity.

Tato diplomová práce je zaměřena na tvorbu pracovního rozmístění (layoutu) nové výrobní haly společnosti Tridas, s.r.o. Cílem práce je na základě analýzy současného stavu vytvořit technickou dokumentaci ve spolupráci se stavebními inženýry a na základě simulace obou výrobních hal pomocí simulačního softwaru Plant Simulation provést jejich vzájemné porovnání, včetně finančního vyhodnocení.

Teoretická část této diplomové práce se zaměřuje na různé aspekty průmyslového inženýrství, zejména v kontextu štíhlého řízení a štíhlé výroby. Pojednává o principech štíhlého myšlení a o významu identifikace a eliminace různých druhů plýtvání ve výrobních procesech. Zkoumá vybrané metody průmyslového inženýrství, především simulaci procesů ve výrobě. Zabývá se metodikou vytváření efektivního uspořádání výrobních zařízení s cílem zvýšit produktivitu a zefektivnit provoz. Kromě toho se práce zabývá i bezpečnostními a ochrannými prvky na pracovištích.

Praktická část je rozdělena na analytickou a projektovou. Analytická část se zaměřuje na představení podniku a jeho výrobního portfolia, popis výrobní linky KP, analýzu současného stavu a určení simulovaných podmínek. Projektová část se soustředí na návrh, otestování a vyhodnocení pracovního uspořádání (layoutu) nové výrobní haly vybrané společnosti podle určených metod a zadaných kritérií.

CÍLE A METODY PRÁCE

Cílem diplomové práce je racionalizace a automatizace procesu nasávané kartonáže pro společnost Tridas, s.r.o.

Hlavní cíl:

Hlavním cílem diplomové práce je vytvoření layoutu nové výrobní haly dle zadaných požadavků jednatele firmy.

Dílčí cíle:

Dílčími cíli jsou zdokonalení výrobního procesu nasávané kartonáže pomocí automatizace a robotizace, porovnání obou výrobních hal a finanční vyhodnocení.

Použité metody:

- Procesní analýza: cílem je znázornění výrobního procesu.
- Analýzy skladových zásob (ABC a XYZ): cílem je zjistit nejlépe vyhovující typ výrobku pro simulace.
- Výpočet celkové efektivnosti zařízení (OEE): cílem je určení typu linky pro další zlepšení a použití v nové výrobní hale.
- Výkresová dokumentace současného layoutu: pro tvorbu modelu a simulace.
- Model a simulace současného stavu: cílem simulace je získání měsíčního počtu vyrobených kusů.
- Analýza rizik (RIPRAN): cílem je určení rizik projektu a jejich protipatření.
- Analýza dopadu na podnikání (BIA): cílem analýzy BIA je určení kritických služeb.
- Výkresová dokumentace nového layoutu: pro tvorbu modelu a simulace.
- Model a simulace nové výrobní haly: cílem simulace je získání měsíčního počtu vyrobených kusů.

Na základě výsledných dat a informací bylo provedeno porovnání nové výrobní haly se současnou a finanční vyhodnocení.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Průmyslové inženýrství je obor, který se zaměřuje na optimalizaci složitých systémů, procesů a organizací s cílem zvýšit efektivitu, produktivitu a celkový výkon. Jedná se o multidisciplinární obor, který kombinuje principy z inženýrství, matematiky, přírodních věd a řízení podniků při navrhování, zlepšování a zavádění systémů a procesů v různých průmyslových odvětvích. (Avraham, Yuval, 2017)

Jedním z nejdůležitějších klíčových cílů průmyslového inženýrství je odstranění plýtvání, snížení nákladů a zvýšení produktivity ve výrobních odvětvích a odvětvích služeb. Průmysloví inženýři analyzují a identifikují neefektivitu ve výrobních procesech, řízení dodavatelského řetězce a organizačních strukturách s cílem vyvinout a implementovat řešení, která zefektivní provoz a maximalizují produkci. Průmysloví inženýři využívají k optimalizaci systémů a procesů řadu nástrojů a technik, jako je matematické modelování, simulace, analýza dat a metody kontroly kvality. Musí mít silné analytické schopnosti, schopnost řešit problémy a hluboké porozumění zásadám inženýrství a řízení podniku. (Cunningham, Dooley, 2020)

Jedním z hlavních úkolů průmyslových inženýrů je zajistit, aby systémy a procesy byly navrhovány a provozovány bezpečným a ekologicky udržitelným způsobem. Musí dodržovat průmyslové předpisy a normy a brát v úvahu dopad svých rozhodnutí na životní prostředí, společnost a budoucí generace. (Cunningham, Dooley, 2020)

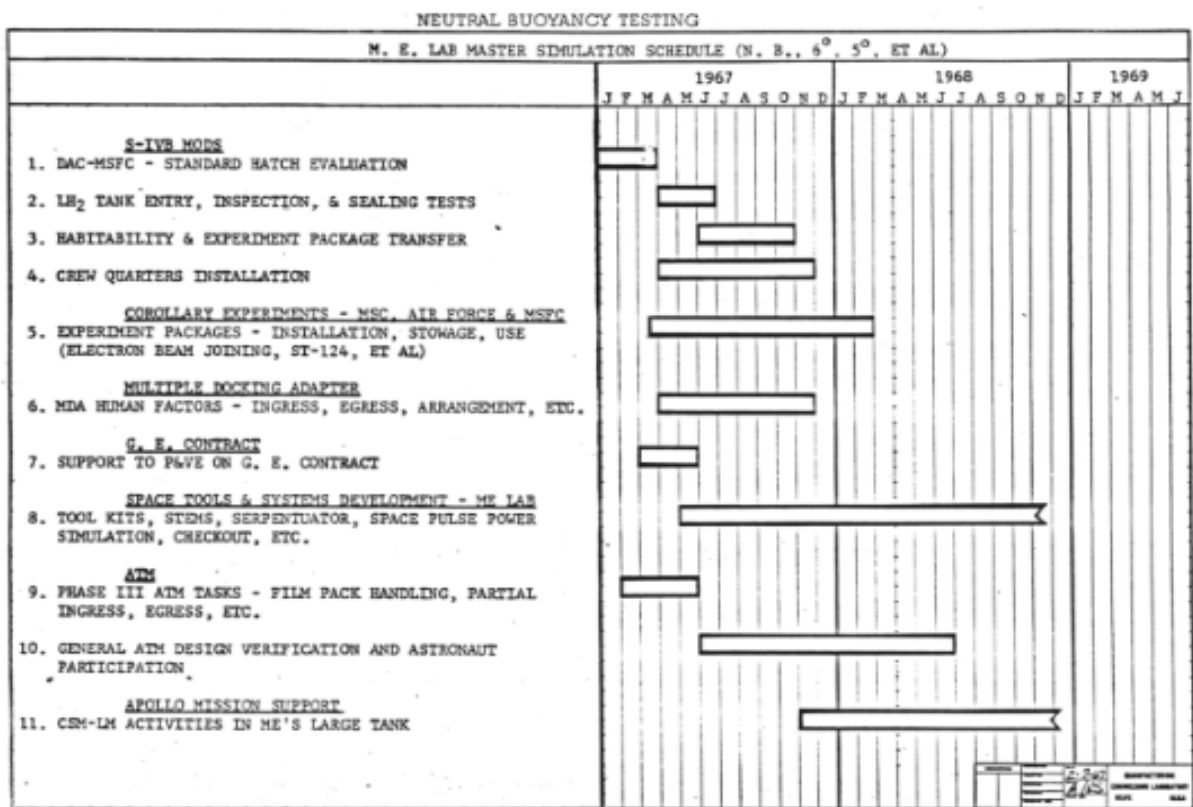
Průmyslové inženýrství je důležitý obor, který hraje důležitou roli při zlepšování efektivity a výkonnosti organizací v různých průmyslových odvětvích. Průmysloví inženýři jsou zásadní při hledání a zavádění řešení, která vedou k úsporám nákladů, zvýšení produktivity a udržitelnému růstu. Vzhledem k tomu, že globální ekonomika se nadále vyvíjí a stává se konkurenceschopnější, očekává se, že poptávka po kvalifikovaných průmyslových inženýrech poroste, což z ní činí uspokojivou a slibnou kariérní volbu pro ty, kteří se zajímají o řešení problémů, inovace a neustálé zlepšování. (Avraham, Yuval, 2017)

1.1 Historie průmyslového inženýrství

Průmyslové inženýrství má své kořeny v průmyslové revoluci 18. a 19. století, kdy technologický pokrok vedl k rychlému rozvoji továren a zpracovatelského průmyslu. Potřeba efektivních výrobních procesů a snaha o zvýšení produktivity a ziskovosti stály za rozvojem průmyslového inženýrství jako oboru. (Cookson, 2018)

Jedním z prvních průkopníků průmyslového inženýrství byl Frederick Winslow Taylor, který je často označován za "otce vědeckého řízení". Taylor se na počátku 20. století ve své práci zaměřil na aplikaci vědeckých metod k optimalizaci výrobních procesů a zvýšení efektivity pracovníků. Zavedl koncept studií času a pohybu pro analýzu a zefektivnění pracovních procesů a také myšlenku standardizace úkolů pro zvýšení produktivity. (Taylor, 2022)

Další klíčovou postavou v historii průmyslového inženýrství je Henry Gantt, který je známý vývojem Ganttova diagramu, vizuálního nástroje používaného k plánování a sledování projektových úkolů. Ganttova práce pomohla zlepšit plánování a řízení projektů v různých průmyslových odvětvích. (Avraham, Yuval, 2017)



Obrázek 1: Jedna ze starších podob Ganttova diagramu pro zkoušku neutrálního vztlaku (Lyons, 2018)

Během druhé světové války hrálo průmyslové inženýrství klíčovou roli při podpoře válečného úsilí tím, že zlepšovalo výrobní procesy a logistiku v továrnách a vojenských operacích. V tomto období došlo k dalšímu rozvoji a uplatnění principů a technik průmyslového inženýrství, jako je statistická kontrola kvality a operační výzkum. (Badiru, 2018)

V poválečném období se průmyslové inženýrství dále vyvíjelo a rozšiřovalo svůj záběr o oblasti, jako je řízení dodavatelského řetězce, automatizace a optimalizace. S rozvojem globalizace a technologického pokroku se průmysloví inženýři stále více podílejí na navrhování a zlepšování složitých systémů a procesů v různých průmyslových odvětvích. (Badiru, 2018)

Průmyslové inženýrství je dnes dynamický a interdisciplinární obor, který zahrnuje širokou škálu nástrojů a metodik pro zlepšení efektivity, kvality a udržitelnosti v průmyslovém a organizačním prostředí. Průmysloví inženýři pracují v různých průmyslových odvětvích, včetně výroby, zdravotnictví, dopravy a služeb, a uplatňují své dovednosti při optimalizaci procesů, snižování plýtvání a zvyšování produktivity. (Avraham, Yuval, 2017)

1.2 Lean management

Štíhlý management je obchodní postup, který se zaměřuje na minimalizaci plýtvání a maximalizaci hodnoty pro zákazníky. Zahrnuje neustálé zlepšování procesů eliminací neefektivity, snižováním chyb a zefektivňováním operací. Principy štíhlého řízení jsou založeny na konceptu neustálého zlepšování, respektu k lidem a poskytování co nejkvalitnějších výrobků nebo služeb s co nejmenším množstvím zdrojů. Cílem štíhlého řízení je zvýšit efektivitu, snížit náklady a zvýšit spokojenost zákazníků. (Bhasin, 2015)

Štíhlé řízení je oblíbený přístup podniků ke zlepšení efektivity, snížení plýtvání a zvýšení produktivity. Společnosti, které zavádějí štíhlé postupy, často zaznamenávají řadu pozitivních výsledků, které mohou mít významný dopad na jejich celkový úspěch. Jedním z klíčových přínosů používání štíhlého řízení je snížení plýtvání. Odstraněním zbytečných kroků v procesech a zefektivněním činností jsou společnosti schopny omezit plýtvání časem, materiálem a zdroji. Tímto odstraněním lze dosáhnout nejen úspory nákladů, ale také efektivnější a účinnější pracovní proces. Kromě snižování plýtvání pomáhá štíhlý management také zlepšovat kvalitu. Zaměřením na neustálé zlepšování a řešení problémů jsou společnosti schopny identifikovat a řešit problémy, které mohou mít vliv na kvalitu

jejich výrobků nebo služeb. To vede k vyšší spokojenosti a loajalitě zákazníků a také k lepší pověsti na trhu. (Badiru, 2018)

1.2.1 Historie Lean managementu

Štíhlý management je filozofie a soubor zásad, jejichž cílem je maximalizovat hodnotu pro zákazníka a zároveň minimalizovat plýtvání. Vzniklo v Japonsku v 50. letech 20. století, konkrétně v rámci výrobního systému Toyota. Taiichi Ohno a Shigeo Shingo jsou často považováni za tvůrce principů štíhlé výroby založených na výrobních procesech ve společnosti Toyota. Koncept štíhlého řízení vychází z myšlenky neustálého zlepšování, známé také jako kaizen. Ta zahrnuje identifikaci a eliminaci plýtvání ve všech procesech s cílem zvýšit efektivitu a produktivitu. Principy štíhlého řízení se zaměřují na poskytování hodnoty zákazníkovi, na posílení pravomocí zaměstnanců při rozhodování a na vytváření kultury neustálého zlepšování. (Bhasin, 2015)

V průběhu let si štíhlý management osvojily společnosti po celém světě, a to v různých odvětvích mimo výrobu. Principy štíhlého řízení byly uplatněny ve zdravotnictví, službách, stavebnictví a dalších odvětvích s cílem zlepšit provoz a dosáhnout lepších výsledků. Štíhlé řízení se vyvinulo a rozšířilo o nástroje a techniky, jako je mapování toku hodnot, výroba just-in-time, 5S a kanban. Cílem štíhlého řízení je vytvořit štíhlou kulturu, která si cení efektivitu, týmové práce a inovací. Celkově má štíhlý management významný vliv na zlepšování podnikových procesů a vytváření hodnoty pro zákazníky. I nadále je oblíbeným přístupem pro organizace, které chtějí zefektivnit provoz a neustále se zlepšovat. (Skhmt, 2017)

1.2.2 Základní principy

Mezi základní principy Lean managementu patří následující:

- **Definování hodnoty**

Tato zásada určuje hodnotu produktu nebo služby z pohledu zákazníka a zdůrazňuje důležitost vytvoření a zaměření se na časový plán výrobního procesu, včetně dodávky. To může zahrnovat podrobné vymezení klíčových požadavků, cenových bodů, očekávání a dalších podstatných informací. (Bhasin, 2015)

- **Mapování toku hodnot**

Tento princip je také známý jako mapování plýtvání. Zkoumá všechny kroky daného podnikového procesu s cílem určit, které zbytečné činnosti a zdroje lze eliminovat, aby se maximalizovala efektivita. (Bhasin, 2015)

- **Vytvoření toku**

Vytváření toku se zaměřuje na dosažení efektivity a rychlosti a také na zajištění toho, aby více provozních úkolů bylo dokončeno co nejrychleji a nejplynuleji, aniž by byla obětována kvalita. (Bhasin, 2015)

- **Zavedení metody Pull**

Vytvoření toku, v němž je právě tolik materiálů a zdrojů, aby bylo možné včas a průběžně vytvářet požadované produkty. (Bhasin, 2015)

- **Úcta k lidem**

Štíhlý management uznává, že zaměstnanci jsou cenným přínosem, a podporuje kulturu respektu a spolupráce. Zapojením zaměstnanců do rozhodování a řešení problémů mohou organizace plně využít potenciál svých zaměstnanců. (Skhmot, 2017)

- **Snaha o dokonalost**

Snaha dokonalost znamená zajistit, aby ostatní čtyři zásady byly uplatňovány nepřetržitě a důsledně. Všichni zaměstnanci jsou také srozuměni s konečným posláním Leanu. (Bhasin, 2015)

Další způsob, jak se na štíhlý management dívat, je prostřednictvím následujících 5S:

1.2.3 Metoda 5S

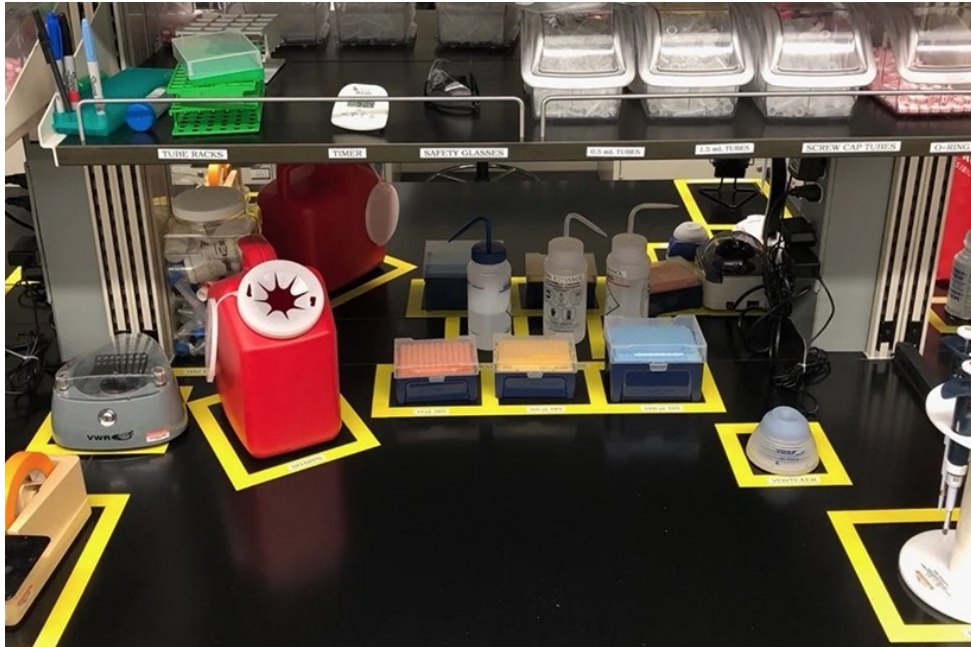
Metoda 5S je systematický přístup k organizaci pracoviště, jehož cílem je zvýšit efektivitu a produktivitu vytvořením čistého a uspořádaného pracovního prostředí. Zkratky 5S znamenají: Sort (třídít), Set-in-Order (uspořádat), Shine (vyčistit a udržovat čisté), Standardize (Standardizovat) a Sustain (udržovat). (Bhasin, 2015)



Obrázek 2: Metoda 5S (Přeloženo z: The 5S Philosophy, 2021)

- Prvním krokem metody 5S je Třídění, které zahrnuje oddělení potřebných položek od nepotřebných na pracovišti. To pomáhá odstranit nepořádek a zlepšit pracovní postupy tím, že jsou v dosahu pouze nezbytné předměty. (Panneman, 2019)
- Druhým krokem je Uspořádání, který zahrnuje uspořádání a uspořádání potřebných položek logickým a snadno dostupným způsobem. Tento krok pomáhá omezit ztráty času při hledání nástrojů nebo materiálů, což vede ke zvýšení efektivity. (Panneman, 2019)
- Třetím krokem je Shine, který zahrnuje pravidelný úklid a údržbu pracovního prostoru. Tento krok nejen zlepšuje celkový vzhled pracovního prostoru, ale také pomáhá identifikovat a řešit potenciální bezpečnostní rizika. (Panneman, 2019)
- Čtvrtým krokem je Standardizace, která zahrnuje vytvoření a zavedení standardizovaných pracovních postupů a vizuálních kontrol, aby byla zajištěna konzistence a efektivita každodenních činností. Tento krok pomáhá zajistit, aby všichni na pracovišti dodržovali stejné postupy a používali stejné organizační metody. (Panneman, 2019)

- Posledním krokem je Udržitelnost, která zahrnuje udržování zlepšení dosažených pomocí metody 5S vytvořením kultury neustálého zlepšování a odpovědnosti. Tento krok vyžaduje trvalé úsilí a odhodlání všech členů organizace, aby bylo zajištěno, že pracoviště zůstane organizované a efektivní. (Panneman, 2019)



Obrázek 3: Příklad využití metody 5S (The 5S Philosophy, 2021)

Celkově lze říci, že metoda 5S je účinným nástrojem pro zlepšení organizace a efektivity pracoviště. Dodržováním zásad Třídit, Uspořádat, Vyčistit, Standardizovat a Udržovat mohou organizace vytvořit čisté a organizované pracovní prostředí, které podporuje produktivitu a bezpečnost zaměstnanců. (Bhasin, 2015)

1.2.4 Total Quality Management (TQM)

Total Quality Management (TQM) je přístup k řízení, který se zaměřuje na neustálé zlepšování a spokojenost zákazníků. Jeho cílem je překonat očekávání zákazníků zapojením všech zaměstnanců organizace do procesu zlepšování. TQM je filozofie, která do úsilí o kvalitu zapojuje všechny funkce a úrovně organizace, od vrcholového managementu až po pracovníky v první linii. (Kiran, 2016)

Jednou z klíčových zásad TQM je zaměření na zákazníka. Organizace, které praktikují TQM, chápou, že zákazník je nejdůležitější zainteresovanou stranou a že splnění nebo překonání očekávání zákazníka je pro úspěch podniku klíčové. Nasloucháním zákazníkům

a porozuměním jejich potřebám a očekáváním mohou organizace identifikovat oblasti, které je třeba zlepšit, a provést změny, aby lépe sloužily svým zákazníkům. (Morfaw, 2009)

Další důležitou zásadou TQM je závazek k neustálému zlepšování. TQM uznává, že vždy existuje prostor pro zlepšení a že organizace musí neustále usilovat o zlepšování svých procesů, výrobků a služeb. Zavedením systému neustálého zlepšování mohou organizace udržet náskok před konkurencí a zůstat schopné reagovat na měnící se potřeby zákazníků. TQM také zdůrazňuje význam týmové práce a zapojení zaměstnanců. V organizaci TQM je každý zaměstnanec zodpovědný za kvalitu a zaměstnanci jsou povzbuzováni k účasti na řešení problémů a rozhodovacích procesech. Zapojením zaměstnanců do procesu zlepšování mohou organizace využít kolektivní znalosti a zkušenosti svých zaměstnanců a vytvořit kulturu spolupráce a inovací. (Morfaw, 2009)

TQM také zdůrazňuje význam měření a rozhodování založeného na datech. Organizace, které praktikují TQM, používají data a metriky ke sledování výkonnosti, identifikaci trendů a přijímání informovaných rozhodnutí o tom, jak se zlepšovat. Díky shromažďování a analýze dat mohou organizace identifikovat oblasti pro zlepšení a provádět změny na základě objektivních důkazů, nikoli dohadů. (Kiran, 2016)

Závěrem lze říci, že komplexní řízení kvality je účinný manažerský přístup, který může organizacím pomoci zlepšit kvalitu, zvýšit spokojenost zákazníků a dosáhnout trvalého úspěchu. Zaměřením se na zákazníka, závazkem k neustálému zlepšování, důrazem na týmovou práci a zapojení zaměstnanců a používáním rozhodování založeného na datech mohou organizace vytvořit kulturu kvality, která je hnací silou výkonnosti a inovací. TQM není jednorázová iniciativa, ale filozofie, která vyžaduje trvalý závazek a úsilí, ale odměna v podobě zlepšené kvality, větší spokojenosti zákazníků a dlouhodobého úspěchu za tuto investici stojí. (Kiran, 2016)

1.2.5 Total Production Management (TPM)

Total Production Management (TPM) je komplexní přístup k řízení výroby a provozu, jehož cílem je maximalizovat účinnost a efektivitu výrobních procesů společnosti. Zahrnuje všechny aspekty výroby, včetně údržby zařízení, kontroly kvality, školení zaměstnanců a neustálého zlepšování. Cílem TPM je dosáhnout nulových závad, nulových poruch a nulových nehod a zároveň zvýšit produktivitu a snížit náklady. To vyžaduje holistický přístup, který zahrnuje spolupráci všech oddělení a zaměstnanců ve společnosti na zlepšování výrobního procesu. (Borris, 2006)

Jedním z klíčových principů TPM je zavádění postupů preventivní údržby, které udržují zařízení v optimálním provozním stavu. Pravidelnou údržbou a kontrolou strojů mohou společnosti snížit riziko poruch a zpoždění výroby, což vede ke zvýšení produktivity a úspoře nákladů. Dalším důležitým aspektem TPM je důraz na zapojení a posílení postavení zaměstnanců. Poskytováním školení a podpory zaměstnancům jim mohou společnosti umožnit, aby převzali odpovědnost za svou práci a identifikovali příležitosti ke zlepšení. To nejen zlepšuje kvalitu práce, ale také zvyšuje morálku a spokojenost zaměstnanců. (Mašín, 2000)

Hlavní součástí TPM je také kontrola kvality, která zajišťuje, že výrobky splňují očekávání zákazníků a jsou v souladu s průmyslovými normami. Zavedením opatření pro kontrolu kvality v celém výrobním procesu mohou společnosti minimalizovat výskyt vad a přepracování, což vede k vyšší spokojenosti zákazníků a snížení množství odpadu. (Mašín, 2000)

Jádrem TPM je neustálé zlepšování, protože společnosti se musí neustále snažit identifikovat a odstraňovat neefektivitu ve výrobním procesu. Zavedením nástrojů, jako jsou Kaizen a principy štíhlé výroby, mohou společnosti neustále zlepšovat své procesy a zvyšovat celkovou efektivitu. (Borris, 2006)

Total Production Management je komplexní přístup k řízení výroby a provozu, jehož cílem je maximalizovat produktivitu, kvalitu a efektivitu. Zaměřením na preventivní údržbu, posílení postavení zaměstnanců, kontrolu kvality a neustálé zlepšování mohou společnosti dosáhnout nulových závad, nulových poruch a nulových nehod, což vede ke zvýšení ziskovosti a konkurenceschopnosti na trhu. (Mašín, 2000)

1.2.6 Human Resources Management (HRM)

Řízení lidských zdrojů (HRM) je nedílnou součástí každé organizace, neboť zahrnuje proces řízení lidí na pracovišti, který zajišťuje dosažení cílů a úkolů organizace. Odborníci na řízení lidských zdrojů (HR) jsou zodpovědní za nábor, přijímání, školení a rozvoj zaměstnanců, stejně jako za řízení zaměstnaneckých vztahů, benefitů a hodnocení výkonnosti. (Urban, 2017)

Jednou z klíčových rolí řízení lidských zdrojů je nábor a výběr zaměstnanců. Jedná se o zjišťování potřeb organizace a vyhledávání vhodných kandidátů, kteří tyto potřeby naplní. Personalisté musí vypracovat popisy pracovních míst, inzerovat volné pozice, prověřovat životopisy, vést pohovory a předkládat nabídky práce kvalifikovaným kandidátům.

Najímáním správných lidí pro danou práci mohou organizace zajistit vysokou úroveň produktivity a výkonnosti. Dalším důležitým aspektem řízení lidských zdrojů je vzdělávání a rozvoj. Odborníci na lidské zdroje jsou zodpovědní za to, aby zaměstnancům poskytli potřebné dovednosti a znalosti pro efektivní výkon jejich práce. To zahrnuje přijímání nových zaměstnanců, poskytování průběžného školení a nabízení příležitostí k růstu a postupu v rámci organizace. Investováním do rozvoje zaměstnanců mohou organizace zvýšit jejich spokojenost a udržení, což vede k většímu zapojení a motivaci zaměstnanců. (Urban, 2017)

Řízení lidských zdrojů hraje významnou roli také při řízení vztahů se zaměstnanci. Odborníci na lidské zdroje odpovídají za spravedlivé a důsledné řešení stížností, konfliktů a disciplinárních opatření zaměstnanců. Musí také zajistit, aby se zaměstnanci bylo na pracovišti zacházeno spravedlivě a eticky, a zasazovat se o jejich práva a blaho. Podporou pozitivního pracovního prostředí a účinným řešením konfliktů může řízení lidských zdrojů přispět ke zlepšení morálky a spokojenosti zaměstnanců. (Gary Dessler, 2019)

Kromě toho je HRM zodpovědné za řízení zaměstnaneckých výhod a odměňování. Odborníci na lidské zdroje musí zajistit, aby zaměstnanci měli k dispozici konkurenceschopné platy, benefity a pobídky, které přilákají a udrží špičkové talenty. To zahrnuje správu zdravotní péče, penzijního připojištění a dalších zaměstnaneckých výhod, jakož i zavádění systémů odměňování založených na výkonu, které odměňují zaměstnance za jejich přínos pro organizaci. (Gary Dessler, 2019)

Řízení lidských zdrojů je klíčovou funkcí v každé organizaci, při řízení nejcennějšího aktiva - jejich lidí. Efektivním řízením lidských zdrojů mohou organizace vytvořit pozitivní pracovní prostředí, přilákat a udržet si špičkové talenty a dosáhnout svých strategických cílů a záměrů. Vzhledem k tomu, že se pracovní síla nadále vyvíjí a stává se rozmanitější, bude role HRM stále důležitější při pomoci organizacím orientovat se ve složitých otázkách řízení jejich lidského kapitálu. (Urban, 2017)

Společnosti, které používají metodiky štíhlého řízení, mají obvykle na mysli jediný cíl neustálého zlepšování. Zavedením těchto principů štíhlé výroby tohoto cíle často dosáhnou tím, že ušetří čas, a tedy i peníze. Mohou také zlepšit míru spokojenosti zákazníků, což může vést ke zvýšení příjmů z doporučení a opakovaných zakázek. (Bhasin, 2015)

1.3 Štíhlá výroba

Štíhlá výroba a štíhlý management jsou příbuzné koncepty, jejichž cílem je zvýšit efektivitu a snížit plýtvání v podnikových činnostech. Existují však mezi nimi některé zásadní rozdíly:

- **Zaměření:** Štíhlá výroba se zaměřuje především na zlepšování výrobních procesů a odstraňování plýtvání ve výrobním prostředí. Štíhlý management se naproti tomu zaměřuje na zlepšení celkových podnikových operací a procesů, včetně oblastí, jako je řízení dodavatelského řetězce, lidské zdroje a služby zákazníkům. (King, 2019)
- **Rozsah:** Štíhlá výroba je podmnožinou štíhlého managementu, protože se zaměřuje konkrétně na výrobní procesy ve výrobním prostředí. Štíhlý management zahrnuje širší škálu podnikových funkcí a procesů. (King, 2019)
- **Použití:** Principy štíhlé výroby se obvykle uplatňují ve výrobních odvětvích, jako je automobilový, elektronický a letecký průmysl. Principy štíhlého řízení lze uplatnit v řadě průmyslových odvětví, včetně odvětví služeb, jako je zdravotnictví, bankovníctví a maloobchod. (King, 2019)
- **Nástroje a techniky:** Štíhlá výroba obvykle zahrnuje nástroje a techniky, jako je mapování toku hodnot, 5S, kanban a poka-yoke, které slouží ke zlepšení výrobních procesů. Štíhlý management používá podobné nástroje a techniky, ale může zahrnovat i další strategie, jako je reengineering procesů, řízení výkonnosti a posílení postavení zaměstnanců. (King, 2019)

Obecně je možné říci, že štíhlá výroba i štíhlý management usilují o zefektivnění procesů, snížení plýtvání a zvýšení efektivity podnikových činností, ale liší se svým zaměřením, rozsahem, aplikací a používanými nástroji a technikami. (Bhasin, 2015)

1.3.1 Historie Štíhlé výroby

Henry Ford byl prvním, kdo skutečně integroval výrobní systém zvaný "hromadná výroba", který vyrábí velké množství standardizovaných výrobků. Ford vytvořil tzv. průtokovou výrobu, která zahrnuje nepřetržitý pohyb prvků výrobním procesem. Ford využíval hromadnou výrobu k výrobě a montáži součástí svých vozidel během několika minut, nikoli hodin nebo dnů. Na rozdíl od řemeslné výroby dodával systém hromadné výroby dokonale padnoucí komponenty, které jsou vzájemně zaměnitelné. Tento proces byl velmi úspěšný a umožnil společnosti Ford Motor Company vyrobit v letech 1908 až 1927 více než 15 milionů

vozů Model T. Během druhé světové války převzala Fordův systém hromadné výroby americká armáda. (King, 2019)

V roce 1926 založil Sakiči Tojoda společnost Toyoda Automatic Loom Works. O několik let později se společnost přejmenovala na Toyotu, když začala vyrábět automobily. V roce 1950 se Eidži Tojoda, synovec Sakičiho, zúčastnil tříměsíční návštěvy závodu Rouge společnosti Ford v Dearbornu ve státě Michigan. V té době byl závod v Dearbornu nejsložitějším a největším výrobním závodem společnosti Ford. Vyrábělo se v něm téměř 8000 automobilů denně, zatímco Toyota vyráběla pouze 2500 automobilů ročně. (Liker, 2021)

Po prostudování Fordova výrobního systému Eidži Tojoda pochopil, že systém hromadné výroby používaný Fordem nemůže Toyota použít. Japonský trh byl pro masovou výrobu příliš malý a rozmanitý. Požadavky zákazníků sahaly od kompaktních vozů až po ty nejluxusnější vozy. Fordův systém hromadné výroby se soustředil na množství produkce namísto na hlas zákazníka. Toyota spolupracovala s Taiichi Ohno na vývoji nového způsobu výroby. Dospěli k závěru, že díky správnému dimenzování strojů na skutečně požadovaný objem a zavedení samokontrolních strojů mohou vyrábět výrobky rychleji, s nižšími náklady, vyšší kvalitou a hlavně s vyšší rozmanitostí! Ohno stál před výzvou, jak vyměnit produktivitu a kvalitu. Jeho experimenty vedly k rozvoji několika nových myšlenek, které se staly známými jako " Toyota Production System ". (Liker, 2021)

1.3.2 Just-in-Time (JIT)

Just In Time (JIT) je strategie řízení, která se zaměřuje na dodávání zboží nebo služeb přesně v okamžiku, kdy jsou potřeba, čímž minimalizuje plýtvání a maximalizuje efektivitu. Poprvé ji zpopularizoval japonský automobilový průmysl v 70. letech 20. století, od té doby ji přijaly společnosti v celé řadě průmyslových odvětví, aby zefektivnily provoz a zlepšily celkovou výkonnost. (Liker, 2021)

Jádrem JIT je koncept eliminace plýtvání ve všech aspektech výrobního procesu. To zahrnuje nejen snížení nadbytečných zásob a skladování surovin, ale také minimalizaci zbytečných prostojů, čekacích dob a nákladů na dopravu. Díky synchronizaci výroby s poptávkou mohou společnosti fungovat efektivněji a rychleji reagovat na měnící se podmínky na trhu. (King, 2019)

Důležitou výhodou JIT je schopnost snižovat náklady. Eliminací nadbytečných zásob a snížením potřeby skladovacích prostor mohou společnosti ušetřit na skladovacích a

přepravních nákladech. Kromě toho JIT pomáhá minimalizovat vady a přepracování tím, že včas zachytí problémy ve výrobě, což z dlouhodobého hlediska šetří čas a zdroje. Jednou z dalších výhod JIT je zlepšení kvality. Díky zaměření na výrobu pouze toho, co je potřeba, mohou společnosti věnovat větší pozornost každému jednotlivému výrobku a zajistit, aby splňoval požadované normy. To může vést k vyšší spokojenosti zákazníků, jejich větší loajalitě a lepší pověsti na trhu. (Hiroyuki, 2009)

Je však důležité poznamenat, že zavádění JIT není bez problémů. Pro úspěšné zavedení JIT musí mít společnosti vysokou úroveň koordinace a komunikace napříč všemi odděleními. Kromě toho je se spoléháním na systém just-in-time spojena určitá míra rizika, protože jakékoli narušení dodavatelského řetězce může mít významný dopad na výrobní a dodací harmonogramy. Zaměřením na eliminaci plýtvání, snižování nákladů, zlepšování kvality a zvyšování rychlosti reakce může JIT pomoci společnostem dosáhnout vyšší efektivity a konkurenceschopnosti v dnešním rychlém podnikatelském prostředí. Zavedení JIT sice může vyžadovat výrazné změny stávajících procesů a systémů, ale díky přínosům v podobě vyšší výkonnosti a spokojenosti zákazníků se vyplatí investovat do této technologie společnostem, které chtějí udržet náskok na stále konkurenčnějším trhu. (Hiroyuki, 2009)

1.3.3 Jidoka

Jidoka je klíčovým principem výrobního systému Toyota, který prosazuje myšlenku automatizace s lidským přístupem. Termín "jidoka" pochází z japonských slov, která znamenají "automatizace" a "samostatnost". V podstatě jde o to, aby pracovníci měli možnost identifikovat a opravit problémy ve výrobním procesu, jakmile se vyskytnou, místo aby nechali závady projít po lince a způsobit větší problémy. (Liker, 2021)

Jedním z hlavních prvků jidoka je využívání autonomie, kdy jsou stroje navrženy tak, aby se při výskytu problému automaticky zastavily. To umožňuje operátorům rychle řešit problém a zabránit výrobě vadných výrobků. Zařazením této funkce do výrobní linky mohou společnosti snížit plýtvání, zvýšit efektivitu a zajistit stálou kvalitu svých výrobků. Jasným definováním procesů a zviditelněním abnormalit mohou společnosti snadno identifikovat problémy a zavést jejich řešení. To pomáhá vytvářet kulturu neustálého zlepšování, kdy jsou pracovníci oprávněni provádět změny a inovace s cílem optimalizovat výrobní proces. (King, 2019)

Celkově je jidoka mocným konceptem, který nejen zlepšuje kvalitu výrobků, ale také zvyšuje celkovou efektivitu výrobního procesu. Kombinací automatizace s lidskou

vynalézavostí mohou společnosti dosáhnout vyšší úrovně efektivity, snížit náklady a v konečném důsledku poskytnout svým zákazníkům vyšší hodnotu. Není divu, že jidoka je považována za základní kámen štíhlé výroby a nadále je hnací silou úspěchu mnoha společností po celém světě. (Bhasin, 2015)

1.4 Produktivita

Produktivita ve výrobě označuje efektivitu výroby zboží nebo služeb v daném časovém období. Je klíčovým ukazatelem výkonnosti výrobních podniků, protože přímo ovlivňuje jejich konkurenceschopnost, ziskovost a udržitelnost. K produktivitě ve výrobě přispívá několik faktorů, včetně využívání moderních technologií, kvalifikované pracovní síly, efektivních výrobních procesů a účinných postupů řízení. Zavedení zásad štíhlé výroby, automatizace a robotizace může pomoci zefektivnit výrobní procesy a snížit plýtvání, což vede ke zvýšení produktivity. (King, 2019)

Měření produktivity ve výrobě zahrnuje výpočet výstupu vyrobeného zboží nebo služeb ve vztahu ke vstupům, jako je práce, materiál a energie. Klíčové ukazatele výkonnosti, jako je výrobní výkon na pracovníka, míra využití strojů a obrat zásob, mohou poskytnout cenné informace o celkové produktivitě výrobního provozu. (Kraines, 2021)

1.4.1 Klíčové ukazatele výkonnosti (KPI)

Klíčové ukazatele výkonnosti (KPI) se liší v závislosti na konkrétních cílech a záměrech podniku nebo organizace. Mezi běžné individuální KPI patří:

- **Prodejní cíle:** měření výše tržeb generovaných jednotlivým prodejcem nebo týmem.
- **Spokojenost zákazníků:** měření úrovně spokojenosti a loajality zákazníků na základě zpětné vazby a průzkumů.
- **Produktivita:** měření efektivity a výkonu jednotlivce z hlediska splněných úkolů nebo realizovaných projektů.
- **Kvalita práce:** měření přesnosti, včasnosti a efektivity práce jednotlivce.
- **Docházka a dochvilnost:** měření spolehlivosti a angažovanosti jednotlivce z hlediska docházky a dochvilnosti.
- **Angažovanost zaměstnanců:** měření úrovně motivace, spokojenosti a angažovanosti jednotlivce ve vztahu k práci a organizaci.

- **Vytváření potenciálních zákazníků:** měření počtu potenciálních zákazníků vytvořených jednotlivcem na prodejních nebo marketingových pozicích.
- **Nákladová efektivita:** měření schopnosti jednotlivce minimalizovat náklady a výdaje při dosahování požadovaných výsledků. (Kraines, 2021)

Pro zvyšování produktivity ve výrobě je nezbytné neustálé zlepšování. To zahrnuje identifikaci a odstraňování úzkých míst, zavádění zlepšení procesů, školení zaměstnanců a zavádění nových technologií pro optimalizaci efektivity výroby. (King, 2019)

1.4.2 Kaizen

Kaizen je japonský pojem, který označuje neustálé zlepšování. Lze jej aplikovat na různé aspekty života, včetně práce, osobního rozvoje a obchodních procesů. Termín "kaizen" kombinuje slova "kai", což znamená změna, a "zen", což znamená dobrý nebo k lepšímu, a klade důraz na provádění malých, postupných změn ke zlepšení spíše než na zásadní velké změny. Zlepšení může přinést kterýkoli zaměstnanec. Metoda spočívá v tom, že každý má podíl na úspěchu společnosti a každý by se měl snažit za všech okolností přispět k tomu, aby byl obchodní model lepší. (Liker, 2021)

Mezi klíčové principy kaizen patří identifikace problémů nebo oblastí ke zlepšení, zavádění malých, zvládnutelných změn a pěstování kultury neustálého zlepšování v rámci myšlení organizace nebo jednotlivce. Cílem metody kaizen je optimalizovat procesy, zvýšit efektivitu, kontrolování kvality, standardizování práce, používání efektivního vybavení, eliminace plýtvání a dosažení dlouhodobého úspěchu prostřednictvím neustálého zlepšování. (Bauer, 2012)



Obrázek 4: Kaizen cyklus pro průběžné zlepšování
(Přeloženo z: Diann, 2021)

S tím, jak se svět přizpůsobuje novému životnímu a pracovnímu standardu, je zvyšování produktivity největší výzvou, které organizace na celém světě čelí. Hybridní model práce a neustále se vyvíjející zásobník firemních technologií ztěžují zaměstnavatelům řízení produktivity zaměstnanců během pandemie. Řízení produktivity může jednotlivcům i týmům pomoci zvýšit produktivitu. (Gaba, 2023)

Vedoucí pracovníci hrají zásadní roli při zvyšování a udržování úrovně produktivity svých týmů. Studie společnosti Gallup poukazuje na to, že až 70 % rozdílů v angažovanosti zaměstnanců lze přičíst vedení. Dobrý manažer bude mít jasnou představu o úrovni dovedností jednotlivých členů týmu, o jejich silných a slabých stránkách a bude s nimi pracovat tak, aby zajistil co nejlepší výkon každého z nich. Manažeri také berou ohled na týmy. Úroveň stresu a duševní pohodu a v případě potřeby rozšiřuje podporu. (Gaba, 2023)

1.5 Plýtvání

Cílem štíhlého myšlení je odstranit plýtvání z pracovních procesů. Plýtvání je jakákoli činnost nebo krok v procesu, který nepřináší zákazníkovi přidanou hodnotu. Jinými slovy, plýtvání je jakýkoli proces, za který zákazník nechce platit. (Skhmot, 2017)

Původních sedm odpadů definoval Taiichi Ohno, hlavní inženýr společnosti Toyota, jako součást výrobního systému Toyota (TPS). Těchto sedm odpadů je následujících: Doprava, Zásoby, Pohyb, Čekání, Nadvýroba, Nadměrné zpracování a Vady. Často se označují zkratkou "TIMWOOD". Osmé plýtvání nevyužitého talentu neboli "dovedností" pracovníků bylo zavedeno později v 90. letech 20. století, kdy byl Toyota Production System přijat v západním světě. V důsledku toho se 8 plýtvání běžně označuje jako "TIMWOODS". (Liker, 2021)



Obrázek 5: Druhy plýtvání ve štíhlé výrobě (Přeloženo z: Skhmot, 2017)

1.5.1 Doprava (Transport)

Plýtvání v dopravě zahrnuje přesun osob, nástrojů, inventáře, zařízení nebo výrobků dále, než je nutné. Nadměrný pohyb materiálů může vést k poškození a závadám výrobků. Nadměrný pohyb osob a zařízení může navíc vést ke zbytečné práci, většímu opotřebení a vyčerpání. V kanceláři by pracovníci, kteří spolu často spolupracují, měli být blízko sebe. V továrně by měly být materiály potřebné pro výrobu snadno dostupné v místě výroby a mělo by se zamezit dvojí nebo trojí manipulaci s materiály. Mezi některá protipatření proti plýtvání při přepravě patří vytvoření výrobní linky ve tvaru písmene U, vytvoření toku mezi

procesy a neprodukování nadměrného množství rozpracované výroby (WIP). (Skhmot, 2017)

1.5.2 Zásoby (Inventory)

Často je obtížné uvažovat o nadbytečných zásobách jako o odpadu. V účetnictví se na zásoby pohlíží jako na aktivum a dodavatelé často poskytují slevy za hromadné nákupy. Ale mít více zásob, než je nutné k udržení stálého toku práce, může vést k problémům, mezi které patří: vady výrobků nebo poškození materiálu, delší doba realizace výrobního procesu, neefektivní alokace kapitálu a problémy skryté v zásobách. (Skhmot, 2017)

Nadměrné zásoby mohou být způsobeny nadměrným nákupem, nadměrnou výrobou rozpracované výroby (WIP) nebo výrobou většího množství výrobků, než zákazník potřebuje. Nadměrné zásoby brání odhalení problémů souvisejících s výrobou, protože závady mají čas se nahromadit, než jsou odhaleny. V důsledku toho bude k odstranění závad zapotřebí více práce. (Bhasin, 2015)

Plýtvání zásobami v kanceláři mohou představovat soubory čekající na rozpracování, zákazníci čekající na servis, nevyužité záznamy v databázi nebo zastaralé soubory. Plýtvání výrobními zásobami by mohlo zahrnovat rozbité stroje, které leží ladem, více hotových výrobků, než je požadováno, další materiál zabírající pracovní místo a hotové výrobky, které nelze prodat. K některým protiopatřením v oblasti zásob patří: nákup surovin pouze v případě potřeby a v potřebném množství, snížení nárazníků mezi jednotlivými výrobními kroky a vytvoření systému front, který zabrání nadvýrobě. (Skhmot, 2017)

1.5.3 Pohyb (Motion)

Mezi odpady z pohybu patří jakýkoli zbytečný pohyb osob, zařízení nebo strojů. Patří sem chůze, zvedání, natahování, ohýbání, natahování a přemísťování. Úkoly, které vyžadují nadměrný pohyb, by měly být přepracovány tak, aby se zlepšila práce personálu a zvýšila úroveň bezpečnosti a ochrany zdraví. (Bhasin, 2015)

V kanceláři mohou zbytečné pohyby zahrnovat chůzi, natahování se pro materiály, hledání souborů, prohledávání inventáře, aby se našlo to, co je potřeba, nadbytečné klikání myši a dvojí zadávání dat. Plýtvání pohybem ve výrobě může zahrnovat opakované pohyby, které nepřinášejí zákazníkovi přidanou hodnotu, natahování se pro materiály, chůzi pro nástroj nebo materiály a opětovné seřizování součásti po její instalaci. (Skhmot, 2017)

K některým protiopatřením proti pohybu patří zajištění dobré organizace pracovního prostoru, umístění zařízení v blízkosti místa výroby a umístění materiálů v ergonomické poloze, aby se omezilo natahování a namáhání. (Skhmot, 2017)

1.5.4 Čekání (Waiting)

Čekání je často způsobeno nerovnoměrností na výrobních stanicích a může mít za následek nadbytečné zásoby a nadvýrobu. Plýtvání na počkání zahrnuje:

- Lidé čekající na materiál nebo zařízení.
- Nečinné zařízení. (Bhasin, 2015)

V kanceláři může plýtvání čekáním zahrnovat čekání na odpověď ostatních na e-mail, soubory čekající na přezkoumání, neefektivní schůzky a čekání na načtení programu do počítače. Ve výrobním závodě může plýtvání čekáním zahrnovat čekání na příchod materiálu, čekání na správné pokyny k zahájení výroby a nedostatečnou kapacitu zařízení. (Skhmot, 2017)

K některým protiopatřením proti čekání patří: navrhování procesů tak, aby byl zajištěn nepřetržitý tok nebo tok po jednotlivých kusech, vyrovnávání pracovní zátěže pomocí standardizovaných pracovních pokynů a rozvoj flexibilních pracovníků s různou kvalifikací, kteří se mohou rychle přizpůsobit v pracovních požadavcích. (Skhmot, 2017)

1.5.5 Nadvýroba (Overproduction)

K nadvýrobě dochází, když se výrobek nebo jeho prvek vyrábí dříve, než je požadován nebo vyžadován. Může být lákavé vyrobit co nejvíce výrobků, když je volný čas pracovníků nebo zařízení. (Bhasin, 2015)

Avšak namísto toho, aby se podle filozofie "Just In Time" vyráběly výrobky právě tehdy, když jsou potřeba, vede způsob práce "Just In Case" k řadě problémů, včetně zamezení plynulého toku práce, vyšších nákladů na skladování, skrývání vad uvnitř WIP, vyžadování větších kapitálových výdajů na financování výrobního procesu a nadměrné průběžné doby. Kromě toho nadměrná výroba výrobku vede také ke zvýšení pravděpodobnosti, že výrobek nebo množství vyrobených výrobků budou nad rámec požadavků zákazníka. (Skhmot, 2017)

1.5.6 Nadměrné zpracování (Over-processing)

Nadměrné zpracování znamená provedení více práce (přidání více komponent nebo více kroků ve výrobku nebo službě), než zákazník požaduje. Ve výrobě to může zahrnovat: použití zařízení s vyšší přesností, než je požadováno, provedení více analýz, než je nutné, úpravu komponenty poté, co již byla nainstalována, a více funkcí ve výrobku, než je nutné. (Bhasin, 2015)

V kanceláři může nadměrné zpracování zahrnovat generování podrobnějších zpráv, než je nutné, zbytečné kroky v procesu nákupu, vyžadování zbytečných podpisů na dokumentu, dvojí zadávání údajů, vyžadování více formulářů, než je nutné, a další krok v pracovním postupu. (Skhnot, 2017)

Jedním z jednoduchých způsobů, jak čelit nadměrnému zpracování, je pochopit požadavky na práci z pohledu zákazníka. Před zahájením práce mějte vždy na paměti zákazníka, vyrábějte na úrovni kvality a očekávání, kterou si zákazník přeje, a vyrábějte pouze potřebné množství. (Bhasin, 2015)

1.5.7 Vady (Defects)

Vada se projeví, když výrobek není vhodný k použití. To obvykle vede k přepracování nebo vyřazení výrobku. Oba výsledky jsou neekonomické, protože zvyšují provozní náklady, aniž by přinesly zákazníkovi jakoukoli hodnotu. (Skhnot, 2017)

1.5.8 Dovednosti (Skills)

Přestože nebyla součástí výrobního systému Toyota (TPS), mnoho lidí si je dobře vědomo 8. plýtvání - plýtvání lidským potenciálem. Osmé plýtvání je také popisováno jako plýtvání nevyužitým lidským talentem a vynalézavostí. K tomuto plýtvání dochází, když organizace oddělují roli managementu od role zaměstnanců. V některých organizacích je odpovědností managementu plánovat, organizovat, kontrolovat a inovovat výrobní proces. Úkolem zaměstnanců je pouze plnit příkazy a vykonávat práci podle plánu. Tím, že nejsou zapojeny znalosti a zkušenosti pracovníků v první linii, je obtížné zlepšovat procesy. Je to dáno tím, že právě lidé, kteří práci vykonávají, jsou nejschopnější identifikovat problémy a navrhnout jejich řešení. (Skhnot, 2017)

V kanceláři může nevyužití talentů zahrnovat nedostatečné školení, špatné pobídky, nevyžadování zpětné vazby od zaměstnanců a umístování zaměstnanců na pozice pod jejich dovednostmi a kvalifikací. Ve výrobě se toto plýtvání projevuje, když jsou zaměstnanci

špatně vyškoleni, když zaměstnanci neumějí efektivně obsluhovat zařízení, když je zaměstnancům dán k dispozici nesprávný nástroj pro danou práci a když zaměstnanci nejsou vyzýváni, aby přicházeli s nápady na zlepšení práce. (Skhmt, 2017)

1.6 Industry 4.0

Průmysl 4.0 byl původně představen na hannoverském veletrhu v roce 2011, v roce 2013 byl oficiálně vyhlášen jako německá strategická iniciativa, která má převzít průkopnickou roli v odvětvích, jež v současnosti přinášejí revoluci ve výrobním sektoru. Průmysl 4.0 představuje současný trend automatizačních technologií ve výrobním průmyslu a zahrnuje především podpůrné technologie, jako jsou kyberfyzikální systémy (CPS), internet věcí (IoT) a cloud computing. (Li Da et al., 2018)

V Průmyslu 4.0 integrují vestavěné systémy, sémantická komunikace mezi stroji, internet věcí a technologie CPS virtuální prostor s fyzickým světem. Kromě toho vzniká nová generace průmyslových systémů, jako jsou inteligentní továrny. (Rosin et al., 2020)

Během první průmyslové revoluce se mechanická výrobní zařízení vyvíjela pomocí vodní a parní síly. V průběhu druhé průmyslové revoluce byla realizována hromadná výroba s pomocí elektrické energie. Třetí průmyslovou revoluci zahájilo zavedení elektronické a informační technologie, které prohloubily automatizaci výroby. Během čtvrté průmyslové revoluce vyvolalo využívání kyberneticko-fyzických systémů (CPS) změnu paradigmatu v průmyslových odvětvích, zejména ve výrobním sektoru. (Ghobakhloo, 2018)

V mnoha výrobních podnicích není stávající infrastruktura ICT zcela připravena na podporu digitální transformace na Průmysl 4.0, jejímž cílem je horizontální integrace, vertikální integrace a integrace end-to-end. Při přechodu tradičního průmyslového prostředí na ekosystémy Průmyslu 4.0 je třeba vyvinout nové informační a komunikační technologie i nové obchodní modely na vnitro-organizační i mezi-organizační úrovni. (Rosin et al., 2020) Datová věda a datová analytika budou v prostředí Průmyslu 4.0 hrát důležitou roli. S obrovským počtem věcí připojených k internetu bude připojenými věcmi automaticky vytvářeno obrovské množství dat v reálném čase. Nezpracovaná data nemusí mít smysluplnou hodnotu pro rozhodování v kyberneticko-fyzické výrobní síti, pokud tato data nebudou efektivně analyzována a využita pro výrobní rozhodnutí. Pro analýzu obrovského množství dat generovaných jak z aplikací internetu věcí, tak ze stávajících systémů ICT je třeba vyvinout a využít techniky datové vědy a datové analýzy. Vytváření praktických

aplikací, v nichž jsou integrována velká data z nejrůznějších heterogenních zdrojů, může být náročným úkolem. (Li Da et al., 2018)

Internet věcí je velmi složitá heterogenní síť, která zahrnuje propojení různých typů sítí prostřednictvím různých komunikačních technologií. K dnešnímu dni neexistuje obecně přijímaná platforma, která by dokázala pojmout různorodé komunikační technologie a aplikace v síti. Při současném přenosu obrovského množství dat po síti budou vznikat častá zpoždění při transformaci dat a další komunikační problémy. Je zapotřebí mnohem více výzkumu, který by se vypořádal s překážkami správy propojených věcí a usnadnil spolupráci mezi různými subjekty ve společné platformě. Správa adresování, identifikace a optimalizace zařízení na úrovni architektury a protokolu si rovněž zaslouží slušné výzkumné úsilí. Integrace internetu věcí se stávajícími systémy ICT nebo staršími systémy za účelem vytvoření jednotné informační infrastruktury je nutná, protože internet věcí byl často vyvinut na základě tradičního prostředí ICT a zároveň je ovlivněn vším, co je k síti připojeno. (Li Da et al., 2018)

Průmysl 4.0 má potenciál stát se globálním jazykem výroby. Každý proces používaný v systému Průmyslu 4.0 integruje stávající a osvědčené technologie s novými technologiemi a aplikacemi pro řešení výrobních problémů. Proto je zavedení jednotného průmyslového standardu obzvláště důležité. K zajištění úspěšné realizace strategické vize Průmyslu 4.0 je zapotřebí vyvinout úsilí na celosvětové úrovni, aby byl vytvořen proces standardizace. Například je zapotřebí soubor jednotných technických norem, aby bylo možné realizovat síť, která propojuje různé továrny a společnosti. (Ghobakhloo, 2018)

1.6.1 Dopady technologií Průmyslu 4.0 na principy štihlosti

Průmysl 4.0 je stále více propagován jako klíč ke zvýšení produktivity, podpoře hospodářského růstu a zajištění udržitelnosti výrobních podniků. Řada podniků již částečně nebo zcela zavedla principy a nástroje z přístupu Lean management, který je rovněž zaměřen na zvyšování produktivity. Přestože oba přístupy používají velmi odlišné strategie, mají některé společné principy. Technologie Průmyslu 4.0 velmi silně podporují metody Just-in-time a Jidoka, ale prokazují malou nebo žádnou podporu pro snižování plýtvání, lepší management a týmovou práci. Zavádění robotických asistentů může v pracovním prostředí vytvořit i spoustu nepříjemných situací, jako je například odmítání zaměstnanců naučit se ovládat se svými novými automatizovanými spolupracovníky. Existuje tedy jasná potřeba

pokračovat v zavádění štihlého řízení a zároveň zlepšovat některé principy štihlosti pomocí technologií Průmyslu 4.0. (Rosin et al., 2020)

Předpokládá se, že výhody přechodu na Průmysl 4.0 by mohly převážit související náklady, zejména u výrobců světové třídy, kteří mají potřebné zkušenosti a pracovní sílu k vytváření a implementaci základních technologických trendů. Dále mají přiměřenou podporu zúčastněných stran, aby mohli výrazně investovat do nových technologií. Přesto nelze ignorovat, že se čtvrtou průmyslovou revolucí je spojeno mnoho výzev, jejichž příklady jsou finanční schopnosti, otázky bezpečnosti dat, zachování integrity výrobního procesu, vyspělost IT a znalostní kompetence. (Ghobakhloo, 2018)

Příslib Průmyslu 4.0 je skutečný, ale pro společnosti, které jsou dostatečně vyspělé, aby jej přijaly, a mají vymyšlenou komplexní strategii přechodu. Mnoho společností přeskakujících do technologií Průmyslu 4.0 má tendenci ignorovat známé Paretovo pravidlo. Navíc nejsou všichni výrobci připraveni na plnou digitální transformaci. Ve skutečnosti je většina výrobců, zejména těch menších, dostatečně kompetentní k tomu, aby digitalizovali pouze určité oblasti svých operací, jako je digitalizace jejich skladů nebo interakcí s dodavatelským řetězcem. (Rosin et al., 2020)

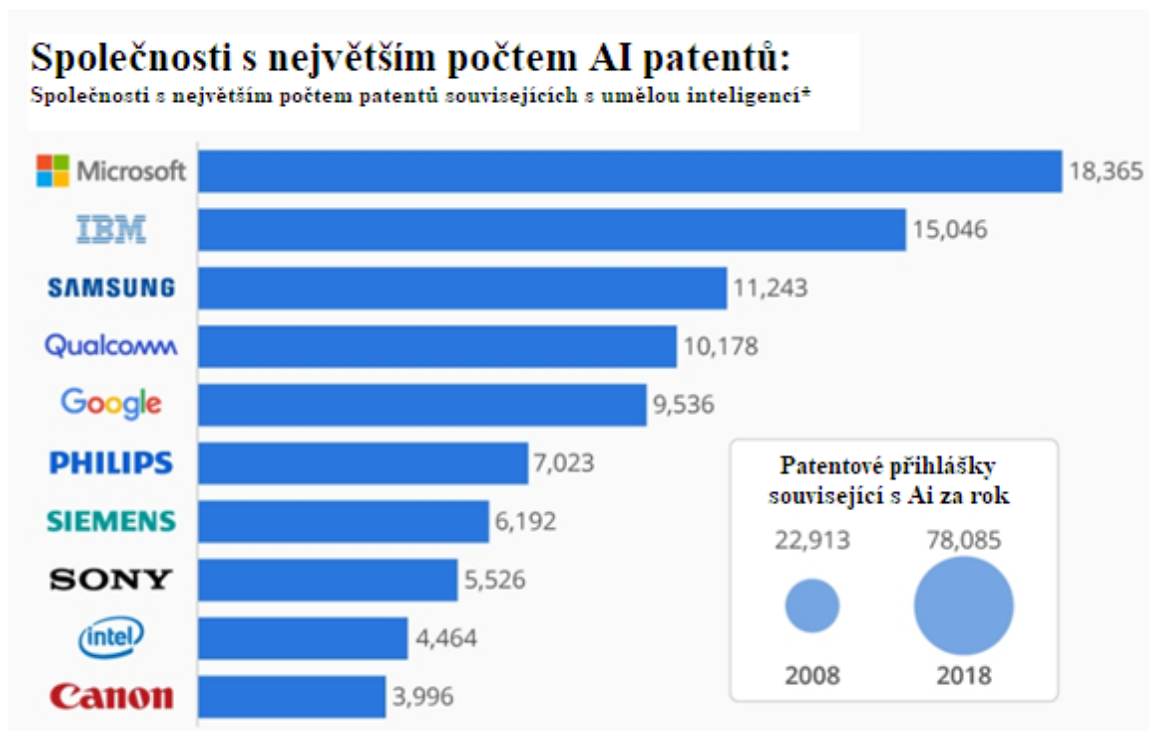
Přestože přechod k Průmyslu 4.0 vyžaduje odstranění funkčních sil, otevřenost změnám, podpůrnou kulturu, integraci dodavatelského řetězce a transparentnost dat napříč celým hodnotovým řetězcem, je bohužel obtížné, spíše nemožné, aby jich síť typických výrobců dosáhla v krátkém období. (Ghobakhloo, 2018)

Další zajímavou cestou pro budoucí výzkum by bylo vypracování komplexního strategického plánu přechodu na Průmysl 4.0 pro malé a střední podniky (MSP). Velké společnosti, které vyrábějí ve velkých objemech, dosáhnou značného zvýšení efektivity díky Průmyslu 4.0 a související digitalizaci, ale malé a střední podniky se obecně vyznačují omezením zdrojů, vyšší úrovní flexibility, vyšším stupněm specializace a inklinací k okrajovým trhům. Dopad čtvrté průmyslové revoluce na výrobní MSP lze považovat za velmi pozitivní, pokud například úřady, vládní agentury a mezinárodní asociace pomáhají menším firmám s procesem digitální transformace. (Ghobakhloo, 2018)

1.6.2 Průmysl 4.0 a umělá inteligence

Rychlý pokrok v oblasti umělé inteligence (AI) a automatizačních technologií má potenciál významně narušit trhy práce. I když umělá inteligence a automatizace mohou zvýšit produktivitu některých pracovníků, mohou je nahradit do určité míry téměř ve všech povoláních. Rostoucí automatizace se děje v období rostoucí ekonomické nerovnosti, což vyvolává obavy z růstu nezaměstnanosti a vyzývá k politickému úsilí o řešení důsledků technologických změn. Mezi překážky patří nedostatek vysoce kvalitních údajů o povaze práce (požadavky povolání), nedostatek empiricky podložených modelů klíčových procesů na mikroúrovni (např. substituce a komplementarita člověk-stroj) a nedostatečné pochopení toho, jak bude technologie interagovat s širší ekonomickou dynamikou a institucionálními mechanismy (např. městská migrace a mezinárodní obchodní politika). Překonání těchto překážek vyžaduje zlepšení v podélném a prostorovém rozlišení dat, stejně jako upřesnění údajů o dovednostech na pracovišti. Tato vylepšení umožní multidisciplinární výzkum kvantitativně sledovat a předpovídat komplexní vývoj práce v tandemu s technologickým pokrokem. (Morgan R. et al., 2019)

Vzhledem k zásadní nejistotě v předvídání technologických změn se doporučuje vypracovat výrobní plán, který se kromě obecného rovnovážného chování zaměřuje na odolnost vůči neočekávaným scénářům. (Ghobakhloo, 2018)



Obrázek 6: Celosvětové společnosti s nejvíce AI patenty (Přeloženo z: Berman, 2019)

2 VYBRANÉ METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ

V této kapitole je obsažen teoretický základ vybraných metod průmyslového inženýrství, které byly určeny na základě vhodnosti k vypracování praktické části diplomové práce. Tyto metody jsou simulace procesů, tvorba digitální dvojčat, OEE, RIPRAN a BIA.

2.1 Simulace procesů

Simulace je proces, který zahrnuje vytvoření podrobného modelu za účelem vyhodnocení jeho proveditelnosti, efektivity a možných výsledků. Běžně se používá v různých oborech, včetně podnikání, inženýrství a vojenských operací. Při simulaci se zvažují různé faktory, proměnné a omezení, aby se vytvořil realistický model plánovaného projektu nebo scénáře. To může zahrnovat faktory, jako je dostupnost zdrojů, časová omezení, úvahy o nákladech a potenciální rizika. Simulační model umožňuje analytikům a osobám s rozhodovací pravomocí testovat různé strategie, scénáře a alternativy s cílem určit nejoptimálnější plán nebo postup. (Dlouhý et al., 2007)

Simulací projektu nebo scénáře mohou zúčastněné strany získat cenné informace o jeho možných výsledcích, identifikovat potenciální problémy nebo úzká místa a přijímat informovaná rozhodnutí k optimalizaci plánu před jeho skutečnou realizací. Simulace pomáhá snižovat nejistoty, minimalizovat rizika a zvyšovat šance na úspěch tím, že poskytuje virtuální prostředí pro testování a zdokonalování různých aspektů. (Louis G., 2020)

Mezi nevýhody používání procesních simulací patří:

- **Náklady:** Nákup a údržba simulačního softwaru mohou být nákladné, zejména v případě složitých simulací, které vyžadují specializované vybavení nebo odborné znalosti. (Louis G., 2020)
- **Složitost:** Simulace může být obtížné nastavit a spustit, zejména pro osoby, které nemají zkušenosti s daným softwarem nebo modelovacími technikami. (Louis G., 2020)
- **Časová náročnost:** Provádění simulací může být časově náročné, zejména pokud je k optimalizaci výsledků zapotřebí více iterací. (Louis G., 2020)
- **Nepřesnost:** Výsledky simulací nemusí vždy přesně odrážet výsledky reálného světa kvůli omezením softwaru, předpokladům v modelu nebo nejistotám ve vstupních údajích. (Louis G., 2020)

- **Závislost na předpokladech:** Simulace závisí na souboru předpokladů o modelovaných proměnných a vztazích, které nemusí vždy platit v reálném světě. (Louis G., 2020)
- **Požadavky na data:** Simulace vyžadují velké množství údajů, aby přesně reprezentovaly modelovaný systém, které nemusí být vždy k dispozici nebo nemusí být snadné je shromáždit. (Louis G., 2020)
- **Nedostatek zpětné vazby v reálném čase:** Na rozdíl od fyzikálních experimentů neposkytují některé simulace zpětnou vazbu o zkoumaném systému v reálném čase, což může omezovat možnost okamžitých úprav nebo pozorování. (Louis G., 2020)
- **Omezený rozsah:** Simulace jsou tak dobré, jak dobrý je model, na kterém jsou založeny, a nemusí být schopny zachytit všechny složitosti a interakce reálného systému. (Louis G., 2020)

Simulace jsou stále oblíbenějším nástrojem, který se používá v celé řadě průmyslových odvětví a pomáhá odborníkům lépe porozumět komplexním systémům, školit zaměstnance a testovat možné scénáře. Některá odvětví se na simulace pro různé účely spoléhají ve velké míře, zatímco jiná je mohou využívat méně často. (Dlouhý et al., 2007)

Jedním z průmyslových odvětví, které simulace hojně využívá, je letecký a obranný průmysl. Toto odvětví se spoléhá na simulace při testování výkonnosti letadel, kosmických lodí a vojenského vybavení v různých podmínkách. Prováděním simulací mohou inženýři předvídat, jak se tyto systémy budou chovat v různých prostředích, identifikovat potenciální problémy a optimalizovat návrhy předtím, než přejdou k fyzickému testování. Díky tomu dochází ke snížení nákladů a pracovního času. Simulace v digitálním prostředí také umožňuje přesnější a efektivnější vývoj nových technologií. (Dlouhý et al., 2007)

Dalším průmyslovým odvětvím, které se ve velké míře spoléhá na simulace, je zdravotnictví. Zdravotníci používají simulace k nácviku složitých postupů, jako jsou operace, v prostředí bez rizika. Díky tomu mohou procvičovat operační techniky, zlepšovat dovednosti a rychle se rozhodovat pod tlakem aniž by došlo k ohrožení lidského života. Kromě toho lze simulace využít k modelování účinků nových léků nebo léčebných metod, což pomáhá zlepšit výsledky pacientů a snížit rizika. (Dlouhý et al., 2007)

Další odvětví, které velmi často využívá simulace, je automobilový průmysl. Výrobci automobilů používají simulace k testování bezpečnosti, výkonu a životnosti vozidel před jejich výrobou. Tyto simulace pak umožňují inženýrům identifikovat potenciální problémy, optimalizovat návrhy a zajistit, aby vozidla splňovala regulační normy. Dále lze také simulace využít k testování nových technologií, například systémů autonomního řízení, ve virtuálním prostředí před jejich zavedením do reálného provozu. (Dlouhý et al., 2007)

Významným spotřebitelem simulací je také herní průmysl. Vývojáři her používají simulace k vytváření realistických prostředí, postav a interakcí ve videohrách. Pomocí simulací mohou vývojáři testovat herní mechanismy, předvídat chování hráčů a zajistit, aby hra byla pro uživatele poutavá a příjemná. Simulace se také používají k modelování složitých systémů, jako je počasí nebo umělá inteligence, v rámci her, aby se zlepšil celkový zážitek z hraní. Jaderná energetika je dalším odvětvím, které je do značné míry závislé na simulacích. (Louis G., 2020)

Jaderné elektrárny používají simulace k testování bezpečnosti, účinnosti a spolehlivosti svých systémů. Prováděním simulací mohou provozovatelé předvídat, jak se reaktory budou chovat v různých scénářích, identifikovat potenciální rizika a vypracovávat plány reakce na mimořádné události. To jim umožňuje zajistit bezpečný provoz jaderných elektráren a minimalizovat riziko havárií. (Louis G., 2020)

Simulace jsou široce využívány v různých průmyslových odvětvích ke zlepšení efektivity, bezpečnosti a rozhodování. Odvětví, jako je letectví a obrana, zdravotnictví, automobilový průmysl, herní průmysl a jaderná energetika, se na simulace ve velké míře spoléhají při testování systémů, školení zaměstnanců a předvídání výsledků. Využitím simulací mohou odborníci v těchto odvětvích optimalizovat návrhy, zlepšovat výkon a zvyšovat bezpečnost nákladově efektivním a účinným způsobem. (Dlouhý et al., 2007)

2.1.1 Digital Twin (Digitální dvojče)

S novým paradigmatem Průmyslu 4.0 se výroba vyvíjí tak, aby zahrnovala inteligentní objekty založené na konceptu kyberneticko-fyzických systémů (CPS), definovaných jako "systémy spolupracujících systémů výpočetních jednotek, které jsou v intenzivním spojení s okolním fyzickým světem a jeho probíhajícími procesy, přičemž současně poskytují a využívají data a zpracovávají je služby dostupné na internetu". Tyto nové autonomní

systemy jsou schopny vypracovat a komunikovat data, vytvářet kopie reálných procesů v digitálním prostředí v reálném čase. (Louis G., 2020)

Vzhledem k jeho úzkému propojení s problematikou řízení výroby se stává velmi cenným pochopit rysy aplikací DT a porovnat je s tím, co navrhnou odborníci z oboru. DT se často používá k nabídce specifických analýz, které se vztahují k uvažovanému systému a jeho životnímu cyklu podle služeb, které může DT nabízet. (Cimino et al., 2019)

Podle požadavků můžeme v DT vytvořit:

- Sledování stavu v reálném čase.
- Analýzu spotřeby energie.
- Analýzu a predikce selhání výrobku a strategie údržby výrobku.
- Inteligentní optimalizace a aktualizace.
- Analýzu chování a průvodce uživatelskými operacemi pomocí uživatelsky přívětivého rozhraní HMI (Human-Machine Interface).
- Virtuální údržbu a virtuální provoz výrobků. (Dlouhý et al., 2007)

Problémem při nabízení těchto služeb v jednom prostředí je skutečnost, že některé z nich potřebují 3D grafické rozhraní a jiné pouze analyzují data, aniž by vyžadovaly jakoukoli grafiku. Také pozoruhodné je, že některé z nich (např. "Inteligentní optimalizace a aktualizace") jsou založeny na principu vzájemné výměně informací mezi reálným a virtuálním objektem. (Cimino et al., 2019)

2.1.2 PlantSimulation

Tecnomatix PlantSimulation je software vyvinutý společností Siemens. Jedná se o nástroj pro simulaci událostí, který slouží k virtualizaci a analýze složitých výrobních systémů a procesů. Poskytuje 3D vizualizační prostředí, ve kterém mohou uživatelé modelovat a simulovat různé aspekty výrobních a logistických procesů s cílem optimalizovat jejich efektivitu i produktivitu. Plant Simulation lze použít pro širokou škálu průmyslových odvětví včetně automobilového průmyslu, elektroniky a farmaceutického průmyslu. (Bangsow, 2016)

Software PlantSimulation dokáže vytvářet přehledné 3D hierarchické modely výrobních zařízení, linek a operací pro rychlé a efektivní modelování diskrétních i kontinuálních výrobních procesů pomocí výkonné objektově orientované architektury a modelovacích funkcí. Tento program vizualizuje ve 3D pomocí obsažených knihoven nebo externích dat CAD. (Bangsow, 2020)

2.2 Celková efektivnost zařízení

OEE (Overall Equipment Effectiveness) je zkratka pro celkovou účinnost zařízení. Jedná se o metriku používanou ve výrobě k měření výkonnosti a efektivity zařízení nebo strojů ve výrobním procesu. OEE vypočítává procento plánovaného výrobního času, který je skutečně produktivní, s přihlédnutím ke třem faktorům: dostupnosti, výkonu a kvalitě. (Borris, 2006)

- **Dostupnost:** Tento faktor představuje celkovou dobu, po kterou je zařízení k dispozici pro výrobu, přičemž se berou v úvahu všechny plánované nebo neplánované prostoje z důvodu údržby, oprav nebo seřizování. (Arifin, 2022)
- **Výkon:** Tento faktor měří provozní rychlost nebo výkonnost zařízení ve srovnání s jeho projektovanou nebo standardní rychlostí. Zohledňuje veškeré ztráty rychlosti způsobené sníženými provozními otáčkami, volnoběhem nebo drobnými odstávkami. (Arifin, 2022)
- **Kvalita:** Tento faktor se vztahuje k podílu kvalitních výrobků nebo součástí vyrobených v porovnání s celkovým počtem vyrobených výrobků nebo součástí. Zohledňuje veškeré vady, přepracování nebo zmetky, které se mohou vyskytnout během výrobního procesu. (Arifin, 2022)

Pro výpočet OEE se každý z těchto faktorů vynásobí dohromady, čímž se získá hodnota mezi 0 a 1, která se pak obvykle vynásobí 100, aby se metrika vyjádřila v procentech. Vzorec pro OEE je následující:

$$OEE = \text{dostupnost (\%)} \times \text{výkon (\%)} \times \text{kvalita (\%)}$$

Vyšší hodnota OEE ukazuje na účinnější a efektivnější využití zařízení, zatímco nižší hodnota OEE ukazuje na oblasti, kde je třeba zlepšit dostupnost, výkon nebo kvalitu. OEE se běžně používá jako klíčový ukazatel výkonnosti (KPI) pro měření a neustálé zlepšování výrobních procesů. (Borris, 2006)

2.3 Analýza rizik

Analýza rizik (RIPRAN) projektu je proces identifikace, hodnocení a řízení potenciálních rizik, která by mohla negativně ovlivnit úspěch projektu. Zahrnuje systematickou analýzu různých prvků a činností spojených s projektem s cílem identifikovat oblasti potenciální zranitelnosti a vytvořit strategie pro zmírnění nebo eliminaci rizik. (Hopkin, Thompson, 2021)

Klíčové kroky, které jsou součástí provádění analýzy rizik projektu, zahrnují:

- **Identifikace rizik:** Tento krok zahrnuje identifikaci všech možných rizik, která by mohla projekt ovlivnit. Lze ji provést prostřednictvím brainstormingu, prověřením historických údajů, konzultací se zúčastněnými stranami projektu a analýzou projektových dokumentů. (Hopkin, Thompson, 2021)
- **Posouzení rizik:** Jakmile jsou rizika identifikována, je třeba je posoudit a určit jejich potenciální dopad a pravděpodobnost výskytu. To zahrnuje přiřazení hodnocení rizik nebo skóre každému identifikovanému riziku. Pro přesnější analýzu lze použít kvantitativní techniky, jako je PERT (Program Evaluation and Review Technique). (Hopkin, Thompson, 2021)
- **Stanovení priorit rizik:** Po vyhodnocení rizik by měla být stanovena jejich priorita na základě jejich závažnosti a potenciálního dopadu na cíle projektu. To pomáhá zaměřit se nejprve na nejkritičtější rizika a podle toho přidělit zdroje. (Hopkin, Thompson, 2021)
- **Plánování zmírnění rizik:** V tomto kroku se vypracovávají strategie k minimalizaci nebo eliminaci identifikovaných rizik. Může jít o přidělení odpovědností, vytvoření pohotovostních plánů, zavedení bezpečnostních opatření a zvážení alternativních přístupů. (Doležal, 2023)
- **Monitorování a kontrola rizik:** Po zahájení projektu je nezbytné průběžné monitorování a kontrola rizik. Provádějí se pravidelné kontroly, aby se identifikovala případná nová rizika a posoudila účinnost zavedených strategií zmírňování rizik. V případě potřeby jsou přijímány vhodné úpravy a nápravná opatření. (Doležal, 2023)

Mezi výhody analýzy rizik projektu patří: lepší rozhodování, včasná identifikace potenciálních problémů, snížení počtu překvapení projektu, lepší plánování a realizace projektu a zvýšení celkové úspěšnosti projektu. (Hopkin, Thompson, 2021)

Celkově je analýza rizik projektu důležitou součástí projektového řízení, která pomáhá při identifikaci, hodnocení a řízení rizik spojených s projektem a zajišťuje jeho úspěšné dokončení. (Doležal, 2023)

2.4 Analýza dopadu na podnikání

Analýza dopadů na podnikání (BIA) je proces, který pomáhá organizacím identifikovat a vyhodnotit potenciální dopady přerušení provozu. Zahrnuje posouzení dopadu různých rušivých událostí, jako jsou přírodní katastrofy, kybernetické útoky nebo poruchy zařízení, na kritické podnikové funkce, procesy a zdroje. (Paul, Cadle, 2020)

Cílem BIA je identifikovat a stanovit priority klíčových podnikových činností, určit jejich závislosti a vyčíslit potenciální finanční, provozní a reputační dopady jejich nedostupnosti. Tato analýza umožňuje organizacím pochopit potenciální rizika, kterým čelí, a vypracovat vhodné strategie pro plánování obnovy a kontinuity. (Paul, Cadle, 2020)

Nejdůležitějším krokem analýzy dopadů na podnikání je identifikace a posouzení potenciálních rizik a hrozeb, které by mohly ovlivnit schopnost organizace fungovat. To zahrnuje pochopení potenciálního dopadu těchto rizik na klíčové podnikové procesy, systémy a zdroje, jakož i potenciální finanční důsledky a důsledky pro pověst. (Winter, 2023)

Díky důkladné analýze těchto rizik mohou organizace vypracovat účinné strategie jejich zmírnění a pohotovostní plány, které zajistí kontinuitu podnikání v případě narušení. (Paul, Cadle, 2020)

Proces BIA obvykle zahrnuje následující kroky:

- **Identifikace** kritických podnikových funkcí: Určení klíčových činností, které jsou nezbytné pro správné fungování organizace. (Winter, 2023)
- **Posouzení** dopadů: Vyhodnocení důsledků narušení jednotlivých podnikových funkcí, včetně finančních ztrát, provozních zpoždění, poškození pověsti, problémů s dodržováním právních předpisů a regulací a spokojenosti zákazníků. (Winter, 2023)

- **Stanovení cílů obnovy:** Stanovení konkrétních cílů doby obnovy (RTO) a cílů bodu obnovy (RPO) pro každou podnikovou funkci. RTO definuje maximální přípustnou dobu výpadku obchodní funkce, zatímco RPO definuje maximální přijatelnou ztrátu dat. (Winter, 2023)
- **Analýza závislostí:** Identifikace vzájemných závislostí mezi různými podnikovými funkcemi, procesy a zdroji, aby bylo možné pochopit dopady narušení a podle toho stanovit priority úsilí o obnovu. (Winter, 2023)
- **Vypracování strategií obnovy:** Navrhování a zavádění vhodných strategií obnovy, jako jsou alternativní pracovní místa, záložní systémy, redundantní opatření, plány reakce na mimořádné události a plány obnovy po havárii. (Winter, 2023)
- **Dokumentace zjištění a doporučení BIA:** Zpracování výsledků BIA do komplexní zprávy, která zdůrazňuje potenciální dopady, cíle obnovy, doporučené strategie a další relevantní informace pro rozhodování. (Winter, 2023)

Provedením BIA mohou organizace proaktivně vyhodnotit svá zranitelná místa, efektivně alokovat zdroje a vypracovat robustní plány kontinuity provozu, aby minimalizovaly negativní dopady narušení a zajistily odolnost svého provozu. (Paul, Cadle, 2020)

K určení vhodných výrobků pro simulaci nové výrobní haly byly použity ABC a XYZ analýzy.

2.5 Analýza skladových zásob

K určení vhodných výrobků se stabilní zákaznickou poptávkou bez nadbytečné výroby a s nízkými náklady pro simulaci nové výrobní haly byly použity ABC a XYZ analýzy.

ABC analýza

Analýza ABC je technika řízení zásob, která určuje hodnotu položek zásob na základě jejich důležitosti pro podnik. ABC řadí položky na základě údajů o poptávce, nákladech a rizicích a manažeři zásob na základě těchto kritérií seskupují položky do tříd. To pomáhá vedoucím pracovníkům podniků pochopit, které výrobky nebo služby jsou pro finanční úspěch jejich organizace nejdůležitější. (Chan, 2021)

Nejdůležitější skladové jednotky (SKU), ať už na základě objemu prodeje nebo ziskovosti, jsou položky "třídy A", další nejdůležitější jsou položky třídy B a nejméně důležité položky třídy C. Některé společnosti mohou zvolit klasifikační systém, který rozděluje výrobky do více než jen těchto tří skupin (například A-F). (Chan, 2021)

Analýza ABC v nákladovém účetnictví neboli kalkulace nákladů podle činností volně souvisí, ale liší se od analýzy ABC pro řízení zásob. Účetní používají kalkulaci nákladů podle činností ve výrobě k přiřazení nepřímých nebo režijních nákladů, jako jsou náklady na služby nebo mzdy, k výrobkům a službám. (Jenkins, 2023)

Použití analýzy ABC pro zásoby pomáhá lépe kontrolovat náklady na provozní kapitál. Informace získané z analýzy snižují množství zastaralých zásob a mohou zvýšit míru obratu zásob, tedy to, jak často musí podnik po vyprodání zásob tyto položky nahradit. (Jenkins, 2023)

Hlavními výhodami ABC analýzy jsou:

- Zvýšená optimalizace zásob.
- Zlepšené předpovídání zásob.
- Lepší tvorba cen.
- Informované vyjednávání s dodavateli.
- Strategické rozdělení zdrojů.
- Lepší služby zákazníkům.
- Lepší řízení životního cyklu výrobku.
- Kontrola nad položkami s vysokými náklady.
- Snížení nákladů na skladování.
- Zjednodušené řízení dodavatelského řetězce. (Jenkins, 2023)

XYZ analýza

Analýza zásob XYZ je doplňkem analýzy ABC a přidává vrstvu statistického přehledu, který ukazuje standardní odchylku použití. Mezi další názvy této analýzy patří Runners, Repeaters nebo Strangers (RRS). Cílem této analýzy je pochopit, které díly mají stálé využití a které díly mají nepředvídatelnou poptávku, aby společnosti mohly činit nejlepší rozhodnutí o zásobách, úspěšně řídit své nedostatky a přesně stanovit zásady objednávání. (Jenkins, 2023)

Model XYZ na základě výkyvů v poptávce klasifikuje zboží do jedné ze tří kategorií:

- **Položky X:** Položky X mají velmi malé výkyvy v poptávce. Poptávku lze spolehlivě předpovídat, protože se ve srovnání s ostatními položkami nemění tak často a tak drasticky. (Chan, 2021)
- **Položky Y:** Položky Y mají kolísavou poptávku. Poptávka je obvykle způsobena známou nebo předvídatelnou příčinou, jako jsou konkrétní roční období, svátky nebo změny ekonomických faktorů. (Chan, 2021)
- **Položky Z:** Z položky mají největší výkyvy v poptávce. Tyto výkyvy jsou sporadické a nepředvídatelné, způsobené neznámými faktory nebo neobvykle silnými změnami poptávky. (Chan, 2021)

Na základě těchto klasifikací mohou společnosti využít předpověď poptávky a klasifikaci materiálu XYZ ke stanovení optimálních plánů objednávek. Položky X by měly být objednávány nejčastěji - při nízké variabilitě poptávky by nákupci měli být schopni přesně předpovídat poptávku a objednávat co nejčastěji denně. Položky Y by měly být objednávány méně často s ohledem na sezónní a jiné očekávané výkyvy. A konečně položky Z by se měly objednávat nejméně často, protože jejich poptávka je nepravidelná a často nepředvídatelná. (Chan, 2021)

Výsledkem těchto rozhodnutí bude optimalizovaná úroveň zásob; v dílech X není najednou vázáno příliš mnoho provozního kapitálu nebo účetních nákladů, protože jsou používány trvale, zatímco do dílů Y a Z je investováno dostatečné množství, aby se minimalizovalo jejich vyskladnění. (Chan, 2021)

Analýza ABC a analýza XYZ se vzájemně doplňují a nelze je nahradit. Naopak, musí být prováděny společně, aby společnosti přinesly co největší hodnotu. Hlavní rozdíl mezi nimi spočívá v tom, že analýza ABC je obvykle měřítkem nákladů na průchodnost, zatímco analýza XYZ je založena na rozdílech v poptávce spotřebitelů. Obě společně přinášejí pohled na jednotlivé položky produktu a na to, jak často by měly být jednotlivé položky objednávány, aby byla uspokojena poptávka, aniž by docházelo k nadměrnému objednávání a vytváření nadbytečných zásob. (Jenkins, 2023)

3 METODY PRO TVORBU LAYOUTU

Layout je uspořádání a organizace prvků na stránce, obrazovce nebo ve fyzickém prostoru. Určuje, jak jsou různé součásti, například text, obrázky a grafika, umístěny a zobrazeny ve vzájemném vztahu. Layout se běžně používá v grafickém designu, webdesignu a interiérovém designu k vytvoření vizuální přitažlivosti a struktury. (Tondreau, 2019)

Tvorba layoutu je hlavním klíčovým aspektem designu, který zahrnuje uspořádání vizuálních prvků tak, aby byly estetické a funkční. Ať už se jedná o návrh webových stránek nebo layoutu nové výrobní haly, správné rozvržení prvků při předávání zamýšleného sdělení je klíčové. Nástroje, jako jsou Adobe InDesign, AutoCAD a Canva, usnadňují tvorbu profesionálních layoutů a zároveň umožňují designérům snadno provádět změny a revize. Tvorba layoutu je velmi důležitou dovedností každého designéra. Pochopením principů jeho tvorby a jejich efektivní aplikací mohou designéři vytvářet vizuálně poutavé, účinné a funkční návrhy. (Tondreau, 2019)

3.1.1 Postup při tvorbě nového layoutu

Nejdůležitější součástí tvorby nového uspořádání pracoviště je zohlednění potřeb a preferencí zaměstnanců. To zahrnuje faktory, jako je typ vykonávané práce, počet zaměstnanců, tok komunikace a spolupráce a celkové pohodlí a pohoda zaměstnanců. Je důležité zapojit zaměstnance do procesu plánování a získat zpětnou vazbu, aby nové uspořádání odpovídalo jejich potřebám a zvyšovalo produktivitu a spokojenost. (Tondreau, 2019)

Postup tvorby nového pracovního uspořádání (layoutu) by mohl být tedy následující:

- Definice účelu a požadavků nové výrobní haly. Důležité jsou faktory, jako je typ vyráběných produktů, potřebné vybavení a stroje, pracovní postup výrobního procesu a případné specifické předpisy nebo směrnice, které je třeba dodržovat. (Kinugasa-Tsui, 2018)
- Určení optimální velikosti a uspořádání výrobní haly dle zadaných požadavků. Zaměření na prostor potřebný pro výrobní zařízení, skladovací prostory, pracovní místa a uličky. (Kinugasa-Tsui, 2018)
- Vytvoření půdorysu, který znázorňuje uspořádání výrobní haly. Může zahrnovat rozdělení prostoru na různé zóny pro specifické funkce, jako jsou výrobní, skladovací a kancelářské prostory. (Kinugasa-Tsui, 2018)

- Umístění výrobních zařízení a strojů do rozvržení na základě pracovního postupu výrobního procesu. Zajištění, aby mezi zařízeními byl dostatečný bezpečný prostor pro dostatečnou efektivitu. (Tondreau, 2019)
- Navrhnutí uspořádání tak, aby se maximalizovala produktivita a efektivita s ohledem na: tok výrobků prostorem, umístění pracovních míst pro snadný přístup k zařízení a materiálům a uspořádání skladovacích prostor pro snadné vyhledávání materiálů. (Tondreau, 2019)
- Plánování bezpečnosti a dodržování předpisů. Do uspořádání se zahrnují prvky, jako jsou nouzové východy, protipožární systémy a bezpečnostní zábrany. (Tondreau, 2019)
- Kontrola layoutu s klíčovými zúčastněnými stranami (stakeholders) k získání zpětné vazby a provedení případných úprav. (Kinugasa-Tsui, 2018)
- Dokončení layoutu a vytvoření podrobné technické dokumentace se specifikacemi pro stavbu a instalaci výrobní haly. (Kinugasa-Tsui, 2018)

3.1.2 Uspořádání pracovního prostředí

Výrobci se v poslední době přeorientovali z prodejen orientovaných na práci na prodejny orientované na lidi, které kladou větší důraz na pracovní prostředí. Dobré uspořádání dílny může pozvednout pracovní efektivitu do určité míry. (Tondreau, 2019)

Uspořádání továrny zahrnuje:

- Výběr a uspořádání strojů.
- Výběr a uspořádání manipulačních cest.
- Výběr a uspořádání zařízení pro manipulaci s materiálem. (Tondreau, 2019)

Správná volba těchto jednotlivých prvků vede ke snížení nákladů a času spojených s výrobou. Tradiční postupy navrhování továrny byly náchylné k chybám. Pro projekční týmy bylo obtížné pochopit dopad výběru zařízení a vybavení na výrobní halu, když byly tyto činnosti zobrazeny pouze v 2D prostředí. (Tondreau, 2019)

Díky virtuálnímu 3D návrhu továrny získaly tovární týmy rozhodující nadhled do uspořádání procesů v továrně. 3D rozvržení a plánování může pomoci minimalizovat chyby v interpretaci tím, že členům týmu umožní vidět, jak se objekty továrny vzájemně ovlivňují.

Uvnitř 3D prostředí bylo možné díky hloubkové perspektivě dosáhnout nových úrovní plánování výroby, které ve 2D zobrazení dosud nebyly možné. Potenciální problémy, jako jsou bezpečnostní problémy, uličky a další problémy s uspořádáním, lze snáze vizualizovat a upravit použitím technik řešení problémů s rozvržením závodu. Přeprocování uspořádání stávající továrny lze provádět, dokud není dosaženo uspokojivého výsledku. Růst digitálního a virtuálního prototypování jako nástroje podporující hodnocení a rozhodování před uvedením skutečného výrobku na trh, jsou techniky a procesy, které se stále více stávají součástí života "digitální továrny". (Ding et al., 2010)

3.1.3 Sankeyův diagram

Sankeyho diagram je typ diagramu, který vizualizuje tok energie, zdrojů nebo materiálů v systému. Sankeyovy diagramy se často používají k analýze a demonstraci rozdělení nebo alokace zdrojů v systému, například výroby a spotřeby energie, spotřeby vody nebo rozdělení rozpočtu. (Bhasin, 2015)

K zobrazení velikosti toků mezi různými součástmi nebo uzly používá různě široké šipky. Šířka šipek v Sankeyho diagramu představuje množství toku, což usnadňuje identifikaci nejvýznamnějších přispěvatelů nebo cest v systému. (Ding et al., 2010)

4 BEZPEČNOST A OCHRANA

Bezpečnost, bezpečnostní protokoly a ochrana na pracovišti jsou nezbytné pro zajištění pohody a zdraví zaměstnanců. Zaměstnavatelé mají právní a morální odpovědnost za zajištění bezpečného pracovního prostředí pro své zaměstnance. Pokud tak neučiní, může to mít za následek nehody, zranění, a dokonce i smrtelné úrazy. Proto je pro organizace zásadní, aby zavedly vhodná bezpečnostní opatření, která těmto událostem zabrání. (Moore, Dooley, 2020)

Jedním z hlavních způsobů zajištění bezpečnosti na pracovišti je zavedení bezpečnostních protokolů. Bezpečnostní protokoly jsou pravidla a pokyny, které určují, jak se mají zaměstnanci na pracovišti chovat, aby se předešlo nehodám a zraněním. Tyto protokoly mohou zahrnovat používání osobních ochranných pomůcek, dodržování správných postupů při manipulaci s nebezpečnými materiály a udržování čistého a uspořádaného pracovního prostředí. Dodržováním těchto protokolů mohou zaměstnanci snížit riziko úrazu a zůstat při práci v bezpečí. (McKinnon, 2013)

Kromě bezpečnostních protokolů musí organizace svým zaměstnancům poskytnout také potřebné bezpečnostní vybavení. To může zahrnovat položky, jako jsou tvrdé klobouky, ochranné brýle, rukavice, chrániče sluchu a další ochranné pomůcky v závislosti na povaze vykonávané práce. (McKinnon, 2013)

Poskytnutím vhodného vybavení zaměstnancům mohou organizace pomoci předcházet běžným úrazům na pracovišti a zajistit bezpečnost svých zaměstnanců. Organizace musí provádět pravidelná školení o bezpečnosti práce pro své zaměstnance, aby je poučila o možných rizicích na pracovišti a o tom, jak je zmírnit. Bezpečnostní školení může zaměstnancům pomoci pochopit, jak důležité je dodržovat bezpečnostní protokoly a používat ochranné pomůcky. Poskytuje také zaměstnancům znalosti a dovednosti, které potřebují k tomu, aby mohli v případě mimořádné události správně reagovat. (Moore, Dooley, 2020)

Zaměstnavatelé by také měli pravidelně kontrolovat svá pracoviště, aby zjistili potenciální rizika a neprodleně je řešili. To může zahrnovat provádění bezpečnostních auditů, přezkoumávání zpráv o nehodách a provádění nezbytných změn, aby se v budoucnu zabránilo vzniku nehod. Aktivním přístupem k bezpečnosti mohou organizace vytvořit bezpečnější pracovní prostředí pro své zaměstnance. (Moore, Dooley, 2020)

Bezpečnostní rizika na pracovišti se mohou lišit v závislosti na typu pracovního prostředí a odvětví, ale mezi běžná rizika patří:

- Nebezpečí uklouznutí, zakopnutí a pádu
- Ergonomická rizika
- Chemická rizika
- Nebezpečí elektrického proudu
- Nebezpečí hluku
- Biologická nebezpečí
- Nebezpečí strojů
- Nebezpečí požáru
- Stísněné prostory (McKinnon, 2013)

Nejdůležitějším bezpečnostním prvkem na pracovišti je zavedení správných bezpečnostních protokolů a postupů. To zahrnuje pravidelné školení zaměstnanců o bezpečnosti, zajištění, aby bylo k dispozici veškeré potřebné bezpečnostní vybavení a aby správně fungovalo, a vytvoření kultury bezpečnosti, v níž jsou zaměstnanci povzbuzováni k tomu, aby hlásili jakákoli potenciální nebezpečí nebo nebezpečné pracovní podmínky. Kromě toho může k udržení bezpečného pracovního prostředí významně přispět i to, že budete mít určeného bezpečnostního pracovníka nebo tým odpovědný za prosazování bezpečnostních předpisů a provádění pravidelných bezpečnostních kontrol. (Moore, Dooley, 2020)

Mezi nejčastěji používané bezpečnostní a ochranné prvky v továrnách patří:

- **Osobní ochranné prostředky (OOP):** přilby, rukavice, ochranné brýle a špunty do uší, které chrání pracovníky před úrazy a nebezpečím. (McKinnon, 2013)
- **Požárně bezpečnostní opatření:** detektory kouře, hasicí přístroje a evakuační plány pro prevenci a řešení požárů v továrně. (Moore, Dooley, 2020)
- **Ochranné kryty strojů** a bezpečnostní zařízení zabraňující kontaktu s pohyblivými částmi nebo zařízením. (McKinnon, 2013)
- **Správné ventilační systémy** k zajištění dobré kvality vzduchu a odstranění škodlivých výparů a plynů. (Moore, Dooley, 2020)

- **Bezpečnostní značení** a výstražné štítky pro informování pracovníků o nebezpečích a bezpečnostních protokolech. (McKinnon, 2013)
- **Pravidelná bezpečnostní školení a cvičení**, která zaměstnance poučí o bezpečnostních postupech a havarijních protokolech. (Moore, Dooley, 2020)
- **Bezpečnostní kontroly a audity** k identifikaci potenciálních nebezpečí a zajištění dodržování bezpečnostních předpisů. (Moore, Dooley, 2020)
- **Lékárničky** první pomoci a zdravotnická zařízení pro poskytnutí okamžité lékařské pomoci v případě zranění nebo nehody. (McKinnon, 2013)
- **Ergonomický design** a nastavení pracovních míst s cílem snížit riziko zranění a podpořit pohodlí a efektivitu pracovníků. (Moore, Dooley, 2020)
- **Bezpečnostní výbory** nebo určení bezpečnostní pracovníci, kteří dohlížejí na bezpečnostní opatření v závodě a prosazují je. (Moore, Dooley, 2020)



Obrázek 7: Ukázka ochranného oplocení robotického pracoviště (Beneš, 2021)

Ekologie průmyslového inženýrství

Průmyslové inženýrství je zaměřeno na efektivní využívání zdrojů a je v souladu s humanistickým designem. Jeho cílem je efektivně využívat prvky vložené do výrobního systému, snižovat náklady, zajišťovat kvalitu a bezpečnost, zvyšovat efektivitu výroby a dosahovat nejlepších ekonomických přínosů. Zatímco eko-průmyslové inženýrství klade důraz na dvojí ukazatel harmonie mezi ekonomickou efektivností a eko-efektivností, které se používají k průzkumu a hodnocení výrobního procesu. (Graedel, Eckelman, 2023)

Konotace Eco-efficiency byla navržena Světovou podnikatelskou radou pro udržitelný rozvoj (WBSCD) v roce 1992. Spojuje dvě nezbytné podmínky ekonomické prosperity a environmentálního pokroku a jeho cílem je podpora efektivnějšího využívání zdrojů a snížení emisí znečištění. Eco zvažuje problémy životního prostředí z hlediska ekologického a ekonomického. Efficiency vytváří nejlepší konfiguraci mezi oběma. (Zhao-Guo et al., 2007)

WBSCD uvádí sedm ukazatelů ekologické účinnosti:

- Minimalizovat materiálovou náročnost zboží a služeb.
- Minimalizovat energetickou náročnost zboží a služeb.
- Minimalizovat rozptyl toxických látek.
- Zvýšit recyklovatelnost materiálů.
- Maximalizovat využívání obnovitelných zdrojů.
- Prodloužit životnost výrobků.
- Zvýšit náročnost zboží a služeb na služby. (Zhao-Guo et al., 2007)

Výše uvedená materiálová náročnost znamená množství surovin použitých při výrobě na jednotku zboží nebo služby. Energetická náročnost označuje množství energie spotřebované při výrobě na jednotku zboží nebo služby. První tři kritéria se zaměřují na produktivitu zdrojů a snížení dopadu na životní prostředí. Poslední čtyři ukazatelé pomáhají při dokončení provozu, návrhu, výroby a marketingových činností. Každou z těchto položek lze aplikovat na různé výrobky. Cílem je snížit spotřebu materiálu a energie, omezit potenciální dopady výrobního nebo servisního procesu na životní prostředí a zvýšit přidanou hodnotu výrobku nebo zisk na co nejvíce. (Zhao-Guo et al., 2007)

Ekologická účinnost doufá, že spolupracovníci mohou vytvářet ekonomické hodnoty a zároveň udržovat rovnováhu ekologického systému. Vychází z koncepce vyrábět více z méně a produktivity zdrojů. Dále i podporuje spolupráci, aby se firma stala konkurenceschopnější, a důrazně prosazuje koncepci designu pro životní prostředí, která se den ode dne zvyšuje, a zároveň věnuje větší pozornost perspektivě životního cyklu. (Graedel, Eckelman, 2023)

Globální trh zvedla vlny standardizace a certifikace systému řízení kvality, bezpečnosti, ochrany zdraví a životního prostředí. Tyto nové environmentální a bezpečnostní normy se stávají podmínkou přístupu na trhy vyspělých zemí. V takto přísném tržním prostředí se koordinace vztahu k životnímu prostředí stala neodmyslitelným požadavkem rozvoje. (Graedel, Eckelman, 2023)

Ekologické průmyslové inženýrství je povinno poskytnout účinnější podporu k dosažení udržitelného rozvoje a zavedení revolvingového modelu ekonomického rozvoje. (Zhao-Guo et al., 2007)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Vybranou společností této diplomové práce je firma sídlící ve Valašském Meziříčí TRIDAS, s.r.o. zabývající se novou revoluční technologií termoformingu speciální papírové směsi (pulpu).

5.1 Základní charakteristika firmy

Společnost TRIDAS patří mezi přední evropské výrobce tvarovaných vláken. V současné době vlastní tři výrobní závody o celkové rozloze 22 000 m². Od roku 2018 disponuje devíti plně automatizovanými výrobními linkami, díky kterým dosahuje vysoké produktivity a variability výroby. Na výrobní proces dohlíží oddělení kontroly kvality v souladu s certifikacemi ISO 9001, ISO 14001 a ISO 45001. Největší výhodou je vlastní konstrukční a technologické oddělení, které se podílí na vývoji koncových výrobků a výrobních forem. Vlastní vývoj, moderní výrobní technologie i rozsáhlé sklady jsou zárukou poskytování kvalitní a flexibilní služby. (Tridas, s.r.o., 2015)

S ohledem na zvyšující se produktivitu a požadavky na kvalitu bylo v roce 2009 vývojové oddělení rozšířeno o divizi vlastních výrobních linek. Od roku 2010 jsou všechny výrobní technologie používané ve společnosti Tridas, s.r.o. navrhovány a vyráběny nezávisle samostatně. Spojení vlastního vývoje a výroby znamená, že výrobní procesy se staly vysoce optimalizovanými, což vede k dlouhodobé spolehlivosti výrobních linek. (Tridas, s.r.o., 2015)

V roce 2019 byla založena nová dceřiná společnost Tridas Technology, s.r.o. - nová výrobní a prodejní divize pro výrobní linky z lisovaných vláken. (Tridas, s.r.o., 2015)

Produkční linky:

Výrobní linky Tridas, s.r.o. představují ideální poměr kvality a ceny. Výrobní technologie jsou dodávány výhradně z evropských komponentů. Díky tomu firma zaručuje záruční i pozáruční servis. Jako český výrobce poskytuje evropské standardy kvality a bezpečnosti. Veškeré trubkové rozvody a komponenty přicházející do styku s vodou nebo buničinou, proto jsou vyrobeny výhradně z nerezové oceli. Celá výrobní linka je dodávána jako jeden celek, který zahrnuje přípravu buničiny, výrobu zásobníků, následnou povrchovou úpravu a centrální řídicí systém. (Tridas, s.r.o., 2015)

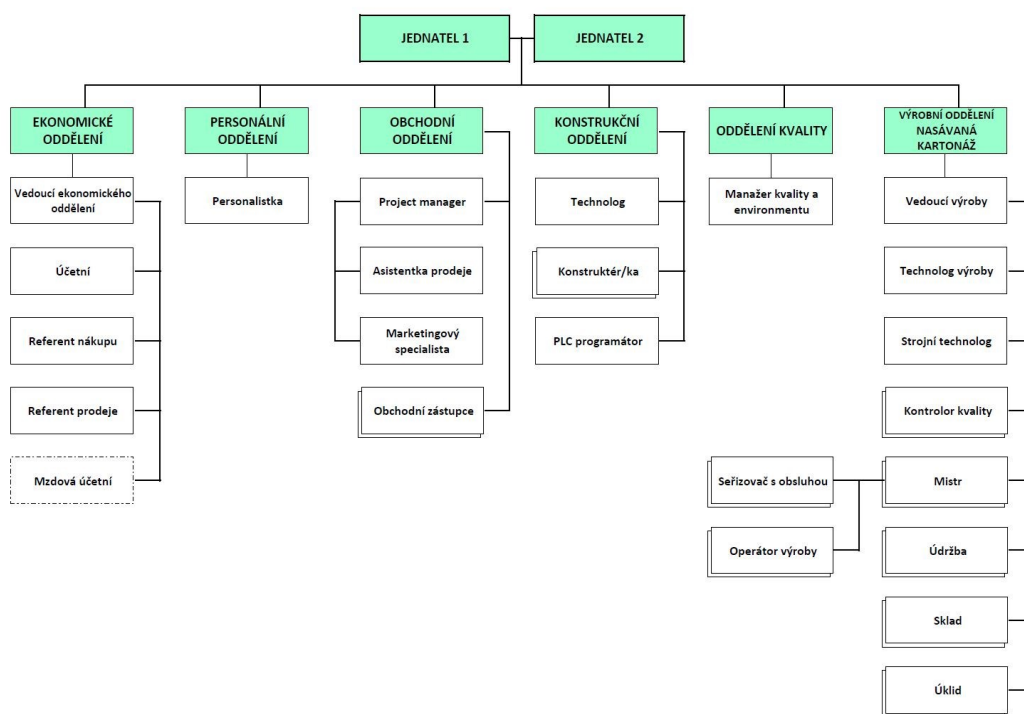
Primárním vstupním materiálem pro lisovanou kartonáž je recyklovaný papír. Je však možné použít i všechny ostatní materiály na bázi buničiny nebo celulózy, jako jsou lepenka, noviny, kapesníky, psací papír, primární dřevní hmota nebo buničina ze zemědělských produktů. Podle použitého vstupního materiálu, tloušťky stěny a kvality povrchu dělíme výrobní technologie na průmyslové, termoformovací a stolní. (Tridas, s.r.o., 2015)

5.2 Organizační struktura podniku

Společnost Tridas má dva vedoucí zakladatele. Dále se dělí do jednoduché funkční organizační struktury dle příslušných oddělení.



ORGANIZAČNÍ SCHÉMA



Obrázek 8: Organizační struktura společnosti Tridas, s.r.o. (vlastní zpracování)

5.3 Produktové portfolio podniku

Společnost Tridas se zabývá výrobou 4 typů nasávané kartonáže. Tyto typy jsou:

- **Formované:** Základní typ produktu z nasávané kartonáže vyráběný na konvenční lince najde uplatnění v mnoha průmyslových oblastech. Hrubý povrch výrobku a jeho vnitřní struktura vláken poskytují trayi vysokou pevnost a tuhost. Díky rychlé bio-rozložitelnosti je tento typ nasávané kartonáže používán při výsadbě okrasných i zemědělských plodin. (Tridas, s.r.o., 2015)
- **Přelisované:** Zušlechtěný typ nasávané kartonáže je vyráběn rovněž na konvenční lince, oproti formovanému typu výrobku je tento navíc přelisován. Díky této úpravě získává nasávaná kartonáž a produkty z ní vyrobené hladký povrch. Obaly vyrobené touto technikou najdou uplatnění zejména při balení elektroniky, kde stále častěji nahrazují klasické obalové materiály z plastů. (Tridas, s.r.o., 2015)
- **Tvarované za tepla:** Tento typ nasávané kartonáže je vyráběn na thermoformingových linkách. Díky sušení výrobku ve vyhřívaných formách lze dosáhnout tvarově velice složitých řešení při zachování hladkého povrchu. Touto technologií je možno rovněž vyrábět recyklovatelné a bio-rozložitelné papírové nádoby, papírové přístroje, menu boxy a pomáhat tak při snižování množství používaných plastů. (Tridas, s.r.o., 2015)
- **Procesně zpracované:** Procesně zpracované produkty nasávané kartonáže jsou většinou vyráběné thermoformingovou technologií. Ve srovnání s klasickými výrobky papírového thermoformingu jsou však tyto produkty doplněny například potiskem s logem firmy nebo mohou být vyráběny v různých barevných provedení. Žádná z těchto úprav nemá za následek snížení možnosti recyklace či kompostovatelnosti. (Tridas, s.r.o., 2015)

Obaly z nasávané kartonáže jsou vyrobeny z buničiny nebo recyklovaného sběrového papíru a jsou opět 100% recyklovatelné. Tato definice nejenže splňuje požadavky na moderní průmyslový obal, ale současně minimalizuje dopady našich činností na životní prostředí prostřednictvím snížení emisí NOx a COx. To znamená, že nasávaná kartonáž je trvale udržitelný produkt, který je plně biologicky odstranitelný v souladu s normou ISO 14000 a evropskými normami pro ekologické body. (Tridas, s.r.o., 2015)



Obrázek 9: Ukázka průmyslových výrobků z nasávané kartonáže (Tridas, s.r.o., 2015)



Obrázek 10: Ukázka výrobků z nasávané kartonáže používaných v elektronice (Tridas, s.r.o., 2015)

6 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Tato část diplomové práce se bude zaměřovat na analytickou část projektu nové výrobní haly pro vybranou společnost Tridas, s.r.o. Cílem analýzy současného stavu bylo získání co nejpřesnějších vstupních dat pro projektovou část.

6.1 Cíle analýzy

Cílem analýz ABC a XYZ bylo určení dvou hlavních produktů (položka 14- malý papírový talíř a položka 18- krabička pro žiletku a další holící příslušenství) se stálou poptávkou a nízkými náklady z rozsáhlého sortimentu dalších položek, aby bylo umožněno vypracování přesné simulace se zaměřením na nejdůležitější výrobky a zároveň nedocházelo k vytváření nadbytečných zásob. Cílem analýzy rizik RIPRAN byla identifikace rizik a jejich protiopatření, aby nedošlo k ohrožení projektu. Cílem analýzy dopadu na podnikání BIA byla prioritizace služeb, které nejvíce ovlivňují plynulý průběh výroby nové haly. Výpočty celkové efektivity jednotlivých typů linek (OEE) posloužily k zvolení typu linky do nové výrobní haly. Simulací současné výrobní haly byl naměřen měsíční a roční počet vyrobených kusů pro finální srovnání s novou výrobní halou. Simulace dále pomohla při identifikaci pracovních úkonů pro další zlepšení pomocí automatizace a robotizace.

6.2 Analýza výrobku

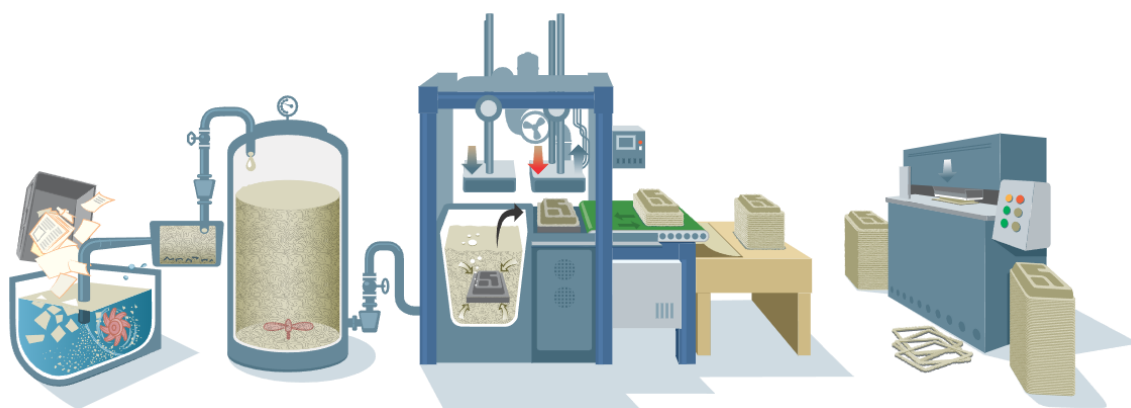
Obsahem této kapitoly je základní obecný popis výrobku ve výrobním procesu nasávané kartonáže a představení technických parametrů linky KP750. Dále je zde z důvodu velmi rozsáhlého výrobního portfolia firmy provedena analýza skladových zásob. Na závěr je zde výpočet OEE jednotlivých typů linek KP k identifikaci pro novou výrobní halu.

6.2.1 Popis výrobku ve výrobním procesu

Příprava pulpu začíná ve speciálních oddělených prostorech plných velkoobjemových válců, kde se nejprve připravuje správné složení vody a recykluje papír. Na recyklaci se používají převážně zpracované kartonové krabice, kartonové výrobky a noviny. Tento recyklovaný materiál se dále změkčuje a mixuje ve správném poměru v dalších válcích s vodou, dokud není dosaženo správných hodnot hustoty, teploty a složení. Vzniklá směs se nazývá pulp a pomocí potrubí vedoucího pod pracovními prostory výrobní haly se přesouvá do speciálních vodních nádrží zvané hydroblocky. Po dokončení navážení připraveného materiálu do hydroblocku se provádí rozvláknění, další ředění a refining (mletí).

Na stroji se ve správné koncentraci (dle velikosti a složitosti výrobku) připravuje pulp na dávkování. Z hydroblocku je pulp čerpaný do KP. Zde se pomocí přepadu udržuje na konstantní hladina a přebytek se gravitací vrací zpět do hydroblocku. Podle typu formy rozlišujeme 3 fáze: forming pod hladinou, forming nad hladinou a transfer. V první fázi vakuem zpracováváme pulp s vodou, aby ulpěli vlákna na formě. Ve druhé fázi je odvodnění a v poslední přijede z horní části transferovací forma, která přesune výrobek do spodní poloviny vyhřívaného hotpressu. Následně se forma uzavře s horní polovinou hotpressu, výrobky se slisují a po otevření formy zůstanou na horní části. Dále se vyfouknou na dopravníkový pás, který posune výrobky k operátorovi. Operátor KP výrobky zkontroluje, připraví do KTP boxů a přesune k ručnímu ostříhu.

Podle typu výrobku rozlišujeme na malý a velký ostříh. Stříh se provádí ručně na speciálně upravených hydraulických lisech. Mohou nastat i případy dle sofistikovanosti tvaru výrobku nebo výroby na velkých KP linkách, že bude potřeba dalšího lisování na ručních lisech.

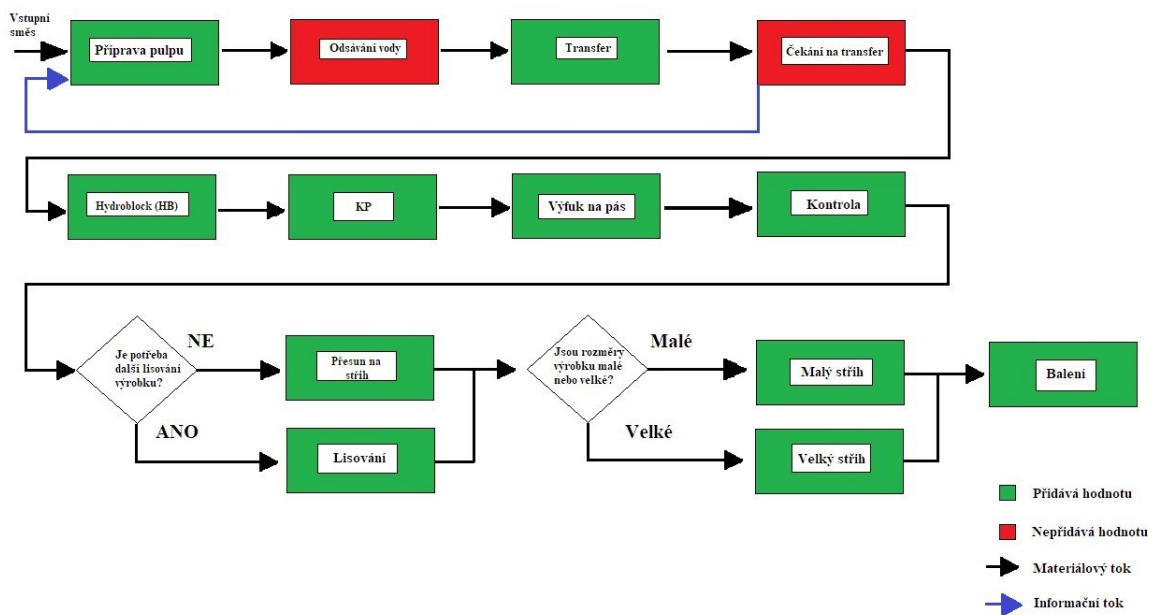


Obrázek 10: Proces termoformingu nasávané kartonáže (Tridas, s.r.o., 2015)

6.2.2 Procesní analýza

Proces výroby se skládá ze dvou etap (příprava pulpu a samotný výrobní proces).

Pro lepší chápání procesu výroby a určení materiálového toku byla provedena procesní analýza zjednodušeného pracovního postupu.



Obrázek 12: Procesní analýza (vlastní zpracování)

Z procesní analýzy lze určit procesy odsávání vody a čekání na transfer jako procesy, které nevytváří přidanou hodnotu. Z technologického a konstrukčního hlediska nelze tyto procesy odstranit ani zkrátit.

6.2.3 ABC analýza

Z důvodu rozsáhlého výrobního portfolia firmy Tridas byla provedena ABC a XYZ analýza k určení nejdůležitějších výrobků s nízkými náklady a stálou poptávkou, u kterých nedochází k nadbytečné výrobě.

Nejprve byly sesbírány údaje o jednotkových nákladech a celkové spotřebě jednotlivých položek za posledních 6 měsíců roku 2023 od vybrané společnosti Tridas, s.r.o. Výrobky jsou pojmenovány a očíslovány jako Položka 1 až 28. Všechny nepojmenované položky jsou velmi rozličné výrobky (typově i rozměrově, včetně funkcionality) a mají rozdílnou délku výrobního procesu i sušení. Dále se i liší navazujícími operacemi. Některé výrobky vyžadují z důvodu tvarové a rozměrové komplexnosti další stříh, lisování nebo obojí.

Tabulka 1: Data o jednotkových nákladech a počtu kusů na jedné paletě jednotlivých položek (vlastní zpracování)

Číslo položky	Jednotkové náklady (Kč)	Počet na paletě (ks)
1	0,7	50000
2	0,7	50000
3	1,2	35000
4	1	30000
5	0,4	60000
6	1,8	25000
7	0,7	50000
8	0,5	60000
9	0,7	50000
10	1	30000
11	1,2	35000
12	1,2	35000
13	1,4	40000
14	1,6	42000
15	0,7	50000
16	0,8	25000
17	1,1	30000
18	0,8	22000
19	0,6	60000
20	1,1	30000
21	1	30000
22	1,8	35000
23	1,2	35000
24	1,2	35000
25	0,7	50000
26	0,4	75000
27	1,4	40000
28	1,6	45000

V této tabulce můžeme vidět jednotkové náklady příslušných položek. Třetí sloupec určuje standardní počet kusů, který se vleze na jeden kus palety.

Tabulka 2: Data o spotřebě daných položek za poslední půlrok 2023
(vlastní zpracování)

Číslo položky	Spotřeba kusů za poslední půl rok						Celkem (ks)
	I	II	III	IV	V	VI	
1	2500	0	0	2500	0	0	5000
2	0	0	400	80	0	0	480
3	850	10000	10000	5000	150	0	26000
4	8000	0	0	20000	20000	0	48000
5	0	0	0	20000	20000	20000	60000
6	40000	20000	20000	0	0	2000	82000
7	15000	15000	15000	15000	15000	15000	90000
8	0	0	0	0	2000	100	2100
9	22000	20000	20000	22000	22000	6000	112000
10	0	0	400	450	0	0	850
11	80000	80000	80000	80000	80000	0	400000
12	0	0	0	10000	5000	0	15000
13	10000	10000	18000	10000	10000	0	58000
14	112000	112000	112000	112000	112000	0	560000
15	0	0	0	0	12000	12000	24000
16	0	0	0	6000	6000	6000	18000
17	5000	85000	85000	85000	85000	85000	430000
18	135000	135000	135000	135000	135000	135000	810000
19	0	0	80000	80000	80000	80000	320000
20	95000	95000	95000	0	0	0	285000
21	16000	16000	16000	16000	1000	0	65000
22	3000	3000	0	0	100	0	6100
23	600	600	600	0	0	0	1800
24	6400	6400	6400	6400	0	6400	32000
25	100	150	150	150	150	150	850
26	0	2500	15000	15000	15000	2500	50000
27	0	0	18500	18500	18500	18500	74000
28	12000	12000	12000	12000	12000	12000	72000

Tato tabulka obsahuje 28 nepojmenovaných položek prodaných za posledních 6 měsíců roku 2023. Můžeme zde vidět i spotřebu kusů pro každý jednotlivý měsíc a kdy se například určitá položka nevyráběla vůbec.

Výsledky ABC analýzy:

Položky byly rozděleny dle hodnoty spotřeby na základě následujících pravidel:

- 0 – 70 % - třída A
- 71 – 90 % - třída B
- 91 – 100 % - třída C

Tabulka 3: Výsledná data ABC analýzy (vlastní zpracování)

Číslo položky	Celk. spotřeba (ks)	Jednotkové náklady (Kč)	Celk. spotřeba (Kč)	Kumulace spotřeby	Podíl kumulace	Kategorie
14	560000	1,6	896000	896000	23,05%	A
18	810000	0,8	648000	1544000	39,72%	A
11	400000	1,2	480000	2024000	52,07%	A
17	430000	1,1	473000	2497000	64,24%	A
20	285000	1,1	313500	2810500	72,31%	B
19	320000	0,6	192000	3002500	77,25%	B
6	82000	1,8	147600	3150100	81,05%	B
28	72000	1,6	115200	3265300	84,01%	B
27	74000	1,4	103600	3368900	86,68%	B
13	58000	1,4	81200	3450100	88,77%	B
9	112000	0,7	78400	3528500	90,78%	C
21	65000	1	65000	3593500	92,46%	C
7	90000	0,7	63000	3656500	94,08%	C
4	48000	1	48000	3704500	95,31%	C
24	32000	1,2	38400	3742900	96,30%	C
3	26000	1,2	31200	3774100	97,10%	C
5	60000	0,4	24000	3798100	97,72%	C
26	50000	0,4	20000	3818100	98,23%	C
12	15000	1,2	18000	3836100	98,70%	C
15	24000	0,7	16800	3852900	99,13%	C
16	18000	0,8	14400	3867300	99,50%	C
22	6100	1,8	10980	3878280	99,78%	C
1	5000	0,7	3500	3881780	99,87%	C
23	1800	1,2	2160	3883940	99,93%	C
8	2100	0,5	1050	3884990	99,95%	C
10	850	1	850	3885840	99,98%	C
25	850	0,7	595	3886435	99,99%	C
2	480	0,7	336	3886771	100,00%	C

Dle výsledných dat ABC analýzy, lze určit pro nás 4 klíčové položky: 11, 14, 17, 18.

6.2.4 XYZ analýza

XYZ analýza vychází ze stejných vstupních dat jako ABC analýza (uvedeno výše v kapitole 6.2.3) poskytnuty společností Tridas, s.r.o.

Výsledky XYZ analýzy:

Položky byly rozděleny dle variability spotřeby na základě následujících pravidel:

- 0 – 0,8 (nízká variabilita) – Položky X
- 0,81 – 1,5 (střední variabilita) – Položky Y
- více jak 1,5 (vysoká variabilita) – Položky Z

Tabulka 4: Výsledná data XYZ analýzy (vlastní zpracování)

Číslo položky	I	II	III	IV	V	VI	Celkem	Průměr	Odchylka	VK	Kategorie
1	2500	0	0	2500	0	0	5000	833,333	1178,511	1,414	Y
2	0	0	400	80	0	0	480	80,000	146,059	1,826	Z
3	850	10000	10000	5000	150	0	26000	4333,333	4341,243	1,002	Y
4	8000	0	0	20000	20000	0	48000	8000,000	8944,272	1,118	Y
5	0	0	0	20000	20000	20000	60000	10000,000	10000,000	1,000	Y
6	40000	20000	20000	0	0	2000	82000	13666,667	14624,941	1,070	Y
7	15000	15000	15000	15000	15000	15000	90000	15000,000	0,000	0,000	X
8	0	0	0	0	2000	100	2100	350,000	738,805	2,111	Z
9	22000	20000	20000	22000	22000	6000	112000	18666,667	5734,884	0,307	X
10	0	0	400	450	0	0	850	141,667	200,866	1,418	Y
11	80000	80000	80000	80000	80000	0	400000	66666,667	29814,240	0,447	X
12	0	0	0	10000	5000	0	15000	2500,000	3818,813	1,528	Z
13	10000	10000	18000	10000	10000	0	58000	9666,667	5217,492	0,540	X
14	112000	112000	112000	112000	112000	0	560000	93333,333	41739,936	0,447	X
15	0	0	0	0	12000	12000	24000	4000,000	5656,854	1,414	Y
16	0	0	0	6000	6000	6000	18000	3000,000	3000,000	1,000	Y
17	5000	85000	85000	85000	85000	85000	430000	71666,667	29814,240	0,416	X
18	135000	135000	135000	135000	135000	135000	810000	135000,000	0,000	0,000	X
19	0	0	80000	80000	80000	80000	320000	53333,333	37712,362	0,707	X
20	95000	95000	95000	0	0	0	285000	47500,000	47500,000	1,000	Y
21	16000	16000	16000	16000	1000	0	65000	10833,333	7312,470	0,675	X
22	3000	3000	0	0	100	0	6100	1016,667	1402,874	1,380	Y
23	600	600	600	0	0	0	1800	300,000	300,000	1,000	Y
24	6400	6400	6400	6400	0	6400	32000	5333,333	2385,139	0,447	X
25	100	150	150	150	150	150	850	141,667	18,634	0,132	X
26	0	2500	15000	15000	15000	2500	50000	8333,333	6718,548	0,806	Y
27	0	0	18500	18500	18500	18500	74000	12333,333	8720,984	0,707	X
28	12000	12000	12000	12000	12000	12000	72000	12000,000	0,000	0,000	X

Dle výsledných dat XYZ analýzy, lze určit klíčové položky: 7, 9, 11, 13, 14, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 27, 28.

Po finálním porovnání těchto dvou analýz a nalezení vhodných položek (průnik - Položky X, třídy A) jsou pro nás nejdůležitější tyto 4 položky:

Tabulka 5: Výsledné produkty dle analýz skladových zásob
(vlastní zpracování)

Číslo položky	Celková spotřeba (ks)
14	560000
18	810000
11	400000
17	430000

Dle výsledných dat analýzy ABC a analýzy XYZ jsou pro nás klíčové produkty položky 11, 14, 17, 18. Tyto 4 výrobky mají relativně velmi nízké náklady a stabilní zákaznickou poptávku (vyráběly se pravidelně po celou dobu šesti měsíců).

Po navazující diskusi výsledných dat s jednatelem firmy bylo rozhodnuto o zaměření na 2 hlavní výrobky – Položka 14 (malý papírový talíř) a položka číslo 18 (papírová krabička na holicí žiletku a její příslušenství).



Obrázek 13: Položka 14 (vlastní zpracování)



Obrázek 14: Položka 18 (vlastní zpracování)

6.3 Popis výrobních linek

Výrobní linka KP750 je určena především pro výrobu zásobníků složitých tvarů nebo v případě, že je kladen vyšší důraz na kvalitu povrchu. Během výrobního procesu jsou mokré zásobníky lisovány za tepla, aby se vyhladil jejich povrch. Takové zásobníky se používají hlavně pro prémiovou elektroniku, kosmetický nebo automobilový průmysl nebo pro součástky složitých tvarů nebo ty, které jsou malé. Vstupním materiálem je především čistá buničina, testliner, kraftliner nebo tissue. (Tridas, s.r.o., 2015)

6.3.1 Technické parametry

Základní technické parametry linky KP750 jsou následující:

- Maximální velikost výrobku 600 x 500 mm
- Tloušťka stěny výrobku 0,4-1,5 mm
- Min. počet strojů 4 x KP750
- Maximální počet strojů 12 x KP750
- Výrobní kapacita KP750 13 kg/h (až 6 mil. ks/rok)
- Max. výrobní kapacita 155 kg/h (až 72 mil. ks/rok)
- Spotřeba energie 60-80 kWh 1 x KP750 700-950 kWh 12 x KP750
- Spotřeba vody 130 l/h až 400 l/h

- Minimální požadovaná pracovní plocha 300 m² (Tridas, s.r.o., 2015)



Obrázek 15: KP linky v provozu (vlastní zpracování)

6.3.2 Výpočet celkové efektivnosti zařízení (OEE)

Protože všechny KP linky jsou v provozu stejnou dobu a mají stejný záběh hydroblocku při prvním zapnutí stroje, bude výpočet dostupnosti pro všechny totožný. Výkon všech KP linek lze počítat jako stoprocentní. Do kvality není započítána další úprava vysušeného výrobku, jako je stříh a zarovnání ostrých hran výrobku. Je důležité zmínit, že kvalita se bude velmi lišit v závislosti externích faktorů (obsluha stroje, kontrola, stříh).

Výpočet dostupnosti:

$$A = \frac{\text{skutečná doba provozu}}{\text{plánovaná doba provozu}} = \frac{3 * 7,62 * 5 * 4 * 6}{3 * 8 * 5 * 4 * 6} = \frac{2\,743,2}{2\,880} = 0,9525 * 100 = \mathbf{95,25\%}$$

Výpočet výkonu:

KP_750

Položka 14:

Čas cyklu: 3 sec/6 výrobků = 120 výrobků za minutu

Hodinový cíl: 120*60 = 7 200 výrobků za hodinu – 10 minut sušení/6 výrobků = 600 výrobků za hodinu

Teoretický počet výrobků za 1 směnu: 8*600 = 4 800 výrobků za směnu

Skutečný počet výrobků za 1 směnu: 8*600 = 4 800 výrobků za směnu

$$P_{750_{14}} = \frac{\text{Skutečný počet výrobků za 1 směnu}}{\text{Teoretický počet výrobků za 1 směnu}} = \frac{4\,800}{4\,800} = 1 * 100 = \mathbf{100\%}$$

Položka 18:

Čas cyklu: 5 sec/8 výrobků = 96 výrobků za minutu

Hodinový cíl: 96*60 = 5 760 výrobků za hodinu – 10 minut sušení/8 výrobků
= 480 výrobků za hodinu

Teoretický počet výrobků za 1 směnu: 8*480 = 3 840 výrobků za směnu

Skutečný počet výrobků za 1 směnu: 8*480 = 3 840 výrobků za směnu

$$P_{750_{18}} = \frac{\text{Skutečný počet výrobků za 1 směnu}}{\text{Teoretický počet výrobků za 1 směnu}} = \frac{3\,840}{3\,840} = 1 * 100 = \mathbf{100\%}$$

KP_DvojčePoložka 14:

Čas cyklu: 3 sec/10 výrobků = 200 výrobků za minutu

Hodinový cíl: 200*60 = 12 000 výrobků za hodinu – 10 minut sušení/10
výrobků = 1 000 výrobků za hodinu

Teoretický počet výrobků za 1 směnu: 8*1 000 = 8 000 výrobků za směnu

Skutečný počet výrobků za 1 směnu: 8*1 000 = 8 000 výrobků za směnu

$$P_{Dvojče_{14}} = \frac{\text{Skutečný počet výrobků za 1 směnu}}{\text{Teoretický počet výrobků za 1 směnu}} = \frac{8\,000}{8\,000} = 1 * 100 = \mathbf{100\%}$$

Položka 18:

Čas cyklu: 5 sec/12 výrobků = 144 výrobků za minutu

Hodinový cíl: 144*60 = 8 640 výrobků za hodinu – 10 minut sušení/12
výrobků = 720 výrobků za hodinu

Teoretický počet výrobků za 1 směnu: 8*720 = 5 760 výrobků za směnu

Skutečný počet výrobků za 1 směnu: 8*720 = 5 760 výrobků za směnu

$$P_{Dvojče_{18}} = \frac{\text{Skutečný počet výrobků za 1 směnu}}{\text{Teoretický počet výrobků za 1 směnu}} = \frac{5\,760}{5\,760} = 1 * 100 = \mathbf{100\%}$$

KP_VelkéPoložka 14:

Čas cyklu: 3 sec/12 výrobků = 240 výrobků za minutu

Hodinový cíl: 240*60 = 14 400 výrobků za hodinu – 10 minut sušení/12 výrobků = 1 200 výrobků za hodinu

Teoretický počet výrobků za 1 směnu: 8*1 200 = 9 600 výrobků za směnu

Skutečný počet výrobků za 1 směnu: 8*1 200 = 9 600 výrobků za směnu

$$P_{Velké_{14}} = \frac{\text{Skutečný počet výrobků za 1 směnu}}{\text{Teoretický počet výrobků za 1 směnu}} = \frac{9\,600}{9\,600} = 1 * 100 = \mathbf{100\%}$$

Položka 18:

Čas cyklu: 5 sec/16 výrobků = 192 výrobků za minutu

Hodinový cíl: 192*60 = 11 520 výrobků za hodinu – 10 minut sušení/16 výrobků = 960 výrobků za hodinu

Teoretický počet výrobků za 1 směnu: 8*960 = 7 680 výrobků za směnu

Skutečný počet výrobků za 1 směnu: 8*960 = 7 680 výrobků za směnu

$$P_{Velké_{18}} = \frac{\text{Skutečný počet výrobků za 1 směnu}}{\text{Teoretický počet výrobků za 1 směnu}} = \frac{7\,680}{7\,680} = 1 * 100 = \mathbf{100\%}$$

Výpočet kvality:**KP_750**Položka 14:

Celkový počet výrobků: 4 800 výrobků za směnu

Počet použitelných výrobků: 3 610 výrobků za směnu

$$Y = \frac{\text{Počet použitelných výrobků}}{\text{Celkový počet výrobků}} = \frac{3\,610}{4\,800} = 0,752 * 100 = \mathbf{75\%}$$

Položka 18:

Celkový počet výrobků: 3 840 výrobků za směnu

Počet použitelných výrobků: 3 300 výrobků za směnu

$$Y = \frac{\text{Počet použitelných výrobků}}{\text{Celkový počet výrobků}} = \frac{3\,300}{3\,840} = 0,859 * 100 = \mathbf{86\%}$$

KP_DvojčePoložka 14:

Celkový počet výrobků: 8 000 výrobků za směnu

Počet použitelných výrobků: 6 950 výrobků za směnu

$$Y = \frac{\text{Počet použitelných výrobků}}{\text{Celkový počet výrobků}} = \frac{6\,950}{8\,000} = 0,868 * 100 = \mathbf{87\%}$$

Položka 18:

Celkový počet výrobků: 5 760 výrobků za směnu

Počet použitelných výrobků: 5 090 výrobků za směnu

$$Y = \frac{\text{Počet použitelných výrobků}}{\text{Celkový počet výrobků}} = \frac{5\,140}{5\,760} = 0,892 * 100 = \mathbf{89\%}$$

KP_VelkéPoložka 14:

Celkový počet výrobků: 9 600 výrobků za směnu

Počet použitelných výrobků: 6 100 výrobků za směnu

$$Y = \frac{\text{Počet použitelných výrobků}}{\text{Celkový počet výrobků}} = \frac{6\,100}{9\,600} = 0,762 * 100 = \mathbf{76\%}$$

Položka 18:

Celkový počet výrobků: 7 680 výrobků za směnu

Počet použitelných výrobků: 4 000 výrobků za směnu

$$Y = \frac{\text{Počet použitelných výrobků}}{\text{Celkový počet výrobků}} = \frac{4\,500}{7\,680} = 0,585 * 100 = \mathbf{59\%}$$

$$\text{OEE_KP750_14} = \text{dostupnost (\%)} \times \text{výkon (\%)} \times \text{kvalita (\%)} = 95,25 * 100 * 75 = \mathbf{71,25\%}$$

$$\text{OEE_KP750_18} = \text{dostupnost (\%)} \times \text{výkon (\%)} \times \text{kvalita (\%)} = 95,25 * 100 * 86 = \mathbf{81,7\%}$$

$$\text{OEE_KPDvojče_14} = \text{dostupnost (\%)} \times \text{výkon (\%)} \times \text{kvalita (\%)} = 95,25 * 100 * 87 = \mathbf{82,65\%}$$

$$\text{OEE_KPDvojče_18} = \text{dostupnost (\%)} \times \text{výkon (\%)} \times \text{kvalita (\%)} = 95,25 * 100 * 89 = \mathbf{84,55\%}$$

$$\text{OEE_KPVelké_14} = \text{dostupnost (\%)} \times \text{výkon (\%)} \times \text{kvalita (\%)} = 95,25 * 100 * 76 = \mathbf{72,2\%}$$

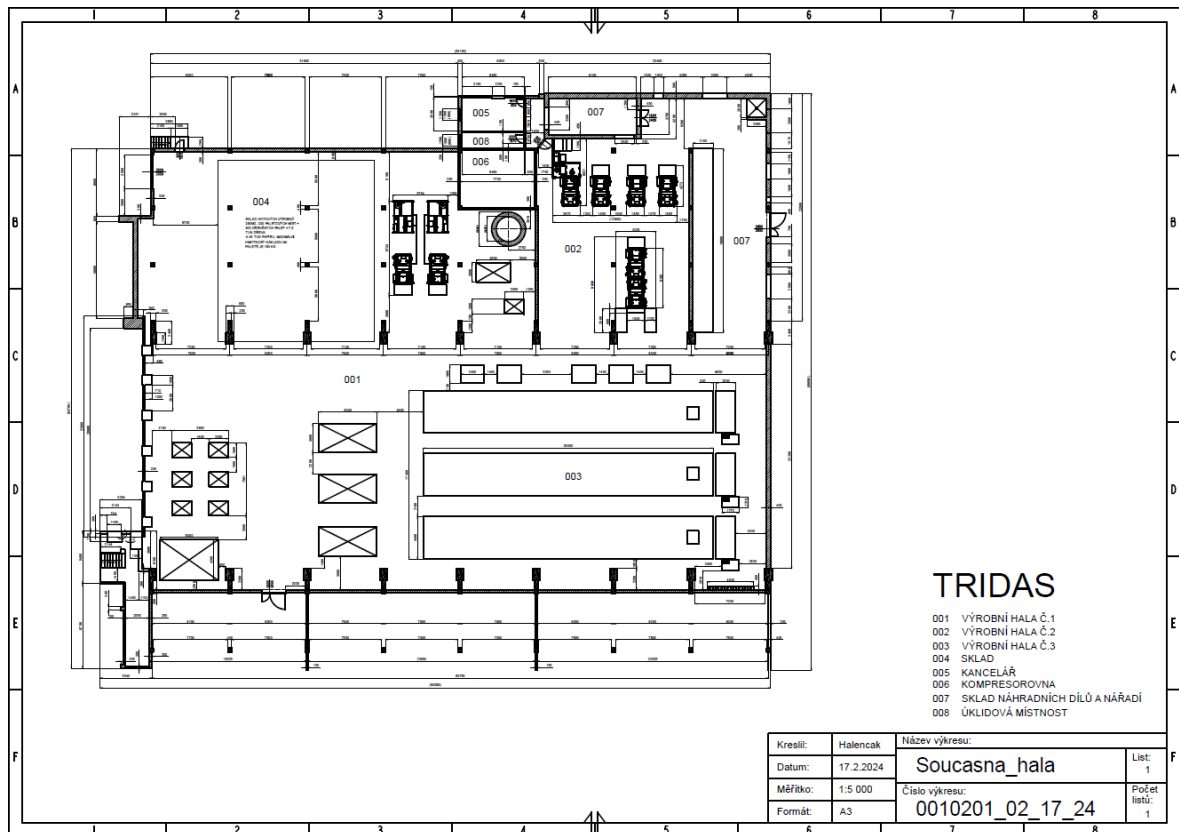
$$\text{OEE_KPVelké_18} = \text{dostupnost (\%)} \times \text{výkon (\%)} \times \text{kvalita (\%)} = 95,25 * 100 * 59 = \mathbf{56,05\%}$$

Tabulka 6: Výsledné hodnoty celkové efektivity jednotlivých typů linek
(vlastní zpracování)

Název typu linky a položky	Celková efektivita zařízení (OEE)
KP 750 - položka 14	71,25%
KP 750 - položka 18	81,70%
KP Dvojče - položka 14	82,65%
KP Dvojče - položka 18	84,55%
KP Velké - položka 14	72,20%
KP Velké - položka 18	56,05%

6.4 Simulace současného stavu

K provedení správného vyhodnocení naměřených dat simulací nové výrobní haly je třeba nejdříve nasimulovat výrobní halu současnou. Aby bylo možné vytvořit model v Siemens Plant Simulation, je důležité nejprve vytvořit technickou dokumentaci pracovního rozmístění (layout). Na základě 3D modelů strojů ze Softwaru CATIA byl upraven jejich 2D půdorys a všechny stroje byly poskládány do současných výrobních prostor.



Obrázek 11: Layout Současné výrobní haly (vlastní zpracování)

Dále byl layout současné výrobní haly importován do softwaru Siemens Tecnomatix Plant Simulation a na základě technického výkresu byly linky a ostatní nezbytné stroje přeneseny do požadovaných modelových stanovišť. Pomocí příslušných metod byl model naprogramován, aby se dle dropdown listu (Polozka14-Polozka18) měnily klíčové údaje, jako jsou procesní časy, kapacity KP linek a velikost jedné várky. Nakonec byly do modelu doplněny cesty, aby v modelu fungovala správně logistika dopravy výrobku z KP linky na stanoviště malý nebo velký stříh až na konečný sklad.

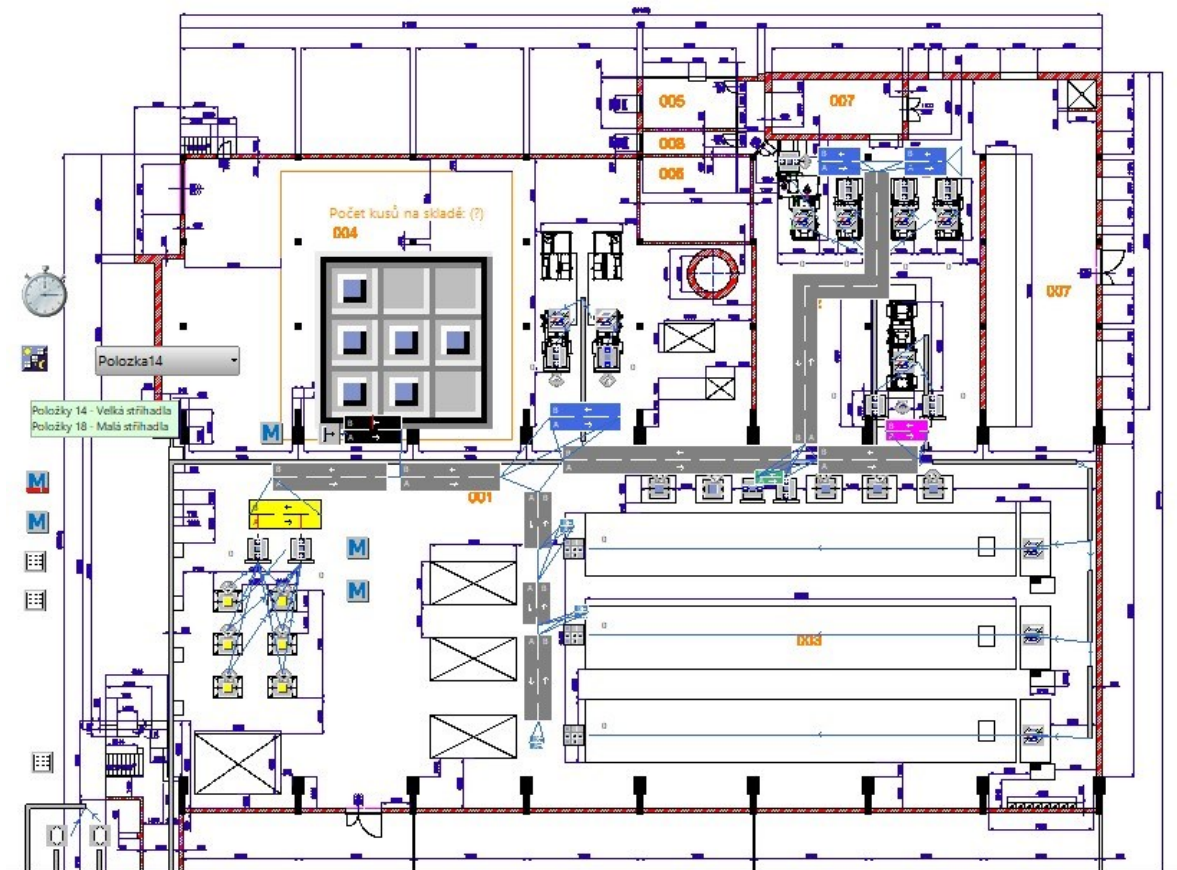
V současné hale se nachází 5 KP_750 linek, 1 KP_750 vylepšená (s automatickým ořezem a dvěma roboty), 1 KP_Dvojče, 3 KP_Velké linky.

Vstupní data jednotlivých typů linek pro současnou výrobní halu poskytnuty společností Tridas jsou následující:

- Doba sušení bude pro obě položky na všech KP linkách 10 minut. Liší se jen způsobem sušení - na KP_Velké dochází k sušení nepřetržitě po celou dobu pohybu produktu po dopravníkovém pásu.
- Průměrná doba kontroly je 10 sekund.

Tabulka 7: Přehled vstupních dat typů KP linek (vlastní zpracování)

Položka 14	KP_750	KP_Vylepšené	KP_Dvojče	KP_Velké
Procesní čas	3 sekundy			
Kapacita stroje	6 kusů	6 kusů	10 kusů	12 kusů
Položka 18	KP_750	KP_Vylepšené	KP_Dvojče	KP_Velké
Procesní čas	5 sekund			
Kapacita stroje	8 kusů	8 kusů	12 kusů	16 kusů



Obrázek 12: Model Současné haly v Plant Simulation (vlastní zpracování)

Pracoviště pro přípravu materiálu se nachází v levém dolním rohu. Zde dochází ke správnému míchání a tepelné úpravě směsi (pulpu), která je následně pomocí sítě podzemního potrubí rozvedena do příslušných hydroblocků KP linek.

V levé části mezi třemi KP_Velké a stanovištěm na malý stříh (žlutá barva v obrázku 17) jsou 3 pneumaticko-hydraulické strojní lisы pro typy výrobku, které potřebují po vysušení lisováním dokončit správný tvar vlivem odpružení po nedokonalém sušení.

Nad KP_Velkými linkami se nachází stanoviště velkého stříhu. Jedná se o 1x5 na zakázku upravených ručních lisů s pneumaticko-hydraulickým pohonem.

Žlutou barvou v levém dolním rohu modelu je znázorněné stanoviště malého ostříhu pro výrobky menších rozměrů. Skládá se z 2x3 ručních na zakázku upravených lisů doplněných pneumaticko-hydraulickým pohonem typu S od společnosti TOX.

Pohon TOX®-Powerpackage, typ S



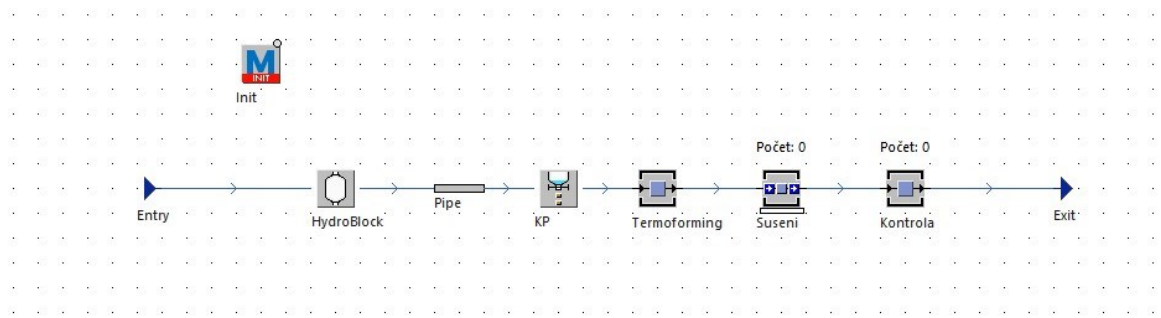
Lisovací síla:	až do 1 729 kN
Celkový zdvih:	až do 400 mm
Silový zdvih:	až do 80 mm
Provozní tlak:	2-10 bar

TOX®-Powerpackage S s extrémně vysokými silami přiblížení a návratu. Pro provozní tlak vzduchu 2-10 barů.

Obrázek 13: Pohon typu S od společnosti TOX (Tox® Pressotechnik, 2016)

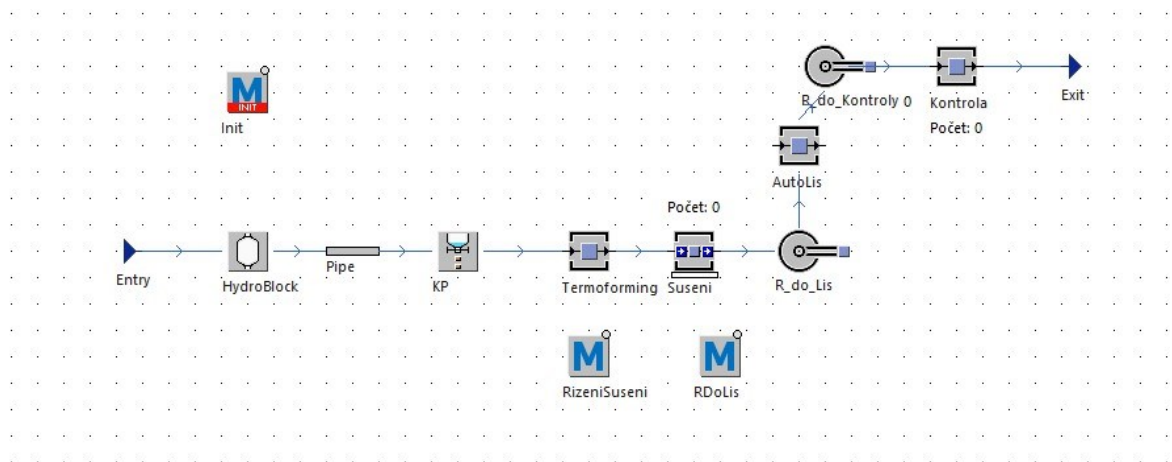
V pravé horní části se nachází většina KP_750 linek včetně KP_Dvojče a KP_Vylepšené (Obrázek 17).

Proces výroby nasávané kartonáže byl pro přesnější simulaci rozložen na KP (Portioner), Termoforming (Station) a Suseni (Buffer). KP_Dvojče je technologicky upravená KP_750 a liší se jen velikostí várky výrobků.

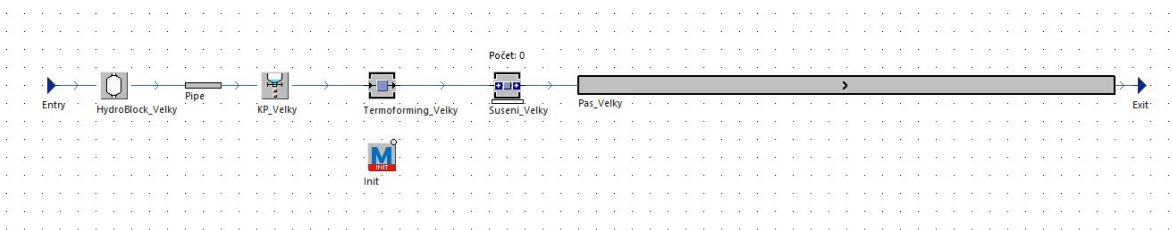


Obrázek 14: Model KP750 a KP_Dvojče v programu Plant Simulation
(vlastní zpracování)

KP_Vylepšené je díky zapojení dvou průmyslových robotů a automatického lisu na lis i stříh výhodnější verzí KP_750. Výrobky jsou kvalitnější a mohou být po kontrole hned uskladněny. Díky automatickému lisu nemusí být přesouvány přes celou halu na další stříh nebo případné lisování.



Obrázek 15: Model KP_Vylepšené v softwaru Plant Simulation (vlastní zpracování)



Obrázek 16: Model KP_Velké v Plant Simulation (vlastní zpracování)

U KP_Velkých linek dochází na rozdíl od běžných KP nebo vylepšené KP_750 k průběžnému sušení zhotovených výrobků po dobu pohybu po celém dopravníkovém pasu linky. KP_Velké linky zvládají tímto způsobem vyrobit více výrobků rychleji, ale s mnohem horší kvalitou. Proto jsou vhodnější spíše pro méně tvarové výrobky větších rozměrů.

Byly provedeny simulace pro období: 1 den, 1 měsíc a 12 měsíců. Výsledná data simulací současné výrobní haly pro položky 14 a 18 jsou následovné:

Tabulka 8: Výsledný počet vyrobených kusů naměřený simulací současného stavu
(vlastní zpracování)

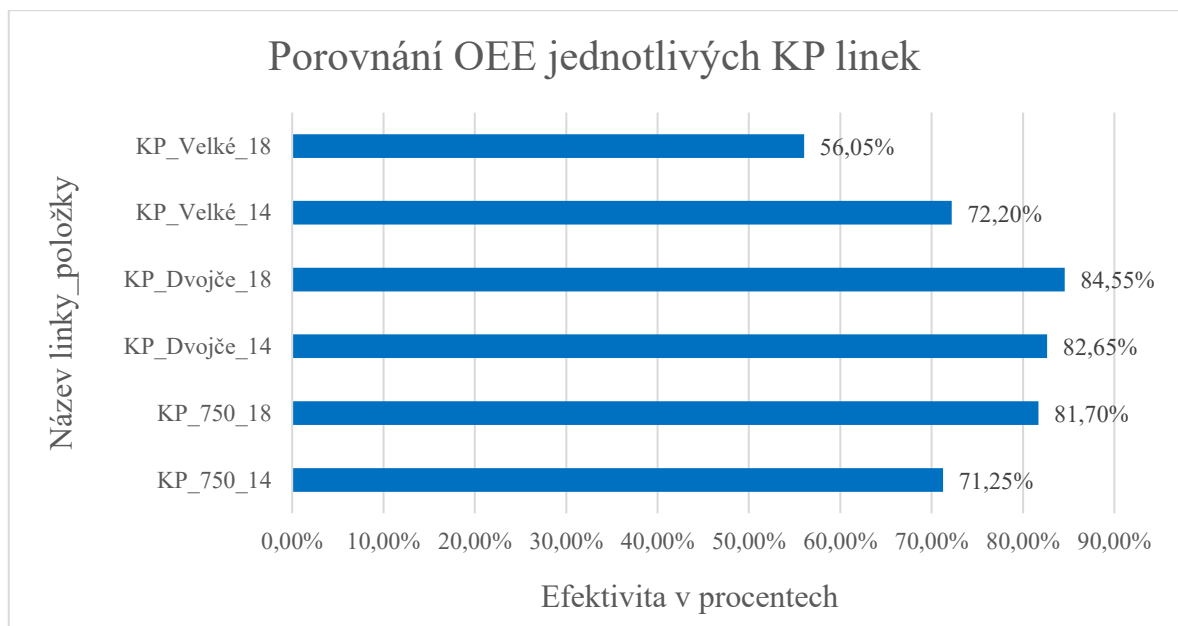
Název linky	Název položky	Počet vyrobených kusů		
		za 1 den	za 1 měsíc	za 12 měsíců
<i>KP_Velké</i>	Položka 14	6 648	132 000	1 584 000
	Položka 18	5 857	117 400	1 405 680
<i>KP_750_dvě levé</i>	Položka 14	4 332	86 640	1 039 680
	Položka 18	4 285	85 700	1 028 400
<i>KP_750_tři pravé</i>	Položka 14	4 361	87 220	1 046 640
	Položka 18	4 279	85 580	1 026 960
<i>KP_750_vylepšená</i>	Položka 14	4 560	91 200	1 094 400
	Položka 18	4 320	86 400	1 036 800
<i>KP_Dvojče</i>	Položka 14	8 950	179 000	2 148 000
	Položka 18	8 748	174 960	2 099 520

7 SHRNU TÍ ANALYTICKÉ ČÁSTI

V této části bylo provedeno nejprve představení vybrané společnosti Tridas, s.r.o. Dále zde bylo uvedeno její výrokové portfolio, včetně obecného výrobního postupu a popis KP_750 linek na výrobu produktů z nasávané kartonáže i s jejími technickými parametry.

Pro lepší pochopení pracovního procesu byla provedena i procesní analýza. Pro určení vhodného vyráběného produktu pro simulace byla provedena analýza skladových zásob ABC s XYZ. Jejím výsledkem byly položky 14 (malý papírový talíř) a 18 (papírová krabička na holicí žiletku a její příslušenství). Obě položky byly vybrány pro jejich stabilní poptávku a nízké náklady.

Dále byly provedeny výpočty celkové efektivity výroby (OEE) pro každou jednotlivou KP linku zvlášt k určení použitého typu KP linky v nové výrobní hale společnosti Tridas, s.r.o. V následujícím grafickém znázornění lze porovnat typy KP linek mezi sebou.



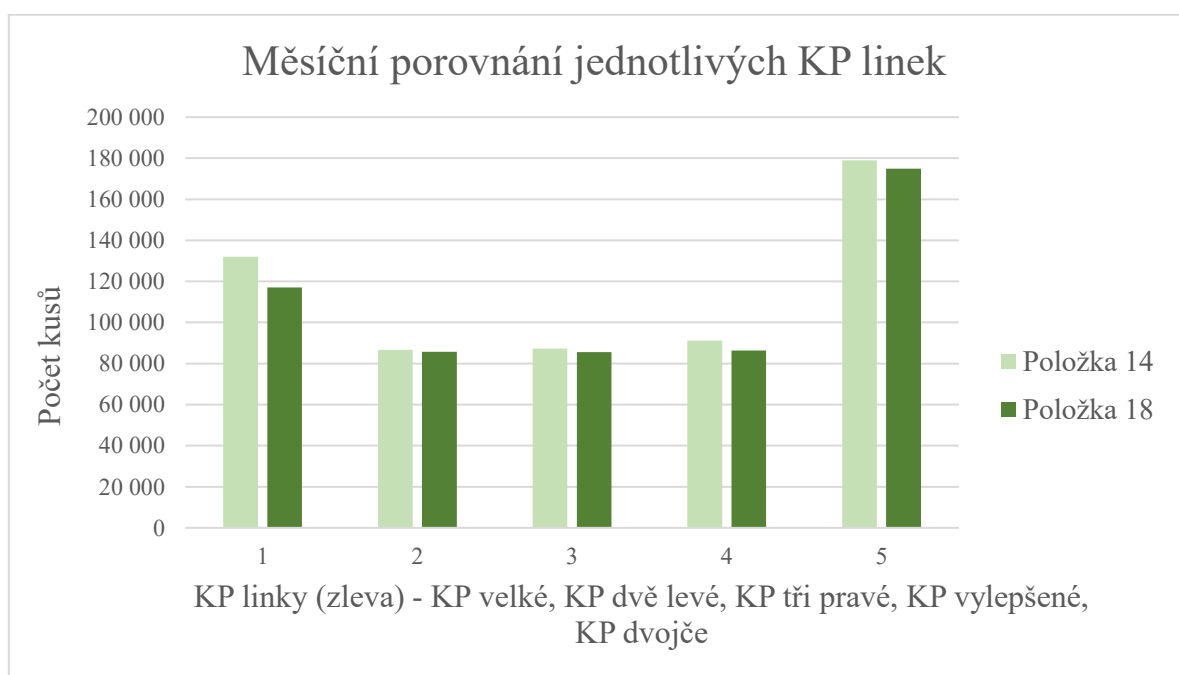
Obrázek 17: Porovnání celkové efektivity (OEE) jednotlivých KP linek (vlastní zpracování)

Z grafického porovnání je možné určit, že celkově nejefektivnější KP linkou je modifikované KP_Dvojče, díky jeho skoro dvojnásobné kapacitě. Kvůli způsobu

průběžného sušení hotových výrobků z nasávané kartonáže nám i OEE dokazuje, že KP_Velké nejsou vhodné pro menší sofistikovanější výrobky s 56,05 -ti %.

Z důvodu větších rozměrů, složitější a nákladnější konstrukce KP_Dvojčete není tato linka vhodná pro použití v nové výrobní hale. Linky KP_Velké nelze také použít kvůli komplexnímu umístění a velikosti tepelných pecí. Nejvhodnějším řešením je tedy se zaměřit na použití a vylepšení základních linek KP_750.

V závěru analytické části byla provedena simulace současné výrobní haly v programu pro simulaci a optimalizaci výrobní výkonnosti výrobních systémů Tecnomatix Plant Simulation od společnosti Siemens. Model byl vypracován na základě layoutu vytvořeného v ProgeCAD softwaru. V modelovacím prostředí byly jednotlivé stroje převedeny na příslušné stanice. Pomocí vhodných programovacích metod byla provedena simulace a naměřené hodnoty byly pro lepší přehlednost a jednodušší porovnání vloženy do následujícího grafu.



Obrázek 18: Měsíční porovnání jednotlivých KP linek na základně vyrobeného počtu kusů (vlastní zpracování)

Z vzájemného grafického srovnání lze potvrdit nejvyšší výkonnost linky KP_Dvojče, která by na 3 směny dokázala za měsíc vyrobit skoro 180 000 kusů položek 14 (malých talířů). KP_Velké sice zvládnou vyrobit druhé největší množství, ale kvalita vyrobených produktů bude jednoznačně horší, kvůli již zmíněnému průběžnému způsobu sušení na dlouhém dopravníkovém pásu.

8 CHARAKTERISTIKA PROJEKTU

Společnost Tridas v rámci expanze firmy požaduje další novou výrobní halu. Proto byl vytvořen tento projekt racionalizace a automatizace procesu nasávané kartonáže s primárním cílem vytvořit logické funkční uspořádání pracovního rozmístění (layout) nové výrobní haly. Dalším cílem je na základě analýzy současné výrobní haly zdokonalit proces nasávané kartonáže.

Největším problematikou současného stavu jsou navazující operace po vysušení výrobku (lis, malý nebo velký stříh). Kvůli současnému layoutu se musí zhotovené výrobky přemísťovat zbytečně dlouhé vzdálenosti paletovými vozíky mezi KP linkami a jednotlivými stanovišti lisovacích zařízení. V současné výrobní hale jsou využívány speciální na zakázku upravené pneumaticko-hydraulické lisy s lidskými operátory.

Snaha o zlepšení procesu nasávané kartonáže v minulosti proběhla jen s částečným úspěchem. Z důvodu pracovního rozmístění současné výrobní haly byla zavedena automatizace a robotizace jen u jedné KP linky (KP_Vylepšená). Trasa mezi KP_Vylepšená a skladem je stále příliš dlouhá.

V analytické části byly pomocí analýzy skladových zásob ABC a XYZ určeny dvě nejdůležitější položky se stálou zákaznickou poptávkou a nízkými jednotkovými náklady. Tyto položky jsou menší kartonový talíř (obrázek 13) a malá krabička na holící žiletku (obrázek 14). Díky výsledkům OEE byla potvrzena linka KP_750 pro použití v provozu nové výrobní haly.

Na základě výsledků analytické části, simulací současné výrobní haly, teoretických znalostí linek a procesu nasávané kartonáže bylo rozhodnuto zlepšení procesu zavedením průmyslových robotů a automatických lisů u KP_750 jako to bylo dříve u KP_Vylepšené. Zhotovené produkty by bylo tímto způsobem možné automaticky ihned opracovávat v blízkosti výstupu z formingové části KP linek, kde by mohlo dojít i také k paletizaci.

8.1 Návrh a cíl projektu

- Návrh projektu:

Projekt racionalizace a automatizace procesu nasávané kartonáže.

- Hlavní cíl projektu:

Vytvoření pracovního rozmístění (layoutu) nové výrobní haly dle zadaných požadavků a další zlepšení výrobního procesu nasávané kartonáže.

- Dílčí cíl projektu:

Zdokonalení procesu nasávané kartonáže pomocí automatizace.

Finanční vyhodnocení investice.

Porovnání nové výrobní haly se současnou.

- Důvod projektu:

Expanze firmy.

- Projektový tým:

Ing. Martin Červenka – zakladatel a jednatel firmy

Bc. Tomáš Halenčák - diplomant

- Rozpočet projektu:

Projektový rozpočet nebyl stanoven.

Kritériem pro tvorbu nového layoutu bylo ergonomicky úsporné bezpečné pracovní rozmístění 16 -ti KP linek s HB hydroblocky v závislosti na umístění výstupů rozvodů tepla, elektřiny a vody. Dále bylo potřeba ponechat dostatečný prostor pro pracovní uličky kolem KP linek a mezi HB hydroblocky pro snadný pohyb paletových vozík s výrobky a formami. Kritériem pro zdokonalení výrobního procesu bylo ergonomické zavedení průmyslových robotů a automatizovaných strojních zařízení s ochranným oplocením pro bezpečnost a snadnou údržbu strojů. Kritériem pro simulaci bylo změření celkového počtu vyrobených kusů za 1 měsíc a 1 rok. Kritérii pro správné vyhodnocení byly měsíční a roční porovnání vyrobených kusů obou výrobních hal, zjištění nákladů za jednotlivé strojní investice a potřebného počtu zaměstnanců a celkový výpočet nákladů nové výrobní haly.

8.2 Realizační kroky projektu

Pro správný postup realizace projektu je důležité si nejprve stanovit jednotlivé kroky:

1. Návrh řešení na zefektivnění uspořádání a procesu

- Analýza současného stavu.
- Volba vhodného typu produktu a linky.
- Určení požadavků a kritérií.
- Vypracování návrhu layoutu.
- Navržení zlepšení procesu.

2. Výběr vhodného řešení na zefektivnění uspořádání

- Volba finálního layoutu a zlepšení.
- Zhodnocení pracovního uspořádání.
- Zhodnocení ekonomické náročnosti.
- Zhodnocení návratnosti investic.

3. Implementace zvoleného řešení

- Dokončení pracovních prostor nové výrobní haly.
- Montáž a instalace linek.
- Školení zaměstnanců.
- Testování layoutu nové výrobní haly.
- Vyhodnocení.
- Zavedení pravidelné kontroly.

8.3 Časový harmonogram projektu

Na dokončení technických výkresů byl zadán termín 30. 8. 2023 z důvodu konzultace s externí stavební firmou a prezentace výsledků stavebním inženýrům.

Detailní vypracování časového harmonogramu tohoto projektu je obsaženo v Příloze P V: Časový harmonogram projektu.

Z časové harmonogramu lze vidět, která fáze je nejdelší. Na první fázi projektu bylo předběžně zadáno 35 týdnů. Díky včasnému splnění analýz, bylo možné určení vhodných typů výrobků a linek KP a zadání požadavků technické dokumentace o pár týdnů dříve. Na vyhodnocení návrhu a zvolení nejefektivnějšího řešení byl zadán měsíc. Doba poslední fáze dokončení výrobní haly a zavedení do provozu se momentálně odhaduje na 20 týdnů.

8.4 Risk Project Analysis (RIPRAN)

Tato kapitola se zabývá metodou pro analýzu projektových rizik RIPRAN. Pro její správné provedení bylo nejprve důležité vypracování matice rizik, ve kterém bylo přesně stanoveno hodnocení pravděpodobností a následků jednotlivých rizik na stupnici od velmi nízká po velmi vysoká. Na základu této matice rizik byla identifikovaná rizika ohodnocena: udržitelné, mírné, závažné a kritické.

Tabulka 9: Matice rizik (vlastní zpracování)

Následky:		Velmi nízké	Nízké	Střední	Vysoké	Velmi Vysoké
Pravděpodobnost	Velmi Vysoká	Mírné	Závažné	Závažné	Kritické	Kritické
	Vysoká	Udržitelné	Mírné	Závažné	Kritické	Kritické
	Střední	Udržitelné	Mírné	Mírné	Závažné	Kritické
	Nízká	Udržitelné	Udržitelné	Mírné	Závažné	Kritické
	Velmi nízká	Udržitelné	Udržitelné	Udržitelné	Mírné	Závažné

Kompletní vypracování Risk Project Analysis (RIPRAN) se nachází v Příloze P VI: RIPRAN. Identifikovanými riziky jsou:

- **Nedodržení časového harmonogramu:** Pokud by například došlo k nedokončení výkresové dokumentace nového layoutu do 30. 8. 2024, projekt by byl zastaven a spolupráce s firmou ukončena. Klíčem k předcházení zdržení realizace fází projektu je dostatečná časová rezerva.
- **Stavba:** Zvolením spolehlivé stavební firmy by mělo být riziko nekvalitní realizace layoutu nové výrobní haly eliminováno.
- **Proměnlivé požadavky:** Během vypracovávání projektu mohou nastat na poslední chvíli změny například v požadovaném počtu linek. Včasnou konzultací s vedoucím projektu nebo nalezením vhodné alternativy je snížen dopad výskytu tohoto rizika.
- **Nezabezpečený pracovní prostor:** Dodržováním bezpečnostních předpisů a ochranných pomůcek zajistí bezpečí zaměstnanců na pracovišti. Kvůli průmyslovým robotům je silně doporučeno zabezpečit prostor kolem nich ochranným oplocením.
- **Špatný dodavatel:** Volbou nevhodného dodavatele může dojít k pozdnímu dodání důležitých součástí (například pro komplekci KP linek pro novou výrobní halu) nebo k dodání nekvalitních dílů. Je důležité si zvolit ověřeného spolehlivého dodavatele.
- **Riziko poškození linky při přesouvání:** Kvůli dlouhé vzdálenosti mezi halami, váze, komplexním rozměrů a křehkosti některých součástí je riziko poškození KP linek při jejich pohybu docela vysoké. Proto je potřeba provést návrh a následně vyrobít speciální podesty pro přesun.
- **Nový zaměstnanci:** Zavedením plné automatizace a robotizace existuje riziko nedostatečně kvalifikovaných pracovníků. Musí se očekávat proškolení nových zaměstnanců, aby se předešlo tomuto riziku.
- **Finanční riziko:** Existuje nízká pravděpodobnost, že finální náklady budou vyšší než předpokládané. Opatřením proti výskytu tohoto rizika je detailní a správný výpočet nákladů a investice založený na správných vstupních datech a simulacích.
- **Energie:** Současný politicko-ekonomický stav v Evropě hrozí náhlým zvýšením cen za energie, jako jsou voda, plyn a elektřina. Budoucí scénáře nelze předvídat.

- **Přírodní katastrofa:** V důsledku globálního oteplování a nepředvídatelných změn podnebí může dojít k poškození výrobní haly a zastavení provozu. Doporučená opatření jsou pojištění proti přírodním živlům a zavedení elektronického zabezpečovacího systému, jako jsou kamery a požární hlásiče.

8.5 Business Impact Analysis (BIA)

Analýza dopadu na podnikání se zaměřuje na přijatelné doby výpadků služeb, které zdroje tyto výpadky omezují a jakou pro nás mají prioritu.

Recovery Time Objective (RTO) = Cílová doba obnovy je maximální přijatelná doba pro obnovení sítě nebo aplikace a obnovení přístupu k datům po neplánovaném narušení. Ztráta příjmů a rozsah, v jakém narušený proces ovlivňuje kontinuitu podnikání, mohou mít vliv na RTO.

Recovery Point Objective (RPO) = Cílový bod obnovy je definován jako maximální množství dat - měřeno časem - které může být ztraceno po obnově po havárii, selhání nebo srovnatelné události, než ztráta dat překročí míru přijatelnou pro organizaci.

Z následující přiložené tabulky lze určit služby z největší prioritou. Tyto služby jsou:

- Výroba produktu, která ovlivňuje celý výrobní plán.
- Vývoj produktu: práce na nových výrobcích, formách, linkách neustálé úpravy a vylepšení nových i existujících produktů.
- Informační technologie, bez kterých nelze zpracovávat ani vytvářet nová data.
- Lidské zdroje: v případě hromadného onemocnění zastavení provozu.
- Energie, které mohou zvýšit náklady provozu haly.
- Finance ovlivňující správný provoz firmy.
- Kybernetické zabezpečení: v momentě průniku mohou být ztracena velmi cenná data případně ukraden celý výrobní postup.

Pro určení priority byla stanovena stupnice: nízká – střední – vysoká.

Tabulka 10: Analýza dopadu na podnikání (vlastní zpracování)

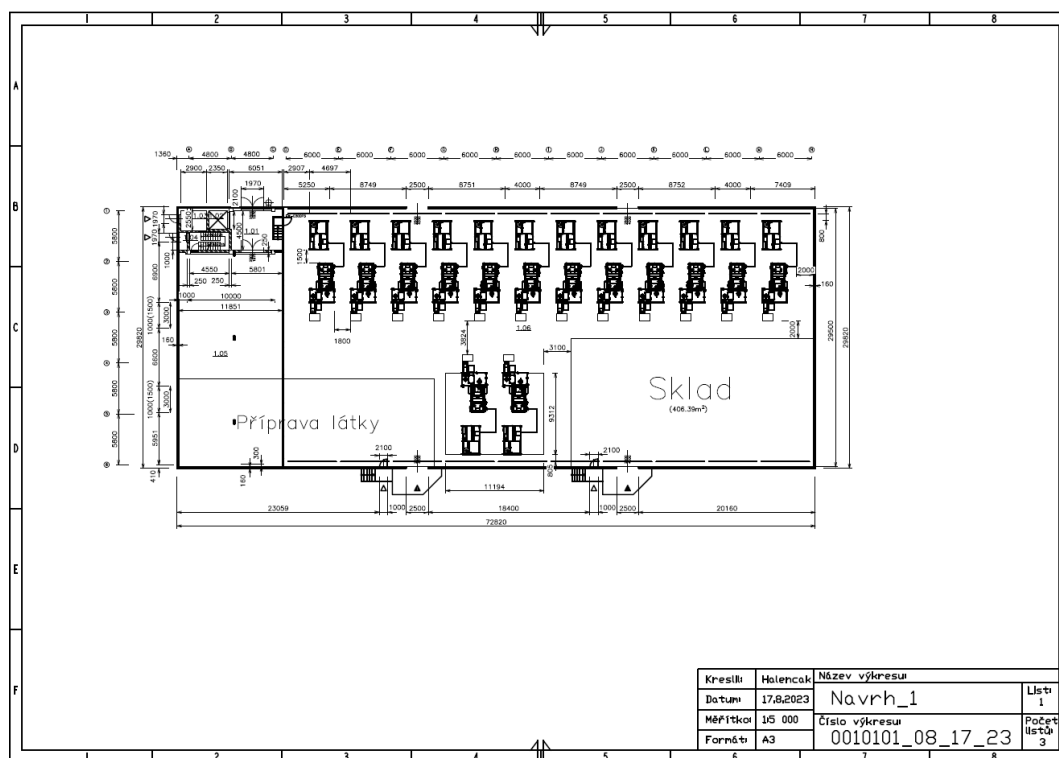
Business Impact Analysis (BIA)				
Služba	Cílová doba obnovy (RTO)	Cílový bod obnovy (RPO)	Kritické zdroje	Priorita
Výroba produktu	1 den	1 hodina	Stroje, zaměstnanci, výroba, tržby, výrobní plán	Vysoká
Vývoj produktu	4 hodiny	1 den	Inženýři, formy, nový typ výrobku, výrobní plán	Vysoká
Informační Technologie	1 den	1 hodina	Software, správa dat, vývoj produktu	Vysoká
Lidské zdroje	2 hodiny	8 hodin	HR systémy, výplata, komunikace se zákazníky	Vysoká
Energie	1 den	1 hodina	Provoz výrobní haly, výroba produktu, tržby, výrobní plán	Vysoká
Finance	2 dny	1 týden	Účetnictví, tržby, finanční systém, komunikace se zákazníky	Vysoká
Kybernetické zabezpečení	0	0	Zabezpečení dat a výrobního postupu, ztráta dat, finance	Vysoká
Komunikační technologie	1 hodina	1 týden	Komunikace se zákazníky	Nízká
Organizace práce	4 hodiny	8 hodin	Výroba produktu, vývoj produktu, komunikace se zákazníky, správa dat, provoz výrobní haly	Střední
Školení zaměstnanců	2 měsíce	1 měsíc	Výroba produktu, vývoj produktu, provoz výrobní haly	Střední
Právní služby	1 týden	1 měsíc	Provoz výrobní haly, tržby, výrobní plán, reputace, komunikace se zákazníky	Nízká
Doprava	1 týden	1 měsíc	Výrobní plán, výroba produktu, tržby, komunikace se zákazníky, provoz výrobní haly	Střední
Robotické pracoviště	1 týden	1 týden	Plánovaná údržba, tržby, výrobní plán, výroba produktu, provoz výrobní haly	Nízká

9 NAVRHOVANÁ ŘEŠENÍ NA ZEFEKTIVNĚNÍ USPOŘÁDÁNÍ

Nejdůležitějšími požadavky vedoucího projektu bylo rozmístit 16 KP linek (16x KP_750 + 16 hydroblocků HB) do prostor nové výrobní haly tak, aby:

- Nebylo zasazeno do vyhrazené plochy na přípravu látky (pulpu – vlevo dole). S touto plochou není možné nic dělat, kvůli potrubí pro rozvod vody a tepla.
- Bylo dosaženo alespoň 400 m² u skladovacích prostor.
- Levá část zůstala stejná (rezervována na sociální prostory, šatny, toalety).
- Linky nezasahovaly do oken a dveří.
- Linky byly správně napojeny na výstupy rozvodů tepla a vody.
- Zaměstnanci měli vhodné bezpečné pracovní podmínky.

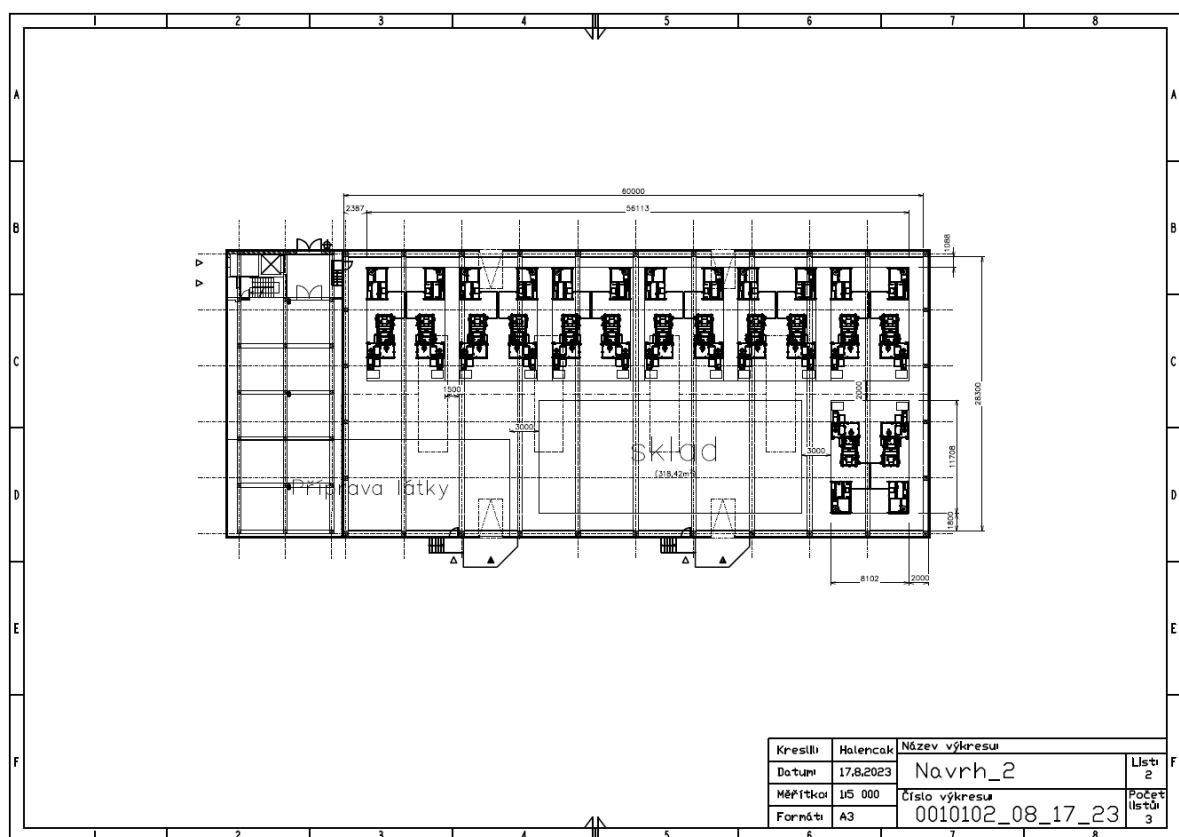
Prvním krokem při návrhu nové výrobní haly byla úprava importovaných 3D .stl modelů KP_750 linek s hydroblocky na 2D .dwg, aby bylo možné to dále vložit k modelování a simulaci do programu PlantSimulation. Po dokončení úpravy hladin a sjednocení do bloků byl dle požadavků vedoucího projektu vytvořen první návrh (Navrh_1).



Obrázek 19: První návrh nového layoutu výrobní haly (vlastní zpracování)

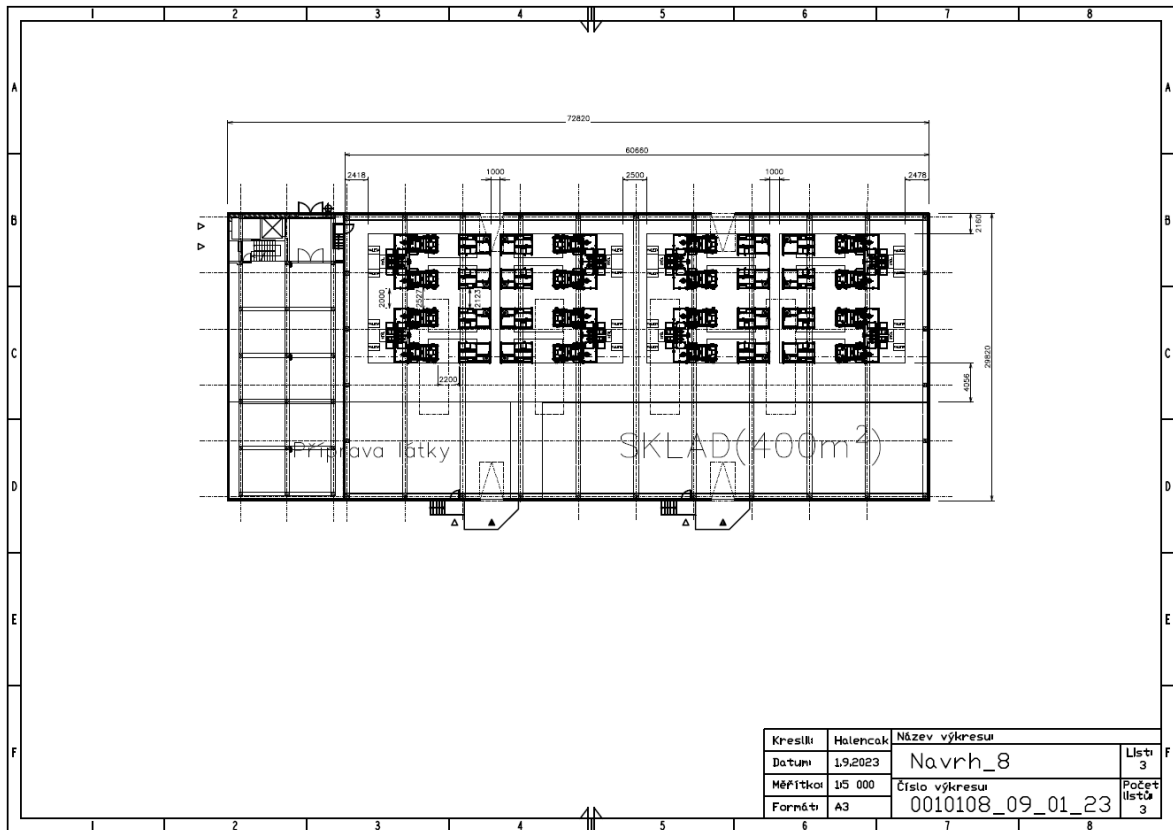
Tento návrh není vhodný z důvodu malých pracovních uliček mezi KP linkami a umístění hydroblocků. Mezi jednotlivými KP musí být dost prostoru na příjezd vozíku s formou pro její bezpečnou manipulaci a výměnu ve stroji. Velký počet hydroblocků nesmí být blízko u sebe, kvůli generaci vlhkosti a tepla, které by mohlo poškodit pracovní prostory a omezit bezpečí operátorů.

Pro druhý návrh layoutu bylo proto zvoleno více volného prostoru. Tímto způsobem, ale došlo k snížení počtu linek na 14 a skladovací prostory nedosahovaly hranice 400 m².



Obrázek 20: Druhý návrh layoutu nové výrobní haly (vlastní zpracování)

Díky orientaci linek do bloků se zvýší volné prostory v jejich okolí. Po uznání návrhu uložení potrubí spojující hydroblocky s KP_750 do vyfrézovaných kanálků do země pod mřížku, přes kterou by mohly manipulační vozíky volně jezdit s hotovými výrobky i formami, byl postupně v průběhu příštích měsíců dokončen finální návrh (Navrh_8).



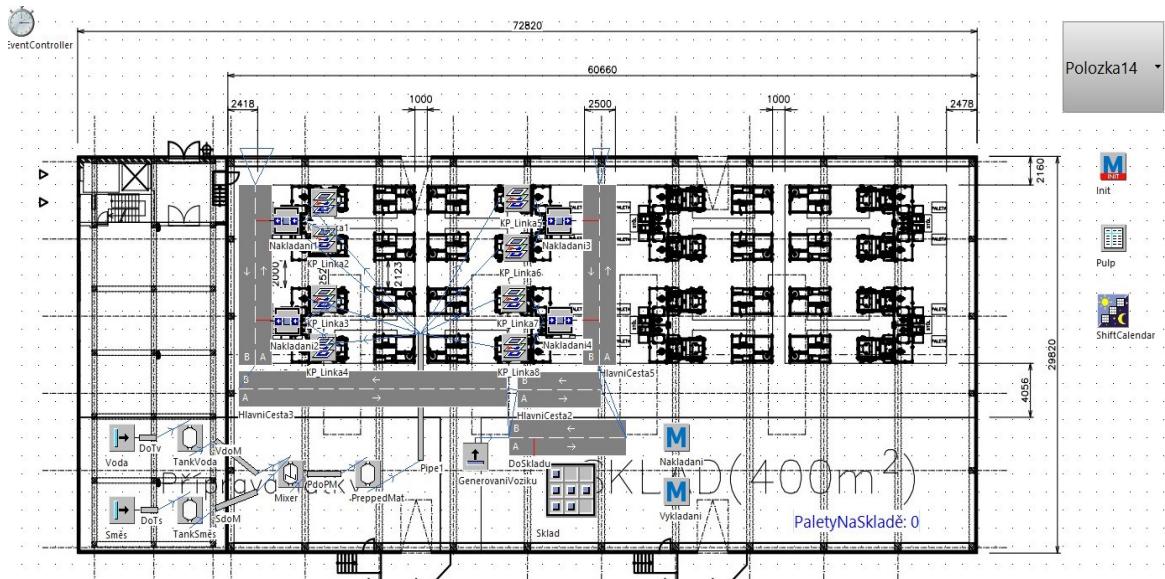
Obrázek 21: Finální návrh layoutu nové výrobní haly (vlastní zpracování)

Finální návrh byl po schválení a konzultacích s jednatelem firmy i vedoucím diplomové práce převeden do programu Siemens Tecnomatix Plant Simulation.

Doba sušení (10 minut) a průměrná doba kontroly jednoho hotového výrobku (10 sekund) je stejná jako v současné výrobní hale.

Tabulka 11: Přehled vstupních dat položek nové automatizované KP_750 linky (vlastní zpracování)

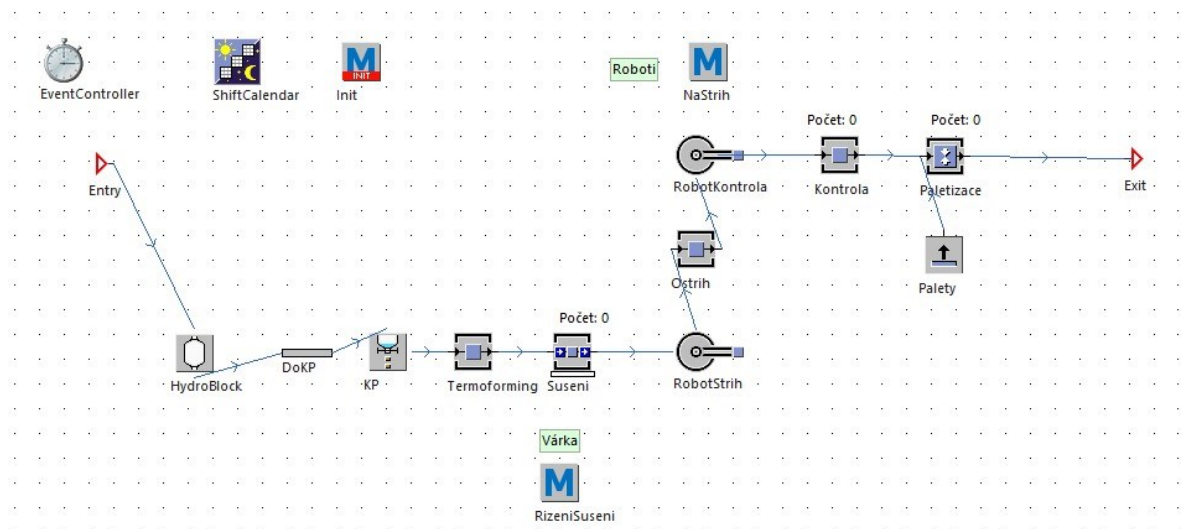
Položka 14	KP 750
Procesní čas	3 sekundy
Kapacita	6 kusů
Položka 18	KP 750
Procesní čas	5 sekund
Kapacita	8 kusů



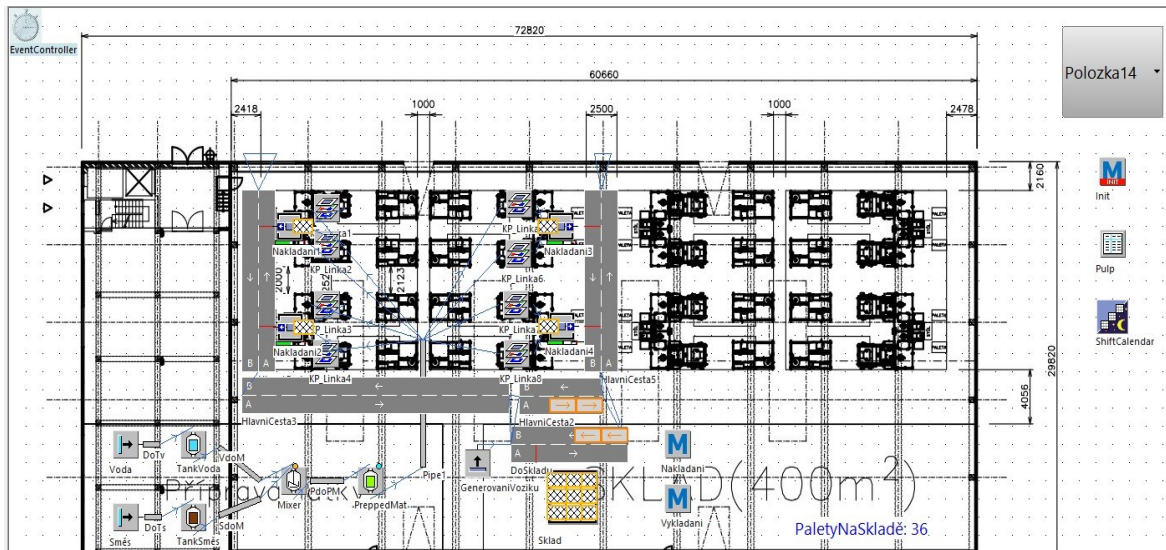
Obrázek 22: Model layoutu nové výrobní haly v Plant Simulation (vlastní zpracování)

Využitím symetrie nové výrobní haly lze model zjednodušit na jednu část. Linky jsou uspořádány do dvojic a bloků po čtyřech. Pomocí portioneru (KP) je v modelu linky znázorněn přechod směsi na hmotný výrobek k sušení.

V levé části lze vidět podzemní palírnu na přípravu pulpy, která potrubím rozvádí připravenou kapalnou směs do příslušných hydroblocků po celé výrobní hale.



Obrázek 23: Automatizovaná KP_750 linka v Plant Simulation (vlastní zpracování)



Obrázek 24: Ukázka simulace layoutu nové výrobní haly v provozu (vlastní zpracování)

Světle modrou barvou je znázorněna čistá voda, která se pak ve stanici Mixer míchá ve správném poměru s rozemletou směsí recyklované kartonáže (tmavě hnědá barva) a vytváří požadovaný pulp (žlutá barva). Pulp se dále v hydroblocích rozmělnuje a udržuje ve správném poměru a teplotě pro včasné dopravení do KP linek.

10 ZHODNOCENÍ NAVRHOVANÝCH ŘEŠENÍ PROJEKTU

V této kapitole proběhne vyhodnocení a následné porovnání výsledných naměřených dat simulace nové výrobní haly se současnou. Doba simulovaného období pro nové pracovní rozmístění (layout) byla nejprve jeden měsíc a později jeden rok.

Nová hala:

Položka 14 za 1 měsíc (simulace): 48 palet = 230 400 ks

Položka 14 za 12 měsíců (simulace): 2 764 800 ks

Položka 18 za 1 měsíc (simulace): 64 palet = 307 200 ks

Položka 18 za 12 měsíců (simulace): 3 686 400 ks

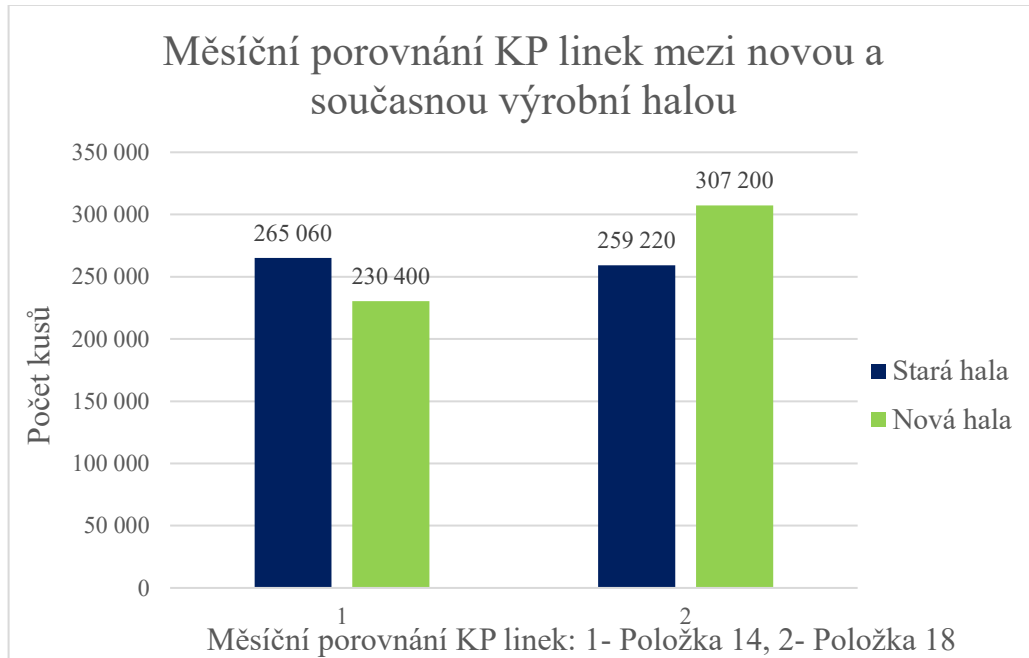
Z důvodu lepšího přehledu a prokazatelnějšího porovnání dat, byly KP linky současné haly stejného konstrukčního typu sečteny do kategorie KP staré (bez dvojčete).

Tabulka 12: Měsíční a roční srovnání současné a nové výrobní haly
(vlastní zpracování)

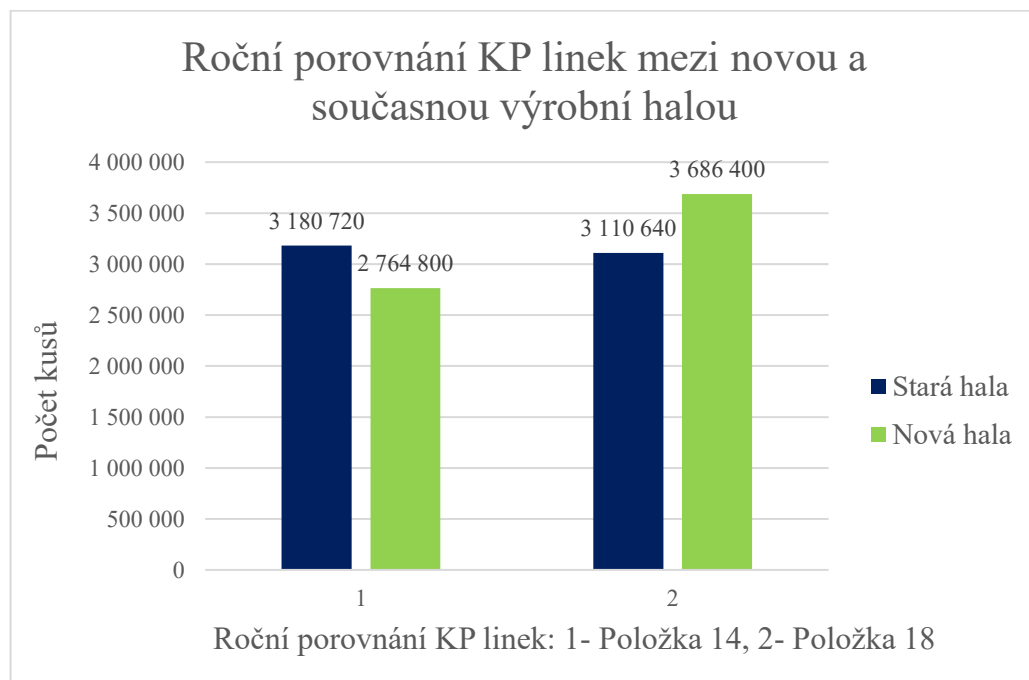
Položka 14	Současná výrobní hala	Nová výrobní hala
Měsíčně položek 14 (počet ks)	265 060	230 400
Měsíčně položek 18 (počet ks)	259 220	307 200
Ročně položek 14(počet ks)	3 180 720	2 764 800
Ročně položek 18(počet ks)	3 110 640	3 686 400
Měsíční procentuální rozdíl položky 14	15,04%	
Měsíční procentuální rozdíl položky 18		18,5%
Roční procentuální rozdíl položky 14	15,03%	
Roční procentuální rozdíl položky 18		16,93%

Z výše uvedené tabulky je potvrzena vyšší produkce nové výrobní haly, která dokáže vyrobit tvarově složitějších výrobků menších rozměrů za stejné období o skoro 20% více než současná výrobní hala. Současná hala má o 15% více vyrobených měsíčních i ročních kusů položky 14.

Naměřená data simulací v Plant Simulation z předchozí tabulky byla pro další lepší srovnání vložena do následujících grafů:



Obrázek 25: Měsíční porovnání KP linek výrobních hal (vlastní zpracování)



Obrázek 26: Roční porovnání KP linek výrobních hal (vlastní zpracování)

Výsledek simulace poukazuje na vyšší produktivitu staré haly, když se jedná o jednodušší výrobky větších rozměrů. Měsíční rozdíl počtu vyrobených kusů položky 14 (malého talířku) činí 34 660. Roční rozdíl vyrobených položek 14 je pak 415 920 kusů. Přestože tyto výsledky upřednostňují současnou halu, tak je důležité si uvědomit typy operátorů a způsob provedení navazujících technologických operací. Současná hala je závislá na lidských operátorech a jejich ručním stříhaní (případně lisování) na upravených ručních pneumaticko-hydraulických lisech. Nová hala dokáže díky úplné automatizaci a robotizaci vyrábět mnohem kvalitnější produkty.

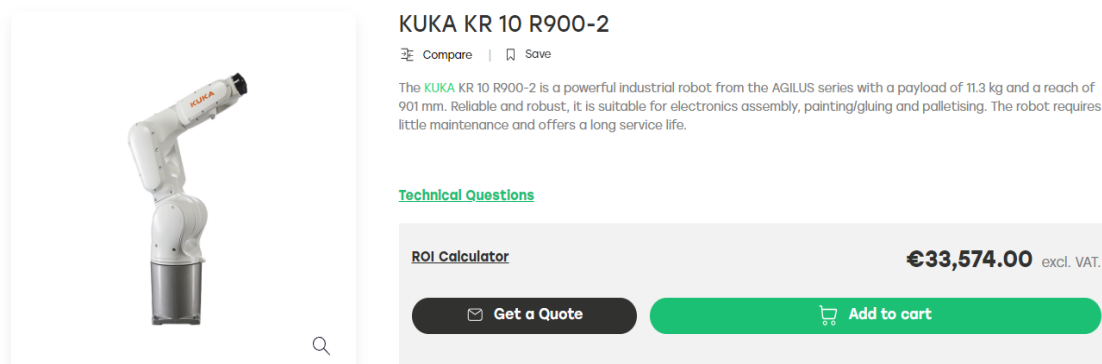
Měsíční rozdíl vyrobených kusů položky 18 (malé krabičky na žiletky a další příslušenství) na nových automatizovaných KP linkách v nových pracovních prostorech je 47 980. Roční rozdíl položek 18 mezi novou a současnou výrobní halou je 575 760 kusů.

Tato výsledná data potvrzují teorii použité technologie automatizace a robotizace. Díky zdokonalení výrobního procesu pomocí průmyslových robotů a automatizovaných lisovacích zařízení na lis a stříh, lze rychle a spolehlivě vyrábět menší tvarově komplexnější výrobky.

10.1 Náklady navrhovaných řešení

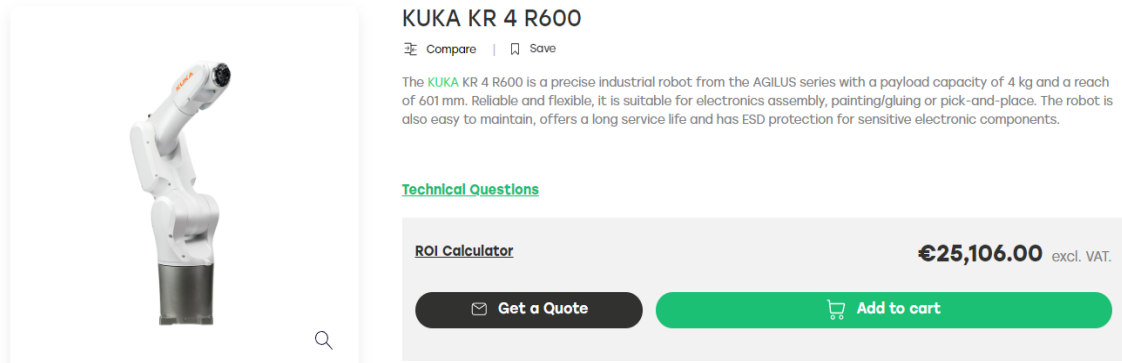
Jedním z hlavních nákladů bude nákup průmyslových robotů od německé společnosti Unchained Robotics pro automatizace výrobního procesu nasávané kartonáže. Nakoupeny budou dva typy kvůli rozdílným vzdálenostem mezi výstupem z KP linky (Suseni), automatickém lisu (Ostrih) a kontrolním pracovišti.

Industrial robot KUKA KR 10 R900-2 (před stanicí Ostrih): 33 574 EURO = 848 030 Kč



Obrázek 27: Průmyslový robot KUKA KR 10 (Unchained Robotics, 2023)

Industrial robot KUKA KR 4 R600 (přemísťování výrobků ze stanice Ostih na kontrolní stanoviště): 25 106 EURO = 634 140 Kč



Obrázek 28: Průmyslový robot KUKA KR 4 (Unchained Robotics, 2023)

Další náklady budou potřeba za investování do automatických lisů s custom upravenými formičkami na stříh a olis zhotovených vysušených výrobků. Odhadovaná minimální cena je 350 000 Kč za jeden stroj (včetně forem).

Zároveň je doporučen nákup alespoň dalších čtyř paletových vozíků NF20NL/1500 za 11 299 Kč od společnosti Simplelift => 45 195 Kč pro správný včasný pohyb zkontrolovaných výrobků z linek do skladovacích prostor.



Paletový vozík NF20NL/1500

Delší vidlice , nosnost 2 000 kg, délka vidlic 1500 mm, robustní hydraulika, kolečka tandem/polyuretan.

Obrázek 29: Paletový vozík NF20NL/1500 od slovenské společnosti SimpleLift (SimpleLift, 2023)

Výdaje za zaměstnance (3 směny):

Odhad minimální hrubé měsíční mzdy = 35 000 Kč

Měsíční výdaje za jednoho zaměstnance = 24,8% sociální pojištění + 9% zdravotní pojištění (33,8%) = 11 830 Kč + 35 000 Kč = 46 830 Kč

Výpočty zaměstnanců zahrnují jen operátory linek a skladové pracovníky.

Předpokládaný počet zaměstnanců je 25 v současné výrobní hale. V nové výrobní hale záleží počet operátorů a ostatních pracovních na budoucí volbě vedoucího projektu. Díky automatizaci a plné robotizaci výrobního procesu by dokázal 1 zaměstnanec obsluhovat dvě linky během své pracovní směny samostatně.

Zaměstnanci Současná hala: 3 512 250 Kč (25 zaměstnanců)

Zaměstnanci Nová hala (1 zaměstnanec na 1 blok – 2 linky): 1 826 370 Kč (13 zaměstnanců)

Zaměstnanci Nová hala Duo (2 zaměstnanci ke každé lince): 2 809 800 Kč (20 zaměstnanců)

Už nyní lze určit výhodnost a ušetření nákladů na zaměstnance v nové výrobní hale.

V případě potřeby proškolení nových zaměstnanců v nové výrobní hale má společnost Tridas vlastního školitele a nepočítá se školení tedy do nákladů. Z důvodu nepředvídatelných cen energií dnešní doby nelze určit přesné náklady budoucí spotřeby vody, tepla a elektřiny.

10.2 Návratnost investice

Vstupní data pro výpočet návratnosti investice byla poskytnuta společností Tridas, s.r.o. Pro lepší přehled byla uspořádána do následující tabulky:

Tabulka 13: Přehled nákladů a zisků jednotlivých položek
(vlastní zpracování)

	Náklady (Kč/ks)	Náklady (Kč/100ks)	Prodej (Kč/ks)	Prodej (Kč/100ks)	Zisk (Kč/100ks)	Zisk (Kč/ks)
Talíř (Položka 14)	1,6	160	2,08	208	48	0,48
Krabička na žiletku (Položka 18)	0,8	80	1,04	104	24	0,24

Předpokládaná výše zisku je 30 %.

Návratnost investice (Return on Investment - ROI):

$$\text{ROI} = \frac{\text{Výnosy} - \text{Náklady}}{\text{Investice}} \times 100$$

- **Výpočet nákladů:**

Položka 14:

Počet vyrobených kusů za rok x Náklady za 1ks = 2 764 800 x 1,6 = 4 423 680 Kč

Položka 18:

Počet vyrobených kusů za rok x Náklady za 1ks = 3 686 400 x 0,8 = 2 949 120 Kč

- **Výpočet výnosů:**

Položka 14:

Počet vyrobených kusů za rok x Prodejní cena za 1ks = 2 764 800 x 2,08 = 5 750 784 Kč

Položka 18:

Počet vyrobených kusů za rok x Prodejní cena za 1ks = 3 686 400 x 1,04 = 3 833 856 Kč

- **Výpočet částky investice:**

Odhadovaná cena nových linek KP750 = 16 x 1 500 000 Kč = 24 000 000 Kč

Cena nových průmyslových robotů KUKA KR 10 = 16 x 848 030 Kč = 13 568 480 Kč

Cena nových průmyslových robotů KUKA KR 4 = 16 x 634 140 Kč = 10 146 240 Kč

Odhadovaná cena automatických lisovacích zařízení = 16 x 350 000 Kč = 5 600 000 Kč

Předpokládaná cena nových automatizovaných KP linek = 24 000 000 + 13 568 480 + 10 146 210 + 5 600 000 = 53 314 690 Kč.

- **Návratnost investice pro položku 14:**

$$\text{ROI} = \frac{\text{Výnosy} - \text{Náklady}}{\text{Investice}} \times 100 = \frac{5\,750\,784 - 4\,423\,680}{53\,314\,690} \times 100 = \mathbf{2,489\%}$$

- **Návratnost investice pro položku 18:**

$$\text{ROI} = \frac{\text{Výnosy} - \text{Náklady}}{\text{Investice}} \times 100 = \frac{3\,833\,856 - 2\,949\,120}{53\,314\,690} \times 100 = 1,659\%$$

V případě nepřetržité výroby (3 směny) položky 14 je návratnost investice necelé 2,5 %. V opačném případě celoroční výroby položky 18 je návratnost investice do nové výrobní haly skoro 1,7 %.

10.3 Shrnutí

Logické uspořádání finálního návrhu pracovního rozmístění (layoutu) nové výrobní haly umožňuje snadné rozdělení výroby různých typů výrobků do jednotlivých symetrických bloků. Díky zavedení automatických lisů a průmyslových robotů se sníží celková vzdálenost mezi jednotlivými pracovišti a skladovacími prostory.

Tabulka 14: Shrnutí projektové části se zaměřením na novou výrobní halu (vlastní zpracování)

Počet vyrobených kusů za měsíc	
Položka 14	230 400 ks
Položka 18	307 200 ks
Počet vyrobených kusů za rok	
Položka 14	2 764 800 ks
Položka 18	3 686 400 ks
Procentuální rozdíl položky 18	
Měsíc	18,50%
Rok	16,93%
Předpokládané investice	
KP linky	24 000 000 Kč
Roboti KUKA KR 10	13 568 480 Kč
Roboti KUKA KR 4	10 146 240 Kč
Automatické lisy	5 600 000 Kč
Celková částka investice	53 314 690 Kč
Návratnost investice	
Položka 14	2,489%
Položka 18	1,659%

Doporučený minimální počet zaměstnanců na základě výsledků simulace je 13. Minimální počet paletových vozíků jsou 4. (zhodnocení těchto doporučení se nachází v kapitole 10.1)

ZÁVĚR

Diplomová práce racionalizace a automatizace procesu nasávané kartonáže měla za cíl vytvořit vhodné pracovní rozmístění nové výrobní haly pro společnost Tridas, s.r.o., která se zabývá novou revoluční technologií termoformingu speciální směsi nasávané kartonáže zvané pulp. Dalšími dílčími cíli bylo zdokonalit automatizaci výrobní proces, porovnání výsledných dat se současnou výrobní halou a na závěr finančně vyhodnotit investice do projektu.

Obsahem teoretické části je literární rešerše zaměřená na průmyslové inženýrství, která je rozdělena na čtyři hlavní kapitoly. Tyto kapitoly jsou: průmyslové inženýrství, vybrané metody průmyslového inženýrství, metody pro tvorbu layoutu, bezpečnost a ochrana. První kapitola začíná počátky průmyslového inženýrství. Dále tato kapitola pokračuje nejdůležitější teorií štihlého managementu a štihlé výroby, včetně TQM, TPM, metodiky řízení lidských zdrojů, produktivity a základními druhy plýtvání. Konec této kapitoly je zacílen na Industry 4.0 a jeho další předpokládaný vývin v závislosti na implementaci rapidního růstu umělé inteligence v dnešní době. Součástí druhé kapitoly jsou vybrané metody průmyslového inženýrství relevantní k praktické části této diplomové práce. Mezi tyto metody patří simulace procesů, konkrétně tvorba digitálních dvojčat a představení programu společnosti Siemens Tecnomatix Plant Simulation. Další vybranou metodou průmyslového inženýrství je celková efektivnost zařízení (OEE). Ke konci se tato kapitola detailně zaměřuje na analýzu rizik (RIPRAN) a na analýzu dopadu na podnikání (BIA). Třetí kapitola obsahuje základní obecnou metodiku při postupu tvorby nového pracovního rozmístění (layoutu). Obsahem poslední čtvrté kapitoly jsou potencionální bezpečnostní rizika na pracovištích, ochranné opatření a pomůcky a význam ekologického průmyslového inženýrství. Teoretická část je složena z výzkumu odborných knih a internetových vědeckých publikací a zajišťuje teoretický základ pro správné vypracování praktické části.

Praktická část je rozdělena na analytickou a projektovou část. Analytická část začíná představením vybrané společnosti Tridas, s.r.o. Tato firma sídlící ve Valašském Meziříčí se zabývá novou technologií termoformingu výrobků z nasávané kartonáže. Díky rozsáhlému praktickému využití této technologie může společnost Tridas vyvážet výrobky do všech průmyslových odvětví (například: zemědělství, letectví, zdravotnictví nebo elektrotechnika).

Podstatou analytické části bylo pomocí různých analytických metod získat přesné důležité informace a klíčové metriky pro vstupní data projektové části. Kvůli rozsáhlému

výrobnímu portfoliu firmy Tridas byla nejprve provedena ABC a XYZ analýza pro určení hlavních typů produktů, které budou dále simulovány v softwaru Plant Simulation. Jejím výsledkem byla položka 14 (malý talířek) a položka 18 (malá krabička na žilety s dalším doplňkovým příslušenstvím). V této kapitole je také obsažen obecný pracovní postup procesu nasávané kartonáže a technický detailní popis pracovních linek KP750, které se budou vyrábět do nové výrobní haly. Dále tato kapitola obsahuje pracovní analýzu a podrobný výpočet celkové efektivnosti zařízení všech typů KP linek, které jsou v provozu v současné výrobní hale. Závěrem analytické části je tvorba layoutu současného pracovního rozmístění, převedení layoutu do modelovacího prostředí Plant Simulation, simulace a simulace. Výsledky této simulace a podrobnější grafický přehled se nachází v sedmé kapitole shrnutí analytické části.

Projektová část byla vytvořena na základě znalostí získaných teoretickou a analytickou částí. V této kapitole jsou stanoveny hlavní i dílčí cíle projektu a realizační kroky. Další součástí této kapitoly je detailní vypracování analýzy rizik, analýzy dopadu na podnikání a časový harmonogram projektu. Dále je zde postup vypracování jednotlivých layoutů nové výrobní haly od prvního předběžného návrhu do závěrečné podoby finálního layoutu a následná simulace pracovního rozmístění nové výrobní haly v programu Plant Simulation. Důkladné vyhodnocení simulace, včetně grafického porovnání produktivity výrobních hal a výpočtu návratnosti investice navrhovaných řešení (ROI) lze nalézt v závěrečné kapitole projektové části diplomové práce.

Hlavní cíl projektové části byl úspěšně dokončen a stavba byla započata v listopadu minulého roku. Dílčí cíle byly díky efektivním úpravám technického uspořádání KP linek s hydroblocky také dokončeny. Mezi tyto úpravy patří snížení vzdáleností mezi stroji a hydroblocky, díky umístění vodního potrubí do vyfrézovaných kanálků v zemi zakryté ocelovou mřížkou. Dalším technickým vylepšením je automatizace a robotizace téměř celého výrobního procesu nasávané kartonáže pomocí průmyslových robotů a automatických lisovacích zařízení. Výsledná data simulací potvrdila lepší využití těchto nových automatizovaných linek při výrobě menších tvarově komplexnějších výrobků. Nová výrobní hala zvládne vyrobit skoro 20% více těchto kusů než hala současná. Částka investice činí 53 314 690 Kč. Návratnost investice se pohybuje dle položky kolem 2,5% a 1,7%. Dle budoucí finanční situace vybrané společnosti by bylo možné zavést další technická vylepšení pro zrychlení a zjednodušení výrobního procesu jako je automatická kontrola speciální průmyslovou kamerou nebo zavedení jednoduchého automatického dopravníkového systému.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ARIFIN, Zaenal, 2022. Gesamtanlageneffektivität (Overall Equipment Effectiveness, OEE) auf die Leistung von Triebwerken. Germany: Verlag Unser Wissen. ISBN 6204709984.

AVRAHAM, Shtub a YUVAL, Cohen, 2017. *Introduction to Industrial Engineering*. 2nd ed. Taylor & Francis. ISBN 9781138747852.

BADIRU, Adedeji B., 2018. *The Story of Industrial Engineering: The Rise from Shop-Floor Management to Modern Digital Engineering*. CRC Press. ISBN 9781138616745.

BANGSOW, Steffen, 2016. *Manufacturing Simulation with Plant Simulation and Simtalk*. Springer-Verlag Berlin and Heidelberg GmbH & Co. ISBN 3662519127.

BANGSOW, Steffen, 2020. *Tecnomatix Plant Simulation*. Springer Nature Switzerland. ISBN 9783030415433.

BAUER, Miroslav, 2012. *Kaizen: Cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Praha: BizBooks. ISBN 978-80-265-0029-2.

BENEŠ, Lubomír, 2021. Ochranná oplocení pro průmyslové roboty. Online. *Automatizace.HW.cz*. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/ochranna-oploceni-pro-prumyslove-roboty.html>. [cit. 2023-11-29].

BERMAN, Bruce, 2019. 10 Japanese Businesses Are Among The Top 16 Artificial Intelligence Patent Holders, Says WIPO Report. Online. *IPCcloseUp*. Dostupné z: <https://ipcloseup.com/2019/11/26/10-japanese-businesses-are-among-the-top-16-artificial-intelligence-patent-holders-says-wipo-report/>. [cit. 2023-12-11].

BHASIN, Sanjay, 2015. *Lean Management Beyond Manufacturing: A Holistic Approach*. Springer Cham. ISBN 978-3-319-17409-9.

BORRIS, Steve, 2006. *Total Productive Maintenance*. McGraw-Hill Education - Europe. ISBN 0071467335.

CIMINO, Chiara; NEGRI, Elisa; FUMAGALLI, Luca, 2019. Review of digital twin applications in manufacturing. Online. *Web of Science*, č. 113. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.103130>. [cit. 2023-11-30].

COOKSON, Gillian, 2018. *The Age of Machinery - Engineering the Industrial Revolution*. Boydell & Brewer. ISBN 9781783272761.

CUNNINGHAM, Robert a DOOLEY, Jenny, 2020. *Career Paths: Industrial Engineering*. Express Publishing. ISBN 9781471583537.

DIANN, Daniel, 2021. Kaizen (continuous improvement). Online. *TechTarget*. Dostupné z: <https://www.techtarget.com/searcherp/definition/kaizen-or-continuous-improvement>. [cit. 2023-11-25].

DING, Jianhao; WANG, Yigang a CHEN, Kui, 2010. An Interactive Layout and Simulation System of Virtual Factory. Online. *Web of Science*. Dostupné z: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.20-23.421>. [cit. 2023-11-30].

DLOUHÝ, Martin; FÁBRY, Jan; KUNCOVÁ, Martina a HLADÍK, Tomáš, 2007. *Simulace podnikových procesů*. BizBooks. ISBN 80-251-1649-2.

DOLEŽAL, Jan, 2023. *Projektový management*. Grada. ISBN 978-80-271-3619-3.

GABA, Ishan, 2023. What Is Productivity Management and Why Is It Important in 2024? Online. *Simplilearn*. Dostupné z: <https://www.simplilearn.com/tutorials/productivity/what-is-productivity-management>. [cit. 2023-12-14].

GARY DESSLER, Gary, 2019. *Human Resource Management, Global Edition*. 16th ed. PEARSON Education Limited. ISBN 1292309121.

GHOBAKHLOO, Morteza, 2018. The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward Industry 4.0. Online. *Web of Science*, č. 6. Dostupné z: <https://doi.org/10.1108/JMTM-02-2018-0057>. [cit. 2023-12-01].

GRAEDEL, Thomas E. a ECKELMAN, Matthew J., 2023. *Industrial Ecology and Sustainability*. World Scientific Pub Co. ISBN 978-9811277603.

HIROYUKI, Hirano, 2009. *JIT Implementation Manual -- The Complete Guide to Just-In-Time Manufacturing: Volume 1*. United States: Taylor & Francis. ISBN 9781420090161.

HOPKIN, Paul a THOMPSON, Clive, 2021. *Fundamentals of Risk Management*. 6th ed. Kogan Page. ISBN 9781398602861.

CHAN, Ernest P., 2021. *Quantitative Trading*. 2nd ed. John Wiley. ISBN 9781119800064.

JENKINS, Abby, 2023. ABC Inventory Analysis & Management. Online. *ORACLE Netsuite*. Dostupné z: <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/inventory-management/abc-inventory-analysis.shtml>. [cit. 2023-12-10].

KING, Peter L., 2019. *Lean for the Process Industries*. 2nd ed. Taylor & Francis. ISBN 9780367023324.

KINUGASA-TSUI, Kenny, 2018. *Co-Working Space Designs*. Images Publishing Group. ISBN 9781864707977.

- KIRAN, Desai R., 2016. *Total Quality Management - Key Concepts and Case Studies*. Elsevier - Health Sciences Division. ISBN 9780128110355.
- KRAINES, Gerald, 2021. *Management Productivity Multipliers: Tools for Accountability, Leadership, and Productivity. Career Pr.* ISBN 9781632651839.pera&q=Kraines+MD+Gerald&sourceid=opera&ie=UTF-8&oe=UTF-8
- LI DA, Xu; ERIC L., Xu a LING, Li, 2018. Industry 4.0: state of the art and future trends. Online. *Web of Science*, č. 8. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1444806>. [cit. 2023-11-30].
- LIKER, Jeffrey K., 2021. *Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. 2nd ed. McGraw-Hill Education. ISBN 1260468518.
- LOUIS G., Birta, 2020. *Modelling and Simulation: Exploring Dynamic System Behaviour*. Springer Nature. ISBN 9783030188689.
- LYONS, Tim, 2018. A brief history of Gantt charts. Online. *Association for Project Management*. Dostupné z: <https://www.apm.org.uk/blog/a-brief-history-of-gantt-charts/>. [cit. 2023-12-11].
- MAŠÍN, Ivan, 2000. *TPM - Management a praktické zavádění*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-5-9.
- MCKINNON, Ron C., 2013. *Changing the Workplace Safety Culture*. CRC Press. ISBN 978-1466567689.
- MOORE, Nathan a DOOLEY, Jenny, 2020. *Career Paths: Industrial Safety*. Express Publishing. ISBN 9781471587658.
- MORFAW, John N., 2009. *Total Quality Management (TQM)*. University Press of America. ISBN 0761847065.
- MORGAN R., Frank; BESSEN, James E. a BRYNJOLFSSON, Erik, 2019. Toward understanding the impact of artificial intelligence on labor. Online. *Web of Science*, č. 14. Dostupné z: <https://doi.org/10.1073/pnas.1900949116>. [cit. 2023-12-02].
- PANNEMAN, Thijs, 2019. *Sustainable 5S: How to Use the Lean Starting Tool to Improve Flow, Productivity and Employee Satisfaction*. Independently Published. ISBN 109685418X.
- PAUL, Debra a CADLE, James, 2020. *Business Analysis*. 4th ed. BCS Learning & Development Limited. ISBN 1780175108.

- ROSIN, Frederic; FORGET, Pascal; LAMOURI, Samir a PELLERIN, Robert, 2020. Impacts of Industry 4.0 technologies on Lean principles. Online. *Web of Science*, č. 6. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1672902>. [cit. 2023-11-30].
- SIMPLELIFT, 2023. *Simplelift.cz*. Online. Dostupné z: <https://simplelift.cz/shop/paletove-voziky/paletovy-vozik-nf20n11500/>. [cit. 2024-03-28].
- SKHMOT, Nawras, 2017. The 8 Wastes of Lean. Online. *The Lean Way*. Dostupné z: <https://theleanway.net/The-8-Wastes-of-Lean>. [cit. 2023-11-25].
- SKHMOT, Nawras, 2017. What is Lean? Online. *The Lean Way*. Dostupné z: <https://theleanway.net/what-is-lean>. [cit. 2023-11-22].
- TAYLOR, Frederick Winslow, 2022. *The Principles of Scientific Management*. Indo-European Publishing. ISBN 1644395703.
- The 5S Philosophy, 2021. Online. *Ifloortape*. Dostupné z: <https://ifloortape.com/blog/the-5s-philosophy/>. [cit. 2023-12-18].
- TONDREAU, Beth, 2019. *Layout Basics*. Stiebner Verlag. ISBN 3830714505.
- TOX® PRESSOTECHNIK, 2016. *Tox-pressotechnik.com*. Online. Dostupné z: <https://cz.tox-pressotechnik.com/vyrobky/pohony/pneumaticko-hydraulicke-pohony/toxr-powerpackage-typ-s-typ-k/>. [cit. 2024-02-28].
- TRIDAS, S.R.O., 2015. *Tridas-pulp.cz*. Online. Dostupné z: <https://www.tridas-pulp.cz>. [cit. 2023-12-10]
- UNCHAINED ROBOTICS, 2023. *Unchainedrobotics.de*. Online. Dostupné z: <https://unchainedrobotics.de/en/category/roboer/industrial-robot>. [cit. 2024-02-28].
- URBAN, Jan, 2017. *Motivace a odměňování pracovníků*. Grada. ISBN 978-80-271-0227-3.
- WINTER, Helen, 2023. *The Business Analysis Handbook*. Kogan Page. ISBN 9781398610125.
- ZHAO-GUO, Yin Qian, Li Chun-Fa, Zhang Zhao-Guo, 2007. Ecological Industrial Engineering and Eco-Efficiency Analysis. Online. *Web of Science*. Dostupné z: <https://doi.org/10.1109/IEEM.2007.4419191>. [cit. 2023-11-30]

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AI	Artificial Intelligence
BIA	Business Impact Analysis
CAD	Computer Aided Design
CPS	Cyber Physical System
DT	Digital Twin
HMI	Human Machine Interface
ICT	Information and Communication Technology
IoT	Internet of Things
JIT	Just in Time
KPI	Key Performance Indicators
OEE	Overall Equipment Effectiveness
RIPRAN	Risk Project Analysis
ROI	Return on Investment
TPM	Total Production Management
TPS	Toyota Production System
TQM	Total Quality Management
WBSCD	World Business Council for Sustainable Development
WIP	Work in Progress

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Jedna ze starších podob Ganntova diagramu pro zkoušku neutrálního vztlaku (Lyons, 2018).....	14
Obrázek 2: Metoda 5S (The 5S Philosophy, 2021).....	18
Obrázek 3: Příklad využití metody 5S (The 5S Philosophy, 2021).....	19
Obrázek 4: Kaizen cyklus pro průběžné zlepšování (Diann, 2021).....	28
Obrázek 5: Druhy plýtvání ve štíhlé výrobě (Skhmot, 2017).....	29
Obrázek 6: Celosvětové společnosti s nejvíce AI patenty (Berman, 2019).....	37
Obrázek 7: Ukázka ochranného oplocení robotického pracoviště (Beneš, 2021).....	53
Obrázek 8: Organizační struktura společnosti Tridas, s.r.o. (vlastní zpracování).....	58
Obrázek 9: Ukázka průmyslových výrobků z nasávané kartonáže (Tridas, s.r.o., 2015)....	60
Obrázek 10: Ukázka výrobků z nasávané kartonáže používaných v elektronice (Tridas, s.r.o., 2015).....	60
Obrázek 30: Proces termoformingu nasávané kartonáže (Tridas, s.r.o., 2015).....	62
Obrázek 12: Procesní analýza (vlastní zpracování).....	63
Obrázek 13: Položka 14 (vlastní zpracování).....	68
Obrázek 14: Položka 18 (vlastní zpracování).....	69
Obrázek 15: KP linky v provozu (vlastní zpracování).....	70
Obrázek 31: Layout Současné výrobní haly (vlastní zpracování).....	75
Obrázek 17: Model Současné haly v Plant Simulation (vlastní zpracování).....	76
Obrázek 18: Pohon typu S od společnosti TOX (Tox® Pressotechnik, 2016).....	77
Obrázek 19: Model KP750 a KP_Dvojče v programu Plant Simulation (vlastní zpracování).....	78
Obrázek 20: Model KP_Vylepšené v softwaru Plant Simulation (vlastní zpracování).....	78
Obrázek 21: Model KP_Velké v Plant Simulation (vlastní zpracování).....	78
Obrázek 22: Porovnání celkové efektivity (OEE) jednotlivých KP linek (vlastní zpracování).....	80
Obrázek 23: Měsíční porovnání jednotlivých KP linek na základně vyrobeného počtu kusů (vlastní zpracování).....	81
Obrázek 24: První návrh nového layoutu výrobní haly (vlastní zpracování).....	89
Obrázek 25: Druhý návrh layoutu nové výrobní haly (vlastní zpracování).....	90
Obrázek 26: Finální návrh layoutu nové výrobní haly (vlastní zpracování).....	91
Obrázek 27: Model layoutu nové výrobní haly v Plant Simulation (vlastní zpracování)....	92
Obrázek 28: Automatizovaná KP_750 linka v Plant Simulation (vlastní zpracování).....	92

Obrázek 29: Ukázka simulace layoutu nové výrobní haly v provozu (vlastní zpracování)..	93
Obrázek 30: Měsíční porovnání KP linek výrobních hal (vlastní zpracování).....	95
Obrázek 31: Roční porovnání KP linek výrobních hal (vlastní zpracování).....	95
Obrázek 32: Průmyslový robot KUKA KR 10 (Unchained Robotics, 2023).....	96
Obrázek 33: Průmyslový robot KUKA KR 4 (Unchained Robotics, 2023).....	97
Obrázek 34: Paletový vozík NF20NL/1500 od slovenské společnosti SimpleLift (SimpleLift, 2023).....	97

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Data o jednotkových nákladech a počtu kusů	64
Tabulka 2: Data o spotřebě daných položek za poslední půlrok 2023	65
Tabulka 3: Výsledná data ABC analýzy (vlastní zpracování)	66
Tabulka 4: Výsledná data XYZ analýzy (vlastní zpracování)	67
Tabulka 5: Výsledné produkty dle analýz skladových zásob	68
Tabulka 6: Výsledné hodnoty celkové efektivnosti jednotlivých typů linek.....	74
Tabulka 7: Přehled vstupních dat typů KP linek (vlastní zpracování)	76
Tabulka 8: Výsledný počet vyrobených kusů naměřený simulací současného stavu.....	79
Tabulka 9: Matice rizik (vlastní zpracování)	85
Tabulka 10: Analýza dopadu na podnikání (vlastní zpracování)	88
Tabulka 11: Přehled vstupních dat položek	91
Tabulka 12: Měsíční a roční srovnání současné a nové výrobní haly	94
Tabulka 13: Přehled nákladů a zisků jednotlivých položek	98
Tabulka 14: Shrnutí projektové části se zaměřením	100

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Současná hala

Příloha P II: Návrh 1

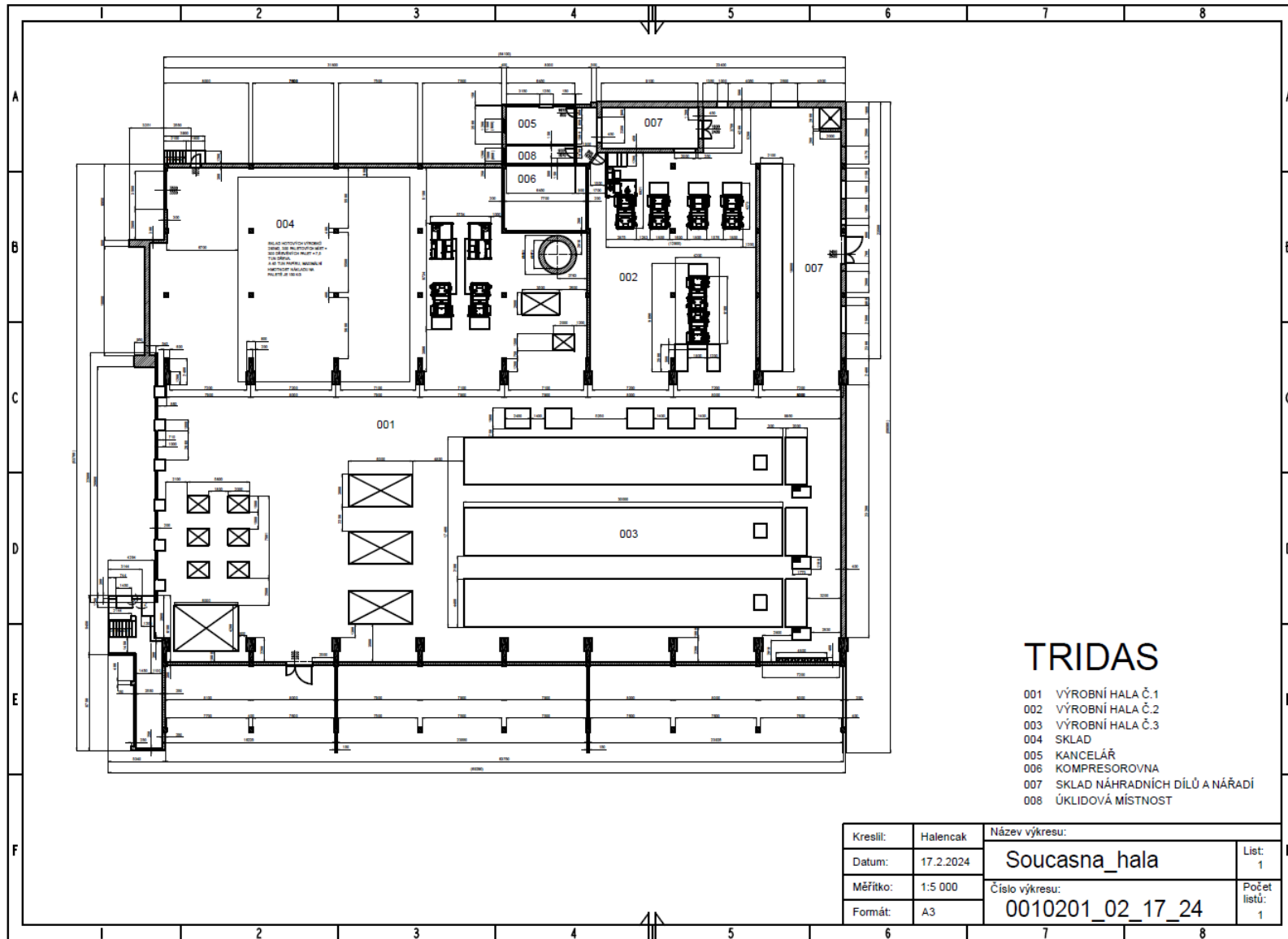
Příloha P III: Návrh 2

Příloha P IV: Návrh 8

Příloha P V: Časový harmonogram projektu

Příloha P VI: RIPRAN

PŘÍLOHA P I: SOUČASNÁ HALA

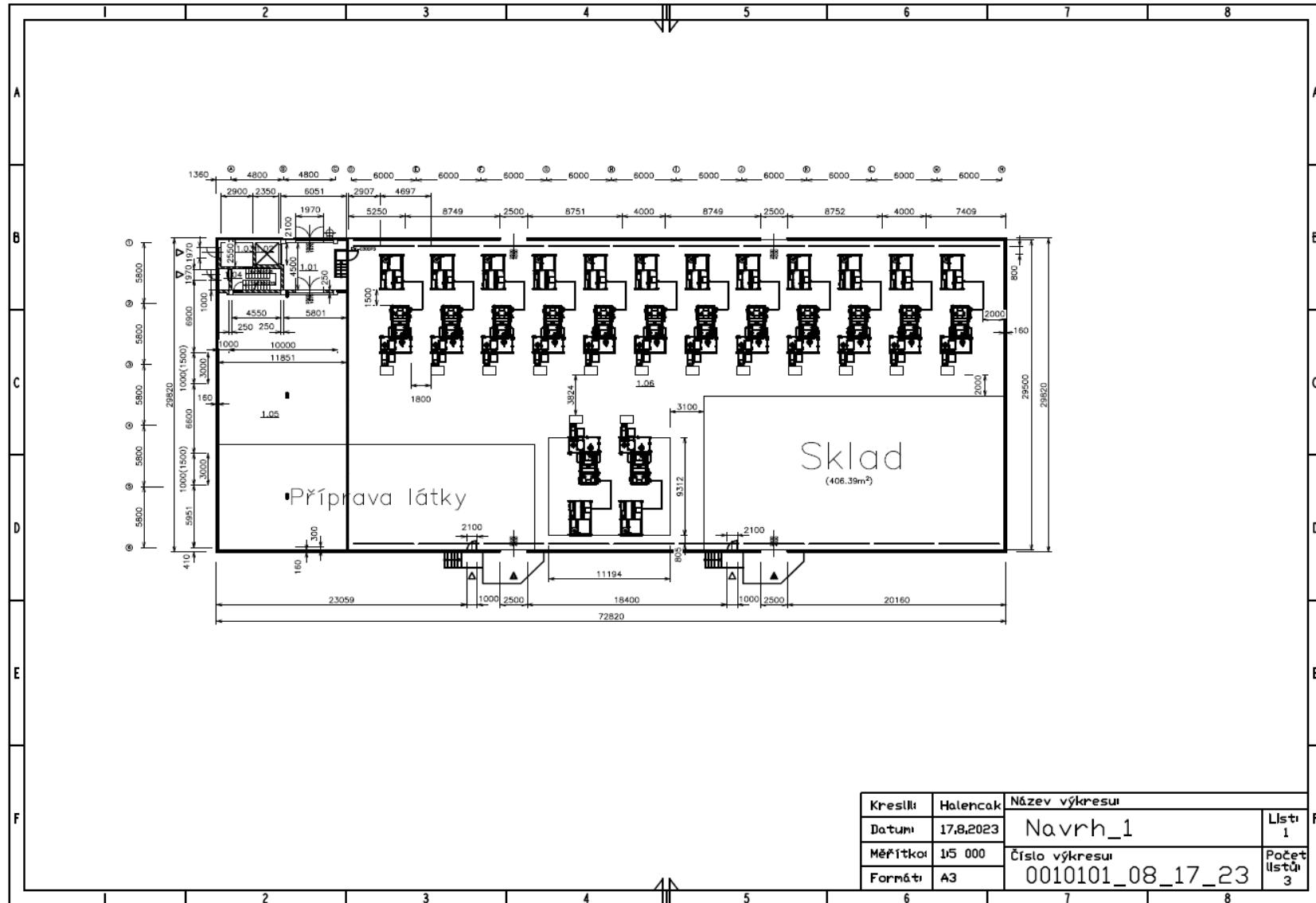


TRIDAS

- 001 VÝROBNÍ HALA Č.1
- 002 VÝROBNÍ HALA Č.2
- 003 VÝROBNÍ HALA Č.3
- 004 SKLAD
- 005 KANCELÁŘ
- 006 KOMPRESOROVNA
- 007 SKLAD NÁHRADNÍCH DÍLŮ A NÁŘADÍ
- 008 ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST

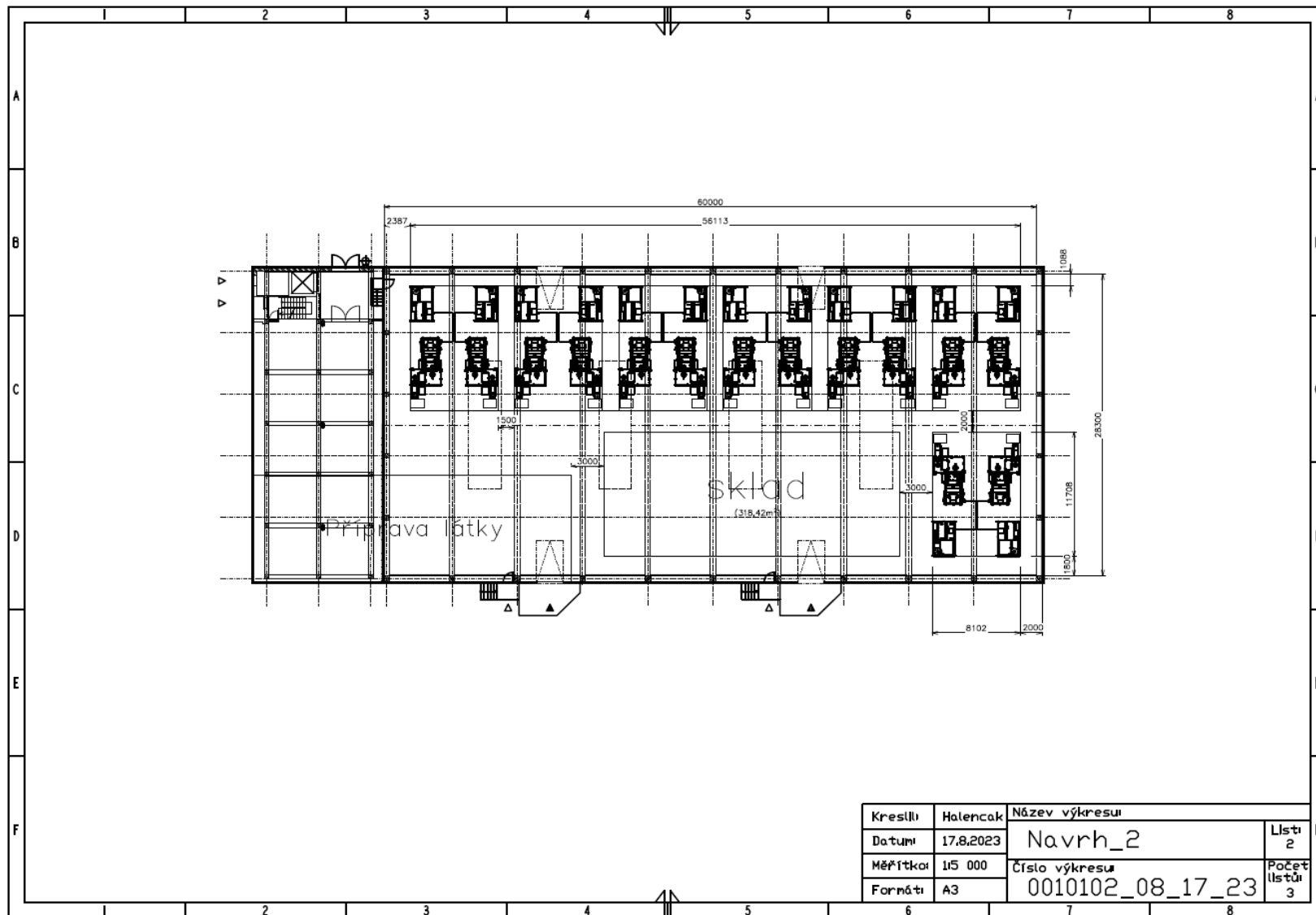
Kreslil:	Halencak	Název výkresu:	
Datum:	17.2.2024	Soucasna_hala	List: 1
Měřítko:	1:5 000	Číslo výkresu:	Počet listů: 1
Formát:	A3	0010201_02_17_24	

PŘÍLOHA P II: NÁVRH 1

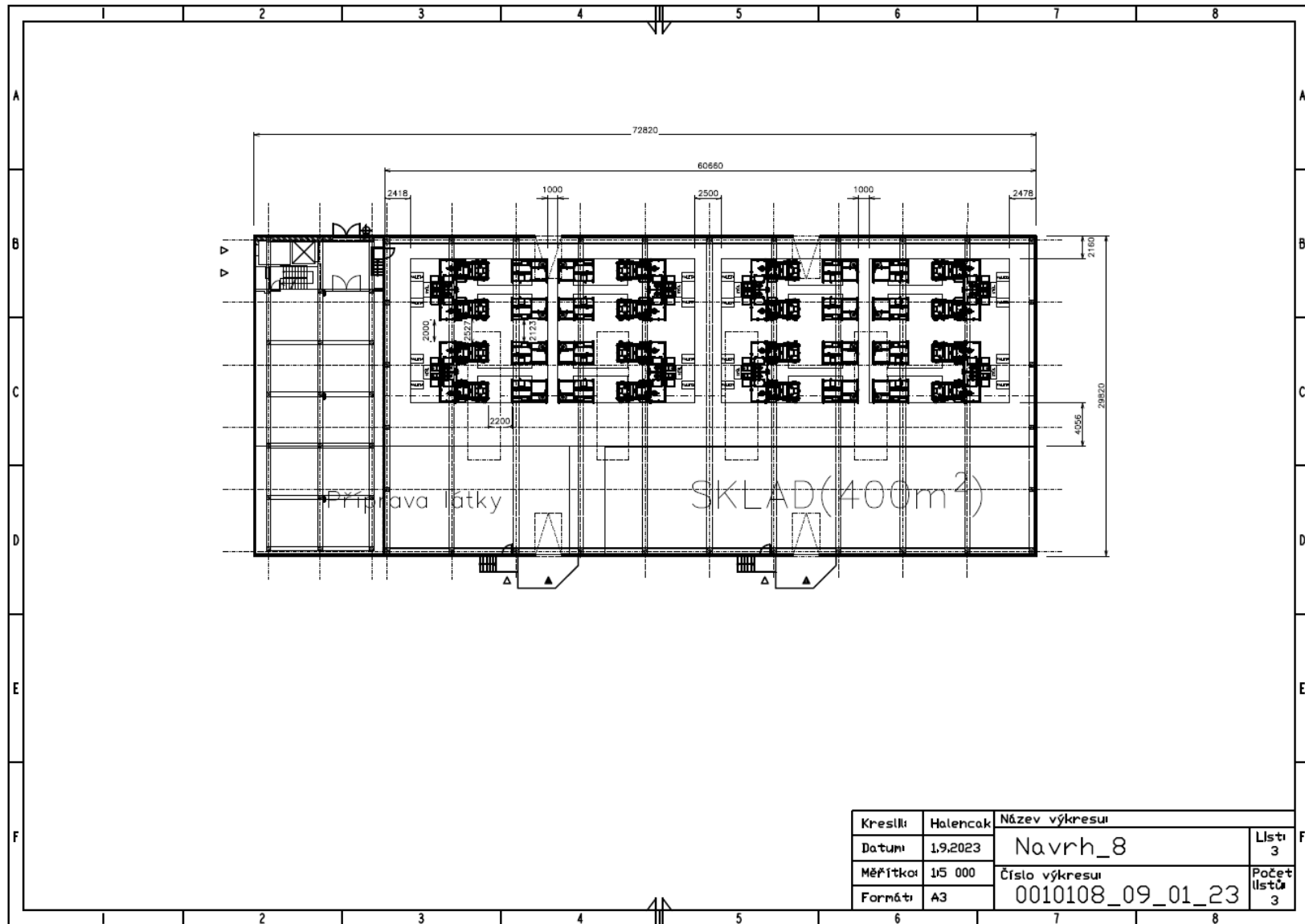


Kreslí:	Halencak	Název výkresu:	
Datum:	17.8.2023	Navrh_1	Lísti 1
Měřítko:	1:5 000	Číslo výkresu:	Počet lístů 3
Formát:	A3	0010101_08_17_23	

PŘÍLOHA P III: NÁVRH 2



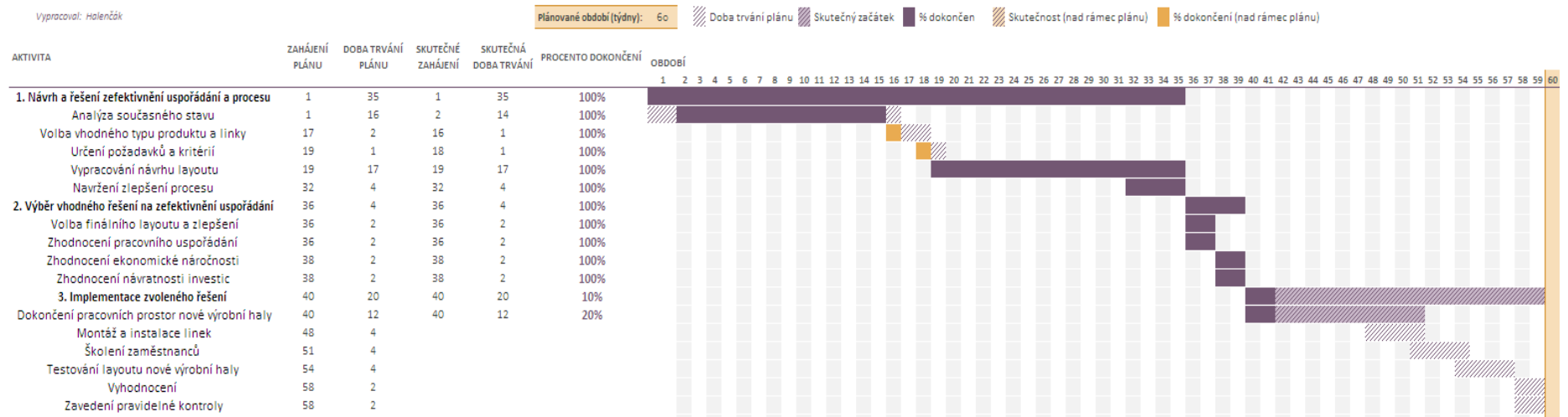
PŘÍLOHA P IV: NÁVRH 8



PŘÍLOHA P V: ČASOVÝ HARMONOGRAM PROJEKTU

TRIDAS

Vypracoval: Halenčík



PŘÍLOHA P VI: RIPRAN

Posouzení rizik

Vypracoval: Halenčák

Naposledy aktualizováno: 11.3.2024

ID	Název rizika	Scénář	Následky	Pravděpodobnost	Protiopatření	Hodnota rizika
1	Nedodržení časového harmonogramu	Zdržení realizačního kroku projektu.	Vysoké	Střední	Časová rezerva. Včasná vzájemná komunikace.	Závažné
2	Stavba (instalace rozvodů, montáž,...)	Nekvalitní dokončení nové výrobní haly.	Velmi Vysoké	Velmi nízká	Výběr spolehlivé stavební firmy.	Závažné
3	Proměnlivé požadavky	Během realizace projektu se mohou změnit požadavky na nový layout.	Nízké	Střední	Vzájemná včasná komunikace. Nalezení vhodného alternativa.	Mírné
4	Nezabezpečený pracovní prostor	Pracovní úraz zaměstnance.	Velmi Vysoké	Nízká	Návrh a stavba ochranného oplocení průmyslových robotů.	Kritické
5	Špatný dodavatel	Pozdní dodání součástek nebo dodání nekvalitních dílů pro kompletaci KP linek.	Vysoké	Nízká	Výběr ověřeného dodavatele. Sankce.	Závažné
6	Riziko poškození linky při přesouvání	Přesunutí zhotovených KP linek ze současné výrobní haly do nové.	Vysoké	Střední	Návrh a výroba speciální podesty pro bezpečný přesun.	Závažné
7	Nový zaměstnanci	Nedostatečná kvalifikace nových zaměstnanců.	Vysoké	Velmi nízká	Proškolení zaměstnanců.	Mírné
8	Finanční riziko	Finální náklady budou ve skutečnosti vyšší než předpokládané.	Velmi Vysoké	Nízká	Správný výpočet nákladů a investice.	Kritické
9	Energie	Další zvýšení nákladů za energie (elektřinu, vodu, plyn).	Střední	Vysoká	Budoucí možné scénáře nelze předvídat.	Závažné
10	Přírodní katastrofa	Poškození výrobní haly externími živly (požár, silný vítr, povodeň, zemetřesení).	Vysoké	Velmi nízká	Elektronické zabezpečovací systémy (kamery, čidla, hlásiče,...).	Mírné