

# Návrh implementace nového dopravníkového systému ve vybrané společnosti

Bc. Marcela Weidingerová

---

Diplomová práce  
2023



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: 2022/2023

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Bc. Marcela Weidingerová  
Osobní číslo: M210247  
Studijní program: N0488P050002 Průmyslové inženýrství  
Forma studia: Kombinovaná  
Téma práce: Návrh implementace nového dopravníkového systému ve vybrané společnosti

### Zásady pro vypracování

#### Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

#### I. Teoretická část

- Proveďte průzkum literárních pramenů a zpracujte literární rešerši se zaměřením na výrobu a zlepšování procesů.

#### II. Praktická část

- Analyzujte současný stav dopravníkového systému krycích skel ve vybrané společnosti.
- Na základě výsledků analýzy současného stavu vypracujte návrh na zlepšení dopravníkového systému.
- Zhodnoťte úspěšnost zlepšení dopravníkového systému krycích skel.

#### Závěr

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

**Seznam doporučené literatury:**

- JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnicích*. Praha: Grada Publishing, 2016, 264 s. ISBN 978-80-247-5717-9.
- KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3. vydání. Praha: C.H. Beck, 2012, 153 s. ISBN 978-80-7179-319-9.
- KING, Peter L. a Jennifer S. KING. *Value Stream Mapping for the Process Industries: Creating a Roadmap for Lean Transformation*. New York: CRC Press, 2015, 244 s. ISBN 978-1-4822-4769-5.
- KIRAN, Desai R. *Production Planning and Control*. Amsterdam: Butterworth-Heinemann, 2019, 582 s. ISBN 978-0-12-818364-9.
- MORAN, Seán. *Process Plant Layout*. 2nd Edition. United Kingdom: Butterworth-Heinemann, 2016, 756 s. ISBN 978-0-12-803355-5.

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

Datum zadání diplomové práce: **10. února 2023**  
Termín odevzdání diplomové práce: **21. dubna 2023**

L.S.

---

**prof. Ing. David Tuček, Ph.D.**  
děkan

---

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

Ve Zlíně dne 10. února 2023

**PROHLÁŠENÍ AUTORA  
DIPLOMOVÉ PRÁCE**

**Prohlašuji, že**

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

Ve Zlíně

Jméno a příjmení: .....

.....  
podpis diplomanta

## **ABSTRAKT**

Tato diplomová práce se zaměřuje na zvýšení efektivnosti lisovacího zařízení, která mimo jiné závisí i na dopravníkovém systému fungujícím jako doprava vylisovaných krycích skel do lakovny. Cílem je tedy analýza současného výrobního procesu a podle výsledků analýzy vytvoření návrhu implementace zvolených metod průmyslového inženýrství. Dosažení cíle je za pomoci využité procesní analýzy spolu s ostatními metodami. Základní časové informace o procesu jsou získány z provedené chronometráže, z kterých se následně i analyzuje možné plýtvání v celém výrobním procesu. Výsledkem je návrh implementace nového dopravníkového systému a ověření, zda se již nevyskytuje plýtvání, které se dá z procesu odstranit. Mezi hlavní přínosy práce spadá zvýšení OEE na zkoumaných lisech, snížení transportního času krycího skla a snížení zmetkovitosti skel.

Klíčová slova: Dopravníkový systém, proces, DMAIC, štíhlá výroba, OEE

## **ABSTRACT**

This thesis focuses on increasing the efficiency of a pressing device, which also depends on a conveyor system that transports pressed cover glasses to the paint shop. The aim is to analyze the current production process and create a proposal for implementing selected industrial engineering methods based on the analysis results. The goal is achieved through the use of process analysis and other methods. Basic time information about the process is obtained from a conducted time study, which is then analyzed for possible waste throughout the entire production process. The result is a proposal for implementing a new conveyor system and verifying whether any waste that can be eliminated from the process still exists. The main benefits of the thesis include increased OEE of the investigated presses, reduced transportation time of cover glass, and reduced glass waste.

Keywords: Conveyor system, process, DMAIC, lean manufacturing, OEE

Tímto bych ráda poděkovala vedoucí své práce Ing. Denise Hruškové, Ph.D., za odborné vedení, věnovaný čas a cenné rady, které mi poskytla při psaní diplomové práce.

Dále bych ráda poděkovala Ing. Kateřině Hrabcové za odborný dozor a potřebné rady při zpracování praktické části práce v rámci zvolené firmy. Poděkování patří také mým nejbližším za podporu po dobu celého studia.

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

*„Všechny modely jsou chybné, je jen otázkou, do jaké míry chybovosti jsou ještě užitečné.“*

George Box

# 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 VÝROBA.....</b>	<b>13</b>
1.1 VÝROBNÍ SYSTÉMY .....	14
1.2 VÝROBNÍ PROCES .....	16
1.3 VÝROBNÍ STRATEGIE.....	18
<b>2 ŠTÍHLÝ PODNIK.....</b>	<b>20</b>
2.1 ŠTÍHLÁ VÝROBA .....	21
2.2 PLÝTVÁNÍ VE VÝROBNÍCH PROCESECH.....	23
<b>3 ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ.....</b>	<b>25</b>
3.1 DMAIC/DMADV .....	25
3.2 POUŽITÉ METODY A NÁSTROJE .....	27
3.2.1 Logický rámec – pro SMART projekt .....	27
3.2.2 SIPOC .....	27
3.2.3 RIPRAN .....	28
3.2.4 Chronometráž.....	28
3.2.5 Procesní analýza.....	28
3.2.6 Celková efektivita zařízení (OEE) .....	29
3.2.7 TOC.....	31
3.2.8 Yamazumi chart .....	31
3.3 ŽIVOTNÍ CYKLUS PROJEKTU .....	32
<b>4 AKTUÁLNÍ TRENDY.....</b>	<b>34</b>
4.1 SIMULACE A ROBOTIKA .....	35
4.2 NOVÝ POHLED NA AUTOMATIZACI TOVÁREN .....	36
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST.....</b>	<b>37</b>
<b>5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI.....</b>	<b>38</b>
5.1 ORGANIZAČNÍ STRUKTURA .....	39
5.2 VÝROBKOVÉ PORTFOLIO .....	40
5.3 CÍLE SPOLEČNOSTI .....	40
5.4 VIZE SPOLEČNOSTI .....	41
5.5 POSLÁNÍ SPOLEČNOSTI .....	42
5.6 VÝROBNÍ PROSTORY (LAYOUT SPOLEČNOSTI).....	42
<b>6 POPIS SOUČASNÉHO STAVU VÝROBY KRYCÍHO SKLA.....</b>	<b>43</b>
6.2 SOUČASNÝ DOPRAVNÍKOVÝ SYSTÉM.....	45
6.3 LAKOVNA.....	47

6.4	DIAGRAM MATERIÁLOVÉHO TOKU .....	48
<b>7</b>	<b>PROJEKT IMPLEMENTACE NOVÉHO DOPRAVNÍKOVÉHO SYSTÉMU.....</b>	<b>49</b>
7.1	DEFINE.....	49
7.1.1	Projektový tým .....	49
7.1.2	Časový harmonogram projektu .....	50
7.1.3	SIPOC .....	51
7.1.4	Definice cílů projektu.....	52
7.1.5	Rizika v projektu RIPRAN .....	52
7.1.7	Projektový list .....	55
7.2	MEASURE.....	55
7.2.1	Chronometráž jednotlivých stanovišť .....	56
7.2.2	OEE a zmetkovitost.....	57
7.3	ANALYZE .....	58
7.3.1	Procesní analýza.....	58
7.3.2	Layout pracoviště .....	61
7.3.3	Analýza umístění dopravníku na zemi versus ve výšce.....	61
7.3.4	Nahodilé odstavení lakovny .....	65
7.3.5	Maximální prostoj pro lakovnu .....	66
7.3.6	Analýza vytížení dopravníků .....	67
7.3.7	Maximální čas zdvihu výtahu .....	68
7.3.8	Vyjáždění prostojů – za jak dlouho se dopravník vrátí do stavu před prostojem.....	69
7.4	SHRnutí ANALYTICKÉ ČÁSTI.....	70
7.5	IMPROVE.....	72
7.5.1	Změna layoutu dopravníku .....	72
7.5.2	Procesní analýza po návrhu opatření.....	74
7.5.3	Ukazatele po přestavbě dopravníkového systému .....	76
7.5.4	Uspořádání údržbářského náradí.....	76
7.5.5	Změna používaných paletek.....	77
7.5.6	Náklady na přestavbu současného dopravníku .....	79
7.6	CONTROL .....	81
7.6.1	Ověření nastavených procesů.....	81
7.6.2	Vyhodnocení návrhu nového dopravníkového systému .....	83
7.6.3	Návratnost nového dopravníkového systému .....	85
7.6.4	Ekonomické zhodnocení z hlediska zvýšení OEE .....	86
<b>8</b>	<b>ZHODNOCENÍ POUŽITÝCH METOD PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRTSTVÍ.....</b>	<b>88</b>
<b>9</b>	<b>SHRnutí PRAKTICKÉ ČÁSTI .....</b>	<b>89</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>90</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>92</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>96</b>



<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>97</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>99</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>100</b>

## ÚVOD

V dnešní době je pro velké výrobní společnosti, které se chtějí držet aktuálních trendů výroby, stále těžší si udržet konkurenční výhodu, a to například právě v husté konkurenci, jako je v odvětví automobilu. Tento fakt vede společnosti k nutnosti používání stále novějších a vyspělejších technologií výroby.

V poslední době bylo velmi žhavým trendem zavádění takzvané štíhlé výroby ve firmách. Tato výroba je zaměřena na odstranění všech činností, které se nacházejí v kategorii plýtvání. Tímto slovem se rozumí veškeré činnosti, jež nepřinášejí hodnotu konečnému zákazníkovi a ten za ně ani nechce platit. Filozofie „Lean“ je ve společnostech i nadále důležitá, a v některých oblastech dokonce nezbytná.

Související fakt, že většina podniků si nevystačí jen s praktikami štíhlé výroby, kvůli udržení si konkurenční výhody společnosti zavádějí i automatizaci a digitalizaci. Tyto poslední trendy přineslo do firem takzvané INDUSTRY 4.0. Používání robotizace a automatizace ve společnostech má za cíl zvýšení efektivity výroby a snížení celkových nákladů výroby.

V teoretické části diplomové práce najdeme definici výroby, výrobního procesu a její základní rozdělení, jelikož se celá práce bude ubírat právě tímto směrem. Poté je blíže představen štíhlý podnik a s tím související i štíhlá výroba, s kterou úzce souvisí element plýtvání ve výrobě. Další částí teoretického oddílu práce je zlepšování procesů, a s tím související metodika DMAIC, která nás bude provázet celou praktickou částí. Poslední kapitola je poté věnována aktuálním trendům s bližším zaměřením na simulaci a robotiku, které jsou využívány v diplomové práci.

Úvodem do praktické části je představení zvolené firmy. Praktická část je postavena na metodice DMAIC, která byla vybrána z důvodu předešlého povědomí o metodice a jeví se jako vhodná pro tento projekt i díky přehlednému rozdělení jednotlivých částí. Jedněmi z klíčových částí praktické fáze je vyhotovení chronometráže, na to navazující procesní analýza a návrh implementace nového dopravníkového systému, který projde ověřením v simulaci.

Závěrem budou vyhodnoceny možné přínosy, které tato diplomová práce přinese, a to jak se zaměřením na zvýšení OEE na zkoumaných lisech, tak snížení času transportu krycího skla nebo snížení zmetkovitosti skel.

## CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Hlavním cílem této diplomové práce je zvýšení OEE neboli využitelnosti zařízení na zkoumaných lisech o 5 % vyřešením problémů s dopravníkovým systémem, a to implementací nového dopravníku. Dále díky návrhu nového layoutu dopravníku snížení času transportu o 10 %. To vše za využití metod průmyslového inženýrství. Tato diplomová práce je složena z teoretické a praktické části.

Teoretická část obsahuje literární rešerši nejen z odborné literatury, ale i z odborných článků a elektronických zdrojů. Došlo také k použití českých i zahraničních zdrojů. Rozebrány jsou všechny důležité termíny a nástroje, kterými se práce dále zabývá.

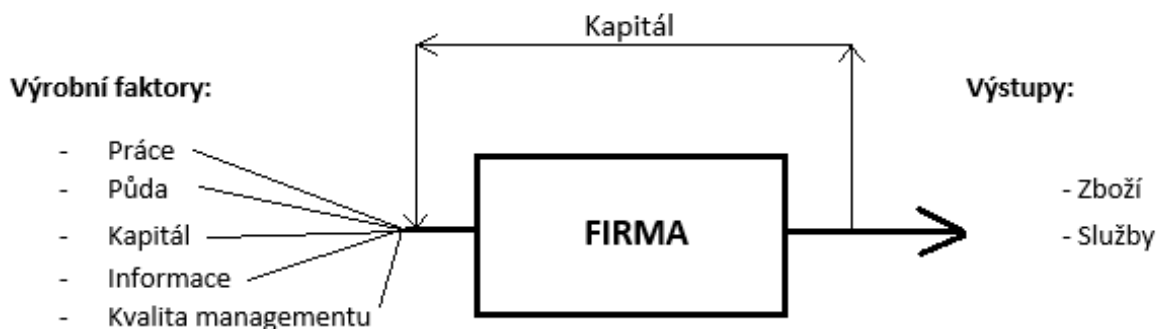
Praktická část práce blíže definuje řešený problém dopravníkového systému. Z vyšších výsledků této práce bude firma podnikat rozhodnutí o implementaci daného návrhu. Sesbírání potřebných informací o procesu je pomocí chronometráže. Následuje analytická část, kde je použita procesní analýza, která zviditelňuje plýtvání, jež je potřeba následně odstranit. Výsledkem této fáze jsou návrhy na nový dopravníkový systém, které jsou dále přeneseny do simulace pro porovnání. V poslední části dojde k ekonomickému vyhodnocení návrhu implementace nového dopravníkového systému.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 VÝROBA

Výroba je chápána jako jakýsi transformační proces výrobních faktorů na služby a statky, jež následně prochází spotřebou. Službám se také často říká nehmotné statky a spadají do nich různé úkony, které mají určitou poptávku. Jako zdroje výrobního procesu máme výrobní faktory, jež můžeme rozdělit na čtyři hlavní oblasti:

1. Práce
2. Půda (přírodní zdroje)
3. Kapitál
4. Informace (Keřkovský a Valsa, 2012)



Obrázek 1 Koloběh výrobních faktorů, služeb, kapitálu a zboží ve firmě  
(vlastní zpracování dle Keřkovský a Valsa, 2012, str.2)

Váchal a Vochozka (2013, str.459) ještě dodávají, že výroba je „současně souhrnem všech výrobních procesů, které v podniku nebo jeho části probíhají. V některých podnicích probíhá několik výrobních procesů současně, jiné podniky zeštíhlují výrobu a soustředují se jen na jeden, rozhodující výrobní proces.“

Kapitálem můžeme označit faktory vzniklé během výroby a dále uplatňované jako vstupy do další výroby. Oproti tomu pojem práce, která obsahuje všechny lidské zdroje do výrobního procesu a půda nejsou předmětem výroby. S ohledem na roli v procesu výroby máme dva druhy výrobních zdrojů, a to transformující a transformované výrobní zdroje. (Keřkovský a Valsa, 2012)

Oproti tomu Synek (2011) říká, že výrobou v širokém pojetí chápeme jako všechny spojení zdrojů neboli výrobních faktorů, za účelem dosažení potřebných výkonů (služeb a výrobků).

Do této výroby spadají veškeré firmou zajišťované činnosti jako například pořízení pracovníků, výrobních faktorů, skladování, odbyt, kontrolu, a tak dále.

Váchal a Vochozka (2013) také dodávají, že výrobní zdroje lze rozdělit do dvou základních skupin na transformující a transformované. Tento druh rozdělení se též ve firmách používá ke zhodnocení efektivnosti, jak podnik využívá daných zdrojů.

V praxi je také k hodnocení využitelnosti zdrojů velice používaný pojem produktivita, který je definovaný podílem výstupů ku využitým zdrojům. Podle druhu spotřebovaných zdrojů pak určujeme přesnější název ukazatele jako například produktivita práce. (Keřkovský a Valsa, 2012)

### **Pojem organizace**

Organizace je proces určování nezbytných činností a pozic v rámci podnikového oddělení nebo skupiny. Uspořádat je do nejlepších funkčních vztahů jasně definujících pravomoci, odpovědnosti a povinnosti každé pozice a jejich přidělování jednotlivcům, aby bylo možné efektivně a systematicky uplatňovat a koordinovat dostupné úsilí.

Pojem organizace lze přirovnat ke struktuře lidského těla, které je rozděleno na části nebo orgány, které plní různé funkce v úzké spolupráci a vzájemné koordinaci. Integrační silou celého systému je mozek, který plánuje a řídí fungování každého jednotlivého orgánu, stejně jako průmyslová organizace.

Jak je zřejmé z těchto definic a vysvětlení, existují dva aspekty organizace. Statický aspekt organizace definuje vztah mezi různými dílčími úkoly nebo podsystémy. Toto hledisko klade důraz na obsah práce, definici, analýzu a pracovní vztahy. (Kiran, 2019)

## **1.1 Výrobní systémy**

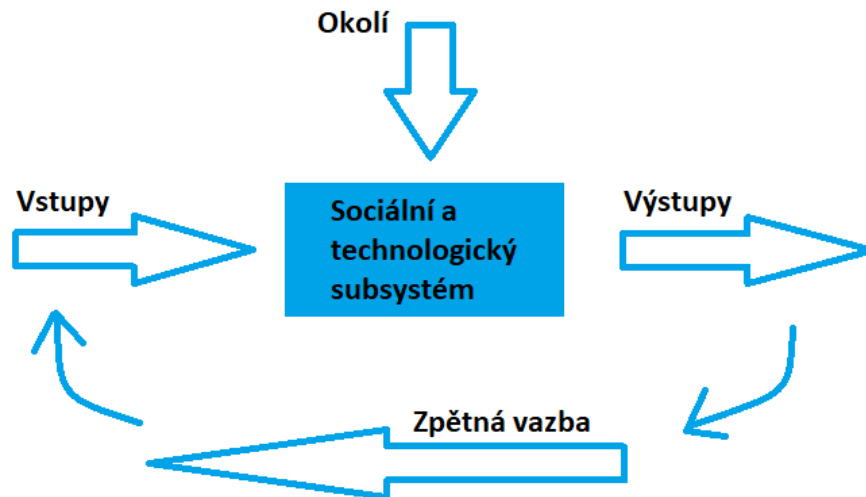
Výrobní systém je soubor lidí, zařízení a postupů organizovaných k provádění výrobních operací společnosti. Skládá se ze dvou hlavních součástí:

1. **Vybavení.** Fyzická zařízení výrobního systému zahrnují zařízení, způsob uspořádání zařízení a továrnu, ve které se zařízení nachází.
2. **Výrobní podpůrné systémy.** Jedná se o postupy, které společnost používá k řízení výroby a řešení technických a logistických problémů, s nimiž se setkává při objednávání materiálů, přesunu produktu po továrně a zajišťování kvality výrobků.

V moderních výrobních operacích jsou části výrobního systému automatizované a/nebo počítačové. Výrobní systémy navíc zahrnují lidi. Lidé umožňují fungování těchto systémů.

Obecně platí, že za provoz zařízení jsou odpovědní přímí dělníci a za systémy podpory výroby jsou odpovědní pracovníci odborného personálu. (Groover, 2016)

Tuček a Bobák (2006) ještě dodávají, že výrobní systém je právě ten, který uskutečňuje výrobu neboli proces transformace vstupních zdrojů směřujících k vytvoření produktu.



Obrázek 2 Výrobní systém (vlastní zpracování dle Tučka a Bobáka, 2006, str.13)

### Vlastnosti výrobního systému

Existuje jich celá řada, ovšem mezi dvě nejznámější patří výrobní kapacita a elasticita. Kapacita je známá jako schopnost výkonu stroje či jiné výrobní jednotky, libovolné velikosti nebo druhu, v stanoveném časovém rozmezí. Schopnost výkonu můžeme posoudit jak z kvalitativního, tak kvantitativního hlediska. Oproti tomu pod pojmem elasticita chápeme přizpůsobivost či pohyblivost výrobního systému nebo jednotky, při změně zadaného úkolu. (Tomek a Vávrová, 2000)

Podle Keřkovského a Valsy (2012) znamená výrobní efektivnost odstranění plýtvání, což je v situaci tržní ekonomiky díky výskytu konkurence motivace k využívání výrobních faktorů jak možná nejefektivněji. Též to také znamená vyrobení určitého počtu statků s minimální spotřebou těchto výrobních faktorů. Účinnost je poté možno kontrolovat ukazatelem výkonnosti zmíněných výrobních faktorů  $V$ , kde jsou ve vztahu vyrobené statky  $O$  ku objemu vstupů  $I$ .

## 1.2 Výrobní proces

Výrobní proces je řazen mezi primární procesy společnosti. Jedná se o přeměnu vstupních zdrojů na výstupy, během kterého materiál mění fyzické vlastnosti, tvar nebo například i chemické složení. Z hlediska kontroly nebo třeba řízení se dá výrobní proces rozdělit na jednotlivé výrobní operace, mezi které patří lisování, montáž, vrtání a jiné. (Váchal a Vochozka, 2013)

*„Podnikovým procesem zpravidla rozumíme objektivně přirozenou posloupnost činností, konaných s úmyslem dosažení daného cíle v objektivně daných podmínkách“.* (Řepa, 2012, str. 29)

Podle Tomka a Vávrové (2000), je výrobní proces často rozdělován do tří základních fází:

- **Před zhotovující** (jedná se o takzvanou předvýrobu, kde probíhá například tváření nebo obrábění)
- **Zhotovující** (v této fázi se nachází předmontáž, na které dochází k výrobě sestav)
- **Dohotovující** (Zde je prováděna montáž finálních výrobků).

Tuček a Bobák (2006) ještě dodávají, že výrobní proces je uskutečněný za využití výrobního systému, který obsahuje navzájem propojené materiálové vstupy, pomocné a výrobní prostředky a výrobní sílu.

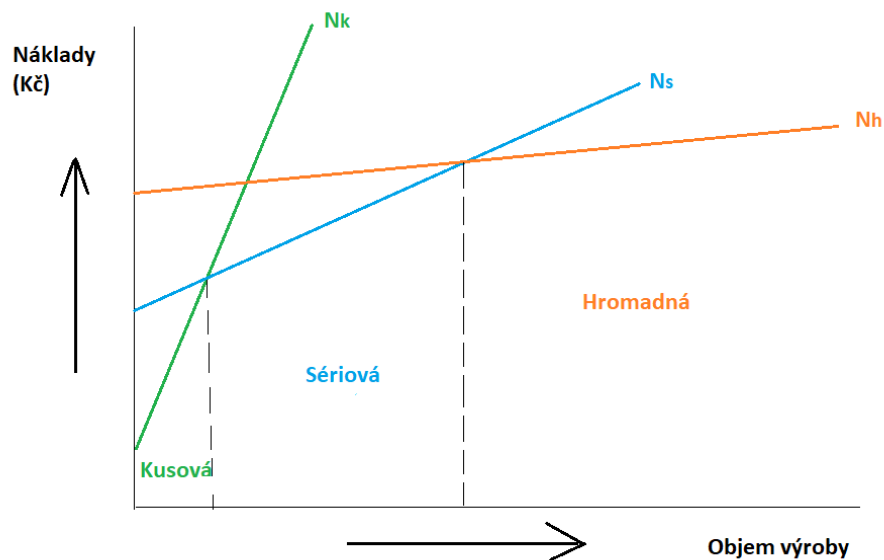
V praxi se zjednodušeně rozdělují tři hlavní skupiny výrobních procesů:

- **Kusová výroba**
- **Sériová výroba**
- **Hromadná výroba** (Tomek a Vávrová, 2014)

U kusové výroby se jedná o výrobu jednoho výrobku a má velmi vysoké nároky co se týče kvalifikace pracovníků. Tento druh výroby má univerzální a snadno přestavitelná výrobní zařízení. (Synek 2011)

Podle Keřkovského a Valsy (2012), je největším rozdílem mezi hromadnou, sériovou a kusovou výrobou je velikost vyráběných množství ale také i například charakter uspořádání strojního vybavení. U hromadné a sériové výroby, pak bývají ještě navíc využívány speciální zařízení, které jsou automatizované a převážně nevyžadují pracovní síly. Způsob dopravy na další pracoviště v těchto výroбах následně bývá automatický.





Obrázek 3 Struktura nákladů v závislosti na objemu kusové, sériové a hromadné výroby (vlastní zpracování dle Keřkovského a Valsy, 2012, str.13)

Dále existují také typy rozdělení výrobního procesu z hlediska vztahů se zákazníky:

- **Zakázková výroba** – výrobek je přímo specifikován svým zákazníkem
- **Výroba na sklad** – Přesný zákazník je neznámý a je vyráběno pro různé trhy

Poslední pohled, podle kterého je možné rozdělit výrobní proces je dle plynulosti technologického procesu:

- **Plynulá výroba** – zde nedochází k přerušení technologického procesu a jsou zde skvělé podmínky pro zavedení automatizace. Jakékoliv zastavení či náběh výroby stojí firmu nemalé náklady.
- **Přerušovaná** – výroba se přerušuje z důvodu nutných netechnologických procesů, jakými jsou například přeprava materiálu nebo výměna nástroje. Technologická část zde patří do menší skupiny průběžné doby výroby výrobku a zastavení výroby zde není tak nákladné jako u předešlé plynulé výroby. (Jurová, 2016)

Podle Řepy (2012) je více než jasné, že zásadní roli u procesů hraje čas. Myšlena je zde hlavně posloupnost jednotlivých činností, které jsou vykonávány v určitém čase.

Oproti tomu Jurová (2016), říká, že pokud je výroba chápána jako proces přidávající vstupním faktorům přidanou hodnotu během transformace, což vytvoří chtěné produkty a služby.

U nových zavádění výrobních systémů musíme brát v potaz následující:

1. *Kontinuitu materiálového toku*
2. *Četnost vyráběných produktů*
3. *Velikost výrobních zakázek*
4. *Rozsah vazby na dodávku materiálu.* (Tomek a Vávrová, 2014, str.50)

### 1.3 Výrobní strategie

Společnosti, které chtějí být konkurenceschopné na trhu, vytvářejí výrobní strategii pro vývoj akčního plánu. Tyto plány jim umožňují stanovit krátkodobé a dlouhodobé cíle, které informují každý aspekt výroby. (Indeed, 2022)



Obrázek 4 Komponenty výrobní strategie (vlastní zpracování dle Keřkovský a Valsa, 2012, str. 47)

Výrobní strategie jsou dlouhodobé plány výroby zboží a služeb. Jejich cílem je dosáhnout hlavního cíle nebo cíle stanoveného manažerským týmem společnosti. Výrobní strategie funguje jako vodítko pro výrobní oddělení tím, že určuje typ technologie, která se má použít, úroveň investic do výroby, harmonogram výroby a jaký druh školení může vyžadovat výrobní personál. (Indeed, 2022)

Pro lepší porozumění funkcím kontroly slouží definice předložené několika autory a odborníky na management takto:

*V podniku kontrola spočívá v ověření, zda vše probíhá v souladu s upravenými plány, vydanými pokyny a odhadnutými zásadami. Jejím vzdáleným cílem je poukázat na slabá*

*místa a chyby, aby je napravila a zabránila jejich opakování. Operoval se vším – věcmi, lidmi, reklamními akcemi. ...Henry Fayol*

*Kontrola je proces, který měří aktuální výkon a vede jej k určitým předem stanoveným cílům. ...Joseph Massey (Kiran, 2019, str.9)*

Řízení výroby a organizace výroby bývá v současnosti zmiňováno nejčastěji pod jménem „štíhlá výroba“. Velký přínos spojený s touto souvislostí má i podnikatel ze Zlína Tomáš Baťa. (Chromjaková a Rajnoha, 2011)

## 2 ŠTÍHLÝ PODNIK

Košturiak a Frolík (2006, str.17) uvádí, že „*štíhlost podniku znamená dělat jen takové činnosti, které jsou potřebné, dělat je správně hned napoprvé, dělat je rychleji než ostatní a utrácet přitom méně peněz.*

Ovšem není dobré vidět štíhlý podnik pouze jako sbírku metod a postupů k eliminaci plýtvání. Firmy jsou tvořeny převážně lidmi, jejich motivací, vědomostmi a tím, jaký mají postoj k práci. Ideální je proto kombinace všech těchto zmíněných prvků a uvědomění si, že ne vždy postupy štíhlého podniku a užívání různých metod musí nutně znamenat úspěch. (Dennis, 2016)

Podle zkušeností Košturiaka a Frolíka (2006) by se ve štíhlém podniku měli vykonávat jen potřebné činnosti, které jsou správně udělány hned na poprvé, s co nejmenší útratou peněz a celý průběh by měl být rychlejší, než je tomu u konkurence. Štíhlý podnik je ale také o zvyšování výkonnosti společnosti například tím, že v předem určeném počtem strojů a lidí k dispozici, dokážeme vyrobit vyšší přidanou hodnotu oproti ostatním nebo například jsme schopni za stejný čas odbavit více objednávek.

Oproti tomu Chromjaková (2013) ve své knize zmiňuje, že koncept štíhlosti není používán jen ve výrobě, ale jedná se o komplexní zahrnutí lean filozofie do celého podniku. První problematikou konceptu jako celku je štíhlý vývoj. Dále pak také logistika či administrativa, které jdou ruku v ruce s procesy větší efektivity v organizačních a podpůrných procesech výrobních firem.



Obrázek 5 Koncept štíhlého podniku (vlastní zpracování dle Chromjakové, 2013, str. 42)

Košturiak a Frolík (2006) poté říkají, že štihlost podniku znamená vykonávat přesně takové činnosti, které si žádá zákazník, a zvládnout to s minimem vykonaných činností, které by jinak zvyšovaly hodnotu konečné služby či výrobku.

## 2.1 Štíhlá výroba

Štíhlá výroba, známá také jako Toyota Production System, znamená dělat více za méně času, méně lidského úsilí, méně strojů, méně materiálů – a přitom dát zákazníkům to, co chtějí. (Dennis, 2016)

Tabulka 1 Změna tradičního myšlení směrem ke štíhlým procesům  
(vlastní zpracování dle Chromjakové a Rajnohy, 2011, str.46)

Tradiční myšlení	Myšlení ke štíhlým procesům
Kvalita závisí od útvaru kvality	Kvalita závisí od toho, kdo ji produkuje
Sklady ve výrobě jsou užitečné	Sklady ve výrobě je nutno minimalizovat, příp. úplně eliminovat
Akceptovatelná kvalita	Totální kvalita
Cena= náklady + zisk	Zisk= cena – náklady
Podnik se člení na dílčí útvary	Podnik je jeden celek

Košturiak a Frolík (2006, str.17) uvádí, že „*štíhlá výroba není jen samoučelné redukování nákladů. Jde především o maximalizaci přidané hodnoty pro zákazníka.*“

Oproti tomu Badiru (2013) ve své knize sděluje, že Lean je o identifikaci plýtvání v hodnotovém toku a odstranění odpadu, kdykoli je to možné. Nicméně identifikace toho, co je odpad, může být určena pouze tím, co přispívá nebo nepřispívá k hodnotě, a hodnotu může určit pouze konečný zákazník. Proto opět máme manažerský přístup, který přeorientuje organizační práci na zákazníky a jejich hodnoty.

Lean se zaměřuje na pět základních pojmů: hodnota, tok hodnot, tok, pull systém a dokonalost. Hodnotu a hodnotový tok lze považovat za podobné, které se soustředí na přidávání hodnoty svým zákazníkům. Tok řeší průchod položek hodnotovým tokem a snaží se maximalizovat tok kvalitní produkce. Pull systém je pro Lean jedinečný a souvisí s povahou just-in-time současných výrobních operací, a nakonec dokonalost je cílem, který

pohání Lean. Je to něco, co je třeba hledat, ale nikdy toho nelze dosáhnout. Dokonalost tedy poskytuje impuls pro neustálé zlepšování procesů. (Badiru, 2013)

Níže jsou uvedeny jen některé z nejpoužívanějších konceptů a nástrojů Lean:

- Minimalizace činností bez přidané hodnoty
- Identifikace a eliminace odpadu
- Principy just-in-time
- Použití vizuálních displejů pro pracovní postup a komunikaci
- Techniky pro prevenci nebo detekci chyb
- Velké množství metod neustálého zlepšování
- Mapování toku hodnot/vývojový diagram (Rich, 2015)

Oproti tomu Chromjaková a Rajnoha (2011) zmiňují lehce odlišné klíčové principy k tvorbě výrobků v konceptu štíhlé výroby:

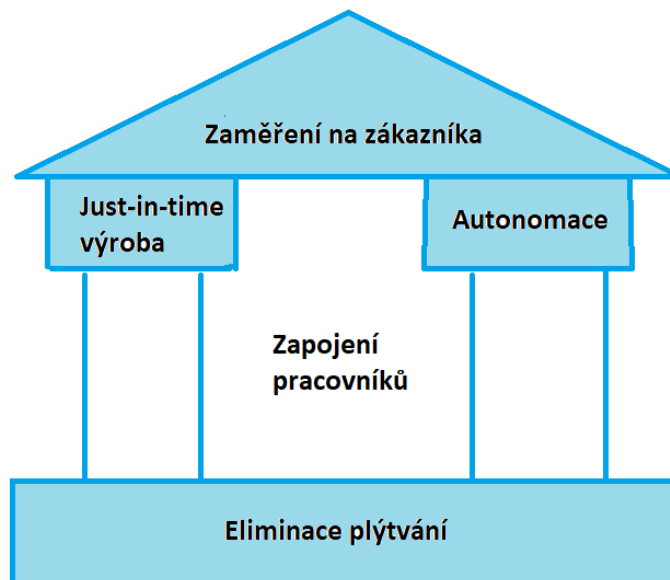
- *Výroba na objednávku*
- *Plynulý tok materiálu a informací ve výrobě*
- *Malé velikosti výrobních dávek*
- *Vizuální signalizace, a další.* (Chromjaková a Rajnoha, 2011, str.44)

Štíhlá výroba znamená dělat více práce s méně zdroji. Jde o adaptaci hromadné výroby, ve které je práce hotova v kratším čase, na menším prostoru, s menším počtem pracovníků a menším vybavením, a přesto dosahuje vyšší úrovně kvality konečného produktu.

Štíhlá výroba také znamená dát zákazníkům to, co chtějí, a uspokojit nebo překonat jejich očekávání. Termín štíhlá výroba byl vytvořen výzkumníky v International Motor Vehicle Program na Massachusetts Institute of Technology, aby popsal způsob, jakým byly výrobní operace organizovány v Toyota Motor Company v Japonsku během 80. let. Toyota byla průkopníkem systému výroby, který se zcela lišil od technik hromadné výroby používaných automobilovými společnostmi ve Spojených státech a Evropě.

Vývoj výrobního systému Toyota vedl Taiichi Ohno, viceprezident Toyoty, jehož úsilí bylo motivováno především touhou eliminovat plýtvání ve všech jeho různých formách ve výrobních operacích.

Složky systému štíhlé výroby lze vizualizovat jako strukturu. Základem struktury je základ systému Toyota. Na základu stojí dva pilíře výroba **just-in-time** a **autonomace** (automatizace s lidským dotykem). Dva sloupky podpírají střechu, která symbolizuje zaměření na zákazníka. Cíl štíhlé výroby je spokojenost zákazníka. (Groover, 2016)



Obrázek 6 Struktura systému štíhlé výroby  
(vlastní zpracování dle Groover, 2016, str.768)

Veškerá výroba a taktéž i lidská činnost se skládá z procesů přidávajících či nepřidávajících hodnotu konečnému produktu. Vše, co se vloží do výroby, jako například materiál nebo prostředky, stojí peníze. Veškeré skutečnosti nepřidávající hodnotu se v procesu výroby poté označují slovem MUDA, a zákazník za tyto náležitosti není ochotný platit. (Bauer, 2012)

## 2.2 Plýtvání ve výrobních procesech

Při snižování ztrát ve firmě musíme zvažovat viditelné zlepšení, kterým je například omezení manipulace, a poté skutečné zlepšení, jež nastane až ve chvíli zjištění problémů a příčin jejich vzniku. Obecně je známo sedm druhů plýtvání:

**Nadprodukce** – Je způsobena výrobou velkého množství zboží, čímž musí být i zbytečně využívány skladovací prostory, a tím se i zvyšují náklady.

**Nadbytečné zásoby** – Za tohle plýtvání se považuje hlavně skladování materiálu, hotové výroby, náhradních dílů a dalších, které ubírají skladovací místo a opět zvyšují náklady například na regály nebo zaměstnance. Z pohledu štíhlé výroby je tento typ plýtvání tím nejzásadnějším.

**Defekty**-Zde se jedná o vadné kusy, jejichž oprava je nákladná a ubírá firmě čas, nebo v tom horším případě se výrobek dostane až ke konečnému zákazníkovi.

**Zbytečná manipulace**-Většina z vykonávaných pohybů pracovníka, jako je například přesun, nepřináší konečnému produktu žádnou přidanou hodnotu.

**Špatné zpracování**-Zde se jedná o plýtvání způsobené zbytečně náročnou technologií nebo nesmyslně rozmístěnou linkou, a tyto chyby lze zpravidla odstranit pouhým použitím zdravého rozumu.

**Čekání**-Sem lze zařadit například poruchu zařízení, kdy kvůli němu stojí a čekají navazující činnosti v procesu.

**Transport**-V ideálním stavu by se vyskytoval transport pouze u přepravy výrobních faktorů do organizace a hotových kusů zase z firmy pryč, vše ostatní jsou zbytečná náklady na dopravu. (Jurová, 2016)

Pokud bychom hledali český název slova MUDA, jednalo by se nejspíše o „plýtvání“ nebo „ztráta“. V každém procesu výroby existuje nespočetně mnoho MUDA. Následkem eliminace z procesu je poté snížení nákladů, a to současných i potenciálních. Čím více do hloubky dokumentujeme a sledujeme proces, tím stále více odhalujeme odlišnost kratšího produktivního času a delšího neproduktivního času. (Bauer, 2012)

*Toyota Production Systém znamená dlouhodobé odstraňování plýtvání:*

- *Kdykoliv (kterýkoliv zaměstnanec)*
- *Kdykoliv (každý den)*
- *Kdykoliv (v kterékoliv části nebo procesech firmy)* (Bauer, 2012, str.28)



Obrázek 7 Sedm druhů plýtvání (zdroj: M., 2021)



### 3 ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ

Top management je nejvyšší úrovní organizační hierarchie a má velkou vlivnou moc nad rozhodováním. Přestože se vrcholový management obvykle neúčastní fáze implementace zlepšení, jejich vedení, motivace, ocenění, odhodlání, včasné rozhodnutí a poskytování zdrojů pozitivně ovlivňují úspěch projektu. Kromě toho může v organizaci existovat několik procesů s neefektivitou. Proto je třeba provést důkladnou analýzu k identifikaci procesu dodavatelského řetězce, který má nejnegativnější dopad na výkonnost organizace. (Piyatilake, 2022)

Podle Svozilové (2011) zlepšování podnikových procesů stojí na poznání reálného světa, rozebrání těchto skutečností, získávání znalostí a následné využívání pro zlepšení aktuálního stavu do budoucna, podle požadavků a různých předpokladů zapsaných do cílů.

Navíc některé iniciativy na zlepšení procesů, jako je implementace IT a výměna strojů, vyžadují obrovské finanční investice. Nesprávné provádění takových iniciativ nepřinese skutečné přínosy, jak se odhaduje. Proto je nutné před implementací iniciativy ke zlepšení provést pilotní projekt (Příklad – Simulace). (Piyatilake, 2022)

Ve většině projektů na zlepšování se opakuje pár standardních postupů, které jsou uspořádány do jednotlivých sekvencí, jež byly ověřeny velkou řadou opakování. Klasicky se u mnoha modelů vyskytují fáze: výběr, návrh, poučení či výběr, návrh a přizpůsobení. Mezi nejčastěji používané modely patří:

- **PDCA** – neboli naplánuj, udělej, zkontroluj, zasáhni.
- **DMAIC** – cyklus pro projekty v oblasti Six Sigma.
- **DMADV** – víceméně stejný jako DMAIC, ovšem pro nově zavedené procesy.
- **SCORE** – cyklus pro Kaizen nebo velice rychlé zlepšování výrobních procesů s cílem odstranění plýtvání. (Svozilová, 2011)

#### 3.1 DMAIC/DMADV

Zkratka DMAIC již víceméně napovídá, které fáze budou zlepšovateľské činnosti obsahovat. Přesněji se jedná o následujících pět kroků: Define, Measure, Analyze, Improve, Control (definuj, měř, analyzuj, zlepšuj, řiď). (Svozilová, 2011)

**DMAIC** a **DMADV** (Define, Measure, Analyze, Design, Verify/ Validate) jsou dva zásadně odlišné přístupy ke zlepšování procesů. Jsou to velmi účinné nástroje, které lze použít, když okolnosti vyžadují jeden z nich, s cílem identifikovat a eliminovat odchylky v procesu.

S DMAIC/DMADV jsou mýtné brány procesní kontrolní body, kde se kontrolují a měří výstupy a posuzuje se připravenost pokročit vpřed. Efektivní kontrola mýtné brány je obousměrný dialog založený na faktech, který je zásadní pro řízení a zlepšování podnikání. Přestože vedoucí nemusí pracovat s mechanikou nástrojů Six Sigma, potřebují značné znalosti při čtení a interpretaci výstupů každého nástroje. (Rich, 2015)

Každá etapa má svůj specifický cíl, což nám říká, na které činnosti jsou tyto kroky orientovány. Soupis hlavních cílů je uveden v tabulce 2. (Svozilová, 2011)

Tabulka 2 Cíle dílčích fází cyklu DMAIC (vlastní zpracování dle Svozilové, 2011, str.86)

<b>Definování</b>	<b>Měření</b>	<b>Analýza</b>	<b>Zlepšování</b>	<b>Řízení</b>
Porozumění problému a kvantifikace cílů	Shromáždění potenciálních problémů	Analýza měřených údajů	Sestavení návrhu řešení	Implementace a předání řešení
Vymezení rozsahu projektu	Navržení plánu měření	Sestavení a ověření hypotéz	Vypracování cílového procesního modelu	Vypracování plánu řízení procesu
Sestavení akčního plánu	Návrh nástrojů měření	Hodnocení procesních odchylek	Formulace akčního plánu	Sestavení nástrojů a identifikátorů řízení
Definice rolí a odpovědností	Sběr a hodnocení dat	Stanovení nejdůležitějších příčin problémů	Identifikace možných rizik	Sledování a udržování výkonnosti
Porozumění současnému procesu	Sestavení pracovních definic hledaných údajů	Kvantifikace příležitosti pro zlepšování procesu	Nákladové analýzy a testování	Předání do provozu

Prakticky všechny koncepty Lean se dobře integrují s DMAIC a DMAD. Cílem je zaměřit se na speciální úvahy pro používání konceptů Lean, integrovaných s procesem DMAIC/DMAD v jakémkoli prostředí, včetně metod a nástrojů, které jsou obzvláště užitečné. (Rich, 2015)

## **3.2 Použité metody a nástroje**

Důležité je nezapomínat, že se stále jedná jen o podpůrné nástroje, díky kterým se lépe řeší problémy na každodenní bázi. Cílem je hlavně snaha neustálého zlepšování, jiný způsob práce nebo rozdílné myšlení. V praxi rozhodně není na škodu tyto nástroje a metody znát a umět je také vhodně využívat. Jedním z opravdu velkých plýtvání je totiž ztráta času nad tím, co je již dávno vymyšlené a vyzkoušené. (Dlabač, 2022)

### **3.2.1 Logický rámec – pro SMART projekt**

Logický rámec používáme jako pomocný nástroj při určování hlavních parametrů projektu. Jedná se o návrh a řízení řešeného projektu, což kompletně řeší návrh, přípravu, uskutečnění i konečné vyhodnocení projektu. (Doležal, 2016)

### **3.2.2 SIPOC**

Nástroj, který pomáhá uživatelům identifikovat informační potřeby na organizační úrovni, je analýza vstupů/výstupů nebo model SIPOC (dodavatelé, vstupy, procesy, výstupy a zákazníci) (suppliers, inputs, processes, outputs and customers). Záměrem je přimět uživatele, aby popsali svou organizaci jako otevřený systém, s vědomím, že ve skutečnosti v tomto systému existuje mnoho zpětnovazebních smyček, které z něj dělají alespoň částečně uzavřený systém. Model SIPOC je zvláště užitečný pro přístup konstrukčního týmu k vývoji systému měření. Model pomáhá členům týmu získat společné porozumění organizaci a poskytuje rámec pro diskusi o roli a vhodnosti kandidátů.

Prvním krokem k dokončení modelu SIPOC je identifikace primárních zákazníků organizace, kde zákazníkem je kdokoli, kdo od organizace obdrží produkt nebo službu. Dále identifikujte výstupy nebo konkrétní produkty a služby poskytované těmto zákazníkům. Pro organizaci s omezeným počtem produktů a služeb lze tyto výstupy identifikovat na základě jednotlivých zákazníků, pro organizaci s mnoha produkty a službami je efektivnější identifikovat produkty a služby jako jediný komplexní seznam, a poté se audituje tento seznam zákazníků, abychom se ujistili, že jsou zahrnuty všechny relevantní produkty a služby. (Badiru, 2013)

SIPOC diagram je dobře zvolený nástroj ke komunikaci a stanovení si rozsahu řešených procesů. Tento nástroj je ideální pro použití v počáteční fázi projektu zlepšování, jelikož jde o velice jednoduché popsání hlavních prvků a hranic procesu. (Svozilová, 2011)

### 3.2.3 RIPRAN

RIPRAN (Risk PRoject Analysis) je metoda analýzy rizik projektu, vhodná především pro velké a střední projekty. Rozumí analýze jako posloupnosti různých procesů, kde jednotlivé procesy mají dané vstupy, výstupy a činnosti s definovaným cílem. Zpracování analýzy možných rizik projektu musí být provedeno vždy před implementací projektu. Je ale důležité na rizika nezapomínat i v ostatních fázích projektu. (Lacko, 2016)

### 3.2.4 Chronometráž

Chronometráž spočívá v určení délek trvání vybrané pracovní činnosti či děje. Velmi hojně se využívá i pro stanovení norem výkonu. Spočívá v rozdělení procesu na jednotlivé dílčí úseky a měřicí body. Následně jsou zaznamenávány do formuláře pozorované činnosti a délky jejich trvání. (Kmošek, 2021)

### 3.2.5 Procesní analýza

Procesní analýza je činnost důkladného přezkoumání a dosažení úplného pochopení procesu (nebo jeho části) s cílem udržet nebo dosáhnout dokonalosti procesu nebo dosáhnout přírůstkových až transformačních zlepšení. (Veyrat, 2015)

Podle Procesní analýza (Process analysis) (2018), procesní analýza znamená zkoumání toku práce ve společnostech, přesněji analýzu dílčích procesů v organizaci. Tato analýza pomáhá lépe pochopit, řídit a zlepšit procesy ve firmě. Zaměřuje se na chronologii práce od určitého stanoviště k druhému stanovišti a popisuje jednotlivé kroky, vstupy a výstupy. Analyzován může být jak jeden vybraný proces, tak i veškeré procesy v organizaci. Procesy se analyzují ze tří hlavních důvodů:

- aby byly popsány
- aby byly řízeny nebo automatizovány
- aby mohlo dojít k jejich zlepšení či optimalizaci

Jedná se o jednu z hlavních analytických technik využívaných organizacemi v praxi. Využívá se kdykoliv při potřebě zjištění nebo popsání toku práce, zlepšení efektivnosti, výkonnosti, účelnosti a hospodárnosti a je výchozím bodem dalšího reengineeringu.

Výstupem procesní analýzy je diagram graficky znázorňující chronologii činností za využití standardizovaných symbolů, viz. obrázek 8. (Dlabač, 2015)

	operace	Změna tvaru nebo charakteristik materiálu, polotovaru, produktu.
	transport	Změna umístění materiálu, polotovaru nebo produktu.
	skladování	Plánované shromažďování materiálů, polotovarů, součástí a produktů.
	čekání	Neplánované shromažďování materiálů, polotovarů, součástí a produktů.
	kontrola množství	
	kontrola kvality	

Obrázek 8 Symboly procesní analýzy (zdroj: Dlabač, 2015)

### 3.2.6 Celková efektivita zařízení (OEE)

OEE je jedno z nejrozšířenějších měřítek používaných k měření výkonu zařízení. Jedním z důvodů jeho popularity je, že zachycuje všechny faktory, které snižují optimální výkon zařízení, v jediné metrice. OEE je produktem tří faktorů:

- **Dostupnost**
- **Výkon**
- **Kvalita**

Dostupnost zachycuje všechny ztráty z prostojů, včetně údržby při poruchách, menších odstávek, preventivní údržby a času stráveného přestavováním. Dostupnost se počítá jako skutečná provozní doba dělená plánovanou dobou výroby. (King, 2015)

$$K \text{ dispozici} = \frac{\textit{Skutečná provozní doba}}{\textit{Plánovaná provozní doba}}$$

Výkon zachycuje ztrátu produktivity, pokud zařízení musí být provozováno při nižší než projektované propustnosti kvůli nějaké závadě zařízení. Rotační stroje, zařízení na navíjení papíru nebo zařízení na zpracování plastových fólií může být nutné provozovat při nižších rychlostech, pokud jsou ložiska opotřebovaná. Výkon se vypočítá jako skutečná propustnost dělená jmenovitou propustností.

$$\textit{Výkon} = \frac{\textit{Skutečná propustnost}}{\textit{Jmenovitá propustnost}}$$

Kvalita zachycuje ztrátu produktivity zařízení, když se vyrábí produkt mimo specifikaci, včetně materiálu, který musí být přepracován, aby byl přijatelný. Ztráty na výnosu během opětovného spuštění po výměně produktu nejsou zahrnuty do kvality, protože byly zohledněny v celkové složce doby přechodu v části Dostupnost.

$$\text{Kvalita} = \frac{\text{Množství prvotřídního materiálu}}{\text{Celkové vyrobené množství}}$$

OEE se pak vypočítá jako:

$$\text{OEE} = \text{Dostupnost} \times \text{Výkon} \times \text{Kvalita}$$

(King, 2015, str.61)

Podle Badiru (2013), dostupnost zachycuje rozdíl mezi poruchou stroje a zpracováním. Výkon charakterizuje dobu výroby a průchodnost. Kvalita je popsána metrikou výtěžnosti, která je obvykle řízena zmetkovitostí, přepracováním, defekty a typy vyřazení. Jinými slovy, OEE je metrika pro odhad účinnosti teoretického výrobního času pro efektivní jednotky. V praxi teoretická doba výroby znamená dobu výroby bez ztráty účinnosti.

OEE má dvě praktické výhody. Za prvé, můžeme použít jeho dílčí komponenty k identifikaci úzkých míst a zvýšení produktivity. Obecně platí, že stroje s vysokým využitím jsou typicky úzkými hrdly. Protože se úzká místa mohou měnit v závislosti na produktovém mixu, je důležité, aby konstruktéři rychle identifikovali a odstranili úzká místa, aby byla zachována vysoká úroveň propustnosti. (Badiru, 2013)

S tímto tématem úzce souvisí i koncept produktivity. Zvýšenou produktivitu si přeje většina výrobních závodů ve vysoce turbulentním obchodním prostředí. Řízení výroby zahrnuje přeměnu surovin nebo komponent na hotové výrobky, které jsou synergicky integrovány za účelem snížení plýtvání materiálem a časem a dosažení vyšší produktivity, která souvisí s vyráběným zbožím a službami ve vztahu ke zdrojům využívaným při výrobě. Je proto nezbytné porozumět konceptu produktivity pro navrhování a vytváření optimálních systémů plánování a řízení výroby.

V širokém smyslu je produktivita poměr mezi výstupem určitého procesu a vstupem použitých zdrojů. Tento vstup lze přirovnat k tvorbě hodnoty a výstup k optimalizaci nákladů. Je to vlastně proces využití kapacity ke zvýšení výstupů optimálním využitím všech použitých zdrojů při co nejekonomičtějším výrobních nákladech. (Kiran, 2019)

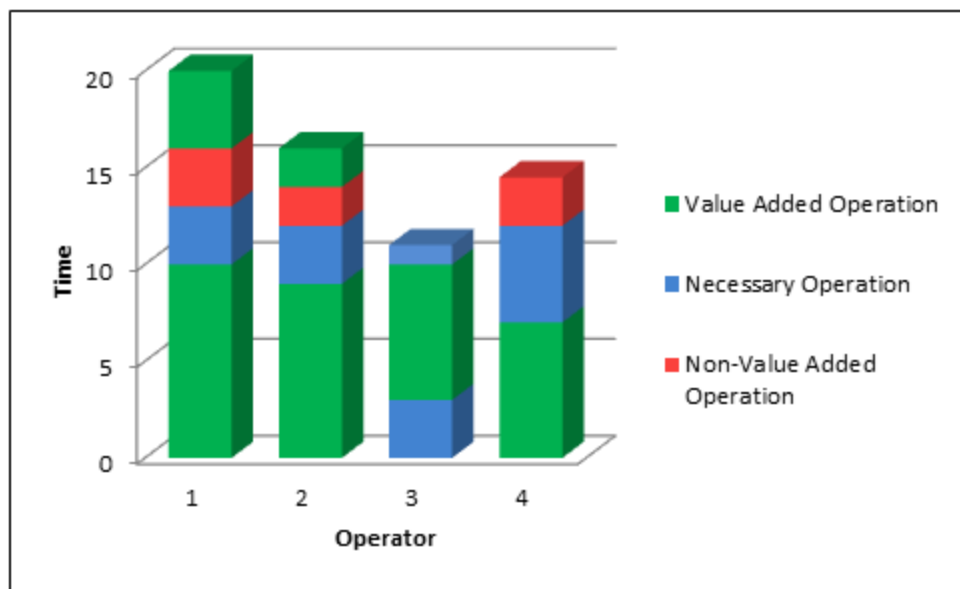
### 3.2.7 TOC

Neboli teorie omezení (Theory of Constraints), je analytická univerzální technika hledající omezení z pohledu zvolených cílů a definuje nám nejužší místo procesu. Při jejím vytváření se používají tři základní kroky:

- Nalezení omezení procesu
- Rozhodnutí nejlepšího využití omezení
- Maximální vytížení z omezení. (Goldratt, 2016)

### 3.2.8 Yamazumi chart

Podle Cholta (2021), můžeme nazvat Yamazumi chart také jako velice snadný skládaný graf, který je původem z Japonska. Dříve měl sloužit k analýze zásobování montážních linek, ovšem dnes už je hojně rozšířený a používán i ve výrobě. Tento graf se dá vytvořit i bez použití počítače jen s pouhou tužkou a papírem. Využívá změřených časů, které následně rozděljuje na operace přidávající hodnotu, nezbytné operace a operace nepřidávající hodnotu, což se následně vše vyobrazí v grafu. Z výsledků se dá určit vytížení či vybalancovanost procesu.



Obrázek 9 Yamazumi chart (zdroj: Cholt, 2021)

Boiserová ještě dodává, že prvním krokem k dosažení produktivity je uvědomit si, čemu ve společnosti věnujete čas. Pokud se příliš mnoho času procesu věnuje nevhodným činnostem, můžete očekávat, že utrpí produktivita. Nehospodárné činnosti také zvyšují náklady, snižují spokojenost zaměstnanců a negativně ovlivňují zákaznickou zkušenost.

Mít způsob, jak zjistit, kde v procesu dochází k plýtvání, může podnikům pomoci je odstranit.

### 3.3 Životní cyklus projektu

Jedním z hlavních parametrů projektu považujeme čas, který se poctivě sleduje ve spojení s dodržením předem stanoveného časového harmonogramu a tím i určení úspěšnosti projektu. Proto je podstatné chápat význam času v souvislosti s projektem.

Kvůli rozpočtovým a časovým omezením musí být projekt realisticky naprogramován. Na začátku podrobného rozvržení se však často stává, že je k dispozici pouze hrubý program termínových milníků. Souběžně s procesem návrhu je proto vyvíjen podrobný program. Vzájemně závislé činnosti návrhu, nákupu, výroby, inspekce, testování, konstrukce a uvedení do provozu musí být organizovány. Moran (2017)

Podle Doležala (2016), je možné řízení projektu se zaměřením na charakter činností rozčlenit na určité fáze, které v součtu dají celý životní cyklus projektu.

1. Předprojektová fáze (první myšlenky o projektu)
2. Projekt (realizace, plánování, ukončení)
3. Poprojektová fáze (vyhodnocení).

Celkový projekt je rozdělen na jednotlivé úkoly a odhaduje se čas a zdroje potřebné k dosažení každého z těchto požadavků. „Milníky“ se obvykle objevují na konci fází nebo úkolů a jsou často spojeny s nebo s vazbou na plnění, spouštění platby nebo jinou fázi projektu. K minimální přiměřené době pro provedení úkolu by měl být přidán další čas, aby se zohlednila nejistota odhadu. Poté lze vygenerovat program, který ukazuje přiměřený odhad času na dokončení všech úkolů, který lze analyzovat a zjistit, které činnosti řídí celkový čas projektu.

Plánovač si musí ve svém návrhu a konstrukčním programu (obvykle nazývaném harmonogram) ponechat čas na několik přezkoumání rozvržení jinými specialisty, aby odhalili úskalí. Harmonogramy se staly samozřejmostí jako nástroj při programování a vykazování průběhu projektů až po fáze výstavby a uvedení do provozu. Ve velkých projektech, stejně jako celkové harmonogramy, musí být vypracovány podrobné dílčí harmonogramy pro každou samostatnou projekční činnost. (Moran, 2017)



Důležité je zde zmínit i techniku řízení výroby a zásob JIT, která zajišťuje, že úroveň zásob, ať už jako zásob v obchodě nebo jako rozpracovaná výroba v dílně, je snížena na minimum, téměř na nulovou úroveň. Nákup JIT má zajistit, že dodávky jsou přijímány v malých množstvích JIT pro výrobu, a to uzavřením dohody s prodejci.

JIT na dílně má zajistit, aby každý stroj vyráběl právě tehdy, kdy je to požadováno pro další stroj v množství, které není větší, než je požadováno. Tomu se také říká tahový systém výroby. (Kiran, 2019)

Dlabač (2017), ještě zmiňuje měření práce, jehož nejpoužívanější metodou je časová studie, která je vykonána přímým měřením s využitím stopek. Další, čím dál více využívanou metodou je systém předem určených časů, což spadá do takzvaného nepřímého měření. U přímého měření, které bylo také použito v této práci jsou dvě základní skupiny:

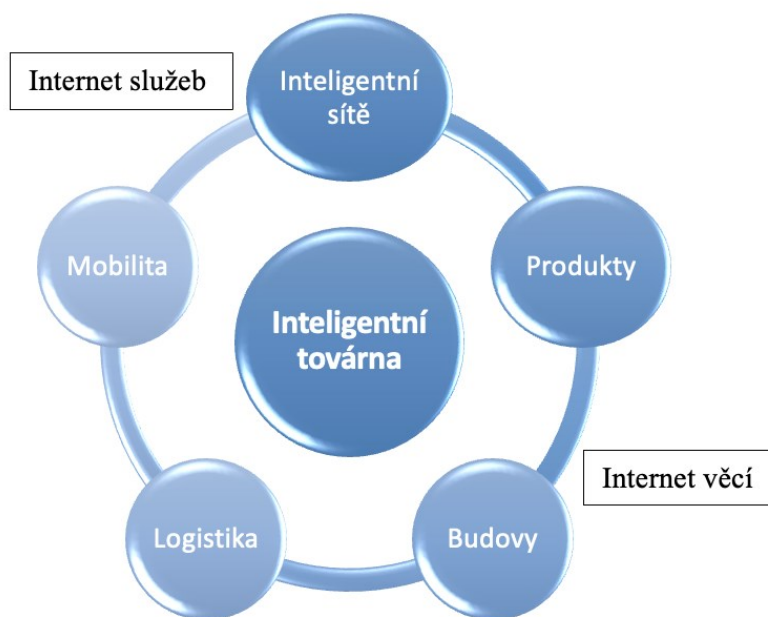
- Snímek pracovního dne (zde se jedná o sledování pracovníka)
- Chronometráž (zde se zkoumá čas operace)

Zmíněná chronometráž tedy určuje délky trvání zvolených pracovních operací a řadí se mezi nejpoužívanější metody určení výkonové normy. Principem je rozložení děje do několika měřících úseků a zjištěná spotřeba času se zapisuje do vytvořené tabulky. (Dlabač, 2017)

## 4 AKTUÁLNÍ TRENDY

Průmysl 4.0, mezinárodně známý také jako průmyslový internet věcí, popisuje digitálně umožněné horizontální a vertikální propojení tvorby průmyslové hodnoty. Koncept, popisující zamýšlenou čtvrtou průmyslovou revoluci, získal velký zájem v manažerské praxi a akademickém výzkumu prostřednictvím několika výzkumných disciplín. Zatímco technologický výzkum a ukázky Průmyslu 4.0, často omezené na jednotlivé továrny, vedou výzkum a praktickou implementaci, několik témat zaostává a je třeba je řešit lépe, jako jsou malé a střední podniky. Zejména s ohledem na jejich význam v průmyslových dodavatelských řetězcích je velmi důležitá jejich integrace do konceptu Průmyslu 4.0. (Machado a Davim, 2020)

Podle (Jurová, 2016, str.61) je Industry 4.0 „založena na kyber-fyzikálních systémech nasazovaných do všech oblastí života. To je odlišné od pouhé automatizace produkčních systémů a z toho důvodu je tato strategie označována jako čtvrtá průmyslová revoluce.“



Obrázek 10 Prvky Industry 4.0 (vlastní zpracování dle Jurová, 2016, str.62)

Ve srovnání s jinými výzkumnými oblastmi Průmyslu 4.0 zůstává implementace Průmyslu 4.0 v celém dodavatelském řetězci, málo pochopena. Termín Průmysl 4.0 je odvozen od očekávané průmyslové revoluce po třech předchozích průmyslových revolucích. Patří mezi ně parní energie v první průmyslové revoluci, elektrifikace ve druhé průmyslové revoluci a automatizace ve třetí průmyslové revoluci. Zatímco předchozí průmyslové revoluce byly popsány ex post, Průmysl 4.0 byl vyhlášen ex ante podle koncepce

německé vlády. Termín Průmysl 4.0 se poprvé objevil v roce 2011 na veletrhu v Hannoveru a popisuje koncepci německé vlády na ochranu konkurenceschopnosti svého zpracovatelského průmyslu. (Machado a Davim, 2020)

Mezinárodní energetická agentura upozorňuje, že svět se nachází ve složité globální energetické krizi. Čína vyvinula Green Transformation, iniciativu, jejímž cílem je dosažení symbiózy mezi organizacemi a společnostmi pomocí nových průmyslových technologií k řešení environmentálních problémů a k dosažení energetické účinnosti a socioekonomického růstu.

Světů byznysu není tato energetická krize, která se stala globální hrozbou, cizí. Aby společnosti přežily, musí využít technologických příležitostí, které nabízí technologická revoluce Průmyslu 4.0, ke snížení spotřeby dostupných zdrojů. K minimalizaci spotřeby energie by kromě dalších technologií Průmyslu 4.0 měly sloužit také aditivní výroba a robotika, umělá vize a umělá inteligence, velká data a pokročilá analytika a internet věcí.

Evropský hospodářský a sociální výbor uvedl, že digitální transformace objevila způsoby, jak snížit spotřebu energie, aniž by byla obětována produktivita a inovace. Právě tyto dvě proměnné, spolu s dalšími, jsou klíčové pro řízení kvality proměnných výrobního procesu a v konečném důsledku i pro konkurenceschopnost a udržitelnost společností. Díky artikulaci strategií pro zlepšení hodnot těchto proměnných s podporou nových technologií Průmyslu 4.0 lze tedy očekávat zlepšení energetické účinnosti ve výrobních procesech průmyslových podniků. (Arana-landín et al., 2023)

## 4.1 Simulace a robotika

Simulace jednotlivých výrobních procesů se stává aktuálně nezbytnou částí ve fázi projektování větších výrobních zařízení. Využívá se také jako pomocný nástroj pro zefektivňování používání výrobních systémů. Simulují se například činnosti zařízení, které se zrovna navrhují, pro zodpovězení otázky jako, kolik bude potřeba zaměstnanců. Tyto simulace ušetří firmám mnohdy i velké náklady za testování nebo z důsledku nečekaných situací. (AUTOMA časopis pro automatizační techniku, 2016)

Průmysloví roboti, tak i prostředí v Průmyslu 4.0 se neustále vyvíjí a měly by být stále inteligentnější a více automatizovaní, aby nahradili pracovníky ve složitém, nudném a drsném pracovním prostředí. V minulosti vývoj a výrobní proces průmyslových robotů byl často převážně koncepční design, poté následovaly skutečné výrobní prototypy a následně

testování prototypů, průběžné úpravy a testování, dokud nebyly splněny požadavky. (Jin Guang, Ma Shuai, Li Zhenghui, 2022)

Podle BRYNJOLFSSONA a MCAFEEA (2015, str.23) existují tři zákony robotiky:

- *Robot nesmí ublížit člověku nebo svou činností dopustit, aby bylo člověku ublíženo.*
- *Robot musí uposlechnout příkazů člověka kromě případů, kdy jsou tyto příkazy v rozporu s prvním zákonem.*
- *Robot musí chránit sám sebe před zničením, kromě případů, kdy je tato ochrana v rozporu s prvním nebo druhým zákonem.*

Integrace člověka a robota je dalším krokem k získání chytrých továren. Robot je definován jako „ovládaný mechanismus programovatelný ve dvou nebo více osách se stupněm autonomie, pohybující se v rámci svého prostředí, aby vykonával zamýšlené úkoly“. Byly integrovány do průmyslových procesů počínaje 60. léty, značně vzrostly a v roce 2020 dosáhly počtu 3 014 879 jednotek. Rozvoj digitálních technologií a chytrých zařízení vede k vývoji chytřejšího, autonomního, flexibilního a levnějšího robota. (Pop a další, 2022)

## 4.2 Nový pohled na automatizaci továren

Novodobé velmi dobře automatizované továrny mají jednu věc společnou, a tou je malý počet zaměstnanců, kteří provádí opakující se zrovna ne moc záživnou práci. Bohužel ne vždy umí robot vykonat stejně kvalitní práci jako člověk. Klasická průmyslová automatizace například nezvládne uchopit produkt a správně odvést danou práci s ním, pokud není tento produkt pokaždé umístěn na tom stejném místě. (BRYNJOLFSSON a MCAFEE, 2015)

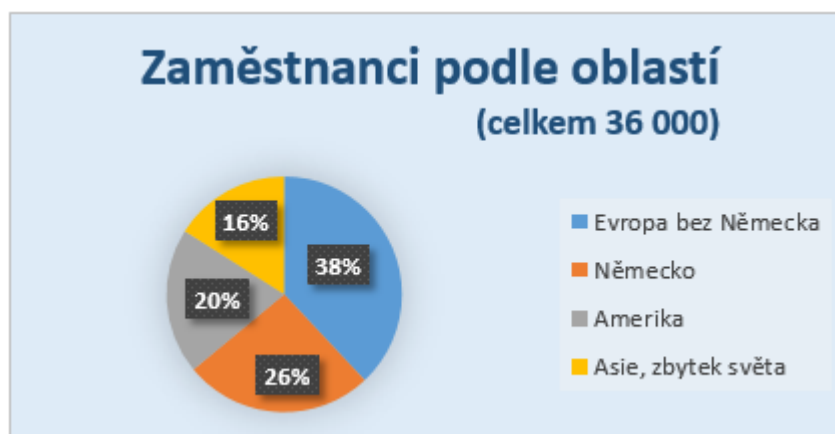
Podle Popa a dalších (2022), Průmysl 4.0 se zaměřuje na zvyšování diverzity výroby s přímým vlivem na výrobní proces z technologického a organizačního hlediska integrací umělé inteligence, pokročilé robotiky. Je tak stále intenzivnější zájem firem v průmyslové oblasti o rozvoj nového požadavku výroby, a to flexibility. Kromě toho mají vyvinuté procesy nebo produkty výhody v získání nových funkcí, jako jsou: vestavěné schopnosti, efektivita, nákladová efektivita, optimalizace nebo přizpůsobení skutečnému stavu.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Vybraná společnost je českým výrobcem předních a zadních světlometů do automobilů mnoha světově známých značek jako jsou například BMW, Audi, Volkswagen a další. Firma se nachází v České republice jako dceřiná společnost jejího německého koncernu již od roku 1992. Novým majitelem celého korporátu se ovšem minulý rok stali Francouzové, kteří také i pozměnili název a logo firmy, pod kterým se doposud vydávala. Dalším zaměřením kromě výroby světlené techniky je i její vývoj. Nachází se zde již celkem 4 pobočky na celém území České republiky a uchází se o první příčky klíčových zaměstnavatelů obecně v odvětví automobilového průmyslu.

Společnost má celkem 125 výrobních závodů, které jsou umístěny po 35 zemích celého světa. Celosvětově tento koncern pro rok 2022 zaměstnával něco přes 36 000 zaměstnanců, ze kterých se více než 3100 pracovníků nachází právě v pobočkách v České republice.



Obrázek 11 Rozdělení zaměstnanců do oblastí  
(vlastní zpracování dle interních podkladů firmy)

Společnost se řadí mezi 40 předních lídrů, co se týče dodávání vyrobených dílů pro automobilový průmysl.

### Silné stránky

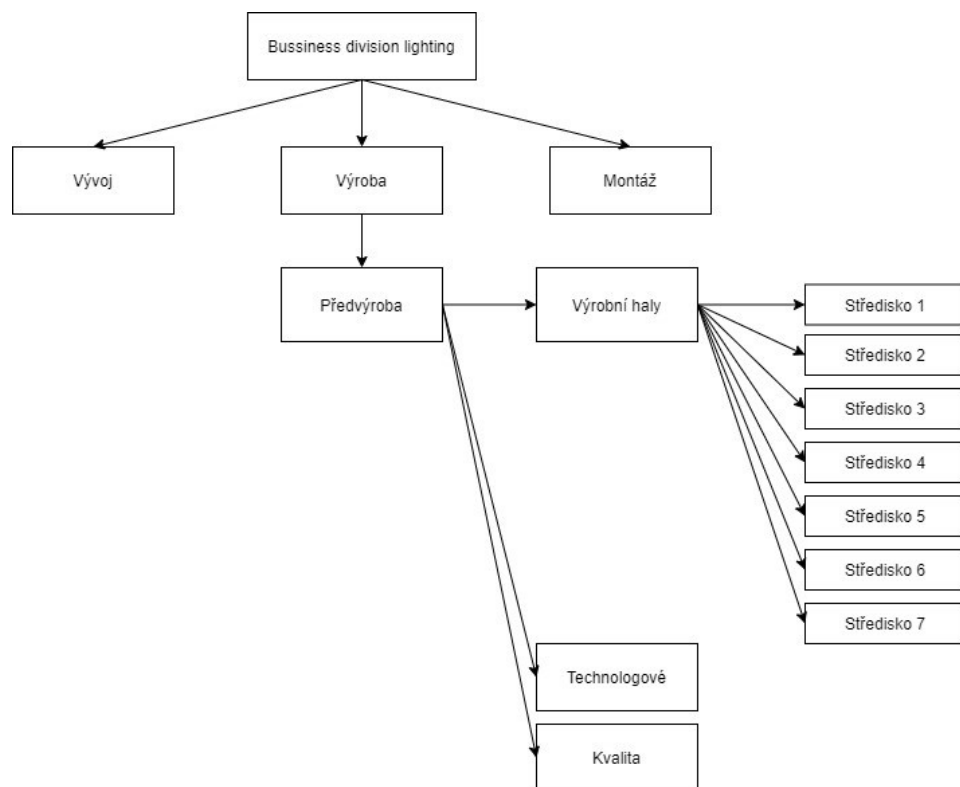
- Technologické vedení, portfolio inovací
- Globální stopa
- Systémová způsobilost

## Slabé stránky

- Neefektivita vedoucí k dlouhým dodacím lhůtám, nízké úrovni služeb
- Částečně nedostatečné know-how pro podporu místních zákazníků (např. Ford)
- Omezená transparentnost pro pochopení odchylek ve zralosti projektu/spuštění
- Omezené komplexní myšlení, dodržování procesů

## 5.1 Organizační struktura

Co se týče organizační struktury ve vybrané společnosti, není nijak zvláště složitá. Ve firmě figurují 3 hlavní pilíře, a to výroba, montáž a vývoj, které se dále dělí na mnoho pododdělení jako například HR, kvalita, finance a další.

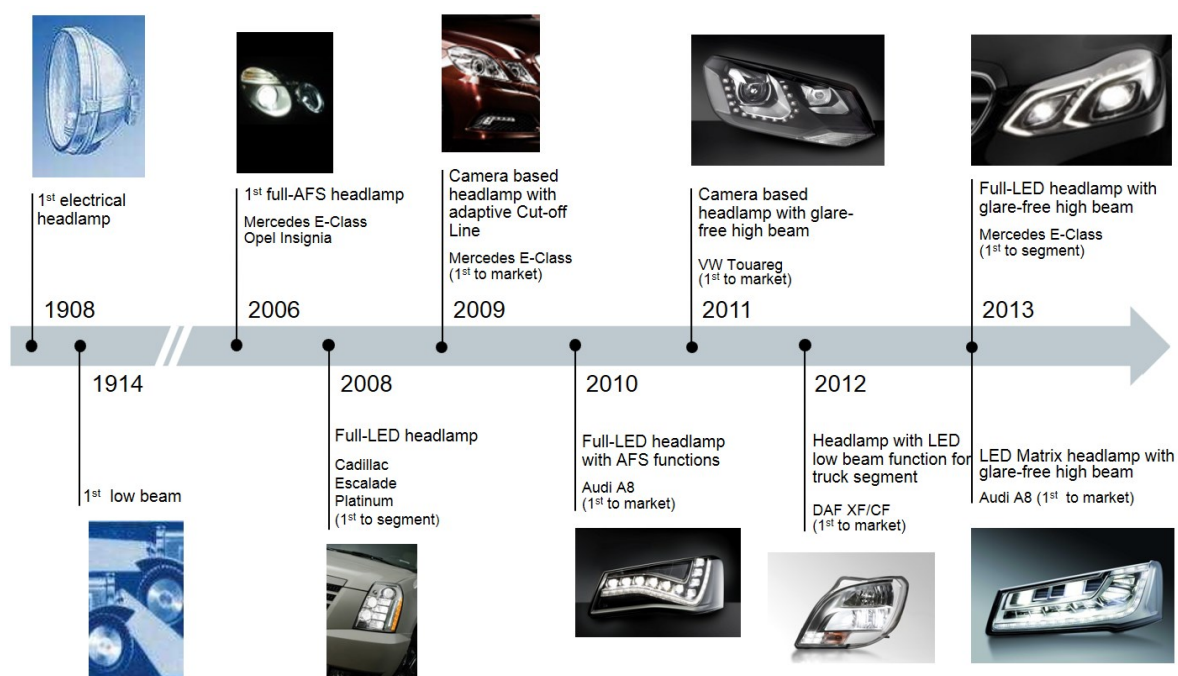


Obrázek 12 Struktura vybrané společnosti  
(vlastní zpracování dle interních podkladů firmy)

Tato diplomová práce se bude dále zabývat už jen oblastí výroby, která tvoří největší část firmy a vytváří přidanou hodnotu.

## 5.2 Výrobní portfolio

Již více než 100 let zajišťuje společnost řidičům potřebu mobility i při špatné viditelnosti vývojem a výrobou inovativních světlometů pro vozidla. V současnosti firma zavádí několik nových standardů pro produkty a systémy osvětlení, např. nabídkou Full-LED-přední svítilny. Dnes je produktové centrum Headlamp největším produktovým centrem v Business Division Lighting. Obchod s předními světlomety se řídí především aspekty pohodlí, bezpečnosti a designu. Na základě firemních zkušeností, klíčových kompetencí a špičkových výrobních procesů se již pracuje na nových inovativních řešeních, jako jsou High-Definition-Systems, aby posouvaly zážitek z jízdy a bezpečnost na další úroveň.



Obrázek 13 Vývoj světlometů (zdroj: interní podklady firmy)

## 5.3 Cíle společnosti

Vybraná firma sleduje čtyři dlouhodobé firemní cíle, které slouží jako vodítko pro podnikatelská rozhodnutí:

**Neustálé rozšiřování technologické dokonalosti a vedoucího postavení v oblasti inovací.**

Společnost již více než 120 let řídí technologický pokrok jako inovativní dodavatel pro automobilový průmysl. Aby si zajistili, že budou i nadále převažovat nad konkurencí, chtějí být i v budoucnu o krok napřed ve vývoji produktů. Za tímto účelem výrazně investují do automobilových témat budoucnosti, jako je elektromobilita a autonomní řízení, do softwaru, digitalizace a automatizace.



**Firma je lídrem na atraktivních trzích**

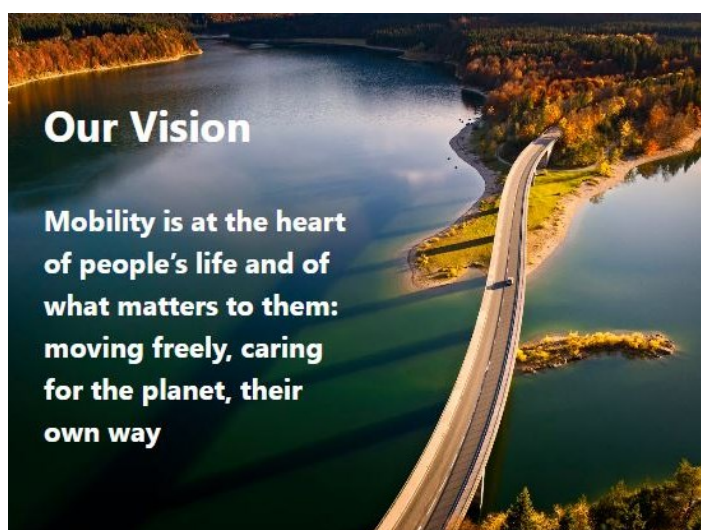
Na všech trzích, na kterých působí, se snaží dosáhnout předních pozic a umístit se mezi tři nejlepší dodavatele.

**Firma má stabilní a odolné obchodní portfolio.**

Ve všem, co dělají, se snaží o stabilní a vyvážené produktové portfolio, aby zůstali co nejvíce nezávislí na ekonomických výkyvech a tržních cyklech. To zajišťuje obchodní úspěch v dlouhodobém horizontu.

**Firma plní stanovené strategické cíle**

Na základě cílů technologické dokonalosti a inovačního vedoucího postavení, vedoucího postavení na trhu a stability portfolia je hlavním cílem dosáhnout cílových hodnot, které byly stanoveny pro firemní klíčové ukazatele výkonnosti (KPI). Tyto klíčové údaje lze použít k měření toho, zda společnost funguje dobře. Společnost si v tomto ohledu stanovila náročné cíle, aby se stala jednou z nejlépe fungujících společností na trhu.



Obrázek 14 Vize společnosti (zdroj: interní podklady firmy)

**5.4 Vize společnosti**

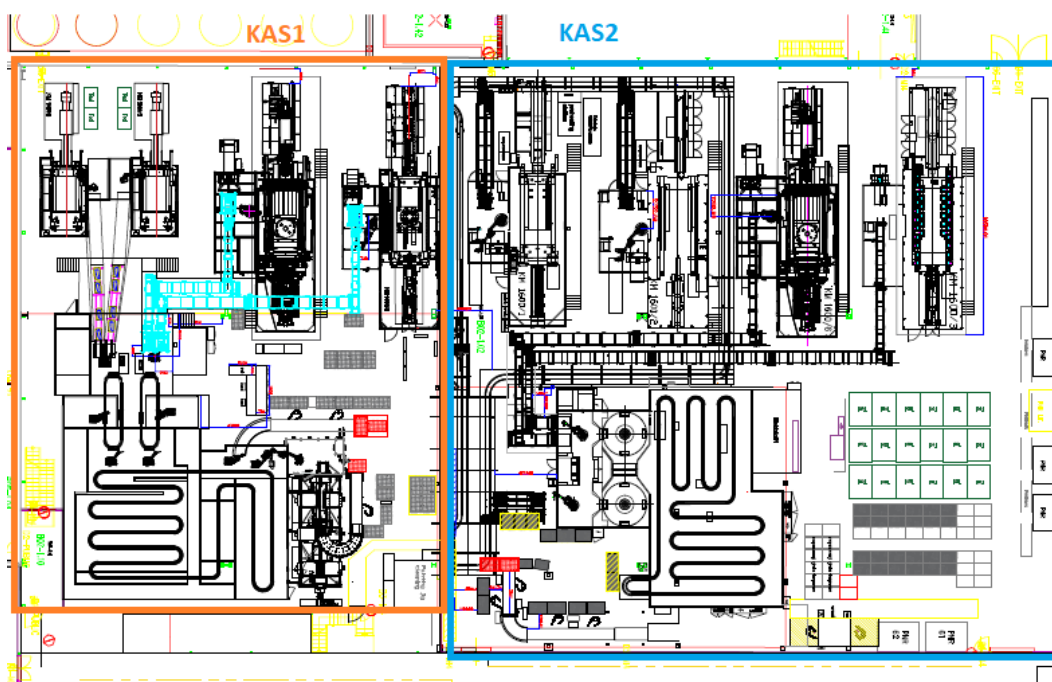
Mobilita je jádrem života lidí a toho, na čem jim záleží: svobodně se pohybovat, pečovat o planetu, svým vlastním způsobem. Lidé očekávají více než jen standardní cestu: bezpečnost, udržitelnost, dopad na životní prostředí, komfort a individualizace hrají stále větší roli v oblasti mobility.

## 5.5 Poslání společnosti

Být průkopníkem technologií pro zážitky z mobility, které jsou pro lidi důležité. Chceme na trh přinášet víc než jen technologie. Chceme vytvářet zážitky – udržitelnější, cenově dostupnější, pohodlnější a individuálnější mobilitu. Chceme dosáhnout pozitivní změny pro každého pomocí elektrifikace a hospodaření s energií, bezpečného a automatizovaného řízení a digitálních a udržitelných zážitků z kokpitu.

## 5.6 Výrobní prostory (layout společnosti)

Celá společnost se za posledních pár roků hojně rozrostla a nyní se rozděluje podle zaměření do několika samostatných od sebe oddělených budov. Tato práce se dále bude ovšem zabývat, jak již byla zmíněno, jen hlavní největší budovou, ve které se nachází nejen výroba ale i montáž, administrativa a tak dále. Konkrétně půjde zaměřením na KAS lisovnu, která se ještě dále dělí na KAS1 a KAS2. Podrobnější přiblížení KAS lisovny je zobrazeno na obrázku 15.



Obrázek 15 Layout KAS1 a KAS2 (vlastní zpracování dle interních odkladů firmy)

## 6 POPIS SOUČASNÉHO STAVU VÝROBY KRYCÍHO SKLA

Diplomová práce se zabývá řešením nového dopravníkového systému na KAS lisovně. Probíhá zde celý proces výroby krycího skla, které se lisuje ze skelného granulátu. První krok startuje již v silech, kde firma skelný granulát skladuje. Následně putuje materiál do sušárny k vysušení a poté přímo do lisovacího zařízení. Hotový výlisek se automaticky dopravuje právě za pomoci řešeného dopravníkového systému do lakovny, poté následuje vytvrzení a konečná kontrola pověřenými pracovníky. Více informací o jednotlivých fázích procesu bylo rozebráno v již hotové bakalářské práci.

Společnost v současné době lisuje dva druhy skel na lisech se stejnojmenným názvem:

- **1K sklo**, které se skládá jen z čiré složky materiálu.
- **2K sklo**, jinak též nazývané jako dvou komponentní sklo. Tato práce už se bude dále zabývat jen tímto druhem skla. 2K sklo je vyráběné jak i název napovídá, ze dvou druhů materiálů. Jedná se o čirý polykarbonát stejně jako v první variantě, ke kterému se přidává i černá složka. Výroba probíhá na 2 K lisech, kterých má firma aktuálně celkem 6 kusů.

Výrobu krycího skla můžeme rozdělit na 2 základní části:

- **Část technologická** (například lisování, lakování)
- **Část netechnologická** (například konečná vizuální kontrola, balení výrobku)

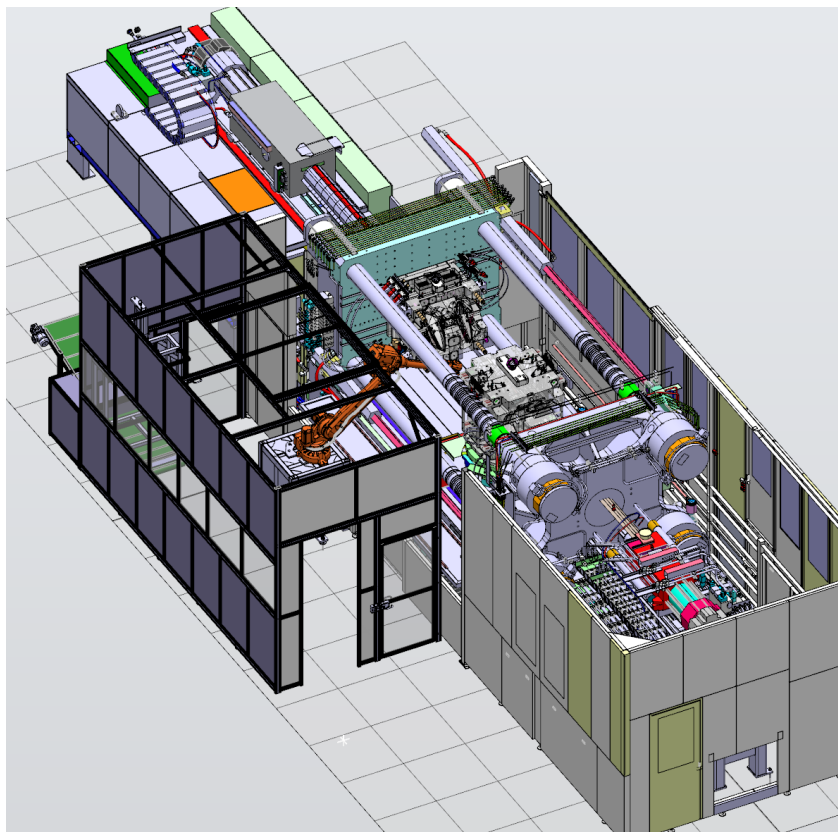
Celý proces výroby skla se skládá z několika hlavních částí, jako jsou například sušení, lisovací zařízení, dopravníkový systém, lakovna, konečná vizuální kontrola a další. Nyní budou rozebrány 2 hlavní části, kterými se bude práce dále zabývat, spolu s lakovnou, kterou je třeba alespoň okrajově zmínit.

### 6.1 Lisovací zařízení

Vybraná firma vlastní na předvýrobním pracovišti KAS celkem 8 vstřikolisů z toho 6 lisů jsou velká 2K zařízení. Na pracovišti KAS2, které bude dále analyzováno se nachází pouze 2K lisy, a to přesněji 4 kusy. Nejnovější z nich byl instalován relativně nedávno, přesněji roku 2021. Celý proces vstřikování funguje na principu natažení vstupního materiálu neboli granulátu do šneku vstřikovací jednotky, kde se pod vysokými teplotami okolo 270 °C–350 °C materiál zpracovává a taví. Poté dochází k samotnému vstřikování taveniny

do formy, kde materiál tuhne v podobě finálního výlisku. Průměrná doba jednoho cyklu u těchto lisů je okolo 60 až 65 sekund.

Lisovací proces skla probíhá párově, což znamená, že dojde naráz k vylišování jednoho levého a jednoho pravého kusu krycího skla. Po skončení procesu lisování je sklo automaticky odebráno robotem, podle potřeby odštíhnuty přebytečné vtoky, plazmování k vyrovnání nábojů uvnitř krycího skla a následná ionizace. Tímto dojde k vybití povrchu skla a jeho ofouknutí, což zamezí přílišnému ulpívání částic prachu během transportu, čím se i sníží vznik nekvalit.



Obrázek 16 3D model 2 K lisu (zdroj: interní podklady firmy)

### **Temperace**

Takto vylišované a upravené krycí sklo robot založí do transportní paletky, která čeká na přiděleném místě a na ní následně i dochází k IR temperaci. U tohoto procesu paletka se založeným sklem dojede na předem určené místo, kde se zastaví a nahřívací kachle umístěné shora, působí teplem pro odstranění pnutí a zažehlení spojů mezi materiály.

## 6.2 Současný dopravníkový systém

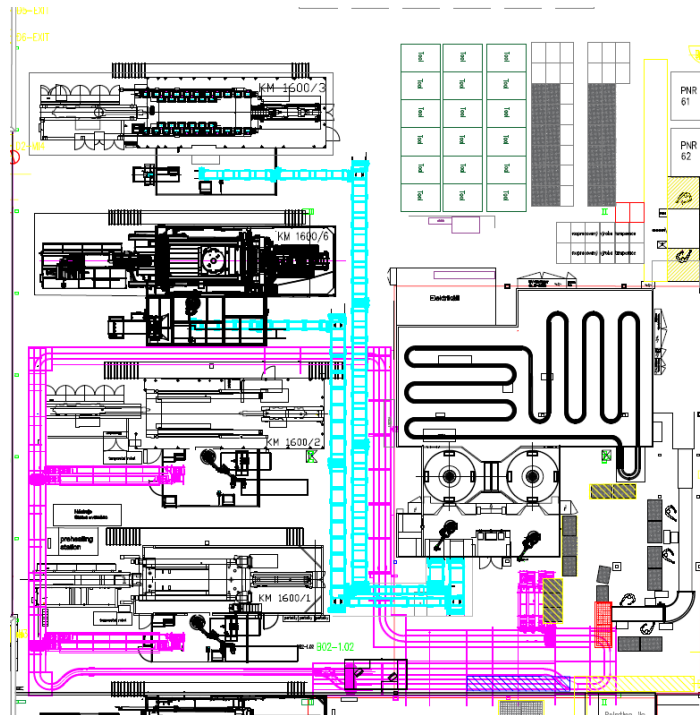
Po dokončení procesu IR temperace putuje sklo na dopravníkovém systému, kde ještě projede ochlazovací stanicí pro snížení teploty výlisku před vjezdem do lakovny. Zde se využívají ventilátory s filtrovaným vychlazeným vzduchem.

Dříve byly implementovány dopravníky pro všechny 4 lisy od firmy Servus, čemuž je už nyní jinak a dopravníkový systém dodavatele Servus zásobuje pouze poslední 2 lisy. Tyto dopravníky byly do firmy instalovány roku 2009. Jedná se o dopravníkový systém, který je umístěný ve výšce a je zkonstruovaný jako okruh, kdy jednou stranou jezdí vozíky s naloženými skly do lakovny a poté se vrací druhou stranou zpět k lisu. Nevýhodou je, že pokud dojde na této dráze například k poruše, zastaví se tím chod dvou lisů, což bude znamenat i zastavení jedné části lakovny. Dalším řešeným problémem je také poměrně malá zásoba vozíků se skly před lakovou.

V návaznosti na tento problém došlo koncem roku 2021 k přestavbě první fáze dopravníkových systémů.

- **I. Fáze** – napojení lisů KM1600/3 a KM1600/6 (modře zobrazené)
- **II. Fáze** – napojení lisů KM1600/1 a KM1600/2 (fialově zobrazené, aktuální stav před úpravou)

Jednalo se o plánované odstavení lisů KM1600/3 a KM1600/6, demontáž dosavadního okruhu Servus a následná instalace nových samostatných dopravníků firmy Alutek. Samotná instalace proběhla v druhém období roku 2021. Došlo k instalaci dopravníku na zemi, který měl usnadnit jakékoliv opravy v případě poruchy co se týče dostupnosti pro údržbáře a zároveň zvýšit reakční dobu dopravníku na různé nahodilé odstávky vlivem odstranění výtahů.



Obrázek 17 Dokončená 1. fáze dopravníkového systému  
(vlastní zpracování)

Jelikož se instalace I. fáze firmě osvědčila a zaznamenala pozitivní výsledky, bude nyní žádoucí uskutečnění i II. fáze přestavby. Budou zjištěny všechny potřebné informace o aktuálním stavu, a poté porovnány s různými možnostmi nového umístění dopravníků. Pro bližší ukázkou rozdílů dopravníku umístěného ve výšce a na zemi, slouží obrázek 18.



Obrázek 18 Ukázka umístění dopravníku ve výšce a na zemi (vlastní zpracování)

### 6.3 Lakovna

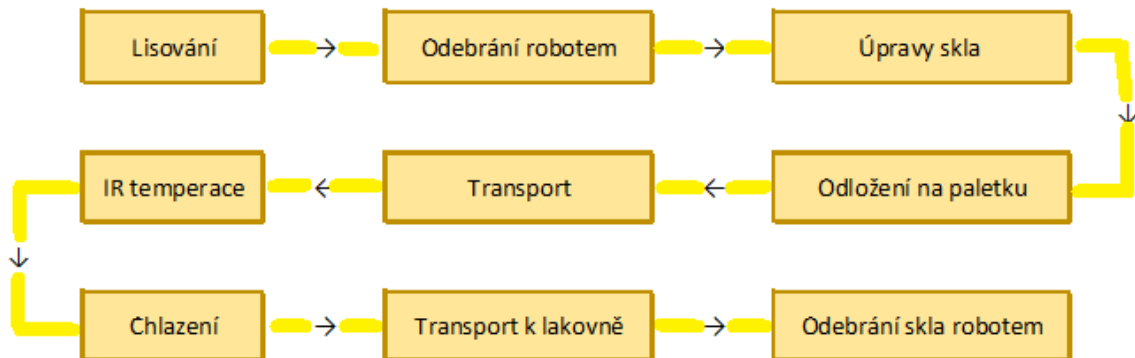
Lakování ve vybrané společnosti aplikují z vnější strany krycího skla a používá se k tomu čirý UV lak. Nanášení laku probíhá ve velmi tenkých vrstvách, a to konkrétně 9 až 20 mikrometrů. K nánosu se zde využívá robotického stříkání, zatímco u dceřiných společností používají například i metodu polévání. Teplota lakování se udává do 45 °C a lak se nanáší ve dvou vrstvách, hezky rovnoměrně na všechny plochy povrchu.

Lakovací proces se dělí na několik částí:

- **Předpříprava:** Tato operace pomáhá k vybití krycího skla na 0, čímž je opět zabezpečena nepřilnavost částiček prachu.
- **Lakování:** K nalakování skla se využívá 5 až 10 g laku, jež je tvořen ze 70% pevným podílem a ostatních 30% laku je ředidlo.
- **Vytvrzování:** Naplněné gondoly zavezou krycí skla na vytvrzení laku, kde je nejprve flash-off zóna, kterou po dobu 5 minut sklo pomalu projíždí a odpaří se zde z laku veškeré ředidlo. Dalším stanovištěm v pořadí je UV zóna, ve které dojde díky vysoké UV energii k vytvrzení laku, což trvá přibližně 3 minuty.
- **Konečná temperace:** Tato fáze je nutná kvůli odstranění vnitřního pnutí na skle.

## 6.4 Diagram materiálového toku

Pro větší porozumění a analýzu současného stavu je zde vyobrazený diagram materiálového toku. Příčinou bylo sledování putování krycího skla od lisování až po předání skla do lakovny. Taktéž nám to ukáže přesnou cestu a jeho nutné kroky tohoto úseku výrobního procesu, které budou v dalších částech více zanalyzovány. Znázorněná mapa hodnotového toku je zobrazena na obrázku 19.



Obrázek 19 Mapa hodnotového toku krycího skla (vlastní zpracování)



## 7 PROJEKT IMPLEMENTACE NOVÉHO DOPRAVNÍKOVÉHO SYSTÉMU

Tato kapitola zpracovala potřebné kroky k úspěšnému zavedení implementace nového dopravníkového systému ve vybrané společnosti. K dosažení tohoto výsledku byla použita metoda DMAIC.

K vypracování projektu došlo za pomoci **metody DMAIC**, která byla vybraná právě na základě kroků, které obsahuje. Přispívají totiž nejen k jednorázovému zlepšení, ale zaměřují se také na neustálou kontrolu a reagování na aktuální situaci, což znamená i neustálé zlepšování. Celkově se jedná o pět fází, které na sebe logicky navazují.

### 7.1 DEFINE

Pro začátek bylo nutné definování základního cíle pro celý projekt, důležitých termínů a vyřízení si podpory vrcholového managementu firmy, která je nezbytná k úspěšnému dokončení celého projektu. Po vyřešení veškerých těchto náležitostí mohlo přijít na řadu složení projektového týmu a definice problému, kvůli kterému vůbec vznikl tento projekt. Součástí je i vypracovaný časový harmonogram, který zajišťuje časové ohraničení dílčích činností projektu. Výstupem této části bylo vytvoření projektového listu, který obsahuje všechny základní informace. Projekt byl zadán vybranou společností v září roku 2022. Na základě vypracovaných analýz a výsledků z nich plynoucích byly sepsány návrhy na zlepšení současného stavu dopravníkového systému ve zvolené firmě.

#### 7.1.1 Projektový tým

Pro zjištění problémů a dosažení hlavního stanoveného cíle byla nutnost zvolení vhodného projektového týmu, který je nápomocný po celou dobu trvání projektu k řešení problematiky. U výběru jednotlivých členů bylo nutné brát v potaz, že se jedná o poměrně komplexní projekt, a tudíž je důležité zahrnout pracovníky, kteří něco vědí jak o fungování dopravníkového systému, tak i procesu lisování a lakování, aby měli pro fungování projektu dobrý přínos. Došlo tedy k výběru několika pracovníků, kteří byli oslaveni a čekalo se na jejich vyjádření, po kterém byl definitivně sestaven celý projektový tým. Přesněji se tedy jednalo o následující pracovníky:

- Vedoucí projektu za účasti autora diplomové práce
- Mistr KAS lisovny

- Hlavní technolog lisování
- Hlavní technolog lakování
- Týmový vedoucí KAS elektrikářů a mechaniků
- Seřizovači lisovny a lakovny

### 7.1.2 Časový harmonogram projektu

Potom, co došlo ke zvolení jednotlivých členů projektového týmu, byla svolána první orientační schůzka, kde bylo zapotřebí si stanovit hlavně časový rámeček projektu a časovou dotaci na jeho jednotlivé kroky. Ohraničení veškerých činností musí být stanovené tak, aby se splnil cíl projektu, převážně jeho včasné odevzdání. Jednotlivé fáze jsou rozdělené podle metody DMAIC a definované pomocí metodiky SMART, tudíž časově ohraničené a dosažitelné v reálném čase. Po vydefinování veškerých termínů došlo v rámci schůzky i k jejich schválení. Harmonogram projektu ukazuje obrázku 20. Jak již bylo zmíněno, firma zadala začátek projektu v září 2022. V období od září až do ledna tohoto roku došlo ke shromažďování informací a dat potřebných pro následné analýzy. Následně od ledna 2023 se vyhodnocovali vypracované analýzy a od února 2023 došlo k návrhu nových opatření, pomocí kterých by nastalo zlepšení současného stavu. Tyto návrhy se během března převedli do simulace na základě, kterých následně v dubnu 2023 proběhlo vyhodnocení přínosů budoucí implementace. Se samotnou implementací firma začne až v prosinci roku 2023, kdy jsou nejmenší odvolávky a většina zákazníků má celozávodní dovolené, tudíž dojde k nejmenší ztrátě vlivem zastavení dvou lisovacích zařízení na takto dlouhou dobu.

Časový harmonogram projektu	Rok	2022												2023																				
		ZÁŘÍ		ŘÍJEN				LISTOPAD				PROSINEC		LEDEN				ÚNOR				BŘEZEN				DUBEN								
Název činnosti	Zospd.	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1. Seznámení s výrobou	D																																	
2. Zadání projektu	D																																	
3. Definice projektu	D																																	
4. Sestavení projektového týmu	D																																	
5. Analýza současného stavu	M																																	
6. Náměry	M																																	
7. Procesní analýza	M																																	
9. Analýza získaných dat	A																																	
10. Vyhodnocení současného stavu	A																																	
11. Shrnutí	A																																	
12. Návrh opatření	I																																	
14. Zhodnocení přínosů	I																																	
15. Vytvoření standardů	C																																	
16. Hodnocení změn	C																																	
17. Předání projektu	C																																	

Obrázek 20 Harmonogram projektu (vlastní zpracování)

Pokud se z nějakého důvodu nepodaří splnit daný bod, je důležité kontaktovat vedoucího projektu, který bude dále zjišťovat důvod nesplnění termínu a dohodne se náhradní termín. Pokud nedojde ke splnění nějakého bodu, nebude se pokračovat bodem dalším.

### 7.1.3 SIPOC

Aby bylo snazší pochopit celý proces výroby a lakování krycího skla byla vytvořena SIPOC mapa, která krásně znázorňuje návaznost jednotlivých podnikových procesů na sebe. Tato metoda je také důležitá pro všechny členy týmu, aby správně chápali posloupnost, kdo je dodavatel a kdo zákazník zmíněného procesu.

Tabulka 3 SIPOC mapa pro výrobu krycích skel (vlastní zpracování)

Supplier	Input	Process	Output	Customer
Zákazník	Odvolávka	Zpracování plánu	Výrobní plán	Lisovací zařízení
Externí dodavatel granulátu + Plánovači	Granulát	Výroba krycích skel	Vylisovaná krycí skla	Lakovna
Externí dodavatel laku + dopravník krycích skel	Lak	Lakování	Nalakované sklo	Vytvrzování
UV lampy	UV záření	Tvrzení laku	Vytvrzené sklo	Konečná temperace
Temperační lampy	Vysoké teploty	Temperace	Hotové sklo	Kontrola
Oddělení kvality + obsluha	Tabulka vad	Výstupní vizuální kontrola skla	OK/NOK sklo	Balení/šrotace
Sklad obalového materiálu + manipulant	Prázdný obalový materiál	Balení zkontrolovaných skel	Roly/lednice se zabalenými skly	Transport

#### 7.1.4 Definice cílů projektu

**Hlavní cíl projektu:** Zvýšení OEE neboli využitelnosti zařízení na zkoumaných lisech způsobené novým dopravníkovým systémem oproti stávajícímu systému za pomoci metod průmyslového inženýrství.

**Dílčí cíle projektu:**

- Návrh nového layoutu dopravníkového systému krycích skel
- Snížení zmetkovitosti a času transportu

Definice cíle proběhla pomocí metody SMART.

**Specifický (S)** – Zmapování a následné zhodnocení aktuálního stavu. Zjištění délky trvání všech časových i délkových operací a vyhledat ty, které jsou pro společnost problémové a zlepšení jejich stavu.

**Měřitelný (M)** – Veškeré operace je třeba plynule sladit, aby nikde nedocházelo ke kupení kusů či zastavení výroby. Cílem bude zvýšení OEE na zkoumaných lisech o 5 % a díky návrhu nového layoutu dopravníku snížení času transportu o 10 %.

**Dosažitelný (A)** – Dosažení cíle proběhne za pomoci metod průmyslového inženýrství.

**Reálný (R)** – Ke splnění cíle dojde se zachováním stávajících výrobních prostorových kapacit firmy.

**Časově ohraničený (T)** – Projekt je zpracováván od začátku 2022 a plánované předání firmě je v dubnu 2023. Uskutečnění projektu proběhne ve společnosti až na konci roku 2023.

#### 7.1.5 Rizika v projektu RIPRAN

Dříve než dojde k samotným činnostem, které povedou k opatřením na zjištěných nedostatcích je důležité zhodnotit, jaká rizika by mohly během plnění projektu nastat, a pokud možno se jim snažit předejít. Kvůli tomuto byla vytvořena RIPRAN analýza, díky které došlo k identifikování šesti rizik projektu, které jsou za nás velice důležité a navzájem se ovlivňují díky svým vazbám. Sepsány jsou i jejich možné scénáře při výskytu a navržené reakce k minimalizaci dopadu na plnění projektu.

Přehled možných rizik projektu spolu s pravděpodobností výskytu a jejich dopadem na daný projekt je zobrazen v tabulce 4. Následná opatření budou rozepsána v kapitole vyhodnocení RIPRAN analýzy.

Důležitým faktorem vedoucím k úspěšné implementaci navrhnutého řešení je budget na projekt. Tato položka je opravdu klíčová pro realizaci a tudíž, aby se předešlo jakýmkoliv možným budoucím problémům, bylo na místě stanovení si přesného budgetu dopředu.

V aktuální situaci je ve zvolené firmě také možné dělat jakékoliv investice pouze na základě projednání a schválení ředitele společnosti, tudíž je i spolupráce vedení na návrzích možných řešení důležitá. Je zřejmé, že při jejich pracovním vyřízení není zájem vedení vždy takový, jaký by si tým představoval. Velmi důležité tedy bude je přesvědčit o nutnosti komunikace a poukázat na přínos požadovaného řešení, při jeho úspěšné realizaci.

Třetím problémem, který může v průběhu projektu nastat jsou dodací lhůty materiálu. K tomuto také slouží vypracovaný harmonogram, který jasně říká, v jakém datu bude probíhat realizace, a tak i kdy bude daný materiál potřeba. Nicméně stále je tu nějaké riziko v podobě dlouhodobého nedostatku materiálu u dodavatele, což je také poměrně aktuální téma v tomto odvětví.

Nedodržení časového harmonogramu může být velkým problémem a může vést k nesplnění cílů. Předjetí neschopnosti plnění cílů jde pomocí neustálého sledování jednotlivých etap projektu, jestli jsou prováděny přesně tak, jak bylo naplánováno.

Dalším problémem, který může v projektu nastat je neochota zvoleného dodavatele. Zde se jeví asi nejlepším krokem spolupráce s dodavateli, s kterými firma již má pozitivní zkušenost z dřívější spolupráce. Ovšem ne vždy se tohle může podařit vzhledem na porovnání výše cen, kterou dodavatelé představí za naše požadavky. Vhodná je tedy i dobrá motivace zvoleného dodavatele, a také zajištění dodání pro něj všech potřebných informací.

Posledním důležitým prvkem, který povede ke správnému vyhodnocení nových návrhů je dání si pozor na chybnou analýzu současného stavu. Zde je zapotřebí převážně podrobné studování metod průmyslového inženýrství a jejich správná implementace na daný proces. Pokud dojde v průběhu zpracování dat k chybě, dochází dále k pracování se špatnými čísly a následné nesprávné závěry. Je tedy důležité věnovat zvýšenou pozornost správnému posbírání dat.

Tabulka 4 RIPRAN analýza (Vlastní zpracování)

č.	Riziko	Pravděpodobnost rizika	Scénář	Dopad	Opatření
1	Nedostatečný budget	19%	Špatný předběžný odhad nákladů	Velmi vysoký	Dohodnutí přesného budgetu dopředu
2	Nespolupráce managementu	15%	Nedostatečné podklady pro analýzu	Vysoký	Pravidelná komunikace s vedením
3	Dodací lhůty materiálu	65%	Řešení objednávek na poslední chvíli	Velmi vysoký	Řešení materiálu dlouho s předstihem
4	Nedodržení časového harmonogramu	50%	Malá předzásoba pro odstavení lisu.	Velmi vysoký	Spolupráce se spolehlivými zaměstnanci
5	Neochota zvoleného dodavatele	34%	Neposkytnutí informací a kompletních požadavků	Střední	Vhodná motivace, spolupráce se spolehlivými dodavateli
6	Chybná analýza současného stavu	20%	Chybné závěry	Vysoký	Průběžná kontrola dat

### 7.1.6 Vyhodnocení RIPRAN analýzy

Z provedené RIPRAN analýzy se zjistilo, že ve firmě existuje největší pochybnost u dodacích lhůt materiálu, což jde vidět i v aktuální situaci u jiných projektů společnosti, a pro splnění tohoto projektu je nedodaný materiál opravdu hrozbou. Právě toto podpořilo ještě větší kladení důrazu na dodržení stanoveného harmonogramu, podle kterého je možné s dostatečným předstihem obstarat potřebný materiál. Došlo ještě ke svolání porady, kde byly všem členům jednotlivá rizika představena a mohli se též zapojit do tvorby opatření za pomoci různých technik pro řízení workshopu.

Tabulka 4 RIPRAN analýza též zkoumá kromě pravděpodobnosti i jednotlivé dopady na projekt. Polovina rizik se nachází ve velmi vysoké oblasti (červeně zbarvené), což znamená, že rizika v této oblasti mají velký vliv na výsledek projektu a je tedy nutné jim předejít. V případě nebrání ohledu a zanedbání těchto rizik hrozí neúspěch v rámci celého projektu.

Zbylá rizika se nachází ve vysoké či střední oblasti a jejich výskyt taktéž může ovlivnit výsledek projektu, nicméně už ne tak zásadním způsobem jako 3 předešlá rizika. Tyto rizika se dostanou do řešení až budou vyřešena a odstraněna předešlá z velmi vysoké oblasti dopadu.

Jelikož se jedná o poměrně velký projekt pro firmu a hraje zde roli mnoho proměnných, nízkou oblastí rizika se zde nebylo vůbec zabýváno, jelikož nemá ani skoro žádný vliv na průběh či ukončení projektu.

### 7.1.7 Projektový list

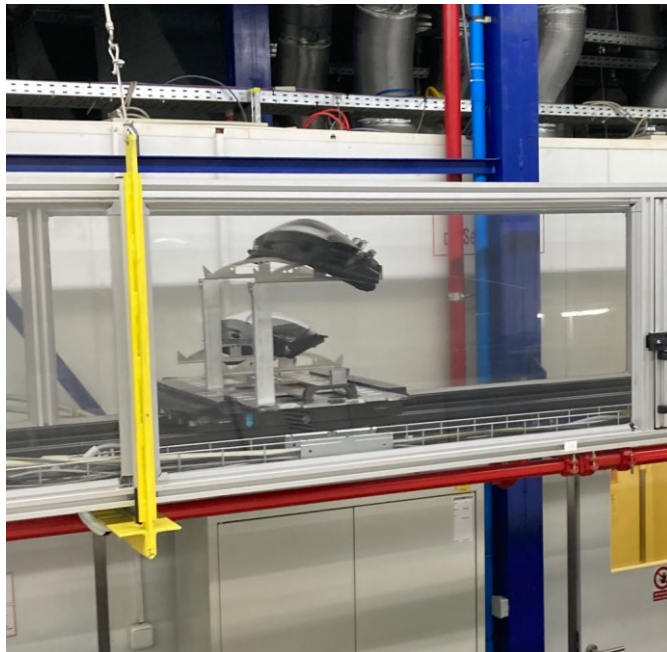
Nakonec po ujasnění všech bodů projektu byl vytvořen projektový list, kde se všechny tyto dílčí body zdokumentovaly. Slouží také jako taková kontrola, které z bodů v rámci projektu nás ještě budou zajímat, nebo které už jsou mimo naši kompetenci. Po podrobném vyplnění veškerých údajů následuje představení a schválení listu vedením podniku, které to ztvrdí podpisem a dává tím najevo jasný souhlas a podporu na projektu. Tímto krokem je zakončena celá fáze Define. Vypracovaný projektový list je znázorněn v příloze I.

## 7.2 MEASURE

Tato fáze slouží k získání dat pro následnou analýzu. Přesnost získávaných dat je zde klíčová. Čím více dat se podaří v této části získat o celém měřeném procesu, tím lépe. Nejdříve dojde k provedení chronometráže veškerých zkoumaných operací. V tomto případě analyzování končí při odebrání vylisovaných skel překládacím robotem do lakovny, a dalšími kroky, kterými jsou například lakování nebo závěrečná kontrola se zde zabývat nebudeme.

Hlavním zkoumaným článkem této diplomové práce je ve výrobním procesu krycích skel na KAS2 dopravníkový systém, který slouží k transportu vylisovaných skel do lakovny a následně odváží prázdné paletky zpět k lisům, kde se na ně opět zakládají další vylisovaná skla. Úsek, kterým se bude blíže tato práce zabývat, je dopravníkový systém od lisu KM 1600/1 a KM 1600/2 k lakovací místnosti 4. Zde se nachází dopravníkový systém od firmy Servus. Transport je aktuálně realizován paletkou, která nese obě skla z páru v pozici

nad sebou. Paletky zde nejsou přiděleny vždy jen pro daný lis, tudíž prázdné paletky nyní stojí v takzvaném svém „depu“, kde čekají na zavolání jednoho či druhého lisu, že má hotová skla. Poté prázdná paletka ihned vyráží k přidělenému lisu a čeká na naložení. Jelikož jsou uloženy obě vylisovaná skla na jedné paletce, probíhá i následné žihání (temperace) současně. K vrchnímu sklu sjíždí kachle a jelikož musí být obě skla řádně natemperována, tak k temperaci spodního skla se nyní využívá robot. Chlazení pomocí ventilátorů je také dvoupatrové a je obtížná regulace výsledné teploty jednotlivých skel. Pohyb od lisu k předávací stanici je realizován pomocí řemenových dopravníků. Na tomto dopravníku je realizována jak temperace, tak i chlazení. Současně dopravník slouží i jako vyrovnávací zásobník, a to jak takto obsazených paletek, tak následně i čekajících prázdných.



Obrázek 21 Příklad stávajícího uložení skel na paletce  
(vlastní zpracování)

### 7.2.1 Chronometráž jednotlivých stanovišť

V první části celé kapitoly Measure byla provedená chronometráž na všech zmíněných pracovištích. Cílem chronometráže je vybudování si základního přehledu kolik času různá oblast trvá a podobně, aby poté bylo možné rozhodnout, co přesně podrobit důkladné analýze. Naměřené časy z chronometráže také slouží k následnému sestavení procesní analýzy. Dohromady vzniklo 10 náměrů, které byly přehledně zapsány do tabulky, pro následné další zpracování. Pro účel měření byl zvolen projekt 2K sklo krycí Daimler H247.



Tabulka 5 Výsledek měření (vlastní zpracování)

Vylišování a odložení skla na paletku	Naměřený čas [s]
Vstřikovací cyklus	60
Otevření formy	5
Odebrání dílů robotem	15
Odstřihnutí vtoků, plazmování	30
Odložení na paletku	5
Transport k temperaci	10
Temperace	45
Transport k lakovně	190
Průměrné čekání před lakovnou	30
Odebírání skel překládacím robotem	25
<b>Celkem</b>	<b>415 = 6,9min.</b>

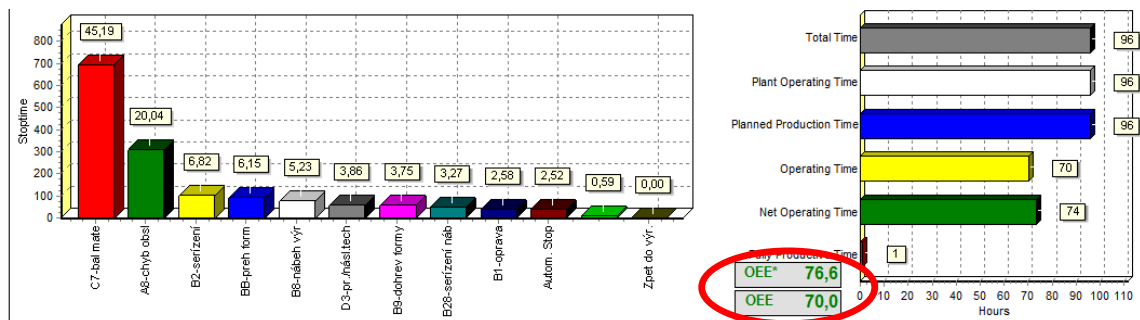
Do tabulky 5 byly zaznamenány veškeré naměřené časy dílčích činností na jednotlivých stanovištích. Měření bylo provedeno u lisu KM1600/2 a měřena byla vždy první paletka z páru. Tabulka obsahuje dva sloupce, první zobrazuje název pracovní činnosti a druhý změřený čas, kterého budeme i dále využívat.

### 7.2.2 OEE a zmetkovitost

V druhé části kapitoly Measure byl zkoumán aktuální stav OEE a zmetkovitosti na vybraných lisech. Jelikož je hlavním cílem projektu zvýšení OEE, bylo potřeba se zaměřit na současná čísla před jakýmkoliv úpravami, aby poté mohlo dojít k porovnání a vyhodnocení výsledků. Na lisech neexistují jasně stanovené normy jako na jiných místech, kde by bylo řečeno, kolik má být například za směnu vyrobeno kusů. Zde se vyrábí až podle zákaznických odvolávek, které plánovači zaplánují, podle kapacitní vytíženosti lisů a s ohledem na to, kde daná forma jezdí. Pro zjištění výše současného OEE na lisech KM 1600/1 a KM 1600/2 bylo využito systému, který daná firma využívá, a ve kterém jsou přehledně zobrazeny veškeré požadované hodnoty. Na obrázku 22 je vidět naměřená hodnota OEE ze dne 14.9., která se ve společnosti ještě dělí na **normální OEE**, což je v tomto případě 70 % a **OEE s hvězdičkou**, které je 76,6 % a je očištěné o zmetkovitost.

$$\text{OEE}^* = \text{výkonost} * \text{výkon}$$

$$\text{OEE} = \text{výkonost} * \text{výkon} * \text{zmetky}$$



Obrázek 22 Naměřené OEE před úpravami (zdroj: interní podklady firmy)

Druhým měřeným ukazatelem byla zmetkovitost. Získaná data jsou také z 14.9. měřené po dobu celé jedné směny. Kde vyšlo, že pro lis KM 1600/1 bylo vyrobeno celkem 1730 kusů s procentuální zmetkovitostí 13 %. U lisu KM 1600/2 bylo vyrobeno pouze 938 kusů s procentuální zmetkovitostí 5,9 %. Kdybychom se chtěli na tyto čísla podívat ještě více detailně, tak vidíme, že například největší počty zmetků se vyskytují u vady vměstky prachu, což dělá 53 a 8 kusů.

Přehled zmetků

Meziosoučet %	Stroj - název		Středisko : %		Jméno stroje : %	Barva : %	Nástroj : %	Stroj : %																				
Detail pro : Stroj - název	Stroj - název		Středisko : %		Typ stroje: KAS lisovna	Materiál : %	Produkt : %	Zakázka : %																				
%	Vyrob. kusy	Dobré kusy	07	Zmetky %	Zmetky KAS (lisovna + lakovna)																							
					3003 bod vtlaku	M09 hli	3009 hac ky	3008 mapy	3011 zást oiky	8018 mech anic	3014 poškř ábánoni	ZA22 vaha	3010 poetok	3010 2K	3036 vlni	ZM06 nedo	3041 vrstva	3019 čiré	3019 čiré	ZM01 černe	ZA33 lilis ka	3029 niti	3034 mast né	3005 podst mapy	3026 vm. prach	ZOB1 poel. kapy	ZOB1 2326 UT	ZOB1 2328 UT
KM1600/1	1730	1505	12	225 13,0								1				18	28	22	2	9	25	53	25					
KM1600/2	938	883	12	55 5,9														1	2			8						

Obrázek 23 Naměřená zmetkovitost před úpravami (zdroj: interní podklady firmy)

### 7.3 ANALYZE

V této části se zpracovávají veškerá naměřená data z fáze měření, která jsou následně vyhodnocena. Zkoumá se bude především dopad nového stavu na zvýšení OEE, a zároveň také zkrácení délky transportu krycích skel vylepšením layoutu dopravníku. Využito je například procesní analýzy, kde jsou data čerpány hlavně z předtím provedené chronometráže a je doplněna i o grafické znázornění toku materiálu daným procesem.

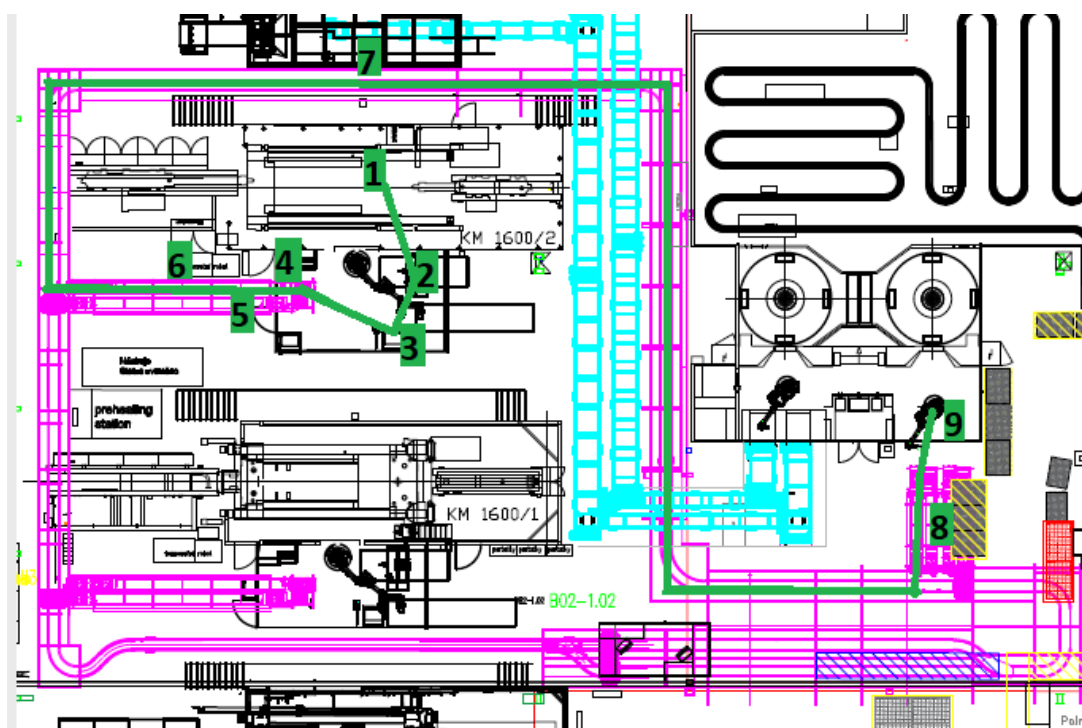
#### 7.3.1 Procesní analýza

Na základě výsledků z chronometráže byla provedena procesní analýza celého zvoleného procesu, a to u vybraného lisu KM1600/2. Tento lis je v pořadí zkoumaného stávajícího dopravníku až druhý v pořadí, ovšem při výběru kteréhokoliv by měl být výsledek procesní analýzy téměř totožný. Lisy jsou stejné tonáže a při problému kdekoliv na dráze dojde dřív

nebo později k zastavení obou lisů. Výrobní proces vždy začíná nahozením formy na stroj technology, kteří musí vstříkolis správně seřídít podle daných parametrů vybrané zakázky.

č.	Činnost	Operace	Transport	Kontrola	Skladování	Čekání	Vzdálenost (m)	Doba trvání (s)
1	Proces lisování	0	→	□	Δ	◇		60
2	Otevření formy a odebírání dílu robotem	0	→	□	Δ	◇		20
3	Odstřihnutí vtoků, plazmování	0	→	□	Δ	◇		30
4	Odložení na paletku	0	→	□	Δ	◇		5
5	Transport	0	→	□	Δ	◇	2	10
6	IR temperace	0	→	□	Δ	◇		45
7	Transport k lakovně	0	→	□	Δ	◇	45	190
8	Čekání	0	→	□	Δ	◇		30
9	Odebrání robotem	0	→	□	Δ	◇		25
<b>Celkem</b>	<b>Četnost</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>		
	<b>Součet času (s)</b>							<b>415</b>
	<b>Součet času (min)</b>							<b>6,9</b>
	<b>Vzdálenost (m)</b>						<b>47</b>	

Obrázek 24 Procesní analýza lisování a dopravy krycího skla (vlastní zpracování)



Obrázek 25 Tok krycího skla (vlastní zpracování)

Na obrázku 25 je viditelný tok krycího skla a jednotlivá stanoviště jsou očíslována podle pořadí v procesní analýze.

V procesní analýze byly ke všem činnostem vypsány průměrné časy trvání čerpané z provedené chronometráže doplněné o vzdálenost, pokud jde o transport. Prvním krokem je proces lisování s lisovacím cyklem 60 s na 2 ks krycího skla. Jedná se o překrytý čas, ve kterém robot již pracuje s odebranými skly, kterým odstříhuje vtoky, plazmuje a zakládá na paletku. Plná paletka popojede pod kachle, které slouží k IR temperaci a následně již skla putují až před lakovnu. Zde se ve frontě potkají skla jak z lisu KM1600/2, tak i z lisu KM1600/1. Z výsledků provedené procesní analýzy bylo zjištěno, že celkový čas zkoumaného procesu trvá přibližně 7 minut.

Jedním z hlavních důvodů změření těchto časů bylo zjištění, která z činností je takzvaným úzkým místem procesu i kvůli následné implementaci nového dopravníkového systému, který by firma instalovala. Druhotným cílem bylo sledování možného zbytečného plýtvání v procesu například v podobě čekání.

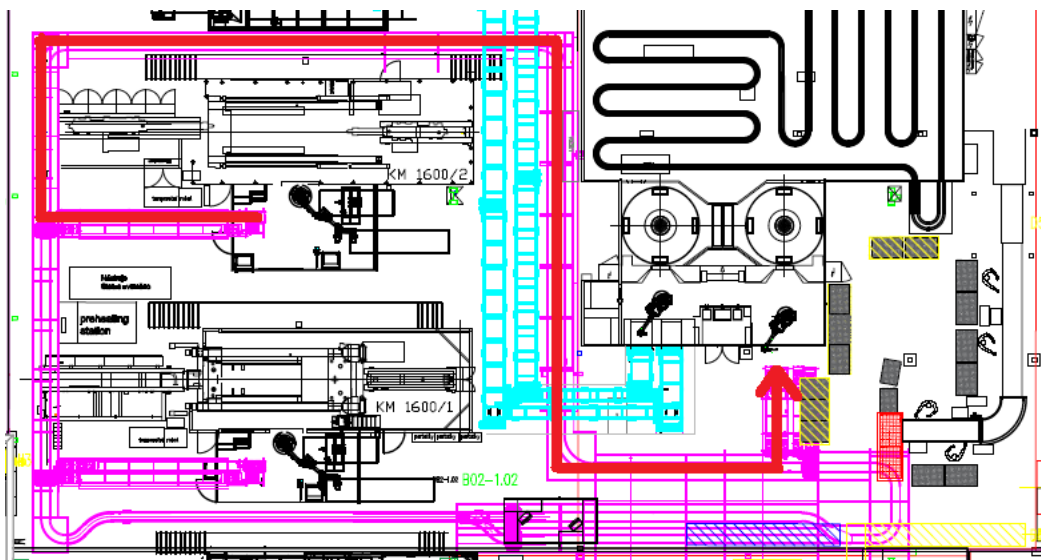
Zásadní problém v procesu vidím v dlouhém času transportu skel do lakovny. Transport krycích skel, který zajišťuje dopravníkový systém nyní měří celých 47 metrů a trvá přibližně 190 sekund, a to se určitě jeví jako dobrý bod ke zlepšení. Mohl by být lépe umístěný tak, aby zkrátil dobu transportu a nedocházelo tak například k nedostatku paletek u lisu, z důvodu nestihnutí přijetí paletek. Ovšem jedná se i částečně o čas překrytý a hodně záleží také na tom, kolik paletek se zrovna v okruhu nachází. Dalším problémem, který není tak úplně viditelný z procesní analýzy, je jeden společný okruh dopravníku pro dva lisy.

Hned druhým zdoluhavým časem, který vyplývá z procesní analýzy je proces lisování, který nelze zkrátit z technologických důvodů a jeho změna by znamenala vadný výrobek. Druhá možná změna ke zlepšení, jež procesní analýza odhalila je doba čekání nalisovaných skel před lakovnou, která činí 30 sekund. Zde by ale nebylo od věci se zamyslet nad tím, zda je čekání opravdu na škodu. Z jednoho pohledu je totiž možné vyšší usazení prachových částic na skla, ovšem může to být i čekání spíše ve prospěch, kdy v této době vylisovaná skla ještě chladnou a mění svoji teplotu. S těmito všemi aspekty je třeba předem počítat a najít to nejlepší možné řešení. Poté je také nutno promyslet, jak vysoké by byly potenciální náklady, při nedostatku paletek před lakovnou a ztrátou její vytiženosti na úkor tohoto čekání.

Po vytvoření předvídaného modelu procesu se na základě něj zjistí, jak se změní budoucí stav oproti současnému stavu. Již teď je ale jasné, že za současných podmínek a zvyšujících se požadavků na výrobu se již nedá vylepšovat funkce stávajícího dopravníkového systému Servus, a bude muset být tedy zcela jistě nahrazen.

### 7.3.2 Layout pracoviště

Změna layoutu se používá abychom zlepšili pracoviště po výkonnostní stránce nebo snížili počet nekvalitní práce. Za pomoci procesní analýzy došlo k odhalení, že určité časy ve výrobním procesu jsou neefektivní. Jedním z těchto míst je čas transportu krycího skla od lisu k lakovně, proto bude vynaložena co největší snaha vedoucí k eliminaci tohoto úseku a zajištění tak efektivnější dopravy skla. V aktuálním layoutu je dopravníkový okruh vedený kolem obou lisů, což zbytečně prodlužuje dráhu transportu, a také znamená větší množství materiálu na zakrytování dopravníku. Využitím změny layoutu pracoviště byl tedy navržen nový layout, který má zredukované vzdálenosti a bude rychleji a spolehlivěji dopravovat skla z bodu A do bodu B. Řešení v tomto bodu je naléhavé i z toho důvodu, že dopravníkový systém je nyní napojený na dva lisy současně, a tedy je potřeba stále plánovat dohromady jako jeden velký systém. Společnost si tedy dala za cíl zkrátit čas transportu krycího skla minimálně o 10 %, a to pomocí zkrácení dopravníkového systému. Na obrázku 26 je viditelný aktuální stav, kde délka transportního systému od lisovacího zařízení po lakovnu je 47metrů.



Obrázek 26 Současný layout dopravníkového systému (vlastní zpracování)

### 7.3.3 Analýza umístění dopravníku na zemi versus ve výšce

Na základě společného brainstormingu v projektovém týmu byla vygenerována dvě nová řešení dopravníkového systému, které se následně analyzovala a porovnávala pomocí provedené simulace, aby se našlo nejlepší možné řešení. Simulace byla provedena v programu FlexSim, na který vybraná firma vlastní licence. Po celou dobu vytváření simulace byly jednotlivé kroky a správnost konzultovány s pracovníkem, který se těmito

simulacemi zabývá. Hotová simulace následně poslouží k prezentaci výsledků vedení, se kterým se společně vyhodnotilo, které řešení bude realizováno.

Jako první došlo k rozboru technického řešení, kdy je celá dráha umístěna **ve světlé výšce 2,1m**. Jeden z aspektů, které se prověřovaly bylo založení robota u lisu znázorněné v tabulce 6, ze které také vyplívá, že takovéto zakládání není možné.

Tabulka 6 Prověření založení u lisu při světlé výšce dráhy 2,1m (vlastní zpracování)

<b>Řešený problém</b>	<b>Popis</b>	<b>Důsledek</b>
<b>Dosah robota</b>	Robot je v kolizi se sloupy lisu, nemožnost odebrat výlisek z formy a založit na paletku v odpovídajícím směru.	Ztráta variability při změně projektů.
<b>Temperační stanice</b>	Výška horní hrany temperační stanice by byla ve výšce 4,3 m.	Kolize s jeřábovou dráhou při transportu forem.
<b>Zavětrování haly</b>	V místě u lisu KM1600/1 zavětrování.	Není možné postavit dopravník do výšky.
<b>Programování, nastavování</b>	Stavba plošiny pro seřizovače při programování, výměně kachlí (15kg).	Málo prostoru v buňce.

Druhým řešeným aspektem byla samotná dráha.

Tabulka 7 Prověření samotné dráhy při jejím umístění ve světlé výšce 2,1m (vlastní zpracování)

<b>Řešený problém</b>	<b>Popis</b>	<b>Důsledek</b>
<b>Dráha v místě uličky umístěna na svařencích</b>	Složitá konstrukce, nemožnost demontáže v případě stěhování lisů.	Světlá výška 2,1 není pro technologii dostatečná.
<b>Dráha umístěna v celém prostoru současné uličky bez servisních otvorů</b>	Jak by se servisovala dráha ve výšce 2,1-3,6 m bez možnosti přístupu k dopravníkům?	Náročnější a pomalejší řešení vzniklých problémů.

Posledním řešeným aspektem je odebírání v lakovně. Z čeho opět vyplynulo, že není možné.

Tabulka 8 Tabulka prověření odebírání v lakovně při světlé výšce dráhy 2,1m  
(vlastní zpracování)

Řešený problém	Popis	Důsledek
<b>Výška lakovny a dosah robota</b>	Robot není schopen odebrat sklo z důvodu výšky stropu.	Zvýšení stropu lakovny a úprava celé předúpravy (vzduchotechnika, layout předúpravy -> málo místa).
<b>Prodloužení cyklu předúpravy</b>	Robot by vykonával více neefektivních pohybů a prodloužil by se cyklus.	Prodloužení času celého procesu a zdelšení času nepřidávajícího hodnotu.
<b>Odebírání skel</b>	Nemožnost robota odebrat sklo z obou směrů	Ztráta variability při změně projektů.

Z provedené analýzy umístění nového dopravníkového systému do světlé výšky 2,1m vyplývá, že 2 ze 3 řešených aspektů nejsou technicky možné a bereme tedy částečně tohle řešení jako zavržené.

Dopady umístění dráhy do pozice 2,1m:

### Plusy

- Zabezpečena ulička a průchod se světloú výškou 2,1m
- Skladování RC, blokové kusy na ploše uličky
- Místo pro Shopfloor nástěnky a sledování parametrů

### Mínusy

- Technické řešení – zbytečně složité – výtahy, přejíždění a ztráta ideálních pozic, cena – negativní vliv na proces výroby skla/parametrů
- Nemožnost demontovat dráhu v případě problémů nebo průjezdů
- Servisování dopravníků
- Logistika a prach na KAS

Obrázek 27 Výhody a nevýhody umístění dráhy ve výšce 2,1m (vlastní zpracování)

Dále byl proveden rozbor technického řešení, kdy je část dráhy umístěna ve světlé výšce 2,1m a zbytek dole. Zde je ověřeno jak technologií, tak minulou zkušeností, že založení u lisu i konečné odebrání v lakovně tím, že by se v těchto místech nacházela dráha na zemi, bylo bez problému. Nicméně poté jsou tu další aspekty, které musely být opět více prověřeny. Prvním je soustava výtahů pro transport skla do pozice 2,1m, viz tabulka 9.

Tabulka 9 Prověření soustavy výtahů pro transport skla do pozice 2,1m  
(vlastní zpracování)

Řešený problém	Popis	Důsledek
Soustava výtahů	Typ/provedení/cena? zabezpečení pohybu nahoru/dolů celkem 4 ks paletok do 60s	Zpomalení doby transportu, větší možnost posunu skla na paletce
Každý pohyb nahoru/dolů	Problém pro umístění skla na hřebenu	Ztráta pozice znamená problém v lakovně a čisté odebrání

Co se týče samotné dráhy, vznikají zde úplně totožné problémy jako u celého umístění dráhy ve světlé výšce 2,1m. Posledním odlišným problémem, který je třeba řešit je soustava výtahů pro transport skla z pozice 2,1m do spodní pozice, viz. tabulka 10.

Tabulka 10 Prověření soustavy výtahů pro transport skla z pozice 2,1m dolů  
(vlastní zpracování)

Řešený problém	Popis	Důsledek
Soustava výtahů	Typ/provedení/cena? zabezpečení pohybu nahoru/dolů celkem 4 ks paletok do 60s	Zpomalení doby transportu, větší možnost posunu skla na paletce
Každý pohyb nahoru/dolů	Zabezpečení pohybu nahoru/dolů a připravení skla na odebrání robotem do 11s	nemožné sjet s paletkou k robotu, odjetí paletky a příprava další paletky do 11s.

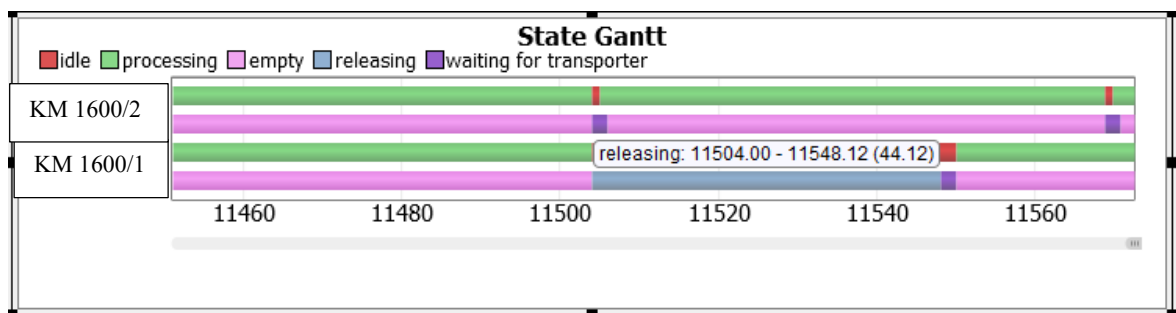


Opět zavrhnuto. Zbývá poslední varianta, u které se nachází celý dopravník na zemi a zde se nenachází žádné problémy, které by nebyly technicky možné provést.

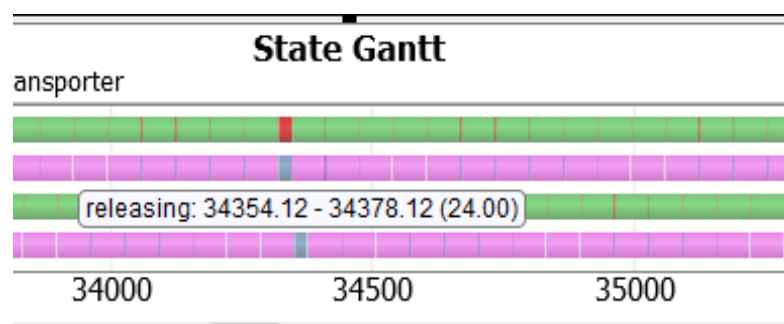
### 7.3.4 Nahodilé odstavení lakovny

V lakovně, do které skla putují z dopravníku bylo po měření, a to hlavně z provedeného snímkování zjištěno, že z pohledu na proces jako na celek, patří mezi úzká místa. Lakovna má totiž sama o sobě dlouhé procesní časy, na vstupu skla odebírá jeden robot z obou lisů, a pokud někdy dojde i k poruše v lakovně nebo tam vejde údržbář na delší dobu než je žádáno, vytvoří se ihned fronta paletek před lakovou, které poté chybí v okruhu a tím může dojít až k zastavení lisu. Proto byla ve vytvořené simulaci nasimulováno nahodilé odstavení lakovny, kdy v okruhu se pohybuje 30 paletek, a každé 3 hodiny (10800s) dojde na 10 min (600s) k zastavení lakovny. Simulace byla provedena pro dvě možné zkoumané varianty:

- 1) **Dopravník dole:** V čase 11504s blokování lisu KM1600/2 na 44s.

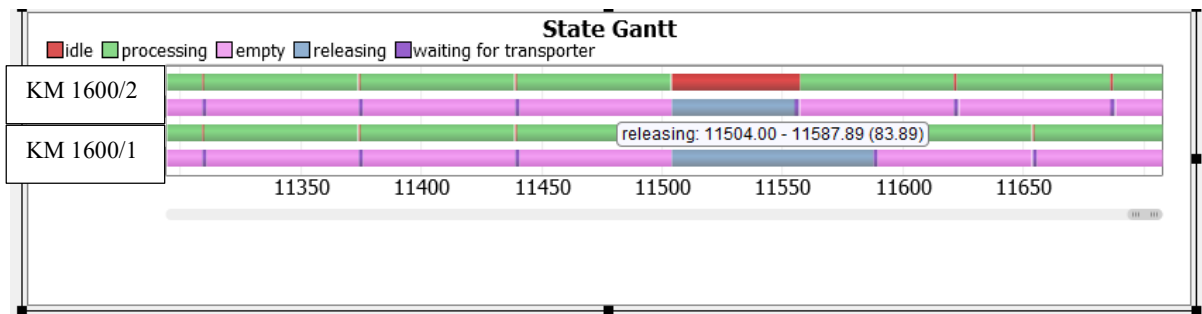


Obrázek 28 Výsledek nahodilého odstavení lakovny, dopravník dole (vlastní zpracování)  
Z provedené simulace bylo zjištěno, že vždy od 3. odstavení dojde k zastavení obou lisů na 24 s.



Obrázek 29 Graf 3. odstavení lakovny, zastavení obou lisů (vlastní zpracování)

- 2) **Dopravník ve výšce:** V čase 11504s blokování lisu KM1600/2 na 84 s a KM1600/1 na 51s.



U dopravníku ve výšce došlo při každém odstavení lakovny k zablokování obou lisů na 1 minutu +/- 15 s stejně u obou. Dále byl zjišťován maximální prostor pro lakovnu u obou řešení dopravníku, a to v případě použití 30ks nebo 40ks palet v okruhu u každého lisu.

### 7.3.5 Maximální prostoj pro lakovnu

**Dopravník dole:** Odstavení lakovny na 9 min. ještě nezastaví žádný lis (100%vytížení)

**Dopravník ve výšce:** Odstavení lakovny na 9 min., zastavení lisu KM1600/1 na cca 25 s

Odstavení lakovny na 8 min. nezastaví žádný lis (100%vytížení)

Simulací bylo ověřeno, že výstup z lakovny je totožný pro současnou dopravu vs kombinaci varianty dole/nahoře. Liší se pouze počet a délka zastavení lisů v závislosti na počet palet v okruhu. Všechny ověřené údaje jsou pro větší přehlednost a pochopení viditelné v tabulce 11, z čeho je tedy i patrné, že pokud by se v okruhu nacházelo jen 30 palet, tak je nutné, aby si pracovníci při vstupu do lakovny hlídali dané intervaly, do kdy ji opět musí opustit, než způsobí zbytečné zastavení lisu.

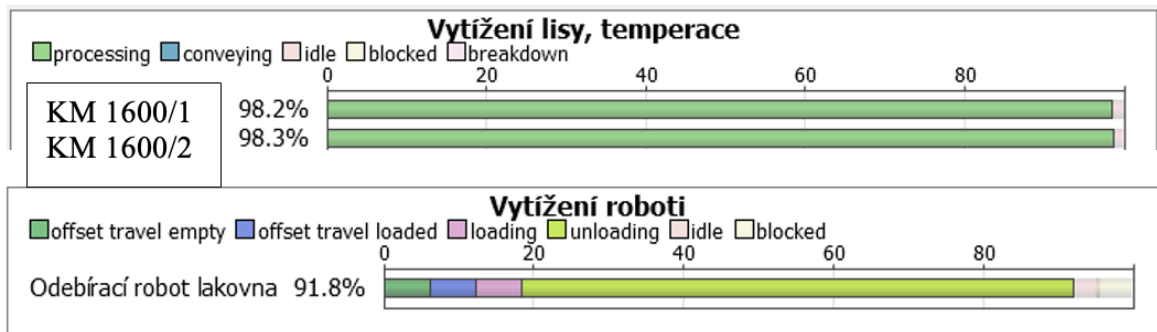
Tabulka 11 Ověření maximálního prostoje lakovny (vlastí zpracování)

		Dopravníkový systém dole		Dopravníkový systém ve výšce	
		Počet paletok 30 ks	Počet paletok 40 ks	Počet paletok 30 ks	Počet paletok 40 ks
Odstavení lakovny každé 3 h. na 8 min.	KM 1600/1	BZ	BZ	BZ	BZ
	KM 1600/2	BZ	BZ	BZ	BZ
Odstavení lakovny každé 3 h. na 9 min.	KM 1600/1	BZ	BZ	Blokování 25 s.	BZ
	KM 1600/2	BZ	BZ	BZ	BZ
Odstavení lakovny každé 3 h. na 10 min.	KM 1600/1	Blokování 44 s.	BZ	Blokování 90 s.	BZ
	KM 1600/2	BZ	BZ	Blokování 51 s.	BZ
Odstavení lakovny každé 3 h. na 14 min.	KM 1600/1	Blokování	BZ	Blokování	Blokování 4 s.
	KM 1600/2	Blokování	BZ	Blokování	BZ
Odstavení lakovny každé 3 h. na 15 min.	KM 1600/1	Blokování	Blokování 15 s.	Blokování	Blokování
	KM 1600/2	Blokování	BZ	Blokování	Blokování

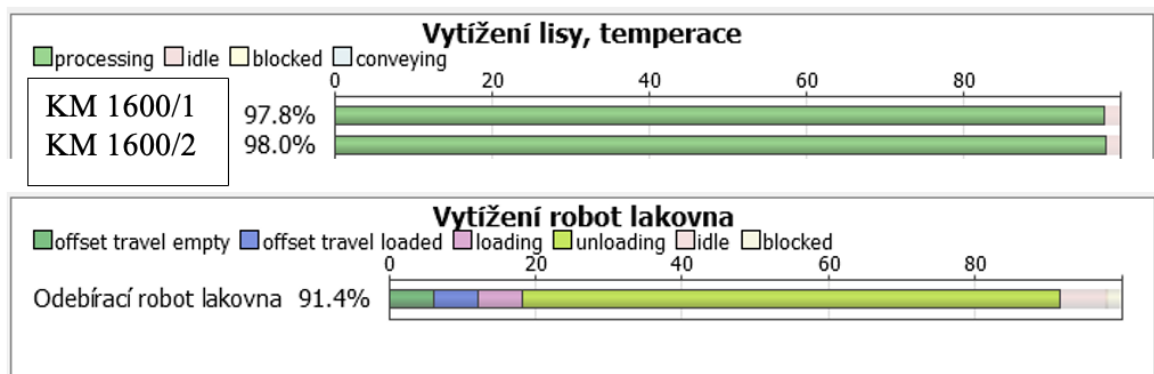
Na dopravník je možné dát rovnou i 40ks paletok, aby vznikla větší rezerva, ovšem zde už je pak nutné zjistit, kde by končila fronta prázdných paletok, aby měla lakovna možnost stále odebírat skla a posílat prázdné paletky dále. Důležitý by byl také propočít, co se týče financí, jelikož tyto paletky nejsou levnou záležitostí, aby poté byly v okruhu umístěny zcela zbytečně. Ovšem propočít optimálního počtu paletok na dopravníku jde mimo tohle analyzování pracovního procesu výroby krycích skel.

### 7.3.6 Analýza vytížení dopravníků

Aby byly informace kompletní, byla také v simulaci provedena analýza vytíženosti obou verzí dopravníků. Porovnání je vidět na obrázcích 30 a 31, kde je mimo jiné i znázorněné vytížení odebíracího robota u lakovny pro každou verzi navrhovaných dopravníků.



Obrázek 30 Vytížení dopravníků a odebíracího robota, verze na zemi (vlastní zpracování)



Obrázek 31 Vytížení dopravníků a odebíracího robota, verze ve výšce (vlastní zpracování)

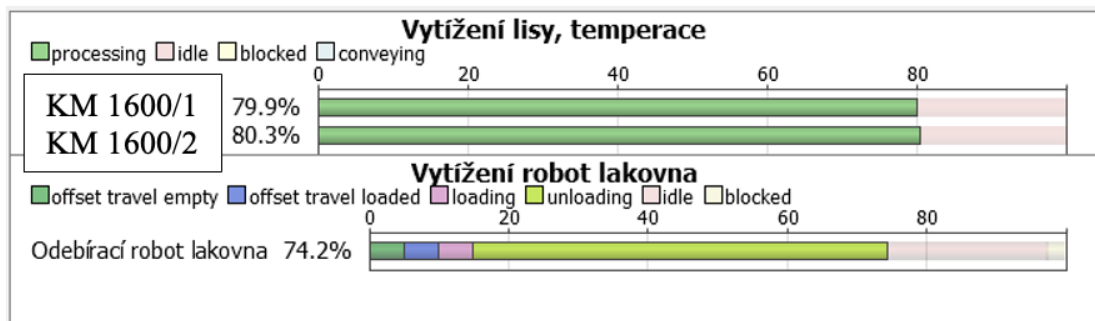
Z výsledků analýzy využitosti lisů a přebíracích robotů je patrné, že tento aspekt nebude hrát při rozhodování o výběru varianty vliv, jelikož jsou využití u obou variant téměř totožné.

### 7.3.7 Maximální čas zdvihu výtahu

U varianty částečně na zemi a částečně ve výšce bylo potřeba prověřit i fungování výtahů, ty mají totiž nejen vliv na možný pohyb skla na paletce a tím jeho poškození, ale záleží také na tom, jakou rychlostí bude výtah jezdit bez toho, aniž by způsobil zastavení lisu. Pro analýzu bylo zvoleno 30 paletek a celkový čas výtahu s paletkou by byl 22 sekund plus 12 sekund by byl čas prázdného výtahu na cestu zpět. V takovémto případě by došlo k zastavení lisu po každém cyklu, jelikož by se paletky nestíhaly včas vracet. Všechny tyto výsledky, které opět vyšly ze simulace jsou viditelné na obrázku 32. Tato analýza již také počítá s nahodilými odstaveními lakovny, které jsou v praxi úplně běžné a je potřeba s nimi tedy počítat i tady.



Obrázek 32 Čas zdvihu výtahu 22sekund se zastavením lisů (vlastní zpracování)

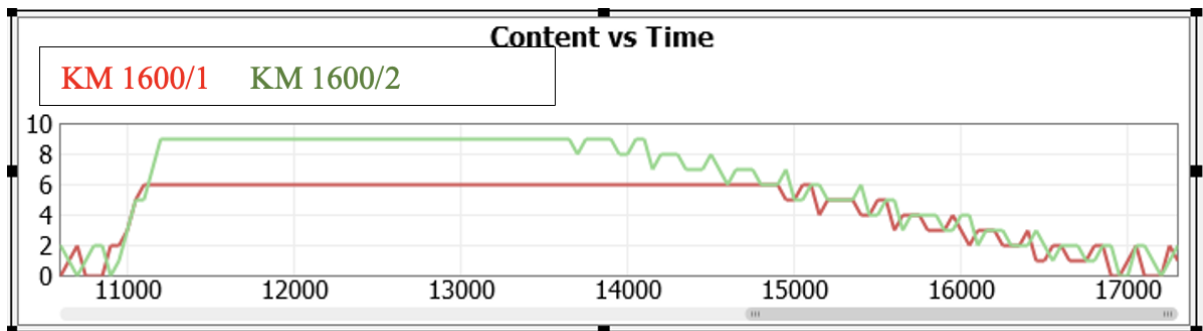


Obrázek 33 Vytížení při testování maximálního zdvihu výtahu (vlastní zpracování)

Z obrázku 32 je patrné, že simulace prokázala při zdvihu výtahu 22 sekund s paletkou a 12 sekundami jízdou na prázdko zpět, tak dojde u každého cyklu k zastavení obou lisů. Na obrázku 33 je poté vidět vytížení, kterého by lisy v takovémto stavu dosáhly. Bylo zapotřebí tedy v simulaci dále upravovat čas zdvihu výtahu a hledat maximální čas, při kterém ještě nedojde k zastavení ani jednoho ze zkoumaných lisů. Tohoto požadovaného stavu by bylo dosaženo, až kdyby maximální čas zdvihu výtahu činil 20 sekund.

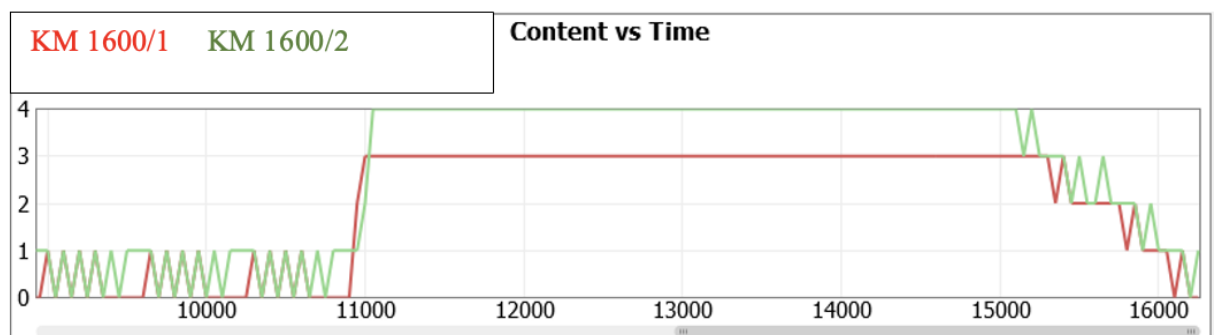
### 7.3.8 Vyjádření prostojů – za jak dlouho se dopravník vrátí do stavu před prostojem

Úplně posledním zkoumaným aspektem bylo vyjádření prostojů lakovny do grafu „Content vs Time“. Zde vedení zajímalo hlavně to, za jak dlouhou dobu se dokáží nashromážděné paletky před lakovnou při prostoji vrátit zpět, do původní podoby, což zde znamená v průměru 2 paletky čekající před lakovnou. První byl analyzovaný dopravník na zemi, což je i vyobrazeno na obrázku 34. Bylo použito odstavení lakovny v délce 10 minut, a v tomto případě došlo ke srovnání stavu přibližně po 5500 sekundách, což je 92 minut.



Obrázek 34 Vyjádření prostojů – dopravník na zemi (vlastní zpracování)

Jako druhý byl analyzovaný dopravník ve výšce, kde bylo opět využito stejně dlouhé odstavení lakovny na 10 minut, a u tohoto příkladu došlo ke srovnání paletek do původního stavu po přibližně 5000 sekundách, což je 84 minut. Zde je tedy srovnání do původního stavu ještě o něco rychlejší než u dopravníku na zemi, a to kvůli výtahům, jelikož díky nim se před lakovnou dokázaly nashromáždit pouze 4ks paletek, to je viditelné i na obrázku 35.



Obrázek 35 Vyjádření prostojů – dopravník ve výšce (vlastní zpracování)

## 7.4 Shrnutí analytické části

V analytické části této diplomové práce je v první řadě představena vybraná společnost, která spadá do odvětví automobilového průmyslu, a ve které je celá práce zpracovávána.

Následující kapitola bylo zaměřena na představení současného stavu výroby krycího skla a přiblížení konkrétní části procesu, kterou se zde dále zabýváme. Důležitým prvkem je dopravníkový systém, transportující vylisovaná skla od lisu do lakovny. Zde se naráží na současný nevyhovující dopravník, který je od firmy Servus, a je také zkoumán samotný layout tohoto dopravníku.

V další části je použito metody DMAIC, která v první kapitole jasně definuje základní prvky projektu, jako je jeho složení, hlavní a vedlejší cíle, kterými je zvýšení OEE na zkoumaných lisech o 5 % a díky návrhu nového layoutu dopravníku snížení času transportu o 10 %. Je navržen také časový plán projektu a mimo jiné i použita analýza rizik RIPRAN.

Druhou kapitolou je fáze Measure, která slouží k sesbírání co nejvíce potřebných dat pro následnou analýzu. Důležitým prvkem zde byla provedená chronometráž, která je složena z 10 hlavních částí, k nimž jsou přiřazeny skutečně naměřené časy. Jako nejdelší naměřený čas zde vyšel čas transportu, který tvoří 200 s. z celkových 415 s.

V nejdůležitější fázi, tedy fázi Analyze, byla jako první provedena procesní analýza, která čerpala naměřené časy z provedené chronometráže doplněné o vzdálenosti transportu. Po vypracování procesní analýzy je jasné, že čas transportu, který vyšel 47 metrů, je zbytečně dlouhý a layout také není úplně vyhovující. Následovalo proto vypracování simulace tří různých variant budoucího rozvržení dopravníkového systému, pomocí které se analyzovalo vytížení lisů, možný počet paletok, které jsou v systému potřeba, technické možnosti nebo nahodilé odstavení lakovny.

Při analýze umístění dopravníku na zemi versus ve výšce vyšlo, že při zachování všech okolních činností v aktuálním provedení, je technicky možné pouze umístění na zemi. Z analýzy také vyšlo, že při nahodilém odstavení lakovny, kdy v okruhu se pohybuje 30 paletok, a každé 3 hod. (10800 s) dojde na 10 min (600 s) k zastavení lakovny, se vždy od 3. odstavení zastaví oba lisy na 24 s. U umístění nahoře se při každém odstavení lakovny zastaví oba lisy na přibližně 1 min. U zkoumané vytíženosti lisů a přebíracích robotů bylo zjištěno, že jsou výsledky u obou variant skoro totožné.

Z provedených analýz a použitých metod byly vybrány činnosti, které směřují k neefektivnímu využití výrobních kapacit. Mezi činnosti, které mají největší potenciál vedoucí ke zlepšení, a následně vedoucí i ke zvýšení OEE vstřikolisů a zkrácení doby transportu skel do lakovny jsou:

- Nový layout dopravníkového systému vedoucí ke zkrácení doby transportu
- Změna dodavatele dopravníku
- Snadnější přístup k dopravníku kvůli následným údržbám a opravám

## 7.5 IMPROVE

Zde máme prostor k návrhu implementace analyzovaných zlepšení do výroby. V první řadě se bude určitě jednat o výměnu celého dopravníkového systému od jiného dodavatele, což by mělo zahrnout mnoho dílčích činností. Je ovšem důležité se stále dívat na procesy, které jsou dokola dopravníku a mít na paměti, že jsme mohli cokoli dalšího, co by mohlo negativně ovlivňovat proces přehlédnout. Cílem Improve fáze je tedy samotný návrh zavedení a následné ověření navrhovaných kroků ke zlepšení.

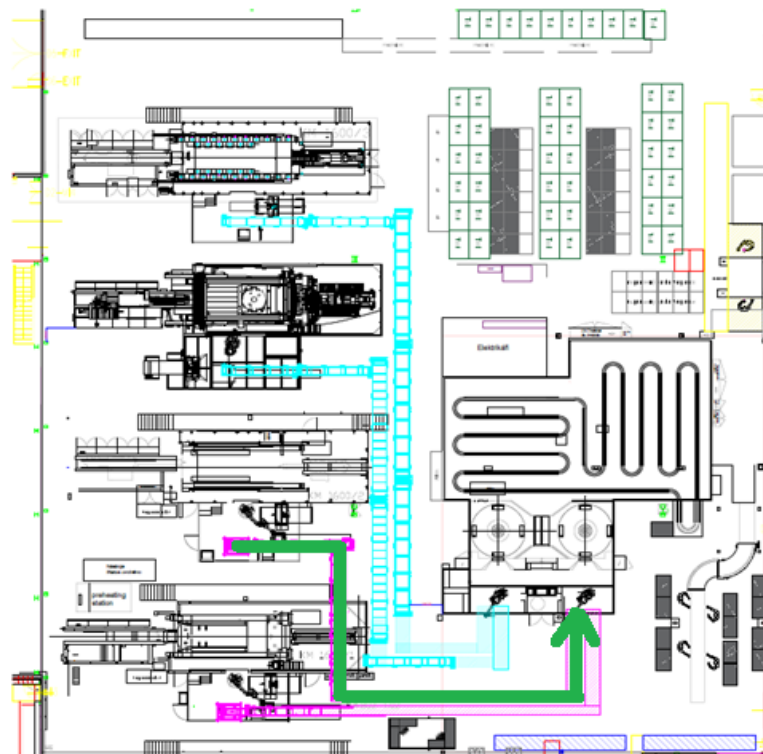
Nad výběrem ideálního řešení umístění dopravníkového systému jsme s projektovým týmem strávili mnoho času, jelikož požadavky ze strany vedení byly trochu odlišné od našich představ a propočtů. Nakonec se ovšem po předložení veškerých provedených analýz a odprezentování výsledků povedlo najít společné řešení, které bude podrobněji popsáno v následujících kapitolách.

### 7.5.1 Změna layoutu dopravníku

Obrázek 36 znázorňuje navrhovanou změnu layoutu v procesu výroby krycího skla. Díky tomuto kroku bude dosaženo zkrácení putování skla mezi vstřikolisé a lakovnou. Původní délka transportního systému byla 47 metrů. Po navrhované úpravě se tato délka zkrátila na 35 metrů.

Důležitou změnou v procesu je rozdělení dopravníkového okruhu na dva samostatné dopravníkové celky. Tímto ušetříme celou potřebnou část dopravníku, která vedla za lisy a umožníme provádění jednotlivých úprav či oprav samostatně pro každý lis. Jelikož skončila výroba náhradních dílů pro stávající dopravník, jeho výměna je nutná. Do této doby se firma nezajímala o to, že je transport delší, než by musel být, jelikož se stíhaly vyrábět zákaznické požadavky.





Obrázek 36 Layout nového transportního systému (vlastní zpracování)

Změna layoutu a rozdělení jednoho dopravníku přinese společnosti plynulý výrobní proces bez potřeby přemýšlení, co na kterém lise zrovna jede a aby to spolu ladilo. Taktéž bude ušetřený čas paletky, která zabezpečuje dopravu mezi lisem a lakovnou. Současný transport nalisovaného skla trvá přibližně 415 sekund, a to, pokud se jedná o ideální stav bez kolizí. V následující tabulce 12 došlo ke srovnání délek aktuálního a nového dopravníku.

Tabulka 12 Srovnání výsledků procesních analýz současného a nového layoutu (vlastní zpracování)

KM1600/2	Transport (m)	Celkový čas (s)
Současný dopravníkový systém	47	415
Nový navrhovaný dopravníkový systém	35	357
Rozdíl	12	58
<b>Zkrácení procesu (%)</b>		<b>14%</b>

### 7.5.2 Procesní analýza po návrhu opatření

Co se týče návrhu nového layoutu, došlo ke zpracování procesní analýzy současného stavu, která se porovnála s vytvořenou simulací budoucího stavu. Pro zpracování analýzy byl použitý stejný lis jako u současného stavu a výsledky jejich porovnání jsou vidno na obrázku 38.

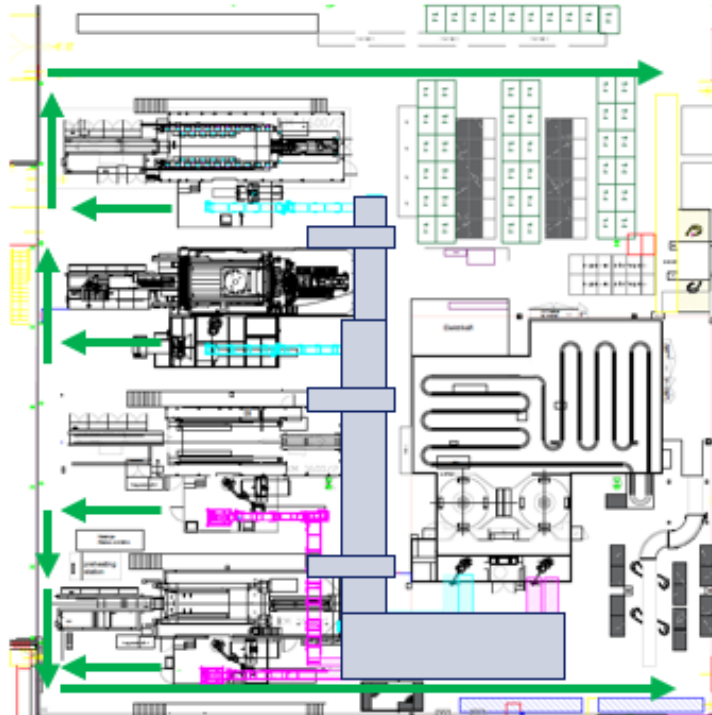
č.	Činnost	Operace	Transport	Kontrola	Skladování	Čekání	Vzdálenost (m)	Doba trvání (s)
1	Proces lisování	○	→	□	△	◇		60
2	Otevření formy a odebrání dílu robotem	○	→	□	△	◇		20
3	Odstřihnutí vtoků, plazmování	○	→	□	△	◇		30
4	Odložení na paletku	○	→	□	△	◇		5
5	Transport	○	→	□	△	◇	2	7
6	IR temperace	○	→	□	△	◇		45
7	Transport k lakovně	○	→	□	△	◇	33	145
8	Čekání	○	→	□	△	◇		30
9	Odebrání robotem	○	→	□	△	◇		15
<b>Celkem</b>	<b>Četnost</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>		
	<b>Součet času (s)</b>							<b>357</b>
	<b>Součet času (min)</b>							<b>6,0</b>
	<b>Vzdálenost (m)</b>						<b>35</b>	

Obrázek 37 Nově vzniklá procesní analýza (vlastní zpracování)

Samotný čas transportu je oproti předcházejícímu snížen o více než 14 %. Tohle se podařilo díky úplně novému layoutu transportního systému a napojení každého lisu zvlášť, oproti stávajícímu napojení obou lisů na jeden dopravníkový okruh. Hlavním problémem byla zbytečně dlouhá vzdálenost mezi lisem a lakovnou, což nikdo zatím nijak extrémně neřešil, jelikož výroba v rámci možností stíhala vyrábět co bylo požadováno. Dnes ovšem stále více nastávají situace, kdy jeden den nejsou téměř žádné odvolávky, a druhý jsou dvojnásobné, proto je potřeba vykonat takové zásahy a zlepšení v procesu, aby byl co nejlépe a nejrychleji schopný reagovat. Dalším viditelným ukazatelem je také čekání, které je jednou z forem nechtěného plýtvání ve firmách. Jeho odstraněním může organizace pouze získat a pokud chce firma fungovat podle nástroje štíhlého managementu je snížení či úplné odstranění veškerých forem plýtvání nutností. Změnou layoutu a napojením každého lisu samostatně, bylo možné upravit počet paletok a omezit čekání před lakovnou.

Tento krok implementace nového dopravníku by ovšem nebyl možný, pokud by se nevyřešily jiné vzniklé nedostatky, jako:

- Nainstalování pochozí lávky na prostor nad dopravníky
- Na lávku možno umístit flip charty, skříně, aj.
- Umožnění dopravy RC, průchod za lisy, kde je zajištěna ulička od 90-110 cm.



Obrázek 38 Návrh dopravy RC u nového layoutu dopravníku (vlastní zpracování)

Na obrázku 38 je viditelný návrh možné dopravy RC, kudy by zaměstnanci vyvážely plné RC se zmetky. V současné situaci se totiž vadné kusy vyváží z přední strany lisu, kde je tento RC umístěný. To ovšem po nové přestavbě již nebude možné a odkládací dopravník na zmetky bude muset vést na druhou stranu k zadní části lisu.

Jak již bylo v předchozích kapitolách zmíněno, důležitou změnou ve výrobě je rozdělení jednoho okruhu dopravníku společně pro dva lisy, na dva samostatné dopravníky pro každý lis zvlášť. Tímto krokem zabráníme zbytečnému blokování obou lisů v případě problému na dopravníku. Nedojde tedy k zastavení výroby dvou zakázek a hromadění se větší ztráty.

Po detailní konzultaci s programátory transportního systému a průmyslovými inženýry tady je i poměrně velká výhoda, že bude na paletce jezdit každé sklo zvlášť. Předejde se tím tak

rozdílným teplotám na sklech a možným nečistotám napadaným z horního držáku krycího skla.

### 7.5.3 Ukazatele po přestavbě dopravníkového systému

Na základě již přestavené první etapy dopravníků a jejich výsledků byly dopočítány a přibližně odhadnuty dopady tohoto návrhu nového dopravníkového systému pro druhou etapu. Čísla před začátkem implementace byla měřena v období od 1.9.-15.9.2022. Do porovnání se použily výsledky, které byly po realizaci první fáze dopravníkového systému. Jedná se také o dva lisy stejné tonáže a ukazatele byli zkoumáni za stejné časové období. Výsledky druhé fáze jsou očekávány téměř totožné jako u první fáze, tudíž s nimi budeme dále pracovat.

Tabulka 13 Předběžný výpočet OEE po přestavbě dopravníkového systému

Předpokládaný stav po přestavbě	Porovnání s aktuálním stavem
OEE 85,2 %	Zvýšení OEE o 8,6 %
Zmetkovitost 6,5 %	Snížení celkové zmetkovitosti o 2,95 %

Z tabulky 13 je hned na první pohled vidět, že se novým návrhem podařily splnit zadané cíle. Předpokládané OEE po implementaci tohoto projektu bude kolem 85.2 %, což je v porovnání s 76.6 % aktuálního stavu o přibližně 8,6 % rozdíl ve zvýšení OEE. Dalším porovnávaným údajem byla zmetkovitost krycích skel, která byla na začátku projektu 9,45 %. Po dohledání výsledků zlepšení zmetkovitosti z první etapy jsme odhadli možné zlepšení i u této etapy, kde nám vyšlo konečné snížení celkové zmetkovitosti o 2,95 %.

### 7.5.4 Uspořádání údržbářského nářadí

Možným drobným zlepšením, které by ovšem také mohlo pozitivně přispět ke zvýšení efektivity je zavedení metody 5S u údržbářského nářadí. Jedná se o zlepšení, které by mohlo pomoci v případě náhlé poruchy kdekoli v procesu, kdy čím rychleji dojde k její nápravě a uvedení procesu opět do provozu, tím lépe. Při přehledném uspořádání veškerého nářadí budou pracovníci v případě potřeby ihned vidět, zda daný kus nářadí vůbec mají nebo jej bude potřeba shánět jinde. Hodit se to také může v případě, kdy zkušený pracovník má k sobě nového kolegu na pomoc a bude po něm požadovat podávat nářadí. Předejde se tak zbytečnému plýtvání způsobenému hledáním.

Na obrázku 39 vidíme srovnání uložení nářadí před a po aplikaci metody 5S. Přehledné uspořádání, kde má každý kus své místo pomůže i u zjištění ztráty některého z nářadí. Po vyzkoušení funkčnosti je zapotřebí vytvoření standardizace a dodržování pravidelných kontrol, aby se opravdu dodržovaly. Vstupní investice do tohoto zlepšení není takřka žádná, ale pomůže v eliminaci plýtvání a přispěje ke zvýšení efektivity.



Obrázek 39 Použití 5S (vlastní zpracování)

### 7.5.5 Změna používaných paletek

Pro nový dopravníkový systém byly konzultovány i paletky, kterých bude využíváno. Po dlouhých rozhovorech všech zainteresovaných osob se došlo k rozhodnutí vyměnění aktuálních paletek nakládajících levé i pravé sklo naráz, za paletky převážející každé sklo samostatně. Ačkoli se toto rozhodnutí může z počátku jevit jako nesmyslné, má to svoje odůvodnění. Prvním faktorem, kvůli kterému bylo požadavkem paletky vyměnit, byly rozměry. Jelikož vylisovaná skla jsou nyní umístěny nad sebou a chlazení probíhá shora, každý kus chladne jinou rychlostí a dostává se do lakovny v jiné teplotě. Tyto faktory mají za následek nepatrnou změnu rozměrů krycích skel. S tím úzce souvisí i tolerance těchto rozměrů. Ty mohou sice vycházet v zelených číslech, nicméně následně na montáži s nimi mají velký problém. Pokud má sklo lehce změněné rozměry, a to stejné se stane i při lisování pouzdra ovšem na jinou stranu, při montáži do sebe nepasují, jak by měly a je třeba použít

větší síly nebo nejdou vůbec smontovat. Dalším důvodem vyměnění aktuálních paletok jsou hřebeny, na kterých jsou umístěny krycí skla. Tyto hřebeny nemají tolik prohloubený tvar jako na nových paletkách použitých již v první etapě. Z aktuálních hřebenů může sklo snadněji sklouznout nebo lehce změnit svoji pozici, a tím zapříčiní i špatné odebrání robotem u lakovny a následné lakování. Na nových paletkách, které nyní jezdí v první fázi okruhu jsou na každém hřebenu vyznačena čísla, která patří k jednotlivým zubům a je jasné dané, jaký projekt je usazen, na jakém čísle zubu. Používané paletky jak už pro jedno či dvě skla, mají svoje plusy a mínusy:

**Aktuální paletka pro dvě krycí skla:**

- + potřeba menšího bufferu před lakovnou
- + menší potřeba paletok v okruhu
- odlišné teploty vychlazených skel
- méně hluboké hřebeny

**Požadovaná paletka pro jedno krycí sklo:**

- + hlubší, očíslované hřebeny
- + každé sklo je stejně chlazené
- + úbytek robota navíc pro temperaci spodního skla
- potřeba většího počtu paletok
- nutnost většího bufferu



Obrázek 40 Uložení 1 ks skla na paletce (vlastní zpracování)

### 7.5.6 Náklady na přestavbu současného dopravníku

S novým layoutem dopravníkového systému firma bude muset kromě nákupu samotného dopravníku zařídit a zaplatit náklady spojené se změnou, které jsou navíc. Společnost plánuje uskutečnění přestavby před a mezi vánočními svátky, kdy firma nemá takový odbyt výrobků a nebude nutná extrémně velká předzásoba. Veškeré náklady, které je ještě třeba zmínit a počítat s nimi jsou sepsány v tabulce 14.

Tabulka 14 Náklady spojené s instalací nového dopravníkového systému (vlastní zpracování)

Činnost	Náklady (%)
Zajištění dopravníkového systému Alutek včetně montáže, programování, zakrytování	80 %
Úprava odkládacích buněk u lisů 1600/1 a 1600/2	11 %
Úprava vstupu do lakovny	7 %
Úprava sprinklerů, bezpečnost	2 %
Další dodatečné náklady	1 %
<b>Celkové náklady úpravy</b>	<b>100 %</b>

Zvolená firma si zde opět nepřála zveřejnění reálných dat ani přesné pojmenování vybraného dodavatele, tudíž jsou pro představu částky uvedeny alespoň v procentech. Pro úplné přiblížení, se budeme v konečném výsledku bavit o částce převyšující miliony korun. Po sečtení veškerých činností spojených s novým dopravníkovým systémem dělají 100 %, což ale nezahrnuje žádnou rezervu, se kterou popřípadě firma ještě musí počítat.

Hlavní změnou byl tedy pro organizaci návrh nového dopravníku i s novým layoutem, který by dokázal efektivněji a jednodušeji pracovat. Tlak na zjednodušení a urychlení výroby vedlo k potřebě změny dodavatele.

V první řadě je potřebné zmínit, že dopravníkový systém je navrhnutý jako úplně čistě nové zařízení a bude tedy potřeba provést i určité změny na jeho vstupech a výstupech, aby vše fungovalo, jak má. Celý tento proces je od počátku konzultovaný s technologií výroby a procesním inženýrem, který vypomáhá a kontroluje, aby byl celý projekt úspěšně

realizovaný. Stejně tak byly i osloveny dodavatelé, kteří se těmto dopravníkovým systémům věnují, byly jim dodány přesné specifikace a čekalo se na získání cenových nabídek.

Nový dopravníkový systém od firmy Alutek funguje na naskládání všech dohodnutých paletek do spodní části okruhu před lis a následně postupném najíždění paletek na předem naprogramované místo, kde čeká na založení vylisovaného skla robotem. Celý výrobní proces by měl probíhat automaticky bez potřeby obsluhy. Společnosti byl představený návrh, ve kterém společnost XY navrhla nejnižší cenovou nabídku včetně práce demontáže stávajícího dopravníku, což vytvořilo konkurenční výhodu oproti jiným dodavatelům. Došlo celým projektovým týmem k brainstormingu a projednání veškerých nabídek, ovšem tato již zmíněná společnost nakonec vyhrála.

Dalším krokem k dosažení co nejlepších výsledků a efektivity zařízení, je proškolení údržbářů dopravníku. Aby docházelo k co nejmenším ztrátám, je potřebné detailní proškolení zodpovědných osob s novým dopravníkem, budou moci tak při vzniku poruchy ihned reagovat a omezit tak dobu zastavení dopravníku a tím i výroby jednoho celého lisu.

Jelikož je výrobní proces zcela automatický, je potřebné, aby dopravník i okolní roboti byli naprogramováni na rozpoznání různých chyb v procese, které mohou kdykoliv nastat. Například při příjezdu paletky se sklem do lakovny by zaměstnanec dokázal rozeznat při odebrání skla o jaké se jedná. Aby ovšem robot rozeznal, o jaký kus jde a mohl správně zvolit následné kroky, musí obsahovat senzor, kterým si přečte kód na paletce, a tím zjistí o jaké sklo se přesně jedná. Systém na KAS2 ve společnosti funguje takovým způsobem, že každý lis nyní bude mít svoji lakovací komoru, do které bude směřovat pouze jeho výroba. Tímto máme zajištěno, že pokud dochází ke změně lisovaného projektu, změní se i lakovací program v dané lakovně, poté je už jen třeba zajistit rozpoznání levého a pravého skla ke správnému uchopení. K tomuto problému nám právě slouží paletky s přiřazenými štítky, které jsou vloženy do okruhu vždy levé a pravé za sebou, a robot u lisu zakládá skla pouze na jim příslušné paletky.

Celý systém naprogramování dopravníku zajišťuje firma Alutek, která transportní okruh vyrábí. Na nich tedy i leželo veškeré doladění nepřesností a eliminace chyb. Zařízení také bude obsahovat senzory na dráze, které snímá přítomnost paletek a pouští je dále až poté co má příkaz od následujícího senzoru, že je pozice volná. Tímto se předchází srážce paletek a následným zbytečně drahým opravám.



Při výběru dodavatele bylo přihlíženo i k opravám dopravníku, které by měly být ve větší míře zvládnutelné programátorem a techniky z vybrané společnosti po prvotním zaškolení. Dodavatel má i službu, kdy nabízí online službu při poruše a jsou schopni podat pomoc společnosti pro zvládnutí opravy na dopravníku. Pro společnost je tato věc rozhodně výhodou, aby nemusela s každou poruchou čekat na příjezd dodavatele.

**Udržitelnost projektu jde získat jen za dodržení určitých bodů:**

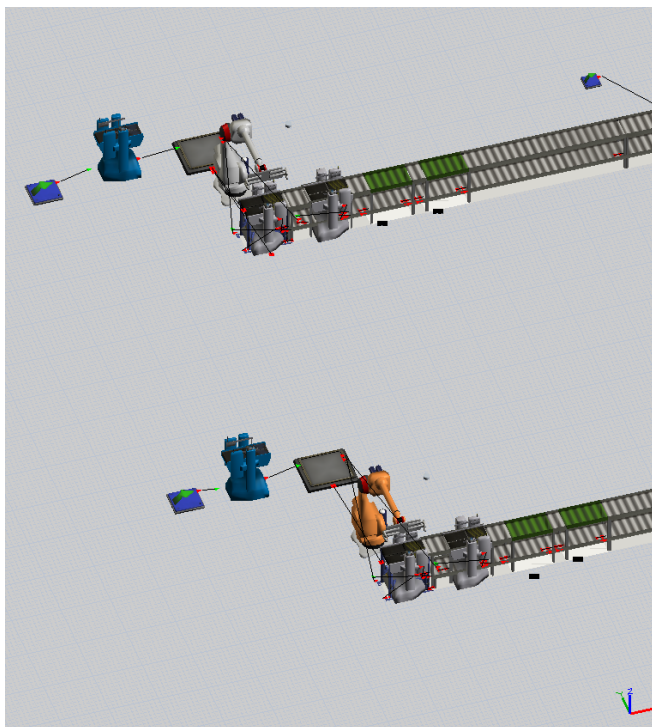
- Důsledné dodržování nastavených pracovních postupů
- Dodržovat stanovený a odsouhlasený počet paletek v okruhu
- Neodebírat skla ani nijak nezasahovat do jedoucího dopravníku
- Přehled o náplni a délce jednotlivých operací ze strany vedoucích a mistrů
- Na pracovišti vždy musí být alespoň 2 zaškolení zaměstnanci, kteří dobře znají přiřazený pracovní postup

## 7.6 CONTROL

V poslední fázi metody DMAIC bude provedena kontrola neboli ověření funkčnosti nově zvoleného dopravníku. Proces zlepšování je totiž přímo úměrný s kontrolou a řízením nastavených procesů. Cílem bude zjištění, zda všechny návrhy na implementaci přesně odpovídají předpokladům a zda bude vše fungovat podle nastavení ve fázi Improve. Po ověření požadované efektivnosti a potvrzení si těchto náležitostí s vedoucím pracovníkem, nastane předání projektu vybranému pracovníkovi.

### 7.6.1 Ověření nastavených procesů

Transportní systém byl nově navrhnout od požadovaného nového dodavatele. Layout dopravníku byl také upraven z důvodů uvedených v předešlých kapitolách. Před předáním projektu došlo k vytvoření výrobního procesu spolu s nově navrhnutým dopravníkovým systémem v simulaci, aby byly viditelné budoucí výsledky a vedení, popřípadě kdokoli z týmu se k nim mohli ještě vyjádřit, popřípadě navrhnout odlišné řešení, které by se jevílo ještě jako lepší z pohledu efektivity a nějakých transportních časů.



Obrázek 41 Výstřižek ze simulace (vlastní zpracování)

Během tvoření modelu v simulaci, byly řešeny vyplynulé nedostatky, které vznikly až se spuštěním modelu. V průběhu ověřování procesu bylo také využito TOC neboli teorie omezení (Theory of Constraints), která usnadňuje zjištění možných úzkých míst procesu. Po zjištění úzkého místa, viditelného v tabulce 15, byla poté věnována zvýšená pozornost a snaha o jeho odstranění. Ihned po odstranění zjištěného úzkého místa, se objevilo jiné na trochu jiném místě, a bylo jej také potřeba eliminovat. Takto se postupovalo až do chvíle, kdy nebylo dosaženo požadovaných výrobních cílů.

Tabulka 15 Vývoj teorie omezení z modelu simulace (vlastní zpracování)

Fáze	Výsledky simulace
Proces lisování	
Otevření formy a odebírání dílu robotem	
Odstřihnutí vtoků, plazmování	
Odložení na paletku	
Transport	XX
IR temperace	
Transport k lakovně	XX

Fáze	Výsledky simulace
Čekání	X
Odebírání robotem	X

Nejužší místo procesu

Úzké místo procesu

### 7.6.2 Vyhodnocení návrhu nového dopravníkového systému

Návrh nového dopravníkového systému lze hodnotit pozitivně. Vhodným odstraněním různých druhů plýtvání se zvýší plynulost celého výrobního procesu. Z původní délky transportního systému 47 metrů jsme se dokázali dostat na délku přibližně 35 metrů. To přináší úsporu transportního času přibližně o 58 sekund z aktuálních 7 minut na 6 minut. Tato úspora představuje urychlení času výroby při náběhu či možnost použití menšího množství paletek do okruhu. Aby byla tato změna vůbec reálná, muselo dojít ke změně dodavatele dopravníku což představuje větší finanční náročnost pro společnost. Dojde také ke zvýšení OEE na výrobních lisech o přibližně 8,6 %.

Instalace nového dopravníkového systému, pokud nenastanou žádné komplikace bude trvat měsíc a půl a bude se na ní podílet vybraná dodavatelská firma s naší údržbou a programátory. Stávající dopravníkový systém bude rozebrán a co půjde, je v plánu prodat alespoň za materiál a získané peníze investovat zpět do nového dopravníku. K nainstalování nového dopravníku bude za potřeby demontovat překládacího robota a upravit celý začátek lakovny tak, aby vyhovovala novému dopravníku. Tuto demontáž musí provádět už jen naše údržba, takže před začátkem implementace bude potřebné dobře naplánovat rozvržení pracovních sil, aby se dodržel naplánovaný čas na přestavbu. Náklady na přestavbu byly zpracovány do tabulky na straně 79 a vychází z cenové nabídky společnosti XY na instalaci dopravníku pro lis KM 1600/1 a KM 1600/2.

Suma zahrnuje demontáž stávajícího zařízení, elektro práce, nákup dopravníků, montáž a konstrukci a výtahy. V částce je též zahrnuté zaškolení programátorů dopravníků v průběhu instalace automatizace a také školení pracovníků po spuštění transportního okruhu.

V průběhu instalace nového dopravníku bude úplně stát výroba u zmíněných lisů a tím pádem bude i omezený chod lakovny. Tato změna je zaplánovaná kolem vánočních svátků, jelikož bývají nejmenší odvolávky na výrobu, a tak nebudou až tak velké ztráty.

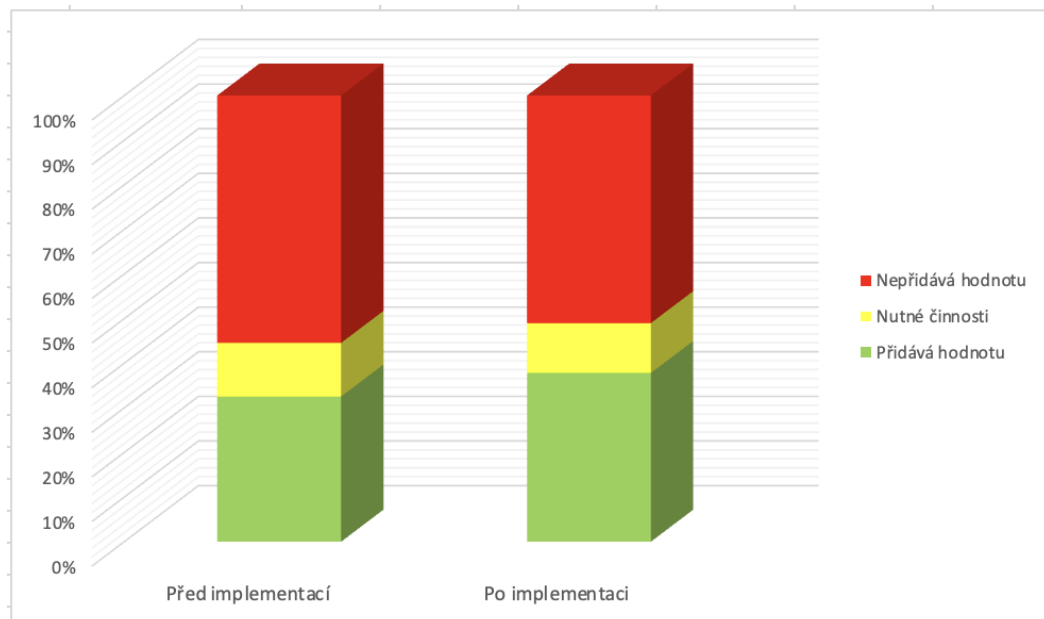
Nedílnou součástí práce je také zmínění vyšší motivace pracovníků, převážně aby mezi sebou dokázali lépe komunikovat a spolupracovat. Předávání potřebných informací mezi sebou je nevyhnutelné, pokud chceme vytvořit jeden velký tým a docílit kvalitní práce.

Z ekonomického hlediska přináší instalace nového dopravníkového systému zvýšení OEE o 8,6 % a snížení zmetkovitosti o 2,95 %, což se dá jednoduše přepočítat. Pokud se za směnu vyrobilo 1730 a 938 kusů skel, tedy dohromady na obou lisech 2668, máme tento počet daný jako 100 %. Po instalaci nového dopravníkového systému se počítá se zmetkovitostí okolo 6,5 %, což v přepočtu na jednotlivé kusy znamená 174 vadných kusů krycích skel. V porovnání s aktuálním stavem, kdy máme na jednom lise 13 % a na druhém 5,9 % zmetkovitost, v průměru tedy 9,45 %, což dělá 253 vadných kusů. Konečný rozdíl je 79 kusů skel. V přepočtu na koruny to dělá celkem 38 473 Kč uspořené za 1 směnu.

Tabulka 16 Vyhodnocení úspory za směnu po implementaci dopravníků  
(vlastní zpracování)

Stroj	Počáteční zmetkovitost za směnu	Zmetkovitost po implementaci	Počáteční počet kusů za směnu	Úspora kusů po implementaci	Náklad na 1 vadný kus v Kč	Úspora na 79 kusů (12 h) v Kč
KM 1600/1/2	9,45 %	6,5 %	2668	<b>79</b>	487,-	<b>38 473,-</b>

Tyto výpočty jsou ovšem pouhým odhadem a nejedná se tedy o přesnou hodnotu, jelikož reálná implementace ve firmě teprve nastane, jsou aktuálně tyto hodnoty nevypočitatelné. Částky jsou také z důvodu citlivých informací pro společnost lehce pozměněny a jedná se o koeficient, kdy byla určena cena za jeden kus na 487 Kč.



Obrázek 42 Vyhodnocení Yamazumi (vlastní zpracování)

Pro grafické vyhodnocení bylo využito Yamazumi chartu, který rozděluje celý proces na tři základní kategorie, a to na přidanou hodnotu, nutné činnosti a nepřidanou hodnotu. Po instalaci nového dopravníkového systému je předpokládaný čas přidané hodnoty kolem 38 % z času celkového. Tato hodnota je hezká, oproti hodnotám před implementací, kdy se čas přidané hodnoty pohyboval kolem 32,5 %. Neproduktivní čas po implementaci dosahuje 50,9 % oproti původním 55,4 %. Zbývající čas nutných činností, který po implementaci nového dopravníku bude dosahovat přibližně 11,1 %, se také lehce snížil z aktuálních 12,1 %. V tomto ohledu se nejedná o nějaké závratné zlepšení, jelikož většina času nepřidávajícího hodnotu je transport, který se nedá úplně eliminovat ani příliš zrychlit, jinak by mohlo dojít k nepatrnému posunu skel na paletkách a následně nechtěné vyšší zmetkovitosti.

### 7.6.3 Návratnost nového dopravníkového systému

Zde je především nutno zmínit, že zvolenou společností, návratnost neboli ROI až tolik nezajímá. Problém, proč potřebovali dopravníkový systém vyměnit, byla především absence technické podpory systému Servus a nevyrobějí se již ani náhradní díly. Tudíž firma vlastní jen omezené množství náhradních dílů ve skladu, a jakmile tato zásoba dojde, tak už definitivně nebudou.

Dále je dobré uvést, jak bylo již dříve zmíněno, technické řešení dopravníku je hodně specifické, a ne všichni dodavatelé byli firmě schopni nabídnout vše, co bylo potřeba. Ovšem

bylo potřeba toho správného dodavatele najít, jelikož současný systém, co firma vlastní je starý a nový bude muset být vybrán a zaplacen tak, jako tak. Díky tomuto faktoru ale ROI pro firmu nebyl hlavní aspekt, na který by se zaměřovali.

Co se týče ROI, tak návratnost investice by vyšla porovnáním zamýšlené investice plus její náklady vs náklady na starý transportní systém. Nicméně z důvodu konkrétnosti je uvedeno ROI do standardního odepisování dlouhodobého hmotného majetku.

V další části došlo k porovnání ročních nákladů. Tyto hodnoty jsou pouze náklady související s využíváním dopravníku, když je dopravník v provozu. Nejsou zde vůbec zahrnuty investice. Opět byly zmíněny náklady pouze v procentech, jelikož si firma nepřála jakékoliv zveřejňování informací. Roční náklady na starý transportní systém Servus byly určeny jako 100 % a rozpočítány procentově do 4 kategorií. Po instalaci nového transportního systému Alutek se počítá se snížením nákladů v některých oblastech, a tím pádem i snížení celkových nákladů na 68 %. Z toho vychází roční úspora 32 %.

Tabulka 17 Roční náklady na provoz v % (vlastní zpracování)

Starý transportní systém Servus			Nový transportní systém Alutek		
Aktuální náklady na údržbu	Náklady na údržbu vozíku	12 %	Budoucí náklady na údržbu	Náklady na údržbu vozíku	0 %
	Hodiny údržby	20 %		Hodiny údržby	3 %
Náklady z důvodu zmetkovitosti	Průměrný scrap/ rok	68 %	Náklady z důvodu zmetkovitosti	Průměrný scrap/ rok	65 %
<b>Celkové náklady</b>		<b>100 %</b>	<b>Celkové náklady</b>		<b>68 %</b>

Co se týče hlavního cíle práce, tím bylo zvýšení OEE dopravníku, což může mít vliv na uvolnění kapacity. Díky volnější kapacitě by poté firma mohla vyprodukovat za rok více kusů. Tento vliv ale není do propočtů zohledněn, a to hlavně z důvodu, že nejsme schopni určit, jestli by firma dodatečnou kapacitu mohla využít a dodávat víc než by zákazníci požadovali.

#### 7.6.4 Ekonomické zhodnocení z hlediska zvýšení OEE

Před implementací bylo OEE 76,6 % a vyrobilo za směnu 2668 kusů skel. V tomto výpočtě budeme brát ideální stav, tedy všechny kusy jako OK. Po úpravě dopravníku by mělo podle výpočtů a výsledků z 1.fáze, dojít ke zvýšení OEE o 8,6 %, což by dělalo 2968 kusů

vyrobených za jednu směnu. Oddělení KAS jede v nepřetržitém provozu, tudíž to dělá 2 směny za den, krát 365 za celý rok. Jedná se o 730 směn, minus 25 dnů neboli 50 směn spadajících na svátky, odstávky nebo nečekané problémy. Tímto se dostáváme na konečných 680 směn za rok. Aktuálně by to činilo 1 814 240 kusů skel za rok pro dva zkoumané lisy. Při použití koeficientu 487 Kč/ 1 ks stejně jako u výpočtu zmetkovitosti, to dělá zisk **883 534 880 Kč**. Po implementaci nového dopravníkového systému by se jednalo o výrobu 2 018 240 kusů skel za rok a zisk v hodnotě **982 882 880 Kč**.

Tabulka 18 Ekonomické zhodnocení zvýšení OEE (vlastní zpracování)

	OEE	Kusů za rok	Koeficient na kus	Zisk
<b>Stav před implementací</b>	76,6 %	1 814 240	487 Kč	<b>883 534 880 Kč</b>
<b>Stav po implementaci</b>	85,2 %	2 018 240	487 Kč	<b>982 882 880 Kč</b>

Nicméně při porovnání výsledků firma ví, že tento stav je dlouhodobě nemožný, jelikož se jedná o spojený proces lisování a lakování, je to vždy na úkor kvality nebo OEE. Opět pro zachování soukromí firmy, se jedná pouze o fiktivní ceny s použitím vymyšleného koeficientu.

## 8 ZHODNOCENÍ POUŽITÝCH METOD PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ

V této kapitole dojde ke shrnutí všech návrhů na zlepšení, které byly představeny a představení metod průmyslového inženýrství, jež vedly k odhalení a eliminaci plýtvání ve výrobním procesu. Při využití pouze jedné metody, nemohli bychom dosáhnout takového přínosu jako při jejich vzájemné kombinaci. V tabulce 19 jsou uvedeny všechny použité metody, odhalené problémy pomocí nich, a přínosy použitých metod.

Tabulka 19 Použité metody průmyslového inženýrství (vlastní zpracování)

Název metody	Odhalení problému	Přínos metody
<b>Chronometráž</b> s. 57	Čekání, zbytečně dlouhý čas transportu.	Nalezení úzkého místa.
<b>Procesní analýza</b> s. 59	Čekání, délka transportního okruhu.	Odstranění plýtvání z výrobního procesu.
<b>5S</b> s. 77	Hledání náradí, záměna dílů.	Přehlednější pracoviště, pořádek na pracovišti.
<b>TOC</b> s. 82	Odhalení úzkého místa ve výrobním procesu.	Zkrácení doby transportu, zrychlení odebírání u lakovny.



## 9 SHRUTÍ PRAKTICKÉ ČÁSTI

V praktické části diplomové práce byla nejdříve popsána vybraná firma pro pochopení, o jakou firmu a jaké velikosti se jedná. Dále bylo i představeno výrobní portfolio k lepší představě čemu se bude věnovat praktická část. Následovala kapitola představení současného stavu, kde byly popsány jednotlivé fáze projektu s přiblížením vybraných dvou lisů a dopravníku, které se dále analyzovaly. Použitá chronometráž se tedy zabývala už jen touto částí, konkrétně vybranému lisu KM 1600/2.

Celý výrobní proces byl pomocí procesní analýzy rozebraný na jednotlivé hodnoty. Hlavním cílem pro firmu bylo zefektivnění výrobního procesu neboli zvýšení OEE o 5 % a zkrácení délky transportu o 10 %. Aby šlo všechny cíle správně hodnotit a porovnávat mezi sebou se současným stavem, byly použité metody, které tyto fakty dokázaly.

Došlo k odstranění největšího zjištěného plýtvání pro firmu, čímž byl zbytečně dlouhý transport. Byl zjištěný pomocí procesní analýzy v délce 47 metrů, kde se po implementaci nového transportního okruhu vzdálenost zmenšila o 12 metrů. Došlo tedy k časové úspoře 14 %. Toho bylo dosaženo návrhem změny celého layoutu a fungování dopravníkového systému, čím se zmenšila potřebná transportní vzdálenost, kterou musí paletka se sklem urazit. Vlivem implementace došlo i k žádanému zvýšení OEE o 8,6 % a snížení zmetkovitosti o 2,95 %. Výměnou nového dopravníkového systému dojde také ke snížení ročních nákladů na provoz dopravníku, které se sníží z aktuálních 100 % na 68 %. Takovými výsledky jsme dokázali v plném rozsahu splnit zadaný cíl práce. Veškeré tyto projektové řešení pomohou společnosti ke konceptu štíhlé výroby, která eliminuje plýtvání.

## ZÁVĚR

Tato diplomová práce se zabírala zvýšením efektivnosti lisovacího zařízení ve vybrané společnosti vlivem návrhu implementace nového dopravníkového systému. Cílem práce byla analýza výrobního procesu a dohledání možností pro jeho zlepšení.

Teoretická část obsahuje literární rešerši a tvoří jakýsi podklad pro zpracování praktické části. Teoretické poznatky přímo navazují na problematiku řešenou v praktické části práce. Popisuje pojem výroby, výrobního procesu a jeho možných dělení, štihlý podnik a principy štihlé výroby, rozebírá trendy automatizace a také konkrétně popisuje projekt a jeho tvorbu s využitím metodiky DMAIC i s jeho částmi.

Úvod praktické části patřil představení společnosti, kde byla představena její organizační struktura, rozmístění v rámci světa, výrobní portfolio a poslání celé společnosti. Následně byl popsán současný stav celého výrobního procesu krycího skla a zaznamenání klíčových ukazatelů před začátkem projektu. Vybraný proces byl dále analyzovaný pomocí mapy hodnotového toku pro jeho lepší pochopení.

Nedílnou součástí praktické části byl projekt zpracovaný pomocí metodiky DMAIC, což je metody neustálého zlepšování. Definování cílů proběhlo pomocí metody SMART, a to jak hlavního cíle, tak i cílů vedlejších pomáhající k jeho splnění. Vytvořený byl i harmonogram projektu a došlo také na analýzu rizik pomocí RIPRAN analýzy. Pomocí chronometráže došlo k sesbírání časových údajů, které byly následně v analytické části použity jako základ procesní analýzy.

Na základě poznání současného stavu byly vypracovány návrhy na zlepšení. Každý z návrhů byl přenesen do simulace a následně rozebrány podle různých aspektů. Ve fázi Improve došlo rozboru implementace a budoucích nákladů vybrané varianty nového dopravníkového systému. Pro organizaci tento návrh znamená vysokou prvotní investici, nicméně tato změna je již nevyhnutelná a šlo jen o výběr té správné varianty. Touto analýzou se přišlo především na zbytečné plýtvání ve formě příliš dlouhého transportu krycích skel, které jsme tímto návrhem minimalizovali. Došlo také k propočítání nákladů potřebných na implementaci. V poslední fázi projektu, kterou je fáze Control, došlo k využití TOC analýzy úzkého místa a za pomocí výsledků vypočítáno ekonomické zhodnocení. Závěrem byly ještě přehledně zobrazeny veškeré použité metody průmyslového inženýrství a jejich přínosy.

Touto prací bych ráda poukázala na to, že efektivitu výrobního zařízení nemusíme ovlivňovat jen změnou právě na tomto zařízení, ale je třeba se podívat i na vedlejší operace s tím úzce související.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ARANA-LANDÍN, Germán et al. The Contribution of Lean Management—Industry 4.0 Technologies to Improving Energy Efficiency. *Energies* (19961073) [online]. 2023, [cit. 2023-04-03]. ISSN 19961073. Dostupné z: doi:10.3390/en16052124.

AUTOMA časopis pro automatizační techniku: Využití počítačové simulace v oblasti zefektivňování výrobních procesů [online], 2016. [cit. 2023-04-03]. Dostupné z: [https://automa.cz/cz/casopis-clanky/vyuziti-pocitacove-simulace-v-oblasti-zefektivnovani-vyrobnich-procesu-2012\\_08\\_0\\_9897/](https://automa.cz/cz/casopis-clanky/vyuziti-pocitacove-simulace-v-oblasti-zefektivnovani-vyrobnich-procesu-2012_08_0_9897/).

BADIRU, Adedeji B., 2013. Handbook of Industrial and Systems Engineering. 2. edition. Boca Raton: CRC Press, 1476 s. ISBN 9781466515055.

BAUER, Miroslav, 2012. Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě. Brno: BizBooks, 193 s. ISBN 9788026500292.

BOISER, Lena. What is a Yamazumi Chart and Why You Should Use It. Kanban zone [online]. [cit. 2023-04-13]. Dostupné z: <https://kanbanzone.com/2020/yamazumi-chart-why-use-it/>.

BRYNJOLFSSON, Erik a Andrew MCAFEE, 2015. Druhý věk strojů: práce, pokrok a prosperita v éře špičkových technologií. V Brně: Jan Melvil Publishing, 295s. ISBN 9788087270714.

DENNIS, Pascal, 2016. Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system. 3. edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 223 s. ISBN 9781498708876.

DLABAČ, Jaroslav. Články. API - Akademie produktivity a inovací [online]. 2017 [cit. 2023-04-3]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/25840n-analyza-a-normovani-prace-je-pro-velkou-castceskych-firem-stale-aktualnejsim-tematem>.

DLABAČ, Jaroslav. Jednotlivé metody a nástroje (I - P). Academy of Productivity and Innovations [online]. 2015, [cit. 2023-04-06]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/24887-jednotlive-metody-a-nastroje-i-p>.

DLABAČ, Jaroslav. Metody a nástroje. Academy of Productivity and Innovations [online]. 2022, Copyright [cit. 2023-04-04]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/24882-metody-a-nastroje>.

DOLEŽAL, Jan, 2016. Projektový management: komplexně, prakticky a podle světových standardů. Praha: Grada Publishing, 418 s. Expert. ISBN 9788024756202.

GOLDRATT, Eliyahu M. TOC (Theory of Constraints) - teorie omezení. ManagementMania [online]. 2016, [cit. 2023-04-13]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/toc-theory-of-constraints-teorie-omezeni>.

GROOVER, Mikell P, 2016. Automation, production systems, and computer-integrated manufacturing. Fourth edition. Boston: Pearson, 809 s. ISBN 978-1-292-07611-9.

CHARRON, Rich, 2015. The lean management systems handbook. Boca Raton, FL: CRC Press, 523 s. ISBN 9781466564350.

CHOLT, Milan. Yamazumi chart. Zlepsito.eu [online]. 2021, [cit. 2023-04-13]. Dostupné z: <https://www.zlepsito.eu/l/yamazumi-chart/>.

CHROMJAKOVÁ, Felicita, 2013. Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štíhlým řízením procesů. Žilina: Georg, 116 s. ISBN 978-80-8154-058-5.

CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA, 2011. Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra. Žilina: Georg, 138 s. ISBN 9788089401260.

Indeed: Production Strategies (Definition and How to Create One) [online], 2022. Canada: Indeed Editorial Team [cit. 2023-04-02]. Dostupné z: <https://ca.indeed.com/career-advice/career-development/production-strategies>.

JIN, Guang, Shuai MA a Zhenghui LI. Dynamic Simulation Modeling of Industrial Robot Kinematics in Industry 4.0. Discrete Dynamics in Nature [online]. 2022, [cit. 2023-04-04]. ISSN 10260226. Dostupné z: doi:10.1155/2022/3217360.

JUROVÁ, Marie, 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 264 s. ISBN 978-80-247-5717-9.

KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA, 2012. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3. vydání. Praha: C.H. Beck, 153 s. ISBN 9788071793199.

KING, Peter L. a Jennifer S. KING, 2015. *Value Stream Mapping for the Process Industries: Creating a Roadmap for Lean Transformation*. New York: CRC Press, 244 s. ISBN 9781482247695.

KIRAN, D.R., 2019. Production Planning and Control. Butterworth-Heinemann, 582 s. ISBN 9780128183649.

KMOŠEK, Petr. Co je to chronometráž. Petr Kmošek [online]. 2021, [cit. 2023-04-13]. Dostupné z: <https://www.kmosek.com/know-how/co-je-to-chronometraz/>.

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 240 s. ISBN 80-868-5138-9.

LACKO, B. Charakteristika metody RIPRAN™. RIPRAN [online]. 2016, [cit. 2023-04-13]. Dostupné z: <https://ripran.cz>.

MACHADO, Carolina a J. Paulo DAVIM, 2020. Industry 4.0 Challenges, Trends, and Solutions in Management and Engineering. USA: CRC Press, 289 s. ISBN 9781351132985.

M., Peter. "7 Wastes" Leanu. LinkedIn [online]. 2021, [cit. 2023-04-04]. Dostupné z: <https://cz.linkedin.com/pulse/7-wastes-leanu-peter-mišún>.

MORAN, Sean, 2017. *Process plant layout*. Second edition. Amsterdam: Elsevier, BH, 734 s. ISBN 9780128033555.

PIYATILAKE, A., et al, 2022. Benefits of Supply Chain Process Improvement Initiatives: A Structured Literature Review. *Journal of South Asian Logistics and Transport*, 2.1: 77.

Pop, Emanuela, Emilia Campean, Ion Cristian Braga, and Darius Ispas. 2022. "New Product Development of a Robotic Soldering Cell Using Lean Manufacturing Methodology" *Sustainability* 14, no. 21: 14057. <https://doi.org/10.3390/su142114057>.

Procesní analýza (Process analysis). In: ManagementMania.com [online]. 2018, Wilmington (DE), [cit. 06.04.2023]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/analyza-procesu-procesni-analyza>.

ŘEPA, Václav, 2012. *Procesně řízená organizace*. Praha: Grada Publishing, 304 s. ISBN 978-80-247-4128-4.

SVOZILOVÁ, Alena, 2011. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, 223 s. Expert. ISBN 9788024739380.

SYNEK, Miloslav, 2011. *Manažerská ekonomika: 5., aktualizované a doplněné vydání*. Grada, 480 stran. ISBN 978-80-247-3494-1.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2000. *Řízení výroby. 2., rozš. a dopl. vyd.* Praha: Grada, 408 s. Expert. ISBN 8071699551.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2014. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada, 366 s. Expert. ISBN 9788024744865.

TUČEK, David a Roman BOBÁK, 2006. *Výrobní systémy. 2. upr. vyd.* Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 298 s. ISBN 8073183811.

VÁCHAL, Jan a Marek VOCHOZKA, 2013. Podnikové řízení. Praha: Grada, 685 s. Finanční řízení. ISBN 9788024746425.

VEYRAT, Pierre. Understand and apply the business process analysis methodology. Heflo [online]. 2015, [cit. 2023-04-06]. Dostupné z: <https://www.heflo.com/blog/process-mapping/business-process-analysis-methodology/>.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

2 K	dvou komponentní
aj	a jiné
BZ	bez zastavení
DMAIC	Define, Measure, Analyze, Improve, Control
OEE	Overall equipment effectiveness (celková efektivnost zařízení)
RC	Roll container
RIPRAN	Risk Project Analysis
SMART	Specific, Measurable, Achievable, Realistic, Time
TOC	Teorie omezení



**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 Koloběh výrobních faktorů, služeb, kapitálu a zboží ve firmě .....	13
Obrázek 2 Výrobní systém (vlastní zpracování dle Tučka a Bobáka, 2006, str.13).....	15
Obrázek 3 Struktura nákladů v závislosti na objemu kusové, sériové a hromadné.....	17
Obrázek 4 Komponenty výrobní strategie (vlastní zpracování dle Keřkovský a Valsa, 2012, str. 47) .....	18
Obrázek 5 Koncept štíhlého podniku (vlastní zpracování dle Chromjakové, 2013, str. 42)20	
Obrázek 6 Struktura systému štíhlé výroby (vlastní zpracování dle Groover, 2016, str.768) .....	23
Obrázek 7 Sedm druhů plýtvání (zdroj: M., 2021).....	24
Obrázek 8 Symboly procesní analýzy (zdroj: Dlabáč, 2015) .....	29
Obrázek 9 Yamazumi chart (zdroj: Cholt, 2021) .....	31
Obrázek 10 Prvky Industry 4.0 (vlastní zpracování dle Jurová, 2016, str.62).....	34
Obrázek 11 Rozdělení zaměstnanců do oblastí .....	38
Obrázek 12 Struktura vybrané společnosti .....	39
Obrázek 13 Vývoj světlometů (zdroj: interní podklady firmy) .....	40
Obrázek 14 Vize společnosti (zdroj: interní podklady firmy) .....	41
Obrázek 15 Layout KAS1 a KAS2 (vlastní zpracování dle interních odkladů firmy) .....	42
Obrázek 16 3D model 2 K lisu (zdroj: interní podklady firmy) .....	44
Obrázek 17 Dokončená 1. fáze dopravníkového systému .....	46
Obrázek 18 Ukázka umístění dopravníku ve výšce a na zemi (vlastní zpracování).....	47
Obrázek 19 Mapa hodnotového toku krycího skla (vlastní zpracování) .....	48
Obrázek 20 Harmonogram projektu (vlastní zpracování) .....	50
Obrázek 21 Příklad stávajícího uložení skel na paletce (vlastní zpracování).....	56
Obrázek 22 Naměřené OEE před úpravami (zdroj: interní podklady firmy) .....	58
Obrázek 23 Naměřená zmetkovitost před úpravami (zdroj: interní podklady firmy) .....	58
Obrázek 24 Procesní analýza lisování a dopravy krycího skla (vlastní zpracování).....	59
Obrázek 25 Tok krycího skla (vlastní zpracování).....	59
Obrázek 26 Současný layout dopravníkového systému (vlastní zpracování).....	61
Obrázek 27 Výhody a nevýhody umístění dráhy ve výšce 2,1m (vlastní zpracování).....	63
Obrázek 28 Výsledek nahodilého odstavení lakovny, dopravník dole (vlastní zpracování) .....	65
Obrázek 29 Graf 3. odstavení lakovny, zastavení obou lisů (vlastní zpracování).....	65
Obrázek 30 Vytížení dopravníků a odebíracího robota, verze na zemi (vlastní zpracování) .....	68

Obrázek 31 Vytížení dopravníků a odebíracího robota, verze ve výšce (vlastní zpracování) .....	68
Obrázek 32 Čas zdvihu výtahu 22sekund se zastavením lisů (vlastní zpracování).....	69
Obrázek 33 Vytížení při testování maximálního zdvihu výtahu (vlastní zpracování) .....	69
Obrázek 34 Vyjádření prostojů – dopravník na zemi (vlastní zpracování) .....	70
Obrázek 35 Vyjádření prostojů – dopravník ve výšce (vlastní zpracování).....	70
Obrázek 36 Layout nového transportního systému (vlastní zpracování) .....	73
Obrázek 37 Nově vzniklá procesní analýza (vlastní zpracování).....	74
Obrázek 38 Návrh dopravy RC u nového layoutu dopravníku (vlastní zpracování).....	75
Obrázek 39 Použití 5S (vlastní zpracování) .....	77
Obrázek 40 Uložení 1 ks skla na paletce (vlastní zpracování) .....	78
Obrázek 41 Výstřižek ze simulace (vlastní zpracování).....	82
Obrázek 42 Vyhodnocení Yamazumi (vlastní zpracování) .....	85

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 Změna tradičního myšlení směrem ke štíhlým procesům (vlastní zpracování dle Chromjakové a Rajnohy, 2011, str.46) .....	21
Tabulka 2 Cíle dílčích fází cyklu DMAIC (vlastní zpracování dle Svozilové, 2011, str.86) .....	26
Tabulka 3 SIPOC mapa pro výrobu krycích skel (vlastní zpracování) .....	51
Tabulka 4 RIPRAN analýza (Vlastní zpracování).....	54
Tabulka 5 Výsledek měření (vlastní zpracování) .....	57
Tabulka 6 Prověření založení u lisu při světlé výšce dráhy 2,1m (vlastní zpracování).....	62
Tabulka 7 Prověření samotné dráhy při jejím umístění ve světlé výšce 2,1m.....	62
Tabulka 8 Tabulka prověření odebrání v lakovně při světlé výšce dráhy 2,1m .....	63
Tabulka 9 Prověření soustavy výtahů pro transport skla do pozice 2,1m .....	64
Tabulka 10 Prověření soustavy výtahů pro transport skla z pozice 2,1m dolů .....	64
Tabulka 11 Ověření maximálního prostroje lakovny (vlastí zpracování).....	67
Tabulka 12 Srovnání výsledků procesních analýz současného a nového layoutu (vlastní zpracování).....	73
Tabulka 13 Předběžný výpočet OEE po přestavbě dopravníkového systému.....	76
Tabulka 14 Náklady spojené s instalací nového dopravníkového systému (vlastní zpracování).....	79
Tabulka 15 Vývoj teorie omezení z modelu simulace (vlastní zpracování).....	82
Tabulka 16 Vyhodnocení úspory za směnu po implementaci dopravníků (vlastní zpracování).....	84
Tabulka 17 Roční náklady na provoz v % (vlastní zpracování) .....	86
Tabulka 18 Ekonomické zhodnocení zvýšení OEE (vlastní zpracování).....	87
Tabulka 19 Použité metody průmyslového inženýrství (vlastní zpracování).....	88

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Zpracovaný projektový list (zdroj: autor)

## PŘÍLOHA P I: ZPRACOVANÝ PROJEKTOVÝ LIST

<b>Charakter projektu</b>		<b>Návrh implementace nového dopravníkového systému</b>	
<b>Vedoucí projektu</b>		Marcela Weidingerová	
<b>Projektový tým</b>		Mistr KAS lisovny, technolog, údržbář, lakař, seřizovač	
<b>Cíl projektu</b>			
Hlavním cílem této diplomové práce je zvýšení OEE neboli využitelnosti zařízení na zkoumaných lisech o 5% způsobené novým dopravníkovým systémem Alutek oproti stávajícímu systému Servus. Dále díky návrhu nového layoutu dopravníku snížení času transportu o 10%.			
<b>Popis problému</b>			
Nyní je dopravníkový systém napojený na dva lisy, a tím při kolizi kdekoli na dopravníku dojde k zastavení výroby obou lisů a tím i neefektivitě ve výrobním procesu.			
<b>Problém</b>		<b>Popis</b>	
<b>Oblast zlepšování</b>	Dopravníkový systém	Dopravníkový systém firmy je napojený na dva lisy, a tím při kolizi kdekoli na dopravníku dojde k zastavení výroby obou lisů a tím i neefektivitě ve výrobním procesu. Dopravník je také v současné chvíli nainstalovaný od dodavatele, který již nezvládá udržet krok s obsáhlostí výroby.	
<b>Název procesu</b>	Transport krycích skel		
<b>Rizika projektu</b>			
Nedodržení časového harmonogramu		Nedostatečný budget	
Neochota zvoleného dodavatele		Nespolupráce managementu	
Chybná analýza současného stavu		Dodací lhůty materiálu	
<b>Výchozí hodnoty/ Měřitelné cíle</b>			
<b>Název</b>		<b>Výchozí hodnota</b>	<b>Cílová hodnota</b>
Zvýšení OEE		76,60%	81,60%
Snížení času transportu		415 sekund	374 sekund
<b>Projektový plán</b>		<b>Vedoucí projektu</b>	<b>Vedení firmy</b>
<b>Start</b>	září 2022	Marcela Weidingerová	Ekonomický jednatel
<b>Konec</b>	duben 2023	Podpis	Podpis