

# **Analýza výrobního pracoviště ve vybrané společnosti**

Filip Wilczek

---

Bakalářská práce  
2020



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: 2019/2020

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Filip Wilczek**  
Osobní číslo: **M17823**  
Studijní program: **B6209 Systémové inženýrství a informatika**  
Studijní obor: **Řízení výroby a kvality**  
Forma studia: **Prezenční**  
Téma práce: **Analýza výrobního pracoviště ve vybrané společnosti**

### Zásady pro vypracování

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Pomocí literárních zdrojů zpracujte teoretické poznatky týkající se výrobního pracoviště.

II. Praktická část

- Analyzujte výrobní pracoviště ve vybrané společnosti.
- Na základě výsledků analýzy navrhněte doporučení pro zvýšení efektivity výrobního pracoviště.

Závěr

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

#### Seznam doporučené literatury:

KOŠTURIAK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. 1. vyd. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. ISBN 8086851389.  
MORAN, Sean. *Process plant layout*. 2nd edition. Amsterdam: Elsevier, BH, 2017, 734 s. ISBN 9780128033555.  
OUDOVÁ, Alena. *Logistika: základy logistiky*. 2. aktual. vyd. Prostějov: Computer Media, 2016, 104 s. ISBN 9788074022388.  
TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Průmysl 4.0 aneb Nikdo sám nevyhraje*. 1. vyd. Průhonice: Professional Publishing, 2017, 200 s. ISBN 9788090659445.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Eva Juříčková, Ph.D.**  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Datum zadání bakalářské práce: **6. ledna 2020**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **19. května 2020**

L.S.

---

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

---

**Ing. Eva Juříčková, Ph.D.**  
ředitel ústavu

## **PROHLÁŠENÍ AUTORA**

### **BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE**

#### **Prohlašuji, že**

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

#### **Prohlašuji,**

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

Ve Zlíně

Jméno a příjmení: Filip Wilczek

.....  
podpis diplomanta

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce se zabývá analýzou výrobního pracoviště ve vybrané společnosti. Cílem této práce je navrhnout změny ve výrobním procesu, dále snížení počtu operátorů, kteří pracují na pracovišti a návrh úpravy layoutu. Tohoto cíle bylo dosaženo pomocí analýzy pracoviště, layoutu, procesních časů montážních strojů a MTM analýzy pracoviště. V návrzích na zlepšení byl navrhnout nový layout, snížení počtu operátorů na pracovišti a přemístění části výroby na jiné montážní pracoviště.

Klíčová slova: výroba, analýza procesu, layout, MTM analýza

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis is focused on the production workplace analysis in the selected company. The aim of this work is to propose changes in the production process, reducing the number of operators working in the workplace and change design of layout. This goal was achieved through the workplace analysis, layout analysis, process times of assembly machines and MTM workplace analysis. In the proposals for improvement, a new layout was proposed, reduction the number of operators in the workplace and the relocation of part of the production to another assembly workplace.

Keywords: production, process analysis, layout, MTM analysis

Touto cestou bych rád poděkoval vybrané společnosti, která mi umožnila zpracovat tuto závěrečnou práci. Dále bych chtěl poděkovat paní Ing. Evě Juříčkové, PhD. Za její odborné poznatky a rady ke zpracování této práce. V neposlední řadě patří velký dík mé rodině, která mě po celou dobu studia podporovala.

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

*„Každý, kdo se přestane učit, je starý, ať je mu dvacet nebo osmdesát. Každý, kdo se stále učí, zůstává mladý.“ (Henry Ford, 1863-1947)*

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 VÝROBA</b> .....	<b>12</b>
1.1.1    Základní výrobní faktory.....	12
1.2    VÝROBNÍ PROCES .....	13
1.2.1    Fáze výrobního procesu .....	13
<b>2 MONTÁŽ</b> .....	<b>14</b>
2.1    ROZDĚLENÍ VÝROBKŮ NA MONTÁŽI .....	14
2.2    MONTÁŽNÍ DOKUMENTACE .....	14
<b>3 ŠTÍHLÝ PODNIK</b> .....	<b>16</b>
3.1    ŠTÍHLÁ VÝROBA .....	17
3.1.1    Parametry štíhlé výroby .....	17
3.1.2    Koncept štíhlé výroby .....	18
3.2    ŠTÍHLÝ VÝVOJ .....	18
3.3    ŠTÍHLÁ LOGISTIKA .....	19
3.3.1    Formy plýtvání v logistice .....	19
3.4    ŠTÍHLÁ ADMINISTRATIVA .....	19
<b>4 LOGISTIKA</b> .....	<b>20</b>
4.1    CÍLE LOGISTIKY.....	20
4.2    LOGISTICKÉ TOKY .....	21
4.2.1    Informační tok.....	21
4.2.2    Materiálový tok .....	21
4.3    LOGISTICKÁ TYPOLOGIE VÝROBY.....	21
4.3.2    Sériová výroba .....	22
4.3.3    Hromadná výroba.....	22
4.3.4    Řízení výrobního procesu .....	23
<b>5 ANÝLZA A MĚŘENÍ PRÁCE VE VÝROBĚ</b> .....	<b>24</b>
5.1    MĚŘENÍ PRÁCE .....	24
5.1.1    Přímé měření práce .....	24
5.1.2    Nepřímé měření práce .....	25
5.1.3    Nepřímá metoda měření práce – MTM.....	25
<b>6 PRŮMYSL 4.0</b> .....	<b>27</b>
6.1    HISTORIE PRŮMYSLOVÉ REVOLUCE.....	27
<b>7 METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ</b> .....	<b>28</b>

7.1	POJMY V PRŮMYSLVÉM INŽENÝRSTVÍ .....	28
7.2	PROCESNÍ ANALÝZA .....	28
7.3	METODA 5S.....	28
<b>8</b>	<b>SHRnutí TEORETICKÉ ČÁSTI.....</b>	<b>30</b>
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST.....</b>	<b>31</b>
<b>9</b>	<b>PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI.....</b>	<b>32</b>
9.1	HISTORIE SPOLEČNOSTI .....	32
9.2	SPOLEČNOST VE SVĚTĚ.....	32
9.3	CERTIFIKÁTY KVALITY .....	33
9.4	VÝROBNÍ PORTFOLIO.....	33
<b>10</b>	<b>ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....</b>	<b>36</b>
10.1	VÝROBNÍ DIVIZE VÝROBKU A .....	36
10.2	VÝROBNÍ PROCES VÝROBKU NA LINCĚ M2.....	36
10.2.1	Popis výrobního pracoviště – V .....	37
10.2.2	Popis výrobního pracoviště – H-R .....	37
10.2.3	Popis výrobního pracoviště – H .....	37
10.2.4	Popis výrobního pracoviště – KM.....	38
10.3	SOUČASNÝ LAYOUT PRACOVIŠŤ H, H-R A KM .....	39
10.4	ANALÝZA PROCESNÍCH ČASŮ STROJŮ NA PRACOVIŠTI H .....	39
10.5	MTM ANALÝZA VÝROBNÍHO PRACOVIŠTĚ H .....	42
10.5.1	MTM analýza pracoviště č. 1 (1. část stroje).....	43
10.5.2	MTM analýza pracoviště č. 1 (2. část stroje).....	43
10.5.3	MTM analýza pracoviště č. 2.....	44
10.5.4	MTM analýza pracoviště č. 3.....	44
10.5.5	MTM analýza pracoviště č. 4.....	45
10.6	MTM ANALÝZA A PROCESNÍ ČAS STROJE VÝROBNÍHO PRACOVIŠTĚ H-R .....	45
10.6.1	Procesní časy stroje na pracovišti H-R.....	45
10.6.2	MTM analýza pracoviště H-R.....	46
10.6.3	Procesní časy strojů na pracovišti H a H-R.....	47
<b>11</b>	<b>SHRnutí PRAKTICKÉ ČÁSTI .....</b>	<b>48</b>
<b>12</b>	<b>ZJIŠTĚNÉ NEDOSTATKY.....</b>	<b>49</b>
<b>13</b>	<b>NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ.....</b>	<b>50</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>52</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>53</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>55</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>56</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>57</b>



## ÚVOD

Velké společnosti se dnes snaží snižovat počty zaměstnanců, při zachování stejného počtu vyrobených kusů a kvalit. Firmy se snaží robotizovat výrobní procesy, nebo pomocí měření a analýz zmenšit a zefektivnit pracoviště úpravou layoutu a využít tak potenciál každého zaměstnance na 100 %, někdy až na 150 %. Toto tvrzení platí v roce 2020 dvojnásob. Pandemie postihla celý svět. Mnozí přední ekonomové tvrdí, že tato celosvětová krize vyvolala ten největší propad globální ekonomiky od dob Velké hospodářské krize, tedy od roku 1929.

Zvyšování efektivnosti práce a úpravy layoutu se děly již před touto pandemií. Každá správná společnost má za cíl minimalizovat náklady na výrobu a maximalizovat zisk. Právě tento faktor byl jedním z hlavních impulzů pro vznik této odborné práce.

Průmysl 4.0 je pojem, který je v dnešní době stále více skloňovaný. Nastupující éra robotizace, digitalizace a automatizace se začíná projevovat v nejedné s velkých výrobních společnostech. Ještě aby ne, takový robot pracuje nepřetržitě 24 hodin denně, 7 dní v týdnu, 365 dní v roce. Nemá hlad, nepotřebuje volno ani dovolenou a také nebývá nemocný. Hlavní důvod robotizace je ušetření nákladů na zaměstnance.

Vybraná společnost jde s dobou a své procesy neustále inovuje. Snaží se vyrábět ty nejkvalitnější výrobky za co nejnižší náklady na výrobu a zaměstnance. I v takových firmách se vždy najde pár míst (pracovišť), které nevyužívají svůj výrobní potenciál na maximum. Na hledání těchto úzkých míst ve výrobě společnost zaměstnává průmyslové inženýry, kteří se snaží výrobní procesy analyzovat a poté je zdokonalovat tak, aby byl čas ve výrobě využit na maximum.

## CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je zefektivnit výrobu na pracovišti H ve vybrané společnosti. Tohoto je možné dosáhnout úpravou layoutu a přesunutím části výrobního procesu na vedlejší pracoviště.

Podklady pro analýzy jsou informace, které byly získány měřením procesních časů montážních strojů, komunikací s pracovníky, ale také použitím interních informací společnosti. Data byly získány v průběhu února 2020.

Celkem byly provedeny tři analýzy: analýza pracoviště, analýza procesních časů montážních strojů, MTM analýza.

Jakou první bude použita **analýza pracoviště**, která má za úkol podrobně popsat dané výrobní pracoviště včetně počtu operátů na výrobních strojích. Dále bude použita **analýza procesních časů na montážních strojích**. Získané informace jsou důležité pro další analýzu, **MTM analýzu**, která přesně popisuje každý pohyb a proces operátora.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 VÝROBA

Podle Keřkovského (2009, str. 1) můžeme definovat výrobu jako proces, který má za úkol přeměnit výrobní faktor na koncový produkt (ekonomický statek). Ten je pak určen ke spotřebě a užitku finálním spotřebitelem. Ekonomický statek je v ekonomii označován jako fyzická komodita, která má za úkol posloužit zákazníkovi a přinést mu užitek.

Jurová (2013, str. 8) ve své knize definuje výrobu jako prostředek k uspokojování trhu a potřeb zákazníků.

Keřkovský a Valsa (2012, str. 2) výrobu popisují jako: „*transformace výrobních faktorů do ekonomických statků a služeb, které pak procházejí spotřebou.*“

Tomek a Vávrová (2007, str. 189-190) zase výrobu definují jako cílevědomou lidskou činnost, kdy dochází k přeměně faktorů za pomoci vstupů na co nejlepší výstup. Výstupem je pak vznik služeb a statků, které mají za úkol uspokojit zákazníka.

### 1.1.1 Základní výrobní faktory

Keřkovský (2009, str. 1) dále definuje základní výrobní faktory, někdy nazývané jako výrobní zdroje. Celkem rozlišujeme čtyři základní skupiny výrobních zdrojů (faktorů):

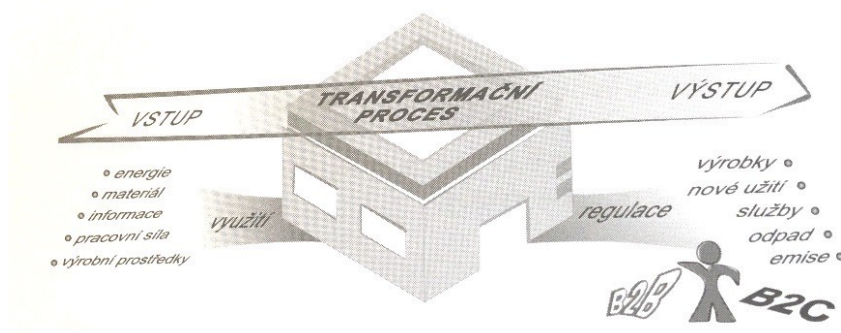
- práce
- půda (přírodní zdroje)
- kapitál
- informace

Práce označuje lidské zdroje, které jsou využívány ve výrobním procesu. Půda zase představuje všechny přírodní zdroje, jako například lesy, vodu, vzduch nebo orná pole. Pojem kapitál nám označuje výrobní faktory, které vznikají při výrobním procesu a ty pak dále uplatňujeme v další výrobě.

## 1.2 Výrobní proces

Výrobní proces můžeme definovat jako: „výsledek cílevědomého lidského chování, kdy použitím vstupních faktorů zajišťuje příslušný transformační proces co nejhodnotnější výstup“. (Tomek, Vávrová, 2014, str. 26)

Schéma výrobního procesu je znázorněno v obrázku č. 1.



Obrázek 1 Schéma transformačního procesu (Tomek, Vávrová, 2014)

### 1.2.1 Fáze výrobního procesu

Podle Tomka a Vávrové (2014, str. 28) se výrobní proces skládá ze tří částí (fází).

1. **předzhotovující fáze** – nejčastěji nazývána jako předvýroba, nicméně tento výraz není úplně přesný – předvýrobou označujeme také procesy, které výrobě předcházejí, například technologie, konstrukce nebo organizační přípravu
2. **zhotovující fáze** – tuto fázi známe z běžného života jako předmontáž
3. **dohotovující fáze** – v praxi tak nazýváme samotnou montáž, při které probíhá kompletace finálního výrobku

## 2 MONTÁŽ

Podle Mašina (2005, str. 50) je montáž „*pracovní činnost, při které jsou spojovány minimálně dvě součásti tak, aby vytvořily podsestavy nebo hotový výrobek.*“ Můžeme proto říct, že montáž je kompletace několika komponentů do jednoho hotového výrobku. Díky této kompletaci vznikají sestavy dvou a více komponentů, které se například šroubují do sebe nebo na sebe.

Dušák (2005, str. 34) definoval montáž jako proces, který vytváří montážní jednotku z dvou a více kusů (dílů). Pokud se jedná o složitější montáž z více dílů, můžeme si ji představit jako činnost, která se skládá z více montážních pracovišť. Pokud budeme mít například šest dílů ke kompletaci, budeme je zhotovovat na třech pracovištích. Pro spojování jednotlivých komponentů se používají spoje (např. šrouby), které nám zabezpečí správnou polohu výrobku.

Mádl, Zelenka, Vrabc (2005, str. 105-107) montáž popisují jako nejsložitější proces výrobního postupu. Jelikož se jedná o finální etapu výroby, zásadně pak ovlivňuje kvalitu a spolehlivost výrobků. Nepatří tady jen spojování a kompletace součástek, ale i přeprava, kontrola.

### 2.1 Rozdělení výrobků na montáži

Mádl, Zelenka a Vrabc (2005, str. 107) rozčlenili výrobky na montáži na:

- **Součást** – je složena většinou z jednoho materiálu, vzniká tvářením či obráběním
- **Skupina** – část výrobku, která vzniká rozebíratelným nebo trvalým spojením součástí a podskupiny
- **Podskupina** – podobná jako skupina, dochází zde ale ke spojení více součástí
- **Výrobek** – finální produkt, který vzniká spojením součástí, skupin a podskupin

### 2.2 Montážní dokumentace

#### Kusovník

Tomek a Vávrová (2007, str. 90-91) ve své knize popisují, že kusovník vzniká při technické přípravě výroby a využívá se jako dokument, který uvádí, z kolika komponentů se skládá koncový výrobek nebo sestava či podsestava.

## Typy kusovníků

Tomek a Vávrová (2007, str. 90-92) dále definují typy kusovníků na:

- **Strukturovaný kusovník** – Znázorňuje nám postup výroby nebo montáže výrobku. Dále nám také ukazuje krok po kroku, jak montáž probíhá. Strukturovaný kusovník nám ukazuje vnitřní vazby.
- **Nestrukturní kusovník** – Udává, kolik materiálu a dílu je určeno ke spotřebě při samotné výrobě nebo montáži. Oproti strukturovanému kusovníku nám neukazuje vnitřní vazby.

## Montážní schéma

Podle Mádl, Zelenky a Vrabce (2005, str. 109) se montážní schéma využívá u komplikovanějších výrobků, aby se na montáži zvýšil přehled. Stejně jako strukturovaný kusovník ukazuje komponenty výrobku podle montážních stupňů. Navíc ukazuje na části montáže, které mohou být kompletovány mimo samotnou montáž.



Obrázek 2 Montážní činnosti (Mádl, Zelenka a Vrabec, 2005, str. 125)

## Layout

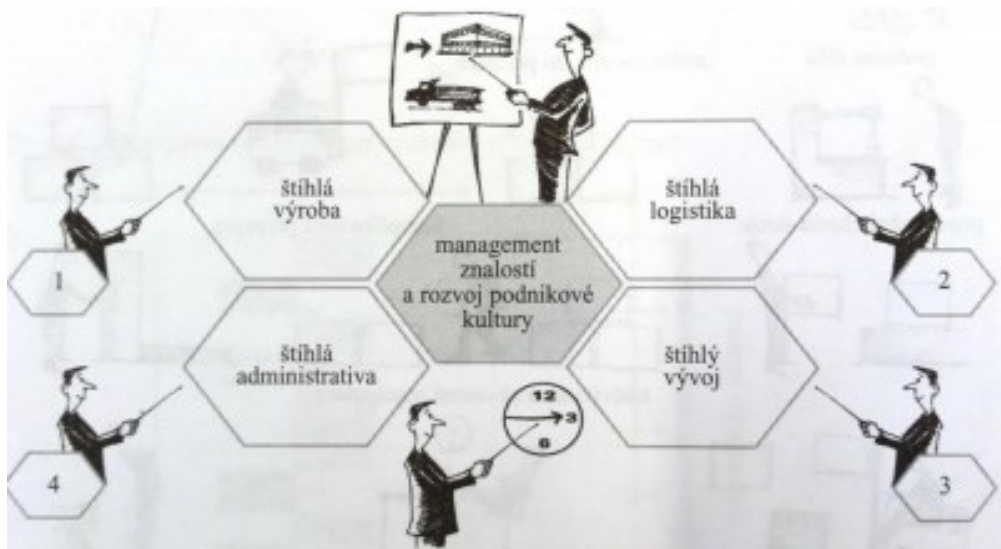
Podle Moran (2017, str. 5) je layout prostorové uspořádání procesních zařízení a jejich propojení, jako je například potrubí. Správným uspořádáním se dosahuje rovnováhy mezi požadavky na bezpečnost, ekonomiku, ochranu zaměstnanců, životního prostředí.

Jeho kvalitním naplánováním a prostředím, kde bude výsledné pracoviště stát, údržbou a provozem, můžeme snadněji pracoviště přestavět pro budoucí rozšíření.

### 3 ŠTÍHLÝ PODNIK

Podle Košturiaka, Frolíka a kol. (2006, str. 17) znamená štihlost podniku dělat pouze takové úkony, které jsou nezbytné, vše dělat napoprvé, rychleji, a to vše za méně peněz než konkurence. Jelikož šetřením ještě nikdy nikdo nezbohatl, je nezbytné zvyšovat výkonnost společnosti tím, že na určité výrobní ploše dokážeme vyrobit co nejvíce výrobků na co nejmenším výrobním prostoru. Cílem štihlé firmy je zvyšovat efektivnost firmy.

Košturiak a Frolík dále zmiňuje, že je nutnost vycházet z předpokladu, abychom vyráběli přesně to, co zákazník požaduje s minimálním počtem nezbytných výrobních operací. Štihlý podnik se primárně zaměřuje na co nejvyšší profit s vynaložením co nejmenšího úsilí a peněz.



Obrázek 3 Grafické zobrazení štihlého podniku (Košturiak a Frolík, 2006, str. 20)

Štihlý podnik se nezabývá pouze výrobou, ale celkově celým podnikem a rozděluje se na čtyři oblasti:

- štihlá výroba
- štihlý vývoj
- štihlá logistika
- štihlá administrativa

Chromjaková (2013, str. 41-42)



### 3.1 Štíhlá výroba

Podle Košturiaka a Frolíka (2006, str. 24) vedou prvky štíhlé výroby k eliminaci těchto osmi bodů, které se vyskytují, někdy jen zřídka, v každé výrobní společnosti:

- **nadbytečná práce** – veškeré úkony nad rámec definovaného výrobního procesu
- **nadvýroba** – vyrábí se příliš hodně, vyrábí se příliš brzo
- **zásoby** – přesahují minimum potřebné ke splnění výrobních úkonů
- **zbytečný pohyb** – který plýtvá produktivním časem operátora
- **opravování** – odstraňování závad na výrobní lince
- **čekání** – chybějící materiál na výrobním pracovišti, čekání na dokončení výrobního procesu
- **doprava** – nadbytečná přeprava komponentů po výrobním podniku, manipulace s komponenty
- **nevyužité schopnosti pracovníků** – největší plýtvání každé společnosti

Chceme-li eliminovat nejčastější druhy plýtvání z podnikových procesů, je nezbytné, abychom je uměli v první řadě identifikovat. „*Základní metodu při zeštíhlování podniku je management toku hodnot.*“ (Košturiak a Frolík, 2006, str. 24)

#### 3.1.1 Parametry štíhlé výroby

- **Štíhlé pracoviště** je základem štíhlé výroby. Podle toho, jak máme rozvržené pracoviště závisí každý pohyb, který musí operátor každou směnu vykonat.
- **Vizualizace** je důležitým prvkem všech štíhlých procesů. Člověk (operátor) je schopný nejvíce informací vnímat a zpracovat očima. Proto dnes můžeme ve výrobě najít spoustu dokumentů ve video podobě.
- **Týmová práce** je základním pilířem pro perfektní fungování všech kritérií štíhlého podniku. Většina plýtvání v podniku má hlavní příčinu, a to špatnou spolupráci a komunikaci mezi lidmi.
- **Procesy kvality a standardizovaná práce** jsou základem každé výroby. Kvalita musí být základem pro dobře a bezchybně fungující proces. Když jsou předepsané

procesy a parametry bez kontroly, pak nemohou fungovat ani další prvky štihlé výroby.

(Košturiak a Frolík, 2006, str. 24-27)

### 3.1.2 Koncept štihlé výroby

Chromjaková (2013, str. 45-46) ve své knize uvádí, že pro zavádění konceptu štihlé výroby se využívají hlavně tyto metody a nástroje:

- **Just in Time** – Soubor sjednocených činností, který se zaměřuje na optimální plánování a řízení zásob zkompletovaných výrobků, polotovarů a vstupního materiálu.
- **metoda Kanban** – Bezzásobová technologie japonského původu. Principem tohoto systému je tzv. samořídící regulační obvody tvořené vždy dvojicí – dodavatel a odběratel. Ve společnosti je dodavatel brán jako člověk, který zajišťuje převoz komponentů ze skladu na výrobní linku, odběratel je operátor, který z komponentů vytváří za pomoci procesů hotový výrobek.
- **Štihlé myšlení** – Zabývá se operativním i strategickým řízením a kontinuálním zlepšováním výrobního procesu. Hlavní zřetel je zaměřen na zaměstnance – zkušenosti, motivace.
- **Skupinová technologie** – Zaměření na seskupení podobných komponentů do skupin s cílem snížit počet výrobních pracovišť a optimalizovat průběžnou dobu výroby.

(Chromjaková, 2013, str. 45-46; Dupal', 2018, str. 79)

## 3.2 Štihlý vývoj

Podle Košturiaka a Frolíka (2006, str. 31) cesta ke štihlé firmě začíná už ve vývoji etap a v technické přípravě výroby. Právě zde dochází k ovlivnění variabilních nákladů (nákladů na materiál), ale také k ovlivnění fixních nákladů (plochy, kapacity, výrobní stroje). Technologové a konstruktéři ve výrobním podniku mají možnost určit způsob výroby a montáže, čímž můžou ovlivnit výrobní proces a zabudovat do něj principy štihlosti – vyloučení omylů (Poka Yoke), převádění činností z člověka na výrobní zařízení (Jidoka), popřípadě automatizace výroby za účelem snížení nákladů na lidskou práci. Cílem štihlého vývoje je zredukovat čas vývojových etap alespoň na polovinu.

### 3.3 Štíhlá logistika

Košturiak a Frolík (2006, str. 31) ve své knize uvádějí, že manipulace, skladování a přepravy zaměstnává až 25 % zaměstnanců, spotřebovává až 87 % času a obsazují více než 55 % výrobních ploch. Všechny tyto činnosti tvoří od 15 do 70 % celkových nákladů na výrobek a značně tak ovlivňují i jakost výrobků. V dnešní době dochází k neustálému zvyšování podílu logistiky, hlavně kvůli co nejrychlejšímu uspokojování zákazníků.

#### 3.3.1 Formy plýtvání v logistice

- **Nadbytečný materiál, zásoby a komponenty** – Materiál se zaváží do firem moc brzo, většinou ve velkém množství. Hlavní příčina je v nepřesné dokumentaci nebo v chybách interního plánovacího systému.
- **Zbytečná manipulace** – Zbytečné přeskladnění, přeprava nebo přesuny materiálu.
- **Čekání** – Čekání na materiál, který buďto nedorazil do společnosti nebo na výrobní linku.
- **Opravování poruch** – Časté opravy poruch na výrobních strojích.

### 3.4 Štíhlá administrativa

Podle Chromjakové (2013, str. 52-53) se štíhlá administrativa zabývá odstraněním plýtvání v administrativních procesech ve firmách. Mezi administrativní procesy můžeme zařadit nákup, řízení kvality, plánování a organizování výrobních procesů a údržbu. Štíhlá administrativa se zaměřuje na provádění jen nezbytně nutných operací. U štíhlé administrativy je mnohem složitější ji implementovat než například implementace štíhlé výroby. Hlavní důvod této složitosti je, abychom správně pochopili podstatu, účel a samotnou pracovní pozici.

## 4 LOGISTIKA

Původ slova logistika není úplně zřejmý. Nejčastěji se s pojmem logistika pojí původ z řeckého slova **logos** (řeč, slovo, počítání, slovo) nebo **logikon** (rozum, důmysl). Pojem logistika se také skloňovalo v období Byzantské říše. Už tehdy jej používal císař Leontos VI. (886 - 911), který pojem používal v oblasti vojenských jednotek a charakterizoval jej takto: „*Předmětem logistiky je mužstvo zaplatit, patřičně vyzbrojit, vybavit ochrannými prostředky, municí, včas a důsledně se postarat o jeho potřeby a každou akci v polním tažení patřičně připravit, tedy určit prostor a čas, správně ohodnotit terén z hlediska pohybu vojska, možnosti odporu protivníka a tyto funkce zvládnout z hlediska pohybu vojsk také v případě nutnosti jejich rozdělení.*“ (Dupal, 2018, str. 11)

Podle Štůska (2007, str. 4) je logistika činnost, při které je využité strategické řízení účinnosti, funkčnosti a efektivnosti toku zboží a materiálu, popřípadě polotovaru. Cílem logistiky je dodržet přesný čas, místo a množství určené zákazníkem. Nemalou roli také hraje informační tok, který se využívá pro spojování logistických článků.

Malejčíková, Malejčík (2015, str. 5) popsali pojem logistika jako běžně používaný pojem dnešní doby. Výraz, který vznikl z řeckého slova logos, což znamená řeč, myšlenka, rozum nebo smysl.

### 4.1 Cíle logistiky

Podle Malejčíkové a Malejčíka (2015, str. 8) musejí být cíle logistiky odvozeny od celopodnikové strategie. Zároveň také musejí zajistit patřičnou úroveň zboží a služeb, které požaduje zákazník, a to při co nejmenších nákladech. Nejdůležitějším prvkem logistiky je zákazník, protože právě on si klade požadavky, které musí být co nejpřesněji naplněny. Hlavní cíl logistiky je tedy maximální spokojenost zákazníka s co nejmenšími náklady na jeho uspokojení.

Cíle logistiky můžeme podle Sixty a Žižky (2009, str. 19) rozdělit na vnitřní a vnější. **Vnější cíle** se zaměřují na uspokojování potřeb zákazníka. Patří zde například:

- Zlepšování flexibility logistických služeb
- Zkracování dodacích lhůt
- Zvyšování objemu prodeje
- Zlepšování spolehlivosti dodávek

**Vnitřní cíle logistiky** se zaměřují na minimalizaci nákladů při stejném zachování kvality. Například se může jednat o dodržení nákladů na dopravu, řízení nebo zásoby.

## 4.2 Logistické toky

Podle Oudové (2016, str. 13) by logistické toky měly mít fyzický, ekonomický nebo informační charakter. Hlavní dva toky v logistice jsou informační a materiálový tok.

### 4.2.1 Informační tok

Oudová (2016, str. 13) ve své knize píše, že předtím, než zahájíme výrobu, musíme mít jasný signál od zákazníka – objednávka. Poté, co firma přijme objednávku, zaeviduje se do interního systému a je stanovený závazný termín zahájení výroby tak, aby byla výroba a dodání objednávky dodrženo ve stanoveném termínu. Poté můžeme zákazníkovi objednávku potvrdit.

Jako další příklad informačního toku uvádí Oudová výrobní plán, který stanoví, kdy, co a v jakém množství má být vyrobeno s ohledem na aktuální objednávky v systému. Nesmíme zapomenout ani na plán potřeby objednávky firmy či materiálu u dodavatele.

### 4.2.2 Materiálový tok

Obsahuje tři základní části, kterými jsou vstup, průchod a výstup. Vstup představují materiál a suroviny, které jsou společností nakoupeny a zařazeny do výrobního procesu. Po zahájení výroby dochází k průchodu polotovarů a nedokončené výroby montáží. Na konci výroby jsou hotové komponenty (výstup), které jsou uskladněny a expedovány zákazníkovi.

Materiálové, ale i informační toky jsou spojené nejen s penězi, ale také s hodnotou. Co se týče toku peněz, je nutné počítat s nákupem buďto surovin nebo třeba výrobních zařízení. Mimo to jsou nakoupené vstupy přetvářeny na koncový produkt a oproti původní ceně má přidanou hodnotu.

(Oudová, 2016, str. 13)

## 4.3 Logistická typologie výroby

V praxi jsou podle Oudové (2016, str. 28) rozlišovány tři základní typy výroby. Vše se odvíjí podle počtu vyráběných kusů. Jsou to: kusová výroba, sériová výroba a hromadná výroba.

### 4.3.1 Kusová výroba

Ke kusové výrobě dochází při vyrábění jednoho nebo několika málo kusů daného druhu výrobku. Je dost časté, že se při kusové výrobě výrobky od sebe odlišují. Jako příklad můžeme uvést například výrobu letadel nebo lodí.

Kusová výroba se dále člení na výrobu na zakázku, výrobu na staveništi a výrobu podle projektu.

- **Výroba na staveništi** – Jedná se o výrobu, která má nemovitou nebo nehybnou podstatu, jako například stavba dálnic či budov. Veškerý materiál na výrobu je dopravován přímo na dané místo.
- **Výroba na zakázku** – Výroba na zakázku se liší od ostatních hlavně přesnou specifikací přímo od zákazníka, který si nadefinuje přesný popis konečného výrobku. Může se jednat například o výrobu vestavěného nábytku nebo kuchyní.
- **Výroba podle projektu** – Specifický typ kusové výroby, která má velmi specifické vlastnosti pro výrobu. Může se jednat o stavbu ojedinělých prostor, jako jsou například letištní haly.

Oudové (2016, str. 28)

### 4.3.2 Sériová výroba

U sériové výroby dochází k výrobě většího počtu výrobků než u výroby kusové. U kusové výroby byla rozmanitost jednotlivých vyráběných kusů odlišná, kdežto u sériové výroby se jedná o větší počet stejných výrobků. Můžeme říct, že se jedná o výrobu opakovanou, tedy tu, kterou zákazník neovlivňuje a výrobky putují po kompletní na sklad. Objednávky hotových výrobků jsou objednávány také ze skladu. Mezi sériovou výrobu můžeme zařadit například výrobu oděvů nebo prášků na praní. (Oudová, 2016, str. 28)

### 4.3.3 Hromadná výroba

Tento typ výroby je podle Oudové (2016, str. 28-29) typický pro spotřební průmysl. Jedná se o výrobu jednoho výrobku v obrovském množství. Tento typ výrobku se vyrábí po dobu několika týdnů, měsíců nebo let. Do hromadné výroby spadá také jeden výrobek v různých typových obměnách. Příkladem takové výroby je například výroba sprchových gelů nebo cigaret. Proces výroby je většinou plně automatizován, podíl lidské práce na hromadné

výrobě tvoří pouze minimální část vstupů. Hromadnou výrobu můžeme rozdělit na **výrobu proudovou** nebo na **výrobu pásovou**.

- **Proudová výroba** – umožňuje nepřetržité zpracování vstupů a používá se tam, kde nedochází k častým obměnám ve výrobním procesu. Každá výrobní operace je zde plně automatizovaná, popřípadě výrobu hlídá operátor.
- **Pásová výroba** – tato výroba si získala svůj název podle jedoucího pásu, který automaticky posouvá komponenty z jednoho pracoviště na pracoviště druhé. Časy na výrobní lince označujeme jako výrobní takty linky a je potřeba je synchronizovat se všemi výrobními takty ve společnosti. Ve výrobě můžeme najít výrobní linky, kde s výrobkem manipulují operátoři. V dnešní době jsou ale stále populárnější plně automatické linky, kde je výroba prováděna roboty. Tyto linky se nazývají automatické linky.

(Oudová, 2016, str. 28)

Dále můžeme podle Oudové (2016, str. 28) dělit výrobu podle mechanizace na ruční, mechanizovanou a automatizovanou. Výroba ruční je prováděna operátorem, mechanizovaná výroba je prováděna strojem, který obsluhuje operátor a poslední, automatizovaná výroba je prováděna strojem bez lidské pomoci.

#### 4.3.4 Řízení výrobního procesu

Oudová (2016, str. 28-29) ve své knize dále popisuje řízení výrobního procesu, kterým se zabývá výrobní management. Ten řídí hlavní výrobu, ale také výrobu vedlejší. Poté se ještě můžeme setkat s doplňkovou a přidruženou výrobou.

- **Hlavní výroba** – výroba, kde vstupy vytvářejí hlavní náplň výroby společnosti
- **Vedlejší výroba** – produkce polotovarů nebo náhradních dílů
- **Doplňková výroba** – k výrobě využívá odpad z hlavní a vedlejší výroby
- **Přidružená výroba** – výroba z jiného odvětví, než je firma zaměřena

## 5 ANÝLZA A MĚŘENÍ PRÁCE VE VÝROBĚ

Analýza a měření práce jsou jedna ze základních dovedností a znalostí každého průmyslového inženýra. Tyto metody jsou poměrně jednoduché a účinné v boji proti plýtvání a neefektivnosti výroby v procesech. Abychom mohli definovat spotřebu času a optimálního pracovního postupu, využíváme právě metod analýzy a měření práce ve výrobě.

**Analýza práce** se zabývá studiem pracovních metod s cílem rozpoznat neproduktivní činnosti a plýtvání. Poté, co jsou tyto nedostatky zjištěny, snažíme se zjednodušit vykonávanou práci. Výstupem této analýzy je nový, optimalizovaný proces. Ve druhé fázi analýzy bychom se měli zaměřit na **měření práce**, což znamená určení spotřeby času u jednotlivých činností. Analýza práce je tedy vždy hlavně o detailním sledování pracovního postupu a o neustálém kladení si otázek, zda daný proces vykonáváme nejlépe a nejefektivněji. Snažíme se také využívat základní principy zlepšování, jako jsou zjednodušení, eliminace nebo sloučení.

Téměř v každé firmě se pracovníci zaobírají přímo měřením práce a na analýzu práce neberou takový zřetel, což je chyba. Při měření se snaží co nejpřesněji určit spotřebu času u jednotlivých operací a výsledkem je často pouze popsání současného stavu bez dopadu na zvýšení produktivity. Hlavní síla celé analýzy a měření práce je v samotné analýze pracovních postupů. Ta má za cíl navrhnout co nejefektivnější způsob vykonávání daného procesu. Měření práce by tak mělo sloužit jen jako informativní vyjádření po aplikaci nového výrobního postupu a mělo by sloužit pro stanovení objektivní normy spotřeby času.

(Dlabač © 2005-2020)

### 5.1 Měření práce

Měření práce se dělí na dva typy: přímé měření práce a nepřímé měření práce. U přímého měření využíváme k měření práce měřič času (stopky), na kterých měříme čas prováděné činnosti. U nepřímého měření využíváme předem definované časy. Jednotlivé pracovní činnosti se analyzují a podle příslušných tabulek jim přiřazujeme dobu trvání.

#### 5.1.1 Přímé měření práce

Nejznámější typ přímého měření je časový snímek pracovního dne. Kompetentní osoba sleduje každý proces a pohyb pracovníka, tyto úkony měří a zaznamenává naměřené časy do tabulky. Tuto metodu využíváme především když potřebujeme znát časy jednotlivých



operací. Tato metoda je poměrně přesná, nicméně není zrovna dvakrát příjemná pro měřiče nebo pro pracovníka, který dané operace provádí. Cílem této metody je získat přehled o činnostech, které dělá pracovník navíc a navrhnout tak změnu pracovního postupu, který povede k eliminaci tohoto typu plýtvání. Snímek pracovního dne se také vyžívá ke stanovení přírážky k výrobní normě za směnu.

(Dlabač © 2005-2020)

### 5.1.2 Nepřímé měření práce

Nepřímá metoda měření práce se provádí rozpadem činností operátora na jednotlivé činnosti a pohyby. Podle jejich náročnosti se stanoví hodnota odpovídající určité časové spotřebě. Mezi nejznámější metody nepřímé měření práce patří MOST (Maynard Operation Sequence Technique) a MTM (Methods Time Measurement).

### 5.1.3 Nepřímá metoda měření práce – MTM

MTM analýza je velmi náročný typ měření práce. Je to postup, který analyzuje jak manuální činnosti, tak pohyby pracovníka a na základě těchto činností přiřadí ke každému pohybu předem definovanou časovou normu, která je závislá na druhu pohybu a podmínkách, ve kterých je pohyb vykonáván. MTM analýza nám poskytuje zásadní informace, a to například o:

- omezení pohybu (pohyby, které omezují další pohyby)
- identifikaci neefektivních pohybů
- kombinující se pohyby (kritické a nekritické cesty)
- zlepšování existujících metod na zvýšení výroby a snížení potřeby práce
- vytvoření časových norem

Každý pohyb v MTM analýze má své předem definované písemnou. Mezi nejpoužívanější pohyby patří těchto 10, které jsou popsány v tabulce č. 1.

Tabulka 1 Základní pohyby MTM analýzy (Křišťák © 2017)

<b>1. Sáhnout – R</b>	<b>5. Tlačit – AP</b>	<b>9. Otáčet – T</b>
<b>2. Přemístit – M</b>	<b>6. Spojit – P</b>	<b>10. Přemístit zrak – ET</b>
<b>3. Uchopit – G</b>	<b>7. Pustit – RL</b>	<b>11. Zkoušet – EF</b>
<b>4. Přehmátnout – G2</b>	<b>8. Oddělit – D</b>	

Jak lze z tabulky poznat, jedná se o velmi podrobnou identifikaci pohybů, jejich typů, náročnosti, délky, ale také náročnost s manipulací daného objektu. MTM analýza je proto časově mnohem náročnější než například snímek pracovního dne u přímého měření práce. MTM analýza má celkem pět stupňů. Všechny typy jsou popsány v tabulce č. 2.

Tabulka 2 Stupně MTM analýzy (Krišťak © 2017)

MTM stupeň	Členění MTM analýzy	Trvání operace v minutách
MTM 1	Základní pohyby	0,1 – 0,5
MTM 2	Komplex pohybů	0,5 – 3
MTM 3	Úkony operace	3 – 30
MTM 4	Úseky operace	30 – 1 800
MTM 5	Operace jako celek	1 800 a víc

MOST i MTM analýzy mají výstup v jednotkách TMU (Time Measure Units). Například 1 TMU se rovná 0,0036 sekundy. Kompletní převod jednotek TMU se nachází v tabulce č. 3.

Tabulka 3 TMU vyjádřené v jednotkách času (Krišťak © 2017)

[TMU]	ČAS
1 TMU	0,00001 h
1 TMU	0,0006 min
1 TMU	0,036 sec

Aby byla analýza přesná a kvalitní je potřeba detailně a přesně analyzovat základní pohyby, která v tabulce č. 1 najdeme pod označením MTM 1. U společností, kde převládá malý počet operací, využívá se MTM 2 a MTM 3, které jsou odvozené od MTM 1.

Ve srovnání s přímou metodou měření, nám u nepřímé metody odpadá fyzická přítomnost na daném pracovišti. V praxi to znamená, že zatímco u přímé metody je potřeba, aby se dotyčný měřič pohyboval přímo ve výrobě a prováděl snímek pracovního dne, ze kterého poté zpracuje analýzu, u nepřímé metody můžeme provést analýzu již ze zaznamenaného videa, kde uvidíme jednotlivé pohyby pracovníka. U přímého měření musí měřič odhadnout stupeň výkonu, kdežto u nepřímého měření toto rozhodnutí odpadá. (Dlabač © 2005-2020; Krišťak © 2017).

## 6 PRŮMYSL 4.0

Průmysl 4.0 (německy Industrie 4.0, anglicky Industry 4.0) je výraz, který označuje dnes již celoevropskou iniciativu velkých korporací a vládních činitelů v EU. Základním principem Průmyslu 4.0 je rozhábat v konzumní společnosti poptávku po nových a modernějších technologiích, čímž se urychlí vývoj robotizace a automatizace, která bude co nejméně závislá na lidské práci. (Vojáček © 2016)

Podle Tomka a Vávrové (2017, str. 10) se pojem Průmysl 4.0 poprvé objevil na veletrhu v německém Hannoveru. Psal se rok 2011. Označení 4.0 vyjadřuje skutečnost, že ekonomika současnosti navazuje na čtvrtou průmyslovou revoluci.

### 6.1 Historie průmyslové revoluce

Pro první průmyslovou revoluci byla charakteristická pára. U druhé průmyslové revoluce byl typický rozvoj hromadné a sériové výroby, která byla realizována pomocí montážních linek, které poháněla elektrická energie. Typický příklad druhé průmyslové revoluce je americká automobilka Ford. Třetí průmyslové revoluci vládne využívání elektroniky a informačních technologií, jejíž cílem je podpora a rozvoj automatizace.

Jako výsledek dlouhodobého snažení lidstva přichází čtvrtá průmyslová revoluce – Průmysl 4.0. Cílem této revoluce je chytrá továrna, která klade důraz na ekologii, moderní a obnovitelné zdroje energie, respektuje zásady ergonomie k ulehčení a zajištění bezpečnosti práce. Základní tři pojmy Průmyslu 4.0 jsou automatizace, robotizace a digitalizace. Graficky znázorněný vývoj průmyslové revoluce je vyobrazen na obrázku č. 4.

(Tomek a Vávrová, 2017, str. 10)



Obrázek 4 Vývoj průmyslové revoluce (Vojáček, © 2016)

## 7 METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ

### 7.1 Pojmy v průmyslovém inženýrství

Podle Chromjakové (2013, str. 4-7) se **průmyslové inženýrství** zabývá odstraněním ztrát a plýtvání ve výrobních a administrativních procesech. Snaží se o neustálé zlepšování, sloučení administrativních a výrobních procesů a o tvorbu nových a inovativních řešení.

Podle Mašina (2005, str. 65-66) je průmyslové inženýrství „*uznávaný vědní obor, který se orientuje na plánování, navrhování, zavádění a řízení integrovaných systémů, jejichž cílem je produkce výrobků nebo poskytování služeb. V těchto systémech zajišťuje a podporuje vysoký výkon, spolehlivost, údržbu, plnění plánu a řízení nákladů v rámci celého životního cyklu výrobku nebo služby.*“

**Průmyslový inženýr** je ve společnosti osoba, která má za úkol neustále zlepšovat proces výroby, mezi které patří kvalita, zisk a vysoká produktivita. Aby byly tyto cíle dosaženy, průmyslový inženýr využívá svých praktických zkušeností a znalostí, které mu pomáhají co nejvíce zefektivnit výrobní proces. (Mašín, 2005, str. 65-66)

### 7.2 Procesní analýza

Procesní analýza je typ analýzy, který analyzuje tok práce ve společnosti. Pomocí této analýzy je snadnější pochopit, zlepšit a řídit procesy v organizaci. Analýza procesu je tedy zaměřena na tok práce od jednoho zaměstnance k druhému. Popisuje nám vstupy, výstupy, jednotlivé kroky a také spotřebu zdrojů. Zjednodušeně je procesní analýza o tom, jak co probíhá nebo jak se co dělá.

Analýza procesu pomáhá jednotlivé procesy popsat, identifikovat, vizualizovat a dát do vzájemných souvislostí. V praxi poskytuje detailní obrázek o podnikových procesech a zvýrazňuje problémy či nedostatky. Výstupem jsou procesní modely nebo celková procesní mapa ve společnosti.

(managementmania.com, © 2011-2018)

### 7.3 Metoda 5S

Tato metoda je jedním ze základních metod a patří do bodového Kaizenu (neustálé zlepšování). Aplikace této metody vede k eliminaci plýtvání, zvyšování produktivity a v neposlední řadě také bezpečnosti na pracovišti.

Historie této metody sahá do Japonska, kde tato metoda vznikla. 5S je zkratka, která se skládá z pěti japonských slov: Seiri, Seiso, Seiton, Seiketsu, Shitsuku. Viz. obrázek č. 5.

- **Seiri – vytřídění a odstranění nepotřebných věcí**
  - pořádek na pracovní ploše
  - to co není potřeba, se ihned vyhodí
- **Seiso – vyčištění pracoviště**
  - čištění pracovních ploch, strojů a nářadí
  - případné chyby na strojích se odhalí právě při pravidelné údržbě
- **Seiton – uspořádání potřebných věcí**
  - označení pracovních nástrojů a odkládacích ploch
  - označení ploch pro stroje, vozíky a chodníky
- **Seiketsu – stanovení pravidel**
  - stanovení daných pravidel na pracovišti
  - základem je disciplína a trénink
- **Shitsuku – všechno dodržovat a zlepšovat**
  - dané standardy se dodržují a neustále inovují

(Roi Management Colsuntants © 2012)



Obrázek 5 Metoda 5S (Roi Management Colsuntants © 2012)

## 8 SHRNUÍ TEORETICKÉ ČÁSTI

V teoretické části byly popsány oblasti, které pomou lépe porozumět praktické části, ve které je zpracována analýza výrobního pracoviště H ve vybrané společnosti.

Teoretická část začíná popisem pojmu výroba a výrobní proces. Dále je v teoretické části popsána dohotovující fáze výroby – montáž. Dále se autor zaměřil na štíhlý podnik, kde popsal všechny typy štíhlého podniku, a to štíhlá výroba, štíhlý vývoj, štíhlá logistika a štíhlá administrativa. Další část teorie tvoří logistika, kde se autor podíval na cíle logistiky, logistické toky a typologii výroby v logistice. Následující kapitola popisuje analýzu a měření práce ve výrobě. Autor zde popisuje přímé a nepřímé měření práce, u nepřímého měření pak konkrétně MTM analýzu. V předposlední kapitole teoretické části autor stručně vysvětluje, co je to Průmysl 4.0, jeho vznik a historii průmyslové revoluce. V poslední kapitole se autor zaměřil na metody průmyslového inženýrství, vysvětlil základní pojmy, ale také popsal, co je to procesní analýza nebo metoda 5S.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 9 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Vybraná společnost působí v České republice od začátku 21. století. Jedná se o rodinnou společnost, která v České republice zaměstnává několik tisíc zaměstnanců.

Jelikož se jedná o rodinnou společnost, firma si je vědoma svých rodinných zásad, a tak se snaží přistupovat ke svým zaměstnancům se vstřícným a rodinným přístupem. Každoročně zajišťuje mimopracovní, volnočasové aktivity, na které jsou zváni všichni zaměstnanci i se svými dětmi. Mezi hlavní akce patří například rodinný den, hudební akce, v zimním období zase lyžování v blízkém areálu v Beskydech.

Mimo jiné se společnost také velmi zajímá o lokální životní prostředí. Svým zodpovědným chováním se snaží minimalizovat zásahy a dopady do okolního prostředí. Navíc se snaží podporovat místní organizace, které přispívají k rozvoji kultury v regionu.

Společnost vyrábí výrobek A, výrobek B a výrobek C do automotive průmyslu. Podle těchto tří skupin výrobků je také rozdělená výroba dle lokací. V menším závodě ve Zlínském kraji se vyrábí výrobek C, v Moravskoslezském kraji zase výrobek A a výrobek B. Největší podíl ze všech vyráběných komponentů v České republice má výrobek A, který tvoří většinu z celkové produkce společnosti v tuzemsku.

### 9.1 Historie společnosti

Společnost vznikla na začátku 20. století v Berlíně. Tehdy ještě mladý podnikatel založil v Německu prodejnu s komponenty pro automobily. Jelikož se trh s automobilovým průmyslem rychle rozvíjel, začal mladý Němec vyvíjet a vyrábět příslušenství pro automobilový průmysl.

I přes dvě světové války vybudoval německý podnikatel stabilní, ekonomicky silný podnik, který dodnes patří mezi přední výrobce komponentů pro automotive průmysl.

### 9.2 Společnost ve světě

Centrála společnosti se nachází v Německu. Celkem má společnost více než 60 poboček ve více než 20 zemích světa. Společnost zaměstnává celosvětově desítky tisíc zaměstnanců.



### 9.3 Certifikáty kvality

- **IATF 16 949:2016**
  - systém managementu kvality
  - základem normy jsou požadavky ISO 9001:2016
- **CCC/TÜV**
  - certifikace nutná pro export na čínský trh
- **ISO 14 001:2011**
  - systém environmentálního řízení
  - sledování a řízení vlivu na životní prostředí
- **ISO 50 001:2011**
  - certifikace systému managementu hospodaření s energií

### 1.1 Vývoj počtu zaměstnanců v České republice

V roce 2020 zaměstnává firma několik tisíc zaměstnanců. Na začátku roku došlo k mírnému navýšení počtu zaměstnanců z důvodu většího počtu zakázek. Od roku 2014 do roku 2020 došlo k navýšení počtu zaměstnanců zhruba o 20 %. Aktuální trend na trhu je spíše zefektivňovat a zeštíhlovat výrobu a redukovat tak počet zaměstnanců. Vzhledem k aktuální pandemii, která svírá celý svět je firma nucena propouštět, zejména agenturní zaměstnance.

### 9.4 Výrobní portfolio

Výrobní portfolio společnosti můžeme rozdělit do tří skupin:

- **Výrobek A – 70 % z celkové výroby**
  - Výrobek A1
  - Výrobek A2
- **Výrobek B – 14 % z celkové výroby**
  - Výrobek B1
  - Výrobek B2
- **Výrobek C – 16 % z celkové výroby**

- Výrobek C1
- Výrobek C2

Výrobní portfolio je vyobrazeno na obrázku č. 6.

<b>Výrobek A</b>	<b>Výrobek B</b>	<b>Výrobek C</b>
<b>Výrobek A1</b> <b>Výrobek A2</b>	<b>Výrobek B1</b> <b>Výrobek B2</b>	<b>Výrobek C1</b> <b>Výrobek C2</b>
<b>70 %</b>	<b>14 %</b>	<b>16 %</b>

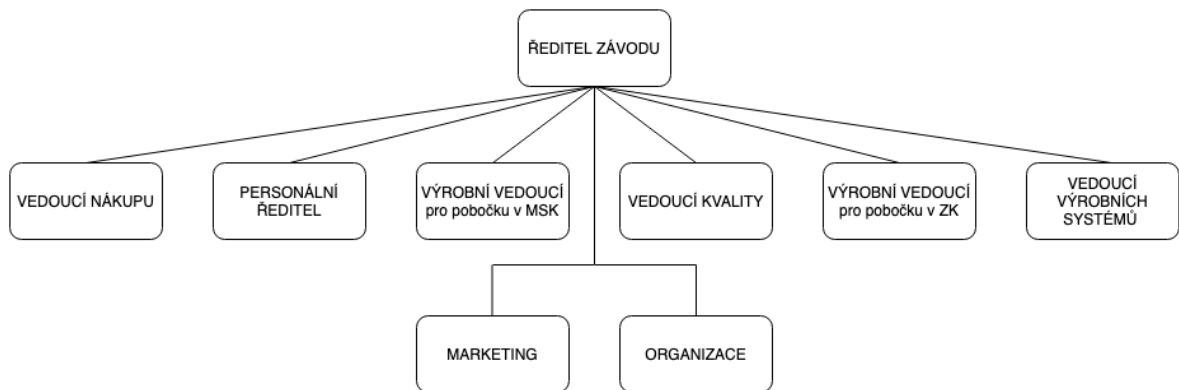
Obrázek 6 Výrobní portfolio společnosti (Interní zdroj společnosti)

## 1.2 Organizační struktura společnosti

Organizační struktura vybrané společnosti je uspořádání vrcholného managementu společnosti. V čele stojí ředitel závodu, který má pod sebou poměrně velký tým lidí, kteří se starají o bezproblémový a profitový chod firmy.

Vedoucí nákupu má na starost veškeré nákupy ve společnosti. Jeho tým zahrnuje skupinu asi dvaceti lidí, kteří mají na starost komunikace s dodavateli a věci kolem. Dále se v hierarchii nachází personální ředitel, který má pod sebou personální oddělení. To se stará o veškeré dění, co se zaměstnanců společnosti týče. Přijímání nových zaměstnanců, výplaty mezd, PR společnosti a další. Nezbytnou součástí dobře fungující společnosti je bezpochyby vedoucí kvality. Celý tým oddělení kvality se stará o kvalitu vyráběných produktů, interní audity ve společnosti, školení nových zaměstnanců o standardech kvality atd. Dále se v pyramidě nachází výrobní vedoucí. Ti jsou nadřízení vedoucím jednotlivých výrobních týmů, kterých je ve společnosti deset. Lídři týmu mají na starost organizaci přímo daného výrobního týmu, který čítá několik stovek zaměstnanců v kanceláři a ve výrobě.

Organizační struktura je graficky znázorněna na obrázku č. 8.



Obrázek 7 Organizační struktura společnosti (Vlastní zpracování - Interní zdroj společnosti)

## 10 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Analýza současného stavu je prováděna ve výrobní divizi výrobku A na výrobní lince M2. Postupně jsou popsána všechna pracoviště (V, H-R, H, KM) linky M2, na kterých vznikají komponenty pro výrobu finálního výrobku, který se poté kompletuje na pracovišti KM.

Tato práce je zejména zaměřena na **pracoviště H**, kde se kompletuje spodní rám pro finální výrobek a na **pracoviště H-R**, kde se kompletuje horní rám výrobku A. Na těchto pracovištích je prováděna analýza procesních časů strojů, MTM analýza a analýza layoutu.

### 10.1 Výrobní divize výrobku A

Největší výrobní podíl ve výrobní divizi patří **výrobku A**. Výrobní hala disponuje nejmodernějšími technologiemi, mimo jiné také vlastní lisovnou, lakovnou a svařovnou. Materiálový tok proudí napříč celou výrobní halou. Společnost ve velké míře využívá možnost outsourcingu, z důvodu nižší pořizovací ceny výrobku.

Součástí výrobní divize je **linka M2**, na které se nachází **pracoviště H**, které má za úkol kompletaci spodního rámu výrobku A. Tomuto výrobnímu pracovišti, a jeho analýze, je věnována tato odborná práce.

Výrobní proces začíná příjmem materiálu. Materiál poté putuje do skladu, popřípadě přímo do výroby. Ve výrobě pak dochází první k vlastní výrobě **komponentu K**. Komponenty K jsou lisovány na dvou hydraulických lisech. Výlisky se poté přesunou na svařovnu, kde jsou svařeny s dalšími komponenty a vznikne tak finální komponent K, který putuje do lakovny, aby nebyly vidět svary ze svařování a komponent tak nepůsobil na zákazníka jako nedodělaná část výrobku.

Z lakovny jsou komponenty K přepravovány na kolečkových stojanech pomocí elektro vlaku po celé výrobní hale. Zde končí předvýroba a po rozvezení začíná výroba finálního produktu. Projekt se zabývá výrobním procesem linky M2, konkrétně pracoviště H a částečně také H-R, kde se vyrábí jedna část finálního výrobku do automotive.

### 10.2 Výrobní proces výrobku na lince M2

Výrobní proces je rozdělený na několik pracovišť (pracoviště V, pracoviště H-R, pracoviště H a pracoviště KM), které vyrábějí jednotlivé části výrobku, které se poté kompletují na finální lince, kde vzniká hotový produkt, výrobek A do automotive průmyslu. Před samotným uskladněním a expedicí výrobku, putuje vyrobený kus na stanici finální kontroly.

Pokud je vše v pořádku, stanice vrátí OK vyrobený kus a následně jej operátor označí vyrobený kus lístečkem, který kontrolní stroj vytiskl. Pokud kontrolní robot shledá jakýkoli nedostatek na výrobku, označí jej jako NOK přímo s konkrétní chybou. Odpovědný pracovník má poté za úkol chybu na výrobku opravit a výrobek znovu otestovat, dokud nebude proces vyhodnocen jako OK. Následně je hotový výrobek uskladněn do přepravního boxu a odvezen do expedičního skladu, ze kterého poté putuje do světa.

### **10.2.1 Popis výrobního pracoviště – V**

Na této lince se nachází pracoviště pro dva operátory na dvou montážních strojích.

Na prvním pracovišti dochází ke kompletaci spodního dílu výrobku, v závislosti na aktuálním typu výrobku, který se kompletuje. Operátor před zahájením výrobního procesu důkladně promaže dvě plastová pouzdra, levou a pravou část, poté je založí do výrobního stroje, přidá trubku a zahájí montážní proces posunutím páčky. Stroj operaci dokončí a pokud je vše v pořádku rozsvítí se zelené světlo. Operátor posléze odebere hotový kus, který pokračuje po dopravníkovém pásu na pracoviště KM.

### **10.2.2 Popis výrobního pracoviště – H-R**

Zde se kompletuje horní rám výrobku, který provádí jeden zaměstnanec. Operátor jako první odebere z bedny trubku, kterou založí do plně automatizované mazací stanice. Po dokončení procesu odebere operátor ze stojanu dva kusy komponentů, ze kterých vytvoří spolu s trubkou sestavu, kterou přesune do vedlejšího stroje a připraví jej na temovací finální proces. Při procesu temování dochází k upevnění spoje mezi trubkou a boční částí pomocí temovacího kroužku. Poté pomocí spouštěcího tlačítka zapne výrobní proces. Po dokončení procesu je horní rám přesunut pomocí dopravníkového pásu na pracoviště KM. Toto pracoviště je také částečně analyzováno v této práci.

### **10.2.3 Popis výrobního pracoviště – H**

Jedná se o výrobní linku, která je analyzována v této odborné práci. Na výrobním pracovišti pracují celkem tři operátoři, kteří rotují mezi čtyřmi pracovními stroji. Na pracovišti najdeme celkem tři výrobní stroje a jedno pracoviště, kde se manuálně kompletují nosiče motorů. Na prvním pracovišti dochází ke dvěma procesům. První dochází ke kompletaci šroubovice s držákem. V druhé části procesu dochází ke kompletaci komponentu K, šroubovice a gumiček do jednoho kusu. Hotový produkt je přesunut na druhé pracoviště, kde se do komponentu zanýtují nýt, a zašroubují matice, které uchytí šroubovici.

Na třetí pracoviště vstupuje hotový díl ze čtvrtého pracoviště, kde se kompletují nosiče motorů. Jedná se o plastový díl, do kterého se vkládá motor, hřídel a krycí plast.

Na třetím pracovišti se kompletuje finální H-komponent. Operátor odebere dva kompletní komponenty K z druhého pracoviště a následně je založí do stroje č. 3. Spolu s nosičem motoru a nosičem jednotky spustí operátor finální proces. Po zkompletování všech dílů dohromady dojde na plně automatickém páse k procesu nýtování a finální H-komponent putuje po dopravníkovém páse na pracoviště KM.

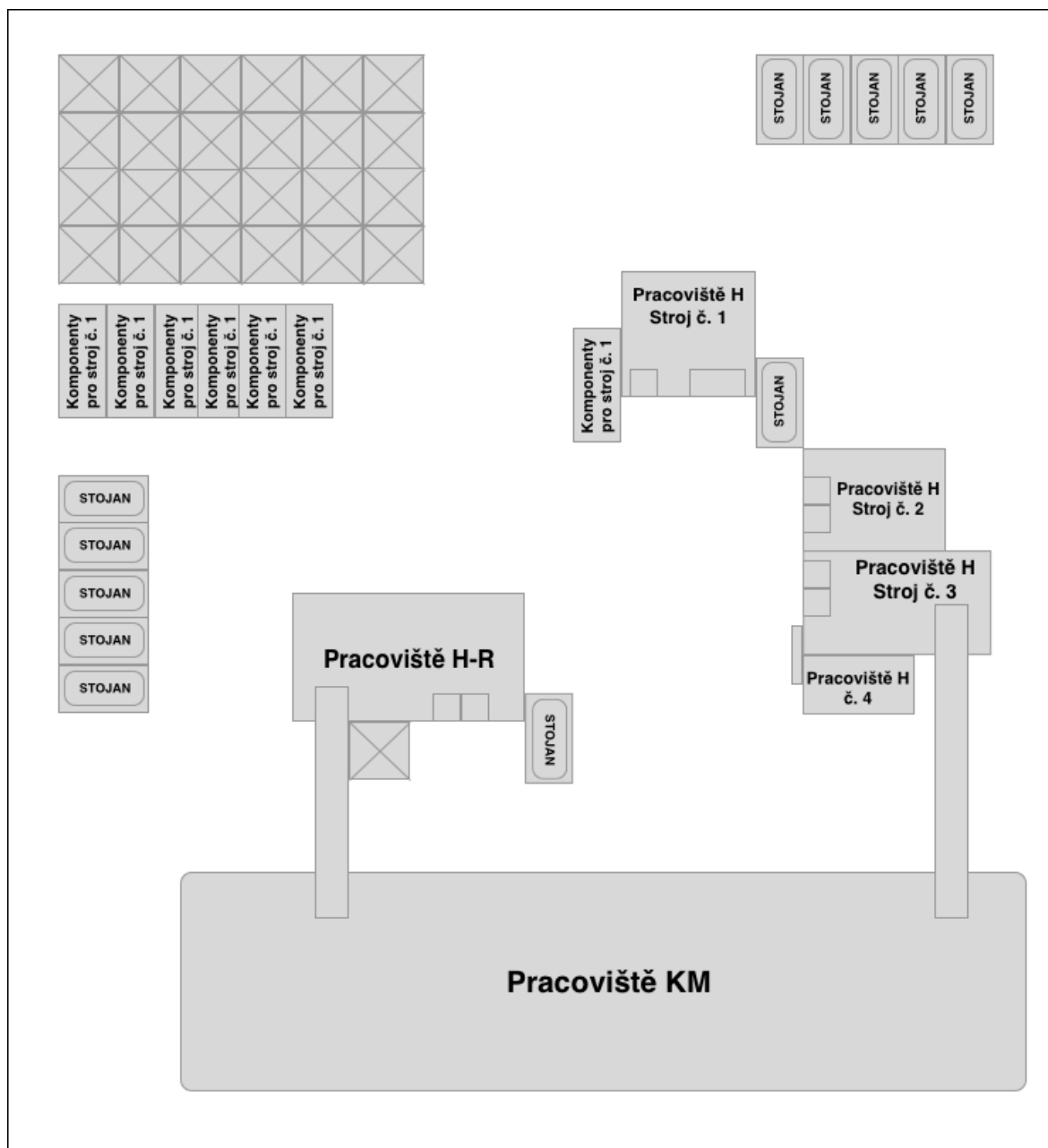
#### 10.2.4 Popis výrobního pracoviště – KM

Na této výrobní lince pracuje celkem šest operátorů a nachází se zde celkem šest pracovišť, které fungují na způsob dopravníkového pásu ve tvaru písmene O. Pokud se aktuálně vyrábí E-verze výrobku, k dokončení výrobku se používá pouze pět pracovišť. Operátor, který obsluhuje šesté pracoviště tak může pomoci na jiném výrobním pracovišti, například s přípravou komponentů pro výrobu.

Pokud se vyrábí M-verze výrobku, na prvním pracovišti operátor zanýtuje nosič motoru k H-komponentu. Na pracovišti č. 2 operátor přišroubuje horní díl a nedokončený výrobek posílá na pracoviště č. 3. Zde se k výrobku přišroubuje trubka a výrobek putuje dál na pracoviště č. 4, kde je operátorem přišroubován první motor. Na pracovišti č. 5 je k výrobku přišroubován další motor – oba motory mají za úkol posun u finálního výrobku. Na posledním pracovišti č. 6, je na horní část výrobku došroubován komponent V, který tvoří svrchní část výrobku a zároveň je v ní našroubován další motor pro posun.

Hotový výrobek putuje po dopravníkovém páse až ke stanici finální kontroly, kde je z pásu odebrán operátorem a vložen do kontrolního zařízení. Pokud je výrobek OK, označí jej operátor štítkem a uloží jej do expedičního boxu. Pokud je výrobek po kontrole NOK, je předán pověřenému zaměstnanci (operátor, který má na starost opravu NOK výrobku), který danou závadu na výrobku opraví a celý proces kontroly se opakuje, dokud není výrobek v pořádku.

### 10.3 Současný layout pracovišť H, H-R a KM



Obrázek 8 Současný layout pracovišť H, H-R a KM (Vlastní zpracování)

### 10.4 Analýza procesních časů strojů na pracovišti H

U analýzy procesních časů jednotlivých strojů na pracovišti H se bere v potaz, že čas, kdy pracuje pouze stroj, má operátor v tu samou chvíli čas na další činnosti, jako například přecházení mezi výrobními stroji, chystání materiálu nebo přípravu výrobního procesu na dalších strojích. Výstupem této analýzy jsou časy, které říkají, kolik nevyužitého času mají operátoři při procesních časech strojů (pokud nepřecházejí mezi pracovišti a nedělají další proces).

Naměřené časy byly pořízeny na ranní směně v časech od 9:00 do 10:00 a od 12:30 do 13:30 a na odpolední směně v časech od 14:00 do 15:00 a od 15:00 do 16:00. Měření bylo provedeno přímo na pracovišti, čas byl měřen pomocí stopek. Proces byl měřen od spuštění operace startovacím tlačítkem do úplného otevření bezpečnostního plexiskla a rozsvícení zeleného světla. V každém časovém úseku bylo provedeno celkem pět měření na každém výrobním stroji. V obou případech, na ranní i odpolední směně, stroje obsluhoval jiný operátor, avšak pokaždé se jednalo o řádně proškoleného pracovníka, který na výrobních strojích pracuje již několik měsíců nebo let. Výsledné časy byly zprůměrovány z obou směn a zapsány do tabulek č. 4-11. Hodnoty v tabulkách jsou průměry celkem deseti časů, pěti naměřených časů na ranní směně a pěti naměřených časů na odpolední směně.

### Pracoviště č. 1 (1. část stroje)

Na tomto pracovišti byly naměřeny vesměs konstantní časy. Operátor zde kompletuje šroubovici s držákem tak, že do výrobního stroje založí právě dvě šroubovice a dva držáky. Po založení operátor zasune „šuplík“ a tím zahájí výrobní proces. Naměřené a zprůměrované časy z ranní a odpolední směny jsou zapsány do tabulek č. 4 a 5.

### Pracoviště č. 1 (1. část stroje) – ranní směna

Tabulka 4 Procesní časy stroje – č. 1 (1.část) – ranní směna (Vlastní zpracování)

Měření	1.	2.	3.	4.	5.	Průměr
Čas [sec]	00:19,180	00:19,000	00:18,760	00:19,380	00:19,350	00:19,1

### Pracoviště č. 1 (1. část stroje) – odpolední směna

Tabulka 5 Procesní časy stroje – č. 1 (1.část) – odpolední směna (Vlastní zpracování)

Měření	1.	2.	3.	4.	5.	Průměr
Čas [sec]	00:19,730	00:18,900	00:19,110	00:18,910	00:19,980	00:19,1

### Pracoviště č. 1 (2. část stroje)

Na pracovišti č. 1 (2. část) byly opět naměřeny vesměs konstantní časy. 1. a 2. část stroje spolu spolupracují, a to tak, že po dokončení procesu na 1. části stroje se pomocí robota uvnitř zařízení přesune hotový komponent do druhé části stroje a operátor pouze vloží do výrobního zařízení komponent K a spustí proces pomocí páčky na stroji. Stroj poté



implementuje šroubovici s držákem do komponentu K a tím je proces na 2. části stroje dokončen. Naměřené časy jsou uvedeny v tabulkách č. 6 a 7.

### Pracoviště č. 1 (2. část stroje) – ranní směna

Tabulka 6 Procení časy stroje – č. 2 (2. část) – ranní směna (Vlastní zpracování)

Měření	1.	2.	3.	4.	5.	Průměr
Čas [sec]	00:23,100	00:22,980	00:23,480	00:23,760	00:23,360	00:23,3

### Pracoviště č. 1 (2. část stroje) – odpolední směna

Tabulka 7 Procení časy stroje – č. 2 (2. část) – odpolední směna (Vlastní zpracování)

Měření	1.	2.	3.	4.	5.	Průměr
Čas [sec]	00:23,390	00:22,890	00:23,100	00:23,010	00:23,270	00:23,1

### Pracoviště č. 2

Zde dochází pouze k přišroubování a zanýtování šroubovice ke komponentu K. Časy jsou zde konstantní a proces trvá velmi krátkou dobu. Naměřené časy jsou uvedeny v tabulkách č. 8 a 9.

### Pracoviště č. 2 – ranní směna

Tabulka 8 Procesní časy stroje – č. 2 – ranní směna (Vlastní zpracování)

Měření	1.	2.	3.	4.	5.	Průměr
Čas [sec]	00:10,250	00:10,110	00:10,400	00:09,800	00:09,960	00:10,1

### Pracoviště č. 2 – odpolední směna

Tabulka 9 Procesní časy stroje – č. 2 – odpolední směna (Vlastní zpracování)

Měření	1.	2.	3.	4.	5.	Průměr
Čas [sec]	00:10,400	00:09,950	00:10,100	00:09,710	00:10,300	00:10,1

### Pracoviště č. 3

Pracoviště, na které vstupují komponenty z pracoviště č. 2 a 4. Časy jsou zde vesměs konstantní, nicméně občas dochází k tomu, že automatický dopravníkový pás, který finální H komponent dopravuje na pracoviště KM je přeplněn předešlými vyrobenými komponenty. K této prodlevě dochází z důvodu vyššího výrobního taktu pracoviště H, než má pracoviště KM, kde se kompletuje finální výrobek. Naměřené hodnoty byly zprůměrovány a zapsány do tabulek č. 10 a 11.

#### Pracoviště č. 3 – ranní směna

Tabulka 10 Procesní časy stroje – č. 3 – ranní směna (Vlastní zpracování)

Měření	1.	2.	3.	4.	5.	Průměr
Čas [sec]	00:16,150	00:14,960	00:15,000	00:19,310	00:19,950	00:17,1

#### Pracoviště č. 3 – odpolední směna

Tabulka 11 Procesní časy stroje – č. 3 – odpolední směna (Vlastní zpracování)

Měření	1.	2.	3.	4.	5.	Průměr
Čas [sec]	00:17,800	00:15,740	00:19,800	00:16,560	00:17,890	00:17,6

### Pracoviště č. 4

Na pracovišti č. 4 pracuje pouze operátor bez stroje. Dochází zde ke kompletaci nosiče motoru, který je po nerezové skluzavce manuálně posouván na pracoviště č. 3. U tohoto pracoviště se bere v potaz MTM analýza pracoviště, kde průměrný čas výroby komponentu trvá zhruba 23 sekund při 130 % směnové normě. Operátor mezi pracovišti nerotuje. Pokud je pracovník šikovný a zručný, zvládne si komponenty do výrobku tzv. nadvyrobit, čímž vzniká nevyužitý potenciál a volný čas u daného operátora.

## 10.5 MTM analýza výrobního pracoviště H

Jak je popsáno v teoretické části této práce (str. 24-27), MTM analýza je podrobné rozebrání činností operátora na výrobní lince. Každý pohyb a úkon pracovníka má svůj čas vyjádřený v jednotkách TMU (Time Measurement Units). V tabulkách č. 9–13 jsou zapsány časy MTM analýzy jak v jednotkách TMU, tak také v sekundách. Výrobní norma na pracovišti H

je 130 %. Ke všem přepočtům mezi TMU a sekundami je přičten čas ve výši 7 % k celku pro osobní potřebu (toaleta, doplnění tekutin).

### 10.5.1 MTM analýza pracoviště č. 1 (1. část stroje)

Tabulka 12 MTM analýza pracoviště č. 1 (1. stanoviště stroje) (vlastní zpracování – interní zdroj)

<b>OPERACE</b>	<b>[TMU]</b>	<b>100 % [sec]</b>	<b>130 % [sec]</b>
Kroky operátora od stroje č. 3 (8 kroků)	146	5,62	4,33
Vzít a založit matice (2 kusy)	62	2,39	1,84
Vzít a založit šroubovice (2 kusy)	93	3,58	2,76
Zavřít box a spustit proces	36	1,39	1,07
<b>SUMA</b>	<b>337</b>	<b>12,98</b>	<b>9,98</b>

### 10.5.2 MTM analýza pracoviště č. 1 (2. část stroje)

Tabulka 13 MTM analýza pracoviště č. 1 (1. část stroje) (vlastní zpracování – interní zdroj)

<b>OPERACE</b>	<b>[TMU]</b>	<b>100 % [sec]</b>	<b>130 % [sec]</b>
Kroky operátora ke komponentu K (5 kroků)	95	3,66	2,81
Vzít komponent K do rukou (2 kusy)	28	1,08	0,83
Kroky zpět k pracovišti (3 kroky)	61	2,35	1,81
Založení komponentů K do výrobního stroje	40	1,54	1,19
Vzít a založit gumičky do stroje	108	4,16	3,20
Vzít hotové komponenty K z předešlého procesu	42	1,62	1,24
Spustit nový proces	27	1,04	0,80
Kroky ke stroji č. 2 před laserovou závoru (4 kroky)	78	3,00	2,31
Průběžné doplňování materiálu	51,8	2,00	1,53
<b>SUMA</b>	<b>530,8</b>	<b>20,44</b>	<b>15,72</b>

### 10.5.3 MTM analýza pracoviště č. 2

Tabulka 14 MTM analýza pracoviště č. 2 (vlastní zpracování – interní zdroj)

<b>OPERACE</b>	<b>[TMU]</b>	<b>100 % [sec]</b>	<b>130 % [sec]</b>
Kroky ke stroji č. 2 (2 kroky)	44	1,69	1,30
Založení komponentů K do stroje	40	1,54	1,19
Vzít a založit matice	138	5,32	4,09
Vzít a založit nýty	105	4,04	3,11
Vzít hotové komponenty K z předešlého procesu	64	2,47	1,90
Kroky od výrobního stroje (2 kroky)	44	1,69	1,30
Spustit nový proces	14	0,54	0,41
Kroky operátora ke stroji č. 3 (3 kroky)	61	2,35	1,81
Doplňování materiálu	17,5	0,67	0,52
<b>SUMA</b>	<b>527,5</b>	<b>20,31</b>	<b>15,63</b>

### 10.5.4 MTM analýza pracoviště č. 3

Tabulka 15 MTM analýza pracoviště č. 3 (vlastní zpracování – interní zdroj)

<b>OPERACE</b>	<b>[TMU]</b>	<b>100 % [sec]</b>	<b>130 % [sec]</b>
Kroky operátora ke stroji (1 krok)	27	1,04	0,80
Založení komponentů K (2x)	74	2,85	2,19
Vzít a založit nosič motoru	108	4,16	3,20
Vzít a založit nosič jednotky	95	3,66	2,81
Kroky operátora od výrobního stroje (2 kroky)	44	1,69	1,30
Spuštění procesu	19	0,73	0,56
Doplňování materiálu	17,6	0,68	0,52
<b>SUMA</b>	<b>384,6</b>	<b>14,81</b>	<b>11,39</b>

### 10.5.5 MTM analýza pracoviště č. 4

Tabulka 16 MTM analýza pracoviště č. 4 (vlastní zpracování – interní zdroj)

<b>OPERACE</b>	<b>[TMU]</b>	<b>100 % [sec]</b>	<b>130 % [sec]</b>
Vzít a založit plast do držáku	91	3,51	2,70
Vzít motor a gumičku	107	4,12	3,17
Vzít hřídel a vsunout do motoru	85	3,27	2,52
Vzít trubičku, nasadit na motor, založit s motorem do plastu a zacvaknout	161	6,20	4,77
Vzít a založit dlouhou hřídel	106	4,08	3,14
Zacvaknout plastový klip	108	4,16	3,20
Vzít hotový nosič motoru a odložit do posuvníku	43	1,66	1,27
Doplnění materiálu	72,3	2,78	2,14
<b>SUMA</b>	<b>773,3</b>	<b>29,78</b>	<b>22,91</b>

### 10.6 MTM analýza a procesní čas stroje výrobního pracoviště H-R

Pracoviště H-R se nachází v těsné blízkosti pracoviště H. Na montážním stroji operuje jeden pracovník, který má na starost pouze jeden výrobní proces.

MTM analýza tohoto pracoviště byla provedena z důvodu poměrně velkého procesního času stroje. Operátor je při práci stroje nucen čekat několik desítek sekund, než se proces dokončí. Tento nevyužitý čas by se dal využít například přeložením části kompletace nosiče motoru z nedaleké výrobní linky H – pracoviště č. 4. Rozložení výrobní linky H je zobrazeno na obrázku č. 8.

#### 10.6.1 Procesní časy stroje na pracovišti H-R

Jak bylo zmíněno výše v kapitole 10.5, procesní čas na stroji je doba, po kterou operátor čeká na dokončení procesu. Procesní čas stroje je zde o dost vyšší, než na strojích pracoviště H. Na výrobním pracovišti H-R pracuje jeden operátor na jednom výrobním stroji.

Naměřené časy byly pořízeny na ranní směně v časech od 7:30 do 9:00 a od 9:30 do 10:30, na odpolední směně v časech od 14:30 do 15:00 a od 15:00 do 16:30. Časy byly měřeny pomocí stopek a měření probíhalo od spuštění procesu temování do konce procesu, kdy se

rozsvítilo zelené světlo. V každém časovém úseku bylo provedeno celkem pět měření. V obou případech, na ranní i odpolední směně, stroje obsluhoval jiný operátor. Výsledné časy byly zprůměrovány z obou směn a zapsány do tabulky č. 17 a 18.

### Pracoviště H-R – ranní směna

Tabulka 17 Procesní čas stroje – H-R – ranní směna (vlastní zpracování – interní zdroj)

Měření	1.	2.	3.	4.	5.	Průměr
Čas [sec]	00:32,100	00:31,700	00:32,000	00:31,920	00:32,450	00:32,0

### Pracoviště H-R – odpolední směna

Tabulka 18 Procesní čas stroje – H-R – odpolední směna (vlastní zpracování – interní zdroj)

Měření	1.	2.	3.	4.	5.	Průměr
Čas [sec]	00:31,900	00:32,550	00:31,690	00:32,000	00:32,580	00:32,1

## 10.6.2 MTM analýza pracoviště H-R

U MTM analýzy je ke všem úkonům přičten čas ve výši 7 % k celku pro osobní spotřebu (toaleta, doplnění tekutin). Operce jsou rozepsány v tabulce č. 19.

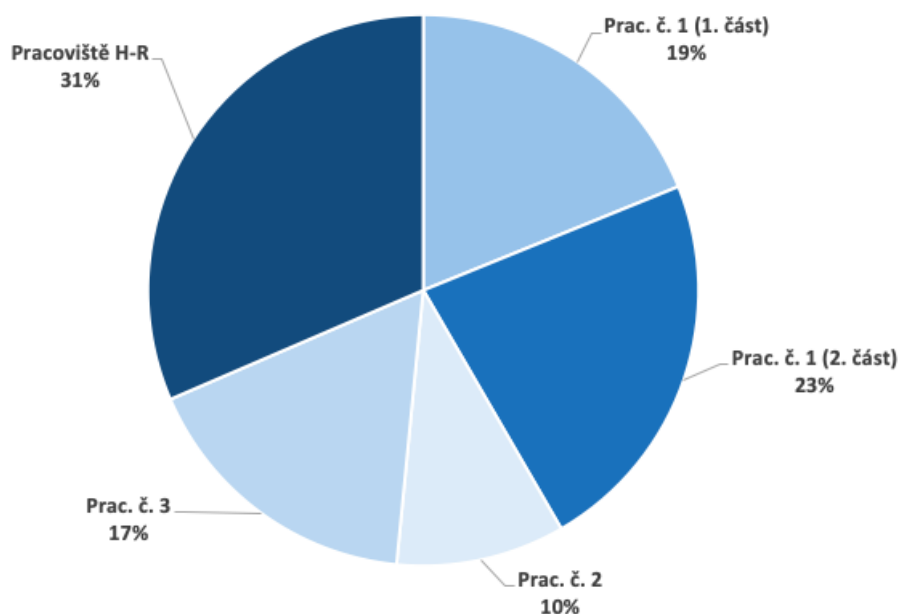
Tabulka 19 MTM analýza pracoviště H-R (vlastní zpracování – interní zdroj)

OPERACE	[TMU]	100 % [sec]	130 % [sec]
Vzít trubku	49	1,89	1,45
Kroky operátora k mazací stanici (3 kroky)	61	2,35	1,81
Založit trubku	33	1,27	0,98
Spustit proces mazání	14	0,54	0,41
Kroky k bočnicím (2 kroky)	44	1,69	1,30
Vzít bočnice (2x)	52,3	2,01	1,55
Kroky k mazací stanici (3 kroky)	44	1,69	1,30
Nasazení bočních částí na trubku	80	3,08	2,37
Kroky k výrobnímu stroji (2 kroky)	44	1,69	1,30
Založit trubku s bočnicemi	37	1,43	1,10

Vzít a nasadit temovací kroužky	139	5,35	4,12
Vzít a nasadit plastové kroužky	119	4,58	3,53
Odstoupit od stroje (2 kroky)	44	1,69	1,30
Spustit proces	19	0,73	0,56
Doplňování materiálu	138,5	5,34	4,10
<b>SUMA</b>	<b>917,8</b>	<b>35,35</b>	<b>27,19</b>

### 10.6.3 Procesní časy strojů na pracovišti H a H-R

Z obrázku č. 9 vyplývá, že nejdelší procesní čas stroje má pracoviště H-R. Operátor na pracovišti při procesu stroje čeká přibližně 32 sekund. Po celou dobu čekání se operátor zdržuje u stroje a nedělá žádnou další významnou činnost. Druhý nejdelší procesní čas má pracoviště H – stroj č. 1 (2. část), asi 23 vteřin. Pracovník zde oproti pracoviště H-R využívá čas efektivněji – připravuje si komponenty pro proces na pracovišti H – stroj č. 1 (1. část), kde je procesní čas 3. nejdelší, 19 vteřin. Operátor v tomto čase opět přechází na další stroj na pracovišti H a připravuje si komponenty pro další kompletaci. Naopak nejrychleji pracují stroje na pracovištích č. 2 a 3, tedy v průměru 10 a 17 vteřin.



Obrázek 9 Graf procesních časů strojů na pracovišti H a H-R (vlastní zpracování)

## 11 SHRUTÍ PRAKTICKÉ ČÁSTI

V první části praktické části byla představena vybraná společnost. Dále byla představena její historie, působení ve světě a certifikáty, kterými firma disponuje. Na konci představení byl popsán vývoj počtu zaměstnanců v České republice. Také bylo popsáno výrobní portfolio. Následuje organizační struktura společnosti, ve které je popsána hierarchie organizační struktury.

Dále byla provedena analýza současného stavu, ve které je popsán celý výrobní proces linky M2, pracovišť V, H, H-R, KM a stanice finální kontroly. Následuje vyobrazený layout, který ukazuje aktuální rozmístění pracoviště a montážních strojů.

Praktická část pokračuje analýzou procesních časů strojů na pracovišti H, které byly naměřeny a zaznamenány do tabulek č. 4-11. Měření probíhalo na ranní i odpolední směně, v rozdílných časech a na každé směně stroj obsluhoval jiný operátor.

Následuje MTM analýza pracoviště H, která podrobně popisuje pracovní úkony a pohyby operátorů na jednotlivých výrobních strojích. Pracoviště H č. 4 nedisponuje strojem – pracuje zde manuálně operátor, který kompletuje nosič motoru.

Analýza procesního času stroje a MTM analýza byla také provedena na nedalekém pracovišti H-R, kde se nachází jeden montážní stroj, který obsluhuje jeden operátor. Po provedení analýz bylo zjištěno, že tyto dvě pracoviště spolu nespolupracují i přesto, že jsou od sebe jen pár metrů a čas operátora při procesu na pracovišti H-R není téměř využit.

Na konci praktické části je vyobrazen výsečový graf, který ukazuje poměr procesních časů všech strojů v procentech (obrázek č. 9). Jak je z grafu zřejmé, nejvyšší procesní čas stroje má pracoviště H-R.



## 12 ZJIŠTĚNÉ NEDOSTATKY

U analýzy procesních časů strojů bylo zjištěno, že rozdíly mezi montážními stroji jsou poměrně velké a potenciály pracovníků na některých strojích nejsou využity na maximum. Konkrétně na pracovišti H-R, kde pracovník po spuštění procesu čeká na dokončení více než 30 vteřin, je potřeba tohoto času využít.

Na pracovišti H č. 4 bylo zjištěno při měření, že pokud je operátor kvalifikovanější, je schopen si výrobky nadvyrobit, čímž dosáhne nižšího času, než je uvedeno v MTM analýze (10.5.5), a poté má více času na osobní potřeby než například dva pracovníci, kteří pracují na strojích č. 1 až 3 v mnohem vyšším pracovním tempu.

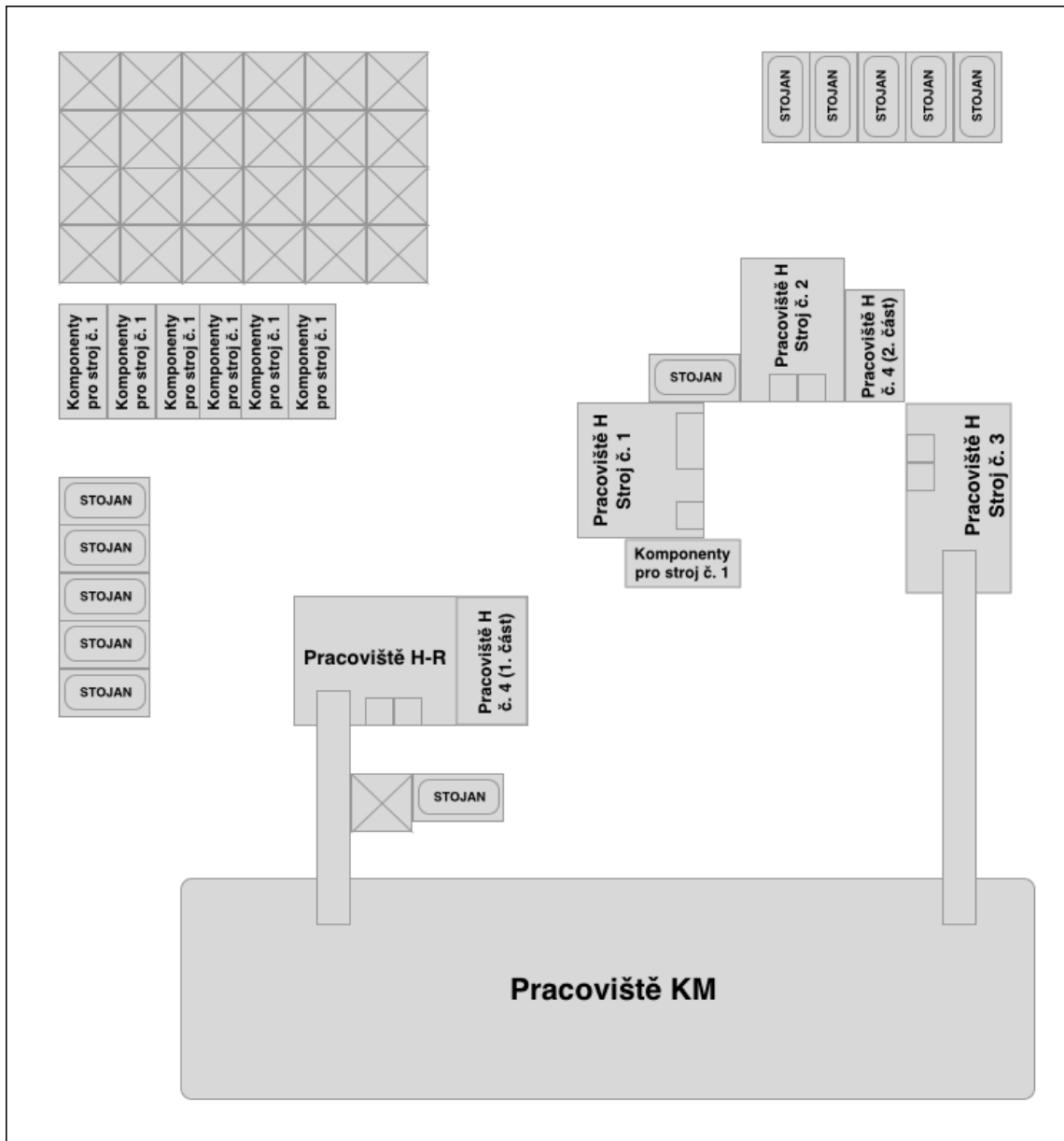
Prostorové rozmístění pracoviště H je na zbytečně velkém prostoru. Pokud operátor rotuje mezi pracovištěm č. 3 a č. 1, musí ujít 8 kroků, což brzdí výrobní proces o více než 5 vteřin. Stroje jsou rozmístěny na délku, nikoli na co nejmenším prostoru, například do tvaru písmene O.

Výrobní pracoviště H-R se nachází v těsné blízkosti pracoviště H, nicméně pracoviště spolu nekooperují, a proto by jej bylo dobré využít a zaučit tak operátory, kteří pracují na tomto pracovišti H-R a přidělit jim část procesu z pracoviště H.

### 13 NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ

- přesunutí části pracoviště H č. 4 na pracoviště H-R, druhou část pracoviště přemístit mezi stroje č. 2 a 3 (viz. obrázek č. 10)
- redukce operátorů na pracovišti H – zefektivnění pracoviště
- maximalizace využití času operátora na pracovišti H-R
- tyto návrhy vyřešit úpravou části layoutu (viz. obrázek č. 10)

#### Návrh nového layoutu



Obrázek 10 Návrh nového layoutu pracovišť H, H-R a KM (vlastní zpracování)

## FINANČNÍ ZHODNOCENÍ

Aby bylo možné zefektivnit pracoviště, bude potřeba snížit počet operátorů na výrobním pracovišti H. Toho se dá docílit přestavbou pracoviště H. Společnost disponuje vlastní údržbou, která bude přestavbu provádět. Jako první bude potřeba vyrobit na pracovišti údržby dvě menší pracoviště H č. 4 – 1. a 2. část, které se umístí mezi pracoviště H – stroje č. 2 a 3 (viz. obrázek č. 10) a vedle pracoviště H-R (obrázek č. 10). Práci na návrhu nového layoutu provede oddělení plánování výroby a student, který bude při návrhu nápomocen. Do nákladů na přestavbu je nutné také připočítat ušlý zisk společnosti při přestavbě (zastavení výroby), která bude trvat zhruba 1,5 hodiny. Jelikož má společnost jednou za měsíc údržbovou přestávku 30 minut (úklid pracoviště, čištění a kontrola montážních strojů, kontrola materiálu), přestavba se bude provádět právě během této přestávky a od celkového času přestavby bude odečten právě tento čas.

Tabulka 20 Finanční propočet nákladů a úspor po návrhu na zlepšení (vlastní zpracování)

Náklady na přestavbu	Cena [CZK]
Náklady na pracovníky údržby (2 týdny) – 4 pracovníci	61 680
Náklady na výrobu 2 ks nových, menších pracovních stolů	7 000
Náklady na pracovníka z oddělení plánování výroby (2 týdny)	15 420
Náklady na studenta (2 týdny)	3 000
Ušlý zisk při pozastavení výroby na pracovišti H – 1 hodina	330 000
<b>Úspora po snížení počtu operátů na výrobním pracovišti (měsíc)</b>	<b>41 250</b>
<b>Návratnost investice (417 100 Kč / 41 250 Kč)</b>	<b>10,11 měsíce</b>

## ZÁVĚR

Tato práce byla zaměřena na analýzu pracoviště ve vybrané společnosti, ze které vyšly zjištěné nedostatky a návrhy na zlepšení. Hlavním cílem této práce bylo navrhnout snížení počtu operátorů na výrobním pracovišti ze 3 na 2.

V teoretické části byly definovány pojmy jako výroba, výrobní proces, štihlá výroba, logistika, přímé a nepřímé měření času ve výrobě nebo také Průmysl 4.0 a jeho metody. Tyto věcné informace sloužily jako podklad pro zpracování praktické části této práce.

V praktické části byla jako první představena vybraná společnost. Poté bylo představeno její výrobní portfolio a vývoj počtu zaměstnanců v České republice. Následovala analýza současného stavu, kde byl podrobně popsán výrobní proces na lince M2, konkrétně na pracovišti H a pracovišti H-R. Poté byla použita analýza procesních časů strojů na pracovišti H a H-R. Na základě naměřených hodnot bylo zjištěno, že pracoviště H-R s jedním montážním strojem má nejvyšší procesní čas a bylo by dobré jej propojit s pracovištěm H. Také byla provedena MTM analýza pracoviště H a H-R, kde je podrobně popsán každý pohyb a úkon operátora při výrobním procesu.

Ze zjištěných nedostatků byl autorem vytvořen návrh na zlepšení. Autor navrhuje upravit layout, přesunout část pracoviště H na pracoviště H-R, čímž jedno pracovní místo na pracovišti H zanikne a společnost tak ušetří náklady na jednoho zaměstnance. Přemístění části pracoviště H č. 4 na pracoviště H-R maximalizuje využití operátora na tomto pracovišti.

Na závěr bylo propočítáno finanční zhodnocení návrhů. Do nákladů na provedení změn je započítáno např. práce údržby ve společnosti, náklady na výrobu dvou nových pracovních stolů, práce oddělení plánování výroby a pomoc studenta. Největší náklady vzniknou při odstávce pracoviště v průběhu přestavby. Návratnost investice je **10,11 měsíců** (viz. tabulka č. 20).

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- DLABAČ, Jaroslav © 2005-2020, Analýza a měření práce. API – Akademie produktivity a inovací, s.r.o. [online]. [cit. 2020-04-05]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/25784n-analyzaa-mereni-prace>
- DUPAL, Andrej, 2018. Logistika. Bratislava: Sprint 2, 287 s. Economics. ISBN 9788089710447.
- DUŠÁK, Karel, 2005. Technologie montáže: základy. 1. vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 113 s. ISBN 80-7083-906-6
- CHROMJAKOVÁ, Felicita, 2013. Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štíhlým řízením procesů. Žilina: Georg, 116 s. ISBN 9788081540585.
- JUROVÁ, Marie, 2013. Výrobní procesy řízené logistikou. Brno: BizBooks, 260 s. ISBN 9788026500599.
- KEŘKOVSKÝ, Miloslav, 2009. Moderní přístupy k řízení výroby. 2. vyd. V Praze: C.H. Beck, 137 s. C.H. Beck pro praxi. ISBN 9788074001192.
- KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA, 2012. Moderní přístupy k řízení výroby. 3., dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck, 153 s. C.H. Beck pro praxi. ISBN 9788071793199.
- KOŠTURIAK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 237 s. Management studium. ISBN 8086851389.
- KRIŠŤAK, Jozef © 2017, MTM – Methods Time Measurement. IPA Slovakia [online]. [cit. 2020-04-05]. Dostupné z: <https://www.ipaslovakia.sk/clanok/mtm-methods-time-measurement>
- MÁDL Jan, Martin VRABEC a Antonín ZELENKA, 2005. Technologičnost konstrukce: obrábění a montáže. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství ČVUT. ISBN 8001032884.
- MALEJČÍKOVÁ, Alexandra a Albín MALEJČÍK, 2015. Logistika. Nitra: Vydala Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre vo Vydavateľstve SPU, 205 s. ISBN 9788055213026.
- Management Mania.com © 2011-2018. Procesní analýza (Process analysis) [online]. [cit. 2020-04-05]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/analyza-procesu-procesni-analyza>

- MAŠÍN, Ivan, 2005. Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štihlé výroby. Liberec: Institut technologií a managementu, 106 s. ISBN 8090353312.
- MORAN, Sean, 2017. *Process plant layout*. Second edition. Amsterdam: Elsevier, BH, 734 s. ISBN 9780128033555.
- OUDOVÁ, Alena, 2016. Logistika: základy logistiky. Aktualizované 2. vydání. Prostějov: Computer Media, 104 s. ISBN 9788074022388.
- ŠTŮSEK, Jaromír, 2007. Řízení provozu v logistických řetězcích. V Praze: C.H. Beck, 227 s. C.H. Beck pro praxi. ISBN 9788071795346.
- ROI Management Consultants AG, 2012: LEAN FAB [online]. Jesenice u Prahy: ROI Management Consultants, [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://www.lean-fabrika.cz/terminologie/5s-metoda#.Xut-pmgzaUk>
- TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2007. Řízení výroby a nákupu. Praha: Grada, 378 s. Expert. ISBN 9788024714790.
- TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2014. Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci. Praha: Grada, 366 s. Expert. ISBN 9788024744865.
- TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2017. Průmysl 4.0, aneb, Nikdo sám nevyhraje. Průhonice: Professional Publishing, 200 s. ISBN 9788090659445.
- VOJÁČEK, Antonín © 2016. Co se skrývá pod výrazy Industry 4.0 / Průmysl 4.0? 1997–2014 HW server s.r.o. [online]. [cit. 2020-04-05]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/mimochodem/co-je-se-skryva-pod-vyrazy-industry-40-prumysl-40.html>

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CZK Česká koruna

MTM Methods Time Measurement

PR Public Relations (vztahy s veřejností)

SEC Sekunda

TMU Time Measurement Units

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 Schéma transformačního procesu (Tomek, Vávrová, 2014).....	13
Obrázek 2 Montážní činnosti (Mádl, Zelenka a Vrabec, 2005, str. 125).....	15
Obrázek 3 Grafické zobrazení štíhlého podniku (Košturiak a Frolík, 2006, str. 20).....	16
Obrázek 4 Vývoj průmyslové revoluce (Vojáček, © 2016) .....	27
Obrázek 5 Metoda 5S (Roi Management Colsuntants © 2012) .....	29
Obrázek 6 Výrobní portfolio společnosti (Interní zdroj společnosti) .....	34
Obrázek 7 Organizační struktura společnosti (Vlastní zpracování - Interní zdroj společnosti) .....	35
Obrázek 8 Současný layout pracovišť H, H-R a KM (Vlastní zpracování).....	39
Obrázek 9 Graf procesních časů strojů na pracovišti H a H-R (vlastní zpracování) .....	47
Obrázek 10 Návrh nového layoutu pracovišť H, H-R a KM (vlastní zpracování) .....	50



**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 Základní pohyby MTM analýzy (Krišťak © 2017).....	25
Tabulka 2 Stupně MTM analýzy (Krišťak © 2017).....	26
Tabulka 3 TMU vyjádřené v jednotkách času .....	26
Tabulka 4 Procesní časy stroje – č. 1 (1.část) – ranní směna (Vlastní zpracování).....	40
Tabulka 5 Procesní časy stroje – č. 1 (1.část) – odpolední směna (Vlastní zpracování).....	40
Tabulka 6 Procení časy stroje – č. 2 (2. část) – ranní směna (Vlastní zpracování) .....	41
Tabulka 7 Procení časy stroje – č. 2 (2. část) – odpolední směna (Vlastní zpracování) .....	41
Tabulka 8 Procesní časy stroje – č. 2 – ranní směna (Vlastní zpracování).....	41
Tabulka 9 Procesní časy stroje – č. 2 – odpolední směna (Vlastní zpracování).....	41
Tabulka 10 Procesní časy stroje – č. 3 – ranní směna (Vlastní zpracování).....	42
Tabulka 11 Procesní časy stroje – č. 3 – odpolední směna (Vlastní zpracování).....	42
Tabulka 12 MTM analýza pracoviště č. 1 (1. stanoviště stroje) (vlastní zpracování – interní zdroj).....	43
Tabulka 13 MTM analýza pracoviště č. 1 (1. část stroje) (vlastní zpracování – interní zdroj) .....	43
Tabulka 14 MTM analýza pracoviště č. 2 (vlastní zpracování – interní zdroj).....	44
Tabulka 15 MTM analýza pracoviště č. 3 (vlastní zpracování – interní zdroj).....	44
Tabulka 16 MTM analýza pracoviště č. 4 (vlastní zpracování – interní zdroj).....	45
Tabulka 17 Procesní čas stroje – H-R – ranní směna (vlastní zpracování – interní zdroj)..	46
Tabulka 18 Procesní čas stroje – H-R – odpolední směna (vlastní zpracování – interní zdroj) .....	46
Tabulka 19 MTM analýza pracoviště H-R (vlastní zpracování – interní zdroj).....	46
Tabulka 20 Finanční propočet nákladů a úspor po návrhu na zlepšení (vlastní zpracování) .....	51

