

# Racionalizace výrobního procesu ve vybrané společnosti

Ondřej Holík

---

Bakalářská práce  
2024



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta managementu a ekonomiky

---

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

Akademický rok: 2023/2024

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Ondřej Holík  
Osobní číslo: M21004  
Studijní program: B0413P050013 Průmyslové inženýrství  
Forma studia: Prezenční  
Téma práce: Racionalizace výrobního procesu ve vybrané společnosti

## Zásady pro vypracování

### Úvod

Definujte cíle a použité metody zpracování práce.

#### I. Teoretická část

- Provedte literární rešerši a formulujte teoretická východiska pro zpracování praktické části.

#### II. Praktická část

- Provedte analýzu současného stavu výrobního procesu ve vybrané společnosti.
- Na základě analýzy vypracujte návrh na zlepšení výrobního procesu.
- Zhodnotte přínosy jednotlivých návrhů.

### Závěr

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

Seznam doporučené literatury:

- CHARRON, Rich. *The Lean Management Systems Handbook*. Boca Raton: CRC Press, 2015. ISBN 978-1-4665-6435-0.  
CHROMJAKOVÁ, Felicita. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štihlým řízením procesů*. Žilina: Georg, 2013. ISBN 978-80-8154-058-5.  
JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada, 2016. ISBN 97-880-2475-717-9.  
ROTHER, Mike. *Toyota Kata: systematickým vedením lidí k výjimečným výsledkům*. Praha: Grada, 2017. ISBN 978-80-271-0435-2.  
SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3938-0.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Lucie Macurová, Ph.D.  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Datum zadání bakalářské práce: 5. února 2024  
Termín odevzdání bakalářské práce: 17. května 2024

L.S.

---

prof. Ing. David Tuček, Ph.D.  
děkan

---

prof. Ing. Felicita Chromjaková, Ph.D.  
garant studijního programu

Ve Zlíně dne 5. února 2024

**PROHLÁŠENÍ AUTORA  
BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE**

**Prohlašuji, že**

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

**Prohlašuji,**

1. že jsem na diplomové/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 16.05.2024

Jméno a příjmení: Ondřej Holík

.....  
podpis diplomanta

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou racionalizace výrobního procesu ve vybrané firmě. Teoretická část práce je zaměřena na literární rešerši v oblasti výrobních procesů, průmyslového inženýrství a jeho metod, zejména identifikace a odstranění plýtvání. Praktická část práce popisuje konkrétní firmu a její výrobky, a provádí analýzu vybraných výrobních procesů. Na základě identifikovaných nedostatků jsou navržena a implementována zlepšovací opatření s cílem zrychlit průběžnou dobu výroby o 5 %. Tato práce přispívá nejen k teoretickému poznání problematiky průmyslového inženýrství, ale i k praktické aplikaci jeho metodologie v reálném průmyslovém prostředí.

Klíčová slova: výrobní proces, racionalizace výrobního procesu, analýza výrobního procesu, plýtvání, průmyslové inženýrství, lay-out

## **ABSTRACT**

This bachelors thesis addresses the issue of manufacturing process optimization in a chosen company. The theoretical part of the thesis focuses on a literature review in the field of production processes, industrial engineering, and its methods, particularly the identification and elimination of waste. The practical part of the thesis describes a specific company and its products, conducting an analysis of selected production processes. Based on the identified shortcomings, improvement measures are proposed and implemented with the aim of accelerating the lead time of production by 5%. This thesis contributes not only to the theoretical understanding of the issues of industrial engineering but also to the practical application of its methodology in a real industrial environment.

Keywords: production process, production process optimization, analysis of the production process, waste, industrial engineering, lay-out

## **Poděkování**

Rád bych vyjádřil upřímné poděkování paní Ing. Lucii Macurové, Ph.D., za její cenné a odborné rady, trpělivost a vstřícnost při vedení této bakalářské práce. Také bych chtěl poděkovat firmě Trefal s.r.o. za poskytnutí možnosti provést průzkum v rámci svého podnikání. Zvláštní dík patří Ing. Milanu Jedovnickému, majiteli firmy, za jeho podporu a ochotu spolupracovat. Vaše pomoc byla neocenitelná při dosažení cílů této práce.

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

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>11</b>
<b>CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE</b> .....	<b>12</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>13</b>
<b>1 VÝROBNÍ PROCES</b> .....	<b>14</b>
1.1 PRŮMYSLOVÉ PROCESY .....	14
1.2 ADMINISTRATIVNÍ PROCESY .....	14
1.3 ŘÍDÍCÍ PROCESY.....	14
1.4 DĚLENÍ PROCESŮ PODLE DŮLEŽITOSTI.....	15
1.5 ATRIBUTY PROCESU .....	15
<b>2 VSTUPY DO VÝROBNÍHO PROCESU</b> .....	<b>16</b>
<b>3 VÝSTUPY Z VÝROBNÍHO PROCESU</b> .....	<b>17</b>
3.1 PRODUKT .....	17
3.2 VEDLEJŠÍ PRODUKTY VÝROBNÍHO PROCESU .....	18
<b>4 TYPOLOGIE VÝROBY</b> .....	<b>19</b>
4.1 ČLENĚNÍ PODLE OPAKOVATELNOSTI .....	19
4.2 ČLENĚNÍ PODLE DŮLEŽITOSTI PRODUKTU.....	21
4.3 ČLENĚNÍ PODLE PLYNULOSTI VÝROBNÍHO PROCESU.....	21
4.3.1 Plynulá výroba .....	21
4.3.2 Skupinová výroba.....	21
4.3.3 Fázová výroba .....	22
<b>5 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ</b> .....	<b>23</b>
5.1 VZNIK A VÝVOJ PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ.....	23
5.2 PRŮMYSL 4.0.....	24
5.2.1 Real-Time Asset Tracking .....	24
5.2.2 Prediktivní údržba strojů .....	26
5.2.3 Digitální dvojče a počítačové simulace.....	27
<b>6 PLÝTVÁNÍ</b> .....	<b>28</b>
6.1 ROZLIŠENÍ AKTIVIT PODLE PŘIDANÉ HODNOTY V OČÍ ZÁKAZNÍKA .....	28
6.2 8 DRUHŮ PLÝTVÁNÍ .....	29
6.2.1 Nadprodukce .....	29
6.2.2 Nadbytečné skladování .....	29
6.2.3 Vady .....	30
6.2.4 Nadbytečné zpracování .....	30
6.2.5 Čekání .....	30
6.2.6 Nadbytečný pohyb .....	30
6.2.7 Nadbytečný transport .....	30
6.2.8 Nevyužitý potenciál pracovníků .....	30

<b>7</b>	<b>METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ NA ODHALENÍ PLÝTVÁNÍ .....</b>	<b>32</b>
7.1	MAPOVÁNÍ HODNOTOVÉHO TOKU .....	32
7.2	PROCESNÍ ANALÝZA .....	34
7.3	SPAGHETTI DIAGRAM .....	34
<b>8</b>	<b>METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ NA ODSTRANĚNÍ PLÝTVÁNÍ .....</b>	<b>35</b>
8.1	METODA 5S.....	35
8.1.1	Organization .....	35
8.1.2	Orderliness .....	35
8.1.3	Cleanliness .....	35
8.1.4	Standardized Cleanup.....	35
8.1.5	Discipline .....	36
8.2	JUST IN TIME.....	36
8.3	THEORY OF CONSTRAINTS.....	37
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>38</b>
<b>9</b>	<b>PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI.....</b>	<b>39</b>
9.1	AREÁL SPOLEČNOSTI.....	40
9.2	HLAVNÍ PRODUKTY SPOLEČNOSTI .....	41
9.2.1	Průmyslové mycí stoly .....	41
9.2.2	Průmyslové mycí stroje.....	42
9.2.3	Kombinované mycí stroje .....	43
9.2.4	Možnosti konfigurace strojů .....	43
9.2.5	Přidružená výroba .....	44
9.4	VALUE STREAM MAPA PODNIKU .....	46
9.4.1	Příjem poptávky a vypracování nabídky pro zákazníka .....	46
9.4.2	Zadávání objednávky do systému .....	47
9.4.3	Plánování výroby .....	48
9.4.4	Výroba.....	49
9.4.5	Vyhodnocení value stream mapy .....	50
9.5	PŘEDMĚT ANALÝZ.....	51
9.6	ANALÝZA PROCESU STRÍHÁNÍ PLECHŮ .....	51
9.7	ANALÝZA PROCESU OHRANĚNÍ PLECHŮ .....	55
9.8	ANALÝZA VÝROBNÍHO PROCESU BODOVÉ SVAŘOVÁNÍ.....	57
9.9	PROCESNÍ ANALÝZA VRTÁNÍ .....	61
9.11	PROSTOROVÉ USPOŘÁDÁNÍ STROJNÍ DÍLNY .....	65
9.12	POHYBY PRACOVNÍKŮ V PRŮBĚHU VÝROBNÍHO PROCESU .....	67
9.12.1	Vyhodnocení spaghetti diagramu.....	68
<b>10</b>	<b>NEDOSTATKY VE VÝROBNÍM PROCESU.....</b>	<b>69</b>



10.1	NEUVÁŽENÉ USKLADNĚNÍ MATERIÁLU .....	69
10.2	NEDOSTATEČNÁ STANDARDIZACE STŘÍHÁNÍ PLECHŮ .....	70
10.3	ULOŽENÍ UŽIVATELNÝCH ZBYTKŮ ZE STŘÍHACÍHO PROCESU .....	71
10.4	ŠPATNÉ BALANCOVÁNÍ VÝROBNÍCH PROCESŮ .....	71
10.5	NEPOUŽITELNÉ FIREMNÍ VRTÁKY .....	72
10.6	NEVHODNÉ UMÍSTĚNÍ STROJŮ .....	72
10.7	NEDOSTATEČNÉ VYTÍŽENÍ STROJNÍCH NŮŽEK .....	72
<b>11</b>	<b>NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ VÝROBNÍHO PROCESU.....</b>	<b>73</b>
11.1	ZMĚNA V PROSTOROVÉM USPOŘÁDÁNÍ VÝROBY .....	73
11.1.1	Omezení hromadění zásob u vchodu do výroby .....	73
11.1.2	Zkrácení materiálového toku ve výrobě.....	73
11.1.3	Víc skladovacího prostoru pro odštířky .....	73
11.1.4	Návrh nového uspořádání výroby .....	74
11.2	NÁVRH NA BALANCOVÁNÍ VÝROBNÍHO PROCESU .....	76
11.2.1	Přínosy balancování procesu .....	76
11.3	STANDARDIZACE STŘÍHÁNÍ PLECHŮ POMOCÍ ŠABLONY .....	77
11.3.1	Návrh na tvorbu šablony .....	77
11.3.2	Přínosy stříhání podle šablony .....	77
11.4.1	Přínosy regálů pro ukládání zbytkových materiálů.....	79
11.5	SYSTEMATIZACE OSTŘENÍ VRTÁKŮ .....	80
11.5.1	Přínosy systematizace ostření vrtáků .....	80
<b>12</b>	<b>SHRnutí PŘÍNOSŮ ZLEPŠOVACÍCH OPATŘENÍ.....</b>	<b>81</b>
12.1	SHRnutí PŘÍNOSŮ ZMĚNY V PROSTOROVÉM USPOŘÁDÁNÍ VÝROBY .....	81
12.2	SHRnutí PŘÍNOSŮ STŘÍHÁNÍ PLECHŮ PODLE ŠABLONY .....	81
12.3	SHRnutí PŘÍNOSŮ BALANCOVÁNÍ VÝROBNÍHO PROCESU .....	81
12.4	SHRnutí PŘÍNOSŮ PRAVIDELNÉHO OSTŘENÍ VRTÁKŮ .....	82
12.5	PŘÍNOSY OPATŘENÍ NA ZRYCHLENÍ PRŮBĚŽNÉ DOBY VÝROBY .....	82
<b>13</b>	<b>NÁKLADOVÁ KALKULACE ZAVEDENÍ OPATŘENÍ.....</b>	<b>83</b>
13.1	NÁKLADY NA ZMĚNU PROSTOROVÉHO USPOŘÁDÁNÍ.....	83
13.2	NÁKLADY NA TVORBU ŠABLON .....	84
13.3	NÁKLADY NA BALANCOVÁNÍ VÝROBNÍHO PROCESU .....	84
13.4	NÁKLADY NA PRAVIDELNÉ OSTŘENÍ FIREMNÍCH VRTÁKŮ .....	85
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>86</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>87</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>89</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>90</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>92</b>

<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>93</b>
---------------------------	-----------

## ÚVOD

V dnešním dynamickém a konkurenčním prostředí je pro firmy klíčové neustále hledat způsoby, jak optimalizovat své výrobní procesy a zvýšit efektivitu svých operací. Procesy se musí sledovat a analyzovat, abychom mohli identifikovat a odstranit neefektivitu, zjednodušit pracovní postupy a maximalizovat využití zdrojů.

Tato bakalářská práce se zaměřuje na analýzu a racionalizaci výrobního procesu ve společnosti Trefal s.r.o., která vyrábí průmyslové mycí a odmašťovací stroje. Firma se dlouhodobě snaží udržet konkurenční výhodu a racionalizovat své výrobní procesy prostřednictvím inovací a efektivního řízení. Hlavním cílem práce je navrhnout konkrétní opatření, která zrychlí průběžnou dobu výroby o 5 %.

Firma plánuje rekonstrukci strojního pracoviště, což je perfektní příležitost pro zavedení prvků štíhlé výroby. Analýza současného stavu tohoto pracoviště a identifikace možných nedostatků poslouží jako výchozí bod pro návrh konkrétních zlepšení, která by měla vést ke zvýšení efektivity a kvality procesů.

V teoretické části této práce bude provedena literární rešerše relevantních metod průmyslového inženýrství a řízení výroby, které poslouží jako podklad pro přesnou analýzu a následnou racionalizaci výrobního procesu.

Praktická část začne popisem aktuálního stavu firmy, její organizační struktura, lay-out pracovišť, stručný popis výrobního portfolia a výrobního systému. V druhé řadě bude analytická část, ve které budou použity analytické nástroje popsané v teoretické části ke stanovení případných nedostatků nebo příležitostí ke zlepšení. Na závěr budou stanoveny konkrétní zlepšovací opatření, které firma může využít k racionalizaci výrobního procesu a přínosy aplikace těchto opatření budou vyhodnoceny.

Shrnuto tato práce přinese komplexní pohled na racionalizaci výrobního procesu ve firmě Trefal s.r.o. a poskytne návrhy a doporučení, která by měla vést ke zvýšení efektivity, konkurenceschopnosti a dlouhodobé udržitelnosti této společnosti.

## CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Bakalářská práce je rozdělena na část teoretickou a část praktickou. Cílem teoretické části je provedení literární rešerše, která poslouží, jako podklad pro zpracování praktické části. Hlavním cílem bakalářské práce je zrychlení průběžné doby výroby o 5 %.

K plnění cíle bude nejdřív výrobní proces zmapován a podroben analýze. Mezi vybrané analytické metody patří:

- snímkování
- přímé pozorování
- analýza firemní dokumentace
- rozhovory s pracovníky

Získaná data budou následně shrnuté ve:

- value stream mapě
- procesních diagramech
- spaghetti diagramech

Na základě těchto analýz se identifikují nedostatky ve výrobním procesu. Dále budou navrženy konkrétní opatření, které může firma aplikovat k eliminaci zjištěných nedostatků a racionalizaci výrobního procesu.

K racionalizaci výrobního procesu budou užity metody průmyslového inženýrství:

- standardizace pracovních postupů
- optimalizace prostorového uspořádání výroby
- balancování výrobních procesů

Na závěr dojde ke zhodnocení přínosu zlepšovacích opatření.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 VÝROBNÍ PROCES

Výrobní proces můžeme definovat několika způsoby. Nejjednodušší definici nabízí (Fiala, 2002) „*Proces je způsob transformace vstupů na požadované výstupy.*“.

Svozilová (2011) se při definování výrobního procesu zaměřila na působení obsluhujícího personálu, jak fyzicky, tak intelektuálně na výrobek či službu za účelem přinesení hodnoty pro zákazníka procesu. Dále se při definování výrobního procesu můžeme zaměřit na jednotlivé aktivity, které vedou k realizaci finálního produktu.

Mašín a Vytlačil (2000) tyto aktivity nazval:

- Průmyslové procesy
- Administrativní/obchodní procesy
- Řídící procesy

Přičemž všechny tyto procesy mají stejné schéma:

„Vstup – proces – výstup“

## 1.1 Průmyslové procesy

Průmyslové procesy jsou klíčové pro výrobní podniky. Jedná se o procesy jejichž vstupem jsou materiály nebo suroviny a výstupem mohou být surovinou nebo polotovarem pro další průmyslový proces. Patří sem taky seřízení, oprava nebo modernizace výrobních zařízení. (Mašín a Vytlačil, 2000)

## 1.2 Administrativní procesy

„*Administrativní procesy produkují sestavy, data a informace, které jsou využívány ostatními procesy.*“ (Mašín a Vytlačil, 2000)

Zákazníci potom mohou být jak externí v případě faktur nebo daňových dokladů nebo také interní, jelikož tvoří data a podklady, potřebné pro řídicí procesy. (Mašín a Vytlačil, 2000)

## 1.3 Řídící procesy

Vstupem do těchto procesů jsou data a strukturované přístupy, pomocí nichž data využíváme. Výstupem pak jsou rozhodnutí, které zvyšují produktivitu podniku. (Mašín a Vytlačil, 2000)

## 1.4 Dělení procesů podle důležitosti

Podle Jurové (2016) je procesy možné dělit dle důležitosti pro podnik na:

- Klíčové
- Podpůrné
- Řídící

Přičemž klíčové procesy jsou takové, které tvoří hodnotu pro koncového zákazníka a definují oblast podnikání podniku. V případě výrobní firmy, lze konstatovat, že mezi klíčové procesy patří průmyslové procesy. (Jurová, 2016)

Podpůrné procesy zajišťují chod klíčových procesů. Dodávají klíčovým procesům zdroje a služby a mají interního zákazníka. Do této kategorie se řadí některé administrativní procesy. (Jurová, 2016)

Řídící procesy zajišťují řízení a koordinaci ostatních podnikových procesů. Samy nepřinášejí podniku žádný zisk. (Jurová, 2016)

## 1.5 Atributy procesu

Podnikové procesy se vyznačují určitými atributy. Každý proces má své vstupy a výstupy. Má svého zákazníka čili někoho, kdo odebírá výstupy procesu. Pro správné měření procesu jsou stanovené výkonnostní ukazatele procesu. Na samotné nastavení procesu a řešení případných odchylek potom dohlíží vlastník procesu. Každý proces má svůj cíl, potřebuje k něčemu sloužit. (Jurová, 2016)

## 2 VSTUPY DO VÝROBNÍHO PROCESU

Podle Tomka a Vávrové (2014) se řadí mezi vstupy do výrobního procesu široká škála výrobních prostředků, členit je lze podle následující struktury:

- Elementární – pracovní síla a výrobní prostředky včetně budov, pozemků a dopravních prostředků.
- Spotřební – materiály tvořící samotný produkt, pomocné materiály, režijní materiály a nakupované položky tvořící součást dodávaného souboru
- Dispozitivní – řídicí složky a nástroje řízení

Informace taky představují důležitou součást výrobního procesu ty mohou být rozlišeny na dva typy: technické a procesní. Technické informace se týkají výrobních postupů, schémat Procesní informace zahrnují aspekty výrobního systému, jako je plánování kvality nebo poruchy strojů. (Tuček a Bobák, 2006)

Informace v podniku se obvykle zobrazují skrze informační systém, který usnadňuje komunikaci a poskytuje přehled pracovníkům na všech úrovních. Tento systém podporuje také rozvoj znalostí zaměstnanců. (Tuček a Bobák, 2006)

Zajímavým vstupem do výroby představuje také zpětná vazba, je totiž zároveň vstupem do výroby i výstupem z výroby. Má dvě podoby první je informační, ta představuje informace, které pomůžou pro zlepšování výrobního procesu a druhá je finanční například reinvestice, které zvýší výkon výrobního systému. (Tuček a Bobák, 2006)



### 3 VÝSTUPY Z VÝROBNÍHO PROCESU

Mezi hlavní výstupy z výrobního procesu patří produkty nebo služby, které odpovídají požadavkům zákazníka. Vytvářejí se však i vedlejší výstupy. Mezi žádoucí vedlejší výstupy je zpětná vazba a nežádoucí výstupy tvoří odpad a emise spojené s výrobním procesem. (Tuček a Bobák, 2006)

#### 3.1 Produkt

Jsou různé pohledy na produkt, které vychází z orientace podniku. Výrobně orientované firmy pohlížejí na produkt, jako na manifestaci svých zdrojů a schopností je využít. Oproti tomu marketingově orientované firmy vnímají produkt jako prostředek, kterým uspokojují potřeby zákazníků. (Jakubíková, 2013)

Pro dosažení cílů podniku, tj. zisku, je potřeba sladit oba pohledy. Žádanost produktu pro zákazníky zvyšuje obrat firmy a efektivním řízením zdrojů se snižují náklady. (Tomek a Vávrová, 2014)

Dnešní podniky se snaží zapojit zákazníky do vývoje nových produktů. Umožňuje to lepší transfer znalostí mezi jednotlivými účastníky tohoto procesu. Je to symbiotický vztah, díky kterému se snižuje nejistota a riziko pro podniky a zákazníci jsou odměněni produkty, které lépe uspokojují jejich potřeby. (Tomek a Vávrová, 2014)

I uvnitř firmy je produkt vnímán různě. Pracovníci ekonomického úseku vidí v produktu náklady spojené s výrobou a výnosy z prodeje. Pracovníci technologického úseku vnímají hlavně technické aspekty produktu a pracovníci marketingu se snaží o pohled na produkt očima zákazníka. (Jakubíková, 2013)

Produkty pro zákazníky plní alespoň jednu ze dvou funkcí. První je čistě instrumentální funkce. Zaměřuje se, na co produkt dělá neboli základní funkci produktu. Čistě tuto funkci mají například suroviny. Další funkce je expresivní, je zaměřená na to, co produkt říká o zákazníkovi. Zákazník jeho zakoupením vyjadřuje svůj status nebo postoj. Funkce většiny produktů vzniká kombinací předešlých dvou funkcí. (Jakubíková, 2013)

### 3.2 Vedlejší produkty výrobního procesu

Vedlejší produkty výrobního procesu mohou mít jak materiální, tak nemateriální povahu. Vedlejší produkty nemateriální povahy tvoří zpětná vazba. Na základě zpětné vazby se mohou výrobní procesy racionalizovat. Do nemateriálních výstupů výroby se řadí taky emise. (Tuček a Bobák, 2006)

Materiální povahu má odpad z výrobního procesu, jehož likvidace je obvykle spojená s náklady pro podnik. Některý průmyslový odpad, ale může být cenný a tato skutečnost vede dnešní podniky k přezkoumání jeho využitelnosti. Autorka Lee nazvala tuto strategii “by-product synergy” a pro některá odvětví je to všední fenomén, například pro agropodniky, které využívají odpad ke kompostování. Pro jiné obory, ale produktivní užitkování svého odpadu není běžné. Vyskytuje se tedy příležitost k výzkumu využitelnosti průmyslového odpadu. Podniky, které objeví nové cesty k užitkování odpadu, mohou tyto nápady poskytnout formou licence jinému podnikateli nebo je využít samy. Příkladem společnosti, která se této příležitosti chopila je Chaparral Steel, která patentovala proces výroby cementu pomocí ocelové strusky, což je odpadem jejich hlavní produkce oceli. Ten patent nazvala CemStar proces a nabízí ho dál formou licence výrobcům cementu. Z hlediska maximalizace zisku je by-product synergy zajímavá strategie, ovšem pokud jsou na prvním místě environmentální cíle, musí se brát ohled na případné zvýšení emisí, které jsou spojené se změnami ve výrobních technologiích a zvýšenou produkcí. Pokud převažují produkované emise produktivním využitím odpadu nad klasickou likvidací, může být strategie by-product synergy životnímu prostředí škodlivá (Lee, 2011)

## 4 TYPOLOGIE VÝROBY

Tato kapitola je zaměřená na základní rozdělení typů výroby. Je důležité zmínit, že se v praxi vyskytují kombinace, u kterých není možné jednoznačně určit přesný typ. Při plánování výroby je důležité alespoň přibližně určit, jakým způsobem se bude vyrábět. Každý typ výroby vyžaduje odlišné přístupy a metody pro úspěšné plánování.

### 4.1 Členění podle opakovatelnosti

Členění výroby podle opakovatelnosti rozlišuje tři druhy výroby, které se liší množstvím vyráběných kusů. (Kavan, 2002)

#### 4.1.1 Kusová výroba

Kusová výroba se vyznačuje výrobou jednoho nebo málo kusů daného typu výrobku. Povaha kusové výroby umožňuje velkou míru přizpůsobení výrobku zákazníkovi. Nevýhodou je, že kvůli nízké četnosti opakování jednotlivých výrobních kroků, se často nevyplatí automatizace. Podnik, jenž vyrábí výhradně kusově, má obtíže dosáhnout na rabat výrobního materiálu. Tato skutečnost se projevuje vyšší prodejní cenou pro koncového zákazníka. Autorka Oudová (2016) v knize detailně popisuje různé formy kusové výroby, mezi něž patří:

- Výroba na staveništi, která je charakterizována absencí pevného pracoviště, přičemž výrobní faktory, jako je personál, materiál a zařízení, musí být převezen na místo, kde se práce provádí.
- Výroba na zakázku, kde jsou parametry požadovaného produktu stanoveny podle individuálních přání a požadavků zákazníka, kteří si vybírají z nabídky typizovaných produktů společnosti.
- Výroba podle projektu, která je charakterizována specifícností a absolutní jedinečností produktů. Spojovacím prvkem tohoto druhu výroby je regulovaný časový rámec a pevně stanovený začátek a konec výroby.

Na základě výše uvedených podkladů od Oudové (2016) lze konstatovat, že mezi příklady zakázkové výroby patří obleky šité na míru, jelikož krejčí musí respektovat míry svého zákazníka. Výroba na staveništi je typická pro stavební průmysl, kde je třeba brát v potaz terén, půdu a individuální požadavky zákazníka na stavbu a posléze se převezí na staveniště

personál, materiál a výrobní zařízení. Co se týká výroby podle projektu, tak příkladem je instalace výrobní linky nebo vývoj nového produktu.

#### 4.1.2 Sériová výroba

Sériová výroba je typická produkcí většího množství podobných výrobků. Produkce je větší než u kusové výroby, ale menší než u hromadné výroby. Vyznačuje se pokročilým stupněm standardizace, jelikož se často používají stejné díly pro mnoho výrobků. Běžně jsou do sériové výroby nasazeny specializované stroje a prvky pružné automatizace. (Kavan, 2002)

Na základě výše uvedené definice od Kavana (2002) lze, jako příklad sériové výroby uvést výrobu průmyslových kabelů. Samotné kabely jsou obvykle standardizované. Podnik je potom může nastříhat na různé délky a zaopatřit konce různými typy kontaktů. Specializovaným strojem je nastřižen kabel na požadovanou délku a obvykle ručně osazen kontakty dle potřeby zákazníka. Ve výsledku je z jedné kabelové cívky možné vytvořit několik sérií různých výrobků.

#### 4.1.3 Hromadná výroba

Hromadná výroba probíhá dlouhodobě a výrobek je prodáván ve velkých objemech. Vyznačuje se vysokou mírou automatizace. Procesy se opakují často a dlouhodobě. Je velká snaha o jejich optimalizaci za účelem minimalizace nákladů na jednotku výstupu. Klíčovým rysem hromadné výroby je snaha o co nejnižší variabilitu procesu. Hromadná výroba produkuje omezený počet variant, jako jsou propisky nebo produkty ropného průmyslu. (Oudová, 2016)

Podle autorky Oudové (2016) se hromadná výroba dělí na:

- proudovou
- pásovou

Proudová výroba umožňuje nepřetržitý tok produkce a je vhodná pro provozy, kde nedochází k častému přetypování zařízení nebo přenastavení procesů. Každé operaci je přiřazen stroj a operátor. (Oudová, 2016)

U pásové výroby probíhá montáž na dopravníkových pásech, které přepravují materiál a součástky z jedné stanice na další. Důležitá je synchronizace taktů jednotlivých operací s taktem celé linky. Operace na lince mohou být manuální, ale často jsou automatizovány za cílem snížení variability procesu. (Oudová, 2016)

## 4.2 Členění podle důležitosti produktu

Většina podniků má ve svém výrobním programu více než jeden produkt. Podle těchto produktů se podle Synka (2006) rozlišují 4 kategorie.

### 4.2.1 Hlavní výroba

Produkty hlavní výroby jsou stěžejní pro podnik. Mají největší podíl na produktovém portfoliu a tvoří hlavní náplň výroby. (Synek, 2006)

### 4.2.2 Vedlejší výroba

Jedná se převážně o náhradní díly pro hlavní výrobek nebo polotovary, které slouží ke kompletaci hlavního výrobku (Synek, 2006)

### 4.2.3 Doplnková výroba

Představuje druhotné zpracování odpadů nebo zužitkování nevyužitých kapacit. (Synek, 2006)

### 4.2.4 Přidružená výroba

Jedná se o výrobu, která se charakteristicky liší od ostatních. (Synek, 2006)

## 4.3 Členění podle plynulosti výrobního procesu

Členění podle plynulosti spočívá v tom, kolikrát je výrobní proces přerušen před zhotovením výrobku. Rozlišujeme zde 3 kategorie podle (Tuček a Bobák, 2006)

### 4.3.1 Plynulá výroba

Plynulá výroba se vyznačuje svým plynulým průběhem a ve stálých intervalech. Typická je pro ni pásová výroba. Specializuje se na jeden nebo jen několika málo druhů výrobků. Nachází uplatnění především v hromadné a sériové výrobě. Poskytuje možnost zkrácení výrobního cyklu a zvýšení produktivity práce. Nevýhodou je malá flexibilita v případě změny produktů a monotónnost práce. (Tuček a Bobák, 2006)

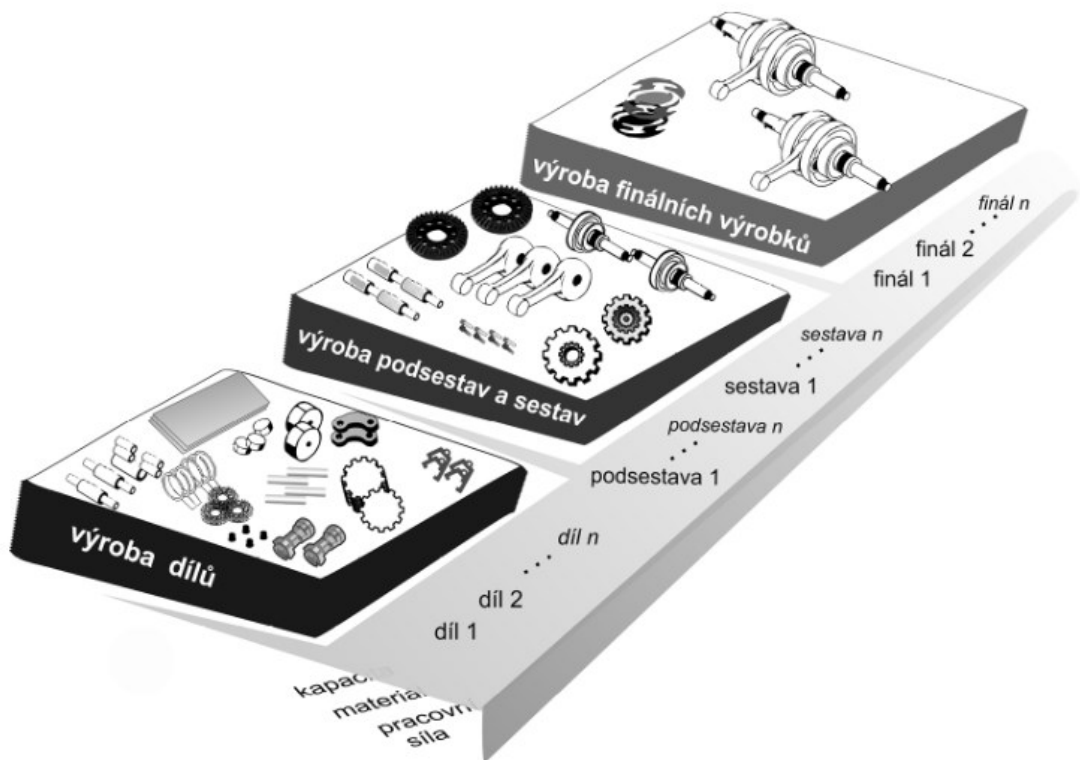
### 4.3.2 Skupinová výroba

Skupinová výroba nastává v případě širokého portfolia konečných výrobků, přičemž podíl ani jednoho z výrobků nepřevyšuje nad ostatními z hlediska celkové produkce. Výrobní zařízení jsou při skupinové výrobě seskupené podle shodného technologického určení.

V případě změny ve výrobním programu, se skupinová výroba rychle přizpůsobí a vyznačuje se vyšší různorodostí práce. (Tuček a Bobák, 2006)

### 4.3.3 Fázová výroba

Charakteristické pro fázovou výrobu je rozdělení výroby na fáze. V první fázi jsou zhotovené elementární díly, které se postupně montují do podsestav a kombinací podsestav jsou zhotovené finální produkty. Typické pro fázovou výrobu je, že elementární díly pasují do různých podsestav a z nich je možné složit různé finální produkty. Díky typizaci se běžně při fázové výrobě využívá meziskladů a finální výrobky jsou zkompletované až na základě poptávky zákazníka. (Tomek a Vávrová, 2014)



Obrázek 1: Fázové uspořádání výroby (Tomek a Vávrová, 2014)

## 5 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Průmyslové inženýrství hledá strategie pro snížení ztrát v průmyslových a administrativních procesech. Hlavním cílem průmyslových inženýrů je minimalizace plýtvání ve výrobních procesech a podpořit propojení mezi výrobními a administrativními procesy, které se navzájem ovlivňují a doplňují. V současné době je klíčové identifikovat přidanou hodnotu, kterou vytváří lidé, stroje a procesy ve firmě, abychom uměli lépe zaujmout naše zákazníky. (Chromjaková a Rajnoha, 2011)

### 5.1 Vznik a vývoj průmyslového inženýrství

Historie průmyslového inženýrství se začala psát s panem Frederick Winslow Taylorem, který „nastínil základní pravidla vědeckého přístupu k růstu výkonosti podniku.“ (Chromjaková, 2013). Zaměřil se na růst produktivity dělníků a strojů a identifikoval význam produktivity každého pracovního místa na celkové množství a kvalitě produkce. Jeho hlavním přínosem pro metody průmyslového inženýrství byly základy časových studií práce. (Chromjaková, 2013)

Postupně se obor průmyslové inženýrství rozšířil o pohybové studie, plánování a rozvrhování projektů, bezpečnost práce, sledování pracovníků v kontextu celé a jeho významu v rámci celé organizace a řízení kvality. (Chromjaková, 2013)

Dle Chromjakové (2013) patří mezi klíčové znalosti dnešního průmyslového inženýra následující:

- plánování a řízení projektů
- plánování a organizování výroby
- technická a technologická příprava výroby
- organizace materiálových a informačních toků
- řízení produktivity a procesů
- analýza a měření práce
- vývoj a implementace nových výrobních konceptů
- strategické plánování
- flexibilní řízení změn
- finanční management

Průmysloví inženýři vytváří pomyslný most mezi výrobními a administrativními procesy v podniku. Upozorňuje ostatní inženýrské profese na obchodní realitu a pomáhá přetlumočit to, co říká specializovaný odborník technicky nevzdělanému manažerovi. Průmyslový inženýr je vnímá podnik jako celek a zvládá koordinovat práci jednotlivých specialistů, aby našel nové, lepší cesty k řešení úkolů. (Mašín a Vytlačil, 2000)

## **5.2 Průmysl 4.0**

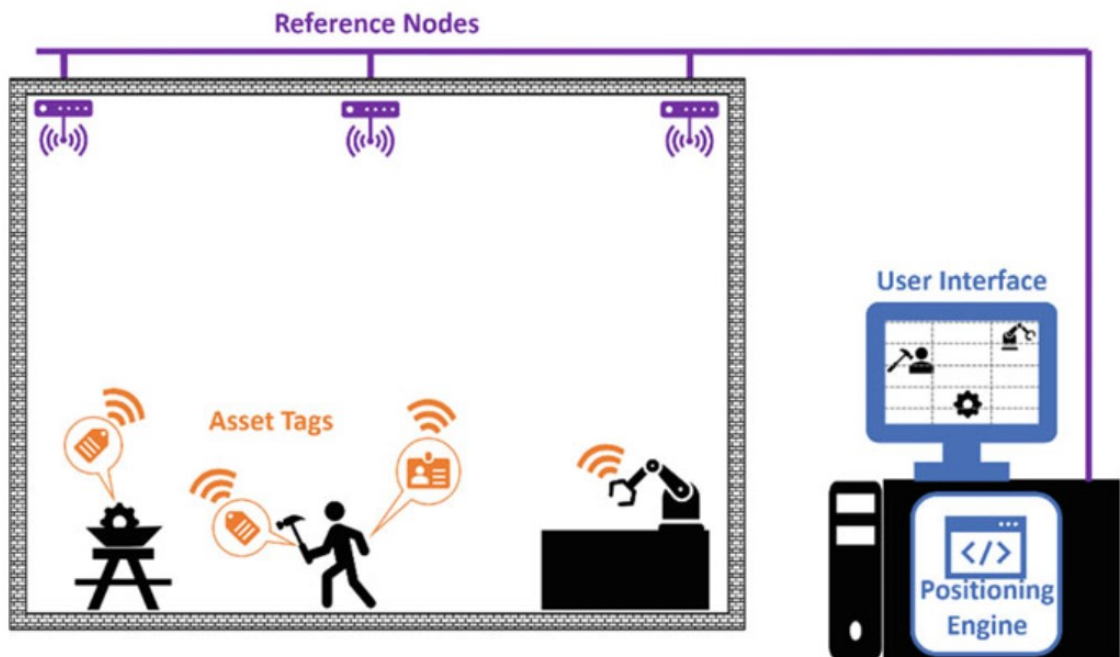
Tato kapitola se bude věnovat technologiím průmyslu 4.0, které by mohly sloužit průmyslovým inženýrům do budoucna.

### **5.2.1 Real-Time Asset Tracking**

časové studie práce, optimalizace prostorového uspořádání pracoviště a pohybové studie patří mezi metody průmyslového inženýrství (Chromjaková, 2013)

Výše uvedené činnosti podporuje technologie real-time asset tracking, která má 3 komponenty. První komponent je tag, který lze umístit na pracovním nářadí, pracovníkovi nebo výrobnímu materiálu. Tagy komunikují s kotvicím zařízením, které jsou rozmístěné po výrobní hale, jejichž pozice jsou známé systému. Síla signálu, čas letu nebo úhel dopadu mezi tagem a kotvou zpracuje poziční algoritmus. To umožní v živém přenosu sledovat pozici tagu ve výrobní hale. Data o pozicích pracovníků, nářadí nebo materiálu se posílají do ERP systému a mohou se dále využívat pro racionalizaci výrobních procesů. (Toro, Wang, Akhtar, 2021)





Obrázek 2: Komponenty real time asset tracking (Toro, Wang, Akhtar, 2021)

Technologie RTSL umožňuje sledovat pohyb i spotřebu materiálu v přímém přenosu. Tato informace, slouží k efektivnějšímu řízení zásob výrobního procesu. (Toro, Wang, Akhtar, 2021)

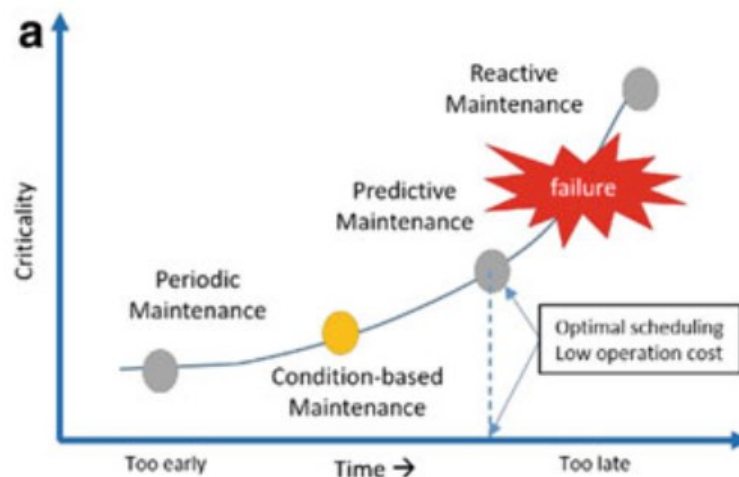
Monitorování využití výrobních zařízení sníží prostoje spojené s hledáním. Pomáhá to identifikovat, která výrobní zařízení jsou nejčastěji využívána, což umožní optimalizaci jejich zásob a zajištění trvalé dostupnosti. Sledování vytížení výrobních zařízení slouží taky k nastavení systému pravidelné údržby. (Toro, Wang, Akhtar, 2021)

Sledování pohybu pracovníků slouží k identifikaci nadbytečného pohybu a následně lze optimalizovat prostorové uspořádání výroby k jeho minimalizaci. (Toro, Wang, Akhtar, 2021)

### 5.2.2 Prediktivní údržba strojů

Správná funkce strojů má výrazné implikace na produktivitu výroby a kvalitu výrobků. Je známo, že výpadky strojů způsobují výrobnímu podniku značné ztráty. Snižují výrobní kapacitu a zvyšuje se zmetkovitost. Na zajištění správného chodu stroje má průmyslové inženýrství metodu zvaná totálně produktivní údržba nebo TPM. Pro aplikaci TPM je třeba zaškolit operátory strojů na rozpoznání normálního a abnormálního chodu stroje a jak se zachovat při abnormálním chodu. Dalším klíčovým bodem pro TPM je pravidelná preventivní údržba, která spočívá v inspekci a preventivních opravách strojů. (Mašín, Vytlačil, 2000)

V průmyslu 4.0 vzniká pojem prediktivní údržba. Spočívá v monitorování určitých parametrů uvnitř stroje pomocí čidel. Jedná se zejména o teplotu, vibrace a kvalitu oleje. To dává operátorům důležité informace, které pomáhají posoudit chod stroje a umožní lépe a dříve rozpoznat abnormální chod. Tento pokrok umožňuje posun z preventivní údržby v přesně stanovených intervalech na fluidní preventivní údržbu, která se provádí až stroj začne projevovat změnu ve sledovaných parametrech. Systém prediktivní údržby minimalizuje riziko katastrofálního selhání stroje a snižuje down-time způsobený ukvapenou údržbou. (Toro, Wang, Akhtar, 2021)



Obrázek 3: Optimální údržba strojů (Toro, Wang, Akhtar, 2021)

Monitorování strojních parametrů urychluje proces identifikace kořenové příčiny poruchy. Čidlo, které vykazuje abnormální hodnoty nasměruje technika na původ poruchy. (Toro, Wang, Akhtar, 2021)

### **5.2.3 Digitální dvojče a počítačové simulace**

Digitální dvojče je termín pro virtuální kopii výrobní haly firmy. Umožňuje sledování výroby s nadhledem a experimentaci se zásahy do výroby bez potřeby fyzické reorganizace.

(Toro, Wang, Akhtar, 2021)

## 6 PLÝTVÁNÍ

Identifikace a eliminace plýtvání je základem pro zlepšení efektivity a produktivity ve výrobních procesech. V kontextu Lean Six Sigma a Toyota Production System zahrnuje odpad, nazývaný jako "muda," "muri" a "mura," různé formy plýtvání. "Muda" představuje činnosti, které nepřidávají hodnotu finálnímu produktu, "muri" značí přetížení nebo namáhavou práci a "mura" označuje nepravidelnost nebo variabilitu v pracovním postupu. Porozumění a rozpoznání výše uvedených forem odpadu je zásadní krok směrem k optimalizaci provozu a využívání zdrojů. Tato kapitola zkoumá, jak lze koncepty muda, muri a mura aplikovat při identifikaci a eliminaci plýtvání ve výrobních procesech, což je nezbytný krok v racionalizaci výrobních procesů. (Charron, 2015)

### 6.1 Rozlišení aktivit podle přidané hodnoty v očí zákazníka

Pro rozlišení, které podnikové aktivity jsou v očích zákazníka cenné, a které ne, je třeba podle Charrona (2015) tyto aktivity rozlišit na 3 druhy.

- Aktivity, které přidávají hodnotu (VA)
- Aktivity, které nepřidávají hodnotu (NVA)
- Aktivity, které nepřidávají hodnotu, ale jsou nezbytně nutné pro správný chod podniku

VA aktivity transformují surový materiál nebo informace, aby splňovaly požadavky zákazníka. NVA aktivity nepřispívají přímo k hodnotě produktu nebo služby z pohledu zákazníka. Některé NVA aktivity však mohou být nezbytné pro dodržení předpisů nebo bezpečnostních opatření. Identifikace a snižování NVA práce je klíčová pro efektivitu a je dosaženo vyhodnocením stávajících postupů a rozlišením mezi složkami VA (např. zákaznická a provozní VA) a NVA (např. volný čas, opravy). Výrobní VA zahrnuje aktivity, které vytvářejí hodnotu ze surových materiálů. Rozlišení mezi VA a NVA je klíčové pro optimalizaci procesů a splnění očekávání zákazníků. (Charron, 2015)

## 6.2 8 druhů plýtvání

Podle Charrona (2015) se v každé organizaci nachází různé formy plýtvání, které brání efektivnímu fungování a snižují hodnotu pro zákazníka. Filozofie lean rozlišuje 8 druhů plýtvání:

- Nadprodukce: Výroba nad rámec skutečných potřeb zákazníka.
- Nadbytečné skladování: Držení větších zásob, než je nutné.
- Vady: Chyby nebo nedostatky v produktech nebo procesech.
- Nadbytečné zpracování: Nepotřebné kroky ve výrobním procesu.
- Čekání: Ztráta času způsobená čekáním na další kroky, lidi, materiál nebo nářadí potřebné k výrobnímu procesu.
- Pohyb: Zbytečné pohyby nebo manipulace během pracovních operací.
- Přeprava: Nadbytečné pohyby materiálů nebo výrobků mezi pracovišti.
- Nevyužitý potenciál pracovníků

Identifikace výše uvedených forem odpadu je klíčová pro racionalizaci procesů a dosažení efektivity v podnikání. Každý z těchto typů představuje příležitost k jejich odstranění, což vede ke zvýšení hodnoty pro zákazníka a zlepšení celkové výkonnosti organizace. (Charron, 2015)

### 6.2.1 Nadprodukce

Nadprodukce znamená výrobu více produktů, než je potřeba pro další proces nebo konečného spotřebitele. Jiná interpretace je výroba produktu dříve či rychleji, než je potřeba. Nadprodukce plodí další plýtvání. Vede ke zbytečnému skladování, což vede ke zbytečnému pohybu a přepravě. Nadbytečné zásoby vyžadují více pracovníků, zařízení a prostorů, a to vše snižuje produktivitu a ziskovost společnosti. (Charron, 2015)

### 6.2.2 Nadbytečné skladování

Nadměrné zásoby se týkají nadbytečných zásob nad okamžitými potřebami, často maskují neefektivní procesy. Vedou k nárůstu nákladů, požadavků na prostor a provozních problémů podobně jako nadprodukce. (Charron, 2015)

### 6.2.3 Vady

Vada je cokoliv, co zákazník nechtěl. Vzniká z různých příčin. Neadekvátní pochopení potřeb zákazníka, špatné nákupní praktiky nebo nekvalitní materiály. Vady mohou být detekovány před dodáním zákazníkovi nebo až po něm v podobě reklamací. Mohou také vycházet z neadekvátního výrobku, slabého procesního řízení nebo nedostatečného plánování údržby. (Charron, 2015)

### 6.2.4 Nadbytečné zpracování

Nadbytečné zpracování je jakékoli úsilí, které nepřidává hodnotu výrobku nebo službě z pohledu zákazníka. Manifestuje se jako zbytečné schvalování, zbytečné informace, které operátor musí zpracovat. Špatné zpracování požadavků zákazníka, jehož výsledek je drahý a komplikovaný produkt, který plní víc funkcí, než si zákazník přeje. (Charron, 2015)

### 6.2.5 Čekání

Jedná se o prostoje vzniklé čekáním na lidi, na pracovní nástroj nebo na materiál. Čekání se promítá do výrobních nákladů a vede k posunu dodací lhůty zákazníkovi. (Charron, 2015)

### 6.2.6 Nadbytečný pohyb

Nadbytečný pohyb nastává v případě, kdy dochází k jakémukoli pohybu lidí nebo informací, který nepřidává hodnotu produktu nebo službě. Cílem štíhlé organizace je nastavení kontinuálního toku lidí a informací. Kontinuální tok je často přisuzován nejvyšším úrovním kvality, produktivity a ziskovosti. Kdekoliv jsou mezery mezi dvěma entitami, například mezi materiálem a lidmi, je nadbytečný pohyb nevyhnutelný. Zdrojem nadbytečného pohybu jsou neustálené pracovní postupy, nepořádek na pracovišti, nevhodné uspořádání pracoviště a špatné řízení informací. (Charron, 2015)

### 6.2.7 Nadbytečný transport

Na rozdíl od nadbytečného pohybu, který se týkal hlavně lidí a informací, je nadbytečný transport spojený se zbytečnou manipulací materiálu. Zdrojem nadbytečného transportu je špatný lay-out výroby nebo skladu, příliš velké zásoby a její špatné řízení. (Charron, 2015)

### 6.2.8 Nevyužitý potenciál pracovníků

Nevyužitý potenciál pracovníků vychází z podcenění mentálních, kreativních, inovačních a fyzických schopností pracovníků. Objevuje se i u organizací, kterým se podařilo aplikovat

principy lean filozofie. Zdrojem tohoto plýtvání je firemní politika, firemní kultura, nedostatečné investice do pracovního tréninku a personální strategie založená na vysoké fluktuaci zaměstnanců. Manažeři mnohdy nemají čas poznat své podřízené, a pak těžko identifikují jejich potenciál. (Charron, 2015)

## 7 METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ NA ODHALENÍ PLÝTVÁNÍ

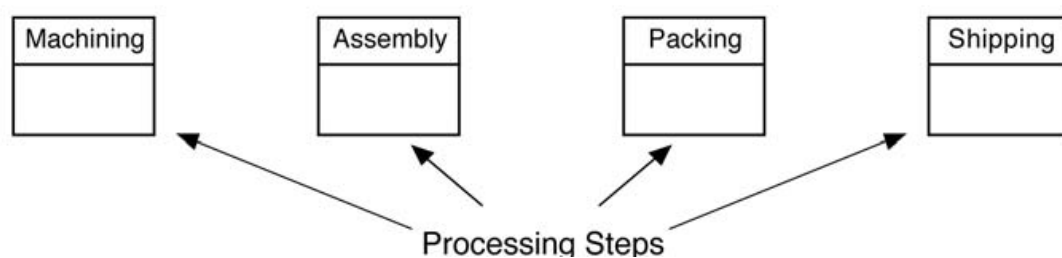
Analýza procesu slouží k důkladnému porozumění současnému stavu výrobního procesu. Má za cíl shromáždit fakta a data nezbytná pro definování vhodného cílového stavu procesu. Provedení analýz vede k detailnímu prozkoumání procesu, abyste mohli identifikovat jeho nedostatky a následně proces racionalizovat jejich eliminací. (Rother, 2017)

### 7.1 Mapování hodnotového toku

Dobry výchozí bod pro analyzování výrobního procesu je mapa hodnotového toku nebo VSM pro zkratku. VSM je snímek fungování procesů potřebných pro splnění objednávky zákazníka uvnitř organizace od příjmu objednávky po expedici hotového výrobku zákazníkovi. (Rother, 2017)

Začíná se od pravého horního rohu příjmem objednávky. Potom se mapuje tok informací zprava doleva podle toho, kam informace míří v podniku, než se dostanou k výrobě. (Rother, 2009)

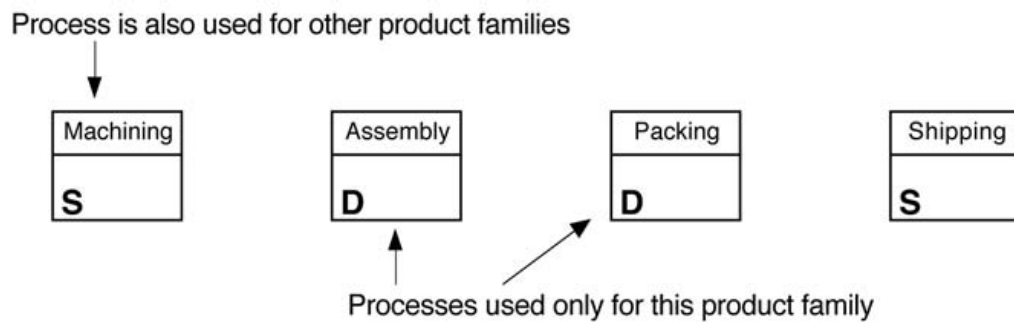
Pod informačním tokem se postupně podle pořadí, ve kterém výrobní procesy probíhají, mapují zleva doprava. (Rother, 2009)



Obrázek 4: Výrobní procesy ve VSM mapě (Rother, 2009)

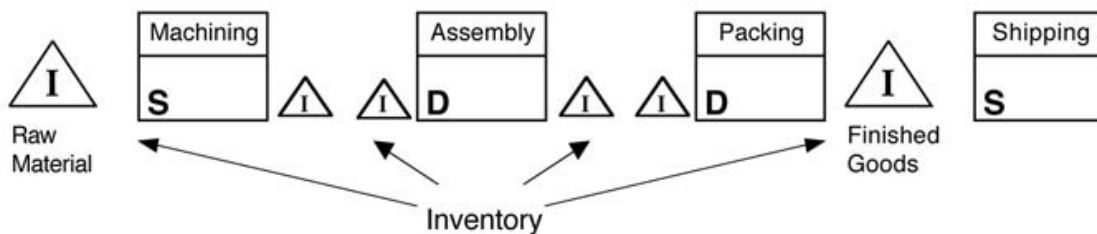
Jakmile je návaznost výrobních procesů zmapovaná, poznačí se, které výrobní procesy jsou exkluzivní pro analyzovaný produkt, a které jsou sdílené s ostatními produkty. (Rother, 2009)





Obrázek 5: Poznačení sdílených a diskretních procesů ve VSM mapě (Rother, 2009)

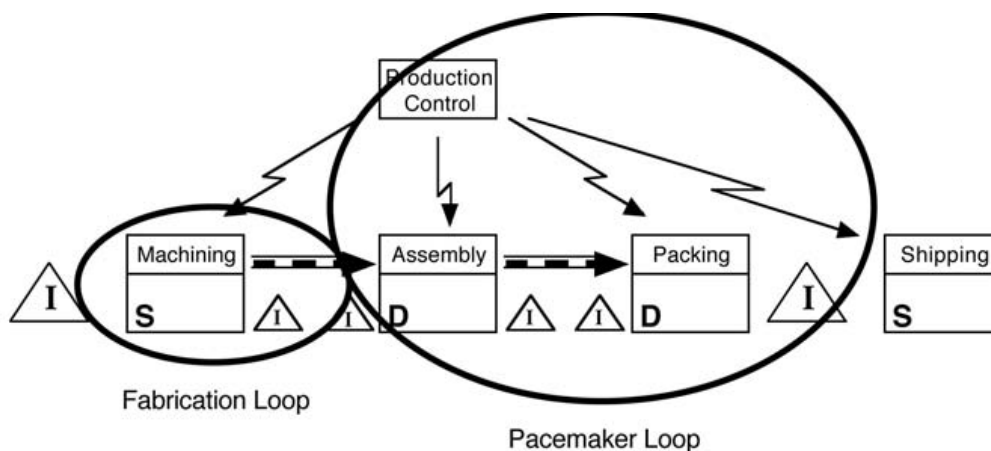
Dále se poznačí, u kterých bodů hodnotového toku se hromadí zásoby. (Rother, 2009)



Obrázek 6: Hromadění zásob ve VSM mapě (Rother, 2009)

Potom se poznačí procesy, u kterých je potřeba přestavba zařízení a poznačí se čas nutný na přestavbu, velikost výrobní dávky a počet přestaveb nutných za den. (Rother, 2009)

Hodnotový tok je zmapovaný, další krok je identifikovat ve výrobě smyčky a odvodit si, která ze smyček udává tempo výroby. Této smyčce se říká pacemaker a jedná se o proces, který je vyhrazený pouze pro zkoumaný produkt a kde je produkt dokončen pro externího zákazníka. Vztahuje se na něj takt zákazníka a obvykle je to proces montáže. (Rother, 2009)



Obrázek 7: Identifikace smyček (Rother, 2009)

## 7.2 Procesní analýza

Mapování hodnotového toku podá přehled o veškerých procesech v podniku spojených s výrobou produktu a pomůže s identifikací procesů, které je vhodné podrobit podrobnější procesní analýze. Po identifikaci se může začít s procesní analýzou. (Rother, 2009)

Procesní analýza spočívá ve znázornění posloupnosti všech technologických, manipulačních a kontrolních operací, které jsou provedeny na určitém výrobku nebo procesu a času potřebném k jejich uskutečnění. Operace jsou potom znázorněny jednoduchými symboly a provázány. Výsledkem je přehledný diagram, který důkladně popisuje proces. (Jurová, 2016)

## 7.3 Spaghetti diagram

Spaghetti diagram je metoda pohybové studie, ve které se zkoumá pohyb pracovníků nebo materiálu po pracovišti v určitém časovém období. Pohyb po pracovišti je označen čarou na lay-outu pracovišti. Spaghetti diagram pomáhá odhalit nedostatky v prostorovém uspořádání pracoviště, špatně standardizovanou práci a pohyby spojené s hledáním pracovního nářadí. (Jurová, 2016)

## **8 METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ NA ODSTRANĚNÍ PLÝTVÁNÍ**

Důkladnou analýzou procesů se odhalí jejich nedostatky. Nedostatky obvykle vychází z 8 druhů plýtvání z kapitoly 6.2. Na jejich odstranění lze aplikovat metody průmyslového inženýrství. Tato kapitola bude věnovaná konkrétním metodám průmyslového inženýrství na odstranění plýtvání.

### **8.1 Metoda 5S**

Nejdůležitějším nástrojem Lean je 5S organizace a standardizace pracoviště. Je to základní stavební kámen každé štíhlé organizace. Cílem je dosáhnout bezpečného, uklizeného a pořádného pracoviště, kde je vše potřebné pro plnění požadavků zákazníka snadno dostupné. (Charron, 2015)

#### **8.1.1 Organization**

První krok metody 5S je projít si pracoviště a určit vše, co je nezbytně nutné pro přidání hodnoty na pracovišti a odstranění čehokoliv, co tam nemá být. (Hirano, 1995)

#### **8.1.2 Orderliness**

Po provedení kroku z kapitoly 8.1.1. Nastává druhý krok. Uspořádání zbylých pracovních pomůcek do smysluplného systému. Při sestavení nového systému na uspořádání, je vhodné zvážit pořadí využití nástrojů, zda je pracovník pravák nebo levák a musí být zajištěn snadný přístup k náradí. Následně se každému nástroji určí místo a označí se. (Hirano, 1995)

#### **8.1.3 Cleanliness**

Dalším krokem je zajistit, aby bylo celé pracoviště čisté a připravené k použití. Čisté pracoviště vede k lepší organizaci a vyšší produktivitě. Čištění by mělo být zahrnuté v plánování, jako součást každodenních aktivit. (Hirano, 1995)

#### **8.1.4 Standardized Cleanup**

Standardizace vyžaduje odlišný přístup než předchozí kroky. Představuje definování pravidelného plnění předchozích kroků. Standardizací se změní sporadický, občasný přístup k organizaci pracoviště na systematický, nepřetržitý a rutinní přístup k udržování pracovního prostoru. Ke standardizaci slouží checklisty, obrázky cílového stavu a plánování úklidu v pravidelných intervalech. (Hirano, 1995)

### 8.1.5 Discipline

Posledním krokem je udržet praktiku 5S. Představuje závazek organizace k zodpovědnému a pravidelnému provedení předchozích čtyř kroků, jinak hrozí, úpadek do prvotního neuspořádaného stavu. (Hirano, 1995)

## 8.2 Just in time

Princip JIT je dodávání materiálu do procesů přesně v okamžiku, kdy jsou potřebné. Cílem je minimalizace potřeby skladování. JIT přístup snižuje náklady spojené se skladováním. Zamezuje hromadění materiálu ve výrobním procesu a nadvýrobu. Pro přechod podniku na JIT musí být splněno několik podmínek. Podnik musí fungovat na základě pull systému. To znamená, že výroba začíná po vzniku objednávky. Výrobní zařízení musí být poskládané za sebe podle návaznosti procesů, tzv. procesní uspořádání výroby. Je nutnost plynulé výroby metodou toku jednoho kusu. To znamená, že každým procesem prochází pouze jeden výrobek a přechází plynule z jednoho procesu na druhý, a tím se minimalizuje potřeba zásob u každého výrobního kroku. (Hirano, 2009)

### 8.3 Theory of Constraints

Základní myšlenkou TOC je, že v každém výrobním procesu se nachází úzké místo, které limituje ostatní výrobní procesy. Cílem TOC je úzká místa identifikovat a vymyslet strategii na pozvednutí tohoto procesu, aby nebyl limitujícím faktorem výroby. (Cox a Schleier, 2010)

Pro pozvednutí úzkého místa se využívá metody DBR neboli drum-buffer-rope. Drum je termín pro úzké místo, jelikož udává tempo výroby, stejně jak buben udává tempo hudební skladby. Buffer je vyšší časová, materiálová nebo kapacitní rezerva, která je poskytnuta úzkému místu k zajištění největšího možného průtoku. Rope je komunikační prostředek, kterým je řízeno zásobování úzkého místa, aby nedošlo k jeho přehlcení ani poklesu výroby spojené s nedostatkem zdrojů. (Cox a Schleier, 2010)

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 9 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Společnost Trefal, spol. s r.o., byla založená v roce 1991 a specializuje se na strojírenskou výrobu. Její výrobní zaměření zahrnuje výrobu průmyslových odmašťovacích strojů, zakázkovou výrobu nerezových výrobků a kooperační práce spojené s výrobou plechových dílů. Firma má svojí vlastní konstrukční kancelář, která je schopná navrhnout nové stroje podle požadavků zákazníka. Společnost má dlouholetou tradici v zakázkové i sériové výrobě pro české i zahraniční zákazníky. Stroje jsou konstruované a vyráběné v České republice a jsou kompatibilní s běžně používanými chemickými přípravky. Výroba disponuje moderním vybavením a je schopna pokrýt celý výrobní proces od dělení plechů, soustružení dílů, svařování konstrukcí, montáží rozvaděčů a oživení elektrických součástí stroje softwarem až po balení a expedici. Trefal spolupracuje zejména se zahraničními partnery v oblasti zámečnicko-svářečských prací a zakázkové kovovýroby. Výrobky společnosti je možno vidět po celé Evropě. (Trefal, ©2024)



Obrázek 8: Logo společnosti (Trefal, ©2024)

## 9.1 Areál společnosti

Sídlo firmy je na adrese Pekařská 162, Kunovice, zde se v 1. patře nachází kanceláře majitele a jednatele firmy, elektro a strojní konstrukce, technologie a účtárny. V přízemí je kancelář plánování výroby a kontroly kvality. Provádí se zde taky strojírenská a zámečnická výroba.



Obrázek 9: Sídlo společnosti (Trefal, ©2024)

Druhá budova je na adrese Jana Hrubého 1621, Kunovice a je vzdálená 200 metrů od hlavní budovy. V této budově se nachází sklady elektrických a mechanických dílů strojů, a sklad pro celou výrobu. Nachází se tu svařovací pracoviště, montáž rozvaděčů a samotných strojů. Hotové výrobky se v této budově balí a odsud jsou expedovány zákazníkům.



Obrázek 10: Druhá budova firmy (Trefal, ©2024)



## 9.2 Hlavní produkty společnosti

Hlavní výrobní náplní podniku jsou průmyslové mycí a odmašťující stroje různých velikostí a konfigurací.

### 9.2.1 Průmyslové mycí stoly

Nejjednodušší produkt, určený na dílenské použití představují mycí stoly, které se používají na drobné díly a strojní součástky při běžné údržbě. Mycí stoly nemají zakomponovaný řídicí systém, takže mytí provádí operátor manuálně. (Trefal, ©2024)



Obrázek 11: Průmyslový mycí stůl (Trefal, ©2024)

### 9.2.2 Průmyslové mycí stroje

Firma vyrábí i automatické mycí stroje, které jsou řízeny elektronickým relé s digitálními řídicími prvky. Jsou koncipované jako jednoduché modulární zařízení s odklopným víkem a částečně vysunutou jímkou v zadní části pro snadnou výměnu mycí kapaliny. Stroj je vybaven podvozkem pro snadnou manipulaci. Čistota mycí kapaliny je zajištěna dvěma filtračními hrnkami na dně mycího prostoru a párem plochých lomených filtrů v jímce mycí kapaliny. Ochrana sání čerpadla zamezuje nasátí cizího předmětu. Čerpadlo je dostupné z přední strany stroje po odklopení krycího víka. Mytí zajišťuje trubkové rameno ostříku ve tvaru písmene C s vrtanými otvory, připevněné k vaně stroje. (Trefal, ©2024)



Obrázek 12: Průmyslový mycí stroj (Trefal, ©2024)

### 9.2.3 Kombinované mycí stroje

Kombinované mycí stroje jsou rovněž automaticky řízené pomocí PLC Siemens LOGO. Liší se rozměrem, který je uzpůsoben na delší díly a disponují vnitřním otočným rámem, který lze upravit tak, aby bylo možné připojení rotačního přívodu, které umožňuje přívod vody přímo k čištěnému objektu. Lépe tak mohou být proplachovány těžko dostupné dutiny nebo vnitřní stěny trubek. Otočný rám může být osazen přestavitelnými ustavovacími mechanismy k uchycení mytého předmětu, případně posuvnými koši nebo tryskami napojenými na rotační přívod. Vnitřní prostor je vybaven trubkovými ostříkovými rameny s vrtanými otvory. Na dně mycího prostoru jsou umístěny dva filtrační košíky a v jímce mycí kapaliny jsou dva ploché lomené filtry. Ochrana sání čerpadla zamezuje nasátí cizího předmětu. (Trefal, ©2024)



Obrázek 13: Kombinovaný mycí stroj (Trefal, ©2024)

### 9.2.4 Možnosti konfigurace strojů

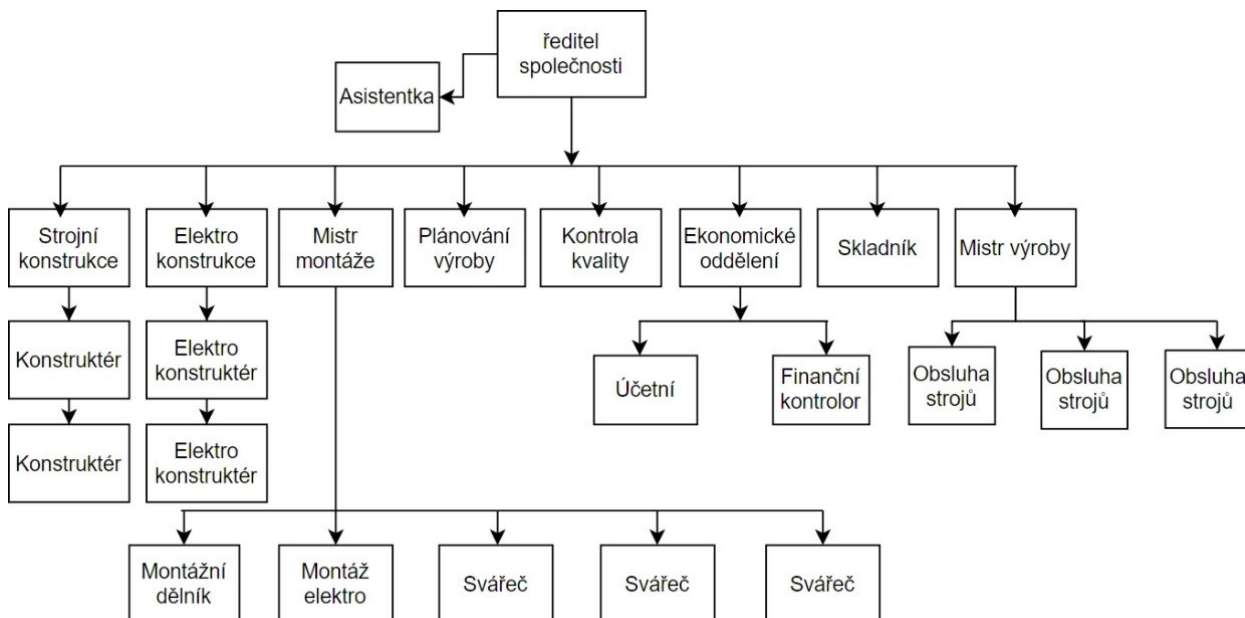
Firma umožňuje značnou konfiguraci svých mycích strojů zejména v oblasti rozvaděčů a řídicích systémů. Rozvaděče mohou být nakonfigurované s tlačítky a jednoduchým displejem spojeným s řídicím relé, které řídí jenom jednu funkci například ohřev nebo čas

mytí. Nebo mohou mít displej a tlačítka s řídicím systémem PLC, který je schopný řídit více funkcí. Pro náročné zákazníky nabízí firma vyšší řadu PLC řídicího systému spojenou s dotykovým displejem, která umožňuje vzdálenou správu stroje. (Trefal, ©2024)

### **9.2.5 Přidružená výroba**

Hlavní výrobní program tvoří mycí stoly a stroje, ale firma disponuje šikovnými zaměstnanci a širokou škálou různých výrobních strojů od strojních nůžek a ohraňovacích lisů po soustruh a CNC frézky a TIG svářečky. Jsou schopni vyrobit širokou škálu výrobků z kovu a plechu a využívají své volné výrobní kapacity k přidružené výrobě. Vyrábí například veřejné osvětlení, transportní ukládací rámy, stojany na propagační materiál a nerezové propagační stojany. (Trefal, ©2024)

### 9.3 Organizační struktura společnosti



Obrázek 14: Organizační struktura (vlastní zpracování)

Jedná se o malý podnik, v jehož čele stojí majitel a ředitel. Je to jediná čistě manažerská pozice v podniku. Jak je běžné u malých firem, skutečná pracovní náplň je u většiny pracovníků širší, než je titul jejich pracovního místa. Asistentka plní v tomto podniku vedle sekretářských prací taky personalistické úkoly a příjem a zpracování objednávek. Plánovač výroby kromě plánování výroby, taky objednává materiál, výrobní kooperace a servis strojních zařízení. Pracovníci jsou velmi zkušení a disponují značnou autonomií při organizaci a provedení své práce. Autonomii podporuje na tak malý podnik nadstandartní ERP systém QI, který usnadňuje řízení podniku. Výrobní úkoly jsou posílány přes informační systém do výroby, kde si je pracovníci zobrazí a evidují jejich začátek a konec naskenováním čárových kódů.

## 9.4 Value stream mapa podniku

V této kapitole budou popsány firemní procesy v jejich návaznosti od příjmu objednávky po expedici hotového výrobku a zaznačený do value stream mapy.

### 9.4.1 Příjem poptávky a vypracování nabídky pro zákazníka

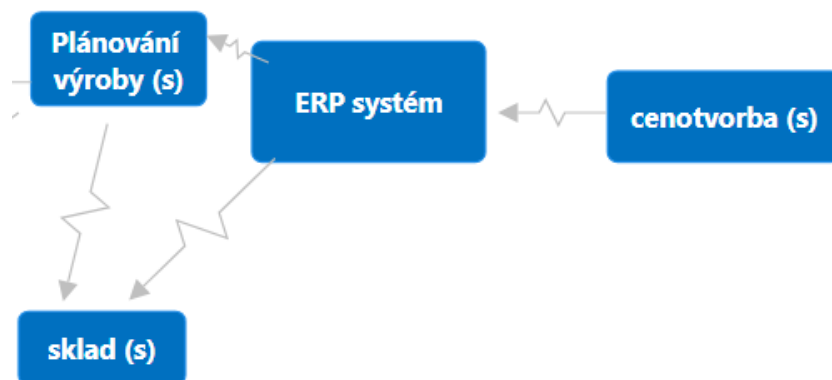
Celý proces začíná u přijetí poptávky od zákazníka. Pokud se jedná o standardizovaný stroj bez speciálních požadavků, tak se posílá poptávka rovnou na nacenění. Tento proces příjmu poptávky a nacenění trvá obvykle jeden den. U sériových strojů jsou ceny surovin, komponentů a technologické postupy společně s jejich časovými normami již v systému, stačí pouze pohlídat, zda jsou aktuální a provést případné úpravy v systému. Potom se vypracuje cenová nabídka a stanoví se termín dodání stroje, která se pošle zákazníkovi k vyhodnocení akceptovatelnosti. U zakázkových poptávek je proces složitější. Požadavky zákazníka se nejdříve upřesní a jsou následně předány konstruktérům, kteří zpracují návrh na řešení požadavků. následně se posílají konstrukční návrhy kontrole kvality, která prozkoumá, zda jsou navržené konstrukční řešení v souladu s normami a teprve po schválení dochází k nacenění zakázky a určení termínu dodání. Návrhy se potom posílají zákazníkovi k vyhodnocení akceptovatelnosti. Celý proces se u zakázkových strojů může prodloužit podle složitosti stroje na tři až šest měsíců. Kvůli značným odchylkám u zakázkových strojů bude tato práce zaměřena na sériové stroje.



Obrázek 15: Nacenění zakázky a zpracování nabídky pro zákazníka (vlastní zpracování)

#### 9.4.2 Zadávání objednávky do systému

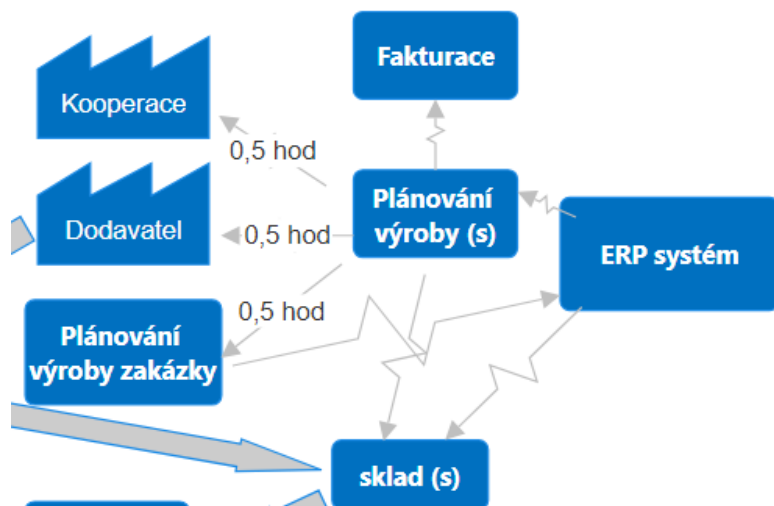
Po přijetí objednávky od zákazníka začíná proces zadávání zakázky do ERP systému. V této fázi dochází k provázání kusovníků a technologických postupů vyžadovaných ke zpracování objednávky, které se následně transformují v ERP systému do jednotlivých úkolů pro plánování výroby a skladu. K těmto úkolům patří objednávání či vyskladnění dílů a surovin potřebných ke zpracování objednávky. Objednávání kooperací pro výrobní kroky, které sám podnik nedělá (hlavně laserové gravírování) a plánování výroby.



Obrázek 16: Zadávání zakázky do ERP systému (vlastní zpracování)

### 9.4.3 Plánování výroby

Plánovač výroby dostane prostřednictvím ERP systému informace o objednávce. Nejdřív prozkoumá kusovník výrobku a zjistí, které komponenty chybí na skladě. Potom vytvoří výrobní příkaz na chybějící komponenty a příkaz na vyskladnění surovin pro výrobu těchto komponentů. Výrobní příkazy se vystavují podle technologických postupů, které jsou spojené s kusovníkem daného komponentu. Součástí této dokumentace jsou časové normy na seřízení výrobních zařízení a na samotnou výrobu potřebných komponentů podle norem se plánují i navazující výrobní kroky. Dalším úkolem plánování výroby je zajištění kooperační výroby. V informačním systému se mu kromě technologických postupů a kusovníků ukazují rovněž potřebné kooperace. Nejprve zvolí v systému vhodného dodavatele a vytvoří objednávku k datu, kdy bude daný komponent nebo výrobní krok potřebován. Zvolí metodu platby, způsob dopravy a systém automaticky vytvoří fakturu, která se následně posílá do účtárny k fakturování.

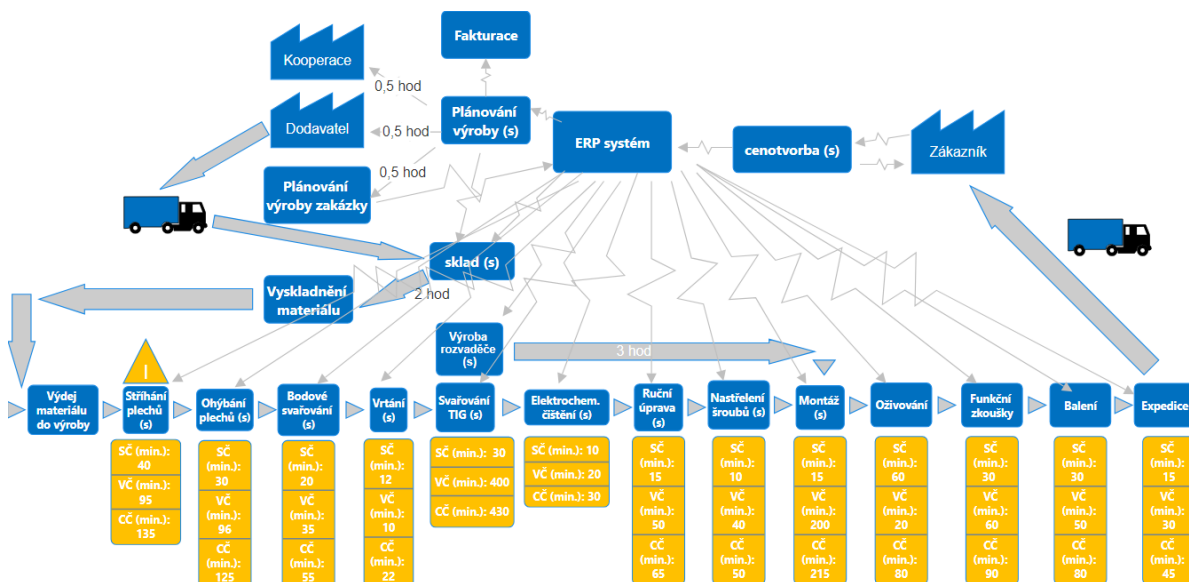


Obrázek 17: Plánování výrobní zakázky (vlastní zpracování)



9.4.4 Výroba

Výroba začíná hned po plánování. Pracovníkovi pošle plánovač zakázku přes systém a zobrazí se na počítači umístěném u strojních nůžek. Pracovník se pomocí čárového kódu, spojeným se zakázkou, k ní přihlásí a zahájí výrobu zakázky. Zásoby plechu ke stříhání jsou umístěné hned vedle nůžek, takže se nemusí vyskladnit. Po nastřížení plechů na požadované tvary a velikosti je pracovník převez k ohraňovacímu lisu, kde je druhý pracovník ohraní a následně převez ohnuté plechy k bodové svářečce. Tam se plechy spojí bodovým svářem a přemístí se k vrtačce. Další pracovník vyvrtá otvory pro čepy. Vrtání je finální operace na tomto pracovišti. plechy se přemístí ke vchodu dílny a naskenováním čárového kódu se pošle informace do svařovny, že jsou plechy připravené k vyzvednutí a může se začít se svařováním a montáží rozvaděče. Svařovna si vyzvedne díly, eviduje se pomocí čárového kódu začátek zakázky a díly se svaří do sestav. Souběžně se svařováním se skládá rozvaděč, jehož montáž se dokončí, než se ostatní sestavy dovaří. Po svařování se sváry elektrochemicky očistí a mechanicky zabrousí. Potom jsou nastřeleny šrouby na montáž a stroj se z jednotlivých sestav smontuje. Stroj se ožíví instalací řídicího software. Posledním výrobním krokem jsou funkční zkoušky, při kterých se testuje tolerance rotačních součástí, těsnost soustavy, uzemnění a požární pojistka. Hotový stroj je zakonzervován a naleštěn olejem. zabalí se a objedná se expedice zákazníkovi.



Obrázek 18: Celá value stream mapa (vlastní zpracování)

Uvedená data jsou časové normy podniku pro stroj ADS 200. jedná se o sériový stroj, který se podobá ostatním sériovým strojům ve výrobním programu firmy.

#### 9.4.5 Vyhodnocení value stream mapy

Rozbor potřebného času na výrobní a plánovací činnosti se nachází v následující tabulce. Činnosti, které probíhají souběžně jsou zaznačené vedle sebe a činnosti, které na sebe navazují jsou pod nimi podle návaznosti. Následující Tabulka 1 je doplněná o čas na přemístění materiálu, který byl naměřený snímkováním.

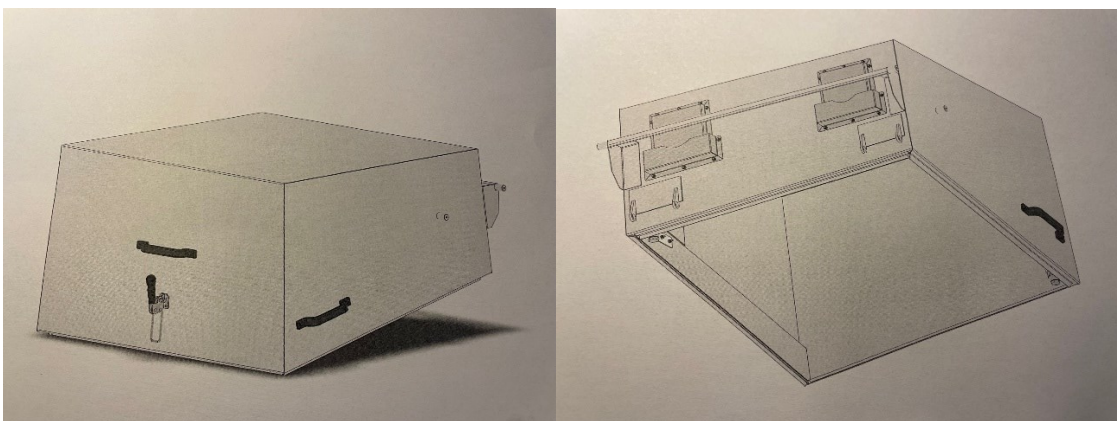
Tabulka 1: Vyhodnocení VSM mapy (vlastní zpracování)

Činnost	Celkový čas (min.)	Činnost	Celkový čas (min.)
Plánování výroby	90	Vyskladnění	120
Stříhání plechů	135		
Ohýbání plechů	125		
Bodové svařování	55		
Vrtání	22		
Svařování TIG	430		
Elektrochem. čištění	30		
Ruční úprava	65		
Nastřelení šroubů	50		
Montáž	215		
Oživování	80		
Funkční zkoušky	90		
Balení	80		
Expedice	45		
Přemístění materiálu	20		
<b>Celkový čas výroby</b>	<b>1562</b>		

Z tabulky vyplývá, že úzkým místem ve výrobním procesu je svařování TIG. Tato skutečnost není překvapivá, jelikož je svařování pracná záležitost a firma nedisponuje svařovacím robotem. Další činnost, na kterou je vhodné se při podrobnější analýze zaměřit je stříhání plechů. Je to úvodní výrobní proces, takže pokud nebude dobře podchycen, mohou vznikat prostoje v navazujících procesech.

## 9.5 Předmět analýz

Následující analýzy byly provedeny na výrobě víka stroje ADS 200. Výrobek byl zvolený, protože se jedná o sestavu sériového stroje a procesy na jeho výrobu jsou shodné s dalšími stroji, které podnik vyrábí. Veškeré zjištěné nedostatky ve výrobním procesu a na ně vypracované zlepšovací návrhy, budou tedy platné pro všechny sériové stroje ve výrobním programu firmy. K výrobě víka stroje ADS 200 je potřeba procesů stříhání plechů a svařování, které byly vyhodnoceny jako problematické ve VSM mapě na obrázku 18 a tabulce 1.



Obrázek 19: Víko stroje ADS 200 (Trefal, ©2024)

## 9.6 Analýza procesu stříhání plechů

Proces stříhání plechů je úvodní výrobní proces výroby. Jeho špatný průběh může způsobovat prostoje v navazujících výrobních procesech. Začíná zobrazením výrobního příkazu na počítači vedle strojních nůžek. Pracovník načte čárový kód k zakázce, čímž se ke zpracování zakázky přihlásí. Vezme si výrobní dokumentaci, nastuduje jí a odklidí z pracoviště překážející materiál. V tomto okamžiku došlo k prvnímu prostoji, jiný pracovník uložil paletu s menšími plechy na paletu, ze které potřebuje vytáhnout plech, ale vysokozdvižný vozík se používal na naložení jiného materiálu. Čekání na vysokozdvižný vozík trvalo 10 minut. Po odejmutí vrchní palety mohl proces pokračovat. Nejdřív si pracovník nachystal ocelový plát, naměřil si, kde má stříhat a označil si body tužkou. Spustil stroj a odstříhl první kus, ze kterého bude vyroben horní plášť víka. Dalším krokem bylo nastříhání boků víka. Pracovník si nastudoval výrobní dokumentaci, aby zjistil, jak veliký kus plechu bude potřebovat na každý bok a potom začal hledat měřit zbytky odstřížených plechů dva kusy, které by odpovídaly potřebným rozměrům. Jakmile je našel, poznačil si body na stříhání a nastříhal boční kusy. Následně se nastříhaly plechy na výztuhy víka, které

slouží ke zpevnění konstrukce a k upnutí madel či jiného příslušenství. Proces hledání, měření a stříhání plechů se opakoval pro výztuhy. Výztuhy, které zpevňují konstrukci pro montáž madel si vyžadovaly úpravu na rohových nůžkách, které jsou umístěné naproti velkých strojních nůžek. ostřížené rohy se následně zakulatily na pásové brusce umístěné vedle rohových nůžek. Tato úprava je nutná kvůli navazujícímu procesu ohranění. Následuje odjehlení střížených hran. Odjehlení se dělá pomocí ručního odjehlovače, kterým se přejíždí po odstřížené hraně plechu. Proces odjehlení slouží k bezpečnější manipulaci s plechy. Po odjehlení se odstraní z plechů část ochranné fólie a plechy jsou přeneseny k CNC ohraňovacímu lisu k dalšímu zpracování.



Obrázek 20: Pracoviště stříhání plechu

Tabulka 2: Procesní diagram stříhání (vlastní zpracování)

činnost	Stříhání plechů						doba trvání (min.)
	operace	skladování	kontrola	transport	čekání	vzdálenost (metr)	
naskenování zakázky	○						1,0
odklizení pracoviště	○						3,0
čekání na vysokozdvizný vozík					○		10,0
nachystání materiálu	○						2,0
označení bodů na stříh	○						3,0
stříhání horního pláště	○						2,0
hledání a měření plechů	○						3,0
označení bodů na stříh	○						1,7
stříhání boků pláště	○						0,8
hledání a měření plechů	○						4,0
označení bodů na stříh	○						7,0
stříhání bočních výtuh a zadní výtuhy	○						5,0
hledání a měření plechů	○						3,0
označení bodů na stříh	○						1,5
stříhání výtuhy na vzpěry	○						2,5
odjehlení	○						10,5
úprava výtuhy na rohových nůžkách	○						1,5
zakulacení rohu	○						1,0
odstranění fólie z vystřížených kusů	○						4,8
přenos materiálu				⇨		20 m	1,0
<b>čas celkem</b>							<b>68,3</b>

Rozlišení činností, které přidávají zákazníkovi hodnotu (VA), činnosti, které nepřidávají hodnotu, ale jsou nutné pro chod procesu (NNVA) a činnosti které nepřidávají hodnotu (NVA) bylo znázorněno v následující tabulce 3.

Tabulka 3: Rozdělení činností podle přidané hodnoty stříhání (vlastní zpracování)

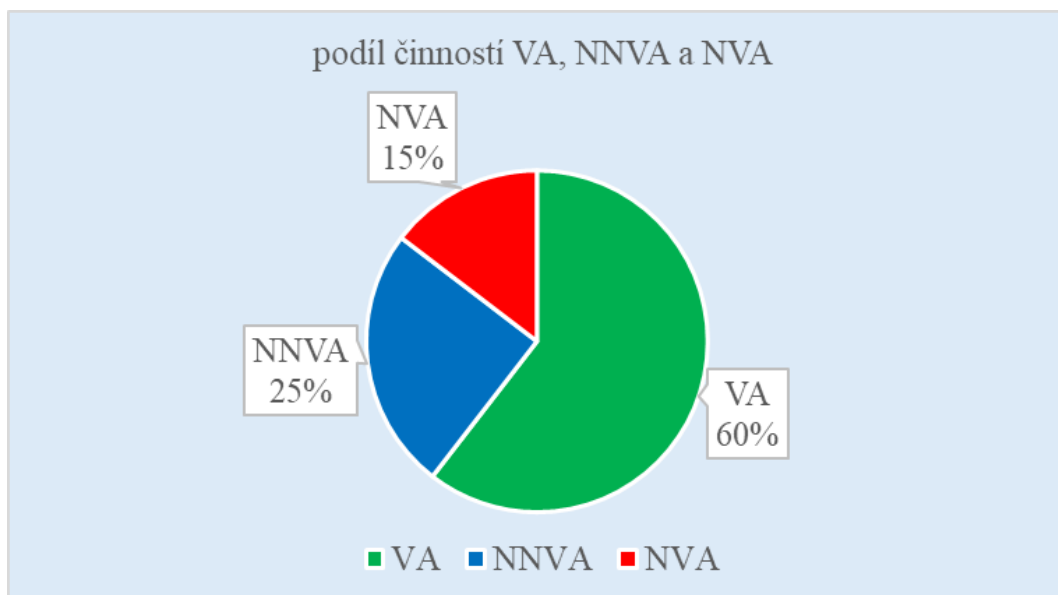
činnost	čas (min.)	VA	NNVA	NVA
označení bodů na stříhu	13,2	41,3	17	10
stříhání	12,8			
odjehlení	10,5			
odstranění fólie	4,8			
hledání a měření plechů	10,0			
odklizení pracoviště	3,0			
naskenování zakázky	1,0			
nachystání materiálu	2,0			
přenos materiálu	1,0			
čekání na vysokozdvizný vozík	10,0			
<b>celkový čas</b>	<b>68,3</b>			

Mezi činnosti přidávající hodnotu byly zařazeny: Označení bodů ke stříhu, samotné stříhání, odjehlení a odstranění fólie.

Mezi činnosti nepřidávající hodnotu, které jsou nutné pro chod procesu a firmy byly zařazeny: Hledání a měření plechů, odklizení pracoviště, naskenování zakázky, nachystání materiálu a přenos materiálu.

Jedinou činností, která nepřidává hodnotu, je čekání na vysokozdvizný vozík. Tuto činnost je třeba odstranit.

V následujícím obrázku 21 je znázorněn poměr činností VA, NNVA a NVA na celku pro proces stříhání.



Obrázek 21: poměr činností VA, NNVA a NVA v procesu stříhání (vlastní zpracování)  
Z obrázku 21 vyplývá, že pouze 60 % času během stříhání plechu je tvořeno činnostmi přidávající hodnotu.

Činnosti nezbytně nutné, ale nepřidávajících hodnotu, představují 25 % z celkového času na proces. Největší podíl na těchto činnostech má hledání a měření plechů. Tato činnost by se dala zkrátit omezením množství zbytkových plechů a standardizací jejich dimenzí.

Zbýlých 15 % tvořil prostoj, ke kterému došlo kvůli nepromyšlenému umístění palety s materiálem na materiál, který se měl použít při stříhu a následném čekání na to, až se uvolní paletový stroj, aby mohl nevyhovující materiál být odstraněn.

## 9.7 Analýza procesu ohraňení plechů

Proces, který navazuje na stříhání z kapitoly 9.6 je proces ohraňení plechových dílů do požadovaných tvarů. Začíná naskenováním čárového kódu přiřazeného k zakázce. Potom si pracovník nastuduje výrobní dokumentaci a provede vstupní kontrolu rozměrů nastřižených plechů. Další krok je seřízení stroje. Seřízení má mechanickou složku, která představuje upnutí ohraňovacích nástrojů do stroje. A taky programovou složku, která představuje navolení ohraňovacího programu potřebného k výrobě komponentu. U sériových strojů jsou programy nahrané ve stroji, ovšem u zakázkové výroby se nejdříve musí naprogramovat. Následuje ohraňení prvního kusu, který se překontroluje a případně se upraví program, aby plnil ohyb požadavky. Potom se zvolí program na boční výztuhy a ty se ohraňují. Zvolí se program na ohraňení výztuhy na vzpěru a ta se ohraňují. Následně se seřídí a ohraňují boční kusy víka a na závěr se nastaví podpůrné stojany na lis, aby se snadněji ohýbal dlouhý a těžký plech pláště víka, přenastaví se program a ohraňují se víka. Materiál se přenesení k bodovacímu pracovišti, kde ho čeká další zpracování.



Obrázek 22: Ohraňovací pracoviště (vlastní zpracování)

Tabulka 4: Procesní diagram ohýbání na ohraňovacím lise CNC (vlastní zpracování)

Ohýbání na ohraňovacím lise CNC							
Činnost	operace	skladování	kontrola	transport	čekání	vzdálenost (metr)	doba trvání (min.)
naskenování zakázky	○		⊕				1,0
kontrola rozměrů			⊕				5,3
upnutí ohraňovacích přípravků	○						3,0
zvolení programu na malou výztuhu	○						0,5
ohranění malé výztuhy	○						1,9
kontrola 1. kusu			⊕				0,5
zvolení programu na boční výztuhy	○						0,6
ohranění bočních výztuh	○						1,8
zvolení programu na vzpěru	○						0,4
ohranění výztuhy na vzpěru	○						1,7
zvolení programu na boční kusy víka	○						0,5
ohranění bočních kusů víka	○						1,0
zvolení programu na plášť	○						0,5
upnutí držáku na plech	○						1,0
ohýbání pláště	○						4,7
přenesení materiálu				⇒		5 m	1,0
<b>čas celkem</b>							<b>25,4</b>

V následující tabulce 5 je rozlišení činností, které přidávají zákazníkovi hodnotu (VA), činnosti, které nepřidávají hodnotu, ale jsou nutné pro chod procesu (NNVA) a činnosti které nepřidávají hodnotu (NVA) je znázorněno v následující tabulce.

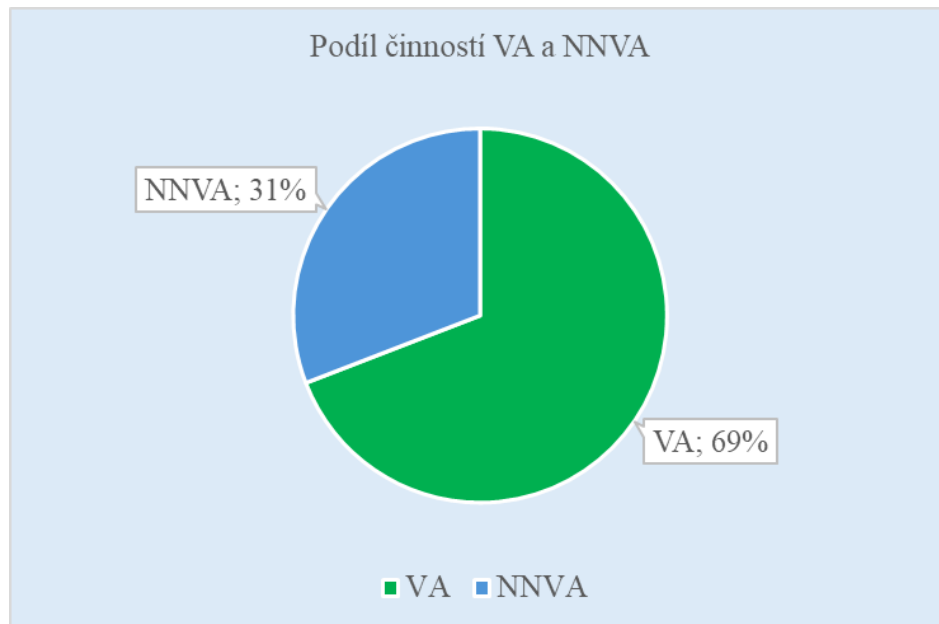
Tabulka 5: VA a NNVA činnosti ohýbání plechů (vlastní zpracování)

Činnost	čas (min.)	VA	NNVA	NVA
zvolení programu	2,5	17,6	7,8	0,0
ohraňování	11,0			
upnutí ohraňovacích přípravků	4,0			
naskenování zakázky	1,0			
kontrola	5,8			
přenesení materiálů	1,0			
<b>celkový čas</b>	<b>25,4</b>			

VA činnosti jsou v tomto případě zvolení programu a ohraňování.

Mezi NNVA činnosti patří upnutí ohraňovacích přípravků, naskenování zakázky, kontrola a přenesení materiálu na další pracoviště. Poměr VA a NVA činností je znázorněn na následujícím obrázku 23.





Obrázek 23: poměr činností VA a NNVA v ohýbání plechů (vlastní zpracování)

Z obrázku 23 vyplývá, že 69 % času tvořily činnosti přidávající hodnotu a 31 % činnosti nezbytně nutné, ale nepřidávající hodnotu. Na první pohled vypadá poměr nepříznivě, ale celkový čas operace ohýbání byl velmi nízký a výrazně předběhl normu stanovenou na proces ohraňování z tabulky 1 vyhodnocení VSM mapy. Tuto skutečnost umožnilo přednastavení programů v CNC lise a správně nastavenému procesu seřizování stroje. Pro nesériové stroje by programování a seřizování trvalo déle a reálný čas by se přiblížil k normě. Oproti tomu činnosti NNVA spojené s procesem probíhaly dle stanovených norem. Významnou část tvořilo provedení kontroly dodaného materiálu ze stříhání. Vzdálenost pro transport materiálu byla výrazně kratší, jelikož následující operace se provádí na stroji vedle ohraňovacího lisu.

## 9.8 Analýza výrobního procesu bodové svařování

Materiál čekal na další zpracování deset minut na příchod pracovníka, který dokončoval stříhání jiné části stroje a potom naskenoval čárový kód pro operaci bodování. Proces bodování začíná zapojením stroje do sítě. Potom se odstraní z plechů fólie, které by zabránily kvalitnímu sváru. Pracovník přikládá jednotlivé části, které budou spojeny bodovým svárem a značí místa, kde je nutné fólii odstranit. Po označení vezme měděnou škrabku a nařeže místa, kde mají fólie být odstraněny a následně se odstraní. Jakmile je fólie odstraněná, spustí se stroj a začíná samotné bodování. Nejdřív se nabodují výztuhy k bočním částem víka. Potom se nabodované plechy zkontrolují pomocí šablony. Dále se kladivem udělá důlek do výztuhy, který pomáhá při centrování vrtáku v následujícím výrobním kroku. Potom se

vezmou další výztuhy a opět se označí místa, kde musí fólie být nařezaná a odstraněná pro další bodování. Fólie se odstraní a další výztuhy jsou k bočním částem nabodovány. Následuje kontrola šablonou a vyhloubí se centrovací důlek pro vrtání. Ke stroji se přenesou pláště a odstraní se z něj fólie. K plášti je nabodovaná poslední výztuha a materiál se přenesou k stolní vrtačce k dalšímu zpracování.



Obrázek 24: Bodovací pracoviště (vlastní zpracování)

Tabulka 6: Procesní diagram bodování (vlastní zpracování)

Činnost	Bodování					vzdálenost (metr)	doba trvání (min.)
	operace	skladování	kontrola	transport	čekání		
čekání na pracovníka					⊖		9,5
naskenování zakázky	⊖						1,0
spuštění stroje	⊖						1,0
odstranění fólie	⊖						5,3
bodování výtuh k bokům	⊖						2,1
kontrola			⊕				1,0
nařukání centrovacího důlku pro vrtání	⊖						0,5
odstranění fólie	⊖						3,7
bodování výtuh k bokům	⊖						3,0
kontrola			⊕				0,5
nařukání centrovacího důlku pro vrtání	⊖						0,5
přenos pláště				⇒		1 m	1,0
odstranění fólie	⊖						2,0
bodování výtuh k plášti	⊖						2,0
přenesení materiálu				⇒		5 m	1,0
<b>čas celkem</b>							<b>34,1</b>

V následující tabulce 7 je rozlišení činností, které přidávají zákazníkovi hodnotu (VA), činnosti, které nepřidávají hodnotu, ale jsou nutné pro chod procesu (NNVA) a činnosti které nepřidávají hodnotu (NVA) bylo znázorněno v následující tabulce.

Tabulka 7: Rozdělení činností podle přidané hodnoty bodování (vlastní zpracování)

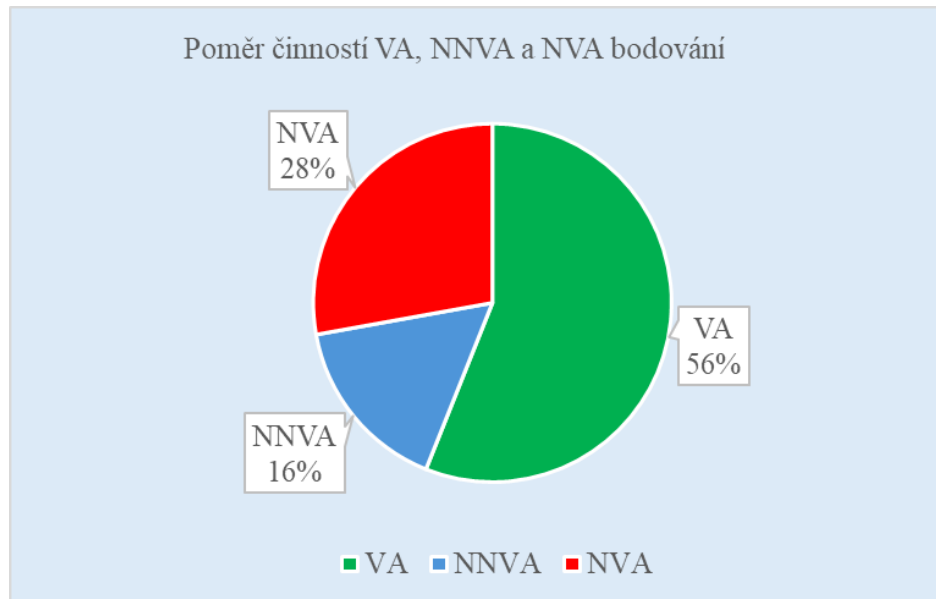
Činnost	čas (min.)	VA	NNVA	NVA
odstranění fólie	11,1	19,1	5,5	9,5
bodování	7,1			
nařukání centrovacích důlků	1,0			
spuštění stroje	1,0			
naskenování zakázky	1,0			
kontrola	1,5			
přenesení materiálů	2,0			
čekání na pracovníka	9,5			
<b>celkový čas</b>	<b>34,1</b>			

Mezi činnostmi přidávající hodnotu v procesu bodování patří: Odstranění fólie, samotné bodování a nařukání centrovacích důlků, které zpřesní a urychlí navazující proces vrtání.

K činnostem nepřidávající hodnotu, ale nutné pro provedení procesu a chodu firmy patří: Spuštění stroje, naskenování zakázky, kontrola a přenesení materiálu.

V procesu bodování se vyskytla jedna činnost nepřidávající hodnotu, a to čekání na pracovníka. K tomuto prostoji došlo, protože bodování prováděl stejný pracovník, který nastříhal plechy a musel dostříhat jinou soustavu stroje, než mohl začít bodovat víko.

Poměr VA, NNVA a NVA činností v procesu bodování je znázorněn v následujícím obrázku 25.



Obrázek 25: Poměr činností VA a NNVA a NVA v bodování (vlastní zpracování)

Z obrázku 25 vyplývá, že 56 % činností z procesu bodování přidává hodnotu. Činnosti nepřidávající hodnotu, ale nutných k provedení procesu a provozu podniku je 16 % a stejně jako u předchozích procesů probíhaly dle stanovených standardů. Jedna z těchto činností byla přenos materiálu a ta byla minimalizovaná, jelikož stolní vrtačka je umístěná vedle bodovačky. Nepříznivá je přítomnost činnosti nepřidávající hodnotu. Jedná se o prostoj, který vznikl čekáním na pracovníka. S tímto prostojem vznikl taky další druh plýtvání, a to zbytečný pohyb, jelikož pracovník, na kterého se čekalo, byl u stříhací linky, která je vzdálená dvacet metrů od bodovačky. Tento prostoj by se dal eliminovat vybalancováním výrobního procesu.

## 9.9 Procesní analýza vrtání

Pracovník zahájil proces vrtání naskenováním čárového kódu. Samotné vrtání začíná vložením vrtáku do sklíčidel vrtačky a nastavení hloubky vrtání. Potom upevní díl upínky a vyvrtá se menší díra do označeného bodu. Vyjme se první díl z upínek, vloží se druhý díl a vyvrtá se malá díra. Vymění se vrták za větší, přizpůsobí se hloubka vrtání delšímu vrtáku a díry se zvětší na obou kusech. Pracovník potom odjehlí vyvrtané díry ruční vrtačkou. Na závěr se přenesou materiály ke vchodu dílny a vloží se na paletu. Navazující proces je svařování, který se dělá v druhé dílně. Naskenováním konce procesu vrtání signalizuje druhé dílně, že jsou díly připravené k vyzvednutí.



Obrázek 26: Vrtací pracoviště (vlastní zpracování)

Tabulka 8: Procesní diagram vrtání (vlastní zpracování)

Činnost	Vrtání						doba trvání (min.)
	operace	skladování	kontrola	transport	čekání	vzdálenost (metr)	
naskenování zakázky	⊖						1,0
hledání vrtáků				⊕			5,0
vložení vrtáku a nastavení hloubky vrtání	⊙						2,0
upevnění dílu	⊙						4,0
vyvrtání menší díry	⊙						1,0
upevnění dílu	⊙						1,0
vyvrtání menší díry	⊙						1,0
upevnění dílu	⊙						1,0
vyvrtání větší díry	⊙						1,0
upevnění dílu	⊙						1,0
vyvrtání větší díry	⊙						1,0
odjehlení vrtů ruční vrtačkou	⊙						1,8
přenos materiálu ke vchodu				→		30 m	3,0
naskenování zakázky	⊖						1,0
<b>čas celkem</b>							<b>24,8</b>

V následující tabulce 9 je rozlišení činností, které přidávají zákazníkovi hodnotu (VA), činnosti, které nepřidávají hodnotu, ale jsou nutné pro chod procesu (NNVA) a činnosti které nepřidávají hodnotu (NVA) bylo znázorněno v následující tabulce.

Tabulka 9: Rozdělení činnosti na VA, NNVA a NVA vrtání (vlastní zpracování)

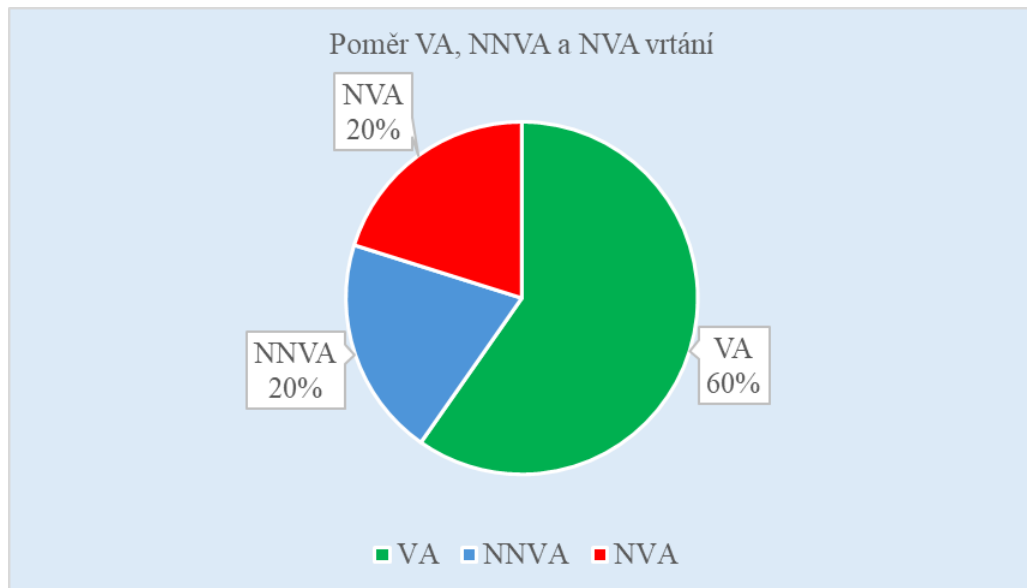
Činnost	čas (min.)	VA	NNVA	NVA
vložení vrtáku a nastavení hloubky vrtání	2,0	14,8	5,0	5,0
upevnění dílu	7,0			
vrtání	4,0			
odjehlení	1,8			
přenos materiálu	3,0			
naskenování zakázky	2,0			
hledání vrtáků	5,0			
<b>celkový čas</b>	<b>24,8</b>			

Mezi činnosti přinášející hodnotu patří: Vložení a nastavení hloubky vrtání, upevnění dílů, vrtání a odjehlení.

K činnostem nezbytně nutných, ale nepřinášející hodnotu zákazníkovi patří: přenos materiálu a naskenování zakázky.

Vyskytla se během procesní analýzy vrtání jedna činnost nepřinášející hodnotu, a to hledání vrtáků. Ačkoliv měl pracovník k dispozici vrtáky firmy, které jsou umístěné přímo u vrtačky, tak je nevyužil, protože nejsou naostřené. Místo toho odběhl hledat do šatny svůj vlastní naostřený vrták. Toto hledání představovalo pěti minutový prostor.

V následujícím obrázku 27 se nachází poměr mezi činnostmi VA, NNVA a NVA během procesu vrtání.



Obrázek 27: Poměr VA, NNVA a NVA činností vrtání (vlastní zpracování)

Z obrázku 27 vyplývá, že čas během procesu vrtání byl využit ze 60 % na činnosti přinášející hodnotu. 20 % času tvořily činnosti nepřinášející hodnotu, které byly nezbytně nutné pro chod procesu a firmy a tyto činnosti proběhly dle stanovených norem. Nepříznivá byla skutečnost, že 20 % času zabrala činnost hledání vrtáku, která nepřináší hodnotu zákazníkovi. Toto plýtvání by se dalo eliminovat nastavením systému průběžného ostření firemních vrtáků.

## 9.10 Shrnutí procesních analýz

V následující tabulce 10 se nachází rozbor celkového času stráveného stříháním, ohraňováním, vrtáním a bodováním na víku stroje ADS 200. Data korespondují s celkovými procesními časy z tabulek 2,4,6 a 8

Tabulka 10: Rozbor celkového času na výrobních procesech víka (vlastní zpracování)

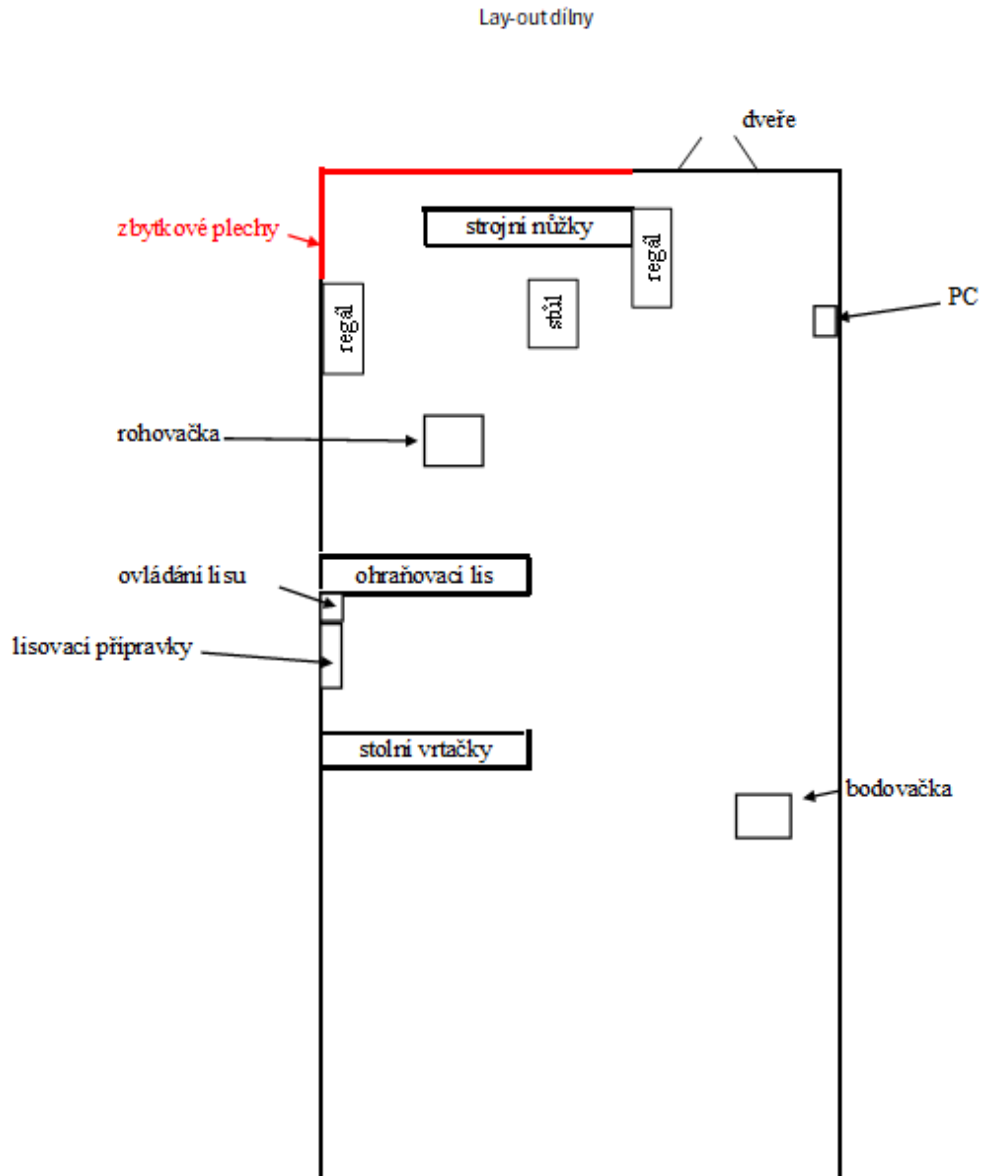
činnost	čas (min.)
stříhání	68,3
ohraňování	25,4
bodování	34,1
vrtání	24,8
celkový čas	152,68

Největší podíl na těchto procesech patří procesu stříhání, tato skutečnost není překvapivá, jelikož stříhání vyžadovalo nejvíc práce a měření ze všech činností. Proces stříhání vyprodukoval rovněž největší množství odpadu ve formě zbytků z odstřižených kusů.



## 9.11 Prostorové uspořádání strojní dílny

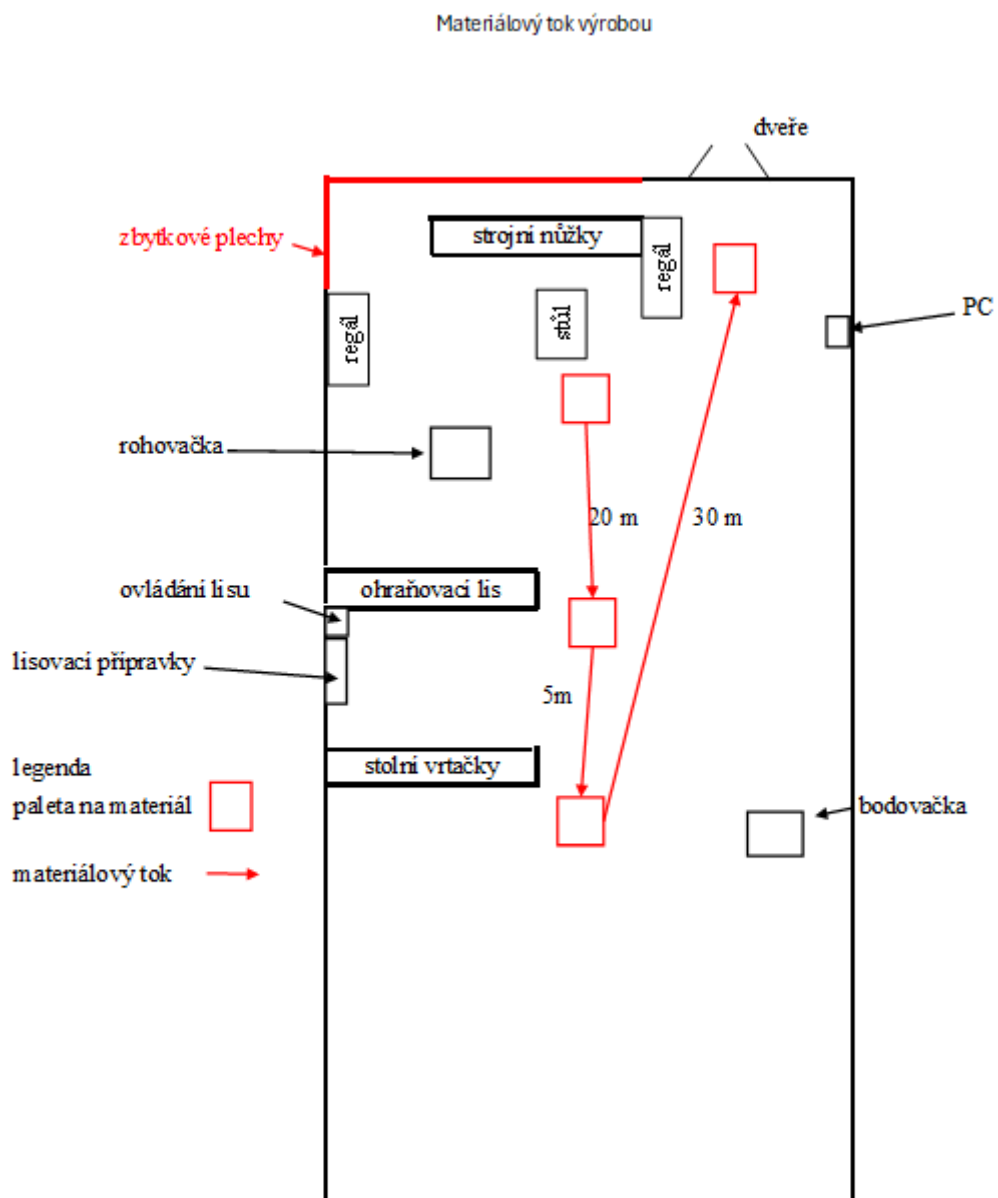
V následujícím obrázku 28 je znázorněné stávající prostorové uspořádání dílny.



Obrázek 28: Prostorové uspořádání dílny (vlastní zpracování)

Prostorové uspořádání je zjednodušené pro účely této práce, nachází se ve skutečnosti víc strojů, regálů a jiných úložišť materiálu, zobrazené je pouze to, co bylo ve výrobním procesu použito.

V následujícím obrázku 29 je znázorněný tok materiálu během výrobního procesu. Červený čtverec značí paletu s materiálem.

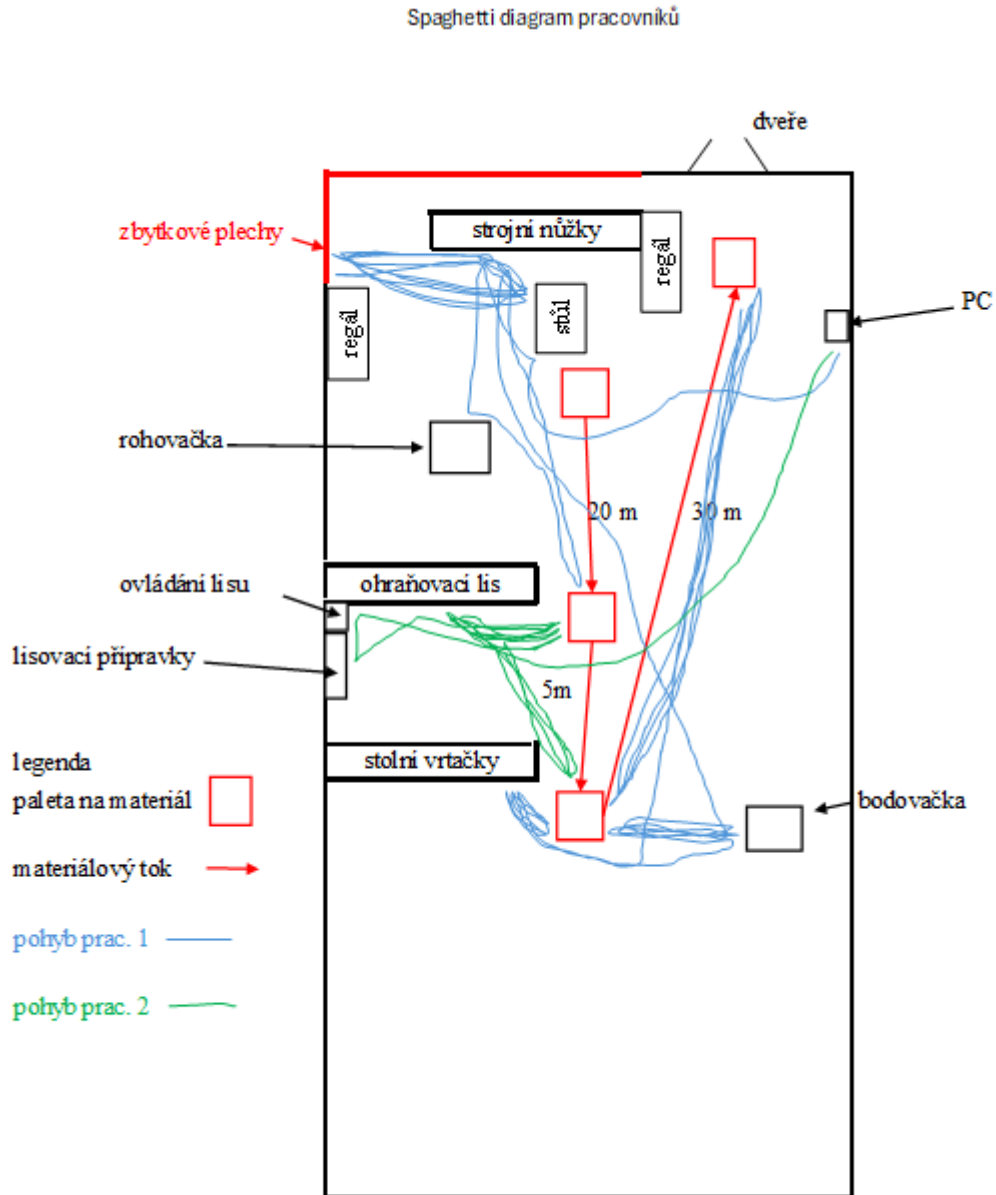


Obrázek 29: Tok materiálu během výrobního procesu (vlastní zpracování)

Na obrázku 29 je znázorněný materiálový tok, který začal u vchodu do výroby, plynul k druhému konci výroby a vrátil se zpět ke vchodu k převezení do druhé dílny na další zpracování.

## 9.12 Pohyby pracovníků v průběhu výrobního procesu

Všechny operace výrobního procesu prováděli dva pracovníci. V následujícím obrázku 30 je znázorněný jejich pohyb po pracovišti. První pracovník je označený modrými čarami a druhý pracovník zelenými čarami.



Obrázek 30: Spaghetti diagram pohybu pracovníků po pracovišti (vlastní zpracování)

### 9.12.1 Vyhodnocení spaghetti diagramu

U zeleného pracovníka je pohyb velmi úsporný, ohraňovací pracoviště je dobře navržené a všechno potřebného k provedení procesu je po ruce. U modrého pracovníka ovšem dochází k plýtvání pohybem, jelikož prováděl stříhání, bodování a vrtání a bodovačka i stolní vrták se nachází za lisem a během procesu ohraňování odběhl zpět k nůžkám, aby mohl stříhat.

Tabulka 11: Uražená vzdálenost pracovníky (vlastní zpracování)

pracovník	operace	délka trasy (metr)	celkem (metr)
1	stříhání	50 m	256 m
	bodování	36 m	
	vrtání	120 m	
2	ohraňování	48 m	48 m

## 10 NEDOSTATKY VE VÝROBNÍM PROCESU

Procesní a pohybové analýzy z kapitol 9.5 až 9.9 odhalily několik nedostatků ve výrobním procesu. V této kapitole budou rozebrány zjištěné nedostatky v každém z analyzovaných výrobních procesů.

### 10.1 Neuvážené uskladnění materiálu

První nedostatek představoval neuvážené uskladnění materiálu během procesu stříhání z kapitoly 9.6, které vedlo k deseti minutovému prostoji před začátkem prvního procesu stříhání plechu. K tomuto problému přispělo několik faktorů. První je nedostatek prostoru u nůžek. Druhý je nejasně stanovené místo na ukládání dalších materiálů. Pracovník ho tedy uloží tam, kam může. Třetí faktor jsou přebytečné zásoby u nůžek. První paleta materiálu ještě nebyla spotřebovaná a už byla navezená nová paleta s materiálem.



Obrázek 31: Nevhodné uskladnění materiálu pro stříhací proces (vlastní zpracování)

## 10.2 Nedostatečná standardizace stříhání plechů

snímkování stříhání v kapitole 9.6 odhalilo nedostatečnou standardizaci měření plechů, která vedla jednak ke zvýšenému plýtvání materiálem a hromadění zbytkového materiálu u zdi vedle a za stříhacím lisem. Tyto zbytky nemají pravidelný tvar zůstávají tak neoznačené a pracovník, který je chce zužitkovat ke stříhání dalších dílů, musí mezi nimi hledat než najde vhodný kus na stříhání.



Obrázek 32: Nevhodné ukládání odštížků v procesu stříhání (vlastní zpracování)

### 10.3 Uložení uživatelných zbytků ze stříhacího procesu

System ukládání zbytkových plechů není promyšlený. Plechy se opírají o zed' a zabírají daleko víc místa, než je nutné. Nevhodné uložení nepřispívá k bezpečnosti práce a k zajištění jejich kvality. Roste riziko zakopnutí nebo pořezání. Pád plechu může způsobit jeho deformaci, čímž se zvyšuje riziko zmetkovitosti v navazujících výrobních procesech.



Obrázek 33: Prostor za strojními nůžkami (vlastní zpracování)

### 10.4 Špatné balancování výrobních procesů

Na zakázce pracovali dva pracovníci. Jeden prováděl stříhání, bodování a vrtání a druhý prováděl ohraňování. z celkového výrobního času vypracoval přes 83 % zakázky první pracovník. V důsledku přetížení vznikl 9,5 minutový prostoj mezi procesem ohraňování a bodování, protože pracovník stříhal další část zakázky. Bodovací a vrtací pracoviště bylo dál od nůžek než lis, u kterého byl druhý pracovník. Tento delší přechod od nůžek představoval plýtvání pohybem pro prvního pracovníka, které je znázorněné modrou čarou ve spaghetti diagramu v obrázku 30.

### **10.5 Nepoužitelné firemní vrtáky**

Firemní vrtáky byly podle rozhovoru s pracovníkem nepoužitelné, jelikož nebyly dlouho naostřené, kvůli tomu si pracovníci nosí svoje vlastní vrtáky do práce. Nechtějí, aby se jejich osobní vrtáky ztratily na pracovišti, a tak je ukládají do šatny na druhé straně budovy. Přejít ke skříním a hledání vrtáku představoval pětiminutový prostoje. Firma má zařízení na ostření vrtáků. Nabízí se řešení nastavení systému pravidelného ostření firemních vrtáků.

### **10.6 Nevhodné umístění strojů**

Většina výrobních procesů v této dílně začíná u stříhání plechů. Nůžky na stříhání jsou umístěné u vchodu do dílny kam se ukládají hotové výrobky připravené na transport do druhé dílny. Toto způsobuje několik problémů. První je, že se u vchodu hromadí jak materiál na vydání do výroba, tak díly vycházející z výroby. Druhý problém je, že vrata do dílny omezují prostor, který by se dal využít na skladování zbytkových plechů ze stříhacího procesu. Třetí problém je, že materiál cestuje celkově delší trasu, jelikož u každého výrobku kopíruje tvar písmene U, přičemž poslední krok výroby je nejdál od vchodu, kam se materiál potom musí přesunout.

### **10.7 Nedostatečné vytížení strojních nůžek**

V této dílně je úzkým místem stříhání plechů. V tabulce 10 je vidět, že téměř polovinu celého výrobního času tvořilo stříhání plechů. Je to rovněž úvodní výrobní proces. Je třeba zajistit jejich neustálý chod. Výpadek u nůžek způsobí prostoje ve všech navazujících výrobních procesech.



## 11 NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ VÝROBNÍHO PROCESU

### 11.1 Změna v prostorovém uspořádání výroby

První opatření ke zlepšení výrobního procesu je přemístění průmyslových nůžek od vchodu na opačný konec výroby a přemístění bodovačky a vrtaček ke vchodu. Tato změna bude představovat několik výhod pro výrobní proces.

#### 11.1.1 Omezení hromadění zásob u vchodu do výroby

V současném stavu se u vchodu nachází jak zásoby do výroby, tak hotové díly připravené k převozu do druhé provozovny. Tímto opatřením se přesunou zásoby do výroby na opačnou stranu dílny a u vchodu zůstanou pouze díly připravené k převozu.

#### 11.1.2 Zkrácení materiálového toku ve výrobě

V současném stavu se vyskladní paleta s dvaceti plechy u vchodu a každý plech potom plyne výrobou třicet metrů na druhý konec výroby a následně se vrátí zpět třicet metrů ke vchodu do výroby. Po realizaci opatření bude paleta s dvaceti plechy převezená na druhý konec výroby a každý plech bude plynout výrobou zpět ke vchodu, kde bude provedená poslední operace vrtání a uloží se vedle vrtaček k expedici. Tím se docílí zkrácení materiálového toku výrobou o 47,5 % z celkových 1200 metrů na pouhých 630 metrů.

V následující tabulce 12 se nachází podrobnější rozbor výpočtů.

Tabulka 12: Výpočty pro zlepšovací návrh (vlastní zpracování)

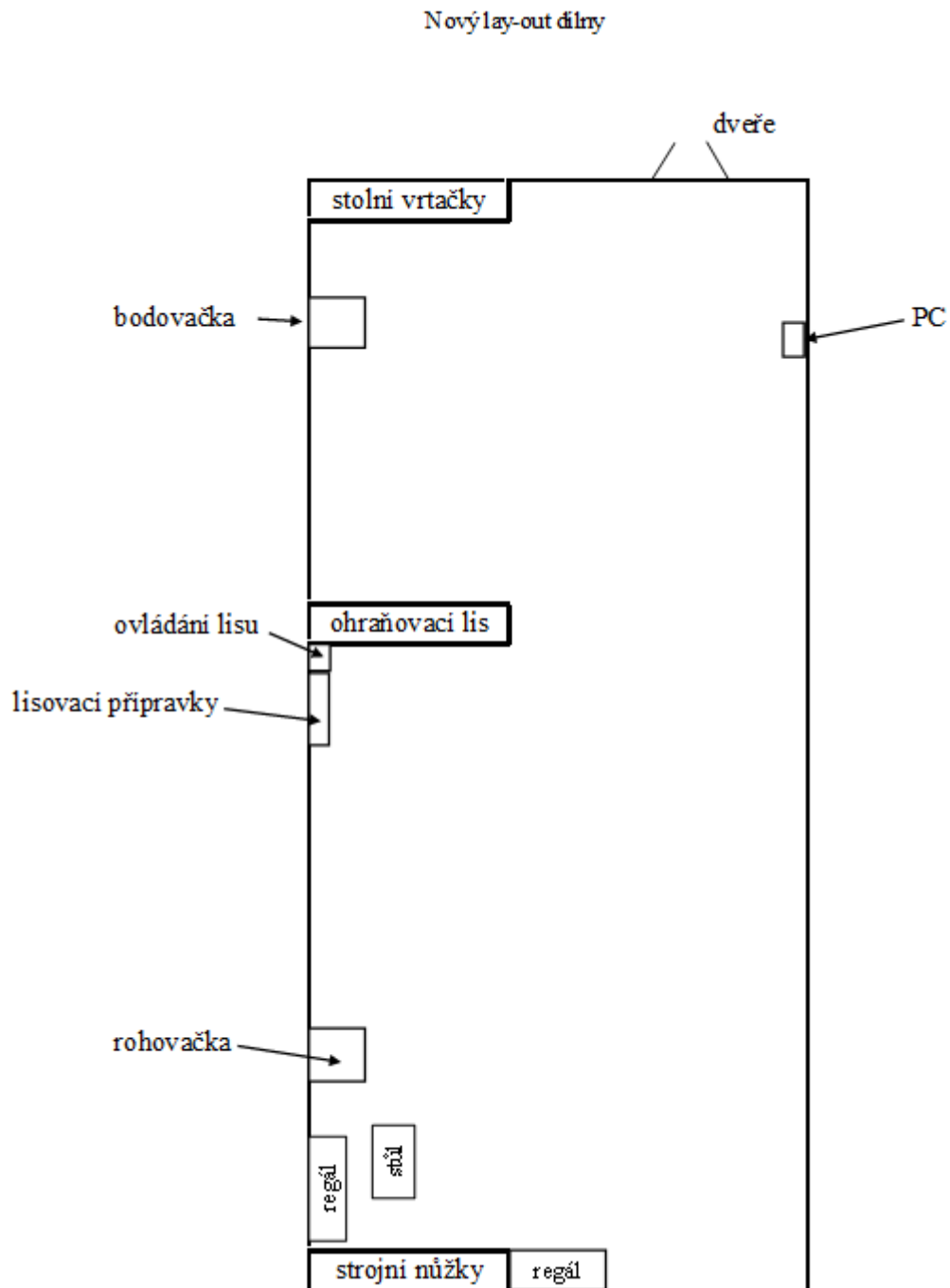
	celková dráha materiálu	vzorec pro výpočet
délka trasy před změnou lay-out	1200 m	20 plechů * 60 metrů
délka trasy po změně lay-out	630 m	1 paleta * 30 metrů + 20 plechů * 30 metrů
úspora vzdálenosti	570 m	
procentuální úspora	47,5 %	

#### 11.1.3 Víc skladovacího prostoru pro odstřížky

Stříhání plechů vytváří značné množství ústřížků, které se dají dál využít. Tyto ústřížky je potřeba někde skladovat. V současném stavu je opírají pracovníci o zeď kolem nůžek viz. obrázky 32 a 33. Tento prostor je omezený kvůli vchodu do výroby. Na opačné straně výroby není vchod, který by omezoval prostor pro ukládání odstřížků.

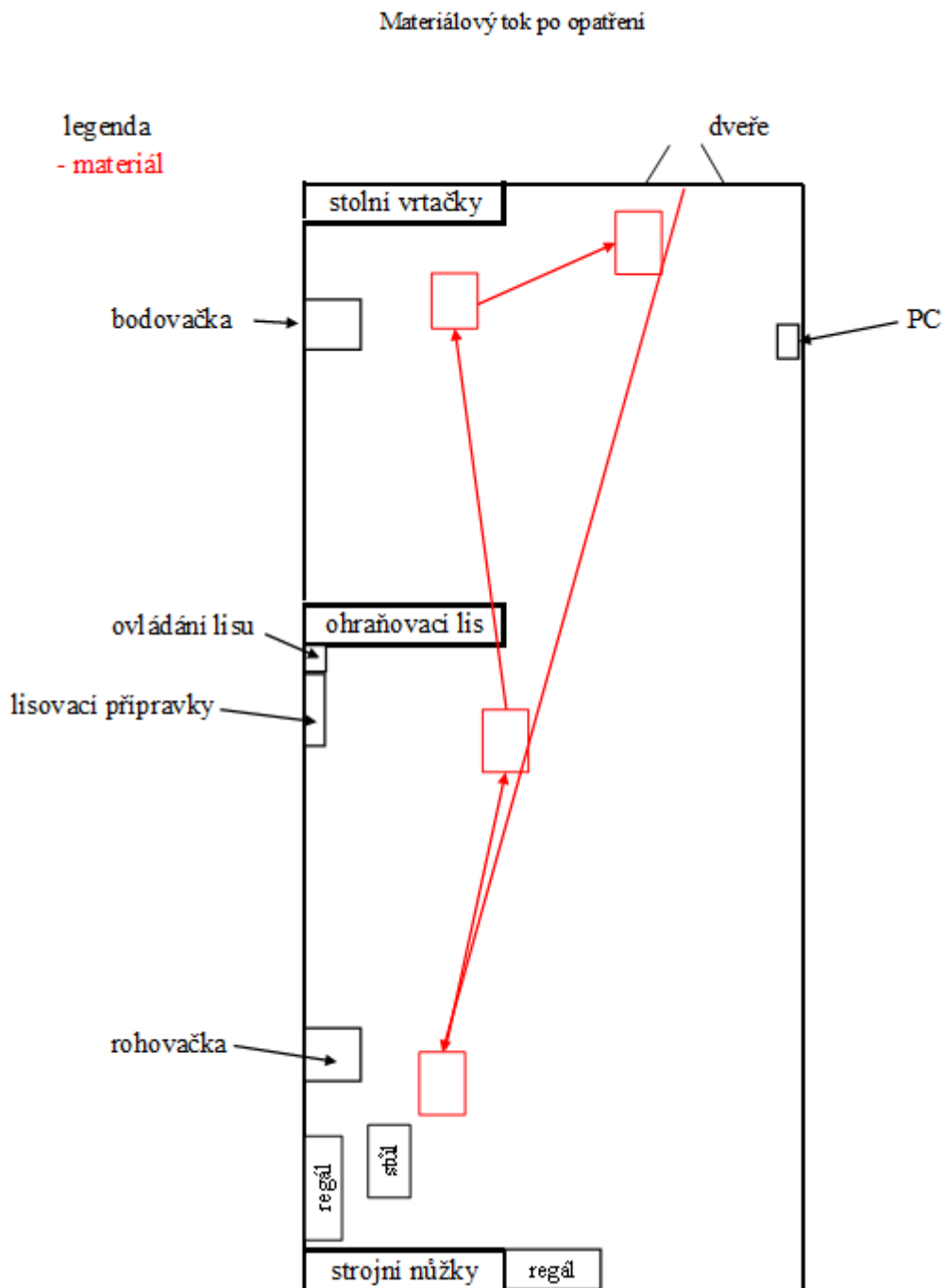
### 11.1.4 Návrh nového uspořádání výroby

V následujícím obrázku se nachází návrh na nové prostorové uspořádání dílny.



Obrázek 34: Nové uspořádání výroby (vlastní zpracování)

Změna spočívá v přesunutí strojních nůžek od vchodu na druhý konec dílny a přesunutí bodovačky a vrtaček ke vchodu. Nové uspořádání je lépe přizpůsobené výrobním krokům. První krok je stříhání a poslední je vrtání. Výroba bude plynout k místu expedice výrobků čili vchodu.



Obrázek 35: Nový materiálový tok (vlastní zpracování)

Nový lay-out výroby bude mít za následek zkrácení materiálového toku. První cesta materiálu bude převoz palety s plechy ke strojním nůžkám, potom bude každý jednotlivý plech plynout výrobou ke vchodu, ze kterého budou výrobky expedovány.

## 11.2 Návrh na balancování výrobního procesu

Další návrh, je lepší vybalancování výrobního procesu. Téměř 45 % času stráveného na zakázce představovala činnost stříhání plechů a pracovník, který plechy stříhal, prováděl i bodování a vrtání na výrobku. Nabízí se lepší řešení. První pracovník by místo bodování a vrtání zůstal u strojových nůžek a zbývající činnosti by provedl druhý pracovník. Touto neefektivní dělbou práce vznikl desetiminutový prostoj. Materiál čekal na bodování, než pracovník dostříhal jinou sestavu stroje.

### 11.2.1 Přínosy balancování procesu

Prvním přínosem tohoto opatření je snížení prostojů ve výrobním procesu. Kdyby se pustil operátor lisu do bodování po dokončení ohraňování, tak by materiál nečekal 9,5 minut na pracovníka u nůžek. Zmíněný prostoj představoval 6 % z celého výrobního času, jeho eliminací by se snížila průběžná doba výroby na 143,5 minut, přičemž 47,7 % času by zabral proces stříhání a zbylých 52,3 % ostatní operace. Tento poměr by se dal ještě vylepšit převedením vstupní kontroly u procesu ohraňování označené v tabulce 4 na výstupní kontrolu k procesu stříhání. Poměr procesních časů se změní na 51,3 % na stříhání a 48,7 % na ostatní procesy. Zmíněné operace by bylo možné přerozdělit tak, že by se operátor nůžek zaměřil pouze na stříhání plechů a operátor lisu by prováděl i bodování a vrtání. V následující tabulce 13 je porovnání původního poměru a přerozdělení operací se stavem po provedení opatření. Oranžová barva značí pracovníka 1 a modrá barva pracovníka 2.

Tabulka 13: Porovnání stávajícího stavu se stavem po zlepšení (vlastní zpracování)

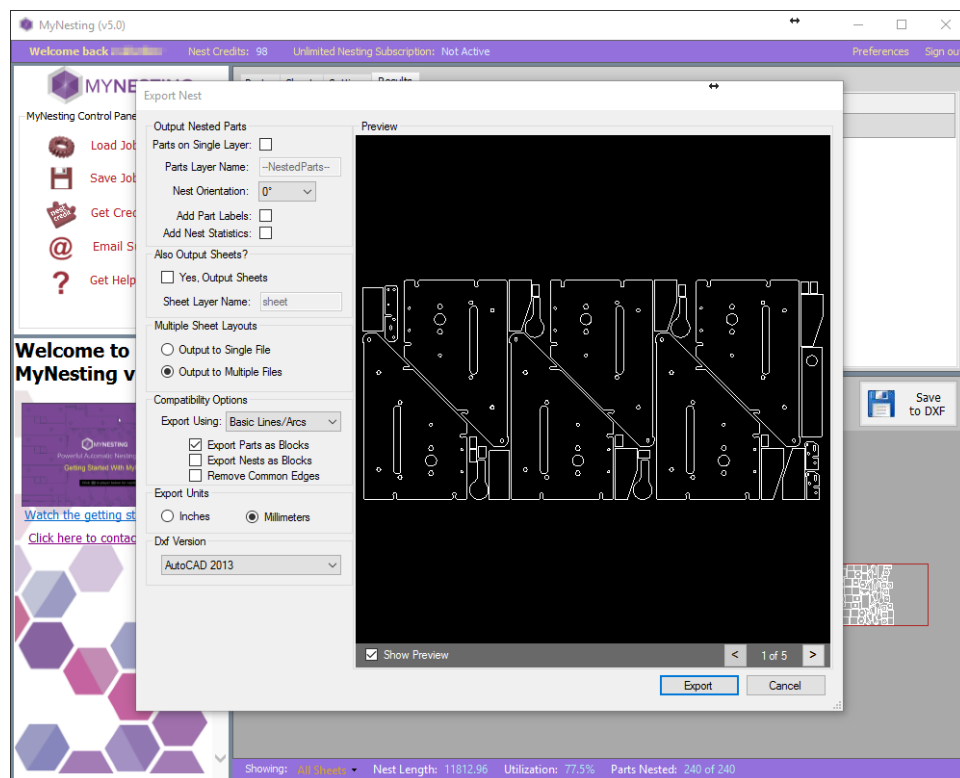
Stav před balancování			Stav po balancování		
pracovník	činnost	čas (min.)	pracovník	činnost	čas (min.)
1	stříhání	68,3	1	stříhání	73,7
2	ohranění	25,4	2	ohranění	20,4
1	bodování	34,1	2	bodování	24,6
1	vrtání	24,8	2	vrtání	24,8
	čas pracovníka 1	127,3		čas pracovníka 1	73,7
	čas pracovníka 2	25,4		čas pracovníka 2	69,9
	procento celkového času prac. 1	83%		procento celkového času prac. 1	51%
	procento celkového času prac. 2	17%		procento celkového času prac. 2	49%
	celkový čas	152,68		celkový čas	143,5

### 11.3 Standardizace stříhání plechů pomocí šablony

Standardizace stříhání plechů spočívá ve tvorbě šablon, podle kterých se budou značit body ke stříhání plechů. Tyto šablony mohou být z plastu a budou mít stejný rozměr, jako plech, ze kterého se díly stříhají. V šabloně budou malé díry v místech, kde má operátor stříhat. Operátor, místo měření každého dílu samostatně, vloží šablonu na plech, vycentruje jí a do dírek udělá tečky, výsledkem je poznačení všech stříhů naráz.

#### 11.3.1 Návrh na tvorbu šablony

K tvorbě šablony je vhodné využít nesting software například od firmy MyNesting. Nesting software funguje tak, že se nastaví rozměr plechu, ze kterého se budou díly stříhat a nahrají se výkresy dílů, které mají být nastřižené. Software automaticky vypočítá optimální způsob, jak díly vystříhnout z plechu, aby se minimalizovalo plýtvání materiálem.



Obrázek 36: Nesting software (Efficient Software Limited, ©2024)

#### 11.3.2 Přínosy stříhání podle šablony

Prvním přínosem výše zmíněného opatření je úspora materiálu. Nesting software dokáže lépe určit, kde plech stříhat, pro minimalizaci plýtvání materiálem.

Dalším přínosem je úspora času. Stávající metoda značení plechů vyžaduje měření a značení každého dílu zvlášť, což je časově náročné viz. tabulka 3.

Další výhodou je větší přesnost. Nevstupovaly by do měření chyby operátora.

Stříhání podle šablony by umožnilo standardizaci zbytkového materiálu. Každý zbytkový plech shodného výrobku by měl stejné rozměry. V současné situaci se liší rozměry odštířků, a operátor, když chce zužitkovat odštířek, musí nejdřív prohledat mezi nesystematicky uloženými odštířky viz. obrázky 32 a 33, než najde plech s vhodnými rozměry, přeměřit ho a teprve potom ho může využít.

## **11.4 regály pro ukládání zbytkových plechů**

Další opatření je pořízení regálů na ukládání zbytků plechu. Toto opatření má symbiotický účinek s předchozím. Pokud se podaří standardizovat velikost odštížků, tak bude možné v těchto regálech oddělit místo pro odštížky každého standardního rozměru a toto místo označit cedulkou s rozměry.

### **11.4.1 Přínosy regálů pro ukládání zbytkových materiálů**

Hlavním přínosem bude ve zrychlení procesu stříhání. Hledání a přeměření plechů zabralo pracovníkovi 10 minut z celého procesu stříhání, znázorněno v tabulce 2. Tímto opatřením lze očekávat dramatický úbytek času na hledání plechů, jelikož proces procházení hromady plechů a přeměření zdánlivě vhodných bude nahrazen příchodem k regálu a vytažení vhodného plechu z označeného místa na regálu. Druhý přínos je v oblasti bezpečnosti práce. O plechy opřené o zeď je snadné zakopnout nebo se pořezat. Tímto opatřením bude riziko eliminováno. Opatření představuje zlepšení i v oblasti ergonomie, jelikož se pracovník nebude muset sklánět k zemi pro každý odštížek, nejpoužitelnější odštížky budou umístěné ve snadno dosažitelné výšce. Posledním přínosem je úspora prostoru. Opatření odstraňuje nutnost skladování odštížků na zemi a umožňuje využití prostoru nad zemí pro skladování.

## 11.5 Systematizace ostření vrtáků

Návrh spočívá v nastavení systému pravidelné údržby firemních vrtáků. Postup nastavení systému by nebyl složitý. Naostřily by se všechny firemní vrtáky na dílně a poznačilo by se datum, kdy k ostření došlo. Ostření by se snímkovalo a nastavila by se na základě získaných dat časová norma. Norma by se zadala, jako technologický postup do ERP systému. Jakmile by operátor postřehl snížení kvality vrtů, poznačil by datum, kdy k úpadku došlo. Tímto způsobem se zjistí časový interval mezi ostřením vrtáků. Plánovač následně zaplňuje další údržbu vrtáků podle časového intervalu. Údržba vrtáků se bude operátorům pravidelně zobrazovat, jako výrobní příkaz na počítači a budou se moct k práci přihlásit, stejně jako k ostatním zakázkám a budou placeni podle nastavené normy, což je přiměje k dodržení pravidelné údržby.

### 11.5.1 Přínosy systematizace ostření vrtáků

Přínosy tohoto opatření jsou kvalitativního charakteru. Lepší nářadí produkuje kvalitnější práci a snižuje riziko oprav výrobních defektů. Dále se opatřením eliminují prostoje spojené s hledáním vrtáků, které si pracovníci nosí z domu. Během snímkování operace vrtání, zaznačené v tabulce 8, trval tento prostoj 5,3 minut. Ostření jednoho vrtáku ve stroji trval 2 minuty. Časová úspora činí 3,3 minuty. Hodnota 2 minut byla pro jeden vrták, včetně spuštění a nastavení stroje, lze předpokládat, že při ostření všech patnácti vrtáků ve výrobě dojde ke zrychlení, jakmile se operátor do procesu zapracuje.



## 12 SHRNUÍ PŘÍNOSŮ ZLEPŠOVACÍCH OPATŘENÍ

V této kapitole budou propojeny zlepšovací opatření z kapitol 11-11.5 se zjištěnými nedostatky výrobního procesu z kapitoly 10. Následně dojde ke shrnutí přínosu jednotlivých opatření na eliminaci zjištěných nedostatků. Na závěr bude zkoumáný vliv zlepšovacích opatření na celkovému lead time víka stroje ADS 200.

Tabulka 14: Vliv opatření na zjištěné nedostatky (vlastní zpracování)

zjištěný nedostatek	opatření na eliminaci
neuvážené uskladnění materiálu	změna v prostorovém uspořádání výroby
nedostatečná standardizace stříhání plechů	stříhání plechů podle šablony
uložení uživatelných zbytků ze stříhacího procesu	pořízení regálů na ukládání odštížků a stříhání plechů podle šablony
špatné balancování výrobního procesu	balancování výrobního procesu
nepoužitelné firemní vrtáky	pravidelné ostření vrtáků
nevhodné umístění strojů	změna v prostorovém uspořádání výroby
nedostatečné vytižení strojních nůžek	balancování výrobního procesu

### 12.1 Shrnutí přínosů změny v prostorovém uspořádání výroby

Při změně prostorového uspořádání výroby dle návrhu dojde k přesunutí skladu zásob do výroby od vchodu na druhý konec dílny. Tím dojde k oddělení skladu pro suroviny od skladu pro hotové výrobky, který zůstane u vchodu. Opatření uvolní místo pro skladování materiálu a omezí prostoje spojené s přeskládáním špatně uložených surovin. Při procesní analýze stříhání z kapitoly 9.5 trval tento prostoje 10 minut. Implementace opatření znamená eliminaci tohoto prostoje a projeví se zrychlením průběžné doby výroby o 10 minut.

Změna v prostorovém uspořádání výroby má taky vliv na materiálový tok výrobou. Při implementaci tohoto opatření dojde ke zkrácení materiálového toku o 47,5 % viz. tabulka 11.

### 12.2 Shrnutí přínosů stříhání plechů podle šablony

Přínosy tohoto opatření spočívají ve zrychlení a zjednodušení procesu stříhání, omezení plýtvání materiálem a standardizací rozměrů odštížků. Standardizace rozměrů odštížků je předpoklad pro jejich lepší uskladnění. Opírání odštížků různých velikostí o zeď nahradí uložení do regálů, kde bude jejich rozměr poznačen.

### 12.3 Shrnutí přínosů balancování výrobního procesu

Vybalancováním výrobního procesu se zamezí přetížení některých pracovníků a eliminují se prostoje, které přetížením vzniknou. Při měření procesu bodování došlo k 9,5 minutovému prostoji spojeném s přetížením. Pracovník, který měl provádět bodování, nejdřív musel

dostříhat jinou soustavu stroje a materiál na další zpracování čekal. Mezitím druhý pracovník čekal u ohraňovacího lisu. Při implementaci opatření se předpokládá eliminaci 9,5 minutového prostoje, a projeví se zrychlením průběžné doby výroby o 9,5 minut. Při implementaci opatření, dojde rovněž ke zvýšení vytížení strojních nůžek, jelikož od nich pracovník nebude muset odbíhat k ostatním činnostem. Tato skutečnost je významná, protože proces stříhání je úzkým místem výroby a zároveň prvním výrobním krokem, takže je vhodné maximalizovat jeho vytížení, aby nedocházelo k prostojům v navazujících procesech.

#### 12.4 Shrnutí přínosů pravidelného ostření vrtáků

Přínosy opatření jsou kvalitativního charakteru. Lepší náradí produkuje kvalitnější práci a snižuje riziko opravení výrobních defektů. Dále se opatřením eliminují prostoje spojené s hledáním vhodných vrtáků, které si pracovníci nosí z domu. Tento prostoj činil 5,3 minut. Musí se ovšem započítat čas potřebný na ostření vrtáku a ten činí 2 minuty. I přes započtení času na ostření vrtáku, lze očekávat zrychlení průběžné doby výroby o 3,3 minuty.

#### 12.5 Přínosy opatření na zrychlení průběžné doby výroby

Implementace zlepšovacích návrhů povede k eliminaci celkově 22,8 minut prostojů. Z toho je 10 minut při stříhacím procesu, 9,5 minut v bodovacím procesu a 3,3 minuty ve vrtacím procesu. Eliminací těchto prostojů se zrychlí průběžná doba výroby o 22,8 minut, což představuje zrychlení průběžné doby výroby o 14,9 %. Původní cíl zrychlení průběžné doby výroby o 5 % byl tedy téměř trojnásobně překročen.

V následující tabulce 15 se nachází shrnutí vlivu všech opatření na průběžné době výroby víka stroje ADS 200

Tabulka 15: Shrnutí vlivu opatření na průběžné době výroby (vlastní zpracování)

výrobní proces před racionalizací		výrobní proces po racionalizaci		zkrácení procesních časů o (min.)	zkrácení procesních časů v procentech z celku
činnost	čas (min.)	činnost	čas (min.)		
stříhání	68,3	stříhání	63,7	4,6	3,0%
ohraňování	25,4	ohraňování	20,1	5,3	3,5%
bodování	34,1	bodování	24,6	9,5	6,2%
vrtání	24,8	vrtání	21,5	3,3	2,2%
celkový čas	152,68	celkový čas	129,9	22,8	14,9%

## 13 NÁKLADOVÁ KALKULACE ZAVEDENÍ OPATŘENÍ

Cenové kalkulace byly zpracované v kooperaci s finančním kontrolorem společnosti.

### 13.1 Náklady na změnu prostorového uspořádání

Změna v prostorovém uspořádání představuje přesun strojních nůžek, rohových nůžek, vrtaček a regálů. Přesun se provede pomocí paletového vozíku ve vlastnictví firmy. Náklady na přesun vychází z mezd pracovníků potřebných na přesun. Projekt vyžaduje 3 pracovníky na 2 osmihodinové směny rozložené do 2 dnů. Přesun se vykoná o víkendu nebo během závodní dovolené, aby nedošlo k přerušení výroby. Mzdy musí být motivační pro pracovníky a její výše musí reflektovat práci o víkendu či dovolené.

V následující tabulce 16 jsou vyčíslené náklady na změnu prostorového uspořádání.

Tabulka 16: Vyčíslení nákladů na změnu prostorového uspořádání (vlastní zpracování)

pracovník	počet hodin	hodinová mzda (hrubá)	mzda na projekt
mistr výroby	16	850,00 Kč	13 600,00 Kč
pracovník 1	16	700,00 Kč	11 200,00 Kč
pracovník 2	16	700,00 Kč	11 200,00 Kč
celkové náklady			36 000,00 Kč

### 13.2 Náklady na tvorbu šablon

První krok k vyčíslení nákladů na tvorbu šablon bylo určit, na jaké díly budou šablony vytvořeny. Po konzultaci s technologem se ustálil počet na 9 šablonách, které pokryjí potřeby nejprodávanějších strojů. Zvolený materiál je tvrdý plast polypropylen a celková cena za materiál činí 4566 Kč. Na návrh šablony lze použít nesting software od firmy MyNesting, která nabízí týden využití zdarma. Šablony se mohou navrhnout během zkušební doby. Plasty se potom pošlou na plastové obrábění. Obrábění šablon není složité, představuje pouze vyvrtání drobných dírek v určených bodech. Časový odhad na obrábění je 2 hodiny na všechny šablony. Hodina plastového obrábění vychází na 1800 Kč.

V následující tabulce 17 se nachází rozbor nákladů na tvorbu šablon.

Tabulka 17: Rozbor nákladů na tvorbu šablon (vlastní zpracování)

položka nákladu	náklad (Kč)
navržení šablon	5 600,00 Kč
materiál	4 566,00 Kč
obrábění	3 600,00 Kč
doprava	1 250,00 Kč
celkové náklady	15 016,00 Kč

### 13.3 Náklady na balancování výrobního procesu

Balancování výrobního procesu, dle návrhu v kapitole 11.2 nevyžaduje žádnou finanční investici. Vyžaduje změnu v přístupu k plánování výroby. V současném stavu se posílají výrobní příkazy do výroby a pracovníci si sami naskenují operace, které provedou. Přejít k balancovanému výrobnímu procesu by vyžadoval párování jednotlivých výrobních příkazů do smysluplnějších celků podle procesních časů.

### 13.4 Náklady na pravidelné ostření firemních vrtáků

Ostření všech firemních vrtáků by představoval náklad ve formě mzdy pracovníka. Na základě snímkování ostření jednoho firemního vrtáku se zjistilo, že operace trvá 2 minuty na vrták. Firma disponuje 35 vrtáky, takže ostření všech vrtáků by trvalo 70 minut. Firma disponuje strojem na ostření. Hrubá mzda na 1 hodinu strojařské práce činí 500 Kč. Na 70 minut práce je to tedy 584 Kč na ostření všech firemních vrtáků. Tato investice se zaplatí sama úsporou času na hledání vrtáků, která činila 3,3 minuty během snímkování vrtání v kapitole 9.9.

Tabulka 18: Náklady na pravidelné ostření firemních vrtáků (vlastní zpracování)

operace	čas (min.)	mzdové náklady na 70 minut práce
ostření 35 vrtáků	70	584,00 Kč

## ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo navržení zlepšovacích opatření výrobního procesu, které zrychlí průběžnou dobu výroby víka stroje ADS 200 o 5 %.

V teoretické části práce byla provedena důkladná literární rešerše, která poskytla ucelený pohled na problematiku výrobních procesů, typologii výroby, průmyslového inženýrství a jeho metod, zejména co se týče identifikace a odstranění plýtvání. Součástí této části byla taky kapitola věnovaná technologiím průmyslu 4.0, které by mohly usnadnit práci průmyslových inženýrů.

V praktické části práce byly provedeny analýzy výrobních procesů vybrané firmy, přičemž hlavní důraz byl kladen na procesy stříhání, ohraňování, bodování a vrtání u víka stroje ADS 200. Tento produkt byl vybrán, jelikož jsou procesy sdílené s ostatními produkty firmy a zlepšovací návrhy jsou tedy platné pro všechny stroje firmy. Na základě časových a pohybových analýz, přímého pozorování a rozhovorů s pracovníky byly identifikované nedostatky ve výrobním procesu. Na závěr praktické části byly navrženy konkrétní zlepšovací opatření k eliminaci zjištěných nedostatků ve výrobním procesu a vyhodnoceny jejich potenciální přínosy a náklady na zavedení.

Výsledky praktické části ukázaly, že v případě implementace doporučení by firma mohla očekávat 14,9% zrychlení průběžné doby výroby u víka stroje ADS 200. Cíl byl tedy splněn.

Na základě provedených analýz se firmě doporučuje změna v uspořádání výroby, standardizace stříhání plechů pomocí šablony, ukládání odstřížků do regálů, balancování výrobního procesu a pravidelná údržba firemních vrtáků.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- CHARRON, Rich, 2015. *The lean management systems handbook*. Boca Raton, FL: CRC Press. ISBN 9781466564350.
- COX, James F. a SCHLEIER, John, 2010. *Theory of Constraints Handbook*. McGraw Hill; 1st edition. ISBN 978-0071665544.
- EFFICIENT SOFTWARE LIMITED, 2023. MyNesting. *Efficient Software Limited* [online] [cit. 2024-13-5]. Dostupné z: <https://www.mynesting.com/wp-content/uploads/2016/09/MyNestingScreens5.png>
- FIALA, Petr, 2002. *Modelování a analýza produkčních systémů*. Praha: Professional Publishing. ISBN 8086419193.
- HIRANO, Hiroyuki, 1995. *5 Pillars of the Visual Workplace*. Productivity Press; 1st edition. ISBN 978-1563270475.
- HIRANO, Hiroyuki, 2009. *JIT implementation manual: the complete guide to just-in-time manufacturing*. Volume 1, The just-in-time production system. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press. ISBN 9781420090161.
- CHROMJAKOVÁ, Felicita a RAJNOHA, Rastislav, 2011. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: GEORG. ISBN 978-80-89401-26-0.
- CHROMJAKOVÁ, Felicita, 2013. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štíhlým řízením procesů*. Žilina: GEORG, 2013, 116 s. ISBN 978-80-8154-058-5.
- JAKUBÍKOVÁ, Dagmar, 2013. *Strategický marketing: Strategie a trendy - 2., rozšířené vydání*. Grada. ISBN 978-80-247-4670-8.
- JUROVÁ, Marie, 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-5717-9.
- KAVAN, Michal, 2002. *Výrobní a provozní management*. 1.vyd., Praha: Grada Publishing. ISBN: 80-247-0199-5.
- LEE, Deishin, 2011. *Turning Waste into By-Product*. Harvard Business School: Technology & Operations Management Unit Working Paper Series.
- MAŠÍN, Ivan a VYTLAČIL, Milan, 2000. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 8090223567.
- OUDOVÁ, Alena, 2016. *Logistika: základy logistiky*. 2. aktual. vyd. Prostějov: Computer Media, 104 s. ISBN 9788074022388.
- ROTHER, Mike, 2009. *Managing People for Improvement, Adaptiveness and Superior Results*. McGraw Hill; 1st edition. ISBN 978-0071635233.

ROTHER, Mike, 2017. Toyota kata: systematickým vedením lidí k výjimečným výsledkům. Praha: Grada Publishing. ISBN 9788027104352.

SYNEK, Miloslav, 2006. *Podniková ekonomika*. 4., přeprac. a dopl. vyd. Beckovy ekonomické učebnice. V Praze: C.H. Beck. ISBN 8071798924.

SVOZILOVÁ, Alena, 2011. *Zlepšování podnikových procesů*. Vyd. 1. Praha: Grada, 232 s. ISBN 978-80-247-3938-0.

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

TORO, Carlos; WANG, Wei a AKHTAR, Humza (ed.), 2021. *Implementing industry 4.0: the model factory as the key enabler for the future of manufacturing*. Intelligent systems reference library. Cham: Springer. ISBN 978-3-030-67269-0.

TREFAL, ©2024. Prezentace CZ – Trefal. *Trefal*. [cit. 27-4-2024]. Dostupné z: Personální oddělení Trefal

TREFAL, ©2024. O společnosti. *Trefal* [online]. [cit. 27-4-2024]. Dostupné z: <https://www.trefal.cz/index.php/o-spolecnosti>

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



## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

DBR Drum-buffer-rope

JIT Just in time

NNVA Necessary nonvalue added

NVA No value added

RTSL Real time asset tracking

TOC Theory of constraints

TPM Totally productive maintenance

VA Value added

VSM Value stream map

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obrázek 1: Fázové uspořádání výroby (Tomek a Vávrová, 2014)</i> .....	22
<i>Obrázek 2: Komponenty real time asset tracking (Toro, Wang, Akhtar, 2021)</i> .....	25
<i>Obrázek 3: Optimální údržba strojů (Toro, Wang, Akhtar, 2021)</i> .....	26
<i>Obrázek 4: Výrobní procesy ve VSM mapě (Rother, 2009)</i> .....	32
<i>Obrázek 5: Poznačení sdílených a diskrétních procesů ve VSM mapě (Rother, 2009)</i> .....	33
<i>Obrázek 6: Hromadění zásob ve VSM mapě (Rother, 2009)</i> .....	33
<i>Obrázek 7: Identifikace smyček (Rother, 2009)</i> .....	33
Obrázek 8: Logo společnosti (Trefal, ©2024).....	39
Obrázek 9: Sídlo společnosti (Trefal, ©2024).....	40
Obrázek 10: Druhá budova firmy (Trefal, ©2024).....	40
Obrázek 11: Průmyslový mycí stůl (Trefal, ©2024) .....	41
Obrázek 12: Průmyslový mycí stroj (Trefal, ©2024).....	42
Obrázek 13: Kombinovaný mycí stroj (Trefal, ©2024) .....	43
Obrázek 14: Organizační struktura (vlastní zpracování) .....	45
Obrázek 15: Nacenění zakázky a zpracování nabídky pro zákazníka (vlastní zpracování) ..	46
Obrázek 16: Zadávání zakázky do ERP systému (vlastní zpracování) .....	47
Obrázek 17: Plánování výrobní zakázky (vlastní zpracování) .....	48
Obrázek 18: Celá value stream mapa (vlastní zpracování).....	49
Obrázek 19: Víko stroje ADS 200 (Trefal, ©2024) .....	51
Obrázek 20: Pracoviště stříhání plechu .....	52
Obrázek 21: poměr činností VA, NNVA a NVA v procesu stříhání (vlastní zpracování)..	54
Obrázek 22: Ohraňovací pracoviště (vlastní zpracování).....	55
Obrázek 23: poměr činností VA a NNVA v ohýbání plechů (vlastní zpracování) .....	57
Obrázek 24: Bodovací pracoviště (vlastní zpracování) .....	58
Obrázek 25: Poměr činností VA a NNVA a NVA v bodování (vlastní zpracování) .....	60
Obrázek 26: Vrtací pracoviště (vlastní zpracování) .....	61
Obrázek 27: Poměr VA, NNVA a NVA činností vrtání (vlastní zpracování).....	63
Obrázek 28: Prostorové uspořádání dílny (vlastní zpracování).....	65
Obrázek 29: Tok materiálu během výrobního procesu (vlastní zpracování).....	66
Obrázek 30: Spaghetti diagram pohybu pracovníků po pracovišti (vlastní zpracování).....	67
Obrázek 31: Nevhodné uskladnění materiálu pro stříhací proces (vlastní zpracování) .....	69
Obrázek 32: Nevhodné ukládání odštížků v procesu stříhání (vlastní zpracování) .....	70
Obrázek 33: Prostor za strojními nůžkami (vlastní zpracování).....	71
Obrázek 34: Nové uspořádání výroby (vlastní zpracování) .....	74

---

Obrázek 35: Nový materiálový tok (vlastní zpracování)..... 75  
Obrázek 36: Nesting software (Efficient Software Limited, ©2024) ..... 77

**SEZNAM TABULEK**

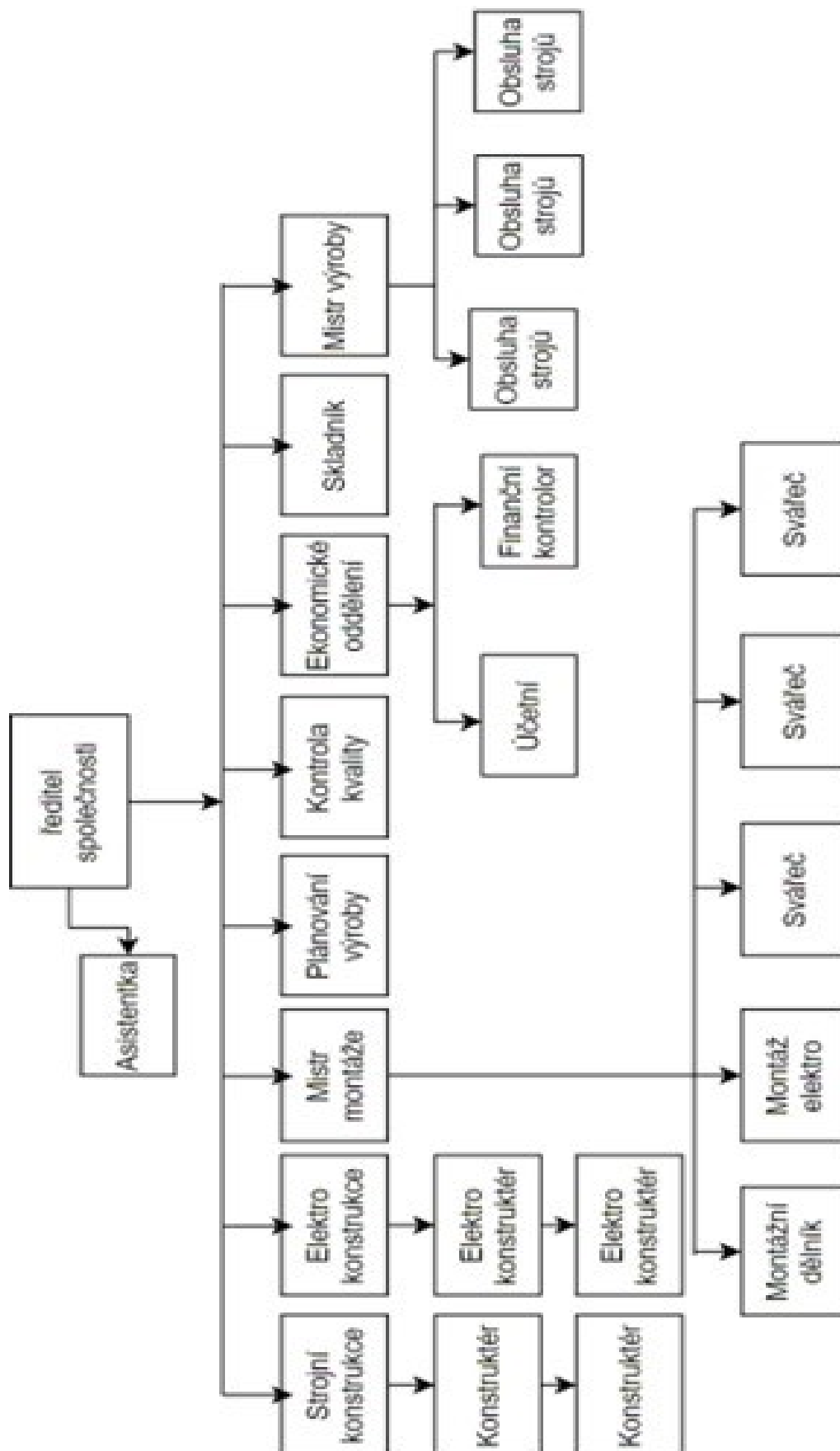
Tabulka 1: Vyhodnocení VSM mapy (vlastní zpracování) .....	50
Tabulka 2: Procesní diagram stříhání (vlastní zpracování) .....	53
Tabulka 3: Rozdělení činností podle přidané hodnoty stříhání (vlastní zpracování) .....	53
Tabulka 4: Procesní diagram ohýbání na ohraňovacím lise CNC (vlastní zpracování) .....	56
Tabulka 5: VA a NNVA činnosti ohýbání plechů (vlastní zpracování) .....	56
Tabulka 6: Procesní diagram bodování (vlastní zpracování) .....	59
Tabulka 7: Rozdělení činností podle přidané hodnoty bodování (vlastní zpracování) .....	59
Tabulka 8: Procesní diagram vrtání (vlastní zpracování) .....	62
Tabulka 9: Rozdělení činností na VA, NNVA a NVA vrtání (vlastní zpracování) .....	62
Tabulka 10: Rozbor celkového času na výrobních procesech víka (vlastní zpracování) ....	64
Tabulka 11: Uražená vzdálenost pracovníky (vlastní zpracování) .....	68
Tabulka 12: Výpočty pro zlepšovací návrh (vlastní zpracování) .....	73
Tabulka 13: Porovnání stávajícího stavu se stavem po zlepšení (vlastní zpracování) .....	76
Tabulka 14: Vliv opatření na zjištěné nedostatky (vlastní zpracování) .....	81
Tabulka 15: Shrnutí vlivu opatření na průběžné době výroby (vlastní zpracování) .....	82
Tabulka 16: Vyčíslení nákladů na změnu prostorového uspořádání (vlastní zpracování) ..	83
Tabulka 17: Rozbor nákladů na tvorbu šablon (vlastní zpracování) .....	84
Tabulka 18: Náklady na pravidelné ostření firemních vrtáků (vlastní zpracování) .....	85

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Organizační struktura podniku

Příloha P II: VSM mapa podniku

# PŘÍLOHA I: ORGANIZAČNÍ STRUKTURA PODNIKU



# PŘÍLOHA P II: VSM MAPA PODNIKU

