

# **Analýza produktivity práce na oddělení lakovny**

Jiří Vašek

---

Bakalářská 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 BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Jiří Vašek  
Osobní číslo: M19606  
Studijní program: B0413P050013 Průmyslové inženýrství  
Forma studia: Prezenční  
Téma práce: Analýza produktivity práce na oddělení lakovny

## Zásady pro vypracování

### Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

#### I. Teoretická část

- Zpracujte teoretické poznatky zabývající se procesem lakování.
- Popište a analyzujte produktivitu na pracovišti a výkonnost procesu.

#### II. Praktická část

- Představte společnost ALTECH, s.r.o., organizační strukturu a portfolio společnosti.
- Analyzujte současný stav výrobního procesu.
- Vypočítejte kapacitu lakovny.
- Na základě analýzy vybraného procesu navrhněte řešení pro zefektivnění práce a eliminaci plýtvání.
- Zhodnoťte hlavní přínosy navrhovaných řešení a proveďte jejich ekonomické zhodnocení.

### Závěr

Rozsah bakalářské práce: **cca 40 stran**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

**Seznam doporučené literatury:**

- CHROMJAKOVÁ, Felicita. *Průmyslové inženýrství: Trendy zvyšování výkonnosti štihlým řízením procesů*. Žilina: Georg, 2013, 116 s. ISBN 978-80-81540-58-5.
- CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA. *Řízení a organizace výrobních procesů: Kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: Georg, 2011, 139 s. ISBN 978-80-89401-26-0.
- KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štihlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006. Management studium, 238 s. ISBN 80-868-5138-9.
- MORAN, Sean. *Process plant layout*. 2nd edition. New York; Elsevier, 2017, 756 s. ISBN 978-0128-0-3355-5.
- NĚMEJC, Jiří. *Projektování manipulace s materiálem*. 3. vydání. Plzeň: Západočeská univerzita, 1998, 112 s. ISBN 80-708-2427-1.
- STEPHENS, Matthew a Fred MEYERS. *Manufacturing facilities design and material handling*. 5th ed. West Lafayette, Indiana: Purdue University Press, 2013, 527 s. ISBN 978-155-75-3650-1.

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Felicita Chromjaková, PhD.**  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Datum zadání bakalářské práce: **10. února 2023**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **19. května 2023**

L.S.

---

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

---

**prof. Ing. Felicita Chromjaková, PhD.**  
garant studijního programu

Ve Zlíně dne 10. února 2023

## PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### Prohlašuji, že:

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

**Prohlašuji,**

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

Ve Zlíně

Jméno a příjmení: .....

.....  
podpis diplomanta

## **ABSTRAKT**

Tématem bakalářské práce je produktivita práce na oddělení lakovny a o možnostech její optimalizace. Na oddělení lakovny ve společnosti ALTECH, spol. s r. o. jsem se zaměřil na cíl mé bakalářské práce, který je orientovaný na analýzu výrobního procesu a na návrh možností, co se týče zvýšení produktivity vybraných činností na pracovišti za užití metod průmyslového inženýrství. Na základě zjištěných výsledků analýzy a hodnot, je navržena optimalizace daného výrobního procesu, konkrétně lakování výrobků.

Klíčová slova: analýza, produktivita, oddělení lakovny, optimalizace, výrobní proces, lakování, výkonnost procesu, průmyslové inženýrství

## **ABSTRACT**

The topic of the bachelor thesis is labour productivity in the paint shop department and the possibilities of its optimization. The aim of my bachelor thesis was focused on the analysis of the production process and the proposal of possibilities to increase the productivity of selected activities in the workplace using selected industrial engineering methods. On the basis of the analysis results and values found, the optimization of the given production process, namely product painting, is proposed.

Keywords: analysis, productivity, paint shop department, optimization, production process, painting, process performance, industrial engineering

Tímto bych chtěl poděkovat paní prof. Ing. Felicitě Chromjakové Ph.D. za její odborné rady a komentáře při zpracovávání bakalářské práce na toto téma. Panu výkonnému řediteli, Ing. Vítu Majerovi za možnost psát bakalářskou práci ve společnosti ALTECH s. r. o. a panu Jaroslavu Charvátovi, rovněž ze společnosti ALTECH s. r. o., který mi poskytoval informace a tipy v oblasti výrobního oddělení. V neposlední řadě bych chtěl také poděkovat zaměstnancům zmíněné společnosti za jejich ochotu a spolupráci při mém výzkumu na pracovišti.

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

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>I.TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>12</b>
<b>1 PRODUKTIVNÍ PROCES</b> .....	<b>13</b>
1.1 DĚLENÍ VÝROBNÍHO PROCESU.....	14
1.2 ZEŠTÍHLIVÁNÍ PODNIKOVÝCH PROCESŮ.....	15
1.2.1 Základy zeštíhlivání podnikových .....	15
<b>2 PRODUKTIVITA NA PRACOVIŠTI</b> .....	<b>17</b>
2.1 DRUHY PRODUKTIVITY .....	17
2.2 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ PRODUKTIVITU .....	17
2.3 VZOREC VÝPOČTU PRODUKTIVITY .....	18
2.4 DRUHY PLÝTVÁNÍ.....	19
2.5 VYBRANÉ METODY ZEŠTÍHLIVÁNÍ VÝROBNÍHO PROCESU.....	20
<b>3 METODY PRO ZVYŠOVÁNÍ PRODUKTIVITY</b> .....	<b>21</b>
3.1 ISHIKAWA DIAGRAM .....	21
3.2 METODA 5S .....	21
<b>4 MAPOVÁNÍ TOKU HODNOT</b> .....	<b>23</b>
4.1 HISTORIE MAPOVÁNÍ TOKU HODNOT.....	23
4.2 PRINCIPY MAPOVÁNÍ TOKU HODNOT .....	24
<b>5 MANIPULACE S MATERIÁLEM</b> .....	<b>25</b>
5.1 LAYOUT.....	25
5.2 ZAŘÍZENÍ PRO MANIPULACI S MATERIÁLEM .....	25
<b>II.PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>27</b>
<b>6 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI</b> .....	<b>28</b>
6.1 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY SPOLEČNOSTI .....	28
6.2 VÝROBNÍ PORTFOLIO .....	29
6.2.1 Nabídka kooperací a výrobních technologií .....	29
6.3 ORGANIZAČNÍ STRUKTURA SPOLEČNOSTI ALTECH S. R. O. ....	30
<b>7 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VÝROBNÍHO PROCESU</b> .....	<b>31</b>
7.1 MANIPULACE S MATERIÁLEM PŘED LAKOVÁNÍM .....	32
7.2 PŘÍPRAVA POVRCHU LAKOVANÝCH DÍLŮ .....	38
7.3 APLIKACE LAKU.....	38
7.4 MANIPULACE S MATERIÁLEM PO NALAKOVÁNÍ .....	40
7.4.1 Představení procesu .....	40
7.5 ISHIKAWA DIAGRAM .....	43
7.5.1 Stroje.....	44
7.5.2 Lidé .....	45
7.5.3 Materiál.....	46
7.5.4 Layout pracoviště.....	47
7.5.5 Shrnutí a návrh opatření.....	50
7.6 MAPOVÁNÍ TOKU HODNOT SOUČASNÉHO STAVU .....	51
<b>8 KAPACITA LAKOVNY</b> .....	<b>56</b>



8.1	PLÝTVÁNÍ V OBLASTI VÝROBNÍCH KAPACIT – MEZERY VE VÝROBĚ .....	56
<b>9</b>	<b>NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ PROCESU LAKOVÁNÍ .....</b>	<b>61</b>
9.1	NÁVRH NA ZLEPŠENÍ PROCESU – STANDARDIZACE.....	61
9.2	NÁVRH NA ZLEPŠENÍ PROCESU – VIZUALIZACE PRACOVNÍHO MÍSTĚ .....	63
9.3	ZHODNOCENÍ NAVRHOVANÝCH ŘEŠENÍ .....	65
9.4	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ NAVRHOVANÝCH ŘEŠENÍ .....	69
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>71</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>72</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>75</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>76</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>77</b>

## ÚVOD

Nedílnou součástí úspěchu každé výrobní i nevýrobní společnosti na trhu je neustálé inovování v oblastech výrobních procesů a vývoje, pro dosažení co nejvyšší kvality produkovaných výrobků a služeb a konkurenceschopnosti společnosti. Tyto činnosti jsou ve své podstatě uplatňovány i ve společnosti ALTECH s. r. o., ve které jsem měl možnost tuto bakalářskou práci psát.

V této bakalářské práci jsem měl možnost blíže nahlédnout do podnikových procesů společnosti ALTECH s. r. o., konkrétně do prostor lakovny a pískovny, kde jsem tuto práci také zpracovával, za účelem zjistit kapacitu výrobní linky a analyzovat produktivitu práce na pracovišti.

Hlavním cílem práce je analýza produktivity práce na pracovišti, za užití vybraných metod průmyslového inženýrství pro eliminaci plýtvání a zvýšení produktivity daného pracoviště.

Práce je rozdělena na část teoretickou a praktickou.

Teoretická část práce obsahuje literární rešerši, zabývající se teoretickými poznatky z oblasti lakování a popisuje produktivitu na pracovišti a výkonnost procesu.

Praktická část této práce v úvodu představuje společnost ALTECH, spol. s r. o., její portfolio a organizační strukturu společnosti. Práce analyzuje současný stav výrobního procesu pomocí nástrojů a metod průmyslového inženýrství. Konkrétní nástroje použité v této analýze jsou VSM (Value Stream Mapping) neboli mapování hodnotového toku, dále metoda 5S pro standardizaci na pracovišti, vizualizace a použití vizuálních prvků pro rozdělení pracovní a užité plochy na pracovišti. V další části je celý proces lakování rozebrán za použití Ishikawa diagramu. Posledním bodem je výsledné zhodnocení navrhovaných řešení, návrhy na zlepšení a ekonomické zhodnocení.

## CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

### **Cíl práce:**

Cílem analýzy produktivity práce na oddělení lakovny je získat kompletní přehled o produktivitě práce na tomto oddělení a identifikovat, ve kterých oblastech lze produktivitu práce zlepšit. Na závěr jsou z celkové analýzy odvozené návrhy na zvýšení produktivity.

### **Metody zpracování práce:**

Prvním bodem práce je průzkum odborné literatury zabývající se produktivitou na pracovišti a výkonností procesu a následná literární rešerše na prozkoumaná díla.

Dalším krokem pro tvorbu této práce byl sběr dat z výrobního prostředí, konkrétně se jedná o časové údaje výkonnosti pracovníků a počty kusů vyprodukovaných lakovací linkou.

Pro analýzu výrobního procesu, materiálového a informačního toku je použita metoda Value Stream Mapping (VSM), pro vyobrazení současného a budoucího stavu společnosti. Využitím metody analýzy příčin a důsledků – Ishikawa diagram – jsou identifikovány 4 základní příčiny a důsledky nižší produktivity pracoviště. Posledním krokem je výpočet kapacity lakovací linky.

Za využití již existující vizualizace a označování zón a standardu 5S na pracovišti je navrženo řešení, pro zvýšení produktivity práce na daném oddělení, co se manipulace s materiálem týče.

Na závěr jsou vyobrazeny celkové přínosy navrhovaných řešení a jejich ekonomické zhodnocení.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 PRODUKTIVNÍ PROCES

*„Základem optimálního fungování každé firmy, úřadu, servisní společnosti jsou procesy.“*  
(Chromjaková, 2011, s. 7)

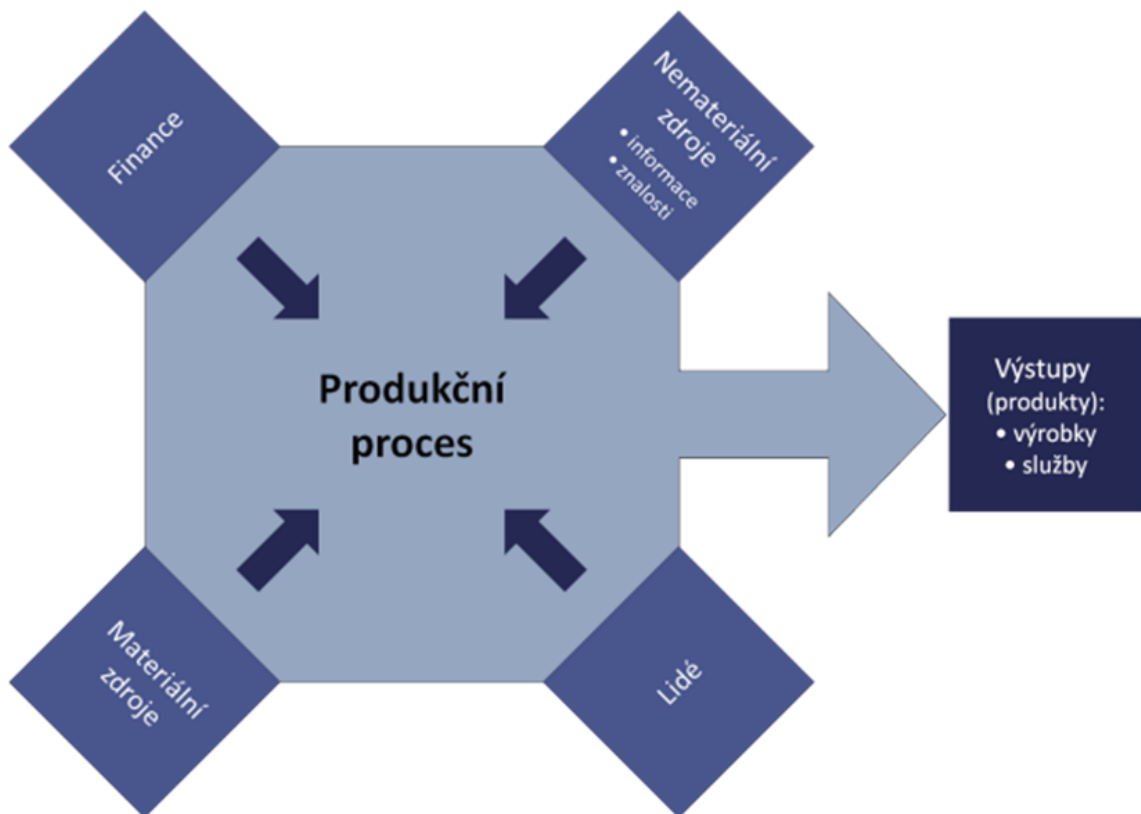
Nezbytnou součástí každého výrobního podniku jsou výrobní procesy. Tyto procesy se vztahují k přeměnám nápadů a surovin (vstupy) na výsledné produkty a služby. (Production Process..., 2021)

Podstatou výrobních procesů je soubor navzájem propojených aktivit, které dohromady tvoří integrovaný celek, jenž umožňuje společnosti plnit požadavky zákazníka a zároveň uspokojovat potřeby vlastníků a zaměstnanců. Tyto činnosti jsou vzájemně logicky a obsahově propojené a umožňují tak přinášet požadovanou kombinací vstupů hodnotu zákazníkovi. (Chromjaková, 2011, s. 7)

Procesy jsou sledy činností, které jsou vzájemně provázané a vytvářejí tak tok práce, postupující od jednoho člověka k druhému. Tím se vytváří hodnota výsledného produktu. Každý proces má svůj začátek a konec, tedy je spuštěn nějakou událostí (např. zadání zakázky) a má nějaký výstup. (ManagementMania, 2015)

Jedná se o celek složený z lidí, nástrojů, vybavení a procedur zorganizovaných tak, aby jejich použitím bylo možné realizovat výrobní operace ve společnosti. (Groover, 2016, s. 18)

Schematicky je produktivní proces popsán na následujícím obrázku:



Obrázek 1 - Schéma produktivního procesu (ManagementMania, 2015)

## 1.1 Dělení výrobního procesu

Podnikové procesy dělíme na tři základní typy procesů:

1. **Klíčový proces** – Zahrnuje všechny přímé i nepřímé interakce se zákazníkem během realizace obchodního případu. Jedná se o proces, který přináší společnosti i cílovému zákazníkovi přímou hodnotu. (Řepa, 2012, s. 201)
2. **Podpůrný proces** – Jedná se o procesy, které nejsou z hlediska organizace klíčové. Smyslem podpůrných procesů je poskytování podpory hlavním procesům ve společnosti. Patří sem procesy materiálového a informačního toku, kontroly kvality, údržby a servisu výrobních technologií. K realizaci svých služeb může využívat služeb ostatních procesů. (Řepa, 2012, s. 201)

Mezi podpůrné procesy patří:

- Řízení lidských zdrojů
- IT procesy
- Řízení financí a finančních zdrojů

- Správa budov a majetku
  - Procesy řízení kvality
  - Procesy řízení bezpečnosti
3. **Řídící procesy** – Jedná se o aktivity společnosti, které jsou důležité pro její správný chod, tudíž nepřináší společnosti žádný zisk, ale výsledky procesů rozhodují o úspěšném fungování společnosti dnes i v budoucnosti. (Řepa, 2012, s. 201)

## 1.2 Zeštíhlování podnikových procesů

Štíhlost podniku a podnikových procesů spočívá ve správném fungování potřebných podnikových činností a jejich realizaci v odpovídající kvalitě za užití co nejmenších zdrojů. (Košturiak et al., 2006, s. 17)

Procesy označené jako štíhlé, jsou ty činnosti, které fungují na principu samořízení. Dosažení perfektních výsledků je zároveň se snižováním výrobních nákladů cílem procesu samořízení. Štíhlé podnikové procesy mají své základy v metodice Kaizen, mapování toku hodnot a systému Kanban. (Chromjaková, 2011, s. 46)

### 1.2.1 Základy zeštíhlování podnikových

Základem zeštíhlování podnikových procesů je redukce plýtvání a nadbytečných činností v procesech, které nepřidávají hodnotu výslednému produktu a zákazník za ně přesto musí platit. (Košturiak et al. 2006, s. 17)

- **Nadbytečné zásoby** – Do nadbytečných zásob spadají veškeré materiály a skladované produkty pro další využití.
- **Nadprodukce** – Společnost vyrábí víc produktů, než jaké jsou skutečné prodeje nad rámec požadavků zákazníka. Tímto zbytečně zahluje sklady a přidává práci bez přidané hodnoty.
- **Zbytečné pohyby** – Jedná se například o špatnou ergonomiku pracoviště, kdy se pracovník musí zbytečně natahovat pro materiál a nástroje, jelikož je odkládací plocha na tyto věci příliš daleko od jeho pracoviště.
- **Čekání v procesech** - chybné vyladění taktu toku výroby, případně čekání na dodání materiálu či rozpracované výroby z předchozího pracoviště.

- **Složité procesy** - komplikované pracovní postupy, které si vyžadují ukázněný přístup operátorů, anebo procesy probíhají vícero pracovními postupy, u kterých je nutná vyšší míra spolehlivé koordinace výrobního toku.
- **Chyby** – chyby na straně pracovníka, chyby ve výrobních technologiích a strojích.
- **Doprava** – Tento problém je potřeba řešit v případech, kdy jsou od sebe jednotlivá pracoviště příliš daleko a je vyžadováno použití manipulačních zařízení, či pracovníků manipulace k přepravě výrobku na další stanoviště ve výrobě.



## 2 PRODUKTIVITA NA PRACOVIŠTI

*„Efektivita vyjadřuje vzájemný vztah mezi používanými vstupy a produkovánými výstupy.“*

(Kucharčíková et al., 2011, s. 42)

Produktivita vyjadřuje v podnikových procesech míru efektivnosti při využívání výrobních faktorů (vstupů) a jejich následnou interakci v transformačních procesech výroby.

(Kucharčíková et al., 2011, s. 42)

Produktivita znamená používání omezených zdrojů pro eliminaci plýtvání, aby tím bylo dosaženo cílů podnikání neboli tvorba zisku. (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 3)

Produktivita se ve výrobních podnicích využívá ke sledování a určení skutečné produkce podniku a je považována za měřítko výkonnosti. (Garbie, 2016, s. 74-75)

### 2.1 Druhy produktivity

Produktivitu rozdělujeme do tří základních skupin:

1. **Celková (totální) produktivita** – je definována jako poměr výstupů k vstupům použitým při výrobě bez hodnocení jejich vzájemného vlivu.
2. **Multifaktorová produktivita** – vyjadřuje efektivitu všech výrobních faktorů, a jak tyto faktory přispívají k rozvoji produktivity. Bere v úvahu uspořádání, organizaci a využití těchto výrobních faktorů při tvorbě konkrétního produktu.
3. **Parciální (jednofaktorová) produktivita** – pomocí jednofaktorové produktivity měříme obvykle efektivitu využívání určitého výrobního faktoru (práce, kapitál, suroviny), jenž je určena poměrem celkového produktu k danému typu vstupu.

(Kucharčíková et al., 2011, s. 43)

### 2.2 Faktory ovlivňující produktivitu

Mezi hlavní faktory ovlivňující produktivitu patří následující:

1. **Pracovní metody** – Zejména složité pracovní postupy, jež zahrnují několik pohybů najednou a jsou tak nevyhovující co se ergonomických zásad týče. (Patermann, 2022, s. 19-20)
2. **Kapitál** – Jedná se o klíčové zdroje každého výrobního podniku a společnosti, bez kterých by nebylo možné realizovat výrobu a poskytování služeb. (Jurová et al., 2016, s. 21-22)

3. **Kvalita práce** – Udává, nakolik bude výrobek nebo služba schopna uspokojit požadavky a potřeby zákazníka. Kvalita výrobků a služeb souvisí se vstupovanými materiály, vykonanou prací a celkovou vizáží. (Kavan, 2002, s. 149)
4. **Technologie výroby** – Technologické postupy apod.
5. **Řízení výroby** – Dělat jen ty aktivity, jež mají pro zákazníka hodnotu. Cílem řízení podniku a výroby je neustále zlepšovat výrobní i nevýrobní procesy pro dosažení vyšší produktivity a tím pádem lepší konkurenceschopnosti společnosti na trhu. (Patermann, 2022, s. 85)

### 2.3 Vzorec výpočtu produktivity

- (1) **Ukazatel produktivity:**

$$\text{ukazatel produktivity} = \frac{\text{výstup}}{\text{vstup (např. práce, čas)}}$$

- (2) **Produktivita práce (na bázi hrubé produkce):**

$$\text{produktivita práce} = \frac{\text{objemový index hrubého produktu}}{\text{objemový index vstupů práce}}$$

- (3) **Produktivita práce (na bázi přidané hodnoty):**

$$\text{produktivita práce} = \frac{\text{objemový index přidané hodnoty}}{\text{objemový index vstupů práce}}$$

- (4) **Multifaktorová produktivita kapitál-práce:**

- Multifaktorová produktivita slouží k vyjádření časového úseku, během něhož vytváříme kombinací produktivní práce a kapitálových vstupů hodnotu.

$$\text{multifakt. prod. k. - p.} = \frac{\text{objemový index přidané hodnoty}}{\text{objemový index kombinace vstupů práce a kapitál}}$$

- (5) **KLEMS – Multifaktorová produktivita:**

- Zkratka KLEMS zobrazuje kombinovaný index kapitálu K, práce L, energií E, materiálu M a služeb S.

$$KLEMS = \frac{\text{objemový index hrubého produktu}}{\text{objemový index kombinovaných vstupů}}$$

(6) **Produktivita kapitálu (na bázi přidané hodnoty):**

$$\text{produktivita kapitálu} = \frac{\text{objemový index přidané hodnoty}}{\text{objemový index kapitálových vstupů}}$$

(7) **Produktivita půdy:**

$$\text{produktivita půdy} = \frac{\text{množství vyrobené produkce}}{\text{výměra půdy, na které se produkce vyrobila}}$$

(Kucharčíková et al., 2011, s. 44-51)

## 2.4 Druhy plýtvání

„Pro eliminaci plýtvání je třeba rozlišit výrobní a administrativní procesy.“ (Jurová et al., 2016, s. 88)

Plýtvání v oblasti výrobních procesů rozdělujeme do sedmi skupin:

1. **Plýtvání způsobené nadprodukcí** – Vzniká v důsledku toho, že vyrábíme ve větším množství, než je požadováno zákazníkem. Také za účelem zvýšení produktivity práce dělníků nebo strojů, potažmo pro dokončení produktů navíc, pro případ potřeby.
2. **Plýtvání způsobené nadbytečnými zásobami** – Tento problém vzniká v prostorách skladu, v jehož důsledku dochází k hromadění přebytečného materiálu a výrobků, které zbytečně zabírají místo ve skladu, čímž přidávají společnosti náklady navíc.
3. **Plýtvání způsobené defekty** – Jedná se o vznik nekvalitních, neshodných výrobků (zmetků).
4. **Plýtvání způsobené nadbytečnými pohyby** – Pojednává o zbytečných pohybech dělníků po pracovišti, jež nepřináší žádnou hodnotu a snižuje produktivitu.
5. **Plýtvání způsobené špatným zpracováním** – Neboli plýtvání v technologických postupech, které mohou vyvolávat neshodnou výrobu, např. nekvalitní pila, fréza apod.
6. **Plýtvání způsobené prostoji** – Způsobeno ve chvíli, kdy z důvodu čekání na další materiál, či výrobek nemůžeme pokračovat ve výrobě.
7. **Plýtvání v oblasti dopravy** – Plýtvání v oblasti externí i interní dopravy.

(Jurová et al., 2016, s. 88-89)

## 2.5 Vybrané metody zeštíhlování výrobního procesu

Metodika LEAN, také známa jako Toyota Production System, se opírá o myšlenku dělat více za méně – tzn. méně času, místa, lidské síly apod., přičemž splňuje potřeby a přání zákazníka. (Dennis, 2015, s. 19)

Základní myšlenkou metody LEAN je eliminace všeho přebytečného a momentálně nepotřebného. Štíhlý podnik má za cíl redukci zbytečných podnikových nákladů a jejich následnou eliminaci. (Burieta et al., 2018, s. 5)

Metody průmyslového inženýrství se opírají o komunikační a počítačové techniky i matematické metody. Použití těchto metod pro podporu rozhodování vyžaduje silnou orientaci na lidský potenciál, k zajištění jeho maximálního využití. (Třebuňa, 2017, s. 9)

Dle prof. Chromjakové (2013, s. 41) je hlavním cílem štíhlého výrobního systému růst hodnoty podniku, za využití kvalifikovaných a standardizovaných metod, nástrojů, procesů a informací.

### Vybrané metody pro zeštíhlování podnikových procesů:

- **Štíhlá výroba** – Základní myšlenkou štíhlého řízení podniků je zbavování se všeho přebytečného. Jedná se o všechny činnosti firmy, které nepřidávají výslednému produktu hodnotu a zákazník za ně nebude ochoten zaplatit. (Chromjaková, 2013, s. 33)
- **Vizualizace** – Jedná se o neodmyslitelnou součást všech štíhlých procesů a pracovišť v podniku. Je považována za měřítko rychlosti a řízení procesu, do čehož spadá kvalita, produktivita a efektivnost procesu. (Košturiak et al., 2006, s. 25)
- **5S** – Myšlenkou 5S je utřídit a uklidit veškeré položky, které omezují pracovníka při výkonu jeho práce, případně přidávají nadbytečné pohyby. (Garbie, 2016, s. 59)
- **VSM (Value Stream Mapping)** – Mapování hodnotového toku zahrnuje veškeré aktivity v procesech, jež transformují materiál na výsledný produkt, který má pro zákazníka hodnotu. Mapujeme i ty aktivity, které výslednému produktu hodnotu nepřidávají, jedná se například o: zpracování nabídek, zpracování konstrukční a technologické dokumentace, výrobní operace apod. (Mašín, 2005, s. 33)

### 3 METODY PRO ZVYŠOVÁNÍ PRODUKTIVITY

Metody pro zvyšování produktivity lze definovat jako určitý systém vzájemně propojených fyzikálních anebo ideálních objektů, jež splňují základní vztahy, vlastnosti a zákony systému, který je jejich prototypem. (Třebuňa, 2017, s. 6-7)

Smyslem metod pro zvyšování produktivity je zefektivnění transformace hmotných a nehmotných vstupů na požadované výstupy. Ve výsledku se jedná o odhalování a odstraňování všeho, co nějakým způsobem nepřidává, nebo nevytváří hodnotu. (Fekete, 2012, s. 14)

#### 3.1 Ishikawa diagram

Ishikawa diagram neboli diagram „rybí kosti“ je nástrojem sloužícím k analýze příčin a důsledků, to znamená, že pokud máme definovaný nějaký problém, musíme pro něj zjistit jeho skutečnou příčinu. (Svozilová, 2011, s. 161)

Analýza příčin a důsledků nám poskytuje grafické znázornění jevů a jejich příčin v diagramu, ze kterého lze následně vyčíst možné přístupy k řešení problémů a jsou vhodné pro brainstorming a týmové diskuze. (Svozilová, 2011, s. 163)

#### 3.2 Metoda 5S

Hlavním cílem metody 5S je odstranění všech aktuálně nepotřebných předmětů pro danou výrobní operaci. Mezi něž se řadí například nepotřebné zásoby na pracovišti, doprava navíc, defekty v důsledku záměny materiálů apod. (Productivity Press, 2009, s. 10-14)

Metoda 5S se skládá z pěti jednotlivých kroků: vytrídít, uspořádat, čistit a kontrolovat, standardizace, udržovat. (Dennis, 2002, s. 29)

Jednotlivé kroky 5S:

1. **Vytrídít (Seiri)** – Cílem tohoto kroku je identifikace a označení všeho, co není potřebné pro dané pracoviště. Následné rozhodnutí o tom, jak s těmito nepotřebnými položkami naložíme. Vše musí být řádně zdokumentované. (Svozilová, 2011, s. 181)
2. **Uspořádat (Seiton)** – Organizace všech položek, které zbyly na pracovišti po prvním kroku. Řeší otázky, jak a kam umístit jednotlivé předměty, jimiž jsou stroje, nástroje, skladovací a odkládací prostory a další. (Dennis, 2007, s. 34)

3. **Čistit a kontrolovat (Seiso)** – Pro 100 % využití všech strojů, zařízení a nástrojů je potřeba pravidelná údržba a čistota na pracovišti. Ve třetím kroku metody 5S definujeme právě místa, která je potřeba udržovat v čistotě a patřičně kontrolovat. (Burieta, 2013, s. 35)
4. **Standardizovat (Seiketsu)** – Předposlední krok slouží ke standardizaci daného pracoviště, k zajištění výroby v potřebné kvalitě. To obnáší zabezpečení pracoviště, aby zůstávalo čistým, uspořádaným, bezpečným a produktivním. (Burieta, 2013, s. 37)
5. **Udržovat (Shitsuke)** – Účelem posledního kroku 5S je návrh efektivních kontrol a auditů pořádku aneb jak budou na pracovišti zachovávány první 4S, jako standard práce na pracovišti. Tento krok zahrnuje i pravidelnou aktualizaci postupů (Svozilová, 2011, s. 182)

## 4 MAPOVÁNÍ TOKU HODNOT

Mapování toku hodnot je považováno za náročnější, avšak velice efektivní metodu z oblasti štihlé výroby. Umožňuje nám lepší pochopení objemu hodnoty, která prochází napříč produkčním systémem za jednotku času. Díky mapě hodnotového toku získáváme přehled o jevech snižujících produktivitu a výkonnost podnikových procesů a také nabídku příležitostí, jak tyto procesy zeštíhlit a zvýšit jejich efektivitu a výkonnost. (Chromjaková, 2011, s. 51)

Mapování toku hodnot je základní metodou při zeštíhlování podnikových procesů. Metoda se využívá pro celý hodnotový tok v podniku, což zahrnuje jak výrobní operace, tak oblasti logistiky, administrativy nebo vývoje. (Košturiak et al., 2006, s. 43)

Metodu VSM používáme pro přesné vyobrazení současného a budoucího stavu procesů v podniku. Pomocí metody vizualizujeme materiálový a informační tok napříč společností, jež se váže na určitý typ produktové řady. (Garbie, 2016, s. 60)

### 4.1 Historie mapování toku hodnot

Mapování hodnotového toku je jeden ze způsobů procesní analýzy, která spočívá v grafické technice popisující jednotlivé souvislosti a vazby v materiálových a informačních tocích a byla prvotně použita ve firmě Toyota. (Mašín, 2003, s. 45)

V roce 1980 inicioval výrobní inženýr Taichi Ohno ve firmě Toyota, identifikaci ztrát jako klíčový parametr pro zvyšování konkurenceschopnosti společnosti. Tato inicializace byla poté obohacena o detaily Shingeo Shingem, primárně zaměřena na zlepšení produktivity a výkonu procesů. Podstatou této ideologie je skutečnost, že prostřednictvím implementace štihlých operací zaměřených především na eliminaci ztrát a problémů s kvalitou, lze dosáhnout radikálního zvýšení produktivity. (Chromjaková, 2011, s. 52)

7 klíčových zdrojů ztrát pojmenovali v Toyota Production System následovně:

1. Nadbytečné zásoby
2. Nadprodukce
3. Zbytečné pohyby
4. Čekání v procesech
5. Složité procesy

6. Chyby
7. Doprava

(Chromjaková, 2011, s. 52)

Po vymezení těchto chyb, vymysleli a pojmenovali v Toyota Production System sedm nástrojů pro mapování toku hodnot:

1. Mapování procesních činností
2. Matice zodpovědnosti dodavatelů
3. Kanál variací produkce
4. Filtr kvality v toku
5. Zvětšení objemu požadavků v toku
6. Rozhodovací analýza
7. Fyzická mapa struktury toku hodnot

(Chromjaková, 2011, s. 53)

## 4.2 Principy mapování toku hodnot

Dle prof. Chromjakové (2011, s. 51) je hlavním prvkem pro mapování toku hodnot správné vytvoření mapy hodnotového toku, která nám následně umožňuje grafické znázornění všech činností v produkčním procesu. Od zadání požadavku zákazníka, až po převzetí hotového produktu. Metoda VSM si klade za cíl charakterizovat všechny činnosti v produkčním procesu společnosti a určit, zdali finálnímu produktu přidávají hodnotu či nikoliv.

Pomocí mapování hodnotového toku můžeme dosáhnout snížení dodacích lhůt, objemu rozpracované výroby a zásob hotových výrobků. Těmito kroky se daří zlepšit produktivitu v podnikových procesech a snížit potřebný prostor jak v budovách, tak i v okolí výrobního závodu. (Dennis, 2002, s. 82)

Výstupem z metody mapování hodnotového toku je návrh budoucího stavu společnosti, jež by měl vést k odstranění plýtvání a zeštíhlení procesu. Tuto metodu lze využít i u návrhu a zavádění nových procesů do výroby, případně pro změnu procesu určitého výrobku. (Jurová et al., 2016, s. 222-223)



## 5 MANIPULACE S MATERIÁLEM

Manipulace s materiálem je definována jako pohyb, ochrana, skladování a kontrola materiálů a produktů napříč všemi procesy ve společnosti. Manipulace s materiálem musí být prováděna bezpečně, efektivně, včas a s použitím co nejmenších nákladů. (Groover, 2016, s. 286)

Manipulace s materiálem je součástí každého kroku v procesu návrhu a plánování výroby a má zásadní vliv na celkové uspořádání výrobních prostor a společnosti. (Stephens a Meyers, 2013, s. 231)

Manipulace s materiálem je stejně jako technologie výroby, nezbytnou součástí pro správné fungování společnosti. Je netechnologického charakteru a tvoří hlavní část procesu výroby. Pro svou značnou oblibu je jedním z hlavních témat při zvyšování produktivity práce. (Němejc, 1998, s. 4)

### 5.1 Layout

Layout je termín využívaný pro systematické uspořádání společnosti a výrobních prostor. Je to model zobrazení rozmístění všech strojů, pracovních pozic, oddělení a dalších důležitých součástí výroby. (Stephens a Meyers, 2013, s. 361)

Správné uspořádání výroby hraje zásadní roli v trvalém úspěchu společnosti na trhu. Výrobní společnost je díky dobrému layoutu bezpečná a efektivní, co se provozu a údržby týče a zároveň maximalizuje využití dostupné půdy. (Moran, 2017, s. 13)

### 5.2 Zařízení pro manipulaci s materiálem

Zařízení pro manipulaci s materiálem jsou k dispozici ve velkém množství. Rozdělujeme je většinou do pěti kategorií:

1. **Přepravní zařízení** – Používané pro přesun materiálu v rámci výrobního závodu. (VZV, paletové vozíky)
2. **Polohovací zařízení** – Používá se k manipulaci s díly a materiálem na jednom místě. Například vykládání a nakládání dílů z jednoho stroje. Nejčastěji se jedná o robotické podavače a zásobníky.
3. **Skladovací zařízení** – Zahrnují regálové systémy, regály a přihrádky pro skladování

4. **Zařízení pro formování jednotkového nákladu** – Jedná se o kontejnery určené pro výrobky během manipulace. Skládají se z palety, přepravek, krabic, košů, či sudů. Využívají se spíše pro přepravu jednotkového nákladu než jednotlivých položek.
5. **Identifikační a kontrolní zařízení** – Manipulace s materiálem zahrnuje i sledování a trasování zboží. Pro tuto aktivitu se využívá většinou štítků pro označení zboží, v dnešní době se jedná nejčastěji o čárové kódy.

(Groover, 2016, s. 287-288)

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 6 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Společnost ALTECH s. r. o. vznikla v dubnu roku 1992. Jedná se o českou společnost, která sídlí v Uherském Hradišti ve Zlínském kraji. Od svého počátku, se společnost zabývá návrhem, výrobou a prodejem kompenzačních a rehabilitačních pomůcek pro imobilní osoby. Specializují se obzvláště na šikmé zvedací plošiny, svislé zdvihací plošiny a schodišťové sedačky pro seniory. Výrobky jsou zhotovovány na zakázku dle přání a potřeb klienta, do kterých se řadí například mobilita a hmotnost zařízení, jednoduchost ovládání, nízké pořizovací a provozní náklady apod. Vlastní výrobu těchto produktů rozšiřují o dovoz zahraničních výrobků.



Obrázek 2 – Logo společnosti ALTECH s. r. o. (ALTECH, 2017)

### 6.1 Základní charakteristiky společnosti

Firma ALTECH s. r. o. se řadí mezi významné hráče na trhu s výrobky pomůcek pro imobilní osoby, čemuž odpovídají i statistiky v oblasti exportu, jež v posledních letech tvořil přibližně 85 % z celkového objemu výroby. Díky své dlouhodobé tradici, odborným znalostem a silnému zázemí je společnost schopna neustále provádět rozvoj nabízených produktů a tím maximalizovat zisky.

Společnost také poskytuje bezplatné poradenství svým zákazníkům v oblasti otázek bezbariérovosti. Rovněž také nabízí bezplatnou možnost předvedení a odzkoušení schodolezu přímo u zákazníka. V případě potřeby zajišťuje společnost také stavební práce a práce s instalací zařízení, včetně připojení do elektrické sítě. Na své produkty společnost ALTECH s. r. o. poskytuje prodlouženou záruku v délce 36 měsíců, ke které nabízí i možnost uzavření servisní smlouvy pro další prodloužení záruky.

Pro možnost zdokonalování svých produktů úzce spolupracuje s imobilními externími spolupracovníky.

## **6.2 Výrobní portfolio**

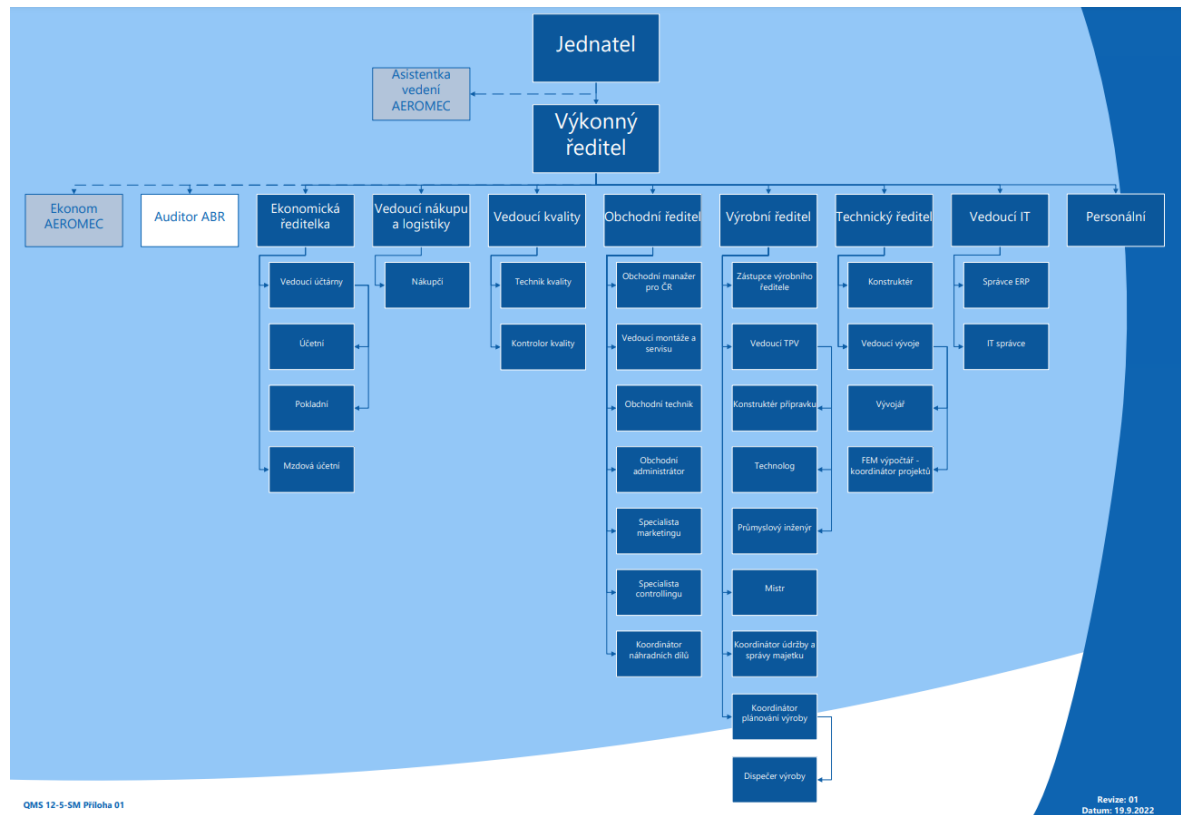
Společnost ALTECH s. r. o. nabízí ve svém výrobním závodu komplexní nabídku výrobních kooperací. Tu představují nejmodernější stroje, například pro vývoj a výrobu zkušebních prototypů a CNC obrábění, pravidelná školení pro personál podniku a rychlá realizace zakázek.

### **6.2.1 Nabídka kooperací a výrobních technologií**

- 3D tisk a scanner pro vývoj a prototypy
- 3D Laser
- Lakování, pískování a šopování
- CNC obrábění
- Svařování
- Ohýbání trubek a profilů

### 6.3 Organizační struktura společnosti ALTECH s. r. o.

Na následujícím obrázku je znázorněna organizační struktura společnosti.



QMS 12-S-SM Příloha 01

Revize: 01  
Datum: 19.9.2022

Obrázek 3 - Organizační struktura společnosti (interní zdroj)

## 7 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VÝROBNÍHO PROCESU

V této práci byl pro provedení analýzy výrobního procesu lakování prvním úkolem důkladný průzkum a zvážení několika klíčových faktorů, které by mohly ovlivnit výkonnost a kvalitu procesu.

Níže uvádím hlavní faktory, které byly zahrnuty v analýze:

- 1. Manipulace s materiálem před lakováním**
- 2. Příprava povrchu lakovaných dílů**
- 3. Aplikace laku**
- 4. Proces vypalování** – Probíhá ve vypalovací peci při teplotě 180 až 200 °C. Teplota v peci způsobuje tání práškového laku a jeho vytvrzení.
- 5. Manipulace s materiálem po nalakování**

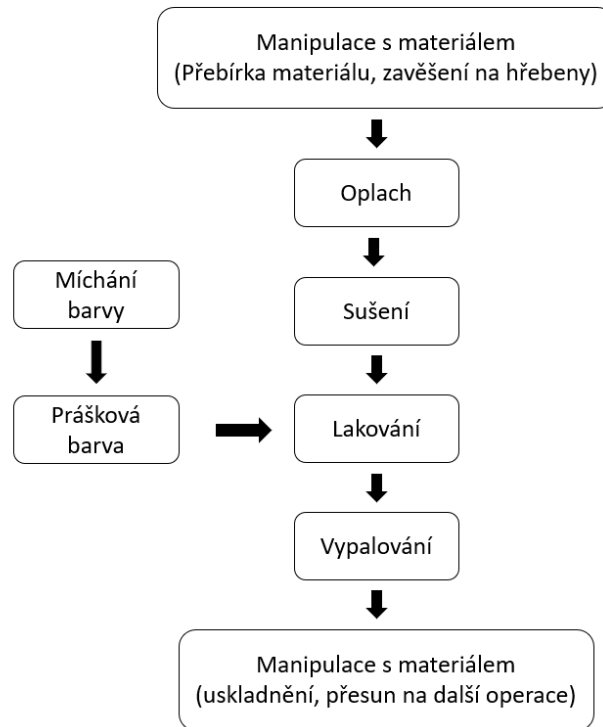
Celý proces lakování začíná manipulací s materiálem, kdy je potřeba daný materiál dovézt na určené místo, aby bylo pro operátory výroby co nejjednodušší přemístit díly z palety na hřebeny lakovací linky. Při přebírce se kontroluje, jaká barva má být na lakované díly použita a o jakou zakázku se jedná. K tomuto jsou určeny čárové kódy na výrobní dokumentaci, pro snazší přenos informací v rámci výrobního závodu.

Po zavěšení na lakovací linku nastává proces přípravy povrchu lakovaných dílů. Nejprve se musí zakrýt nelakované části pomocí gumových pásků. Následuje oplach daných součástí, aby byly vyčištěny od prachu, mastnoty, oleje a dalších nečistot. Po oplachu se výrobky přesunují do sušící pece.

Dalším krokem po přípravě povrchu je konečná aplikace laku na povrch součástí.

Po nalakování a vypečení barvy přichází na řadu poslední fáze procesu, již je manipulace s materiálem po nalakování, konkrétně přesun nalakovaných dílů do skladu.

Mapa výrobního procesu je znázorněna na obrázku č. 4



Obrázek 4 - Procesní mapa lakování (vlastní zpracování)

## 7.1 Manipulace s materiálem před lakováním

Jednotlivé díly zvedacích a schodišťových plošin, případně dalších výrobků, jež se ve firmě ALTECH s. r. o. lakují, se zavěšují buďto jednotlivě, nebo ve vícero kusech pod sebou na hřebeny lakovací linky.

Manipulace s materiálem rovněž zahrnuje i příjem materiálu, při kterém se kontroluje, zda jsou výrobky shodné s výrobní dokumentací a vhodné pro nalakování (rozměrově).

Na hřebeny se zavěšují pomocí přípravků ve formě kovových háčků o různých rozměrech.





Obrázek 5 - Kovové háčky pro zavěšení (vlastní zpracování)

Tabulka 1 – Pracovní úkony při manipulaci s výrobky (vlastní zpracování)

Manipulace s materiálem před lakováním (sekundy)					
Pořadí měření:	Věšení kusů na háčky	Věšení závěsů na hřebeny	Cesta k dílům	Cesta zpět k pásu	Celkem:
1.	10,91	2,48	12,78	12,28	38,45
2.	8,64	2,72	12,60	9,41	33,37
3.	22,51	5,10	5,93	7,58	41,12
4.	11,61	1,57	2,07	4,41	19,66
5.	15,86	2,68	5,53	3,30	27,37
6.	3,55	2,71	4,53	6,39	17,18
7.	4,92	2,17	10,05	5,70	22,84
8.	18,94	3,44	8,03	5,43	35,84
9.	5,46	2,09	9,75	6,53	23,83
10.	8,68	1,88	5,34	6,12	22,02
Celkem:	111,08	26,84	76,61	67,15	281,68
Průměr:	11,11	2,68	7,66	6,72	28,17

V předchozí tabulce je popsán celý proces manipulace s výrobky v zakázce. Manipulace s jednotlivými díly započíná v momentu, kdy je z hřebenového pásu lakovací linky sejmут veškerý nalakovaný materiál a hřebenový pás je volný pro tento pracovní úkon.

Rozdílnosti v časových hodnotách při zavěšování jsou způsobeny rozdíly ve velikostech a konstrukčním provedení lakovaných dílů (tzn., pro některé díly se musí využít i přípravků pro zavěšení jiných, než závěsných háčků, jde například o závaží).

Dělník, který má tuto činnost na starost si musí nejprve opatřit daný materiál. V tomto případě si jej nejčastěji sám musí dovézt z prostoru pískovny pomocí paletového vozíku na místo, z něž bude poté materiál věšet na hřebenový pás.

V momentě, kdy má k dispozici díly k lakování, musí zvolit správný přípravek pro zavěšení materiálu, aby na něm výrobek stabilně držel a zabránilo se tak jeho poškození, případně pádu z lakovací linky. K tomu jsou určeny již zmíněné kovové háčky a další, níže uvedené přípravky.

Následně dělník zavěsí háčky i s materiálem na hřebenový pás.

Při opakovaném pohybu, kdy bylo provedeno 10 měření na každý pracovní úkon, bylo zjištěno, že nejkritičtějším místem v tomto procesu je právě věšení jednotlivých kusů výrobků na závěsné háčky. Tento jev je způsobem hlavně nedostatečnou standardizací pracoviště, jelikož se závěsy válejí všude možné po výrobní hale a zaměstnanci ztrácejí čas hledáním vhodných přípravků pro zavěšení výrobků na lakovací linku.

Pokud je v zavěšení problém v podobě převažující se jedné ze stran výrobku, je tento jev odstraněn zaháknutím jednoduchého závaží pro vyrovnání vah.

Tento problém nejčastěji vzniká při manipulaci s delšími dráhami, objemnějšími dílci, případně pokud je pod sebou zavěšen větší počet tvarově a rozměrově neshodných dílců.



Obrázek 6 - Závaží na zavěšení (vlastní zpracování)

V případě, kdy se jedná o zakázku s větším počtem modelů a zábradlí, jsou využívány přípravky pro eliminaci plýtvání místem, na které lze nasunout až 12 kusů součástí, čímž je ušetřeno průměrně 7 hřebenů na lakovací lince, oproti způsobu, kdy by byly součásti věšeny na linku samostatně.

Průměrně zabírají jednotlivě pověšená madla, v celkovém počtu 12 kusů, 19,5 hřebenů. Do tohoto čísla je započteno z technologických důvodů dalších 1,5 hřebene za a před přípravek.

$$\text{Jednotlivé zavěšení} = (n - 1) * M_{mD} + M_Z + M_P$$

$$\text{Jednotlivé zavěšení} = (12 - 1) * 1,5 + 1,5 + 1,5 = 19,5 \text{ hřebenů}$$

- $n$  – počet kusů
- $M_{mD}$  – mezera mezi zavěšeními (počet hřebenů)
- $M_Z$  – mezera za dávkou (počet hřebenů)
- $M_P$  – mezera před dávkou (počet hřebenů)

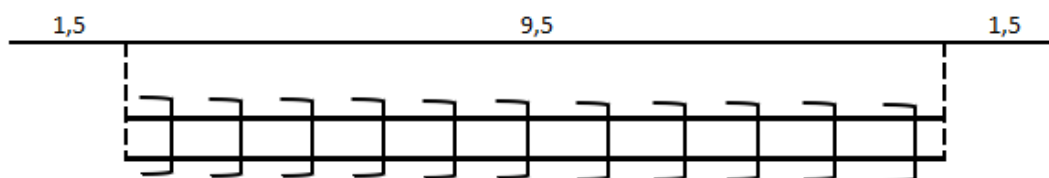


Obrázek 7 – Náčrt zavěšení madel v počtu 12 kusů (vlastní zpracování)

V případě zavěšení na přípravek pro madla snížíme celkový počet hřebenů potřebných pro zavěšení na 12,5. Přípravek pro 12 kusů se zavěšuje přes 9,5 hřebene, následně potřebujeme z technologických důvodů dalších 1,5 hřebene za a před přípravek.

$$\text{Zavěšení na přípravek} = n + M_z + M_p$$

$$\text{Zavěšení na přípravek} = 9,5 + 1,5 + 1,5 = 12,5 \text{ hřebenů}$$



Obrázek 8 – Náčrt zavěšení madel na přípravku (vlastní zpracování)

- $n$  – počet hřebenů pro zavěšení
- $M_z$  – mezera za dávkou (počet hřebenů)
- $M_p$  – mezera před dávkou (počet hřebenů)

Výsledná produktivita se poté rovná:

$$(1) P = \frac{\text{Jednotlivé zavěšení}}{\text{Zavěšení na přípravku}} * 100 = \frac{19,5}{12,5} * 100 = 156 \%$$

Produktivita se díky použití přípravků zvedne až o 56 %.

Jedná se o know-how společnosti.



Obrázek 9 - Přípravky na zavěšení model a zábradlí (vlastní zpracování)

Před vpuštěním lakovaného dílu do celého procesu je potřeba zakrýt části materiálů, které nejsou určené pro lakování. To se v případě ALTECH s. r. o. provádí za použití gumových pásek. Nejčastějšími ukázkami právě tohoto maskování, jsou zuby, po kterých popojíždí sedačka či zvedací plošina.



Obrázek 10 – Gumové pásky pro maskování nelakovaných částí (vlastní zpracování)

## 7.2 Příprava povrchu lakovaných dílů

Příprava povrchu lakovaných dílů probíhá ihned po přivezení součástí do lakovny, jejich převzetí do výroby a následném zavěšení na hřebenový pás. Prvním krokem je maskování funkčních částí zvedacích plošin a sedaček, jimiž jsou pojížděcí zuby, umístěné na nosné konstrukci celého zařízení a jež musí být z důvodu maximalizace funkčnosti a minimalizace poruchovosti opatřeny ochrannými prvky proti znehodnocení barvou, která by později musela být stejně odstraněna náročnějšími způsoby, což by mělo za cíl další snížení produktivity. Proto jsou na tyto zuby nasazovány gumové pásy, které jsou po vypálení barvy z výrobků sejmuty.

Jako další následuje předúprava povrchu kovu, která se provádí chemickými oplachy. Ty mají za cíl zajistit odmaštění, odstranění nečistot a oxidačních činidel. Používá se demineralizovaná voda.

Po osprchování je materiál přesunut do vysoušecí pece.

Jakmile je na výrobku provedena povrchová předúprava, putuje do lakovacího boxu, kde je nalakován práškovými barvami.

## 7.3 Aplikace laku

Lakování se provádí v lakovacím boxu, který je odvětrávaný, aby se minimalizovalo množství prachu a nečistot, jež by se mohly dostat na povrch součástí. Prášková barva je na povrch součástí nanášena za užití stříkacích pistolí.

Společnost disponuje pouze jedním stříkacím boxem, a proto jsou dodávané výrobky na lakovací lince oddělovány ocelovými štítky/cedulkami, které zabraňují záměně barvy. Barvu je nutné měnit i v určitých časových úsecích, krajně i v případě neshod v barvě zakázky.



Obrázek 11 – Lakovna KOMAXIT (vlastní zpracování)

Z následující tabulky lze vyčíst, jak průměrně dlouho trvá nalakování jednoho výrobku a celkový čas, od vstupu součásti do lakovacího boxu, až po jeho výstup, kdy je produkt nalakován a směřuje do vypalovací pece. Bylo prováděno 10 na sobě nezávislých měření, jelikož se v každém měření jednalo o rozdílné výrobky.

Tabulka 2 – Lakování jednotlivých kusů ve výrobě (vlastní zpracování)

Pořadí měření:	Doba lakování jednoho kusu:	Doba jednoho kusu v lakovacím boxu:
1.	135,63 s	449,93 s
2.	72,61 s	289,75 s
3.	46,82 s	273,18 s
4.	64,88 s	276,38 s
5.	70,09 s	310,01 s
6.	57,49 s	300,38 s
7.	68,13 s	303,91 s
8.	49,23 s	304,77 s
9.	77,71 s	320,69 s
10.	82,14 s	323,45 s
Celkem:	724,73 s	3152,45 s
Průměr:	72,47 s	315,24 s

Po nanesení práškové barvy se materiál přesunuje do vypalovací pece.

## 7.4 Manipulace s materiálem po nalakování

V této fázi práce se zaměřím na analýzu manipulace s jednotlivými výrobky, sejmutými z hřebenového pásu lakovací linky. Hlavním místem zkoumání bylo hledání úzkých míst spojených s tímto pracovištěm, pracovním prostředím a chováním zaměstnanců při práci a následná analýza naměřených hodnot.

### 7.4.1 Představení procesu

Jedná se o proces manipulace s výrobky zakázek „alfa“, které jsou skladovány ve vedlejším skladu, z důvodu nedostatečných skladovacích prostor. Tyto výrobky jsou zavěšené na hřebenovém pásu lakovací linky, na které rychlostí cca 1,1 kusů za minutu nebo 2,85 hřebene za minutu projíždí lakovací linkou.

Tabulka 3 – Počet nalakovaných výrobků za minutu (vlastní zpracování)

Pořadí měření:	Počet kusů:	Počet hřebenů:
1.	1	3
2.	1	3
3.	1	3
4.	2	3
5.	1	3
6.	1	3
7.	1	2,5
8.	0	2,5
9.	1	2,5
10.	2	3
Celkem:	11	28,5
Průměr:	1,1	2,85

Aby byl celý proces lakování efektivní, musí v řádném bodě, kdy jsou již konstrukce dostatečně chladné (po nalakování se barva vypaluje v peci o teplotě přibližně 180 °C) pracovník lakovny sejme tento výrobek a následně jej odnese do přílehlého skladu, který je vzdálen 2 metry od jeho pracoviště.

Ve skladu musí daný produkt následně položit na připravenou paletu, a poté se vrátit na své původní pracoviště, kde celý proces zopakuje.

Jelikož se jedná o těžší díly, je většinou zapotřebí dvou pracovníků, pro usnadnění manipulace s výrobkem, zejména jeho sejmutí z hřebenového pásu a následný odnos na paletu do skladu.



V následující tabulce jsou vyobrazené jednotlivé úkony, které jsou zapotřebí k uskladnění produktu na paletu ve skladu, před jeho následným zabalením a celým procesem expedice výslednému zákazníkovi. Jedná se o sundání jednoho kusu z lakovací linky, následný proces přenosu do skladu, pokládání jednoho kusu dráhy na paletu a návrat na první pracoviště v hale lakovny. Všechny úkony provádějí dva pracovníci, což je z oblasti ergonomie ideální krok. V případě, že by zde pracoval pouze jeden člověk, časy přenosu a celkové manipulace s materiálem by byly delší a pracovník by byl rychleji unavený.

První část celého procesu začíná v hale lakovny u hřebenové pásu, na kterém je zavěšen čerstvě nalakovaný produkt, který musí pracovník sejmout z hřebenového pásu.

Následně jej odnáší do haly skladu, která je vzdálená přibližně 2 metry od místa, kde byl produkt sejmout z výrobní linky. Poté přichází cesta k paletě, která je vzdálená dalších 3–5 metrů od vstupu do skladu. Následně pracovníci umisťují produkt na paletu a vracejí se zpět pro další díly na lakovací lince.

Měření bylo realizováno za účasti pracovníků lakovny při jejich práci na zakázkách šikmých schodišťových plošin - „alfa“. Počet měření odpovídá počtům jednotlivých kusů, tedy jedno měření pro jeden jednotlivý produkt. Jelikož se jedná o větší kusy, nelze je přenášet ve větším množství, než je jeden kus na 2 pracovníky.

Měření je prováděno za pomoci stopek a jedná se o deset po sobě jdoucích měření bez přestávky.

Tabulka 4 – Časy jednotlivých úkonů při manipulaci s díly (vlastní zpracování)

Pořadí měření:	Sundání jednoho kusu:	Cesta do skladu	Pokládání jednoho kusu	Návrat na pracoviště	Celkem:
1.	9,27 s	14,52 s	4,15 s	14,03 s	41,97 s
2.	4,32 s	7,03 s	2,96 s	8,35 s	22,66 s
3.	3,62 s	9,05 s	6,81 s	12,69 s	32,17 s
4.	2,80 s	8,88 s	4,93 s	8,18 s	24,79 s
5.	4,01 s	10,77 s	4,72 s	6,80 s	26,30 s
6.	2,67 s	9,41 s	5,81 s	9,13 s	27,02 s
7.	2,93 s	13,40 s	4,81 s	9,63 s	30,77 s
8.	4,52 s	7,38 s	9,50 s	8,28 s	29,68 s
9.	3,03 s	8,90 s	28,45 s	5,38 s	45,76 s
10.	3,25 s	7,48 s	6,50 s	6,97 s	24,20 s
<b>Celkem:</b>	<b>40,42 s</b>	<b>96,82 s</b>	<b>78,64 s</b>	<b>89,44 s</b>	<b>305,32 s</b>
<b>Průměr:</b>	<b>4,04 s</b>	<b>9,68 s</b>	<b>7,86 s</b>	<b>8,94 s</b>	<b>30,53 s</b>

Z předešlého měření lze vyčíst, že úzkým místem v procesu manipulace s materiálem, je právě přesun materiálu do skladu a návrat na pracoviště, jenž zabírá 31,7 % (cesta do skladu) a 29,3 % (cesta zpět na pracoviště) celkového času práce.

V součtu máme celkem 61 % nevyužitého časového fondu práce, který firma musí svým zaměstnancům proplatit, zároveň se však jedná o neproduktivní čas, který nepřináší firmě žádný užitek ani zisk.

Vzorec pro výpočet totální produktivity:

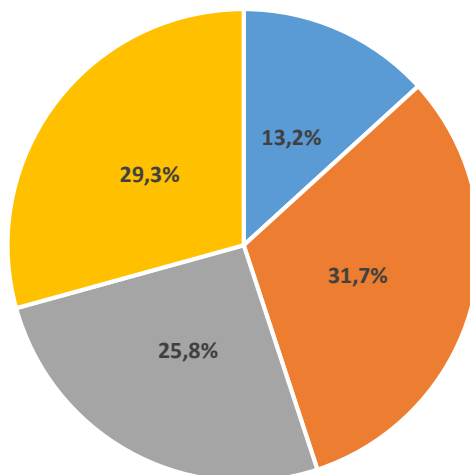
$$(1) TP = \frac{4,04 + 7,86}{30,53} = 0,389 \Rightarrow 38,97 \%$$

Po výpočtu jsem došel k závěru, že celková totální produktivita při manipulaci s výrobky po nalakování, se rovná 38,97 %.

Následující graf pojednává v procentuální podobě o celkové práci dělníka při manipulaci s materiálem.

Graf 1 – Celkový čas práce (vlastní zpracování)

**Celkový čas práce (%):**



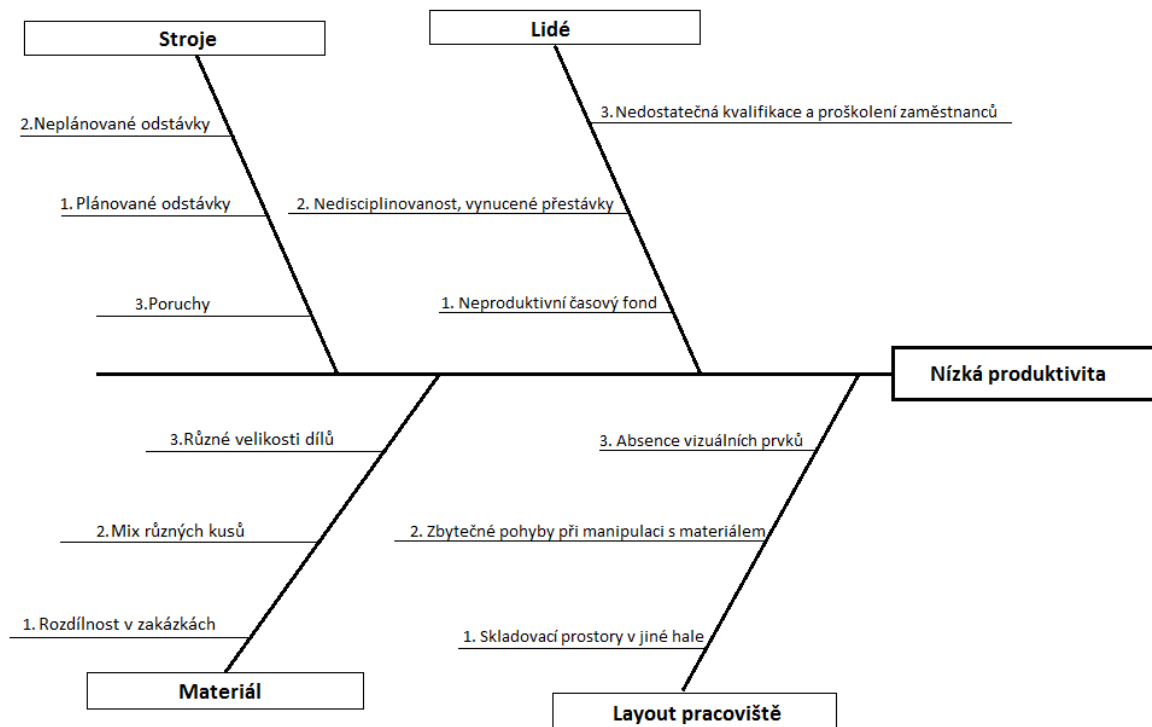
- 13,2 % - celkový čas sundání jednoho kusu
- 25,8 % - celkový čas pokládání jednoho kusu na paletu ve skladu
- 29,3 % - celkový čas návratu pracovníka na pracoviště
- 31,7 % - celkový čas cesty pracovníka do skladu

## 7.5 Ishikawa diagram

Následující Ishikawa diagram popisuje čtyři základní pilíře analýzy produktivity výrobního procesu. Cílem této metody je nastavení vyšší produktivity daného oddělení lakovny.

Jedná se o:

- Stroje
- Lidi
- Materiál
- Layout pracoviště



Obrázek 12 - Ishikawa diagram procesu lakování (vlastní zpracování)

### 7.5.1 Stroje

Problémů spojených s nízkou produktivitou strojů si můžeme všimnout snad ve všech možných průmyslových i neprůmyslových firmách. Jedná se o jevy, které nějakým způsobem ovlivňují produktivitu daného oddělení.

Ve firmě ALTECH s. r. o. jsem mezi problémy spojenými právě s prací strojů, zařadil:

- **Neplánované odstávky** – jedná se o nečekané vypnutí lakovací linky z různých důvodů. Nejčastěji se jedná o odstávky z důvodu kontroly některého z lakovaných kusů, případně také chyby některého z pracovníků, který by se mohl otřít o již nalakované kusy čekající na vypálení. V takovém případě by se musel díl z hřebenů lakovací linky sundat a celým procesem projít znovu, což je v pořadí druhá nejvyšší priorita. Neplánované odstávky nelze předem vysledovat a určit, lze pouze zavést určitá opatření, aby k nim nedocházelo. V tomto případě by se mohlo jednat například o přidání vizuálních prvků pro rozlišení oblastí hlavního toku materiálu a cestami, po kterých mohou zaměstnanci procházet výrobou.
- **Plánované odstávky** – Jedná se o prioritně sledovanou oblast, jelikož je jediná ovlivnitelná, co se plánování a řízení výroby týče. Plánované odstávky jsou veškerá předem naplánovaná zastavení ve výrobě. V případě firmy ALTECH s. r. o. a její

lakovací linky se jedná ve většině případů o změnu barvy, kterou se budou další díly lakovat.

- **Poruchy** – Patří sem všechny poruchy zařízení, které způsobí zastavení provozu na oddělení. Jedná se o nečekané chyby na lince (výpadek proudu, nefunkční převodovka apod.). Má v pořadí třetí a poslední prioritu, jelikož se poruchy nedají předem očekávat a plánovat.

### 7.5.2 Lidé

Stejně jako stroje, jsou i lidé součástí veškerých procesů ve společnosti. Ve společnosti ALTECH s. r. o. hrají lidé stále nedílnou součást všech pracovních operací, od věšení jednotlivých dílů na háčky a jejich následné věšení na hřebeny lakovací linky, přes jejich lakování, až po sundávání výrobků z linky a jejich následnou manipulaci do skladovacích prostor.

Mezi hlavní problémy způsobující kolísání v produktivitě, zaviněné lidským faktorem jsou nejčastěji:

- **Nedostatečná kvalifikace a proškolení zaměstnanců** – V tomto bodě bych zmínil především „motání se“ jednotlivých pracovníků mezi pracovišti, kdy se opakovaně stává, že se na oddělení lakovny objevují lidé z jiných oddělení, z důvodu nevytíženosti výrobního závodu. V pořadí zkoumání dostává tento problém prioritu číslo 3, jelikož se nejedná o hlavní problém vedoucí k nižší produktivitě na pracovišti. Práce není až tak náročná, aby ji nezvládl i čerstvě zaškolený pracovník.
- **Nedisciplinovanost, vynucené přestávky** – Pracovníci si pravidelně prodlužují přestávky někdy i o desítky minut. Dále zde také patří zbytečné prodlevy a STOP linky při střídání směn, kdy zaměstnanci ztrácí další čas zbytečným vybavováním se se svými kolegy. Toto má druhou nejvyšší prioritu, jelikož se jedná o problém, který lze sledovat a je nedílnou součástí oslabování výrobního procesu lakování v rádech desítek minut za jednu směnu.

V následující tabulce jsou rozepsané jednotlivé důvody zastavení linky, z nichž jsou následně vypočítány celkové neproduktivní časy a zbylá disponibilita směny.

Ze zákona má každý pracovník nárok na půl hodinovou obědovou pauzu. Tyto obědové pauzy jsou vymezeny v čase od 11:00-11:30. Pracovníci si reálně ovšem

přestávky prodlužují a tím pádem zastavují linku v době střídání směn, kdy se zbytečně „vybavují“.

Tabulka 5 – Zastavení lakovací linky (vlastní zpracování)

Zastavení lakovací linky					
Datum:	Obědová pauza:	Střídání směn:	Celkem za směnu:	Disponibilita (bez pauz):	Zbylá disponibilita:
02.02.2023	11:00-11:35	13:54-14:18	59 min	495 min	436 min
25.01.2023	10:55-11:34	13:45-14:00	54 min	495 min	441 min
09.12.2022	11:00-11:34	13:49-14:07	51 min	495 min	444 min
02.11.2022	9:00-9:35	11:27-11:51	59 min	495 min	436 min
01.11.2022	10:52-11:34	13:53-14:09	58 min	495 min	437 min

- **Neproduktivní časový fond** – Jako prioritu číslo jedna, jsem charakterizoval neproduktivní časový fond, jako hlavní problém při produktivitě práce na oddělení lakovny. Z kapitoly výše můžeme vyčíst, že až 61 % celkového časového fondu práce pracovníka je obětováno přesunu mezi pracovišti. Jedná se o zbytečné prostoje mezi prací zaměstnanců lakovací linky. Nastává po sundání kusů z hřebenového pásu a jejich přenosem do skladovacích prostor, místo uložení na možnou přílehlou paletu.

### 7.5.3 Materiál

Materiálem myslím veškeré kusy dovezené do lakovny na nalakování a povrchovou úpravu. Jedná se o sériové zakázky společnosti a nahodilé požadavky zákazníků firmy (např. lakování poklic do auta, umyvadlo apod.).

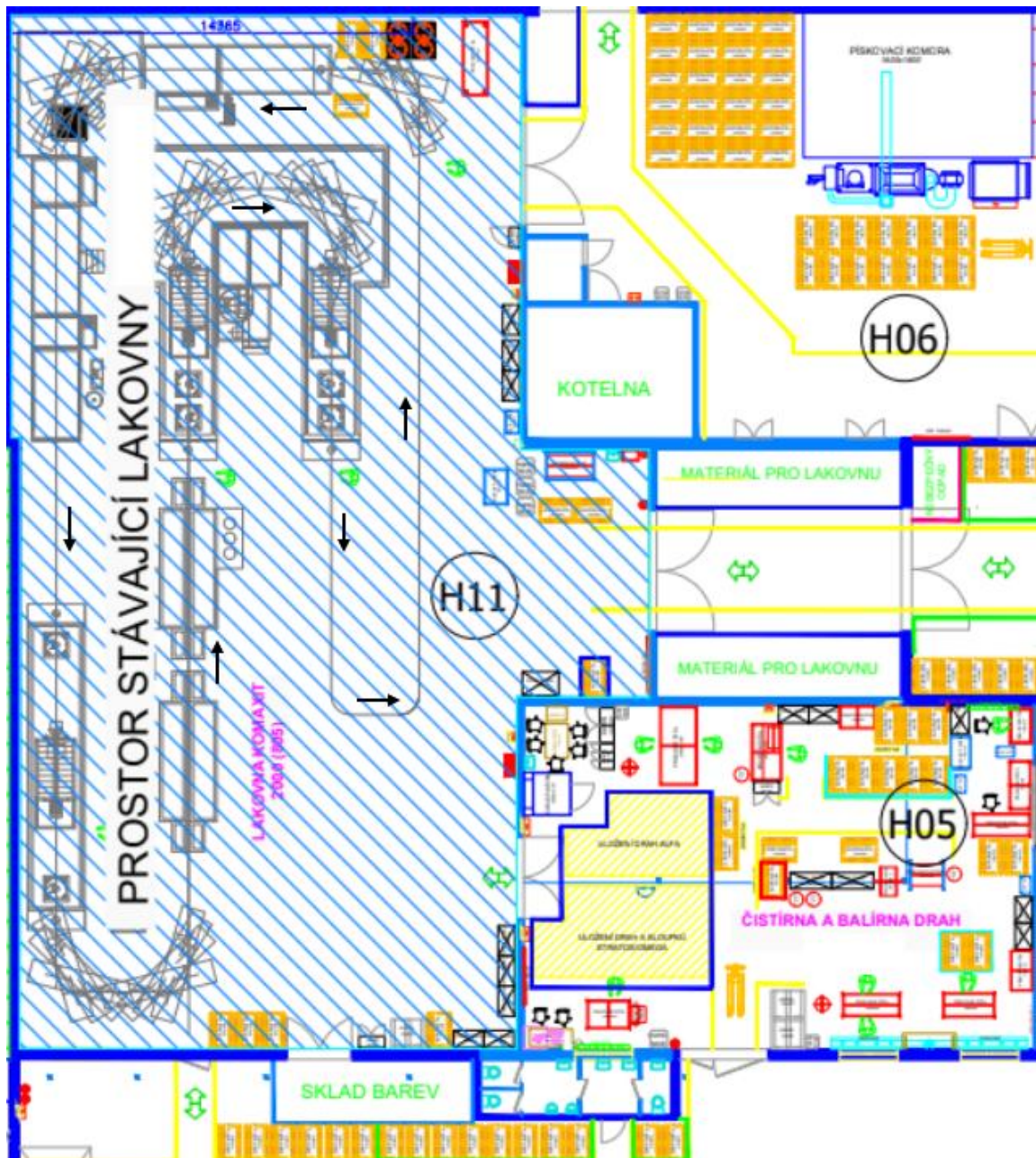
Mezi problémy s materiálem patří:

- **Různé velikosti dílů** – do lakovny jsou dováženy díly různých rozměrů a velikostí, ať už se jedná o díly na zakázku od externích zákazníků, tak sériové dráhy společnosti ALTECH s. r. o. Tyto díly jsou nahodile věšeny na hřebeny lakovny bez jakéhokoliv řádu a logiky.
- **Mix různých kusů** – tento bod se úzce váže k bodu předchozímu, kdy jsou do lakovny posílány díly různých rozměrů, zavěšeny buď samostatně, nebo ve větším množství pod sebou. Tento problém poté narušuje přehlednost v zakázkách.
- **Rozdílnost v zakázkách** – Má hlavní prioritu. Při analýze jsou sledovány seřizovací časy a prostoje z důvodu změny barev. Do lakovny se vozí velký objem zakázek.

Tyto zakázky jsou jednotlivě odděleny a označeny, liší se ovšem někdy v typu použité barvy. Toto způsobuje plánové prostoje a odstávky v procesu, z důvodu výměny barvy a oslabuje tak celý proces lakování.

#### **7.5.4 Layout pracoviště**

Layout je jednou z nejdůležitějších, prakticky základních vlastností každého jednotlivého pracoviště ve společnostech. Jedná se o uspořádání strojů, odkládacích ploch, aby bylo možné co nejjednodušeji koordinovat pohyby toku materiálu a pracovníků. Problémy s rozvržením pracoviště na oddělení lakovny, jsou taktéž jedním z důvodů snižování produktivity v tomto segmentu výroby.



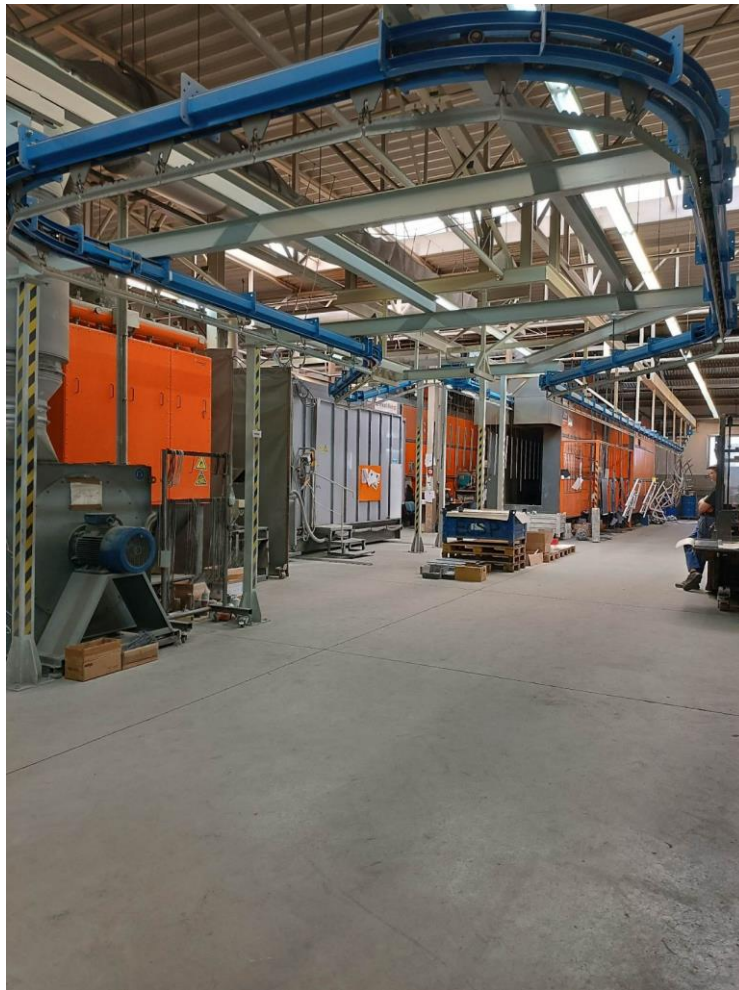
Obrázek 13 - Layout oddělení lakovny (interní zdroj)

Ve společnosti ALTECH s. r. o. jsem tyto problémy popsal následovně:

- **Absence vizuálních prvků** – jedna z prvních věcí, které si všimnete, že chybí, hned při vstupu do budovy. Nějaké vizuální prvky se zde najdou v podobě barevných čar, znázorňující odkládací plochy a trasu vymezenou pro přesun materiálu (toto celé je pouze před vstupem do budovy). Na pracovišti již najdeme pouze pár žlutých čar, vymežující prostor pro skříně, chybí zde další barevné prvky včetně piktogramů. Tomuto problému jsem dal druhou prioritu. Vizuální prvky jsou potřeba spíše ve výrobě, tudíž nehrají v tomto procesu až tak výraznou roli, jak se na první pohled



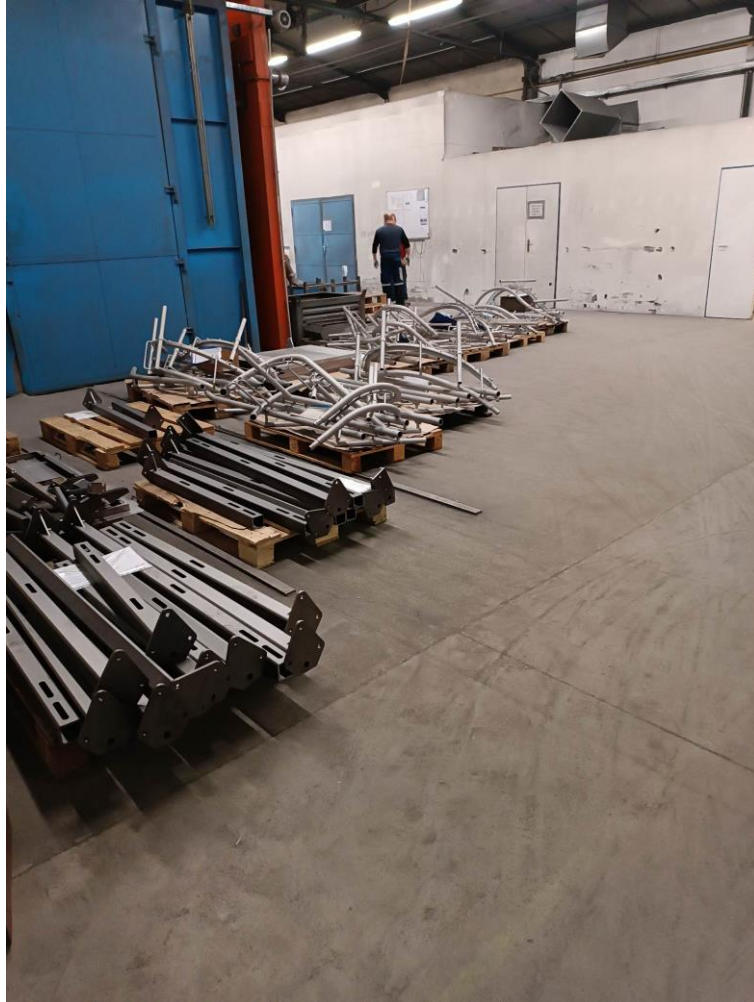
může zdát. Přidání vizuálních prvků by ovšem mohlo vyřešit problémy s přepravou materiálu a koordinovaným pohybem pracovníků po pracovišti.



Obrázek 14 – Lakovna bez vizuálních prvků (vlastní zpracování)

- **Zbytečné pohyby** – do zbytečných pohybů bych zařadil zbytečné ztráty v oblasti ergonomie a času. Pracovníci lakovny mají k dispozici paletové vozíky a další pojízdné stoly a držáky, které jim usnadňují práci při jejich výkonu. Problém však nastává ve chvíli, kdy se každá dodávka materiálu směřující do lakovací linky, odkládá na jiné místo. Tento problém se opírá i o absenci vizualizace v rámci celého pracoviště, kdy nejsou přesně stanoveny plochy pro odkládání materiálu. To dostává třetí a poslední prioritu, jelikož je tento problém úzce spjat právě s problémem se skladovacími prostory.
- **Skladovací prostory v jiné hale** – zásadní problém, co se prostor týče je hlavní prioritou. Lakovna nemá svůj vlastní sklad materiálu, ale pouze barev. Lakované kusy se dováží po povrchových úpravách z pískovny rovnou do lakovny, která s tímto pracovištěm sousedí za pomoci paletových vozíků. Po nalakování se díly

odkládají na palety umístěné pod hřebenovým pásem, respektive mezi jeho dvěma částmi, opět bez jakéhokoliv označení, kde se má paleta nacházet. Druhou možností, je odnos výrobků do skladu, pár metrů od místa sundání kusu z pásu.



Obrázek 15 - Skladování materiálu před vstupem do lakovny (vlastní zpracování)

### 7.5.5 Shrnutí a návrh opatření

V diagramu jsem definoval hlavní problémy vedoucí k nižší produktivitě na oddělení lakovny.

Pro tyto problémy jsem určil jednotlivé priority a na základě tohoto rozdělení jsem vymyslel nápravná opatření pro eliminaci již zmíněných problémů.

1. **Stroje** – Hlavním problémem v této kapitole byly plánované odstávky. Tento problém lze odstranit standardizací daného pracoviště, pro zkrácení časů při výměně, či doplnění barvy do zásobníku.

2. **Lidé** – U lidí se objevil prioritní problém, který jsem nazval „Neproduktivní časový fond“. Tomuto problému lze předejít změnou skladovacích prostor pro jednotlivé výrobky, případně změnou v pracovních úkonech dělníka, jenž sundává díl z hřebenového pásu a zároveň jej přenáší do skladu. Po opětovném začátku by dělník pouze sundával díly a odkládal je na přilehlou paletu, jež by po naplnění odvezl pracovník skladu do skladovacích prostor.
3. **Materiál** – Pro materiál jsem identifikoval jako hlavní problém právě rozdílnost v zakázkách, které jsou zhotovovány na lakovací lince. Tento problém způsobuje plánované prostoje ve výrobě a ubírá tak na produktivním času celého procesu a směny. Lze jej eliminovat plánováním výroby, kdy a jaké díly budou lakovány, aby se v lakovně nenahromadilo v jeden čas vícero rozdílných zakázek s různými vlastnostmi a parametry
4. **Layout pracoviště** – Posledním bodem je layout pracoviště, u kterého jsem identifikoval jako hlavní problém přechod mezi pracovišti v rámci skladovacích prostor, které jsou umístěny v jiné výrobní hale. Jedná se o problém, řešitelný použitím zón pro stanovení bodů ve výrobě (rozpracovaná výroba, hotová výroba apod.) a následným zavedením pozice manipulanta, který bude výrobky na paletách převážet mezi sklady. Tuto práci může vykonávat pracovník skladu, případně zvážit, zdali by bylo vhodné přidání pozice manipulanta.

Problém by se jevil jako řešitelný v případě přestavby či přesunutí lakovací haly do větších prostor s vlastním skladem, který by byl pro pracovníky dostupnější než ten aktuální.

## 7.6 Mapování toku hodnot současného stavu

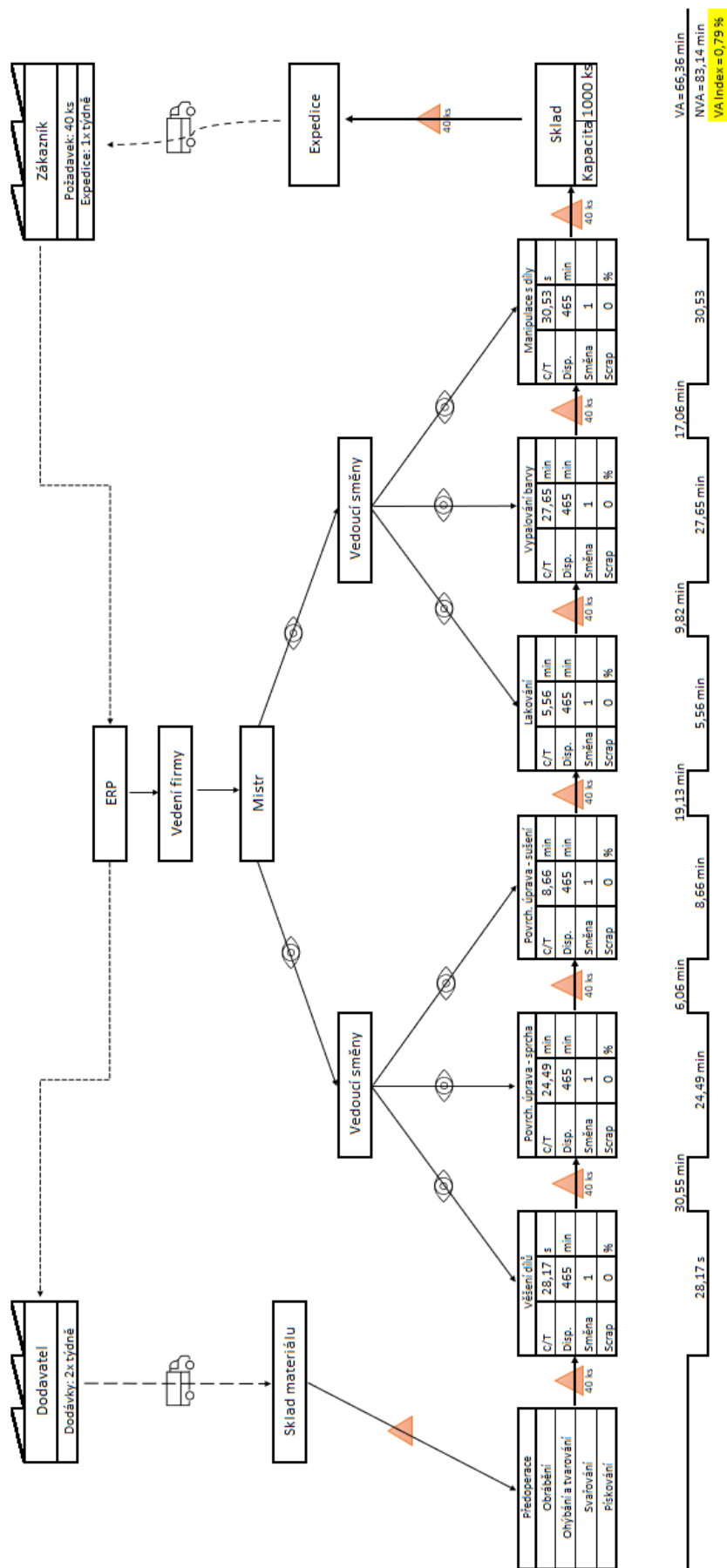
Pro přesnější zobrazení současného skutečného stavu v procesních tocích lakovny, jsem zvolil metodu VSM neboli Value Stream Mapping (mapování hodnotového toku).

Pomocí této metody jsem vytvořil mapu hodnotového toku v oblasti lakovny a lakování, zakomponovanou do celkového výrobního procesu, od zadání objednávky, přes jednotlivé kroky výroby, jako je CNC obrábění kovových dílů, ohýbání a tvarování profilů pro zhotovení sedačkových plošin a zvedacích drah, svařování a poslední krok před vstupem do lakovací haly, pískování.

Jednotlivé výrobní operace potřebné k nalakování výrobků jsou poté:

- Zavěšení dílů na hřebeny lakovny (buďto jednotlivě nebo po více kusech)
- Povrchová úprava lakovaného výrobku – sprchování a odstraňování nečistot
- Povrchová úprava – sušení a předehřev povrchu výrobku
- Lakování v lakovacím boxu KOMAXIT
- Vypalování barvy
- Manipulace s materiálem po nalakování

Celý proces lakování je následně popsán v mapě hodnotového toku na příkladu zakázky pro tuzemského odběratele o celkovém počtu 40 kusů.



Obrázek 16 - Mapa současného stavu lakovny (vlastní zpracování)

Tato mapa hodnotového toku zachycuje hodnotový tok 40 kusů výrobků pro tuzemského odběratele.

Kusovník celé zakázky má různorodou povahu, jelikož se celá jedna zakázka skládá celkem z 10 druhů výrobků, které společnost ALTECH s. r. o. nabízí ve svém výrobním a produktovém portfoliu.

- SA – Sedačka alfa
- SK – Kolečkový schodolez
- SAV – Sedačka Savaria
- Produkt A – Plošina Omega
- Produkt B – Bazénový zvedák
- Produkt E – Plošina Delta
- Produkt S – Plošina Stratos
- DH – Stropní zvedák
- ND – Náhradní díly
- Rampa

Tabulka 6 – Kusovník (vlastní zpracování)

Typ výrobku:	Počet kusů:
SA	14 ks
SK	2 ks
SAV	1 ks
A	7 ks
B	1 ks
E	3 ks
S	2 ks
DH	3 ks
ND	4 ks
Rampa	3 ks

Jelikož se jedná rozměrově o lehce odlišné výrobky, nejsou časy jednotlivých výrobních úkonů totožné. Jednotlivé výrobní operace jsou znázorněny v následující tabulce.

Tabulka 7 – Časy výrobních operací v minutách (vlastní zpracování)

	Sprchování	Pec->sprcha:	Sušení:	Pec->lakovna:	Lakování:	Lakovna->pec:	Vypalování barvy:	Chladnutí:
1.	24,37	6,21	8,65	19,47	5,54	9,74	27,68	17,04
2.	24,47	6,30	8,67	19,51	5,47	9,86	27,65	17,05
3.	24,53	6,32	8,63	19,48	5,52	9,82	27,61	17,05
4.	24,49	6,37	8,67	19,51	5,48	9,91	27,73	17,00
5.	24,53	6,41	8,70	19,16	5,84	9,79	27,60	17,10
6.	24,53	6,54	8,65	18,90	5,45	9,92	27,66	17,06
7.	24,54	6,38	8,64	18,86	5,49	9,74	27,65	17,09
8.	24,49	4,91	8,65	18,79	5,64	9,84	27,66	17,06
9.	24,52	4,92	8,65	18,96	5,57	9,94	27,66	17,07
10.	24,43	6,26	8,73	18,64	5,59	9,65	27,64	17,05
<b>Celkem:</b>	<b>244,90</b>	<b>60,62</b>	<b>86,64</b>	<b>191,28</b>	<b>55,59</b>	<b>98,21</b>	<b>276,54</b>	<b>170,57</b>
<b>Průměr:</b>	<b>24,49</b>	<b>6,06</b>	<b>8,66</b>	<b>19,13</b>	<b>5,56</b>	<b>9,82</b>	<b>27,65</b>	<b>17,06</b>

Tabulka je následně doplněna o další časové hodnoty, kterými jsou manipulace s materiálem před a po nalakování součástí (28,17s + 30,53s) a dobou, než jsou výrobky hřebenovým pásem dopraveny z bodu manipulace s výrobky do prvního bodu procesu a tou je sprchování součástí a zbavování nečistot (30,55 minut).

Celková průměrná doba potřebná k nalakování jednoho dílu včetně manipulace s materiálem a povrchové úpravy je v tomto případě 149,5 minut.

Abychom dosáhli správného výpočtu pro celou dávku 40 kusů, musíme zohledňovat takt linky, která průměrně vyprodukuje každých 39,22 sekundy jeden nalakovaný výrobek. Tedy rozestupy mezi jednotlivými díly se rovnají této hodnotě.

Jestliže se hodnota času od vstupu prvního kusu zakázky do výroby, po její výstup jako již nalakovaný finální produkt rovná 149,5 minutám, musíme za každý další díl, jež byl právě nalakován a na němž byla vypálena barva, přičíst již vypočítaných průměrných 39,22 vteřiny.

- $149,5 \text{ minut} + (39 \cdot 39,22\text{s}) = 174,99 \text{ minut} \Rightarrow \underline{2,91 \text{ hodin}}$

Při dávce 40 kusů, v případě, kdy se na lince nevyskytne žádný problém a není linka zcela zastavena, se výrobní čas pohybuje na hodnotě 174,99 minut  $\Rightarrow$  2,91 hod. pro výrobu jedné zakázky o celkovém počtu 40 kusů.

## 8 KAPACITA LAKOVNY

Pro výpočet celkové kapacity lakovny byly použity veškerá data sesbíraná z předchozích kapitol a měření. Do výpočtu kapacity lakovny byly zahrnuty průměrné ztráty v časovém fondu práce, konkrétně časy plánovaných a neplánovaných odstávek v hodinovém horizontu. Hlavním měřeným kritériem pro dosažení požadovaného výsledku je průměrný počet produktů, které jsou na lakovací lince zhotoveny v intervalech 1 minuta, 15 minut, 30 minut a 60 minut. Každé z těchto měření bylo provedeno 10krát.

Tabulka 8 – Měření počtu nalakovaných kusů za daný časový úsek (vlastní zpracování)

Pořadí měření:	1 minuta:		15 minut:		30 minut:		60 minut:	
	Počet kusů:	Počet hřebenů:	Počet kusů:	Počet hřebenů:	Počet kusů:	Počet hřebenů:	Počet kusů:	Počet hřebenů:
1.	1	3	14	32	61	66,5	119	133,5
2.	1	3	60	34	33	67,5	61	134
3.	1	3	7	33	111	67,5	72	134,5
4.	2	3	22	34	15	66,5	76	134
5.	1	3	7	33	23	68	111	134
6.	1	3	22	34	29	68	101	133,5
7.	1	2,5	23	33	29	68	83	134,5
8.	0	2,5	7	34	51	67,5	94	134
9.	1	2,5	35	35	76	67,5	52	133
10.	2	3	34	34	43	67	135	134
Celkem:	11	28,5	231	336	471	674	904	1339
Průměr:	1,1	2,85	23,1	33,6	47,1	67,4	90,4	133,9

Z výše uvedené tabulky lze vyčíst, kolik kusů projede lakovací linkou ve společnosti ALTECH s. r. o. za daný časový úsek (1 minuta, 15 minut, 30 minut, 60 minut) a je zároveň nalakováno příslušnou barvou dle produktové dokumentace a požadavků zákazníka.

Podle měření se ve společnosti nalakuje za jednu hodinu přibližně 90 kusů výrobků různých druhů, od jednotlivých komponentů pro další využití, po již zkonstruované zvedací plošiny a pojízděcí dráhy.

Za jednu směnu, jenž má ve společnosti časový fond 465 minut, se tímto tempem zvládne vyrobit v průměru 697,5 kusů výrobků.

### 8.1 Plýtvání v oblasti výrobních kapacit – mezery ve výrobě

Tato část analýzy se zabývá plýtváním místem na lakovací lince. Konkrétně se jedná o plýtvání s hřebeny, které nejsou všechny využity z důvodu rozdílnosti zakázek. Tímto vznikají nepotřebné a užitek nepřinášející mezery mezi jednotlivými kusy vyráběných



součástí. Jednodušší a efektivnější možností, jíž se dá zabránit v pomíchání jednotlivých zakázek, je zavěšování plechových destiček, které na lince oddělují jednotlivé výrobky rozdílných objednávek.

Jedná se o dostačující opatření, které ve firmě funguje, jelikož se nevyužívá jeho plný potenciál a je využíváno jen zřídka. Ve většině případů jsou zakázky odděleny mezerami v řádu desítek hřebenů, tedy několika metrů.

Dle měření bylo zjištěno, že průměrný rozestup mezi zakázkami, je 18,2 hřebene. Jeden hřebenový závěs je dlouhý 400 mm, což v průměru vychází na rozestup ve výrobě o celkové průměrné výměře 7,28 metru, za každou zakázkou.

Pro představu, celý hřebenový pás obsahuje přibližně 281 takovýchto hřebenových zavěšení se svou přibližnou celkovou délkou 112,45 metru. Jedna taková mezera tedy průměrně zabírá až 6,5 % z celkové využitelné délky lakovací linky a způsobuje pokles efektivity a produktivity na daném oddělení lakovny.

Tabulka 9 – Prostoje ve výrobě (vlastní zpracování)

Prostoje ve výrobě: (v počtech zavěšení)			Časy zastavení stroje	
Pořadí měření:	Mezery mezi díly:	Rozestupy mezi zakázkami:	Změna barvy (minuty):	Ostatní (minuty):
1.	2,5	23	7,35	0,41
2.	2	24	6,68	1,32
3.	2	11	6,84	1,77
4.	2	26	6,31	0,76
5.	1,5	13	7,03	20,99
6.	1,5	10	7,04	0,55
7.	1,5	15	6,88	1,08
8.	2	26	6,52	2,38
9.	2,5	20	-	1,93
10.	1,5	14	-	2,75
Průměr:	1,9	18,2	6,83	3,39

Mezery mezi lakovanými díly jsou z důvodu bezpečnosti jak lakovací linky, tak samotných výrobků před mechanickým poškozením v prostorách jednotlivých výrobních operací, jako je sprchovací komora, sušící pec či pec vypalovací. Rozestupy mezi zakázkami jsou dále způsobeny buďto nedostatečným objemem výroby v pískovně, tedy nejsou připravené výrobky na nalakování, případně absencí kovových destiček pro oddělení zakázek.

V neposlední řadě také nedisciplinovaností či neznalostí pracovníků, kteří si rozestup sami vytvoří.

V případě, že by se zakázky oddělovaly pouze kovovými destičkami na závěsu a nevynechávaly by se těmito mezerami, mohla by se produktivita lakovací linky zvýšit až o 6,5 % a to z 697,5 kusů za směnu na 742,8 kusů => 742–743 kusů výrobků za směnu.



Obrázek 17 – Kovové destičky na oddělení zakázek (vlastní zpracování)

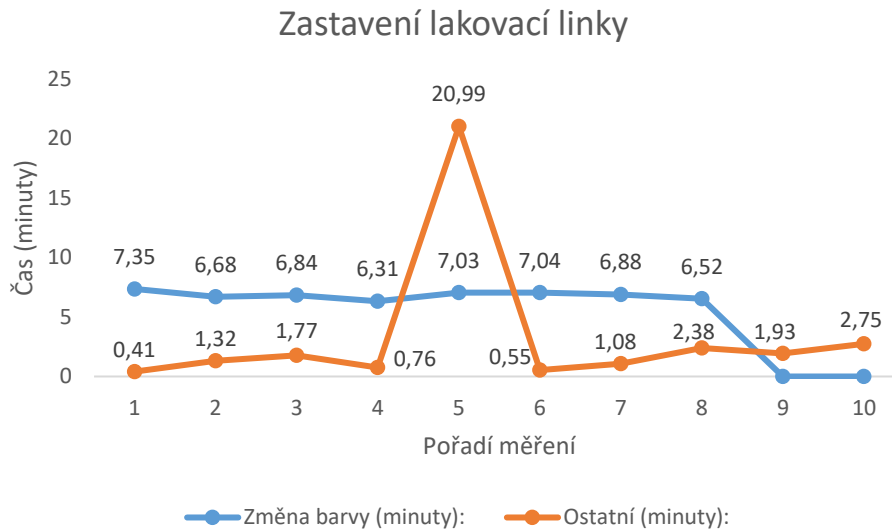
Dalším místem plýtvání časového fondu směny v této oblasti výroby je zastavení lakovací linky z mnoha důvodů:

- **Chyba pracovníka** (ostatní) – chybně zavěšený kus, pracovník se omylem otřel o čerstvě nalakovaný díl a ten musí být posléze znovu přelakován, chyba v technologickém postupu apod.
- **Chyba stroje** (ostatní) – může se jednat například o situaci, kdy celkově nefunguje stroj, případně se špatně vypekla barva.
- **Kontrola** (ostatní) – zastavení stroje z důvodu kontroly výrobku.
- **Změna barvy** – nutná změna barvy v případě jiného typu zakázky s barevnou odlišností, případně doplňování barvy. Za jednu směnu se barva mění v průměru

8krát, v případě menšího objemu výrobků v zakázkách však tento stav může být jiný a počet změn barvy se tedy může v závislosti na tomto faktoru lišit.

Plýtvání je časově znázorněno na následujícím grafu:

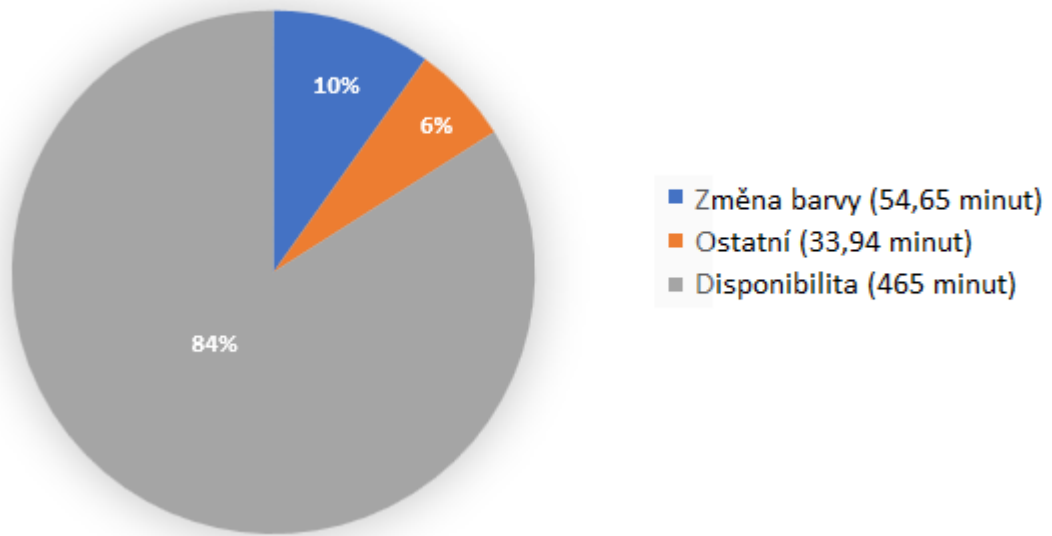
Graf 2 – Zastavení lakovací linky (vlastní zpracování)



Tyto prostoje ve výrobě se nedají žádným způsobem kontrolovat a jsou prakticky nutnou součástí celého výrobního procesu na lakovací hale. Oranžová linie popisuje zastavení stroje z důvodu chyby v procesu, případně kontroly výrobků. Hodnota 20,99 minut znázorňuje čas zastavení linky z důvodu poruchy na lince, konkrétně se v tomto případě jednalo o problém s převodovkou. Modrá linie značí změnu či doplnění barvy do zásobníku.

Na jednu směnu tímto způsobem připadá průměrně 88,55 minut z časového fondu směny, kdy linka stojí z výše uvedených důvodů. V takovém případě se poté disponibilita jedné směny rovná 376,45 minut. Tím pádem se snižuje i celková produktivita a kapacita lakovací linky na výsledných 564,67 => 565 kusů.

Graf 3 – Prostoje ve výrobě (zastavení stoje)

**Prostoje ve výrobě (zastavení stoje)**

Graf nám procentuálně znázorňuje, že tyto prostoje způsobují ztráty v časovém fondu v průměru 16 %, tj. 74,4 minut.

V tomto případě, při plném využívání potenciálu destiček pro oddělování zakázek a zvýšením tak výrobních možností lakovny o 6,5 %, můžeme dosáhnout výsledné kapacity o teoretické hodnotě:  $564,67 + 36,66 = 601,33 \Rightarrow 601$  kusů výrobků za směnu

## 9 NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ PROCESU LAKOVÁNÍ

V tomto bodu své bakalářské práce bych rád představil navrhovaná řešení výše zmíněného analyzovaného procesu lakování výrobků v lakovně společnosti ALTECH s. r. o. Při výběru navrhovaných řešení jsem vycházel z výše naměřených hodnot při analyzování celého procesu.

V závislosti na vybraných úzkých místech ve výrobě jsem následně vytvořil 2 navrhovaná řešení, která by zvýšila efektivitu práce dělníků, při manipulaci s výrobky určených k lakování. Mezi tyto řešení patří standardizace za použití metody 5S pro eliminaci plýtvání a vizualizace pracoviště, pro vymezení zón pro nakládku a vykládku materiálu, jež na tomto oddělení chybí v plném rozsahu.

### 9.1 Návrh na zlepšení procesu – standardizace

Prvním návrhem na zlepšení procesu na oddělení lakovny, je standardizace daného pracoviště za použití metody 5S.

Základním kamenem tohoto standardu je ve společnosti organizace jednotné uložení závěsů pro lakované dílce do regálů, tak aby byly rozděleny a rozřizeny podle velikostí a tvarů do přílehlých ukládacích boxů, případně do správných polic regálu.

Tyto závěsy jsou rozmístěny všude po pracovišti lakovny a jsou zde pouze tři menší skříně, respektive regály, do kterých jsou závěsy ukládány.

V případě standardizace za použití metody 5S jsme schopni touto metodou stáhnout prostoje při manipulaci s výrobky na minimum, co se práce dělníků týče. V tomto případě se jedná o zbytečné ztráty v časovém fondu, při hledání správných závěsů, pasujících k aktuálně lakovanému dílu a při neustálém cestování pracovníků k regálům s přípravky na zavěšení výrobků.



Obrázek 18 – Návrh standardizace uložení závěsů – před (vlastní zpracování)



Obrázek 19 - Návrh standardizace uložení závěsů – po (vlastní zpracování)

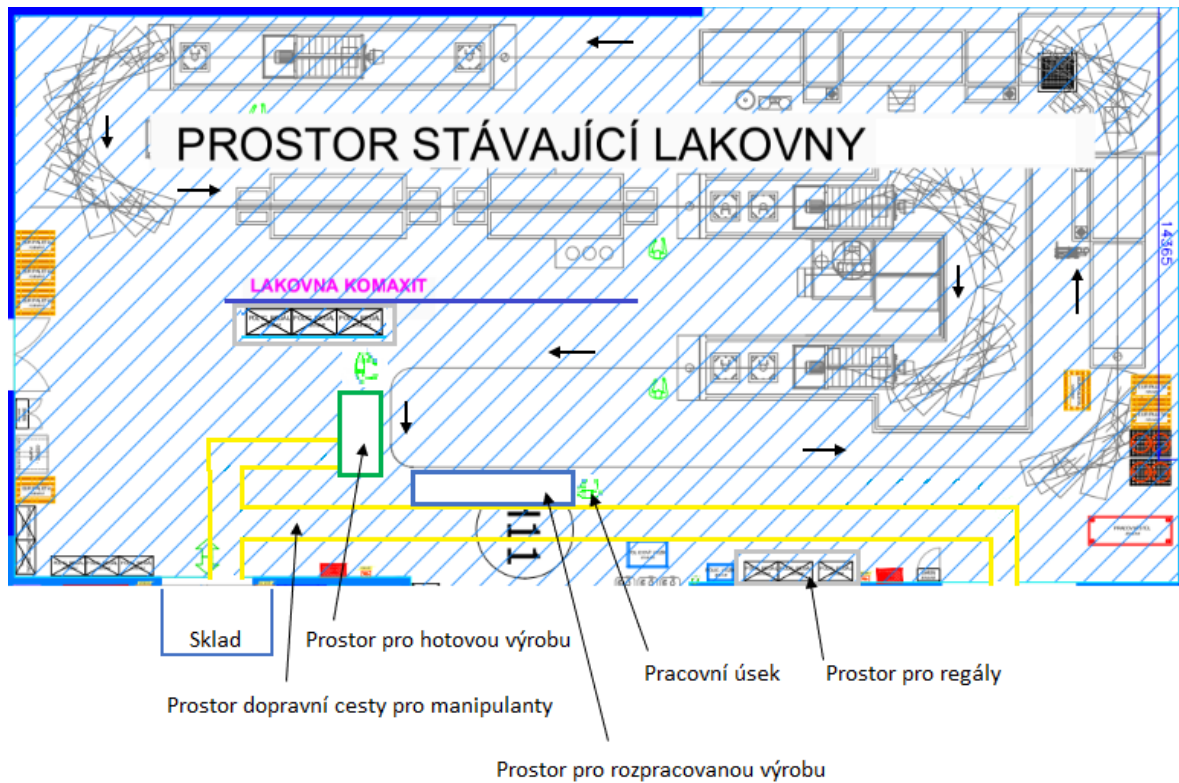
## 9.2 Návrh na zlepšení procesu – Vizualizace pracoviště

Pro toto konkrétní opatření jsem se rozhodl již při prvním vstupu do firmy, jelikož první věcí, která mi byla patrná po příchodu na pracoviště, byla právě absence zmiňovaných vizuálních prvků a označení jednotlivých zón na pracovišti.

Vizualizace pracoviště a vyznačení zón by mohlo snížit časy potřebné pro manipulaci s výrobky, ušetřit tak po fyzické stránce dělníkům v provozu a standardizovat plochy pro nakládku a vykládku materiálu v lakovně.



Obrázek 20 - Aktuální layout lakovny (interní zdroj – upraveno)








Obrázek 21 - Layout lakovny po aplikaci vizualizace (interní zdroj – upraveno)

Bílá neboli zóna pro regály a stojany je na obrázku vyznačena šedou barvou z důvodu lepší viditelnosti.

Na pracovišti bych doporučoval zavést následujícím, případně podobným způsobem zóny, jež jsem znázornil na výše zmíněném obrázku. Konkrétně jde o tyto zóny:

- Prostor pro dopravní cesty pro manipulanty
- Prostor pro hotovou výrobu
- Prostor pro rozpracovanou výrobu
- Prostor pro regály, stojany atd.
- Prostor pracovního úseku



Barevné vyznačení zón na oddělení lakovny			
Označení:	Název barvy:	Použití:	Identifikace:
	Žlutá	Hlavní dopravní cesta pro manipulanty s VZV a pro ruční	Prostor musí být volný pro bezpečný průchod a průjezd
	Bílá	Prostor pro zařízení a instalace (regály, stojany atd.)	Odkládací prostor, spadají zde pracovní stanice, vozíky a ostatní bez určené barvy
	Zelená	Prostor pro hotovou výrobu	Materiál v této oblasti může být odvezen manipulantom na další pracoviště
	Modrá	Prostor pro rozpracovanou výrobu	Materiál v této oblasti je určen ke zpracování na daném pracovišti
	Pracovník	Označení pracovního úseku ve výrobě	Oblast, ve které se pohybuje pracovník za účelem výkonu práce

Obrázek 22 – Barevné vyznačení zón na oddělení lakovny (vlastní zpracování)

### 9.3 Zhodnocení navrhovaných řešení

Po aplikaci výše zmíněných opatření pro eliminaci prostoru a času ve výrobních operacích byla vytvořena teoretická mapa hodnotového toku. Mapa hodnotového toku budoucího stavu se skládá, z již výše zmíněných operací, nutných k nalakování, respektive vyrobení jednoho kusu výrobku na oddělení lakovny ve společnosti.

Zavedením těchto opatření by se původní takt pro manipulaci s díly před nalakováním snížil z původního 1 kusu za 28,17s na 1 kus za 13,79 s. Je to způsobeno absencí delší cesty k dílům, která zabírala 14,38 vteřiny. Pro manipulaci s díly po nalakování se takt zmenší z původního 1 kusu za 30,53 s na 1 kus za 11,91s. Tento jev je způsoben zeštíhlením pracoviště odebráním cest pracovníků při přenosu materiálu do skladu a návratu z něj.

Tabulka 10 – Manipulace s materiálem před nalakováním – řešení (vlastní zpracování)

Pořadí měření:	Věšení kusů na závěsy:	Věšení závěsů na hřebeny:	Celkem:
1.	10,91	2,48	13,39
2.	8,64	2,72	11,36
3.	22,51	5,10	27,61
4.	11,61	1,57	13,18
5.	15,86	2,68	18,54
6.	3,55	2,71	6,26
7.	4,92	2,17	7,09
8.	18,94	3,44	22,38
9.	5,46	2,09	7,55
10.	8,68	1,88	10,56
Celkem:	111,08	26,84	137,92
Průměr:	11,11	2,68	13,79

Dalším zkrácením manipulace s výrobky je proces manipulace po nalakování.

- Původní takt – 1 kus za 30,53 vteřiny
- Nový takt – 1 kus za 11,91 vteřiny

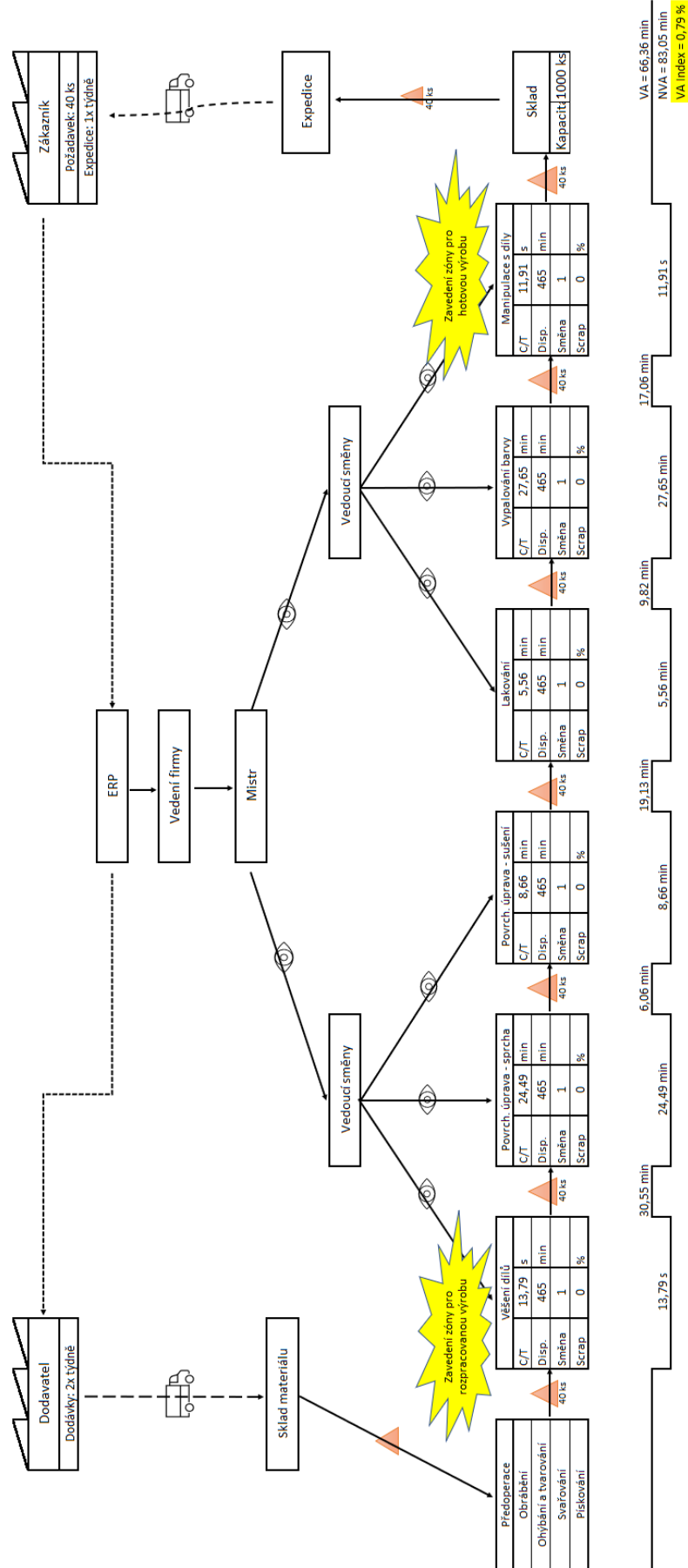
Tento fakt je způsoben ořezáním manipulačního času, odebráním pohybu mezi skladem a pracovištěm, který zabírá celkem 18,62 vteřiny, než pracovník odnese jeden kus do skladu a vrátí se zpět na svoje místo. Tento pohyb je nahrazen přistavěnou paletou, na kterou jsou kusy odkládány a následně manipulačním vozíkem odvezeny do prostor skladu.

Tabulka 11 – Manipulace s materiálem po nalakování – řešení (vlastní zpracování)

Pořadí měření:	Sundání jednoho kusu:	Pokládání jednoho kusu:	Celkem:
1.	9,27	4,15	13,42
2.	4,32	2,96	7,28
3.	3,62	6,81	10,43
4.	2,80	4,93	7,73
5.	4,01	4,72	8,73
6.	2,67	5,81	8,48
7.	2,93	4,81	7,74
8.	4,52	9,50	14,02
9.	3,03	28,45	31,48
10.	3,25	6,50	9,75
Celkem:	40,42	78,64	119,06
Průměr:	4,04	7,86	11,91

V případě, že by byly na pracovišti ustanovené zóny pro rozpracovanou a hotovou výrobu, pracovník by nemusel pro další díly zbytečně chodit několik metrů k paletě, kterou mu manipulát přistavil na náhodné místo.

Mapa hodnotového toku budoucího stavu následně vypadá takto:



Obrázek 23 – Mapa hodnotového toku budoucího stavu (vlastní zpracování)

Mapa toku hodnot budoucího stavu zobrazuje celkový čas pro nalakování dílů. Původní takt 149,5 minuty pro výrobu jednoho kusu, se podařilo snížit na 149,41 minuty.

#### 9.4 Ekonomické zhodnocení navrhovaných řešení

Hlavním cílem těchto opatření je zefektivnění manipulace s dodávkami dílů v oblasti lakovny, dále také definovat body ve výrobě, které je potřeba označit pro lepší pohyb a koordinaci pracovníků při práci.

- Totální produktivita v tomto případě:  $TP = \frac{149,5}{149,41} = 1,0006 \Rightarrow 100,06 \%$

Z výpočtu výše si můžeme všimnout, že se výsledná produktivita celého procesu zvýšila o 0,06 %.

Pro produktivitu jednotlivých činností jako je manipulace s díly před a po nalakování platí:

$$TP_1 = \frac{28,17}{13,79} = 2,043 \Rightarrow 204,29 \%$$

Pro  $TP_1$  (před nalakováním) se zavedením opatření zvýší produktivita práce o 104,29 %.

$$TP_2 = \frac{30,53}{11,91} = 2,563 \Rightarrow 256,32 \%$$

Pro  $TP_2$  (po nalakování) se zavedením opatření zvýší produktivita práce o 156,32 %.

Průměrná cena průmyslového regálu o rozměrech 1800x1800x500mm se pohybuje kolem 4.590 Kč za kus. Pro tuto lakovací linku by stačilo pořídit pouze 3 regály, jež by se umístily k nově znázorněnému pracovnímu úseku pro potřeby pracovníka odkládat a třídit využitě závěsy. Pro tyto závěsy následně potřebujeme i úložiště. Postačit by v tomto případě měly regálové a skladové přepravky, případně plastové ukládací boxy, jejichž cena na trhu se pohybuje průměrně kolem 30 Kč za kus. Pro implementaci těchto regálů potřebujeme cca 2 hodiny času jednoho z pracovníků, který regály složí, naskládá zde ukládací boxy a roztřídí jednotlivé kusy zavěšením na svá místa.

Tabulka 12 – Položky pro implementaci 5S (vlastní zpracování)

Položky:	Cena (Kč):
Regál 1800x1800x500 mm 4x:	13.770
Ukládací box (balení 17 ks) 2x:	1.010
Práce:	520
Celkem:	15.300

Celková cena pro implementaci tohoto prvku do výrobní haly činí 15.300 Kč. Je zde započítána kupní cena za jednotlivé položky, taktéž mzda pracovníka za 4 hodiny, kdy bude regály dávat dohromady.

Pro implementaci vizualizace potřebujeme znát přesné rozměry zón, které se budou označovat, aby se nakoupil správný počet podlahových vyznačovacích pásek.

Tabulka 13 – Položky pro označení zón (vlastní zpracování)

Položky:	Cena (Kč):
Vyznačovací páska – žlutá	380
Vyznačovací páska – bílá	190
Vyznačovací páska – zelená	190
Vyznačovací páska – modrá	190
Práce:	600
Celkem:	1550

Pro tuto operaci budeme potřebovat celkem 4 druhy barevných pásek, a to žlutou, bílou, zelenou a modrou. Jednotlivé pásy (o délce 33 metrů) stojí každá v průměru 190 Kč, žlutá páska bude ovšem nejvíce využívána, jelikož se s ní označují dopravní cesty, jež se táhnou přes celé oddělení, proto budou potřeba celkem 2 kusy. Od každého dalšího druhu postačí 33 metrů pásy. Pro aplikaci je zapotřebí 2 pracovníků, kteří přesně vědí, kam tyto pásy nalepit a jak celé pracoviště následně označit. Byla zvolena optimální hodnota mzdy 150 Kč na hodinu, práci dělají 2 lidé, přibližně 2 hodiny.

V celkovém součtu vychází implementace tohoto návrhu na 1.550 Kč.

## ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce byla analýza vybraného oddělení lakovny a vyobrazení současného stavu výrobního procesu na tomto pracovišti. Hlavním tématem této práce byl proces manipulace s výrobky, proces lakování a povrchových úprav materiálu a kapacitní výpočet dané lakovací linky.

Teoretická část práce byla rozdělena na 5 kapitol, jež se vážou k danému tématu. První kapitola se zabývala produktivním procesem, dělením výrobních procesů a jejich zeštíhlováním. Kapitola druhá popisovala produktivitu na pracovišti a efektivitu práce. Faktory, jež ji ovlivňují a vybrané metody průmyslového inženýrství, kterými lze dosáhnout zeštíhlení podniku. Následně byly vybrané metody popsány v následujících kapitolách o metodách pro zvyšování produktivity, na příkladu Ishikawa diagramu, 5S a mapování hodnotového toku (VSM). Na závěr teoretické části se práce dotýkala tématu manipulace s materiálem, ve kterém byly zmíněny teoretické poznatky o layoutu a zařízeních pro manipulaci s materiálem.

Praktická část této bakalářské práce zpracovávala ze začátku základní informace ohledně společnosti ALTECH s. r. o., jejich výrobní portfolio a organizační strukturu. Jednotlivé úkony ve výrobním procesu lakování od manipulace s materiálem před lakováním, přes povrchovou úpravu, proces lakování až po manipulaci s materiálem po nalakování součástí je podrobně popsán v kapitole č. 7. Stejná kapitola se také věnovala analýze jednotlivých činností ve výrobním procesu za účelem zvýšení produktivity práce daného oddělení. Tyto aktivity byly analyzovány za použití metody Value Stream Mapping, Ishikawa diagramu a metody 5S

Na základě zanalyzovaných činností a výrobních procesů byly na závěr práce navržena možná řešení dotýkající se metody 5S pro standardizaci pracoviště a pracovních postupů a uplatnění metody vizualizace pro určení důležitých míst ve výrobě, jakými jsou prostor pro rozpracovanou a hotovou výrobu, pozice regálů a přípravků pro manipulaci s materiálem a další. Budoucí stav po zavedení těchto návrhů byl zobrazen do mapy hodnotového toku.

Všechny tyto navrhovaná řešení byla ekonomicky zhodnocena v poslední kapitole této práce, jakožto i znázornění výsledného zvýšení produktivity po zavedení návrhů.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ALTECH [online]. Uherské Hradiště: ALTECH s. r. o., 2017 [cit. 2023-05-11]. Dostupné z: <https://www.altech.cz/>

BURIETA, Ján. Metóda 5S: Základy štíhleho podniku. Žilina: IPA Slovakia, 2013, 46 s., ISBN 978-80-89667-04-8.

DENNIS, Pascal a John SHOOK. Lean production simplified: a plain language guide to the world's most powerful production system. New York: Productivity Press, 2002, 170 s., ISBN 1563272628.

DENNIS, Pascal a John SHOOK. Lean production simplified: a plain language guide to the world's most powerful production system. 2nd edition. Boca Raton: CRC Press, 2007, 176 s., ISBN 9781563273568.

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

FEKETE, Milan. Efektívny produkčný systém. Bratislava: Kartprint, 2012, 131 s., ISBN 9788089553099.

GARBIE, Ibrahim. Sustainability in manufacturing enterprises: concepts, analyses and assessments for industry 4.0. Switzerland: Springer Cham, 2016, 248 s., ISBN 9783319293042.

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

CHROMJAKOVÁ, Felicita. Průmyslové inženýrství: Trendy zvyšování výkonnosti štíhlým řízením procesů. Žilina: Georg, 2013, 116 s. ISBN 978-80-81540-58-5.

CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA. Řízení a organizace výrobních procesů: Kompendium průmyslového inženýra. Žilina: Georg, 2011, 139 s. ISBN 978-80-89401-26-0.

Jak se provádí práškové lakování v lakovnách? SUN SYSTÉM, s. r. o. [online]. Veselí nad Moravou: SUN SYSTEM, 2023 [cit. 2023-05-11]. Dostupné z: <https://www.sunsystem.cz/novinky/jak-se-provadi-praskove-lakovani-v-lakovnach/>



JUROVÁ, Marie. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: Grada Publishing, 2016, 254 s., Expert (Grada). ISBN 978-802-4757-179.

KAVAN, Michal. Výrobní a provozní management. Praha: Grada, 2002, 424 s., ISBN 8024701995.

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

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006. Management studium, 238 s. ISBN 80-868-5138-9.

KUCHARČÍKOVÁ, Alžběta. Efektivní výroba: využijte výrobní faktory a připravte se na změny na trzích. Brno: Computer Press, 2011, 344 s., ISBN 9788025125243.

MAŠÍN, Ivan. Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2003, 80 s., ISBN 8090223591.

MAŠÍN, Ivan. Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štihlé výroby. Liberec: Institut technologií a managementu, 2005, 106 s., ISBN 8090353312.

MORAN, Sean. Process plant layout. 2nd edition. New York; Elsevier, 2017, 734 s. ISBN 978-0128-0-3355-5.

NĚMEJC, Jiří. Projektování manipulace s materiálem. 3. vydání. Plzeň: Západočeská univerzita, 1998, 112 s. ISBN 80-708-2427-1.

PATERMANN, Jiří. Lean dílenské řízení: je čas změnit vaši dílnu : začněme teď!. Praha: Grada, 2022, 157 s., ISBN 978-80-271-3534-9.

Produkční proces (Production Process) [online]. Praha: Management Mania, 2015 [cit. 2023-05-11]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/produkcni-proces>

ŘEPA, Václav. Procesně řízená organizace. Praha: Grada, 2012, 301 s., ISBN 9788024741284.

STEPHENS, Matthew a Fred MEYERS. Manufacturing facilities design and material handling. 5th ed. West Lafayette, Indiana: Purdue University Press, 2013, 527 s. ISBN 978-155-75-3650-1.

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

TREBUŇA, Peter. Aplikácia vybraných metód modelovania a simulácie v priemyselnom inžinierstve. Košice: Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, 2017, 208 s., ISBN 9788055328355.

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

VSM Value Stream Mapping

IT Informační technologie

CNC Computer Numerical Control

VA Value-added

NVA Non-value Added

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 - Schéma produktivního procesu (Management mania, 2015) .....	14
Obrázek 2 – Logo společnosti ALTECH s. r. o. (ALTECH, 2017) .....	28
Obrázek 3 - Organizační struktura společnosti (interní zdroj) .....	30
Obrázek 4 - Procesní mapa lakování (vlastní zpracování) .....	32
Obrázek 5 - Kovové háčky pro zavěšení (vlastní zpracování) .....	33
Obrázek 6 - Závaží na zavěšení (vlastní zpracování) .....	35
Obrázek 7 – Náčrt zavěšení madel v počtu 12 kusů (vlastní zpracování) .....	36
Obrázek 8 – Náčrt zavěšení madel na přípravku (vlastní zpracování) .....	36
Obrázek 9 - Přípravky na zavěšení madel a zábradlí (vlastní zpracování) .....	37
Obrázek 10 – Gumové pásky pro maskování nelakovaných částí (vlastní zpracování) .....	37
Obrázek 11 – Lakovna KOMAXIT (vlastní zpracování) .....	39
Obrázek 12 - Ishikawa diagram procesu lakování (vlastní zpracování) .....	44
Obrázek 13 - Layout oddělení lakovny (interní zdroj) .....	48
Obrázek 14 – Lakovna bez vizuálních prvků (vlastní zpracování) .....	49
Obrázek 15 - Skladování materiálu před vstupem do lakovny (vlastní zpracování) .....	50
Obrázek 16 - Mapa současného stavu lakovny (vlastní zpracování) .....	53
Obrázek 17 – Kovové destičky na oddělení zakázek (vlastní zpracování) .....	58
Obrázek 18 – Návrh standardizace uložení závěsů – před (vlastní zpracování) .....	62
Obrázek 19 - Návrh standardizace uložení závěsů – po (vlastní zpracování) .....	62
Obrázek 20 - Aktuální layout lakovny (interní zdroj – upraveno) .....	63
Obrázek 21 - Layout lakovny po aplikaci vizualizace (interní zdroj – upraveno) .....	64
Obrázek 22 – Barevné vyznačení zón na oddělení lakovny (vlastní zpracování) .....	65
Obrázek 23 – Mapa hodnotového toku budoucího stavu (vlastní zpracování) .....	68

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 – Pracovní úkony při manipulaci s výrobky (vlastní zpracování) .....	32
Tabulka 2 – Lakování jednotlivých kusů ve výrobě (vlastní zpracování) .....	38
Tabulka 3 – Počet nalakovaných výrobků za minutu (vlastní zpracování) .....	39
Tabulka 4 – Časy jednotlivých úkonů při manipulaci s díly (vlastní zpracování) .....	41
Tabulka 5 – Zastavení lakovací linky (vlastní zpracování) .....	45
Tabulka 6 – Kusovník (vlastní zpracování) .....	52
Tabulka 7 – Časy výrobních operací v minutách (vlastní zpracování) .....	53
Tabulka 8 – Měření počtu nalakovaných kusů za daný časový úsek (vlastní zpracování) ...	54
Tabulka 9 – Prostoje ve výrobě (vlastní zpracování) .....	55
Tabulka 10 – Manipulace s materiálem před nalakováním – řešení (vlastní zpracování) ...	63
Tabulka 11 – Manipulace s materiálem po nalakování – řešení (vlastní zpracování) .....	64
Tabulka 12 – Položky pro implementaci 5S (vlastní zpracování) .....	66
Tabulka 13 – Položky pro označení zón (vlastní zpracování) .....	67

**SEZNAM GRAFŮ**

Graf 1 – Celkový čas práce (vlastní zpracování) .....	42
Graf 2 – Zastavení lakovací linky (vlastní zpracování) .....	58
Graf 3 – Prostoje ve výrobě (zastavení stoje) .....	59