

# Optimalizace výrobního procesu ve vybrané společnosti

Bc. Michal Foral

---

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. Michal Foral  
Osobní číslo: M22135  
Studijní program: N0488P050002 Průmyslové inženýrství  
Forma studia: Prezenční  
Téma práce: Optimalizace výrobního procesu ve vybrané společnosti

## Zásady pro vypracování

### Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

#### I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši zabývající se danou problematikou a formulujte teoretická východiska pro zpracování praktické části diplomové práce.

#### II. Praktická část

- Provedte analýzu současného stavu výrobního procesu ve vybrané společnosti.
- Vypracujte návrh řešení na optimalizaci výrobního procesu ve vybrané společnosti.
- Provedte zhodnocení navrhovaného řešení.

### Závěr

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

**Seznam doporučené literatury:**

- ALTMAN, Harry. *Lean: The Bible: 7 Manuscripts – Lean Startup, Lean Six Sigma, Lean Analytics, Lean Enterprise, Kanban, Scrum, Agile Project*. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2017. ISBN 9781978348684.
- BRAU, Sebastian J. *Lean manufacturing 4.0: The technological evolution of lean: practical guide on the correct use of technology in lean projects Kanban, 5S, TPM, Kaizen, VSM, 6Sigma, SMED OEE, Hoshin Kanri, Gemba, JIT, TPS, PDCA...* Boca Raton: American Lean SD, 2016. ISBN 9781539322948.
- CHROMJAKOVÁ, Felicita. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štíhlým řízením procesů*. Žilina: Georg, 2013. ISBN 978-80-8154-058-5.
- DUGGAN, Kevin J. *Creating mixed model value streams: practical lean techniques for building to demand*. CRC Press: Taylor & Francis Group, 2013. ISBN 978-1-4398-6843-0.
- JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-5717-9.

Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Felicita Chromjaková, 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 BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

### Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen 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/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

### Prohlašuji,

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

Ve Zlíně

Jméno a příjmení: Bc. Michal Foral

.....  
podpis diplomanta

## **ABSTRAKT**

Tato diplomová práce se věnuje optimalizaci výrobního procesu ve vybrané společnosti. V teoretické části je přiblížena teorie průmyslového inženýrství, průmyslového inženýra, výroby a metod průmyslového inženýrství. V praktické části se nachází současný výrobní proces a jeho analýza, která slouží jako podklad pro tvorbu návrhů. V projektové části jsou vybrané návrhy zpracovány ve formě projektu. V závěru diplomové práce se nachází zhodnocení projektu z hlediska přínosů.

Klíčová slova: layout, Kanban, projekt, proces

## **ABSTRACT**

This thesis focuses on the optimization of the production process in a selected company. In the theoretical part, the theory of industrial engineering, industrial engineer, production and industrial engineering methods are presented. The practical part contains the current manufacturing process and its analysis, which serves as a basis for the development of designs. In the design part, selected designs are developed in the form of a project. The thesis concludes with an evaluation of the project in terms of benefits.

Keywords: layout, Kanban, project, process

Zde bych chtěl poděkovat prof. Ing. Felicitě Chromjakové, PhD., za vedení a rady k vypracování diplomové práce. Dále chci poděkovat Ing. Jiřímu Lichovníkovi za možnost zpracovávat diplomovou práci v Servis Climax a.s., a jeho cenné rady, které mi poskytnul při zpracování diplomové práce. V neposlední řadě chci poděkovat svým rodičům a mému dědovi, který mě vždy plně podporoval.

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

# OBSAH

<b>ÚVOD.....</b>	<b>10</b>
<b>CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE.....</b>	<b>11</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST.....</b>	<b>12</b>
<b>1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....</b>	<b>13</b>
1.1 DEFINICE PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ .....	13
1.2 VÝVOJ PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ .....	13
1.4 DRUHY PLÝTVÁNÍ Z POHLEDU PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ .....	15
1.4.1 Nadprodukce .....	16
1.4.3 Zmetky .....	16
1.4.4 Zbytečné pohyby .....	17
1.4.5 Nadměrné zpracování.....	17
1.4.6 Čekání .....	17
1.4.7 Doprava .....	17
1.4.8 Nevyužití lidského potenciálu.....	18
<b>2 VÝROBA.....</b>	<b>19</b>
2.1 TYPY VÝROBY .....	19
2.2 ŘÍZENÍ VÝROBY .....	20
2.3 PLÁNOVÁNÍ VÝROBY .....	22
2.3.1 Metody plánování výroby .....	22
2.4 VÝROBNÍ PROCES .....	24
2.5 USPOŘÁDÁNÍ PRACOVÍŠŤ VE VÝROBNÍM PROCESU .....	25
<b>3 VYBRANÉ METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ.....</b>	<b>27</b>
3.1 KANBAN.....	27
3.1.1 Kanban signály.....	27
3.1.2 Kanban karty .....	27
3.1.3 Pravidla a předpoklady pro systém Kanban.....	28
3.2 VSM (VALUE STREAM MAPPING).....	29
3.2.1 Postup využití metody VSM .....	29
3.2.2 Hodnotový tok.....	30
3.3 ABC ANALÝZA.....	31
3.4 RIPRAN .....	32
<b>4 SHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI.....</b>	<b>33</b>
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST.....</b>	<b>34</b>
<b>5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI SERVIS CLIMAX, A.S.....</b>	<b>35</b>
5.1 ZÁKLADNÍ INFORMACE.....	35
5.2 HODNOTY SPOLEČNOSTI.....	35

5.3	MILNÍKY SPOLEČNOSTI.....	36
5.4	PRODUKTY .....	37
<b>6</b>	<b>ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VÝROBNÍHO PROCESU .....</b>	<b>40</b>
6.1	PROCES VÝROBY PERGOLY LAMELINO .....	40
6.1.1	Příjem vstupního materiálu .....	40
6.1.2	Skladování.....	41
6.1.3	Řezání.....	41
6.1.4	Obrábění.....	42
6.1.5	Kvalita kontroly výstupu.....	43
6.1.6	Lakování.....	44
6.1.7	Kompletace pergol .....	45
6.1.8	Balení .....	46
6.1.9	Expedice.....	47
6.2	MAPA SOUČASNÉHO STAVU.....	47
6.3	NÁVRHY KE ZLEPŠENÍ .....	51
6.3.1	Plán práce vypracováván mistrem samostatně.....	51
6.3.2	Velká zásoba profilů na skladě vstupního materiálu.....	52
6.3.3	Vysoká pracnost a dlouhá průběžná doba výroby na pracovišti obrábění.....	52
6.3.4	Pracoviště kompletace pergol – objednávací systém .....	54
6.3.5	Dlouhé přepravní trasy mezi operacemi .....	54
<b>7</b>	<b>SHRNUTÍ ANALYTICKÉ ČÁSTI .....</b>	<b>57</b>
7.1	MAPOVÁNÍ HODNOTOVÉHO TOKU V PROCESU VÝROBY PERGOL LAMELINO.....	57
7.1.1	Layout výrobní haly .....	57
<b>8</b>	<b>PROJEKTOVÁ ČÁST.....</b>	<b>59</b>
8.1	ZÁKLADNÍ ÚDAJE PROJEKTU.....	59
8.2	CÍLE PROJEKTU.....	59
8.3	HARMONOGRAM PROJEKTU .....	59
8.4	LOGICKÝ RÁMEC .....	60
8.5	ANALÝZA RIZIK.....	60
8.6	MAPA BUDOUCÍHO STAVU.....	61
9.1	LAYOUT A.....	65
9.1.1	Příprava pracoviště v layoutu A.....	68
9.1.2	Zhodnocení layoutu A.....	69
9.1.3	Doporučení pro layout A.....	69
9.2.2	Zhodnocení layoutu B .....	74
9.2.3	Stěhování pracovišť.....	75
9.3	SROVNÁNÍ LAYOUTU A A LAYOUTU B.....	75
10.1	OKRUH 1 .....	78
10.1.2	Umístění prvků Kanbanu v okruhu 1 .....	79



10.2	OKRUH 2 .....	80
10.2.2	Umístění prvků Kanbanu v okruhu 2 .....	81
10.3	KANBAN KARTY .....	82
10.4	ŠKOLENÍ PRACOVNÍKŮ SYSTÉMU KANBAN .....	82
10.5	DALŠÍ DOPORUČENÍ K SYSTÉMU KANBAN .....	83
<b>11</b>	<b>ZHODNOCENÍ PROJEKTU .....</b>	<b>84</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>86</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>87</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>90</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>91</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>92</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>93</b>

## ÚVOD

Tato diplomová práce popisuje optimalizaci výrobního procesu ve vybrané společnosti. Servis Climax, a.s., je výrobní společnost, která je předním výrobcem vnitřního a vnějšího stínění. Má několik výrobních hal, které se zaměřují na výrobu různých produktů pro koncového zákazníka. Společnost také nabízí možnost montáže vyráběných produktů u zákazníka. V nedávné době společnost odkoupila výrobní proces pergol Lamelino, který je potřeba optimalizovat. Společnost mi nabídla možnost tento výrobní proces optimalizovat a nechala mi volnou ruku z hlediska, jak se na výrobní proces zaměřím a zpracuju návrhy řešení z teoretických poznatků načerpaných při studiu v oboru průmyslového inženýrství.

Diplomová práce je rozdělena na dvě části hlavní části, teoretickou a praktickou. Teoretická část je zpracována ve formě literární rešerše. První kapitola diplomové práce je zaměřena na průmyslové inženýrství. Tato kapitola je rozdělena na definici průmyslového inženýrství, vývoj průmyslového inženýrství a také definici samotného průmyslového inženýra a jeho rolí. Na závěr kapitoly je pozornost věnovaná druhům plýtvání z pohledu průmyslového inženýrství. V druhé kapitole je pojednáváno o výrobě a jejích typech. Následuje řízení a plánování výroby. V závěru kapitoly je definován výrobní proces a uspořádání pracovišť ve výrobním procesu. Poslední kapitola je věnována metodám průmyslového inženýrství, která slouží jako teoretický podklad metod využitých v praktické části. Jedná se o metodu Kanban, VSM, ABC a RIPRAN.

Na začátku praktické části je představeno společnost Servis Climax, a.s. a její produkty. Následně je vypracována analýza současného stavu, kde je popsán samotný výrobní proces pergol Lamelino a také jsou zpracovány návrhy ke zlepšení současného stavu. Poté je navázáno projektovou částí, která se zabývá vybranými návrhy ke zlepšení jako je úprava layoutu výrobní haly a zavedení dvou kanbanových okruhů. Závěr práce je věnován zhodnocení projektu z hlediska přínosů pro společnost.

## CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cílem projektu je optimalizace výrobního procesu pergol Lamelino. Měřitelné hodnoty, které povedou ke splnění cíle jsou definované na úrovni 40% úspory přepravní trasy pergoly po výrobní hale, jak v překlenuté vzdálenosti, tak v čase přepravy. Další měřitelná hodnota je zkrácení průběžné doby výroby o 200 minut.

Cílem teoretické části je vypracovat pro čtenáře literární rešerši pro pochopení problematiky výroby, výrobního procesu a uspořádání pracovišť. Literární rešerše bude vypracována na základě studia literárních pramenů, odborných zdrojů a internetových zdrojů. Smyslem je definovat teoretické podklady pro řešení projektové částí diplomové práce.

V praktické části je úkolem představit společnost Servis Climax, a.s. V rámci provedené analýzy současného stavu jsou identifikovány potenciály ke zlepšení. Na jejich základě jsou v diplomové práci navrženy vybrané návrhy pro optimalizaci současného stavu. V praktické části budou využity následující nástroje a metody:

- VSM (Mapování toku hodnot)
- ABC analýza
- RIPRAN analýza
- Kanban
- Změna layoutu
- Logický rámec
- Školení operátorů
- Přímé pozorování výrobního procesu
- Vizualizace layoutu

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

## 1.1 Definice průmyslového inženýrství

Průmyslové inženýrství je obor, který se snaží eliminovat ztráty ve výrobních a administrativních procesech. Důležitým zájmem v průmyslovém inženýrství je co nejvíce eliminovat plýtvání ve výrobním procesu a co nejlépe nastavit propojení vazeb mezi výrobním procesem a administrativním procesem, které se navzájem ovlivňují a doplňují. Průmyslové inženýrství se neustále zabývá řešením organizace práce ve firmě, neustálému zlepšování a také nalézáním inovačních řešení. V dnešní době je též podstatné identifikování přidané hodnoty, která každý den ve firmě vzniká díky práci jejích lidí a je hlavním předmětem zájmu zákazníka. (Chromjaková, 2013)

Dlabač a Pavelka (2015) poukazují, že: „*Průmyslové inženýrství je poměrně mladý multidisciplinární obor, který kombinuje technické znalosti inženýrských oborů s poznatky z podnikového řízení. Průmyslové inženýrství se snaží o co nejefektivnější využívání firemních zdrojů (finanční zdroje, lidská práce, informace, znalosti a dovednosti samotných lidí...).* Hlavním úkolem tedy je racionalizace, optimalizace a zlepšování jak výrobních, tak nevýrobních procesů.“

## 1.2 Vývoj průmyslového inženýrství

Vývoj průmyslového inženýrství byl hlavně provázen vlivem Fredericka Winslow Taylora v letech 1858-1915. Frederick Winslow Taylor naznačil několik pravidel vědeckého přístupu ke zvýšení výkonnosti podniku. Tato pravidla byla primárně orientována na výkon pracovníků spojený s vysokou efektivností dalších navazujících pracovních pozic v závodech. Strategie Fredericka Winslow Taylora sledovala dva klíčové parametry:

- produktivitu člověka,
- produktivitu stroje. (Chromjaková, 2013)

Původní vznik lze tedy odvíjet od dob Fredericka Winslow Taylora, který je považován jako zakladatel průmyslového inženýrství. Další významné osobnosti jsou Adam Smith, Thomas Malthaus, David Ricardi a také John Stuart Mill. Všichni tito představitelé se zaměřili zejména na oblast zvyšování výkonnosti výrobních systémů. (Chromjaková, 2013)

Mangaroo-Pillay a Roopa (2021) pojednávají o tom, že vývoj průmyslového inženýrství můžeme rozdělit podle průmyslových revolucí.

Během první a druhé průmyslové revoluce se rozvoj vědeckého managementu projevil vznikem oblastí zaměření, jako jsou časové studie, standardizace, hromadná výroba, studie pohybu, teorie front, management, plánování zásob a statistická kontrola kvality.

Během druhé a třetí průmyslové revoluce se v průmyslovém inženýrství a operačním výzkumu objevily oblasti jako inženýrská ekonomika, manipulace s materiálem, produktivita, lidský faktor, síťové techniky, teorie rozhodování, teorie zásob, systémové inženýrství, simulace, automatizace (MRP) a informační systémy.

V současné době, na přelomu třetí a čtvrté průmyslové revoluce, lze pozorovat pokrok v průmyslovém a systémovém inženýrství. Zatímco tato éra stále probíhá, byly rozpoznány oblasti zaměřené na umělou inteligenci, počítačem integrovanou výrobu, štihlou výrobu, roboty, systémový design, počítačové sítě, teorii řízení, celkový systémový design, sociální systémy, kybernetiku a behaviorální teorii.

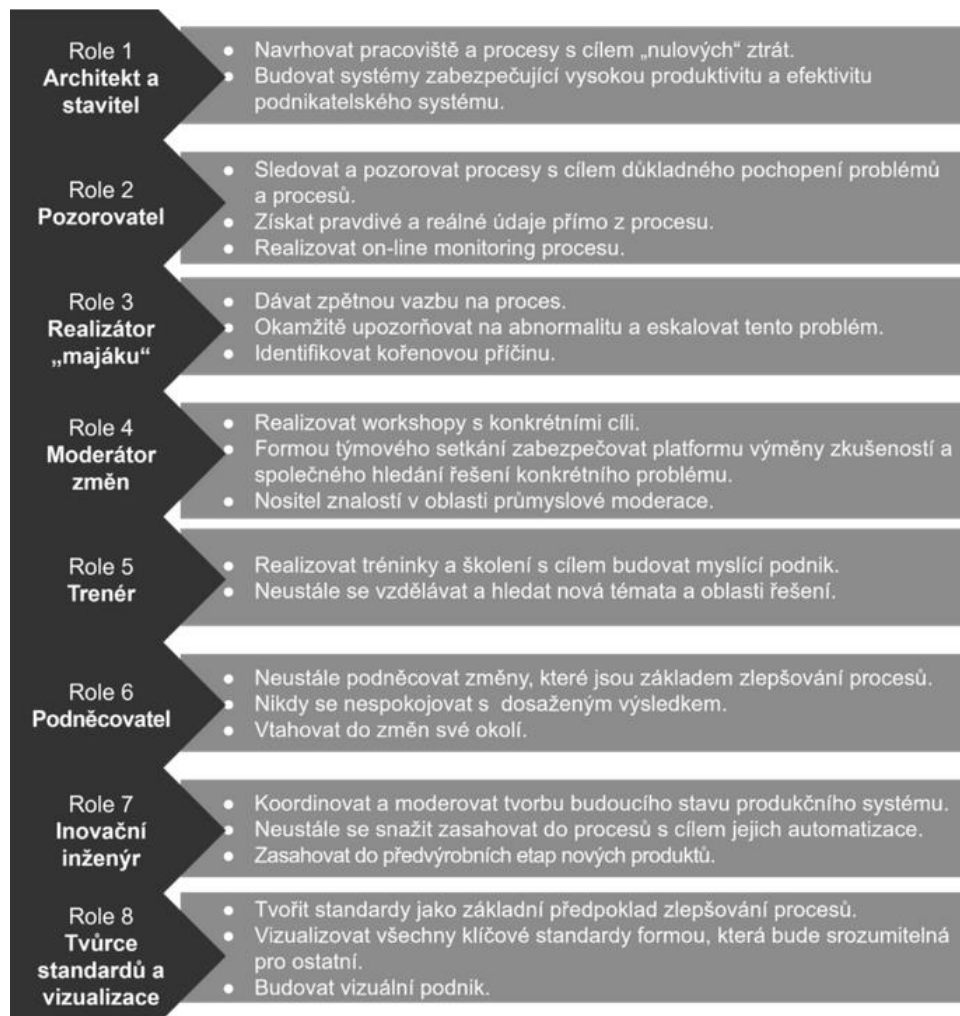
### 1.3 Průmyslový inženýr

Ve firmách má průmyslový inženýr několik různých názvů. Mezi ně patří průmyslový inženýr, procesní inženýr, manažer změn, lean manažer, lean koordinátor, lean specialista atd. Název této pozice se liší podle pracovní agendy pracovníka, ale ve velké míře jsou činnosti těchto pozic zlepšování a optimalizace procesů, tvorba standardů, tvorba norem, zlepšování kvality, eliminace plýtvání atd. (Debnár, 2023)

Dle Chromjakové (2013) je hlavním posláním pozice průmyslového inženýra motivace zaměstnanců ke změně myšlení o procesech a produktech směrem ke zvýšení jejich přidané hodnoty pro zákazníka. Za klíčové znalosti průmyslového inženýra dále uvádí:

- plánování a řízení projektů,
- plánování a organizování výroby,
- technická a technologická příprava výroby,
- analýza a měření práce,
- ergonomická stránka procesů,
- vývoj a implementace nových výrobních konceptů.

Průmysloví inženýři sehrávají určité role při výkonu práce. Tyto role jsou jistou oblastí a náplní práce, kterou průmyslový inženýr vykonává. Role průmyslového inženýra jsou nesmírně důležité, neboť z nich vycházejí principy, kterými se řídí. Tyto role se liší podle očekávání organizace a vedení. (Debnár, 2023)



Obrázek 1 Role průmyslového inženýra (Debnár, 2023)

## 1.4 Druhy plýtvání z pohledu průmyslového inženýrství

Veškerá výroba nebo činnosti, které ji podporují, se skládají z procesů, které zvyšují nebo nezvyšují hodnotu produktu. Ve výrobním procesu se plýtvání často označuje japonským slovem MUDA a označuje činnosti, které nepřidávají hodnotu produktu. Činnosti, které se vykonávají a přidávají hodnotu zároveň k sobě navazují činnosti, které hodnotu nepřidávají. Je také důležité zmínit, že za činnosti, které nepřidávají hodnotu, zákazník neplatí. Schopnost odhalit a eliminovat tyto činnosti s sebou nese snížení nákladů výroby a možnost vyššího zisku. (Bauer, 2012)

### 1.4.1 Nadprodukce

Skhnot (2017) uvedl, že 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. Při nadprodukcí také dochází k vyžadování větších kapitálových výdajů na financování výrobního procesu a nadměrné průběžné doby výroby. Kromě toho nadvýroba vede také ke zvýšení pravděpodobnosti, že výrobek nebo množství vyrobených výrobků budou nad rámec požadavků zákazníka.

Nadprodukce také vzniká za účelem vyššího využití výrobních kapacit, nebo pro vyrobení vyššího množství výrobků pro případ nouze. Z jedné strany tato situace řeší nouze jako výpadek stroje, nebo vysoká zmetkovitost, ale zároveň dochází k potřebě větších skladovacích prostorů a růstu dopravních a administrativních nákladů. (Jurová, 2016)

### 1.4.2 Zásoby

Dle Jurové (2016) vzniká tento druh plýtvání přílišným skladováním náhradních dílů, materiálu, nedokončené výroby a v neposlední řadě hotových výrobků. Skladováním těchto položek dochází k zaplnění skladovacích prostorů, ale i k vyvolání dalších nákladů na nové pracovníky a manipulační techniku. Ve štíhlé výrobě je tento druh plýtvání brán jako jeden z nejhorších, která může ve firmě vzniknout.

Za fyzické zásoby musí každá firma platit a riskuje jejich ztrátu. Cílem průmyslového inženýrství je proto směřovat firmu k nulovým zásobám na skladě a mít co nejméně rozpracovanosti. (Benedikt, 2019)

Na druhou stranu je často 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. (Skhnot, 2017)

### 1.4.3 Zmetky

Zmetky můžeme označit jako nekvalitní, nebo neshodné výrobky. Tyto výrobky často na sebe navazují další náklady z důvodu časové náročnosti jejich oprav. Opravy zmetků vyvolávají potřebu práce navíc. Některé vadné výrobky mohou také poškodit výrobní zařízení a dochází tak k dalším nákladům. V situaci, kdy se tyto výrobky dostanou až zákazníkovi, může dojít k poškození image firmy. (Jurová, 2016)



Skhnot (2017) píše o tom, že proti vadným výrobkům je potřeba učinit několik kroků. Nejprve je důležité vyhledat nejčastější závadu a zaměřit se na ni. Dále je potřeba navrhnout proces, který odhalí abnormality, a nepředávat vadné výrobky dál do výrobního procesu. Za další je důležité přepracovat proces tak, aby nevedl k vadám. A je potřeba použít standardizaci práce, aby byl zajištěn konzistentní výrobní proces, který je bez vad.

#### **1.4.4 Zbytečné pohyby**

Zbytečné pohyby zahrnují jakýkoli zbytečný pohyb osob, zařízení nebo strojů. Patří sem chůze, zvedání, natahování, ohýbání a přemísťování. Činnosti, které vyžadují nadměrný pohyb, by měly být přepracovány tak, aby se zlepšila práce pracovníků a zvýšila úroveň bezpečnosti a ochrany zdraví. (Skhnot, 2017)

U tohoto druhu plýtvání je třeba zjistit, které pohyby jsou nadbytečné a lze je vypustit. Zbytečné pohyby nepřidávají výrobku přidanou hodnotu, ale teprve přimontování součástky k výrobku je přidanou hodnotou pro výrobek. (Jurová, 2016)

#### **1.4.5 Nadměrné zpracování**

Skhnot (2017) uvádí, že nadměrným zpracováním se rozumí provedení více práce nebo přidání více komponentů k výrobku, než zákazník požaduje. Ve výrobě to může zahrnovat použití zařízení s vyšší přesností, než je nutné, použití více komponent, než je požadováno a více funkcí výrobku, než je potřeba. V kanceláři může nadměrné zpracování zahrnovat generování více podrobných zpráv, zbytečné kroky v procesu nákupu, vyžadování zbytečných podpisů na dokumentu a dvojí zadávání údajů.

#### **1.4.6 Čekání**

Při čekání nedochází ke vzniku přidané hodnoty výrobku, protože když pracovník čeká, nemůže pokračovat ve výrobním procesu. K tomuto druhu plýtvání dochází často při poruše stroje, kdy pracovník musí počkat na opravu. Dále dochází k čekání např. při nedostatku materiálu na pracovišti. Tento druh plýtvání může mít délku v řádech sekund, ale i minut. Spousta firem, které se zabývají štíhlou výrobou, se snaží najít a eliminovat čekání v řádu desetin vteřiny. (Jurová, 2016)

#### **1.4.7 Doprava**

Doprava je nezbytnou součástí výroby. V nejlepším případě by doprava byla jen přeprava materiálu do firmy a odvoz hotových produktů. V realitě je to však dosti odlišné. Výrobní

proces bývá rozdělen do několika úseků a sklady nejsou vždy přímo u výroby. Tok materiálu tak často bývá řešen vnitropodnikovou dopravou, ke které jsou vázány další náklady na vysokozdvizné vozíky, paletové vozíky atd. (Jurová, 2016)

Skhnot (2017) píše o tom, že plýtvání v dopravě zahrnuje přesun osob, nástrojů, materiálu, zařízení nebo výrobků dále, než je nutné. Nadměrný pohyb materiálu může vést k poškození a závadám výrobků. Nadměrný pohyb osob a zařízení může navíc vést ke zbytečné práci, většímu opotřebení a vyčerpání.

#### **1.4.8 Nevyužití lidského potenciálu**

Dle Benedikta (2019) je důležité zapojovat zaměstnance do systematického zlepšování kvality a produktivity. U lean firem toto zlepšování není jen aktivita navíc, ale přímo způsob řízení. Ve firmách často dochází k tomu, že jsou zaměstnanci přehlaceni požadavky zaměstnavatele a kvůli tomu si pak nápady často nechávají pro sebe.

V některých organizacích je odpovědností managementu plánování, organizování, kontrola a inovace výrobního procesu. 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)

## 2 VÝROBA

Výrobu můžeme definovat jako přeměnu výrobních faktorů na statky a služby, které se spotřebovávají. Statkem se většinou rozumí fyzická věc, která přispívá k blahobytu. Služba je naopak nehmotným statkem a jedná se o určitý úkon. (Keřkovský, Valsa, 2012)

*„Výrobní faktory (VF) jsou nejzákladnějšími ekonomickými zdroji a v podobě statků a služeb představují vstupy (inputs) do ekonomických procesů. Jsou vzácné, neboť jejich výskyt je omezený, ačkoliv potřeby lidstva jsou neomezené. Jednotlivé výrobní faktory, ale hlavně jejich vhodná kombinace v ekonomických aktivitách přináší efektivní výsledky, tedy výstupy (outputs) v podobě nových statků a služeb.“* (Kuchaříčková, 2011)

Dle Keřkovského a Valsy (2012) jsou výrobní faktory rozděleny na 4 skupiny:

- půda,
- práce,
- kapitál,
- informace.

Půda je výrobní faktor, který je nepřenosný a nerozmnožitelný a jedná se o souhrn přírodního prostředí. Práce je výrobní faktor, který je zaměřen na manuální činnost, jehož výsledkem je uspokojení potřeb lidí a zároveň je zdrojem příjmu. Kapitál je sekundární výrobní faktor, který vzniká jako výstup práce lidí. (Kuchaříčková, 2011)

### 2.1 Typy výroby

Typy výroby můžeme rozdělit podle několika kritérií.

Podle účasti pracovní síly:

- **Pracovní výroba:** Výroba je zpracovávána ručně pracovníky. Zejména typická pro řemeslnou výrobu.
- **Automatická výroba:** Výrobní proces je automatizován pomocí robotů a počítačů a je zde minimální lidský zásah.
- **Přírodní výroba:** Zde je výrobní proces závislý na přírodních procesech, do kterých zřídka zasahuje člověk. (Kulichová, 2023)

Podle opakovatelnosti výroby:

- **Kusová:** U tohoto typu výroby se jedná o výrobu menšího množství výrobků s větším množstvím typů výrobku a delší dobou výroby.
- **Sériová:** Sériová výroba je výroba produktu v sériích často se opakujících. Sériovou výrobu můžeme dále rozlišit podle velikosti série na malosériovou, středněsériovou a velkosériovou.
- **Hromadná:** Tento typ výroby je typický především kvůli výrobě velkého množství výrobků a vyrábí se malé množství typů výrobků. (Jurová, 2016)

Dle způsobů odběru:

- **Konstrukce na zakázku:** Výroba u tohoto typu výroby je přizpůsobena podle potřeby zákazníka od designu až po finální produkt.
- **Montáž na zakázku:** Zde jsou komponenty na finální produkt montovány podle potřeb zákazníka.
- **Výroba na zakázku:** Produkt je upravován podle potřeb zákazníka, ale je zde od něj menší zásah než u předešlých dvou typů.
- **Výroba na sklad:** Výroba nemá závazky k zákazníkům a produkt je vyráběn a skladován pro budoucí prodej.
- **Dávková a procesní výroba:** U tohoto typu výroby je vyráběno v dávkách. Každá dávka musí být prvně dokončena, než se začne vyrábět dávka další.

## 2.2 Řízení výroby

*„Řízení výroby je zaměřeno na dosažení optimálního fungování výrobních systémů s ohledem na vytyčené cíle. (Keřkovský a Valsa, 2012)*

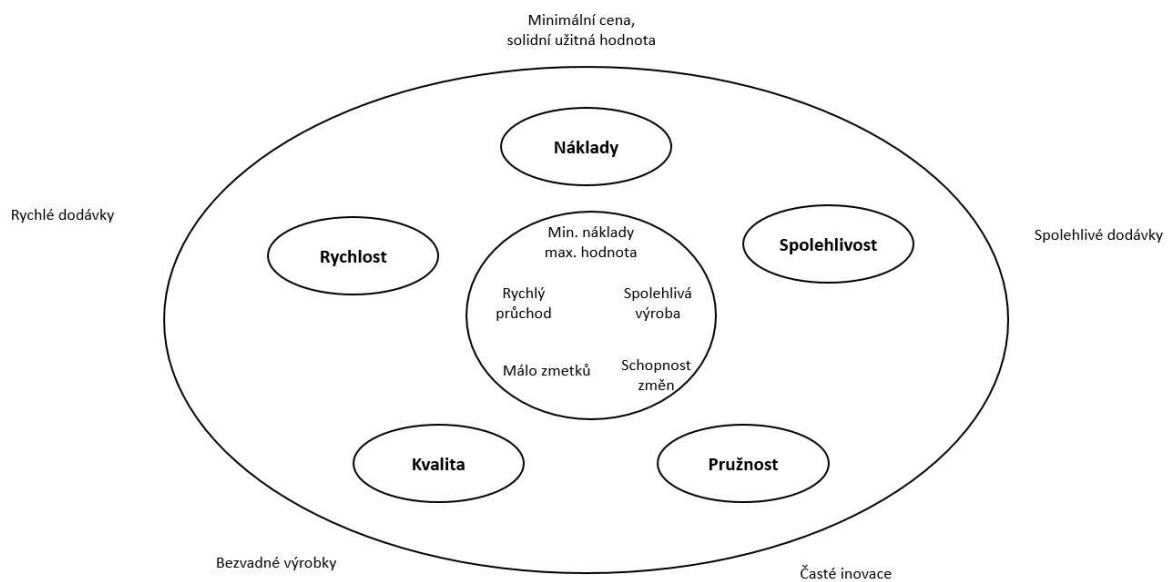
Dle Tomka a Vávrové (2007) je cílem řízení výroby regulovat, koordinovat a kontrolovat průběh výroby. V podniku musí docházet k transformaci tohoto nástroje do nové podoby. Management představuje řízení výrobního procesu, který se v průběhu často odchyľuje od prvotního postupu a cíle. Příčinou této odchylky jsou všichni účastníci řízení výrobního procesu.

Cíle řízení výroby by se měly vždy odvozovat od cílů definované v podnikové strategii. Z hlediska hierarchie cílů je většinou definován dlouhodobý cíl zvyšovat hodnotu firmy a

výnosů. Pro oblast řízení výroby jsou často odvozeny širší cíle, zejména uspokojování potřeb zákazníků a efektivní využívání výrobních zdrojů. (Keřkovský a Valsa, 2012)

Při konkretizaci těchto cílů pak dochází k definování cílů v řízení výroby, a to:

- produkty s vysokou technicko-ekonomickou úrovní,
- produkty s vysokou kvalitou,
- inovace,
- zvyšování konkurenceschopnosti,
- optimalizace spotřeby výrobních faktorů. (Keřkovský, Valsa, 2012)



Obrázek 2 Vnitřní a vnější význam cílů a kritérií řízení výroby (vlastní zpracování dle Keřkovského a Valsy, 2012)

Při definování cílů u řízení výroby je důležité rozpoznat vzájemnou prioritu cílů. Priority těchto cílů jsou v jednotlivých podnicích odlišné, protože každý podnik má jinou strategii řízení. (Keřkovský a Valsa, 2012)

### 2.2.1 Metody řízení výroby

Dle Tomka a Vávrové (2007) lze definovat několik metod řízení výroby.

#### **Řízení mistrem**

Řízení mistrem vychází z řízení a odpovědnosti jediným člověkem. U této metody řízení výroby mistr sám provádí všechny řídicí činnosti dle řízeného úseku výroby. Tato metoda se využívá zejména u méněstupňové výroby, kde je menší požadavek na kooperaci. (Tomek a Vávrová, 2007)

#### **Dispečerské řízení**

Dispečerské řízení rozšiřuje systém řízení na vícestupňovou výrobu s vyšším požadavkem na kooperaci. Dispečerská činnost je především kontrola plnění plánu a zajištění koordinace jednotlivých výrobních prvků. Dispečeri při neplnění plánu odstraňují nedostatky v co nejmenším časovém intervalu a také určují náhradní řešení. Organizace dispečerského řízení je závislá na velikosti podniku, organizační struktuře a složitosti výroby. (Tomek a Vávrová, 2007)

#### **Přímé řízení výroby**

Přímé řízení výroby má za úkol řídit výrobu tak, aby došlo k rovnoměrnému vytížení pracovišť, dodržení plánovaných termínů, optimální průběžné době výroby a k optimálnímu objemu výroby. Mezi činnostmi přímého řízení patří například rozvrhování práce na jednotlivá pracoviště, řízení pomocných procesů atd. (Tomek a Vávrová, 2007)

## 2.3 Plánování výroby

Plánování výroby často navazuje na plán prodeje, který určuje kapacitní možnosti podniku. Při plánování výroby je důležité plánovat objem a sortiment výroby podle vyráběných produktů. U plánování výroby je nezbytné zajistit výrobní plán výrobními kapacitami. Nezbytnou součástí plánování výroby je plánování podpůrných činností, které pomáhají zajistit výrobu a prodej. (Synek a Kislíngrová, 2010)

### 2.3.1 Metody plánování výroby

Tomek a Vávrová (2014) definují několik metod plánování výroby podle obecných postupů a využití standardních normativů řízení výroby.

### **Plánování podle zakázek**

Tato metoda plánování je spojená s kusovou výrobou. U této metody je důležitá komunikace se zákazníkem, kdy je potřeba zjistit jeho požadavky a navrhnout produkt tak, aby splňoval jeho požadavky. Zpravidla je požadavkem zajistit materiál, nářadí a další přípravy pro plnění zakázek v návaznosti na jiné probíhající zakázky. (Tomek a Vávrová, 2014)

### **Plánování podle předstihu**

Používá se zejména v sériové výrobě. Tato metoda je vhodná pro různé velikosti sérií v delších časových odstupech. Jakmile se výrobní cyklus rozdělí podle fází, dochází k přiřazení jednotlivých částí výrobku k časovým předstihům, aby došlo ke splnění požadavků na produkt. (Tomek, Vávrová, 2014)

### **Plánování podle norem a zásob nedokončené výroby**

Plánování podle norem a zásob nedokončené výroby se využívá hlavně u výrobků, které jsou vyráběny ve velkých sériích. Principem této metody je přiřazení normy zásob nedokončené výroby. Norma přiřazena jednotlivým zásobám je stanovena tak, aby došlo k bezporuchovému průběhu následného výrobního procesu. (Tomek a Vávrová, 2014)

### **Plánování podle rytmu odvádění**

Tato metoda je zejména využívána u hromadné výroby a zprostředkovává rytmus průběhu částí výrobku jednotlivými pracovišti. Předpokladem využití této metody plánování je stabilita výrobního procesu, proto je tato metoda nevhodná v procesech, u kterých často dochází ke změnám objemu výroby. (Tomek a Vávrová, 2014)

### **Plánování podle standardního plánu**

Využití metody je hlavně u sériové výroby, kde je dodržován standardní průběh výroby. Při využití této metody by nemělo vyhotovení finálního produktu přesahovat hranici jednoho dne. Důležitou součástí metody je standardní rozvrh zaměstnanosti jednotlivých pracovišť, podle něhož se řídí výroba v delším časovém úseku. (Tomek a Vávrová, 2014)

Všechny tyto metody můžeme rozdělit podle normativu operativního řízení výroby vyobrazené v tabulce 1.

Tabulka 1 Přehled použití normativů ve standardních metodách OPV (Tomek a Vávrová, 2014)

		Normativ operativního řízení výroby						
		velikost výrobní dávky	průběžná doba výroby	výrobní předstih	zásoba nedokončené výroby	výrobní takt a rytmus	zásoba rozpracované výroby	standardní plán práce linky
<b>Metody</b>	podle standardního plánu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	podle rytmu odvádění	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	podle zásob nedokončené výroby	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	podle předstihu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	podle zakázek		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				

## 2.4 Výrobní proces

Výrobní proces je sled úkonů, které firma vykonává s cílem vyrábět zboží a provádění služeb. Tyto úkony jsou prováděny plánovaně a postupně za účelem dosažení potřebných výsledků. Pro podporu výrobních procesů firmy využívají především informační technologie, které napomáhají k jejich plynulosti. (Jurová, 2016)

### Fáze výrobního procesu

- 1. Získávání materiálu:** V této fázi se firmy snaží získat potřebný materiál pro výrobu.
- 2. Výroba:** V druhé fázi dochází k transformaci vstupů na konečné výrobky.
- 3. Úprava produktu:** V poslední fázi dochází k doladění produktu podle potřeb zákazníka. (Jurová, 2016)

Jurová (2016) dělí výrobní proces na 2 kategorie, podle toho, jak je vynakládána práce k přeměně materiálu na výrobek:

- **Technologické procesy:** Procesy, které jsou prováděny podle technické dokumentace, která nám ukazuje, jak se má materiál přeměnit na konečný produkt pro zákazníka. Technologické procesy se člení na operace, úseky a pohyby.
- **Netechnologické procesy:** Zejména se jedná o procesy, které jsou pomocné a zabezpečují plynulý materiálový tok výrobou. Tyto procesy mají hlavní podstatu v činnostech jako jsou doprava, skladování, údržba atd.



## 2.5 Uspořádání pracovišť ve výrobním procesu

Při uspořádání pracovišť ve výrobním procesu je nejdůležitější vyřešit materiálový tok v průběhu výrobního procesu. U materiálového toku se bere v potaz zejména jeho rychlost, vzdálenost a plynulost přepravy. (Keřkovský a Valsa, 2012)

Dle Keřkovského a Valsy (2012) mohou být pracoviště ve výrobním procesu uspořádány:

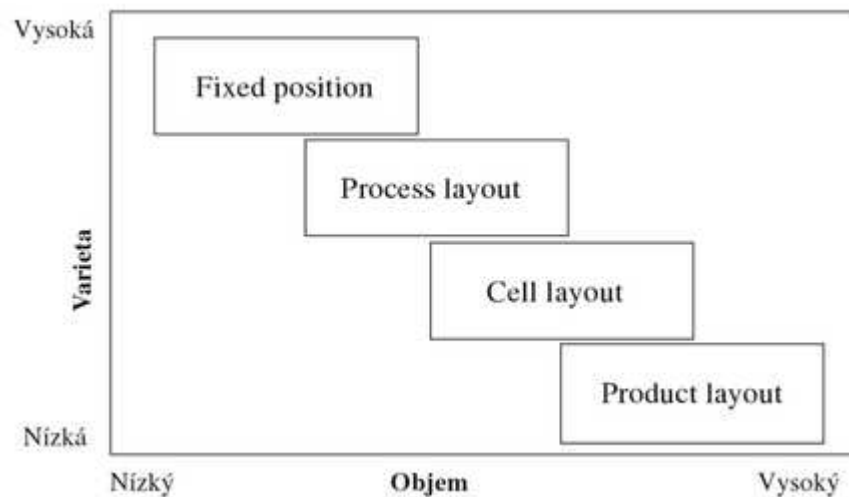
- **S pevnou pozicí výrobku (fixed position):** Výrobní zdroje jsou přesouvány do místa výroby a v průběhu výroby nedochází k jejich přesunu.
- **Technologické uspořádání (process layout):** Při tomto uspořádání dochází k vytvoření skupin podobných pracovišť. Tyto pracoviště nejsou seřazena podle technologického postupu, ale podle možnosti přesouvání rozpracované výroby mezi jednotlivými pracovišti.
- **Buňkové uspořádání (cell layout):** U tohoto druhu uspořádání jsou jednotlivá pracoviště uspořádána do buněk pro uskutečnění části výrobního procesu na jednom místě bez zbytečné přepravy vyráběného produktu mezi operacemi.
- **Předmětné uspořádání (product layout):** Pracoviště jsou uspořádána podle účelu tak, aby bylo dosaženo účelových potřeb zpracování výrobku a minimálních přesunů v rámci výrobního procesu.

Jednotlivá uspořádání pracovišť ve výrobním procesu mají své výhody i nevýhody. Ty jsou vyobrazeny v tabulce 2.

Tabulka 2 Nejdůležitější výhody a nevýhody jednotlivých způsobů uspořádání pracovišť (Keřkovský a Valsa, 2012)

	<b>Fixed position</b>	<b>Process layout</b>	<b>Cell layout</b>	<b>Product layout</b>
<b>Výhody</b>	velmi vysoká výrobová flexibilita odpadá manipulace s výrobkem (zákazníkem)	vysoká výrobová flexibilita snadná kontrola výroby	rychlý průchod dobré podmínky pro personál	nízké jednotkové náklady specializace zařízení a personálu vysoká produktivita
<b>Nevýhody</b>	vysoké jednotkové náklady plánování operací může být obtížné	nižší využití výrobních zdrojů (rozprac. výroba) komplikované toky materiálu	při změnách může být velmi nákladné potřeba prostoru vyšší	nepružnost malá odolnost proti poruchám neatraktivní charakter práce

Dle Keřkovského a Valsy (2012) musí podnik při výběru vhodného uspořádání pracovišť brát v úvahu i další faktory. Jedním z těchto faktorů je objem výroby, který podnik vyrábí. Druhým faktorem je variabilita vyráběných produktů. Oba faktory společně s vhodností jednotlivých způsobů uspořádání pracovišť jsou vyobrazeny na obrázku 3.



Obrázek 3 Souvislosti uspořádání pracovišť, variety výrobků a objemu výroby (Keřkovský a Valsa, 2012)

### 3 VYBRANÉ METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ

#### 3.1 Kanban

Kanban je systémové řízení a organizace výrobního toku. Podstatnou částí je cíleně řídit materiálový tok mezi pracovišti. Ve firmách se používají buď Kanban tabule s Kanban kartami nebo elektronická verze s RFID kódy. (Altman, 2017)

Turner (2020) pojednává o tom, že pokud je Kanban správně využit dochází k optimalizaci spotřeby času, efektivněji se řídí výrobní náklady, kvalita výroby a požadavky zákazníka.

##### 3.1.1 Kanban signály

System Kanban může využívat různé druhy signálů podle jeho využití. Tyto signály můžeme rozdělit následovně:

- **Kanban karta:** Karta Kanban se používá především pro standardní situace, jako je přesun položek z jednoho místa na druhé.
- **Look-see:** Signál Look-see usnadňuje všem zúčastněným práci, protože situace, ve které se nacházejí, ukazuje, co se děje v jejich okolí. Pokud je potřeba něco doručit nebo vrátit, všichni účastníci Kanban systému to uvidí a budou moci rychle reagovat.
- **E-maily:** E-maily umožňují rychlé doručení zpráv, díky kterým mohou být všichni účastníci v kontaktu a vždy vědět, co se v systému děje.
- **Elektronický Kanban:** Elektronický kanban využívá technologie a nástroje, které jsou složitější než obvyklé prvky. Mezi využívané technologie patří počítač, čtečka, nebo dotyková obrazovka. (Altman, 2017)

##### 3.1.2 Kanban karty

Karty Kanban jsou podobné bankovkám a papírovým měnám, které zákazníci vyměňují za výrobky a přání, jakmile jsou výrobky hotové a vyrobené. (Turner, 2020)

Dle Altmana (2017) by každá Kanban karta by měla obsahovat následující informace:

- název materiálu,
- název výrobce,
- množství požadovaného materiálu,
- sériové číslo Kanban karty,
- množství Kanban karet v okruhu.

Kanban karty dále můžeme rozdělit na několik druhů:

- **Transportní Kanban karta:** Tento druh karty je využíván hlavně pro transport materiálu, tzn. k přesunu materiálu z jednoho pracoviště na druhé. Transportní Kanban karty mohou být využity i v okruhu mezi centrálním skladem materiálu a pracovištěm zákazníka. Podstatou tohoto druhu Kanban karty je to, že na dodavatelském pracovišti je materiál téměř ihned a nevzniká potřeba využití Kanbanu pro řízení výroby.
- **Výrobní Kanban karta:** Oproti transportní Kanban kartě je výrobní karta využívána jako signál k uskutečnění určité činnosti. Na pracovišti dochází k zahájení výroby podle údajů obsažených na Kanban kartě, která určuje požadavek zákaznického pracoviště. Výrobní Kanban karta musí zároveň brát v potaz kapacitu dodavatelského výrobního pracoviště. (Kanban – Jak výroba tahem optimalizuje stav zásob a přispívá k efektivitě ve výrobě?, © 2011-2020)

### 3.1.3 Pravidla a předpoklady pro systém Kanban

Pro zavedení systému Kanban je důležité vyřešit určité předpoklady pro zavedení systému a také určit pravidla tohoto systému. Příkladem předpokladů pro tento systém může být kvalitně vyškolený personál, úroveň a připravenost managementu, výborné uspořádání pracovišť ve výrobním procesu a také plynulý materiálový tok. (Altman, 2017)

Mezi základní pravidla pro zajištění správného fungování systému Kanban patří:

- pokud informace o dodávce nejsou uvedeny na Kanban kartě, tak nevyrobějte další zásoby,
- objednávka musí být vždy pouze podle současných potřeb,

- jestliže na pracovišti nejsou už žádné Kanban karty, nesmí se provádět žádné operace,
- položky převážené mezi pracovišti musí mít vždy Kanban kartu,
- do dalších operací by neměly být posílány poškozené kusy. (Kanban – Jak výroba tahem optimalizuje stav zásob a přispívá k efektivitě ve výrobě?, © 2011-2020)

### 3.2 VSM (Value stream mapping)

Mapování hodnotového toku je vizualizační metoda, která nám umožňuje zmapovat hodnotový tok od surového materiálu až k zákazníkovi. Předpokladem mapování toku hodnot je identifikovat plýtvání a následné návrhy, které povedou ke snížení plýtvání nebo k odstranění plýtvání. (Duggan, 2013)

Chromjaková a Rajnoha (2011) říkají že, VSM je vizuální zaznamenání procesů, které přinášejí přidanou hodnotu a zahrnují tok materiálů a informací přes výrobní jednotky, je důležité pro celkový přehled s klíčovými ukazateli. Tento proces začíná analýzou současné situace a pokračuje tvorbou mapy budoucích stavů, která slouží jako cíl pro optimalizaci a zlepšení výkonnosti.

#### 3.2.1 Postup využití metody VSM

Při zpracování hodnotového toku je důležité se řídit určitými kroky. Těchto kroků je celkem 5:

##### Výběr výrobní rodiny

Základem každé mapy toku hodnot je porozumění propojení výrobního procesu pro specifickou skupinu výrobků, které sdílejí podobné výrobní procesy a využívají stejná výrobní zařízení. Důležitým faktorem při výběru výrobní rodiny je skutečnost, že naši zákazníci mají zájem pouze o jeden konkrétní produkt z nabídky, nikoliv o celý sortiment. Tím pádem nemůžeme zahrnout všechny výrobní toky do jedné mapy a na základě toho rozhodovat o výrobě. (Chromjaková a Rajnoha, 2011)

##### Vytvoření mapy současného stavu

Druhým krokem je vytvoření mapy současného stavu. Při vytváření této mapy je důležité podrobně zaznamenat všechny kroky, operace, materiálové a informační toky spojené s vybraným procesem, směnnost, dostupnost, stav zásob atd. Dále se identifikuje přidaná a

nepřidaná hodnota jednotlivých operací. Při tvorbě této mapy se používají standardizované symboly pro různé prvky procesu, aby bylo snadné porozumět mapě. (Duggan, 2013)

Pro každou mapu jsou důležité její výstupní informace. Brau (2016) uvádí, že mezi tyto výstupní informace patří:

- VA time – součet časů činností přidávajících hodnotu. Tato
- NVA time – součet časů činností nepřidávajících hodnotu.
- LT – průběžná doba výroby, součet VA time a NVA time.
- VA index – poměr časů VA a LT.
- Množství rozpracované výroby

### **Vytvoření mapy budoucího stavu**

Vytvoření mapy budoucího stavu nastává po vyhodnocení mapy současného stavu. Na základě výstupu mapy současného stavu se navrhuje optimalizovaná verze procesu, která minimalizuje plýtvání a maximalizuje přidanou hodnotu. Tento navrhovaný budoucí stav by měl být realistický a proveditelný s ohledem na dostupné zdroje a technologie. (Duggan, 2013)

### **Vytvoření implementačního plánu**

Abychom převedli mapu budoucího stavu na mapu současného stavu musíme vytvořit implementační plán. Implementační plán zahrnuje vytvoření smyček z mapy budoucího stavu. Tyto smyčky jsou vyobrazeny na místech, kde je potřeba proces optimalizovat. U všech smyček se naplánují návrhy na jejich optimalizaci. Také se musí stanovit měřitelné cíle např. snížení průběžné doby výroby. (Duggan, 2013)

### **Implementace budoucího stavu**

Posledním krokem je implementace budoucího stavu. Tato implementace zahrnuje aplikaci nástrojů štíhlého podniku, které pomohou převést budoucí stav na stav současný. (Duggan, 2013)

### **3.2.2 Hodnotový tok**

Hodnotový tok je součástí metody VSM, který vyobrazuje pohyby materiálu a informací napříč celým procesem.

### **Materiálový tok**

Materiálový tok zahrnuje pohyb jednotlivých komponentů přes výrobní systém. Na VSM mapě se obvykle znázorňuje pohyb materiálu směrem zleva doprava. Dodavatelé jsou nejčastěji umístěni na levé části mapy a zákazník na pravé části. V rámci výrobního procesu může docházet ke spojování a rozdělování materiálových toků. Například v montážním procesu se často různé toky materiálu kombinují. (Roser, 2015)

### **Informační tok**

Výrobní procesy musí vědět, co mají vyrábět. Proto musí informační tok směřovat alespoň k první operaci ve výrobním procesu. Touto informací může být výrobní příkaz, objednávka nebo plány výroby. Řídicí systém také může potřebovat informace o výrobním procesu. V závislosti na způsobu řízení výroby může být nutné shromažďovat údaje o vyráběných položkách nebo o položkách v zásobách. Tok informací tedy může jít také zpětně od výroby k řízení výroby. (Roser, 2015)

## **3.3 ABC analýza**

ABC analýza je technika řízení zásob, která určuje hodnotu položek zásob na základě jejich důležitosti pro podnik. ABC řadí položky na základě údajů o poptávce, nákladech, rizicích a manažeři na základě těchto kritérií seskupují položky do tříd. (Jenkins, 2023)

Tomek a Vávrová (2014) se zmiňují o tom, že ABC analýza je spojena s Paretovým pravidlem. Paretovo pravidlo říká, že většina výsledků pochází pouze z 20 % úsilí nebo příčin v každém systému. Na základě Paretova pravidla 80/20 identifikuje analýza ABC 20 % položek, které přináší přibližně 80 % hodnoty. U většiny firem je malý počet položek A, o něco větší skupinu položek B a velkou skupinu položek C, tedy kategorii, která definuje většinu položek.

Položky v ABC analýze můžeme rozdělit do 3 skupin:

- **Skupina A:** Důležité položky v procesu. Jsou specifické nízkým počtem na skladě (20 %), ale mají velký podíl na obratu (80 %).
- **Skupina B:** Položky s menším významem. Mají větší zastoupení na skladě oproti skupině A (30 %), ale mají menší podíl na obratu (15 %).
- **Skupina C:** Velké zastoupení na skladě (50 %) s velmi malým podílem na obratu (5 %).

### 3.4 RIPRAN

Metoda RIPRAN (RIsk PROject ANalysis) představuje empirickou metodu analýzy rizik projektu. Vychází z procesního pojetí analýzy rizik a chápe analýzu rizik jako proces (vstupy do procesu – výstupy z procesu – činnosti transformující vstupy na výstupy s určitými cíli). RIPRAN se zaměřuje zejména na zpracování analýzy rizik projektu, kterou je třeba provést před jeho realizací. To však neznamená, že bychom neměli pracovat s hrozbami i v jiných fázích. V každé fázi životního cyklu projektu bychom měli provádět činnosti, které vedou ke sběru dat pro analýzu rizik pro fázi realizace projektu a vyhodnocovat potenciální rizika úspěchu jednotlivých fází, na kterých aktuálně pracujeme. Zachycená rizika pak použijeme pro celkovou analýzu rizik projektu. Metodu tak RIPRAN lze použít ve všech fázích projektu. (Bočková a Lajčín, 2019)

Metodu RIPRAN lze rozdělit do 4 kroků:

- **Identifikace nebezpečí projektu:** V tomto kroku se provádí identifikace hrozeb sestavením seznamu. Seznam se tvoří většinou do tabulky. Postupuje se tak, že k hrozbě hledáme scénář, který může nastat nebo opačně ke scénáři hledáme hrozbu.
- **Kvantifikace rizik projektu:** V druhém kroku dochází k rozšíření tabulky o kvantifikaci rizika. Kvantifikace rizika v tomto případě znamená pravděpodobnost scénáře, hodnota dopadu scénáře a výsledná hodnota rizika.
- **Reakce na rizika projektu:** V dalším kroku se definují opatření k řešení identifikovaných rizik. Tyto opatření rozšiřují již zmíněnou tabulku.
- **Posouzení rizik projektu:** V posledním kroku dochází k posouzení rizik projektu a odpovídá se na otázku, zdali je možné v projektu pokračovat bez dalších zvláštních opatření. (Doležal et al., 2012)



## 4 SHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI

Teoretická část této diplomové práce je rozdělena do tří kapitol. Pro celou teoretickou část bylo čerpáno ze zahraničních a domácích zdrojů odborné literatury.

V první kapitole teoretické části je pojednáváno o průmyslovém inženýrství a jeho historickém vývoji. Dále se definoval průmyslový inženýr, jeho potřebné znalosti a role průmyslového inženýra. Poslední část této kapitoly pojednává o druzích plýtvání z pohledu průmyslového inženýrství.

Druhá kapitola teoretické části je věnována výrobě. Zde je výroba definována a rozdělena podle typů výroby. Dále dochází k definici řízení výroby a metod řízení výroby. Následně se pojednává o plánování výroby a o metodách spojených s plánováním výroby. V závěru této kapitoly se pojednává o výrobním procesu a uspořádání pracovišť ve výrobním procesu.

Poslední kapitola teoretické části pojednává o metodách průmyslového inženýrství, které slouží k popsání metod pro praktickou část diplomové práce. Tato kapitola je zaměřena na metody jako je Kanban. Dále pak metoda VSM, kde je tato metoda definována a popsán postup využití této metody. Následně ABC analýza a metoda RIPRAN.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI SERVIS CLIMAX, A.S.

V této části textu bude představena vybraná výrobní společnost Servis Climax, a.s., kde mi bylo umožněno zpracovávat diplomovou práci.

### 5.1 Základní informace

Společnost Servis Climax, a.s., se zabývá výrobou vnějšího a vnitřního stínění pro všechny druhy staveb. V současnosti se dá říct, že se jedná o největší firmu výroby stínění v České republice. Společnost Servis Climax, a.s., si chce tuto pozici udržet i do budoucna, a proto se snaží neustále inovovat své produkty a kvalitu svých služeb. Vznik společnosti se datuje do roku 1992.



Obrázek 4 Logo společnosti (SERVIS CLIMAX, © 2020)

Sídlo společnosti: Jasenice 1253, 755 01 Vsetín

Počet zaměstnanců: 567

Počet prodejen: 88

### 5.2 Hodnoty společnosti

Společnost Servis Climax, a.s., má rozdělené své hodnoty do 3 kategorií a to:

- budoucnost,
- pravidla,
- odpovědnost.

O budoucnosti společnosti říká zakladatel Miroslav Jakubec © 2020, že „*Při budování naší společnosti pro mě byly vždy důležité tyto vlastnosti: tvořivost, pracovitost, inteligence,*

*přátelskost, slušnost. Tyto hodnoty nám pomáhají k tomu, abychom se každý den o kousek zlepšili. Když se takto budeme chovat dostatečně dlouho, není nic, co by nás zastavilo na naší cestě stát se jedním z nejlepších výrobců stínící techniky na světě."*

Pravidla společnosti Servis Climax, a.s., jsou zaměřena na věnování plné pozornosti zákazníkům a obchodním partnerům při komunikaci. Komunikace je rovnoprávná, čestná, otevřená, s úctou a férová. Učí se ze zkušeností druhých a předávají jim i své. Podpora samostatné práce, delegace a odpovědnosti.

Odpovědnost společnosti Servis Climax, a.s., se projevuje stabilitou pracovních míst. Celoživotní vzdělávání, ve kterém je zahrnut důraz na osobní rozvoj zaměstnanců a zdokonalování svých znalostí a dovedností. U vztahu mezi prací a rodinou je pro společnost důležité vycházet maximálně vstříc potřebám zaměstnanců. Dále jsou to výrobky s pozitivním dopadem na životní prostředí, které pomáhají šetřit energii a přispívají tak k lepšímu životnímu prostředí. Jako poslední odpovědnost společnosti Servis Climax, a.s., je společenská odpovědnost, kde je kladen důraz na podporu dětí a mládeže, sportovních a kulturních aktivit.

### **5.3 Milníky společnosti**

První kroky společnosti datují k roku 1992. Společnost začínala s montáží dveří a oken. Následně přešla na vlastní výrobu vnitřních žaluzií.

V roce 2006 se společnost odloučila od montážních činností a přešla k výrobě na míru a následným inovacím produktů.

Rok 2009 znamenal pro společnost opravdu hodně, protože poprvé získala ocenění v soutěži Českých 100 nejlepších.

V roce 2011 se společnost Servis Climax, a.s., dostala do finále celorepublikové soutěže Podnikatel roku, kde se z tisíců přihlášených majitel společnosti Miroslav Jakubec dostal do TOP 6.

V roce 2013 i přes požár střechy proběhla rozsáhlá rekonstrukce výrobních prostorů a v roce 2015 se rozšířily výrobní prostory na 20 000 m<sup>2</sup>.

Roky 2016 a 2017 znamenaly pro společnost Servis Climax, a.s., expanzi do zahraničí. Byly vytvořeny dvě dceřiné společnosti - Climax Swiss ve Švýcarsku a Baumann Hüppe ve Francii. V roce 2017 společnost také zaznamenala rekordní obrát 1 miliardu Kč.

Dále si společnost vysloužila v roce 2018 dvě ocenění v rámci soutěže Vodafone Firma roku. V soutěži se umístila na 2. místě v kategorii Firma roku Zlínského kraje.

Za své dárcovství a dobročinnost byla společnost odměněna v roce 2020 městem Vsetín titulem Firemní filantrop.

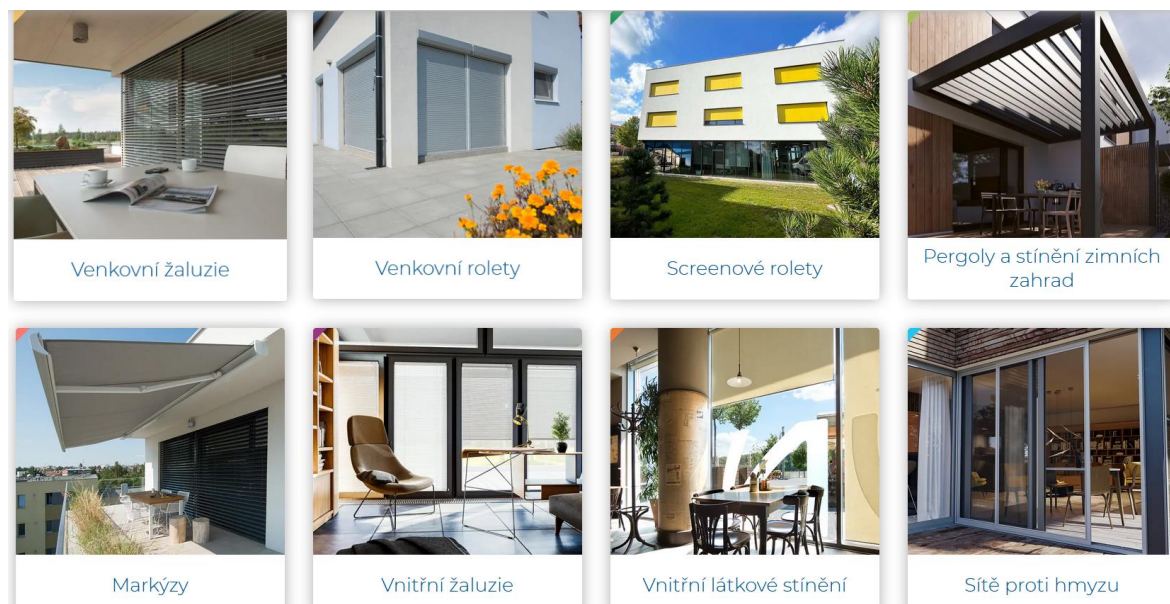
Roku 2021 byla postavena nová výrobní hala. V této hale se nacházejí dvě práškové lakovny a došlo tak k rozšíření výrobních prostorů na 40 000 m<sup>2</sup>.

Rok 2022 pro společnost znamenal 30. výročí od jejího založení v roce 1992.

V současné době společnost Servis Climax, a.s., investuje hodně peněz do inovací svých produktů a rozšiřování sortimentu o nové produkty. Jedná s novými obchodními partnery po celém světě. Momentálně vyváží své výrobky do 35 zemí světa.

## 5.4 Produkty

Produkty společnosti Servis Climax, a.s., jsou rozděleny do 8 kategorií. Rozdělení těchto kategorií můžeme vidět na následujícím obrázku:



Obrázek 5 Produkty společnosti Servis Climax, a.s. (Katalog produktů, © 2020)

Produkty nabízí na svém e-shopu, zákazníci mohou v případě zájmu kontaktovat společnost e-mailem nebo telefonicky. Tento způsob je nutný, protože se často jedná o produkty na míru. Společnost Servis Climax, a.s., rozváží své produkty do 35 zemí světa. V České

republike rozváží 66 prodejcům stínící techniky, kteří mají možnost nabízet tyto produkty ve svých prodejnách a e-shopech.

### **Venkovní žaluzie**

Venkovní žaluzie od společnosti Servis Climax, a.s., jsou nejpoužívanějším typem venkovního stínění oken. Venkovní žaluzie patří do kategorie venkovní stínění, které chrání soukromí.

Venkovní žaluzie nabízí v několika provedeních, a to:

- v podomítkové schránce,
- v samonosném provedení COMFORT,
- v nadokenním překladu HELUZ,
- s krytem z hliníkového plechu.

### **Venkovní rolety**

Venkovní rolety chrání vnitřní prostory před venkovním hlukem, ale také tvoří ochranu před venkovním počasím. V zimních měsících šetří energií. Tyto rolety společnost nabízí také s možností přidání ochrany proti hmyzu.

Venkovní rolety jsou společností nabízeny v různých provedeních následovně:

- předokenní montáž,
- montáž do překladu,
- podomítková montáž.

### **Screenové rolety**

Tento typ rolet je jedním z moderních alternativ venkovního stínění. Jedná se o látkové stínění, které lze použít i jako clona pro pergoly, která slouží jako boční zástěna.

### **Pergoly**

Pergoly od společnosti Servis Climax, a.s., jsou rozděleny na hliníkové pergoly a modernější bioklimatické pergoly.

### **Markýzy**

Markýzy jsou spolehlivou ochranou před sluncem. Markýzy jsou rozděleny do dvou variant, které se liší svou konstrukcí, a to na kazetové a otevřené markýzy. Otevřené markýzy se

používají na zastínění teras a venkovních posezení. Kazetové markýzy jsou také používány na zastínění teras a venkovních posezení, ale ve své konstrukci mají přítomný designový box.

### **Vnitřní žaluzie**

Vnitřní žaluzie jsou nejpoužívanější variantou vnitřního stínění, protože jsou nejvíce cenově dostupné a mají jednoduchou údržbu. Svou konstrukcí jsou vhodné na kterýkoliv druh okna.

### **Vnitřní látkové stínění**

Společnost Servis Climax, a.s., nabízí v rámci vnitřního látkového stínění 2 varianty, a to:

- látkové rolety,
- vertikální žaluzie.

Látkové rolety jsou vyráběny na míru a regulují přísun denního světla v interiéru budov.

Vertikální žaluzie slouží především pro zastínění francouzských oken nebo větších prosklených ploch.

### **Sítě proti hmyzu**

Sítě proti hmyzu účelně brání před hmyzem. Společnost Servis Climax, a.s., nabízí tyto sítě pro okna, dveře anebo jakou součást venkovních rolet. Jsou dostupné v několika variantách, a to:

- pevné,
- otevíratelné,
- rolovací,
- posuvné,
- plisé.

## 6 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VÝROBNÍHO PROCESU

V této části práce se zaměřím na analýzu současného stavu výrobního procesu.

### 6.1 Proces výroby pergoly Lamelino

Pomocí přímého pozorování jsem zjistil všechny informace o průběhu jednotlivých operací v rámci výrobního procesu. Pro zjištění podrobných informací o jednotlivých procesech jsem vedl řízené rozhovory s pracovníky.

#### 6.1.1 Příjem vstupního materiálu

Společnost Servis Climax, a.s., má pro proces výroby pergoly Lamelino jednoho dodavatele. Profily jsou dováženy v délce 7 m. Dodávky vstupního materiálu jsou uskutečňovány jednou za 2 měsíce ve velkém množství, protože dodací doba je poměrně dlouhá a je potřeba vykrýt spotřebu minimálně na tuto dobu. Při přebírání dodávky probíhá kontrola dokumentů spojených s dodávkou a následné uskladnění do skladovacích prostorů viz níže. Po přebrání objednávky následně ještě dochází k připsání zásoby profilů do interního počítačového programu K2 ERP.



Obrázek 6 Posuvné regály pro skladování profilů (vlastní zpracování)



### 6.1.2 Skladování

Pracovník skladu vstupního materiálu má u skladovacích prostorů dostupný počítač, kde má dostupný interní počítačový program K2 ERP. V tomto programu vidí objednávky na pergoly, a proto ví, jestli je dostatek materiálu na splnění objednávky. Pracovník skladu komunikuje s mistrem, od kterého následně dostává skrze systém průvodní list objednávky a který slouží jako signál pro vyskladnění potřebného materiálu na vozík a odvezení na další pracoviště. Místo pro navezení tohoto materiálu je přesně určeno jako „místo pro vozík“ u pracoviště pily.

Sklad součástek řídí druhý pracovník skladu. Ten má za úkol obstarávání potřeb jednotlivých pracovišť, ale také vychystání příbalu, který slouží k montáži u zákazníka. Pracovník skladu v systému K2 ERP má k dispozici náhled objednávek a také výčetku materiálů k zakázce, které musí vychystat do příbalu. Vychystaný příbal s výčetkou následně odnáší na pracoviště kontroly kvality výstupu.

### 6.1.3 Řezání

Řezání probíhá na pracovišti pily. Plán práce na tomto pracovišti je řízen mistrem, protože toto pracoviště slouží i pro jiné procesy ve společnosti. Pracovník pily přebírá od pracovníka skladu průvodní list. Pracovník pily často společně s pracovníkem skladu přenáší profily z vozíku na pilu. Podle průvodního listu, kde se nachází rozměry pergoly, pracovník pily ví, jak přesně je potřeba profil na pile uchytit a nařezat. Profily nařeže na požadovaný rozměr. Nařezané profily očistí, naloží na vozík a převeze na další pracoviště. Zbytky profilů naloží na k tomu určený vozík a odveze je do odpadu.



Obrázek 7 Pracoviště pily (vlastní zpracování)

#### 6.1.4 Obrábění

Pracovník obrábění přebírá vozík s profily společně s průvodním listem. Podle průvodního listu postupně obrábí jednotlivé části pergoly. Jeho práce začíná nastavením programu na určitou část pergoly. Následuje nastavení upínek a upnutí kusu. Dále spouští program a kontroluje, jestli program pracuje, jak má. U některých částí musí profil manuálně otáčet, aby došlo ke správnému zpracování, protože stroj není plně automatický. Po obrobení všech částí pergoly musí pracovník všechny části očistit od špon a následně je nakládá na vozík. Vozík poté převáží na pracoviště kontroly kvality výstupu.



Obrázek 8 Pracoviště obrábění (vlastní zpracování)

### 6.1.5 Kvalita kontroly výstupu

Pracoviště kontroly kvality výstupu je vyznačeno pouze místy pro vozíky, které se nacházejí mezi montáží a obráběním. Zde pracovník kontroly kontroluje výstup z pracoviště obrábění. Kontroluje především míry jednotlivých nařezaných profilů, jejich čistotou pro další operace a také otvory potřebné ke kompletaci. Při kontrole má po ruce průvodní list od mistra, kde přesně vidí požadované délky profilů, počet a míry otvorů. Při nečistotě profilu jej očistí. Pokud je profil vadně zpracovaný, tak tuto situaci řeší s pracovníkem obrábění. Problém se dá buď vyřešit úpravou profilu, nebo se profil odveze do odpadu. Pak musí požádat o nový profil. Po kontrole převáží vozík s profily na pracoviště lakovny.

Na pracoviště kontroly kvality výstupu donáší pracovník skladu součástek příbal ke kontrole správnosti vychystání. Tento příbal je potřebný k montáži pergoly u zákazníka. V příbalu se nachází např. šroubky, podložky, krytky, tmel, ale také návod na montáž a obsluhu. Zkontrolovaný příbal předává zpět pracovníkovi skladu, který jej předává na pracoviště balení.



Obrázek 9 Pracoviště kontroly kvality výstupu (vlastní zpracování)

### 6.1.6 Lakování

Lakování je poslední proces, který předchází kompletaci pergoly a probíhá na plně automatické lakovací lince. Jediné manuální práce, které se zde vykonávají, jsou navěšování a svěšování. Části pergoly jsou zde navěšovány na speciálně upravený rám na kterém pak pokračují do první části lakovacího procesu. První částí lakovacího procesu je odmašťování od nečistot. Dále pak pokračují do sušicí pece. Následně prochází automatickou lakovací kabinou, kde dochází k lakování práškovou barvou. Posledním krokem lakování je zapečení laku ve vypalovací peci. Nakonec dochází ke svěšení všech částí pergoly a přenesení na vozík. Pracovníci lakovny vozík převáží na pracoviště kompletace pergol.

V procesu lakování se někdy může stát, že barva je špatně nanесena na jednotlivé části. Proto je v lakovně i místo pro manuální lakování, které slouží k přelakování špatně nalakovaných částí.

Celé pracoviště lakovny řídí mistr lakovny. Ten pracuje se systémem K2 ERP, podle kterého vypracovává plán práce na určité období. Ze systému má možnost vyčíst, jaké barvy je potřeba nastavit v lakovně ke splnění všech objednávek, protože pracoviště lakovny slouží i jiným procesům výroby ve společnosti.

### 6.1.7 Kompletace pergol

Jednou z posledních operací v procesu výroby pergoly Lamelino je kompletace pergol. Kompletaci pergol provádí dva pracovníci, kteří pracují souběžně na různých částech pergoly. Na pracovišti kompletace pergol dochází k montáži jednotlivých částí. Každá část začíná stejně, a to tak, že oba pracovníci přenášejí část pergoly z vozíku na pracovní místo a další operace se liší podle zpracovávané části.

U lamel je potřeba navléct gumu, našroubovat čepy, namontovat bočnice a nakonec lamely očistit. Počet lamel se liší podle velikosti objednané pergoly. Lamely s LED osvětlením se kompletují stejně jako normální lamely, ale s tím rozdílem, že se do lamely vkládá LED pásek a plastová krytka tohoto pásku. Při kompletování jednoho z nosníků 2. pracovník kompletace letuje drátky pro zapojení těchto lamel. Po zkompletování těchto částí pak dochází ke kontrole funkčnosti. Lamely jsou v celé pergole čtyři. Jedna lamela je hlavní – motorová. Tato lamela se také kompletuje stejně jako normální lamely, ale šroubuje se do ní navíc komponent kmp pro hlavní lamelu.

Ke všem stojkám se v přípravku sešroubují úhelníky kmp sloužící ke složení celé konstrukce. Ke dvěma stojkám s odtokem vody se zapojuje odpad a dochází k sešroubování revizních dvířek. U dvou klasických stojek se sešroubovávají jen revizní dvířka.

Do všech čtyřech nosníků se za komponovává úhelník kmp. Ke dvěma nosníkům se navíc zakomponuje kluzné ložisko. K jednomu z těchto nosníků je následně kompletován motor a pohybové ústrojí. Kompletace tohoto nosníku je nejdělsí operací v rámci kompletace pergol. Zapojují se do něj všechny elektronické komponenty a následně se toto zapojení kontroluje.

Poslední částí jsou okapy, u kterých dochází k navlečení gumy a našroubování krytek.

Po dokončení kompletace dílu oba pracovníci přenášejí díl na vozík a odvázejí na pracoviště balení.

Pracoviště kompletace pergol spolupracuje s pracovníkem skladu součástek. Tato komunikace probíhá ústně – pracovníci si „objednávají“ součástky potřebné ke kompletaci, jako jsou např. šroubky, motor, LED pásy atd.





Obrázek 10 Pracoviště kompletace pergol (vlastní zpracování)

### 6.1.8 Balení

Předposlední operací výrobního procesu je balení. Na pracovišti balení pracují dva pracovníci. Proces balení je rozdělen do dvou skupin. Časově kratší je balení pouze do bublinkové fólie. Tato operace začíná přenesením balené části na balicí plochu a zabalením do bublinkové fólie. Časově náročnější je speciální balení. To začíná roztažením nekonečného kartonu. Poté profil pracovníci přenášejí z vozíku na karton, zabalí a nalepí identifikační štítky. Následuje navlečení igelitového rukávu, kontrola a uložení na paletu. Paletu nakonec převážejí na expedici.

Pracovníci balení také spolupracují s pracovníkem skladu součástek. Od něj si ústně objednávají balicí potřeby. Také od něj dostávají zkontrolovaný příbal, který dávají dohromady k částem zabalené pergoly.



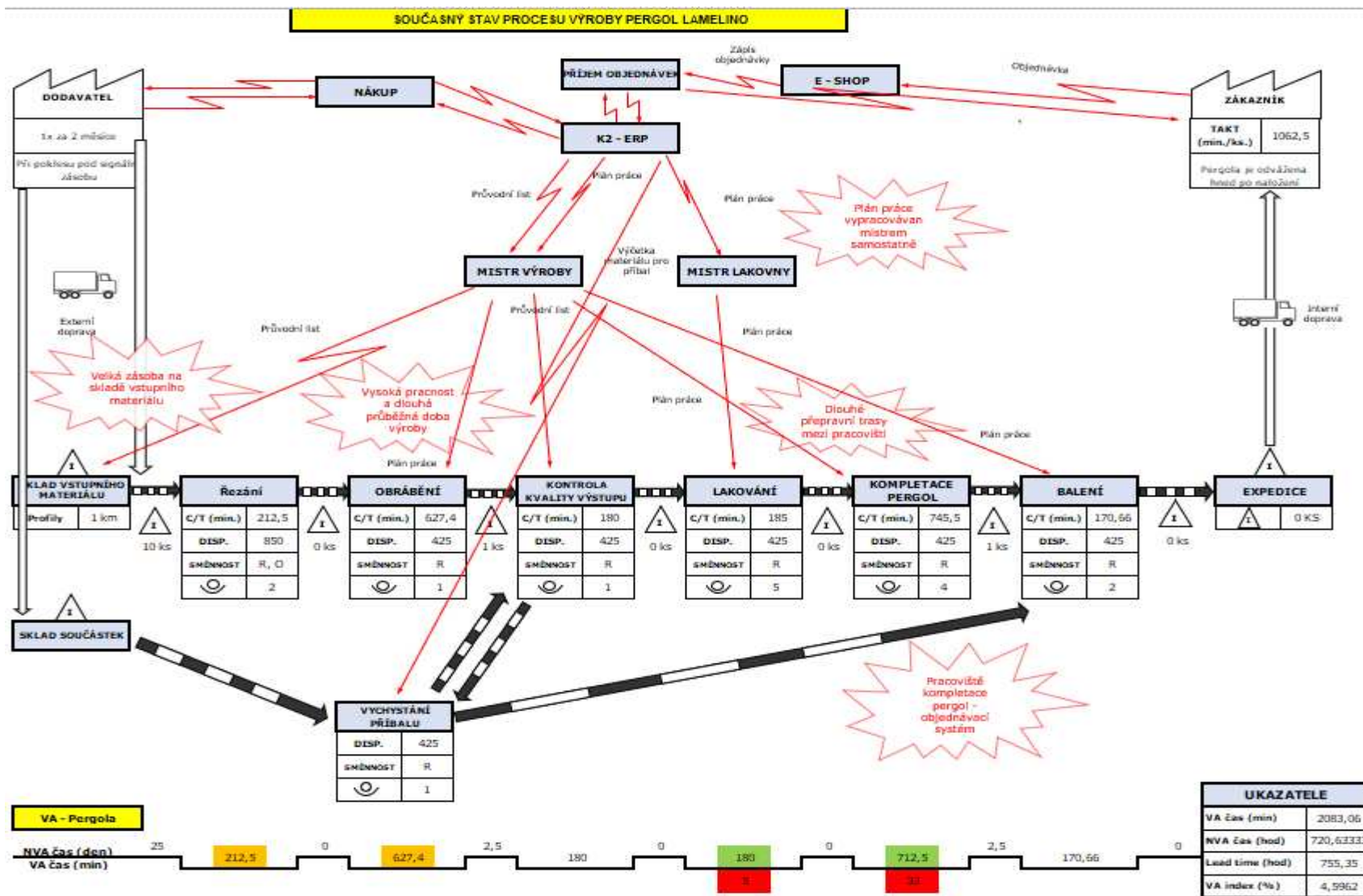
Obrázek 11 Pracoviště balení (vlastní zpracování)

### 6.1.9 Expedice

Vozík nebo paleta se zabalenou pergolou je přivezena na pracoviště expedice. Pracovníci expedice naloží zabalenou pergolu do dodávky, která převeze pergolu zákazníkovi k montáži.

## 6.2 Mapa současného stavu

V této kapitole je znázorněna mapa současného stavu pergoly Lamelino. Mapa má v sobě zahrnutý všechny operace, kterými pergola prochází, a také vše co se děje před i při výrobě pergoly. Důležité informace o jednotlivých operacích jsou C/T, časová dostupnost, směnnost a počet pracovníků.



Obrázek 12 Mapa současného stavu (vlastní zpracování)



Důležitou součástí mapy současného stavu je linka, která se nachází ve spodní části. Zde jsou zobrazeny časy vyjadřující dobu k vytvoření VA (přidaná hodnota) a čas, který si vyžádala NVA (nepřidaná hodnota) v průběhu celého procesu výroby pergoly. Čas NVA je na této lince uveden ve dnech pro jednodušší zápis čísel. Na konci této linky je tabulka ukazatelů, kde jsou zobrazeny součty časů VA a NVA a také průběžná doba výroby a VA index.

Rozpracovanost mezi operacemi je uvedena v kusech, které představují celou pergolu. To proto, že všechny části pergoly jsou zpracovávány na každém pracovišti vcelku a jsou také tak převáženy na vozíku mezi pracovišti. Čas, který stráví pergola mezi operacemi, je vypočítán poměrem množství zásoby a požadavkem zákazníka na směnu. Požadavek zákazníka na směnu je 0,4 ks pergoly.

Je důležité uvést, že po každé operaci (obrábění, lakování, kompletace pergol). Pracoviště kontroly kvality výstupu se nachází u pracoviště obrábění a probíhá zde kontrola po obrábění. Další kontroly jsou prováděny na pracovištích po příslušné operaci. C/T jde zde uveden jakou součet těchto kontrol.

Pro jednoduchý přehled všech prvků mapy současného stavu jsem vypracoval tabulku pro jednotlivé prvky.

Tabulka 3 Popis prvků mapy současného stavu (vlastní zpracování)

Prvek mapy	Popis
<b>Dodavatel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Dopravu materiálu zřizuje dodavatel</li> <li>➤ Profily jsou dodavatelem dováženy 1x za 2 měsíce</li> <li>➤ Součástky jsou dodavatelem dováženy při poklesu pod signální hladinu v K2 ERP</li> </ul>
<b>Zákazník</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Takt zákazníka je 1062,5 min/ks</li> <li>➤ Zákazník komunikuje přes E-shop</li> <li>➤ Zákazník zadává rozměry pergoly</li> </ul>

<p><b>Příjem objednávek</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Příjem objednávek pracuje s programem K2 ERP do kterého zapisuje objednávku od zákazníka.</li> <li>➤ Komunikuje se zákazníkem a řeší s ním přibližné datum dodání a montáž pergoly.</li> </ul>
<p><b>K2 ERP</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ V K2 ERP jsou zavedeny všechny důležité věci pro výrobu pergol, jako objednávka, stavy materiálů potřebné na výrobu pergoly, TNG postupy, průvodní listy, manuály atd.</li> <li>➤ S K2 ERP spolupracují i další prvky mapy a je využíván pro jiné výrobní procesy společnosti.</li> </ul>
<p><b>Nákup</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Nákup dohlíží na stavy materiálu potřebné pro výrobu pergol prostřednictvím K2 ERP.</li> <li>➤ Komunikuje s dodavatelem a objednává potřebný materiál a součástky.</li> </ul>
<p><b>Mistři výroby</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mistři výroby pracují s programem K2 ERP.</li> <li>➤ Zpracovávají plány práce a předávají průvodní listy pro výrobu pergoly.</li> </ul>
<p><b>Sklady</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Profily pro pergoly jsou uloženy v posuvných regálech a jsou vyskladněny podle průvodního listu.</li> <li>➤ Zbytek součástek je v odděleném skladu.</li> </ul>
<p><b>Operace v průběhu procesu</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Pergola prochází 6 operacemi při její výrobě.</li> <li>➤ Každá operace má podíl na VA indexu.</li> <li>➤ Průběžná doba výroby je 755,35 hodin.</li> </ul>

<b>Expedice</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Na expedici se vždy nachází maximálně 1 celá pergola.</li> <li>➤ Pergoly jsou odváženy téměř hned po navezení na expedici.</li> <li>➤ Odvoz pergoly je vyřešen vlastní dopravou.</li> </ul>
-----------------	--

Jedním z hlavních prvků mapy současného stavu je VA index. Tento index ukazuje poměr časů VA a NVA a je uváděn v procentech. Tyto časy jsou uvedeny ve spodní části mapy současného stavu a na jejich základě můžeme vypočítat VA index.

VA index je vypočítán následovně ze vstupních dat viz obrázek 12:

$$VA\ index = \frac{Součet\ VA}{Lead\ Time} \times 100\ (\%)$$

$$VA\ index = \frac{2083,06}{45321} \times 100 = 4,5962\ \%$$

Z důvodu správnosti výpočtu bylo nutné sjednotit zadávané hodnoty do jednotné metriky. V původní lince je NVA uváděno ve dnech pro jednodušší zobrazení v mapě. V tabulce ukazatelů je součet těchto hodnot společně s hodnotou průběžné doby výroby uveden v hodinách také pro jednodušší zobrazení na mapě. Pro potřebu výpočtu VA indexu je hodnota průběžná doba výroby převedena na minuty.

Průběžná doba výroby je vypočítána jako součet hodnot VA a NVA s konečnou hodnotou 45321 minut. Tato hodnota je vyšší hlavně z důvodu velkého množství profilů na skladě vstupního materiálu při zpracování VSM. Kilometry profilů jsou převedeny na standardizované kusy v poměru 100 metrů = 1 pergola.

Výsledná hodnota VA indexu je 4,5962 % což naznačuje poměrně nízký podíl přidané hodnoty na celkové průběžné době výroby procesu výroby pergol Lamelino.

### 6.3 Návrhy ke zlepšení

V této kapitole se zaměřím na popis návrhů ke zlepšení stávajícího stavu výrobního procesu.

#### 6.3.1 Plán práce vypracováván mistrem samostatně

První příležitostí je vyřešení informačního toku v rámci procesu od mistrů. Mistr lakovny samostatně v rámci procesu výroby pergol vypracovává plán práce za pomoci programu K2

ERP. V jiných výrobních procesech ve společnosti je tento plán vypracováván společně s oddělením plánování a může docházet ke konfliktům v plánu pro lakovnu. V takovém případě by mistr lakovny mohl lépe řídit lakovnu společně s ostatními výrobními procesy, které využívají lakovnu.

### **6.3.2 Velká zásoba profilů na skladě vstupního materiálu**

Největším podílem nepřidané hodnoty v mapě současného stavu je zapříčiněn velkou zásobou profilů na skladě vstupního materiálu. V současné době je vstupní materiál dovážen 1x za 2 měsíce, protože je dovážen od poměrně hodně vzdáleného dodavatele. Zásoba vstupního materiálu na skladě je tak ve chvíli dodávky obrovská a razantně tak ovlivňuje průběžnou dobu výroby pergol.

Mým návrhem je zmenšit dávky dodávek vstupního materiálu a dodávat je častěji.

Po konzultaci se zadavatelem to v momentální situaci není možné a tento problém nebyl v rámci hodnotových map a diplomové práce řešen.

### **6.3.3 Vysoká pracnost a dlouhá průběžná doba výroby na pracovišti obrábění**

Na pracovišti obrábění je poměrně vysoká pracnost na jednotlivých dílech, která zapříčiňuje dlouhou průběžnou dobu výroby. Obrábění jednotlivých komponentů můžeme rozdělit do 2 kategorií, a to:

- komponenty obráběné podle velikosti pergoly,
- komponenty obráběné bez ohledu na velikost pergoly.

Komponenty obráběné podle velikosti pergoly jsou obráběny různě, protože každá pergola má různou velikost a pro tyto komponenty musí dojít k drobným úpravám obráběcího programu a také dochází k různému vrtání a řezání závitů u lamel.

Naopak komponenty obráběné bez ohledu na velikost pergoly jsou obráběny stejně, protože u každé pergoly mají komponenty stejnou velikost a nedochází tak k žádným úpravám obráběcího programu a také se závity u lamel vrtají a řezou pořád stejně.

Pro bližší znázornění tohoto problému je vypracovaná následující časová analýza. Výše zmíněné kategorie komponent budou znázorněny čísly. Komponenty obráběné podle velikosti pergoly budou označeny 1 a komponenty obráběné bez ohledu na velikost pergoly budou označeny 2.

Tabulka 4 Časová analýza pracoviště obrábění (vlastní zpracování)

Komponent	Počet ks komponenty na pergolu	Čas potřebný na zpracování komponent (min)	Kategorie komponent
Komponent A	4	98,73	1
Komponent B	4	87,33	1
Komponent C	1	3,36	1
Komponent D	1	3,25	1
Komponent E	25	35	1
Komponent F	2	21,83	1
Komponent G	1	30,41	1
Komponent H	1	45	1
Komponent I	4	100	2
Komponent J	4	68	2
Komponent K	4	32	2
Komponent L	25	102,5	1

V současné době jdou všechny komponenty na pracoviště obrábění v celku na vozíku. Dále jsou na zde všechny komponenty obrobena a na vozíku poslány na další pracoviště.

Navrhovaným řešením pro tento problém je zpracovávat komponenty v kategorii 2 postupně a mít je naskladněny. Při simulaci tohoto návrhu však docházelo k několika problémům. Pracovník obrábění ústně předával požadavek na pilu a často docházelo ke ztracení informace o objednavce těchto komponent zejména kvůli tomu, že pracoviště pily pracuje na 2 směny a pracovníci si zapomínali předat informace o potřebné objednavce komponent. Kvůli této simulaci navrhuji upravit řešení na Kanban systém mezi pracovištěm pily a obrábění.

### 6.3.4 Pracoviště kompletace pergol – objednávací systém

Předposlední příležitostí ke zlepšení, která vyplývá z mapy současného stavu, je systém objednávání pro pracoviště kompletace pergol. V současnosti probíhá objednávání ústně pracovníky kompletace pergol u pracovníka skladu až v situaci, kdy se vyskytne potřeba dovezení materiálu. Tato situace zvyšuje celkovou hodnotu nepřidané hodnoty téměř o 30 minut. Tento čas je průměr časů, které pracovník kompletace pergol tráví mimo pracoviště objednáváním materiálu na 1 pergolu.

Navrhovaným řešením pro tento problém je systém Kanban mezi pracovištěm kompletace pergol a skladem. Pro zvolení položek v tomto systému je vypracována ABC analýza v následující tabulce:

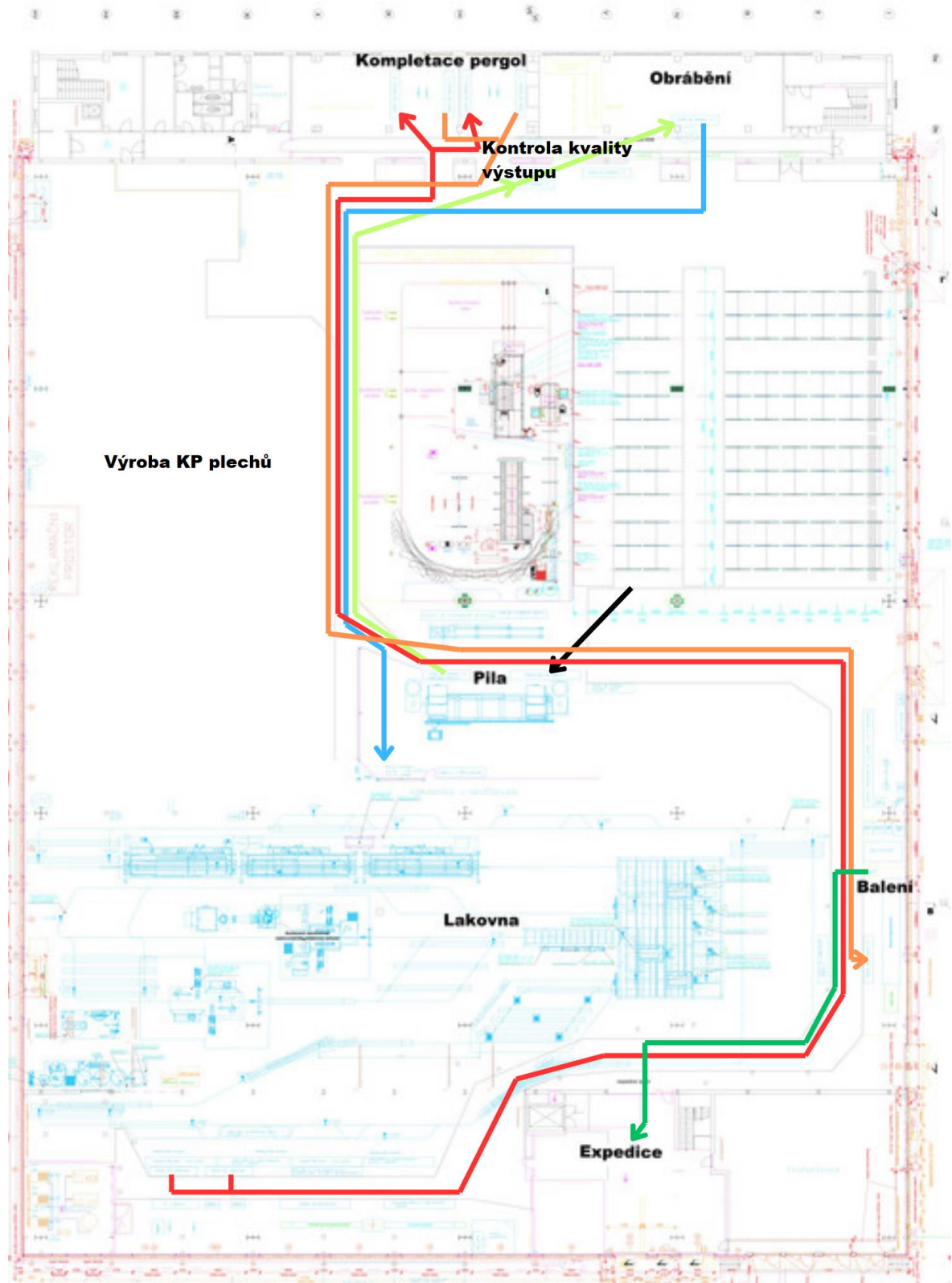
Tabulka 5 ABC analýza (vlastní zpracování)

Skupina	Položka	Podíl na obratu	Procento položek
A	70, 33, 13, 18, 12, 22, 5, 53, 31, 20, 68, 61, 36, 17	79,83%	18,91%
B	63, 71, 8, 9, 42, 54, 24, 52, 55, 57, 62, 23, 25, 43, 29, 60, 46, 19, 30, 32, 40, 41	13,92%	29,72%
C	74, 2, 50, 4, 1, 52, 11, 26, 3, 6, 48, 37, 41, 59, 73, 7, 35, 10, 49, 14, 27, 28, 15, 16, 34, 56, 72, 69, 51, 67, 45, 65, 21, 38, 44, 47, 39, 54,	6,25%	51,37%

V ABC analýze můžeme vidět rozdělení položek do skupin. Skupina A má 79,83% podíl na obratu a je v ní zahrnuto 14 položek, což je 18,91 % položek. Ve skupině B je 22 položek, které tvoří 13,92% podíl na obratu a je zde 29,72 % položek. V poslední skupině C je 38 položek, které tvoří 6,25% podíl na obratu a je v ní obsaženo 51,37 % položek.

### 6.3.5 Dlouhé přepravní trasy mezi operacemi

Posledním návrhem ke zlepšení je vyřešení dlouhých tras mezi operacemi. V současné situaci je proces výroby pergol rozdělen do pracovišť, které jsou od sebe poměrně daleko. Pracoviště a jejich přepravní trasy mezi nimi jsou vyznačeny na Obrázek 13 Současný layout výrobní haly s přepravními trasami (vlastní zpracování)



Obrázek 13 Současný layout výrobní haly s přepravními trasami (vlastní zpracování)  
Z obrázku 13 je patrné, že pergola je zbytečně převážena tam a zpět napříč celou halou.  
Přepravní vzdálenosti a časy přepravy jsou vyobrazeny v následující tabulce.

Tabulka 6 Přepravní vzdálenosti a časy přepravy mezi pracovišti (vlastní zpracování)

<b>Trasa</b>	<b>Vzdálenost</b>	<b>Čas přepravy</b>
<b>Řezání -&gt; Obrábění</b>	81,6 m	123 s
<b>Obrábění -&gt; Lakování</b>	84,9 m	131 s
<b>Lakování -&gt; Kompletace pergol</b>	197 m	290 s
<b>Kompletace pergol -&gt; Balení</b>	125 m	190 s
<b>Balení -&gt; Expedice</b>	33 m	48 s
<b>Celkem</b>	<b>521 m</b>	<b>782 s</b>

V tabulce můžeme vidět, že pergola v rámci celého procesu výroby pergol urazí 521 m. Tato hodnota je poměrně vysoká a dá se vyřešit úpravou layoutu výrobní haly. Pracoviště kontroly kvality výstupu v těchto trasách není bráno v úvahu, protože často dochází ke kontrole přímo na cílovém pracovišti. Nejdelší trasy, které pergola urazí, jsou mezi lakovnou a kompletací pergol v celkové délce 197 m a mezi kompletací pergol a balením v celkové délce 125 m. Úprava layoutu ale má své omezení. Prvním omezením je, že lakovna nejde přesunout během krátkého časového horizontu a společnost si nemůže dovolit fungovat bez lakovny delší dobu. Dalším omezením je přesun pily, protože pila je na strategické pozici pro další procesy na výrobní hale a její přesun by znamenal zhoršení v rámci ostatních procesů na výrobní hale. Posledním omezením je přesun pracoviště obrábění. Pro toto pracoviště v momentální situaci není lepší místo, protože stroj, který se na tomto pracovišti nachází je poměrně velký a místa, kam by ho bylo možno přesunout, jsou zabrána jiným výrobním procesem.



## 7 SHRUTÍ ANALYTICKÉ ČÁSTI

V této části práce bude provedeno shrnutí analytické části a ve stručnosti uvedeny návrhy řešení.

### 7.1 Mapování hodnotového toku v procesu výroby pergol Lamelino

Analýza mapování hodnotového toku v procesu výroby pergol Lamelino byla provedena pomocí analýzy metodou VSM. Představitel pro tuto mapu byl vybrán zadavatelem práce.

Pro vypracování mapy bylo důležité se seznámit s celým procesem výroby pergol Lamelino. Musel jsem si projít jednotlivé operace a pomocí řízených rozhovorů a přímého pozorování se seznámit s jednotlivými operacemi výroby pergol. Dále bylo důležité se obeznámit s informačním a materiálovým tokem napříč celým procesem. Zde jsem musel také zjistit rozpracovanost mezi operacemi a navrhnout, jak přesně tuto rozpracovanost zakomponovat do mapy současného stavu. V neposlední řadě jsem musel změřit dobu trvání zpracování na jednotlivých pracovištích. Pro požadavek zadavatele nejsou jednotlivé časy částí rozepsány po jednom, ale jsou pouze uvedeny v mapách jako součty.

Po vypracování mapy současného stavu bylo důležité se také podívat na návrhy ke zlepšení současného stavu. Po domluvě se zadavatelem práce jsme se rozhodli zaměřit na 3 návrhy ke zlepšení vycházející z mapy současného stavu.

#### 7.1.1 Layout výrobní haly

Při vypracování mapy současného stavu jsem narazil na problém s layoutem výrobní haly, ve které se celý proces výroby pergol Lamelino nachází. Tento layout podle Obrázek 13 Současný layout výrobní haly s přepravními trasami (vlastní zpracování) není vhodný, protože pergola putuje po výrobní hale sem a tam mezi pracovišti. Změna layoutu má k sobě vázána i řadu omezení, které jsou vysvětleny výše viz část 6.3.5, návrhy ke zlepšení změnou layoutu.

Ze současného layoutu tak vyplynulo řešení zbývajících a zároveň nejdelších přepravních tras napříč výrobní halou. Tyto přepravní trasy jsou následující:

- Lakování -> Kompletace pergol = 197 m
- Kompletace pergol -> Balení = 125 m

Současná celková trasa, kterou pergola urazí v rámci všech procesů výroby, je 521 m. Čas, který pergola stráví na přepravních trasách, bude uveden v projektové části společně s porovnáním.

## 7.2 Návrhy řešení pro praktickou část

Z analytické části vyšlo najevo několik návrhů ke zlepšení procesu výroby pergol Lamelino.

Po domluvě se zadavatelem se budu zabývat řešením následujících návrhů ke zlepšení:

- změnou layoutu výrobní haly pro snížení přepravních tras pergoly napříč procesem a snížení přepravního času o 40 %,
- zavedení Kanban okruhů mezi pracovišti obrábění a pily a také mezi pracovištěm kompletace pergol a skladem pro snížení průběžné doby výroby o 200 minut.

## 8 PROJEKTOVÁ ČÁST

V této části práce se zaměřím na zpracování návrhů na optimalizaci výrobního procesu vyplývající z analytické části konkrétně z mapy současného stavu.

### 8.1 Základní údaje projektu

#### Název projektu

Optimalizace výrobního procesu ve vybrané společnosti.

#### Projektový tým

- Divize zlepšování.
- Mistr výroby.
- Pracovníci ve výrobním procesu.
- Pracovníci skladu.
- Diplomant.

### 8.2 Cíle projektu

Hlavním cílem projektu je optimalizace výrobního procesu výroby pergol Lamelino za využití metod průmyslového inženýrství.

#### Vedlejší cíle projektu

- Vytvoření nového layoutu výrobního procesu.
- Vytvoření nových layoutů pracovišť.
- Vytvoření Kanban okruhů.

### 8.3 Harmonogram projektu

Celý projekt bude zpracován v určeném harmonogramu. Projekt začne v září 2023 seznámením se s výrobním procesem a bude zakončen v dubnu 2024 odevzdáním diplomové práce. Harmonogram je rozdělen do jednotlivých roků, měsíců a týdnů.

Tabulka 7 Harmonogram projektu (vlastní zpracování)

Činnosti	Rok/měsíc/týden																											
	2023												2024															
	9				10				11				12				1		2		3		4					
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Seznámení s výrobním procesem																												
Analýza materiálového toku																												
Analýza jednotlivých pracovišť																												
Vypracování analýzy																												
Zhodno cení analýzy																												
Návrh layoutu výrobního procesu																												
Návrh layoutů pracovišť																												
Výběr varianty layoutů zadavatelem																												
Návrh Kanban okruhů																												
Schválení Kanban okruhů																												
Vytvoření Kanban karet																												
Vytvoření skladovacího místa na pracovišti obrábění																												
Testování navrhovaných řešení																												
Vyhodnocení testování Kanban okruhů																												
Kontrola projektu																												
Zhodnocení projektu																												
Odevzdání diplomové práce																												

### 8.4 Logický rámec

V logickém rámci jsou zpracovány cíle a výstupy a způsoby jejich měření a ověření. Dále jsou zpracována potenciální rizika projektu a také aktivity, jejich vstupy a harmonogram a předpoklady projektu.

Tabulka 8 Logický rámec (vlastní zpracování)

	Hierarchie cílů	Objektivně ověřitelné ukazatele	Prostředky ověření	Potenciální rizika projektu
<b>Obecný cíl</b>	Optimalizace materiálového toku ve vybrané společnosti.	Spotřeba času přidávající hodnotu, úspora vzdálenosti a času díky navrhovaným řešením.	Kalkulace uražených vzdáleností, kalkulace spotřeby času.	Dostavení špatných výsledků.
<b>Specifický cíl</b>	Úspora uražené vzdálenosti pergoly a úspora času pracovníků.	Úspora uražené vzdálenosti o 50% a úspora času pracovníků o 5%.	Testy navrhovaných řešení.	Špatné výsledky testů. Neochota pracovníku spolupracovat.
<b>Výstupy</b>	Analýza současného stavu.	Vyhodnocení analýzy současného stavu.	Praktická část DP.	Špatné zpracování analýzy současného stavu.
	Návrh projektových řešení.	Navržené layouty, Kanban okruhy.	Praktická část DP.	Zamítnutí navrhovaných řešení.
	Zhodnocení projektu.	Výpočet uspořené vzdálenosti a uspořené času.	Zhodnocení projektových řešení.	Dostavení špatných výsledků
	Diplomová práce	Diplomová práce	Portál UTB	Nesplnění harmonogramu projektu.
<b>Klíčové aktivity</b>	<b>Aktivity</b>	<b>Vstupy</b>	<b>Harmonogram aktivit</b>	<b>Předpoklady</b>
	Seznámení se s výrobním procesem.	Výrobní proces, komunikace s pracovníky.	9/2023	Spolupráce se zadavatelem diplomové práce.
	Analýza mat. toku, analýza pracovišť a zhodnocení analýzy.	Komunikace s pracovníky, vlastní pozorování.	9-11/2023	Spolupráce s pracovníky ve výrobním procesu. Spolupráce s vedoucím diplomové práce. Sběr a analýza správných dat.
	Návrh nových layoutů.	AUTO-CAD, MS Office.	11-12/2023	Schválení navrhovaných řešení zadavatelem diplomové práce. Dostavení očekávaných výsledků.
	Návrh a schválení Kanban okruhů.	Komunikace se zadavatelem.	12/2023	
	Vytvoření Kanban karet a skladovacího regálu na pracovišti obrábění.	MS Office, regál.	1/2024	
	Testování navrhovaných řešení a vyhodnocení testování.	Komunikace s pracovníky, komunikace se zadavatelem.	1-3/2024	
	Kontrola a zhodnocení projektu.	Komunikace se zadavatelem, komunikace s vedoucím diplomové práce.	3-4/2024	
Odevzdání diplomové práce.	Diplomová práce	4/2024		

### 8.5 Analýza rizik

Analýza rizik byla zpracována pomocí metody RIPRAN. Účel této analýzy je zhodnotit možná rizika na která je možné v průběhu projektu narazit. Tato rizika byla prvně vypsána

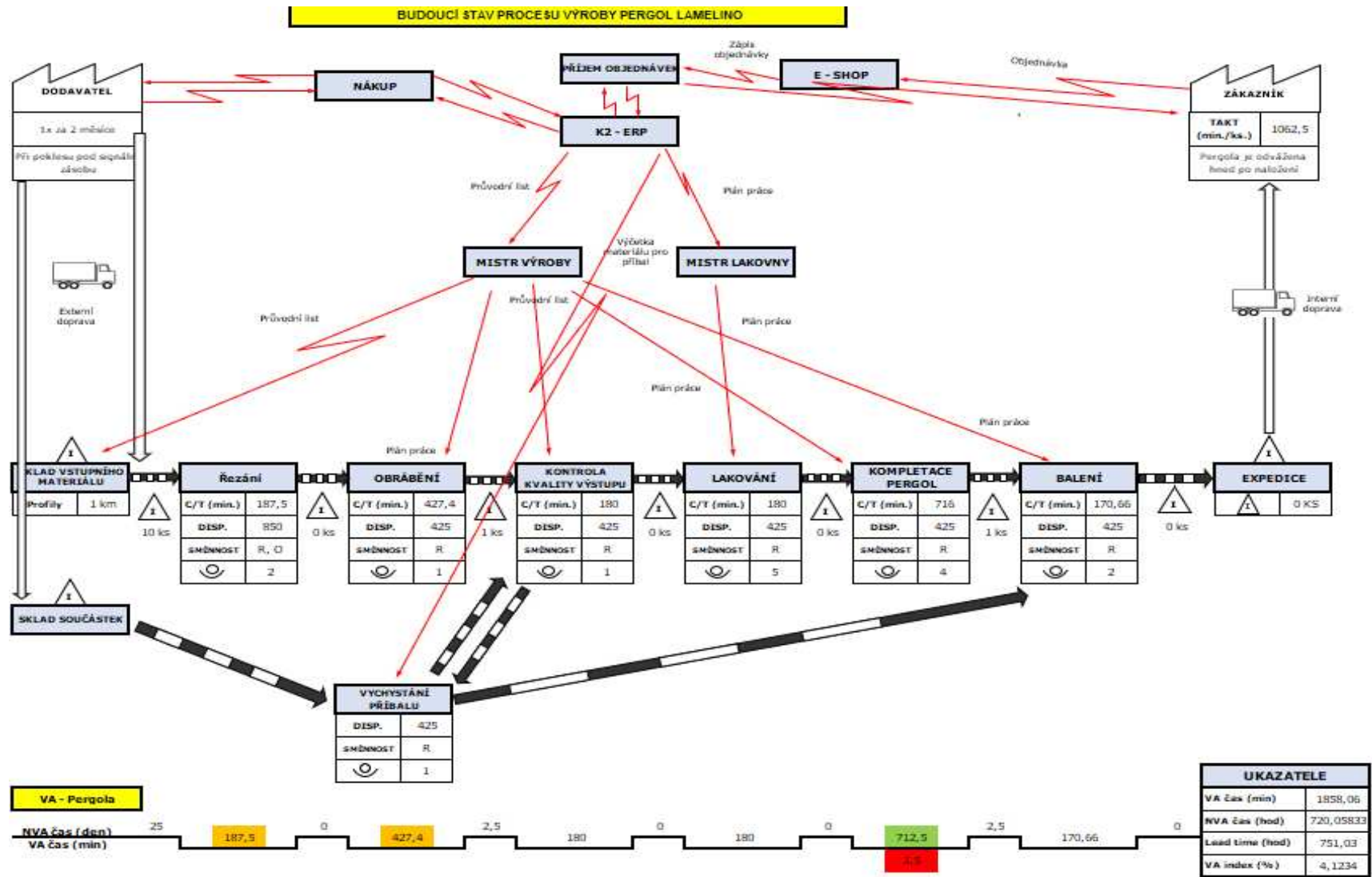
v logickém rámci projektu a následně pomocí metody RIPRAN jsem stanovil pravděpodobnosti jejich výskytu a dopadu a návrhy možných řešení těchto rizik. Pro lepší přehled je tato analýza k nalezení v příloze P I.

## **8.6 Mapa budoucího stavu**

Zpracováním a zavedením návrhů vyplývajících z analýzy současného stavu se současný stav ve výrobním procesu přiblíží budoucímu stavu tohoto procesu.

Jedním z těchto návrhů je změna layoutu, kde se zaměřím zejména na úpravu pozic pracovišť kompletace pergol a balení. Druhým návrhem je zavedení systému Kanban na pracovišti obrábění a kompletace pergol. Zde se zaměřím na vypracování Kanban okruhů mezi pracovištěm obrábění a pracovištěm pily v jednom okruhu a pracovištěm kompletace pergol a skladem v druhém okruhu.

Zpracováním těchto návrhů vznikla mapa budoucího stavu dle obrázku 14.



Obrázek 14 Mapa budoucího stavu procesu výroby pergol Lamelino (vlastní zpracování)

Na obrázku můžeme vidět hned několik změn. Na mapě budoucího stavu se nemění informační toky a některé materiálové toky. Hlavní změnou je menší hodnota nepřidané hodnoty v rámci celého procesu výroby pergol, a také hodnoty průběžné doby výroby. Dále můžeme vidět i absenci nepřidané hodnoty u operace lakování.

Po zpracování mapy budoucího stavu můžeme zaznamenat novou hodnotu VA indexu (viz obrázek 14). Tato hodnota je vypočítána podle stejného vzorce jako u mapy současného stavu.

Nová hodnota VA indexu:

$$VA\ index = \frac{1858,06}{43203,6} \times 100 = 4,1234\ \%$$

Nová hodnota VA indexu je 4,1234 %, která je nižší než původní hodnota. To je zapříčiněno návrhem nového systému zásobování mezi pracovišti obrábění a pily. Na pracovišti obrábění bude zřízena mezizásoba položek, které jsou použitelné na všechny pergoly bez ohledu na jejich velikost, a dojde k jinému časovému rozdělení, než je vyobrazeno v mapě budoucího stavu. Položky mezizásoby totiž budou zpracovávány v jiný okamžik než ostatní části pergoly a pracovník obrábění tyto položky přidá k ostatním zpracovávaným komponentům.

## 9 ZMĚNA LAYOUTU VÝROBNÍ HALY

Změna layoutu je prvním návrhem ke zlepšení výrobního procesu pergol Lamelino. Tato příležitost vznikla hlavně kvůli dlouhým přepravním trasám mezi jednotlivými operacemi napříč procesem. Návrh nového layoutu má však svá omezení, která je potřeba brát v úvahu při zpracování.

Prvním tímto omezením je, že pozice pracoviště pily, kde probíhá operace řezání, je ve strategicky dobře umístěné pozici i pro další výrobní procesy na výrobní hale. Pozice tohoto pracoviště v současném stavu je hned vedle skladu vstupního materiálu s profily, které vstupují do výroby pergol.

Dalším omezením je nemožnost změny pozice lakovny v krátkém časovém horizontu. Lakovna je ve výrobní hale poměrně rozsáhlá a změna její pozice je složitá. Lakovna je složena z několik velkých a těžkých zařízení, která jsou napojena například na odsávání. Zároveň je lakovna využívána pro jiné výrobní procesy, pro které je její současná pozice vyhovující.

Posledním omezením je změna pozice pracoviště obrábění. Jak již bylo zmíněno výše stroj na tomto pracovišti je poměrně velký a v současné situaci není vhodnější místo pro jeho přesun. To je hlavně zapříčiněno obsazením vhodných míst jiným procesem, který je v současné situaci přednějším pro společnost.

Za zmínku také stojí pracoviště kontroly kvality výstupu. Jak už bylo zmíněno, toto pracoviště se nachází hned vedle pracoviště obrábění. Toto pracoviště je využíváno hlavně po operacích řezání a obrábění. Další kontroly probíhají na jednotlivých pracovištích po projití operací na příslušném pracovišti.

Důležitou součástí úpravy layoutu je také návrh nových přesunutých pracovišť a vytvoření tak jejich layoutů. Layout pracoviště musí být navržen tak, aby nevznikalo plýtvání zbytečnými pohyby pracovníka na tomto pracovišti. Dále je také důležité mít na pracovišti všechny potřebné technologie a pomůcky, které se na tomto pracovišti využívají. Zároveň je klíčové vybrat správný čas pro přesun pracovišť tak, aby došlo k co nejmenšímu zastavení procesu výroby. Jelikož v rámci procesu pracují pracovníci jen ve všední dny, tak se nabízí provádět tyto změny na víkend.

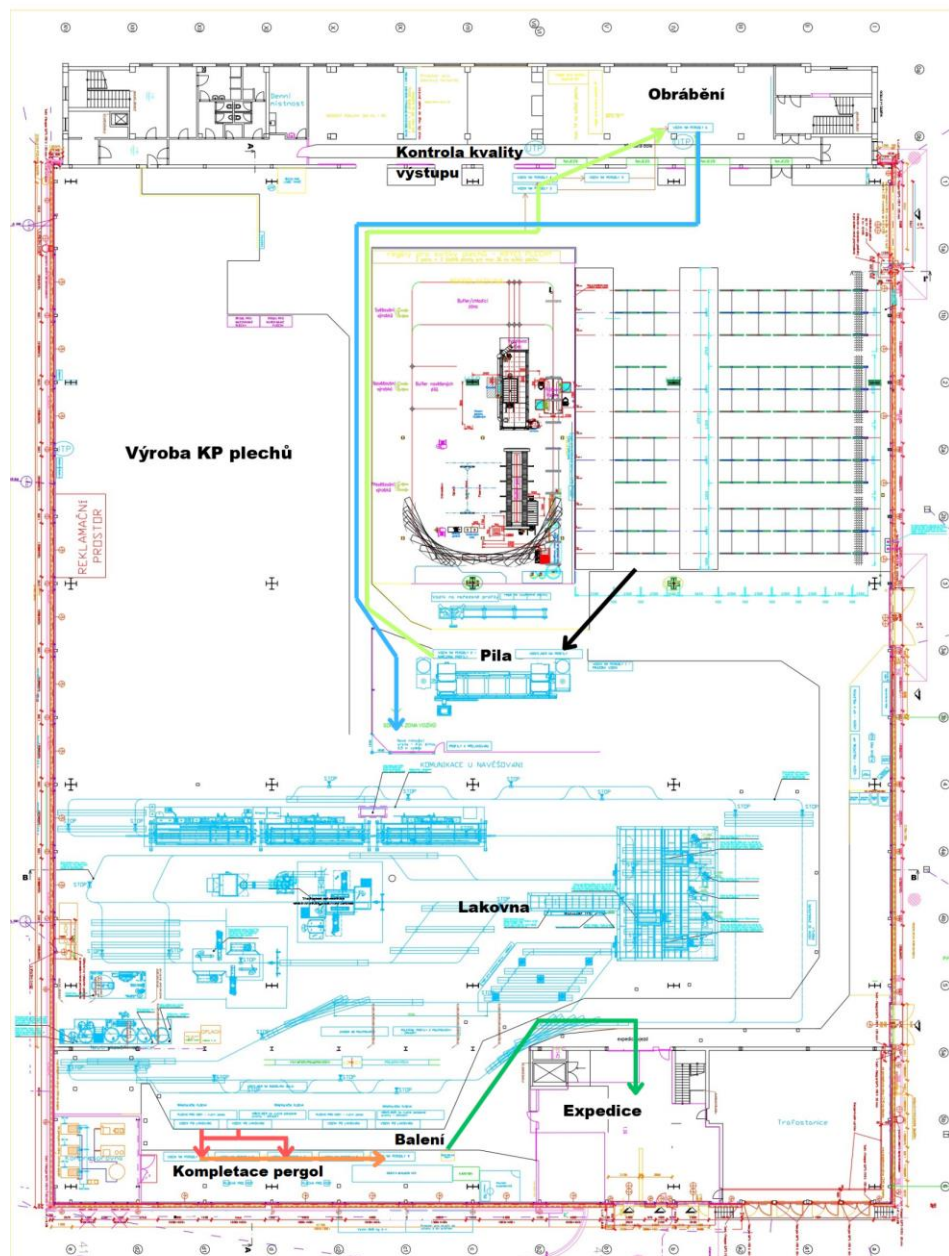
Po všech zmíněných omezeních a důležitých věcech potřebných pro vytvoření nového layoutu se v této části práce zaměřím zejména na změnu pozic pracovišť kompletace pergol



a balení a také jejich novou podobu. Pro úpravu layoutu výrobní haly vypracuji 2 návrhy, a to „Layout A“ a „Layout B“.

## 9.1 Layout A

V návrhu layoutu se zaměřím zejména na pracoviště kompletace pergol a balení. Po přesunutí těchto pracovišť vypadá layout A výrobní haly následovně:

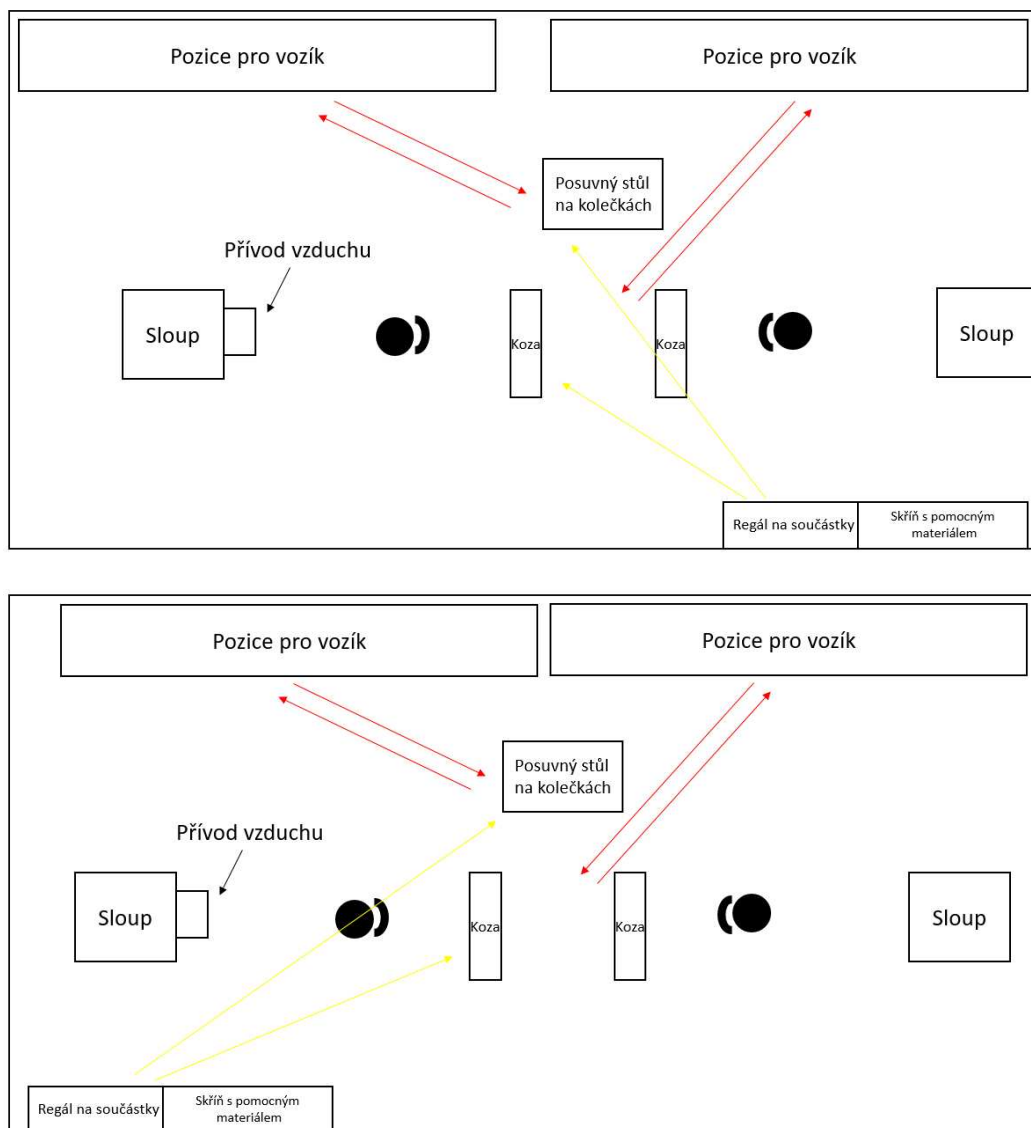


Obrázek 15 Layout A (vlastní zpracování)

Z obrázku layoutu A je patrné, že oproti původnímu layoutu výrobní haly došlo ke 2 změnám, a to přesunutí pracovišť kompletace pergol a balení. Tyto změny umožní kratší přepravní trasy, kratší přepravní časy a také lepší sjednocení materiálového toku napříč celým výrobním procesem pergol Lamelino.

Změnou pozice pracoviště kompletace pergol došlo k zaplnění volného místa u svěšování, které je součástí operace lakování. Zároveň tato změna uvolnila místo na původní pozici tohoto pracoviště, které může být využito pro jiné procesy ve výrobní hale. Změna pozice pracoviště balení zapříčinila potřebu přesunu stroje využívaného v jiném procesu na původní pozici pracoviště balení.

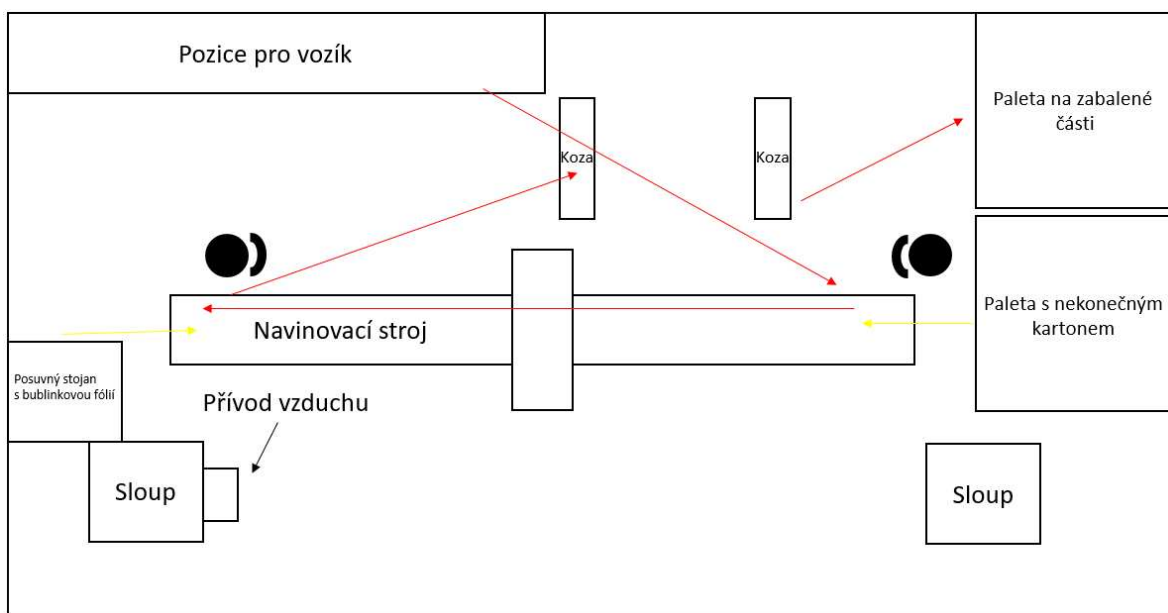
### Návrh pracoviště kompletace pergol v layout A



Obrázek 16 Návrh pracoviště kompletace pergol v layoutu A (vlastní zpracování)

Z obrázku je patrné, že pracoviště kompletace pergol není náročné na místo pro složité technologie. Podoba tohoto layoutu je podobná jako původní layout tohoto pracoviště. Na pracovišti se nachází 2 pozice pro vozíky, kozy, přívod vzduchu, posuvný stůl na kolečkách, regál na součástky a skříň s pomocným materiálem. V regálu na součástky jsou krabičky rozděleny podle součástí, které lze jednoduše vyjmout a umístit do úložného prostoru posuvného stolu. Pozice koz a posuvného stolu na kolečkách nemusí být nutně fixované podle obrázku, protože se jedná o položky, které jdou jednoduše přesunout podle potřeb pracovníku na pracovišti kompletace pergol. Tyto položky jsou na pracovišti nenahraditelné kvůli tomu, že se dají jednoduše přemístit na jiné místo a uvolňují tak místo pro průjezd vozíků, případně příjezdu pracovníka skladu s materiálem. Jak na posuvném stole na kolečkách, tak i na kozách pracují pracovníci často souběžně na různých částech pergoly. Pozice pro vozíky jsou zde uvedeny 2. Jedna pozice slouží pro vozík, který je naplněn lamelami ke zpracování na tomto pracovišti. Z něj jsou části pergoly přesunuty na výše zobrazené pracovní plochy a následně přeneseny zpět na vozík, který je odvážen na další pracoviště, konkrétně na pracoviště balení. Druhá pozice pro vozík je pro další části pergoly, jako jsou například nosníky atd. Postup zacházení s těmito částmi je stejný u obou vozíků. Na pracovišti je vyveden i přívod vzduchu, který pracovníci používají k ofouknutí a očištění jednotlivých částí pergoly.

### Návrh pracoviště balení v layoutu A

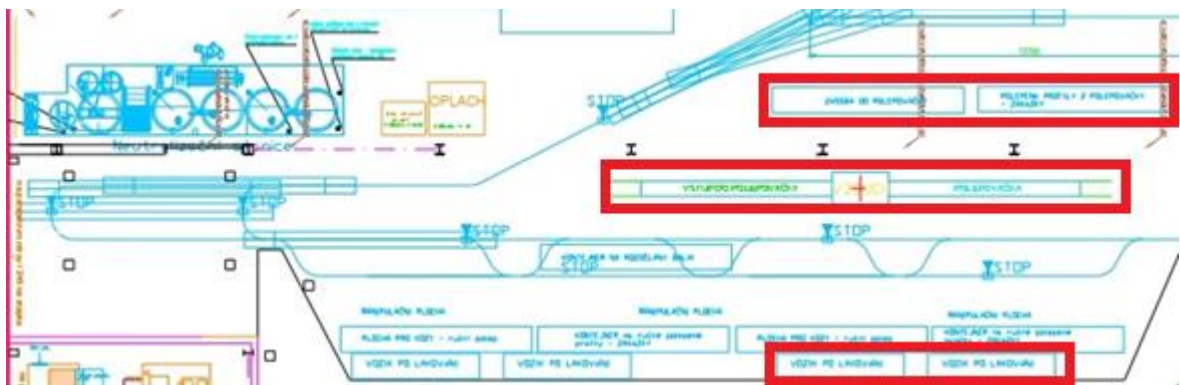


Obrázek 17 Návrh pracoviště balení v layoutu A (vlastní zpracování)

Návrh nového layoutu pracoviště balení opět není složitý, protože na tomto pracovišti není využíván velký počet technologií. Největším omezením pro umístění jednotlivých položek do tohoto layoutu jsou sloupy, které v této části haly zasahují do pracoviště. Velkou výhodou tohoto pracoviště je, že mnoho položek je možno přesunout v rámci pracoviště. Jediná položka, která má pevně stanovenou pozici, je navinovací stroj Penta. Oba pracovníci na tomto pracovišti pracují souběžně. Na pozici pro vozík je přivezen z předchozí operace kompletace pergol vozík s komponenty. Pracovníci z tohoto vozíku přenášejí jednotlivé komponenty buď na kozy, kde je balí do bublinkové fólie, nebo na navinovací stroj, který zabalí komponenty do kartonu a uváže zpevňujícími páskami. Na obal pracovník balení nalepí štítky a komponenty přenesou na kozy, kde se balí do igelitového rukávu. Nakonec je komponent přenesen na paletu. Po zabalení všech komponentů pergoly přidávají pracovníci balení k pergole vychystaný příbal a paletu převáží na pracoviště expedice.

### 9.1.1 Příprava pracoviště v layoutu A

Při stěhování pracovišť v layoutu A je největší překážkou momentální využití prostoru, na které se mají pracoviště stěhovat. Pracoviště kompletace pergol zde překáží vozíky, na které jsou svěřovány komponenty z lakovny. Pro tyto vozíky je třeba určit jejich přesnou polohu u pracoviště svěřování z lakovny. Další komplikace vzniká nedostatkem místa v prostoru pro budoucí pracoviště balení. Místo je zabráno jiným stojem, pro který je navržena nová pozice na následujícím obrázku.



Obrázek 18 Potřebné úpravy pro layout A (vlastní zpracování)

Z obrázku můžeme vidět navrhované pozice pro vozíky. Tyto pozice budou na pracovišti naznačeny pomocí modré podlahové pásky. V neposlední řadě se musí připravit přívod vzduchu a označení pozic pro vozíky pomocí modré podlahové pásky pro obě pracoviště a přivrtat regál na součástky ke zdi na pracovišti kompletace pergol.

### 9.1.2 Zhodnocení layoutu A

Na závěr zpracování layoutu je potřeba změřit nové přepravní časy a trasy mezi jednotlivými pracovišti. Po přestěhování pracovišť kompletace pergol a balení mají přepravní časy a trasy následující podobu.

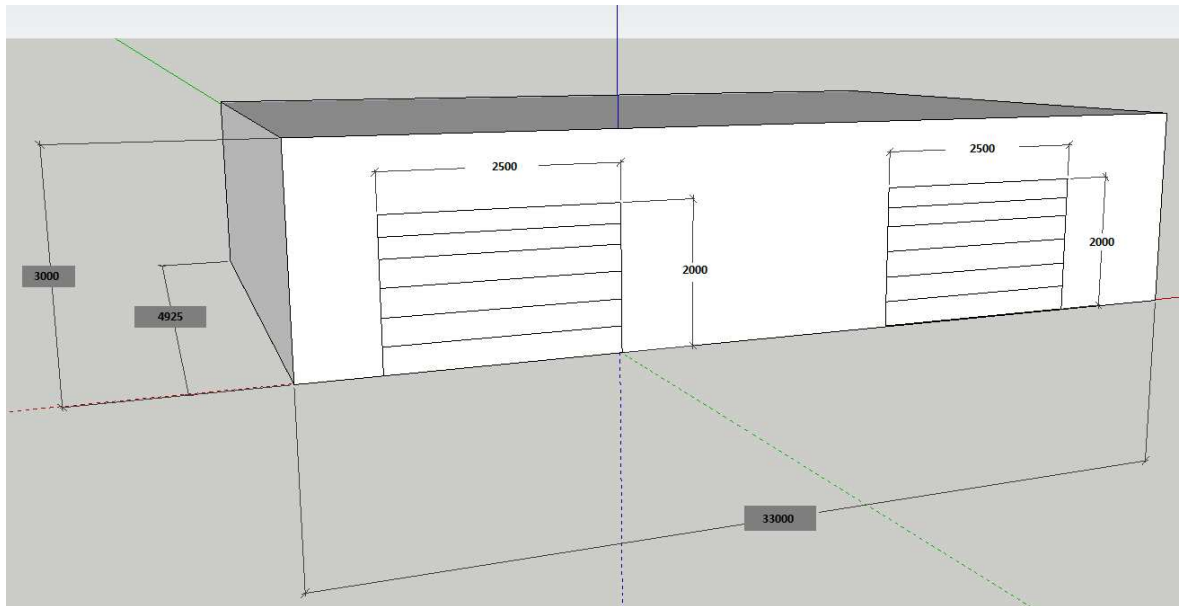
Tabulka 9 Nové přepravní trasy a časy layoutu A (vlastní zpracování)

Trasa	Vzdálenost	Čas přepravy
<b>Řezání -&gt; Obrábění</b>	81,6 m	123 s
<b>Obrábění -&gt; Lakování</b>	84,9 m	131 s
<b>Lakování -&gt; Kompletace pergol</b>	10 m	15 s
<b>Kompletace pergol -&gt; Balení</b>	19,8 m	25 s
<b>Balení -&gt; Expedice</b>	30 m	42 s
<b>Celkem</b>	<b>226,3 m</b>	<b>336 s</b>

Z tabulky 9 je patrné, že došlo k několika změnám přepravních tras a časů přepravy. Největší podíl na výsledných hodnotách přepravních tras má přesun pracoviště kompletace pergol. Díky tomuto přesunu dojde téměř k odstranění přepravní trasy a sjednotí se tak materiálový tok. Vozík s pergolou nemusí cestovat z lakovny na kompletaci pergol přes celou halu. Dále je výhodné umístění pracoviště kompletace pergol a balení na jednom místě, kde dochází k výraznému snížení hodnot délky přepravní trasy a času přepravy. V neposlední řadě dojde též ke zkrácení přepravní trasy a snížení času přepravy mezi pracovištěm balení a expedicí. Nová celková hodnota přepravní trasy je 226,3 metrů. Čas přepravy má celkovou hodnotu 336 sekund.

### 9.1.3 Doporučení pro layout A

Pracoviště v layoutu A jsou přesunuty k lakovně, která je poměrně hlučná. Rozšíření mého návrhu může být postavení dělicí stěny pro snížení hluku na těchto pracovištích. Stěna by mohla mít následující podobu.

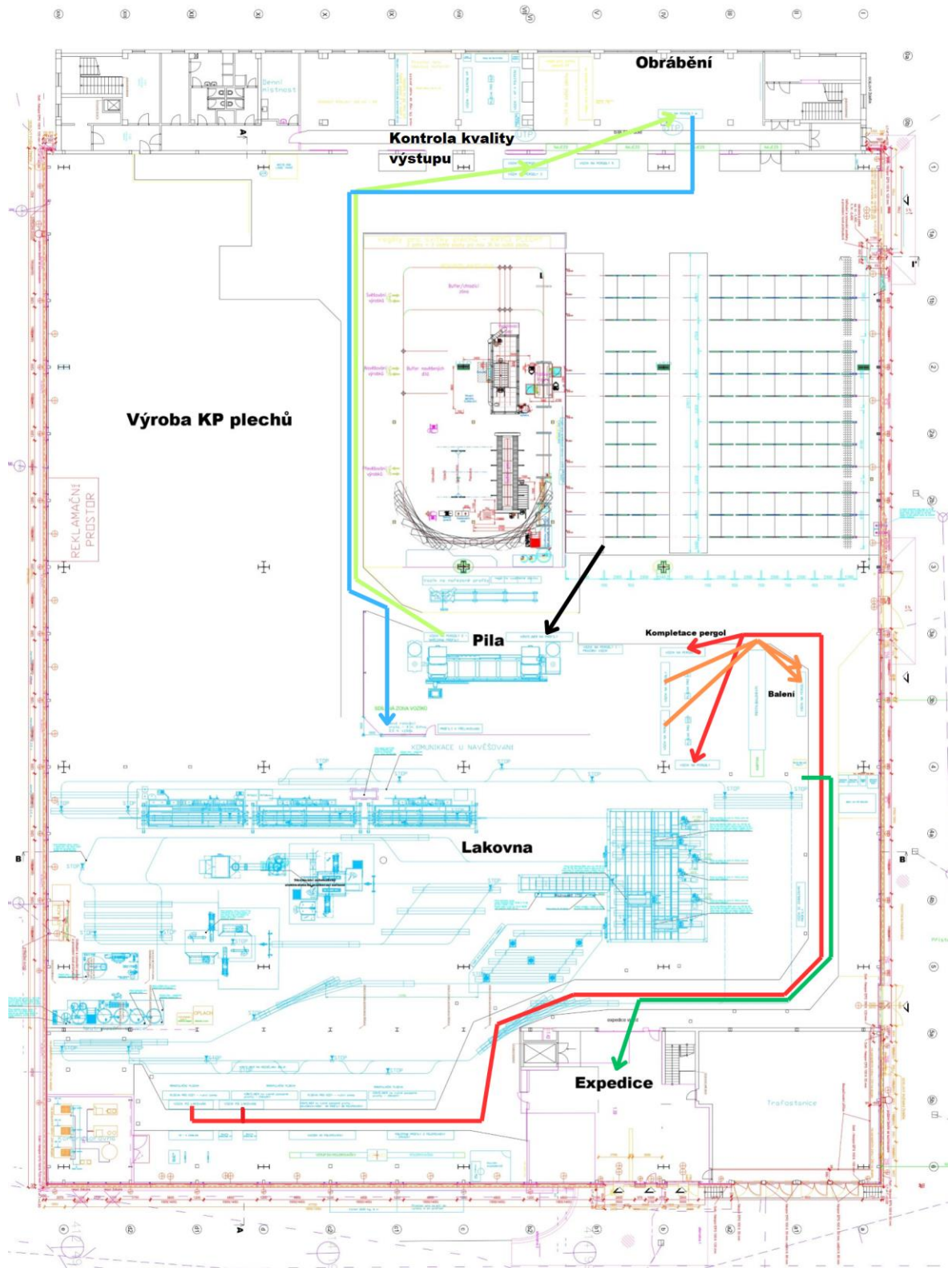


Obrázek 19 Stěna pro snížení hluku na navrhovaných pracovištích (vlastní zpracování)  
Tato stěna by mohla být podél navrhovaných pracovišť v celkové délce 33 m, výška stěny 3 m a hloubka 4,925 m. Stěna by měla mít zakomponované stahovací vrata s rozměry 2x2,5 m pro průjezd vozíků na pracoviště.

## 9.2 Layout B

Layout B je zaměřen na změnu pozice pracoviště kompletace pergol a pracoviště balení. V této variantě layoutu dochází ke vzniku společného velkého pracoviště. Po těchto změnách vypadá navrhovaný layout následovně:

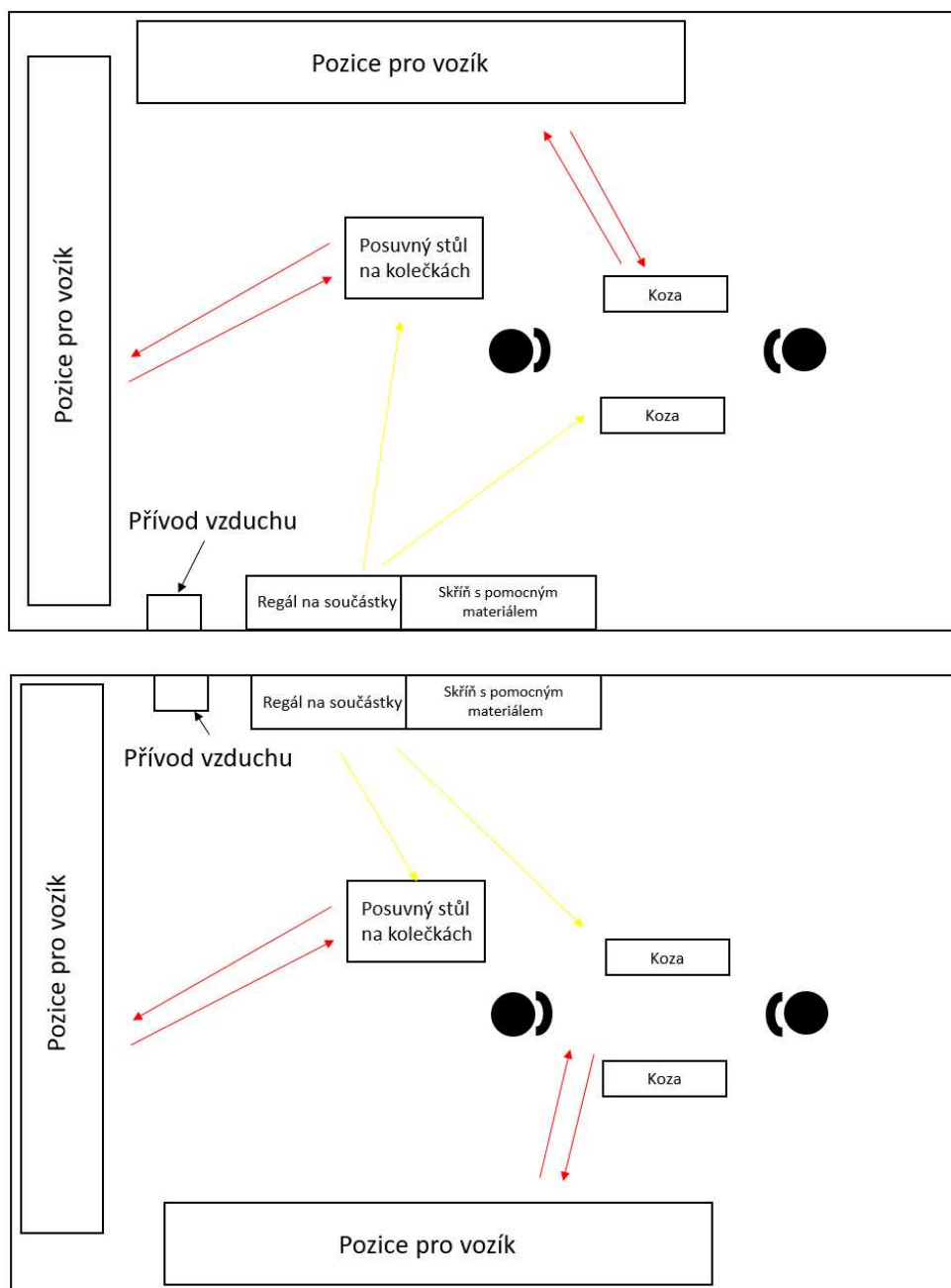




Obrázek 20 Layout B (vlastní zpracování)

Jak již bylo zmíněno, v layoutu B dojde ke změně pozice pracovišť kompletace pergol a balení na jedno místo. Po přesunu těchto pracovišť dojde ke zkrácení přepravních tras a přepravních časů a také k lepšímu sjednocení materiálového toku.

### Návrh pracoviště kompletace pergol v layoutu B

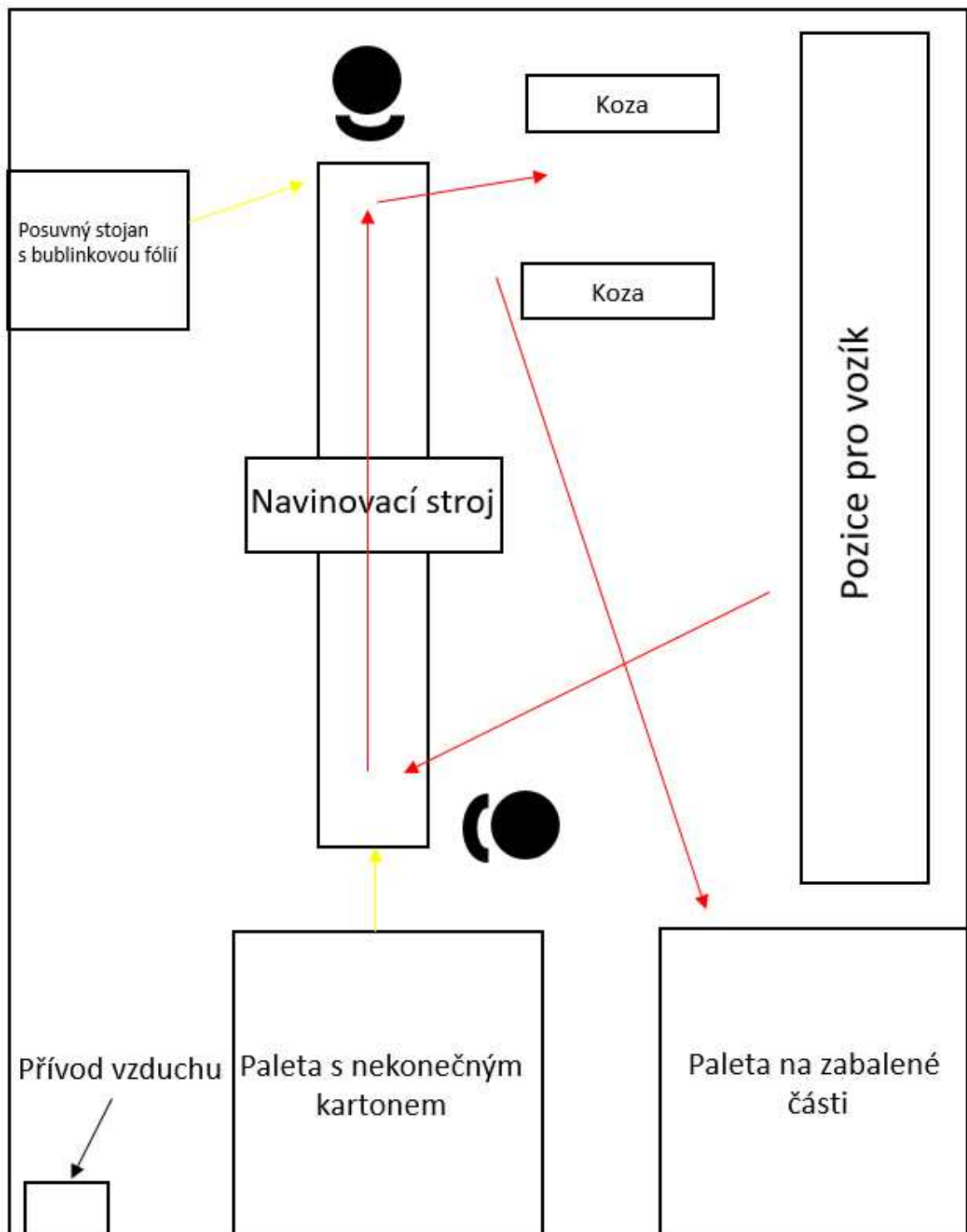


Obrázek 21 Návrh pracoviště kompletace pergol v Layoutu B (vlastní zpracování)  
 Navrhnuté pracoviště kompletace pergol se dle layoutu B nachází hned vedle pracoviště balení. V návrhu se nachází stejné položky jako na původním pracovišti. Pracoviště je poměrně otevřenější, protože se nachází hned vedle uličky. Pozice koz a posuvného stolu na



kolečkách opět nejsou fixované na jedno místo, protože se dají jednoduše v rámci pracoviště přesunout.

### Pracoviště balení v layoutu B



Obrázek 22 Balení v layoutu B (vlastní zpracování)

Layout pracoviště balení v layoutu B se nachází vedle pracoviště kompletace pergol. Navrhovaný layout je poměrně otevřený a dá se s prvky v layoutu poměrně dobře zacházet.

### 9.2.1 Příprava pracoviště v layoutu B

U layoutu B dochází k zabránění plochy, kde se v současné době nachází palety s různými materiály. Pro tyto palety se musí najít nové místo, aby došlo k uvolnění plochy pro navrhované pracoviště. Dále se musí udělat přívod vzduchu pro obě pracoviště.

Nejvhodnějším řešením je tyto palety skladovat na uvolněném místě původní pozice pracoviště kompletace pergol.

### 9.2.2 Zhodnocení layoutu B

Jak tomu bylo u layoutu A, je opět potřeba provést zhodnocení navrhovaného layoutu. V rámci layoutu B dochází ke dvěma změnám v procesu výroby pergol Lamelino, a to přesunutí pracoviště kompletace pergol a pracoviště balení na jedno místo. Délky přepravních tras a časů přepravy vyobrazeny v tabulce 10.

Tabulka 10 Nové přepravní trasy a časy layoutu B (vlastní zpracování)

Trasa	Vzdálenost	Čas přepravy
<b>Řezání -&gt; Obrábění</b>	81,6 m	123 s
<b>Obrábění -&gt; Lakování</b>	84,9 m	131 s
<b>Lakování -&gt; Kompletace pergol</b>	95,4 m	150 s
<b>Kompletace pergol -&gt; Balení</b>	10,4 m	16 s
<b>Balení -&gt; Expedice</b>	38 m	55 s
<b>Celkem</b>	<b>310,3 m</b>	<b>475 s</b>

V tabulce 10 můžeme opět vidět několik změn. Tyto změny jsou především kvůli přesunu pracoviště kompletace pergol k pracovišti balení. Největší změna nastává na trase mezi lakováním a kompletací pergol. Vzdálenost mezi těmito pracovišti je v tomto layoutu 95,4 metrů a čas přepravy 150 sekund. Nová vzdálenost mezi pracovištěm kompletace pergol a pracovištěm balení je 10,4 metrů a trvá 16 sekund. Celková vzdálenost, kterou pergola urazí

napříč celým procesem, je v této variantě 310,3 metrů. Čas přepravy je při této variantě layoutu 475 sekund.

### 9.2.3 Stěhování pracovišť

Pro oba layouty je důležité vyřešit stěhování pracovišť. Při stěhování obou layoutů vznikají potřeby přípravy míst určených pro tato pracoviště a také přestěhování případných technologií nacházejících se na těchto pozicích.

Při stěhování pracovišť je také potřeba připravit pracoviště a sjednat, kdo a kdy bude pracoviště stěhovat na novou pozici. Stěhování je rozděleno do několika kroků.

- Sestavení týmu, který bude pracoviště stěhovat.
- Sestavení harmonogramu stěhování.
- Příprava míst pro nové pozice pracovišť.
- Přeprava technologií a jednotlivých částí pracovišť.
- Zpětná vazba od pracovníků.
- Kontrola a vytvoření nových standardů pracovišť.

## 9.3 Srovnání layoutu A a layoutu B

Po zpracování obou layoutů je potřeba srovnat oba layouty a také vyhodnotit, který je pro zadavatele vhodnější.

Nejprve srovnám přepravní trasy a časy přepravy obou layoutů v následující tabulce.

Tabulka 11 Srovnání layoutu A a layoutu B (vlastní zpracování)

Trasa	Vzdálenost		Čas přepravy	
	Layout A	Layout B	Layout A	Layout B
<b>Řezání -&gt; Obrábění</b>	81,6 m	81,6 m	123 s	123 s
<b>Obrábění -&gt; Lakování</b>	84,9 m	84,9 m	131 s	131 s
<b>Lakování -&gt; Kompletace pergol</b>	<b>10 m</b>	95,4 m	<b>15 s</b>	150 s
<b>Kompletace pergol -&gt; Balení</b>	19,8 m	<b>10,4 m</b>	25 s	<b>16 s</b>
<b>Balení -&gt; Expedice</b>	<b>30 m</b>	38 m	<b>42 s</b>	55 s
<b>Celkem</b>	<b>226,3 m</b>	310,3 m	<b>336 s</b>	475 s

Z tabulky je patrné, že co se týče délky přepravních tras a časů přepravy, je layout A vhodnějším kandidátem pro zavedení na výrobní hale. Pracoviště pily a obrábění nejsou ani v jednom layout přesouvány, a tak jsou jejich hodnoty shodné v obou layoutech. Největším rozdílem je délka přepravní trasy a času přepravy mezi lakováním a pracovištěm kompletace pergol. Layout A je v tomto porovnání kratší o 85,4 metrů a také čas přepravy je kratší o 135 sekund. Co se týče trasy mezi kompletací pergol a balením, je tato trasa kratší v layoutu B o 9,4 metrů a také o 9 sekund časově výhodnější. Poslední rozdílná je hodnota mezi pracovišti balení a expedice. Tato trasa je kratší v layoutu A o 8 metrů a o 13 sekund. Celkový rozdíl mezi navrhovanými layouty je 84 metrů přepravní trasy 139 sekund času přepravy.

Dále je důležité se podívat na výhody a nevýhody obou layoutů. Oba layouty mají své určité výhody a nevýhody, které jsou zobrazeny v tabulce 12.

Tabulka 12 Výhody a nevýhody layoutů (vlastní zpracování)

Layout A		Layout B	
Výhody	Nevýhody	Výhody	Nevýhody
<ul style="list-style-type: none"> <li>- lepší výsledky při srovnání tras,</li> <li>- lepší umístění v rámci haly.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- menší přístupnost na pracovištích,</li> <li>- zabrání volného prostoru pro jiné procesy,</li> <li>- větší hluk.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vytvoření jednoho velkého společného pracoviště,</li> <li>- větší přístupnost na pracovištích.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- horší výsledky při srovnání tras,</li> <li>- nutnost změny skladování palet.</li> </ul>

Z tabulky 12 můžeme vidět, že oba navrhované layouty mají své výhody i nevýhody. Navrhovaný layout A je výhodnější, co se týče délky přepravních tras jak v metrech, tak i v časových jednotkách. U layoutu B je velkou výhodou přístupnost pracovišť. Tento návrh layoutu je otevřenější, protože není z žádné strany omezen zdí. Důležitou nevýhodou layoutu B je nové umístění palet s materiály. V současné situaci jsou palety umístěny poměrně blízko vratům, kterými jsou do haly převáženy. Při použití layoutu B se prodlouží proces vyskladňování.

Pro testování a zpracování dalších projektových řešení jsme po domluvě se zadavatelem vybrali layout A.

## 10 ZAVEDENÍ SYSTÉMU KANBAN

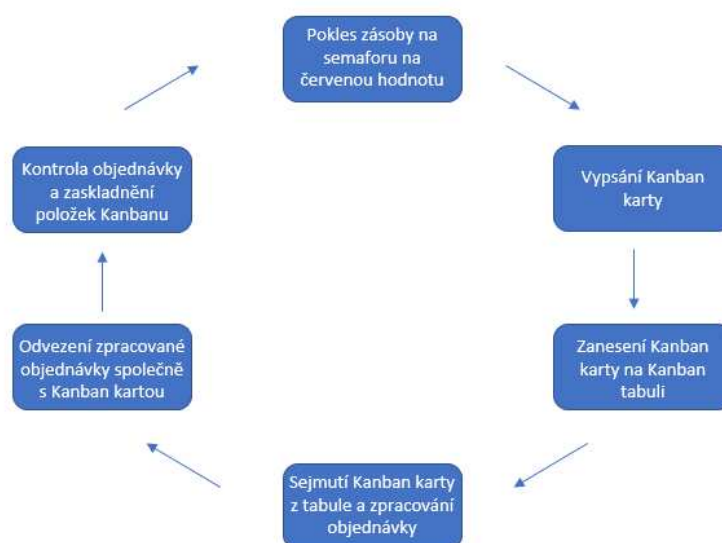
Při zavedení systému Kanban vytvořím 2 okruhy. Jeden z okruhů vznikne mezi pracovištěm obrábění a pracovištěm pily. Druhý okruh se týká pracoviště kompletace pergol a skladem. Po komunikaci se zadavatelem diplomové práce jsme se rozhodli využít Kanban systém s kartami, který není tak nákladný. Okruhy budou pro lepší znázornění pojmenovány jako:

- okruh 1: mezi pracovištěm obrábění a pilou,
- okruh 2: mezi pracovištěm kompletace pergol a skladem.

### 10.1 Okruh 1

#### 10.1.1 Průběh objednávání Kanban položek v okruhu 1

Průběh objednávání Kanban položek začíná tím, že pracovník obrábění zkontroluje plánované zakázky umístěné na tabuli u jeho pracoviště. Následně zkontroluje úložný prostor položek systému Kanban v regálu, umístěném přímo na jeho pracovišti, a zjišťuje, jestli má pro příslušnou zakázku dostatek zásob. Při vzniku potřeby zásobování vypisuje pracovník obrábění Kanban kartu a přechází na místo s Kanban tabulí, kde tuto kartu umístí. Pracovník pily kontroluje stav tabule s kartami a sejme tuto kartu. Pokračuje zpracováním objednávky a společně s Kanban kartou převáží objednané položky na pracoviště obrábění. Po kontrole pracovníkem obrábění dochází k zaskladnění položek do příslušného regálu.

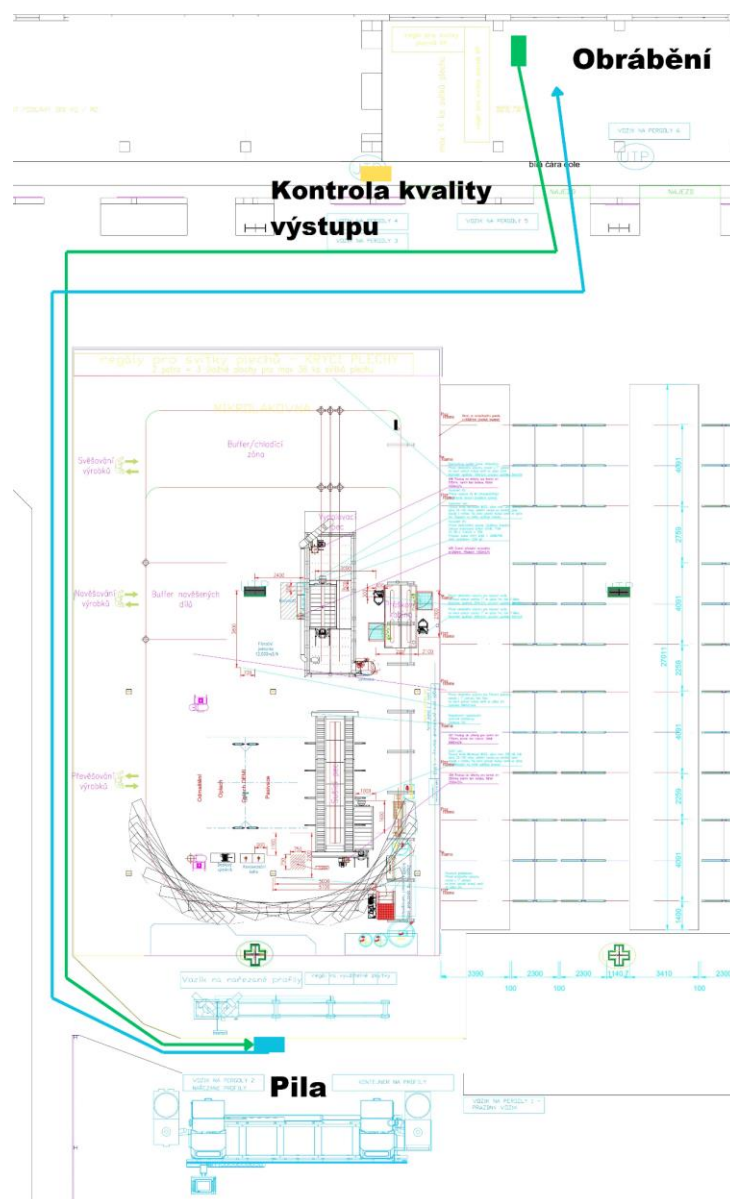


Obrázek 23 Průběh objednávání Kanban položek v okruhu 1 (vlastní zpracování)

### 10.1.2 Umístění prvků Kanbanu v okruhu 1

Pro fungování systému Kanban se musí najít vhodné místo na umístění jednotlivých prvků navrhovaného systému. Jedná se o prvky:

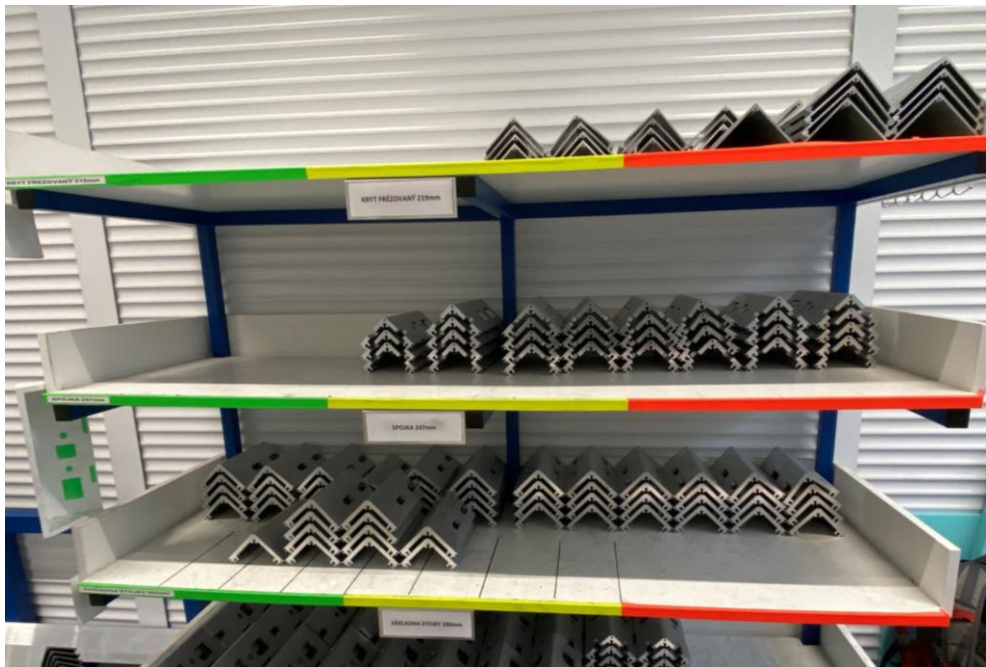
- tabule se zakázkami,
- Kanban tabule,
- úložný prostor na položky Kanbanu.



Obrázek 24 Umístění prvků systému Kanban v okruhu 1 (vlastní zpracování)

Na obrázku můžeme vidět umístění jednotlivých prvků systému Kanban společně s cestami, které Kanban karta urazí. Tabule s plánem zakázek (oranžová) je v současné situaci již

zavedená a nachází se u pracoviště obrábění. Kanban tabule s kartami (modrá) je nejvhodnější umístit u pracoviště pily, kde o ní mají pracovníci pily přehled. Posledním prvkem tohoto systému je úložný prostor pro položky Kanbanu (zelená). Barevné šipky znázorňují cestu Kanban karty. Zásoba těchto položek bude umístěna v regále, který má následující podobu.



Obrázek 25 Regál Kanban položek se semaforů (vlastní zpracování)

Navrhnutý regál je rozdělen do několika pater pro jednotlivé položky. Každá položka má svůj semafor, který znázorňuje úroveň potřeby objednávky dané položky. Při poklesu zásoby do červené hodnoty pracovník vypíše a „objedná“ danou položku.

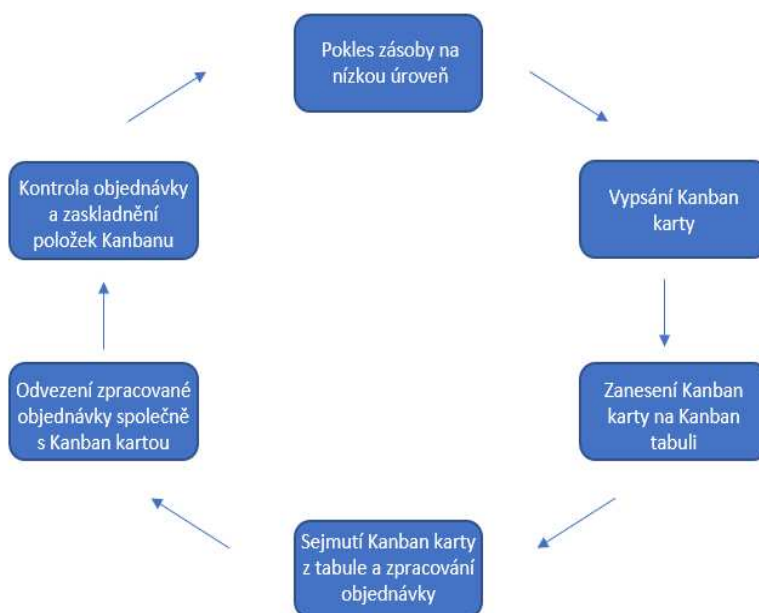
## 10.2 Okruh 2

### 10.2.1 Průběh objednávání Kanban položek v okruhu 2

Průběh objednávání v okruhu 2 je hodně podobný předchozímu okruhu. Pracovník kompletace pergol zkontroluje velikost zásoby Kanban položek. Jelikož se tyto položky nachází v krabičkách po mnoha kusech, je zde brána nízká zásoba jako minimální počet kusů zásoby v zásobníku. Při vzniku potřeby zásobování vypisuje pracovník kompletace pergol Kanban kartu a přechází na místo s Kanban tabulí, kde tuto kartu umístí. Pracovník skladu kontroluje stav tabule s kartami a sejme tuto kartu. Pokračuje zpracováním objednávky a společně s Kanban kartou převáží objednané položky na pracoviště kompletace pergol. Po



kontrola pracovníkem komplectace pergol dochází k zaskladnění položek do příslušné krabičky.

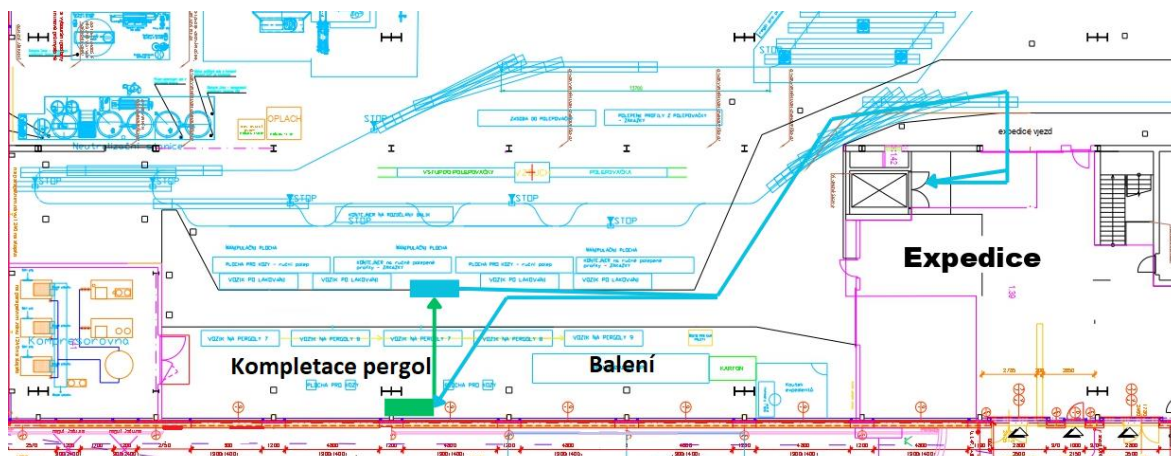


Obrázek 26 Průběh objednávání Kanban položek v okruhu 2 (vlastní zpracování)

### 10.2.2 Umístění prvků Kanbanu v okruhu 2

V okruhu 2 nevzniká potřeba vytvoření nového regálu na Kanban položky, protože takový regál již existuje, ale nemá na sobě semafor jako v okruhu 1. Tyto položky jsou uloženy v krabičkách uložených v menším regále přímo na pracovišti. V tomto okruhu jsou 2 prvky, a to:

- Kanban tabule,
- úložný prostor na položky Kanbanu.



Obrázek 27 Prvky Kanbanu v okruhu 2 (vlastní zpracování)

Stejně jako u předchozího okruhu se musí zajistit místo pro jednotlivé prvky Kanbanu. Velkou změnou oproti okruhu 1 je cesta, kterou Kanban karta urazí (modrá). Pracovník skladu vyzvedne z Kanban tabule kartu, s kterou jde do skladu. Ze skladu následně převáží objednané položky na pracoviště kompletace pergol.

### 10.3 Kanban karty

Kanban karty slouží v Kanban okruhu k několika účelům. Jedním z nich je koloběh těchto karet v Kanban okruhu. Dalším účelem je alarmování pracovníka pily a skladu, že je potřeba splnit objednávku a převést ji na požadované pracoviště. Posledním účelem je vizualizace a přímé umístění Kanban položek v regálu.

Kanban H5		
Obrábění Pergoly	Řezání pilou	
Název materiálu		
Rozměr		
Počet ks		
Termín dodání		

Kanban H5		
Kompletace pergol	Sklad	
Název materiálu		
Rozměr		
Počet ks		
Termín dodání		

Obrázek 28 Kanban karty (vlastní zpracování)

Jak již bylo zmíněno, Kanban karty budou umístěny v regálu u příslušných položek Kanbanu. Na Kanban kartě můžeme vidět, pro jaký okruh tato karta slouží, co se má s položkou dělat a kdo je její zákazník. Pod touto částí Kanban karty je název a rozměr požadované položky. Následně můžeme vidět vizuál této položky. Pod vizuálem v dolní části Kanban karty je požadovaný počet položek a požadovaný termín dodání.

### 10.4 Školení pracovníků systému Kanban

Jednou z nejdůležitějších částí zavedení systému Kanban je zaškolení pracovníků pro využívání tohoto systému. Cílem školení je informovat pracovníky, kteří s tímto systémem

budou v kontaktu, ale také mistra výroby, který bude mít dohled nad správným fungováním systému. Školení je rozděleno do několika kroků.

1. Představení Kanban systému na teoretické úrovni, aby měl každý z pracovníků představu, co tento systém obnáší.
2. Seznámení pracovníků s fungováním Kanban systému, který se ve společnosti zavádí.
3. Seznámení s pravidly, která jsou s tímto systémem spojena.
4. Stanovení funkcí a požadavků na jednotlivé pracovníky.

### **10.5 Další doporučení k systému Kanban**

Tato část slouží k předání dalších doporučení společnosti k využívání systému Kanban. Zmíněné poznatky slouží jako rady pro budoucnost navrhovaného systému Kanban.

#### **Kontrola systému Kanban**

Navrhovaný systém Kanban by měl projít v určitých časových intervalech menším auditem. Audit by měl sloužit jako kontrola systému, který by odhalil možné problémy v tomto systému, ale také přínosy. Audit by měl provádět pověřený pracovník, nejlépe mistr výroby, který by možné vzniklé problémy řešil a předával poznatky divizi průmyslového inženýrství k dalšímu šetření a vytvoření nápravných opatření.

#### **Rozšíření systému Kanban**

Po dohodě se zadavatelem je tento systém navržen na dvou okruzích. Na těchto okruzích je zároveň systém testován a v budoucnu by mohlo dojít k rozšíření systému na další procesy ve výrobní hale nebo k rozšíření na další provozy ve společnosti.

#### **Přechod ze systému s kartami na elektronickou podobu**

Při rozšíření systému je také vhodné brát v potaz elektronickou podobu systému Kanban. Elektronická podoba systému by pomohla k rychlejšímu přenosu požadavků mezi účastníky systému. Další výhodou je snížení chybovosti účastníků systému, kteří by si daný požadavek mohli kdykoliv zobrazit v elektronické podobě. V neposlední řadě by to ulehčilo práci účastníkům systému, protože by nemuseli zacházet s kartami, ale vše by řešili pomocí čtečky.

## 11 ZHODNOCENÍ PROJEKTU

Poslední kapitolou této diplomové práce je zhodnocení projektu z hlediska přínosů projektových řešení. Tento projekt byl zpracován po konzultaci se zadavatelem diplomové práce ze společnosti Servis Climax, a.s.

### Přínosy změnou layoutu

První částí projektu byla změna layoutu výrobní haly a zároveň návrh přestěhovaných pracovišť. V této části došlo k návrhu dvou variant, které se následně porovnaly, a zadavatel si vybral vhodnější variantu layoutu k testování. S touto variantou se následně pracovalo i při zavedení systému Kanban.

Při změně layoutu došlo ke stěhování dvou pracovišť, a to kompletace pergol a balení. Tato pracoviště byla přestěhována na konec lakovny, kde se zároveň přiblížila k expedici. Srovnání přepravních tras je vyobrazeno v následující tabulce:

Tabulka 13 Srovnání přepravních tras (vlastní zpracování)

Trasa	Vzdálenost		Čas přepravy	
	Současný stav	Budoucí stav	Současný stav	Budoucí stav
<b>Řezání -&gt; Obrábění</b>	81,6 m	81,6 m	123 s	123 s
<b>Obrábění -&gt; Lakování</b>	84,9 m	84,9 m	131 s	131 s
<b>Lakování -&gt; Kompletace pergol</b>	197 m	<b>10 m</b>	290 s	<b>15 s</b>
<b>Kompletace pergol -&gt; Balení</b>	125 m	<b>19,8 m</b>	190 s	<b>25 s</b>
<b>Balení -&gt; Expedice</b>	33 m	<b>30 m</b>	48 s	<b>42 s</b>
<b>Celkem</b>	<b>521 m</b>	<b>226,3 m</b>	<b>782 s</b>	<b>336 s</b>

Ze srovnání přepravních tras můžeme vidět úsporu v metrech, a to 294,7 m. Zároveň můžeme vidět i úsporu času přepravy a to 446 s. V obou případech se jedná o více než 50% úsporu na 1 pergolu.

V současné době je objem vyráběných pergol 8 za měsíc, což je 96 pergol ročně. Převedením této úspory můžeme počítat s roční úsporou:

- **Vzdálenost:** 21,7 km
- **Čas přepravy:** 8,96 h

Tato úspora je vypočítána při současném objemu výroby. Zároveň se ale počítá s nárůstem objemu vyráběných pergol, což by znamenalo vyšší roční úsporu.

### **Přínosy zavedením systému Kanban**

Zavedením systému Kanban dojde k několika zlepšením:

- zamezení plýtvání zbytečným pohybem pracovníků na pracovišti kompletace pergol,
- lepší informovanost o objednávkách položek,
- zkrácení průběžné doby výroby.

### **Průběžná doba výroby**

Zavedením obou projektových řešení můžeme vidět změny hodnot VA a NVA, které mají vliv na průběžnou dobu výroby. Tyto změny jsou vyobrazeny v následující tabulce.

Tabulka 14 Srovnání průběžné doby výroby u zasažených operací (vlastní zpracování)

<b>Operace</b>	<b>Současný stav</b>	<b>Budoucí stav</b>
Řezání	212,5 min	187,5 min
Obrábění	627,4 min	427,4 min
Lakování	185 min	180 min
Kompletace pergol	745,5 min	716 min
<b>Celkem</b>	<b>1770,4 min</b>	<b>1510,9 min</b>

Z tabulky můžeme vidět několik změn týkajících se průběžné doby výroby na operacích. Celkový rozdíl průběžné doby výroby je 259,5 minut. Celková průběžná doba výroby s ostatními nezměněnými operacemi se změnila následně:

- **Současná průběžná doba výroby:** 45 321 minut
- **Budoucí průběžná doba výroby:** 45 061,8 minut

## ZÁVĚR

V mé diplomové práci jsem se zabýval optimalizací výrobního procesu ve vybrané společnosti. Výrobní proces pergol Lamelino probíhá ve společnosti Servis Climax, a.s., konkrétně na výrobní hale 5.

V teoretické části práce bylo úkolem zpracovat literární rešerši, která se týkala průmyslového inženýrství, průmyslového inženýra a druhy plýtvání spojených s průmyslovým inženýrstvím. Následovalo pojednání o tématu výroba a její typy, řízení výroby, plánování výroby, výrobní proces a uspořádání pracovišť ve výrobním procesu. Autor diplomové práce se zabýval i teoretickým popisem vybraných metod využitých v analýze současného stavu a v projektové části.

V praktické části byla prezentována společnost Servis Climax, a.s., charakterizována jejím výrobním portfoliem a následně vymezená podstatnými informacemi o zvoleném výrobním procesu ke zlepšení. Pomocí vybraných metod a nástrojů byla vypracována analýza současného stavu, ze které vyplynulo několik návrhů ke zlepšení. Po konzultaci se zadavatelem se vybraly 3 návrhy, které byly zpracovány v projektové části diplomové práce.

Na začátku projektové části byl představen projekt, který se zabývá návrhy ke zlepšení vyplývajícími z analýzy současného stavu. Prvním návrhem byla změna layoutu výrobní haly, kde došlo k vytvoření dvou variant a zároveň vytvoření layoutů stěhovaných pracovišť. Po navržení nového layoutu následovalo zavedení systému Kanban. Tento systém byl zaveden na dvou okruzích, a to mezi pracovišti obrábění a pilou v jednom okruhu a mezi pracovištěm kompletace pergol a skladem na druhém okruhu.

V závěru práce bylo provedeno zhodnocení projektu a jeho přínosů pro společnost Servis Climax, a.s.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ALTMAN, Harry, 2017. *Lean: The Bible: 7 manuscripts - Lean startup, Lean Six Sigma, Lean analytics, Lean enterprise, Kanban, Scrum, Agile project*. CreateSpace Independent Publishing Platform. ISBN 9781978348684.

BAUER, Miroslav, 2012. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks. ISBN 978-802-6500-292.

BENEDIKT, Jiří, 2019. *8 druhů plýtvání ve firmách dle Lean managementu*. Online. Dostupné z: <https://www.jiribenedikt.com/8-druhu-plytvani/>. [cit. 2024-03-08].

BOČKOVÁ, Kateřina a LAJČIN, Daniel, 2019. RIPRAN – one of the best project risk analysis methodologies. Online. *Managerial Economics*. roč. 19, č. 3, s 7-24. Dostupné z: <https://doi.org/10.7494/manage.2018.19.1.7>. [cit. 2024-03-31].

BRAU, Sebastian J., 2016. *Lean manufacturing 4.0: The technological evolution of lean : practical guide on the correct use of technology in lean projects Kanban, 5S, TPM, Kaizen, VSM, 6Sigma, SMED OEE, Hoshin Kanri, Gemba, JIT, TPS, PDCA...* Boca Raton: American Lean SD. ISBN 9781539322948.

CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA, 2011. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: Georg. ISBN 978-80-89401-26-0.

CHROMJAKOVÁ, Felicita, 2013. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štíhlým řízením procesů*. Žilina: Georg. ISBN 978-80-8154-058-5.

DEBNÁR, Peter, 2023. *Manažer změn a role průmyslového inženýra*. Online. Dostupné z: <https://peterdebnar.cz/manazer-zmen-a-role-prumysloveho-inzenyra/>. [cit. 2024-03-08].

DLABAČ, Jaroslav a PAVELKA, Marcel, 2015. *Průmyslové inženýrství v organizační struktuře podniku*. Online. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25785n-prumyslove-inzenyrstvi-v-organizacni-strukture-podniku>. [cit. 2024-03-08].

DOLEŽAL, Jan; MÁCHAL, Pavel a LACKO, Branislav, 2012. *Projektový management podle IPMA: 2., aktualizované a doplněné vydání*. Grada. ISBN 978-80-247-4275-5.

DUGGAN, Kevin J., 2013. *Creating mixed model value streams: practical lean techniques for building to demand*. CRC Press: Taylor&Francis Group. ISBN 978-1-4398-6843-0

*Hodnoty společnosti*, © 2020. Online. JAKUBEC, Miroslav. Climax Sunscreens. Dostupné z: <https://www.climax.cz/nase-hodnoty>. [cit. 2024-01-23].

JENKINS, Abby, 2023. *ABC Inventory Analysis & Management*. Online. Dostupné z: <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/inventory-management/abc-inventory-analysis.shtml>. [cit. 2024-03-30].

JUROVÁ, Marie, 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing. Expert (Grada). ISBN 978-802-4757-179.

*Kanban – Jak výroba tahem optimalizuje stav zásob a přispívá k efektivitě ve výrobě?*, © 2011-2020. Online. Dostupné z: <https://esp.cz/cs/blog/kanban-vyroba-tahem-optimalizuje-stav-zasob-prispiva-efektivite-vyrobe> [cit. 2024-03-22].

*Katalog produktů*, © 2020. Online. Climax Sunscreens. Dostupné z: <https://www.climax.cz/produkty>. [cit. 2024-01-23].

KEŘKOVSKÝ, Miloslav a VALSA, Ondřej, 2012. *Moderní přístupy k řízení výroby*. V Praze: C.H. Beck. ISBN 978-80-7179-319-9.

KUCHARČÍKOVÁ, Alžbeta, 2011. *Efektivní výroba*. Brno: Computer Press. ISBN 9788025125243.

KULICHOVÁ, Barbora, 2023. *Typy výroby: Rozdělení a charakteristiky*. Online. Dostupné z: <https://autoerp.cz/typy-vyroby-rozdeleni-a-charakteristiky/>. [cit. 2024-03-22].

MANGAROO-PILLAY, M. a ROOPA, M., 2021 Beyond the industrial engineering frontier: A few steps in history and a giant leap into the future. Online. *South African Journal of Industrial Engineering*. Vol. 32, no. 3, p. 1-9. ISSN 1012277X. Dostupné z: <https://doi.org/10.7166/32-3-2607>. [cit. 2024-03-08].

ROSER, Christoph, 2015. *Basics of Value Stream Maps*. Online. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/how-to-vsm/>. [cit. 2024-03-24]

*Servis Climax*, © 2020. Online. Climax Sunscreens. Dostupné z: <https://www.climax.cz/>. [cit. 2024-01-23].

SKHMOT, Nawras, 2017. *The 8 Wastes of Lean. The Lean Way*. Online. Dostupné z: <https://theleanway.net/The-8-Wastes-of-Lean>. [cit. 2024-03-08].

SYNEK, Miloslav a KISLINGEROVÁ, Eva, 2010. *Podniková ekonomika*. Praha: C.H. Beck. ISBN 9788074003363

TOMEK, Gustav a VÁVROVÁ, Věra, 2007. *Řízení výroby a nákupu*. Grada. ISBN 978-80-247-1479-0



TOMEK, Gustav a VÁVROVÁ, Věra, 2014. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Expert. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4486-5

TURNER, James, 2020. *Kanban. The Ultimate Beginner's Guide to Learn Kanban Step by Step*. Publishing Factory. ISBN 9781647711290.

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ABC Activity Based Costing

LT Lead Time

NVA Non Value Added

RIPRAN Risk Project Analysis

VA Value Added

VSM Value Stream Mapping

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 Role průmyslového inženýra (Debnár, 2023) .....	15
Obrázek 2 Vnitřní a vnější význam cílů a kritérií řízení výroby (vlastní zpracování dle Keřkovského a Valsy, 2012).....	21
Obrázek 3 Souvislosti uspořádání pracovišť, variety výrobků a objemu výroby (Keřkovský a Valsa, 2012) .....	26
Obrázek 4 Logo společnosti (SERVIS CLIMAX, © 2020) .....	35
Obrázek 5 Produkty společnosti Servis Climax, a.s. (Katalog produktů, © 2020) .....	37
Obrázek 6 Posuvné regály pro skladování profilů (vlastní zpracování).....	40
Obrázek 7 Pracoviště pily (vlastní zpracování) .....	42
Obrázek 8 Pracoviště obrábění (vlastní zpracování) .....	43
Obrázek 9 Pracoviště kontroly kvality výstupu (vlastní zpracování) .....	44
Obrázek 10 Pracoviště kompletace pergol (vlastní zpracování).....	46
Obrázek 11 Pracoviště balení (vlastní zpracování).....	47
Obrázek 12 Mapa současného stavu (vlastní zpracování) .....	48
Obrázek 13 Současný layout výrobní haly s přepravními trasami (vlastní zpracování) .....	55
Obrázek 14 Mapa budoucího stavu procesu výroby pergol Lamelino (vlastní zpracování).....	62
Obrázek 15 Layout A (vlastní zpracování).....	65
Obrázek 16 Návrh pracoviště kompletace pergol v layoutu A (vlastní zpracování) .....	66
Obrázek 17 Návrh pracoviště balení v layoutu A (vlastní zpracování).....	67
Obrázek 18 Potřebné úpravy pro layout A (vlastní zpracování) .....	68
Obrázek 19 Stěna pro snížení hluku na navrhovaných pracovištích (vlastní zpracování) ..	70
Obrázek 20 Layout B (vlastní zpracování) .....	71
Obrázek 21 Návrh pracoviště kompletace pergol v Layoutu B (vlastní zpracování).....	72
Obrázek 22 Balení v layoutu B (vlastní zpracování).....	73
Obrázek 23 Průběh objednávání Kanban položek v okruhu 1 (vlastní zpracování).....	78
Obrázek 24 Umístění prvků systému Kanban v okruhu 1 (vlastní zpracování).....	79
Obrázek 25 Regál Kanban položek se semaforey (vlastní zpracování) .....	80
Obrázek 26 Průběh objednávání Kanban položek v okruhu 2 (vlastní zpracování).....	81
Obrázek 27 Prvky Kanbanu v okruhu 2 (vlastní zpracování).....	81
Obrázek 28 Kanban karty (vlastní zpracování) .....	82

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 Přehled použití normativů ve standardních metodách OPV (Tomek a Vávrová, 2014) .....	24
Tabulka 2 Nejdůležitější výhody a nevýhody jednotlivých způsobů uspořádání pracovišť (Keřkovský a Valsa, 2012) .....	25
Tabulka 3 Popis prvků mapy současného stavu (vlastní zpracování) .....	49
Tabulka 4 Časová analýza pracoviště obrábění (vlastní zpracování) .....	53
Tabulka 5 ABC analýza (vlastní zpracování) .....	54
Tabulka 6 Převážní vzdálenosti a časy přepravy mezi pracovišti (vlastní zpracování) .....	56
Tabulka 7 Harmonogram projektu (vlastní zpracování) .....	60
Tabulka 8 Logický rámec (vlastní zpracování) .....	60
Tabulka 9 Nové přepravní trasy a časy layoutu A (vlastní zpracování) .....	69
Tabulka 10 Nové přepravní trasy a časy layoutu B (vlastní zpracování) .....	74
Tabulka 11 Srovnání layoutu A a layoutu B (vlastní zpracování) .....	76
Tabulka 12 Výhody a nevýhody layoutů (vlastní zpracování) .....	77
Tabulka 13 Srovnání přepravních tras (vlastní zpracování) .....	84
Tabulka 14 Srovnání průběžné doby výroby u zasažených operací (vlastní zpracování) ..	85

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Analýza rizik

## PŘÍLOHA P I: ANALÝZA RIZIK

Riziko	Pst rizika (%)	Scénář	Pst scénáře (%)	Celková pst (%)	Celková pst	Dopad	Hodnota rizika	Opatření
Dostavení špatných výsledků	10%	Nesplnění cílů diplomové práce	80%	8%	MP	SD	MHR	Akceptace rizika
Špatné výsledky testů	15%	Neúspěch projektu	75%	11,25%	SP	SD	SHR	Testování v delším časovém úseku, úprava navrhovaných řešení
Špatné zpracování analýzy současného stavu	35%	Chybné vyhodnocení analýzy současného stavu	40%	14%	SP	SD	SHR	Pravidelné konzultace s vedoucími a zadavatelem diplomové práce
Neochota pracovníku spolupracovat	50%	Odmítnutí navrhovaných změn, odmítnutí předání informací	70%	35%	VP	VD	VHR	Komunikace s pracovníky, motivace pracovníků
Zamítnutí navrhovaných řešení	20%	Nedosažení vedlejších cílů	80%	20%	SP	VD	VHR	Pravidelné přednášení navrhovaných řešení a jejich konzultace se zadavatelem diplomové práce
Nesplnění harmonogramu projektu	10%	Neodevzdání diplomové práce	50%	5%	MP	SD	MHR	Akceptace rizika

Celková pravděpodobnost (pst)			Dopad rizika			Hodnota rizika			Celková pst		
MP	SP	VP	MD	SD	VHR	MHR	SHR	VHR	MP	SP	VP
Velká pravděpodobnost	81-100%	Velký dopad	21-100%	Velká hodnota rizika	MD	MHR	SHR	MHR	MHR	SHR	
Střední pravděpodobnost	11-30%	Střední dopad	2-20%	Střední hodnota rizika	SD	MHR	VHR	SHR	SHR	VHR	
Malá pravděpodobnost	0-10%	Malý dopad	0-1%	Malá hodnota rizika	MHR	SHR	VHR	VHR	VHR	VHR	