



## Diplomová práce

# Optimalizace a modernizace výroby

*Studijní program:*

N0788A270004 Inovační a průmyslové inženýrství

*Autor práce:*

**Bc. Jiří Falta**

*Vedoucí práce:*

Ing. Jan Vavruška, Ph.D.

Katedra výrobních systémů a automatizace

Liberec 2024



## Zadání diplomové práce

### Optimalizace a modernizace výroby

*Jméno a příjmení:*

**Bc. Jiří Falta**

*Osobní číslo:*

S22000261

*Studijní program:*

N0788A270004 Inovační a průmyslové inženýrství

*Zadávací katedra:*

Katedra výrobních systémů a automatizace

*Akademický rok:*

2023/2024

#### Zásady pro vypracování:

Cílem práce je optimalizace procesů a modernizace pracoviště na základě firemních cílů a požadavků pomocí metod Průmyslového inženýrství.

1. Popis hlavních výrobních a servisních procesů vybraných dle firemních cílů.
2. Analýza stávajícího stavu výroby, včetně metod plánování a řízení výroby.
3. Identifikace úzkých míst a oblastí s potenciálem pro zlepšení.
4. Návrh dílčích inovací a výběr komplexního řešení.
5. Návrh implementace inovací a zhodnocení proti současnému stavu.



*Rozsah grafických prací:*  
*Rozsah pracovní zprávy:* 50-80  
*Forma zpracování práce:* tištěná/elektronická  
*Jazyk práce:* čeština

### **Seznam odborné literatury:**

- [1] MANLIG, F., F. KOBLASA a P. KELLER. *Production systems*. Edition 1st. Liberec: Technical University of Liberec, 2016. ISBN 978-80-7494-318-8.
- [2] MAŠÍN, Ivan a Jaroslav MAŠÍN. *Analýza procesů*. Vyd. 1. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2012. ISBN 9788073728656.
- [3] ZELENKA, A. *Projektování výrobních procesů a systémů*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2007. 136 s. ISBN 978-80-01-03912-0.
- [4] HLAVENKA, Bl. *Projektování výrobních systémů (Technologické projekty I)*. 3. vyd. Brno: VUT, 2000. 201 s. 55-583-87

*Vedoucí práce:* Ing. Jan Vavruška, Ph.D.  
Katedra výrobních systémů a automatizace

*Datum zadání práce:* 6. listopadu 2023  
*Předpokládaný termín odevzdání:* 6. května 2025

doc. Ing. Jaromír Moravec, Ph.D.  
děkan

L.S.

doc. Ing. Petr Lepšík, Ph.D.  
garant studijního programu

V Liberci dne 6. listopadu 2023

## Prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci jsem vypracoval samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Jsem si vědom toho, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti Technickou univerzitu v Liberci; v tomto případě má Technická univerzita v Liberci právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má diplomová práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědom následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.









# **Optimalizace a modernizace výroby**

## **Optimisation and modernisation of production**

### **Anotace**

Tato diplomová práce se zaměřuje na optimalizaci procesů a modernizaci pracoviště v zámečnické dílně. Využívá různé metody průmyslového inženýrství k analýze současného stavu výroby a okrajově zkoumá metody plánování a řízení procesů. Na základě těchto analýz jsou navrženy inovace s cílem optimalizovat výrobní procesy, zlepšit efektivitu práce a ergonomii během ní. V závěru práce je prezentován návrh implementace těchto inovací, který má potenciál výrazně zlepšit celkové fungování zámečnické dílny.

### **Klíčová slova**

Optimalizace, modernizace, ergonomie, analýza, přípravek

### **Annotation**

This thesis focuses on process optimization and workplace modernization in a locksmith shop. It uses various industrial engineering methods to analyse the current state of production and marginally explores methods of process planning and control. Based on this analysis, innovations are proposed to optimize production processes, improve work efficiency and ergonomics during work. The thesis concludes with a proposal for the implementation of these innovations, which has the potential to significantly improve the overall functioning of the locksmith shop.

### **Key words**

Optimization, modernization, ergonomics, analysis, preparation

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucímu diplomové práce  
Ing. Janu Vavruškovi, Ph.D. za trpělivost a cenné rady během vypracování této práce.  
Další poděkování patří rodině za podporu během celé doby studia.



## Obsah

|  |    |
|--|----|
| Seznam použitých zkratek.....  | 9  |
| Seznam obrázků.....  | 10 |
| Seznam tabulek.....  | 11 |
| Seznam vzorců.....   | 11 |
| 1 Úvod.....  | 12 |
| 2 Rešeršní část.....   | 14 |
| 2.1 Investice.....   | 14 |
| 2.2 Vývoj zakázek.....   | 15 |
| 2.3 Procesní analýza.....  | 16 |
| 2.4 Analýza práce.....   | 17 |
| 2.5 Mapování hodnotového toku.....   | 21 |
| 2.6 Ergonomie.....   | 24 |
| 2.7 Posuzování hmotnosti z hlediska ergonomie.....                                 | 25 |
| 2.8 Řízení procesů.....  | 28 |
| 2.9 Plánování práce.....   | 30 |
| 2.10 Ganttův diagram.....  | 31 |
| 2.11 Vizualní management.....  | 31 |
| 2.12 Plýtvání.....   | 32 |
| 2.13 Řemeslo 4.0.....  | 33 |
| 2.14 Trendy.....   | 34 |
| 2.15 Jeřáb.....  | 35 |
| 3. Popis hlavních výrobních a servisních procesů vybraných dle firemních cílů..... | 36 |
| 4. Analýza stávajícího stavu výroby, včetně metod plánování a řízení výroby.....   | 39 |
| 4.1 Procesní analýza.....  | 39 |
| 4.2 Nepřímé měření doby práce.....   | 40 |
| 4.3 Mapování hodnotového toku.....   | 42 |
| 4.4 Analýza ergonomie z hlediska hmotnosti.....                                    | 44 |
| 4.5 Používané přípravky.....   | 46 |
| 4.6 Metody plánování a řízení výroby.....  | 48 |
| 5. Identifikace úzkých míst a oblastí s potenciálem pro zlepšení.....              | 50 |
| 6. Návrh dílčích inovací a výběr komplexního řešení.....                           | 52 |
| 6.1 Vrtací přípravek.....  | 52 |
| 6.2 Druhá vrtačka.....   | 53 |
| 6.3 Svařovací přípravek.....   | 53 |
| 6.4 Svařovací pomůcky.....   | 54 |
| 6.5 Otočný držák kotoučů.....  | 55 |
| 6.6 Sjezd ze stolu.....  | 56 |
| 6.7 Nájezd do automobilu a tažného zařízení.....                                   | 56 |
| 6.8 Jeřáb.....   | 57 |

|  |    |
|--|----|
| 6.9 VSM mapa s nápravami.....  | 60 |
| 6.10 Vizuální management a úklid.....                                  | 61 |
| 6.11 Plánování výroby a řízení výroby.....                             | 61 |
| 6.12 Komplexní řešení.....   | 62 |
| 7. Návrh implementace inovací a zhodnocení proti současnému stavu..... | 63 |
| 8 Závěr.....   | 65 |
| Seznam použité literatury.....   | 67 |
| Přílohy.....   | 70 |

## **Seznam použitých zkratk**

- OSVČ - Osoba samostatně výdělečně činná
- ROI - Return on Investment
- BOZP - Bezpečnost a Ochrana Zdraví při Práci
- IoT - Internet of Things
- CAD - Computer Aided Design
- 3D - třídimenzionální
- VSM - Value Stream Mapping
- VA Index - Value Added Index
- LT - Lead Time
- VA Time - Value Added Time
- NVA Time - Non Value Added Time
- WIP - Work In Process
- MTM - Methods Time Measurement
- TMU - Time Measurement Units
- MOST - Maynard Operation Sequence Technique
- AGV - Automated Guided Vehicles

## Seznam obrázků

|  |    |
|--|----|
| Obrázek 1: Data karta Basic MOST - Obecné přemístění [12].....   | 20 |
| Obrázek 2: Data karta Basic MOST - Řízené přemístění [12].....   | 20 |
| Obrázek 3: Data karta Basic MOST - Použití nástroje 1 [12].....  | 21 |
| Obrázek 4: Data karta Basic MOST - Použití nástroje 2 [12].....  | 21 |
| Obrázek 5: Základní symboly VSM.....                             | 23 |
| Obrázek 6: Ukázka VSM mapy.....                                  | 23 |
| Obrázek 7: Třída jeřábnické zkoušky [1].....                     | 35 |
| Obrázek 8: Ukázka mostového jednonosíkového jeřábu [2].....      | 35 |
| Obrázek 9: Vozík pro skladovací boxy.....                        | 37 |
| Obrázek 10: Vozík pro skladovací boxy s úpravou AGV.....         | 37 |
| Obrázek 11: Foto dílny.....                                      | 38 |
| Obrázek 12: Legenda procesní analýzy.....                        | 39 |
| Obrázek 13: Procesní analýza start.....                          | 39 |
| Obrázek 14: Procesní analýza konec.....                          | 39 |
| Obrázek 15: Ukázka metody nepřímého měření prác.....             | 42 |
| Obrázek 16: Mapa hodnotového toku současného stavu.....          | 43 |
| Obrázek 17: Rozpracovanost vozíků.....                           | 44 |
| Obrázek 18: Svařovací souprava.....                              | 46 |
| Obrázek 19: Současné svěrky.....                                 | 47 |
| Obrázek 20: Vysokozdvizný vozík.....                             | 47 |
| Obrázek 21: Žirafa.....  | 48 |
| Obrázek 22: Ukázka rozpracovanosti a nepořádku.....              | 49 |
| Obrázek 23: Neorganizace uskladnění nářadí.....                  | 49 |
| Obrázek 24: Příklad změny vrtání.....                            | 52 |
| Obrázek 25: Svěrky [45].....                                     | 54 |
| Obrázek 26: Příklad mobilního svařovacího zařízení [46].....     | 55 |
| Obrázek 27: Otočný držák kotoučů.....                            | 55 |
| Obrázek 28: Sjezd ze stolu.....                                  | 56 |
| Obrázek 29: Nájezd do automobilu a tažného zařízení [47].....    | 57 |
| Obrázek 30: Schéma návrhu konstrukce mostového kladkostroje..... | 57 |
| Obrázek 31: Maximální zatížení hlavního nosníku jeřábu.....      | 58 |
| Obrázek 32: Průhyb hlavního nosníku.....                         | 59 |
| Obrázek 33: Navržený kladkostroj s pojezdem [49].....            | 60 |
| Obrázek 34: VSM mapa s návrhy pro zlepšení.....                  | 60 |
| Obrázek 35: Ganttův diagram verze 1.....                         | 61 |
| Obrázek 36: Ganttův diagram verze 2.....                         | 62 |

## Seznam tabulek

|   |    |
|---|----|
| Tabulka 1: Převodové poměry mezi TMU a časovými jednotkami.....     | 17 |
| Tabulka 2: Základní pohybové sekvenční modely Basic MOST.....       | 20 |
| Tabulka 3: Ergonomické limity manipulovaného břemene.....           | 28 |
| Tabulka 4: Porovnání časů analýz .....                              | 41 |
| Tabulka 5: Hmotnost jednoho vozíku.....                             | 44 |
| Tabulka 6: Četnost abnormalit.....                                  | 45 |
| Tabulka 7: Použití dorazu během vrtání .....                        | 52 |
| Tabulka 8: Použití dorazu a otočného přípravku během svařování..... | 54 |

## Seznam vzorců

|   |    |
|---|----|
| (1) ROI.....                              | 12 |
| (2) Zatížení bez dynamických účinků ..... | 58 |
| (3) Zatížení s dynamickými účinky .....   | 58 |
| (4) Maximální ohybový moment.....         | 58 |
| (5) Dovolené napětí .....                 | 58 |
| (6) Modul průřezu v ohybu.....            | 59 |
| (7) Výpočet průhybu hlavního nosníku..... | 59 |

# 1 Úvod

Vstup do éry moderního průmyslu přináší s sebou neustálé výzvy a příležitosti pro inovace a vylepšení výrobních procesů. Rychlý technologický pokrok dnes zásadně nabízí změnu všech průmyslových odvětví, včetně zámečnictví a dalších řemesel. Se zajištěním konkurenceschopnosti a vyhověním požadavků zákazníků je potřeba zajistit nejen zlepšení výrobních procesů, ale také zajistit vysokou úroveň a kvalitu výrobků. Zejména v oblasti zámečnického průmyslu, kde přesnost a kvalita výrobků hrají klíčovou roli. Všechny tyto inovace musí zároveň dbát na bezpečnost a zdraví pracovníků.

Téma této diplomové práce jsem vybral z důvodu mé spolupráce jako OSVČ v dané zámečnické dílně a zájmu, jakých výsledků se pomocí aplikace nástrojů průmyslového inženýrství dá docílit. Na zde použité metody a nástroje totiž během samotné výroby není dostatek prostoru z důvodu tlaků, na co nejkratší dobu výroby, s minimálním úsilím a náklady. Při řešení diplomové práce však mám dostatek času a teoretických možností, jak podpořit optimální a bezpečnou výrobu. Podobné problémy řeší mnoho malých firem, což činí tato témata relevantní pro akademické zkoumání a návrhy řešení.

Cílem této diplomové práce je optimalizace procesů a modernizace pracoviště na základě firemních cílů a požadavků pomocí metod Průmyslového inženýrství. Na začátku práce bude představen popis hlavních výrobních a servisních procesů, nabízející zkoumaný řemeslnický podnik. Různými analýzami stávajícího stavu výroby, metod plánování a řízení výroby budou získaná data zkoumána. Po identifikaci oblastí s potenciálem pro zlepšení budou navrženy dílčí inovace a výběr komplexního řešení. Závěr práce bude spočívat v návrhu implementace inovací a zhodnocení proti současnému stavu.

Metodami procesní analýzy, nepřímým měřením práce, VSM a pozorováním bude zkoumána výroba vozíků pro skladovací boxy. Budou studovány posloupnosti operací, pracovní postupy a ergonomické faktory prostředí pracovníka během výroby. Zkoumání se nevyhnou ani používané přípravky, způsoby plánování a řízení výroby. Současný stav výroby je výsledkem zkušeností a náhodných pokusů o optimalizaci.

Poslední výroba vozíků proběhla na přelomu roku 2023/2024, při které byla shromážděna následující analyzovaná data. Během tohoto období byl také zaznamenán stav pracoviště, používaných přípravků a vybavení dílny. Plánování a řízení výroby, je sledováno dlouhodobě.

Pro zdůvodnění výběru tématu, přehledu aktuálního stavu a základ metodiky byly použity zdroje v několika různých jazycích. K vypracování rešeršní části byly využity například odborné knihy, články, weby a akademické práce.

Během psaní a editace diplomové práce byli použity nástroje umělé inteligence ChatGPT-3.5 a Perplexity. Konkrétně během psaní rešeršní části, vyhledávání relevantních zdrojů v kyberprostoru, úpravách a formulacích vět v praktické části.

## 2 Rešeršní část

V teoretické části bude popsána potřebná teorie k praktické části pro analýzu práce, ergonomii pracovníka a dalších zkoumaných témat.

### 2.1 Investice

V řemeslném podnikání jsou investice klíčovým faktorem, který ovlivňuje jeho dlouhodobou udržitelnost, konkurenceschopnost a schopnost růstu. Investice do různých aspektů podnikání mají dalekosáhlé dopady na efektivitu provozu, kvalitu poskytovaných služeb nebo výrobků a celkový úspěch podniku. Investici v podniku představují finanční prostředky a zdroje přiřazené do nejrůznějších aktiv podniku. Podnik může chápat investici ze dvou pohledů. Zaprvé jako majetek, který nemá být použit ke spotřebě (prodeji) ale k tvorbě dalšího majetku, který je následně prodán. Nebo zadruhé, jako momentálně obětované prostředky k pořízení dalšího majetku, který bude dlouhodobě pomáhat podniku a povede k vyššímu finančnímu efektu. Cílem investice je tedy dosažení konkrétního cíle a generování přínosu nebo zisku.

Problematika investice zasáhne každý podnik, který se hodlá dlouhodobě udržet na trhu a být jakkoliv prosperující. Veškeré výrobní prostředky a technologie se časem opotřebovávají a stávají se nemoderními. Právě to nutí podniky provádět investice, pokud není v jejich zájmu se rozšiřovat, zlepšovat a zvyšovat výrobní kapacity.

Investiční controlling se zabývá řízením strategických investic. Ten pomáhá dlouhodobě udržovat vize, cíle a strategie definované během plánování investic. K základním úkolům patří rozhodování o investici (ano/ne), vhodném načasování atd.

Důkladná analýza a plánování jsou klíčem k úspěšnému provádění investic. Zvažují se různé faktory, ovlivňující návratnost investic, rizik, dlouhodobých cílů, konkurenční prostředí či dostupnost finančních zdrojů.

Sledování návratnosti investic najdeme v angličtině pod pojmem ROI. ROI je jednoduchý finanční ukazatel, který zobrazuje míru efektivnosti investice. Vyjadřuje poměr mezi zisky a náklady na investici. Hrubě vystihuje, jak je společnost schopna využít investiční zdroje a dosáhnout zisku popř. ztráty. Obecně platí, že pokud je ROI kladné číslo, investice byla zisková a naopak. Mezi hlavní omezení tohoto výpočtu patří: nezohlednění časového rámce, lze započítat pouze finanční přínosy či vliv inflace.



Ukazatel lze v čase sledovat na úrovni jednotlivých projektů, aktiv, kampaní nebo celkové firmy. [3] [4] [5]

$$ROI = \left( \frac{\text{Hodnota investice} - \text{Náklady na investice}}{\text{Náklady na investice}} \right) * 100 [\%] \quad [5] \quad (1)$$

## 2.2 Vývoj zakázek

Vývoj zakázky má svá pravidla a posloupnosti. Pro pochopení kompletního vývoje je možné zakázku rozepsat jednotlivými fázemi. Každá fáze má své specifické úkoly a cíle, které přispívají k úspěšnému vyřešení zakázky a spokojenosti zákazníka. Následující text poskytuje přehled vývoje zakázky:

- Poptávka: Vývoj zakázky začíná poptávkou ze strany zákazníka. Zákazník vyjadřuje své potřeby a požadavky na konkrétní produkt nebo službu. Poptávka může být vyvolána různými faktory, jako jsou změny v trhu, potřeby zákazníků nebo inovace výrobního procesu.
- Nabídka: Na základě poptávky přichází podnik s nabídkou, která obsahuje detailní specifikace produktu nebo služby, cenu, podmínky dodání a další relevantní informace. Nabídka je zpravidla vytvořena na základě analýzy poptávky a schopností podniku splnit požadavky zákazníka.
- Výběrové řízení: V případě, že je více potenciálních dodavatelů, může být vyhlášeno výběrové řízení. Zákazník vybírá nejvhodnějšího dodavatele na základě různých kritérií, jako jsou cena, kvalita, dodací lhůta nebo reference.
- Objednávka: Po vybrání dodavatele přichází objednávka, která formálně potvrzuje souhlas zákazníka s nabídkou dodavatele. Objednávka obsahuje podrobnosti o produktu nebo službě, cenu, množství, dodací lhůtu a další důležité informace.
- Výroba: Po obdržení objednávky začíná výrobní proces. Ten zahrnuje výrobu produktů, poskytování služeb nebo další operace nezbytné k dodání produktu nebo služby zákazníkovi. Během této fáze je důležité dodržovat stanovené specifikace a dodací termíny.
- Předání: Po dokončení výrobního procesu je produkt nebo služba předána zákazníkovi. Předání může zahrnovat různé kroky, jako je testování produktu, vydání předávacího listu, instalace nebo školení zákazníka. Cílem této fáze

je zajistit, že produkt nebo služba splňuje očekávání zákazníka a je připravena k použití.

- Fakturace: Poslední fází vývoje zakázky je fakturace. Dodavatel vystavuje fakturu za poskytnuté produkty nebo služby na základě dohodnutých cen a podmínek. Faktura obsahuje údaje o platbě, platební podmínky a další relevantní informace.

Celkově lze vidět, že vývoj zakázky je komplexní proces, který vyžaduje pečlivé plánování, koordinaci a komunikaci mezi všemi zúčastněnými stranami. [6] [7]

### **2.3 Procesní analýza**

Procesní analýza je základní a univerzální metoda pro mapování procesů v podniku. Používá k systematickému studiu a hodnocení procesů v podniku. Cílem procesní analýzy je porozumět tomu, jak jsou jednotlivé procesy organizovány. Lze ji použít ve výrobě i administrativě. Využívá systematický přístup ke studiu a hodnocení procesů v organizaci. Popisuje účinnost operací, kde se nachází velký podíl transportů, čekání a překážek. Jejím účelem je identifikace a řešení problémů, zlepšení efektivity a optimalizace výkonu. Procesní analýza je klíčovým nástrojem pro kontinuální zlepšování procesů v organizaci a dosahování lepších výsledků. Grafickým výstupem je procesní diagram, který skrze symboly znázorňuje postup operací. Symboly jsou standardizované a používají se pro: operaci, transport, skladování, čekání, kontrolu množství a kontrolu kvality. Každý symbol je doplněn informací o době trvání, vzdálenosti a počtem pracovníků.

Mezi klíčové aspekty týkající se procesní analýzy patří:

- Identifikace procesů: Prvním krokem je identifikace jednotlivých procesů v organizaci. Procesy mohou být obecné (např. výrobní proces, proces prodeje) nebo specifické (např. proces zpracování objednávek, proces vývoje produktu).
- Dokumentace procesů: Po identifikaci procesů je důležité detailně dokumentovat každý proces. To zahrnuje popis jednotlivých kroků, zodpovědnost za každý krok, vstupy a výstupy a případné závislosti mezi procesy.

- **Analýza procesů:** Provádí se detailní analýza jednotlivých procesů s cílem identifikovat příležitosti ke zlepšení. To může zahrnovat identifikaci neefektivních kroků, zpoždění, duplikace práce nebo nedostatky v postupu práce.
- **Hodnocení výsledků:** Na základě analýzy procesů se hodnotí výsledky a identifikují se oblasti, ve kterých je potřeba provést změny nebo úpravy. To může zahrnovat změny v pracovních postupech, technologiích nebo struktuře organizace.
- **Implementace změn:** Nakonec se provádí implementace navržených změn nebo úprav. To může zahrnovat aktualizaci pracovních postupů, školení zaměstnanců nebo nasazení nových technologií, přípravků a nástrojů.

[8] [9]

## 2.4 Analýza práce

Jedná se o analytickou metodu, kdy je provedena detailní analýza pracovních úkonů v základních pohybech. Pohybům je podle náročnosti přiřazen index, vypovídající o velikosti spotřebovaného času. Výhodami využití metod předem určených časů oproti přímému měření jsou převážně: absence subjektivity (počítá se se 100% výkonem pracovníka), je možné stanovit časovou normu pro budoucí operace a lze racionálně uspořádat pracovní postup či pracoviště.

Časová jednotka používaná v metodách nepřímého měření práce se nazývá TMU. Kvůli krátké době vykonání pohybu byla tato jednotka odvozena jako jedna stotisícina hodiny. Šlo o odvození od rychlosti u filmové kamery.

Tabulka 1: Převodové poměry mezi TMU a časovými jednotkami

|           |               |
|-----------|---------------|
| 1 TMU     | 0,00001 hodin |
| 1 TMU     | 0,0006 minut  |
| 1 TMU     | 0,036 sekund  |
| 1 hodina  | 100 000 TMU   |
| 1 minuta  | 1 667 TMU     |
| 1 sekunda | 27,8 TMU      |

Mezi nejznámější metody nepřímého měření práce patří systém MTM. Jedná se o techniku analýzy času potřebného k provedení specifických pracovních úkonů nebo operací. Byla vyvinuta v USA v 40. a 50. letech 20. století. MTM rozkládá pracovní operace na standardizované pohyby. Tyto pohyby jsou přesně definovány a kategorizovány a umožňují detailní analýzu pracovních postupů. Právě potřeba přesné definice jednotlivých pohybů patří mezi nevýhody aplikace. Metoda identifikuje neefektivní kroky a optimalizuje pracovní postupy. Cílem MTM je měřit čas potřebný k provedení jednotlivých pohybů nebo operací. Čas je určován pomocí standardizovaných jednotek TMU. Ty umožňují přesné srovnání pracovních časů napříč různými operacemi. MTM je široce využíváno v různých odvětvích, jako je automobilový průmysl, strojírenství, logistika a výroba. Je užitečné pro stanovení standardů práce, plánování kapacity, hodnocení pracovních časů a optimalizaci pracovních postupů. Každý operátor je školen k dodržování způsobu práce, který je stanoven za optimální. Mezi základní pohyby systému MTM patří: pohyby rukou a ramen, pohyby očí, pohyby těla a dolních končetin.

Dnes je nejpoužívanější systém předem určených časů MOST. Tato metoda je sofistikovaný nástroj, který umožňuje detailní analýzu a stanovení standardních pracovních časů pro různé operace v průmyslových a výrobních prostředích. S vysokou přesností dokáže zvýšit produktivitu analýzy. Metoda lze podle délky trvání činnosti a požadované přesnosti rozdělit do čtyř základních rodin:

- Mini MOST (doba trvání činnosti 2 - 10 s)
- Basic MOST - (doba trvání činnosti 10 s - 10 min) - Nejpoužívanější varianta
- Maxi MOST - (doba trvání činnosti 2 min a více) - Logistické operace/údržba
- Admin MOST - Normování administrativních činností

Délka trvání činnosti je pouze orientační, druh se volí s přihlédnutím na vykonávanou činnost.

MOST je systém pro analýzu, optimalizaci a standardizaci práce. S jeho pomocí lze normovat práci ještě před spuštěním výrobní linky. Je založen na přemístování objektů. Konkrétně Basic MOST využívá čtyři základní sekvenční modely: obecným přemístěním, řízeným přemístěním, použitím nástroje nebo ručním jeřábem.

Postup při požití metody:

- Prvním krokem je identifikace pracovních operací, které mají být analyzovány. To zahrnuje rozlišení mezi různými typy operací, jako jsou montážní úkoly, strojní operace, manuální úkoly atd. Důležité je zahrnout všechny relevantní činnosti, které jsou součástí procesu.
- Každá identifikovaná operace je dále rozdělena na elementární pohyby nebo kroky. Tyto pohyby jsou nejzákladnější jednotky práce, které můžeme měřit a časovat. Patří sem například zdvihání, přenášení, spojování, utahování šroubů apod.
- Každému elementárnímu pohybu je poté přiřazena standardní časová hodnota. Tyto hodnoty jsou založeny na empirických datech a tabulkách poskytovaných metodou MOST. Mohou být určeny na základě pozorování pracovních operací v minulosti nebo pomocí empirických vzorců. Použitou jednotkou je TMU.
- Sestavení pracovního postupu zahrnuje seskupení jednotlivých elementárních pohybů do logické posloupnosti kroků, které tvoří celkový proces provedení operace. Tento postup obsahuje seznam pohybů spolu s odpovídajícími časovými hodnotami.
- Nakonec je vypočten celkový pracovní čas pro danou operaci. To se provádí součtem časových hodnot přiřazených jednotlivým elementárním pohybům v pracovním postupu. Tento celkový pracovní čas je poté standardizovaným časem pro provedení dané operace.

Důležitá součást procesu je validace získaných časových standardů. Je nutné ověřit přesnost a spolehlivost časových určení a případně aktualizovat standardy na základě nových poznatků nebo změn v pracovních postupech.

Hlavní přínosy metody Most: dobrý poměr náročnosti metody a přesnosti, nedochází k subjektivitě, jako při přímém měření, lze normovat časy budoucích operací a lze identifikovat plýtvání při práci (vysoké indexy). [10] [11] [12] [13]

Tabulka 2: Základní pohybové sekvenční modely Basic MOST

|                      |                                |
|----------------------|--------------------------------|
| <b>ABG - Získat</b>  | <b>ATK - Získat</b>            |
|                      | <b>MXI - Přemístit/Spustit</b> |
|                      | <b>ABP - Položit</b>           |
| <b>ABP - Položit</b> | <b>FVL - Položit</b>           |
|                      | <b>ABP - Položit stranou</b>   |
|                      | <b>VPT - Položit stranou</b>   |

| Obecné Přemístění |                            |             |   |           |  | Akce na určitou vzdálenost |   |             |    |     |         |     |     |
|-------------------|----------------------------|-------------|---|-----------|--|----------------------------|---|-------------|----|-----|---------|-----|-----|
| Index x10         | ABG Získat                 | ABP Položit | A Návrat  | Index x10 | Index  | Kroky                      | Vzdálen (ft)  | Vzdálen (m) | A  |     |         |     |     |
| 0                 | Akce na určitou vzdálenost | A           | Pohyb těla  | B         | Získání kontroly   | G                          | Umístění  | P           | 0  | 24  | 11-15   | 38  | 12  |
| 1                 | ≤ 2 in. (5 cm)             |             | Žádný pohyb těla  |           | Bez získání kontroly<br>Držet  |                            | Bez umístění<br>Držet<br>Hodit  |             | 1  | 32  | 16-20   | 50  | 15  |
| 3                 | Na dosah                   |             |   |           | Uchopit lehký objekt<br>Uchopit lehký objekt Simo  |                            | Odloužit<br>Volné tolerance   |             | 3  | 42  | 21-26   | 65  | 20  |
| 6                 | 1 – 2 kroky                |             | Sednout bez ustavení<br>Vstát bez ustavení<br>Sehnout se a napřímit 50 %    |           | Získat Na-simo<br>Získat těžký/objemný<br>Získat neviděný<br>Získat blokový<br>Promíchaný<br>Rozpojit,Shromáždit |                            | Volné tolerance při nevidění<br>Umístit s ustavním<br>Umístit s lehkým tlakem<br>Umístit s dvojným umístěním            |             | 6  | 54  | 27-33   | 83  | 25  |
| 10                | 3 – 4 kroky                |             | Sehnout se a napřímit   |           |  |                            | Uložit s péčí<br>Uložit s přesností<br>Uložit neviděný<br>Uložit blokový<br>Uložit velkým tlakem<br>Uložit s mezipohyby |             | 10 | 67  | 34-40   | 100 | 30  |
| 16                | 5 – 7 kroků                |             | Sednout Vstát   |           |  |                            |   |             | 16 | 81  | 41-49   | 123 | 38  |
|                   | 8 – 10 kroků               |             | Sehnout se a sednout, Vylézt nahoru, Slézt dolů, Vstát a sehnout se, Dvěřmi |           |  |                            |   |             |    | 96  | 50-57   | 143 | 44  |
|                   |                            |             |   |           |  |                            |   |             |    | 113 | 58-67   | 168 | 51  |
|                   |                            |             |   |           |  |                            |   |             |    | 131 | 68-78   | 195 | 59  |
|                   |                            |             |   |           |  |                            |   |             |    | 152 | 79-90   | 225 | 69  |
|                   |                            |             |   |           |  |                            |   |             |    | 173 | 91-102  | 255 | 78  |
|                   |                            |             |   |           |  |                            |   |             |    | 196 | 103-115 | 288 | 88  |
|                   |                            |             |   |           |  |                            |   |             |    | 220 | 116-128 | 320 | 98  |
|                   |                            |             |   |           |  |                            |   |             |    | 245 | 129-142 | 355 | 108 |
|                   |                            |             |   |           |  |                            |   |             |    | 270 | 143-158 | 395 | 120 |
|                   |                            |             |   |           |  |                            |   |             |    | 300 | 159-174 | 435 | 133 |
|                   |                            |             |   |           |  |                            |   |             |    | 330 | 175-191 | 478 | 146 |

Obrázek 1: Data karta Basic MOST - Obecné přemístění [14]

| Řízené Přemístění |  |                       |          |                               |       | Tlačit/ Táhnout |                                     | Procesní čas |                       |     |   |
|-------------------|--|-----------------------|----------|-------------------------------|-------|-----------------|-------------------------------------|--------------|-----------------------|-----|---|
| Index x10         | ABG Získat   | MXI Přemístit/Spustit | A Návrat | Index x10                     | Index | Kroky           | Index                               | Sek          | Min                   | Hod | X |
| 0                 | M Přesun řízený  |                       |          | X Procesní čas                |       |                 | Doplnkové hodnoty                   |              | Doplnkové hodnoty     |     |   |
|                   | Tlačit / Táhnout / Otáčet  |                       |          | sekundy minuty hodiny         |       |                 | M                                   |              | Doplnkové hodnoty     |     |   |
|                   | Točit  |                       |          | Vyrovnaní                     |       |                 | Točit                               |              | Doplnkové hodnoty     |     |   |
| 0                 | žádná činnost  |                       |          | žádný procesní čas            |       |                 | žádné vyrovnaní                     |              | 24 9,5 0,16 0,0027    |     |   |
| 1                 | Tlačit/Táhnout/Otáčet≤12in.(30cm)<br>Tlačit tlačítko Tlačit nebo táhnout<br>přepínač Otáčet oločným knoflíkem  |                       |          | 0,5 sec. 0,01 min. 0,0001 hr. |       |                 | vyrovnaní na 1 bod                  |              | 32 13,0 0,21 0,0036   |     |   |
| 3                 | Tlačit/Táhnout/Otáčet>12in.(30cm)<br>Tlačit/Táhnout s odporem Usadit Uvolnit<br>Tlačit/Táhnout se zvyš.kontrolou<br>Tlačit/Táhnout 2 etapy ≤12in.(30cm)<br>Tlačit/Táhnout 2 etapy ≤60cm součet |                       |          | 1,5 sec. 0,02 min. 0,0004 hr. |       |                 | vyrovnaní na 2 body ≤ 4 in. (10 cm) |              | 42 17,0 0,28 0,0047   |     |   |
| 6                 | Tlačit/Táhnout 2 etapy>12in.(30cm)<br>Tlačit/Táhnout 2 etapy>60cm součet<br>Tlačit s 1-2 kroky   |                       |          | 2,5 sec. 0,04 min. 0,0007 hr. |       |                 | vyrovnaní na 2 body > 4 in. (10 cm) |              | 54 21,5 0,36 0,0060   |     |   |
| 10                | Tlačit/Táhnout 3 – 4 etapy<br>Tlačit s 3 – 5 kroky   |                       |          | 4,5 sec. 0,07 min. 0,0012 hr. |       |                 |                                     |              | 67 26,0 0,44 0,0073   |     |   |
| 16                | Tlačit s 6 – 9 kroky   |                       |          | 7,0 sec. 0,11 min. 0,0019 hr. |       |                 | vyrovnaní s přesností               |              | 81 31,5 0,52 0,0088   |     |   |
|                   |  |                       |          |                               |       |                 |                                     |              | 96 37,0 0,62 0,0104   |     |   |
|                   |  |                       |          |                               |       |                 |                                     |              | 113 43,5 0,72 0,0121  |     |   |
|                   |  |                       |          |                               |       |                 |                                     |              | 131 50,5 0,84 0,0141  |     |   |
|                   |  |                       |          |                               |       |                 |                                     |              | 152 58,0 0,97 0,0162  |     |   |
|                   |  |                       |          |                               |       |                 |                                     |              | 173 66,0 1,10 0,0184  |     |   |
|                   |  |                       |          |                               |       |                 |                                     |              | 196 74,5 1,24 0,0207  |     |   |
|                   |  |                       |          |                               |       |                 |                                     |              | 220 83,5 1,39 0,0232  |     |   |
|                   |  |                       |          |                               |       |                 |                                     |              | 245 92,5 1,54 0,0257  |     |   |
|                   |  |                       |          |                               |       |                 |                                     |              | 270 102,0 1,70 0,0284 |     |   |
|                   |  |                       |          |                               |       |                 |                                     |              | 300 113,0 1,88 0,0314 |     |   |
|                   |  |                       |          |                               |       |                 |                                     |              | 330 124,0 2,06 0,0344 |     |   |

Obrázek 2: Data karta Basic MOST - Řízené přemístění [14]

| Použití nástroje          |                  |                                |                            |                                   |               |              |                    |                            |                                   |               |                  | Umístění nástroje |   | Vyrovnání strojního nástroje                        |              |
|---------------------------|------------------|--------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|---------------|--------------|--------------------|----------------------------|-----------------------------------|---------------|------------------|-------------------|---|---|--------------|
| ABC                       | ABP              | *                              | ABP                        | A                                 |               |              |                    |                            |                                   |               |                  | P                 | I   |   |              |
| Získat nástroj            | Položit nástroj  | Použit nástroj                 | Položit nástroj            | Návrat                            |               |              |                    |                            |                                   |               |                  | Nástroj           | Index   | Index   | Vyrovnání na |
| F Utáhnout nebo Uvolnit L |                  |                                |                            |                                   |               |              |                    |                            |                                   |               |                  |                   |   |   |              |
| Činnost prstů             |                  | Činnost zápěstí                |                            |                                   |               | Činnost paže |                    |                            |                                   |               | Činnost nástroje |                   |   |   |              |
| Index x10                 | Rolování         | Otočení                        | Rázy                       | Točení                            | Klepnutí      | Otočení      |                    | Rázy                       | Točení                            | Úder          | Průměr šroubu    | Index             | Index   | Vyrovnání na  |              |
|                           | Prsty, šroubovák | ruka, šroubovák, ráčna, T-klíč | klíč na matici, Allen klíč | klíč na matici, Allen klíč, ráčna | ruka, kladivo | ráčna        | T-klíč oboustranný | klíč na matici, Allen klíč | klíč na matici, Allen klíč, ráčna | ruka, kladivo | Utahovačka       |                   |   |   |              |
| 1                         | 1                | -                              | -                          | -                                 | 1             | -            | -                  | -                          | -                                 | -             | -                | 1                 | 0 (1)   | 3   | Obrobek      |
| 3                         | 2                | 1                              | 1                          | 1                                 | 3             | 1            | -                  | 1                          | -                                 | 1             | 1/2 (8mm)        | 3                 | 6   | Rysku na stupnici                                   |              |
| 6                         | 3                | 3                              | 2                          | 3                                 | 6             | 2            | 1                  | -                          | 1                                 | 3             | 1" (25mm)        | 6                 | 10  | Stupnici indikátoru                                 |              |
| 10                        | 8                | 5                              | 3                          | 5                                 | 10            | 4            | -                  | 2                          | 2                                 | 5             |                  | 10                | Vyrovnání Netypických předmětů  |   |              |
| 16                        | 16               | 9                              | 5                          | 8                                 | 16            | 6            | 3                  | 3                          | 3                                 | 8             |                  | 16                | 0   | Proti zarážce (-kám)                                |              |
| 24                        | 25               | 13                             | 8                          | 11                                | 23            | 9            | 6                  | 4                          | 5                                 | 12            |                  | 24                | 3   | 1 vyrovnaní k zarážce                               |              |
| 32                        | 35               | 17                             | 10                         | 15                                | 30            | 12           | 8                  | 6                          | 6                                 | 16            |                  | 32                | 6   | 2 vyrovnaní k zarážce (-kám) vyrovnaní k 2 zarážkám |              |
| 42                        | 47               | 23                             | 13                         | 20                                | 39            | 15           | 11                 | 8                          | 8                                 | 21            |                  | 42                | 10  | 3 vyrovnaní k zarážce (-kám) vyrovnaní na linku     |              |
| 54                        | 61               | 29                             | 17                         | 25                                | 50            | 20           | 15                 | 10                         | 11                                | 27            |                  | 54                | Charakteristiky atypických předmětů<br>ploché, velké, tenké, ostrý, obtížně manipulovatelný |   |              |

Obrázek 3: Data karta Basic MOST - Použití nástroje 1 [14]

| Použití nástroje |                        |                |                 |        |                             |                             |                             |  |               |           |             |      |                        |                      |    |    |    |
|------------------|------------------------|----------------|-----------------|--------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--|---------------|-----------|-------------|------|------------------------|----------------------|----|----|----|
| ABC              | ABP                    | *              | ABP             | A      |                             |                             |                             |  |               |           |             |      |                        |                      |    |    |    |
| Získat nástroj   | Položit nástroj        | Použit nástroj | Položit nástroj | Návrat |                             |                             |                             |  |               |           |             |      |                        |                      |    |    |    |
| C Dělit          |                        |                |                 |        | S Povrchová úprava          |                             |                             | M Měření                                     | R Zaznamenání |           | T Myšlení   |      |                        |                      |    |    |    |
| Index x10        | Kroužit / Ohnout       | Odštipnout     | Ustříhnout      | Řezat  | Čistit vzduchem             | Čistit kartáčem             | Otřít                       | Měřit  | Psát          | Značit    | Kontrolovat | Čist | Index x10              |                      |    |    |    |
|                  | kleště                 | drát           | stříh(y)        | řez(y) | Získat: Nesimo              | kartáč                      | hadřík                      | měřicí pomůcky                               | tužka         | značkovač | oči, prsty  | oči  |                        |                      |    |    |    |
|                  |                        |                |                 |        | sq. ft.(0,1m <sup>2</sup> ) | sq. ft.(0,1m <sup>2</sup> ) | sq. ft.(0,1m <sup>2</sup> ) | in (cm) ft. (m)                              | znaky         | řeka      | znaky       | body | znaky, samostat. slova | slovní text          |    |    |    |
| 1                | stisk                  |                | 1               | -      | -                           | -                           | -                           |  | 1             | -         | Odfajknutí  | 1    | 1                      | 3                    |    |    |    |
| 3                |                        | měkký          | 2               | 1      | -                           | -                           | 1/2                         |  | 2             | -         | 1 Linka     | 3    | 3                      | indikatorová hodnota |    |    |    |
| 6                | hrubší, ohnout smyčkou | střední        | 4               | -      | Málo 1 dužina, best         | 1 malý objekt               | -                           |  | 4             | 1         | 2           | 5    | 6                      | 6                    | 6  | 6  | 6  |
| 10               |                        | tvrdý          | 7               | 3      | -                           | -                           | 1                           | profilový kalibr                             | 6             | -         | 3           | 9    | 12                     | 10                   | 10 | 10 | 10 |
| 16               | ohnout – závlačka      |                | 11              | 4      | 3                           | 2                           | 2                           | Pevná stupnice posuv.měřítka 12 in (30cm)    | 9             | 2         | 5           |      |                        | 16                   | 16 | 16 | 16 |
| 24               |                        |                | 15              | 6      | 4                           | 3                           | -                           | Listkový spárometr                           | 13            | 3         | 7           |      |                        | 24                   | 24 | 24 | 24 |
| 32               |                        |                | 20              | 9      | 7                           | 5                           | 5                           | Ocel.měř.pásma 6 ft (2m) Hloubkový mikrometr | 18            | 4         | 10          |      |                        | 32                   | 32 | 32 | 32 |
| 42               |                        |                | 27              | 11     | 10                          | 7                           | 7                           | Vnější – Mikrometr 4 in (10cm)               | 23            | 5         | 13          |      |                        | 42                   | 42 | 42 | 42 |
| 54               |                        |                | 33              |        |                             |                             |                             | Vnitřní – Mikrometr 4 in (10cm)              | 29            | 7         | 16          |      |                        | 54                   | 54 | 54 | 54 |

Obrázek 4: Data karta Basic MOST - Použití nástroje 2 [14]

## 2.5 Mapování hodnotového toku

Mapování hodnotového toku (VSM) nebo také analýza hodnotového řetězce je analytická technika, která se používá v rámci základních technik filozofie štíhlé výroby. Tato technika pomáhá mapovat a analyzovat hodnotový tok (např. materiál, finance, informace atd.) kdekoli v podniku (ve výrobních i administrativních procesech) pro vytipovaný výrobek. Podrobné strukturované grafické zobrazení toku hodnoty slouží k porozumění celého toku napříč celou organizací. Je úzce propojeno na systémy řízení a plánování výroby a požadavky zákazníka. Napomáhá zvyšovat efektivitu analyzováním a následnou optimalizací hodnotového toku.



VSM se používá například při:

- Analýze reálného současného stavu
- Navržení nového procesu nebo výrobku
- Rozvrhování výroby a nových layoutů

VSM pomáhá identifikovat příčiny:

- Úzkých míst
- Abnormalit
- Plýtvání zdrojů (času, lidské práce, materiálu, informací, financí)
- Slabých míst
- Neefektivity

K vytvoření VSM mapy stačí pouze papír, tužka, stopky a fotoaparát. Kvůli ovlivnění a změnám dat je vhodné ji tvořit, v co nejkratším čase. Ideální výrobek je typický pro zkoumaný typ procesu. Na začátku je znázorněn současný stav a stanoven časový požadavek zákazníka. Z podílu denního času pracovníka a požadavku zákazníka je spočítán takt zákazníka. Ten udává, kolik ks je potřeba vyexpedovat za jednotku času, pro uspokojení požadavku zákazníka. Následuje vytvoření vlastní mapy současného stavu. Počínaje zákazníkem se postupuje proti proudu toku materiálu k dodavatelům. Jsou měřena data jako například: cyklový čas, směny, disponibilita strojů, časy na přetypování, stavy zásob atd. Z vytvořené mapy vyplynou nedostatky a plýtvání. Navrhnou se opatření vedoucí ke zlepšení. Na základě opatření je vytvořena mapa ideálního budoucího stavu. Mezi cíle zlepšení může patřit např. odstranění plýtvání, zkrácení průběžných dob výroby či snížení rozpracovanosti výrobku. Nakonec je vytvořen plán, jak dosáhnout ideálního stavu a kroky k jeho realizaci.

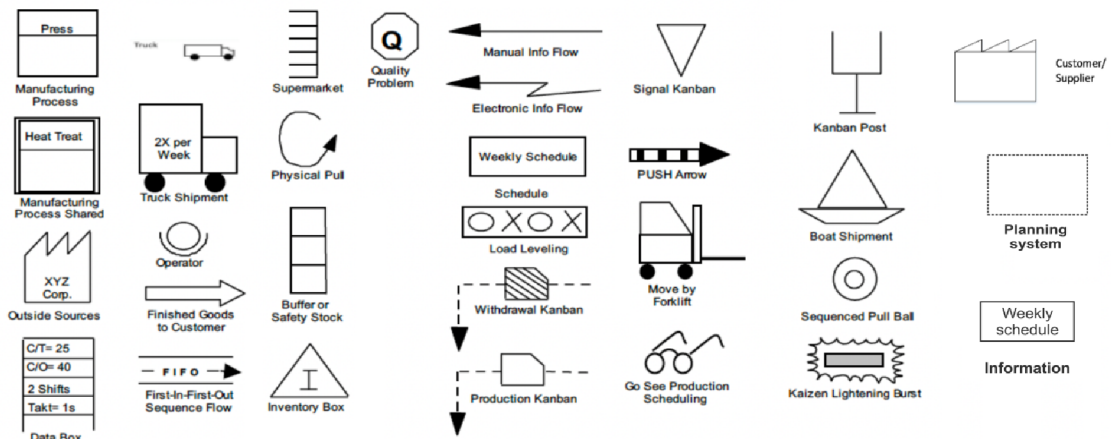
Hlavní výstupy VSM:

- VA index - poměr časů přidávajících a nepřidávajících výrobku hodnotu
- LT - průběžná doba výroby, po kterou výrobek vzniká
- VA Time - čas, po který je výrobku přidávána hodnota, za kterou je zákazník ochoten zaplatit



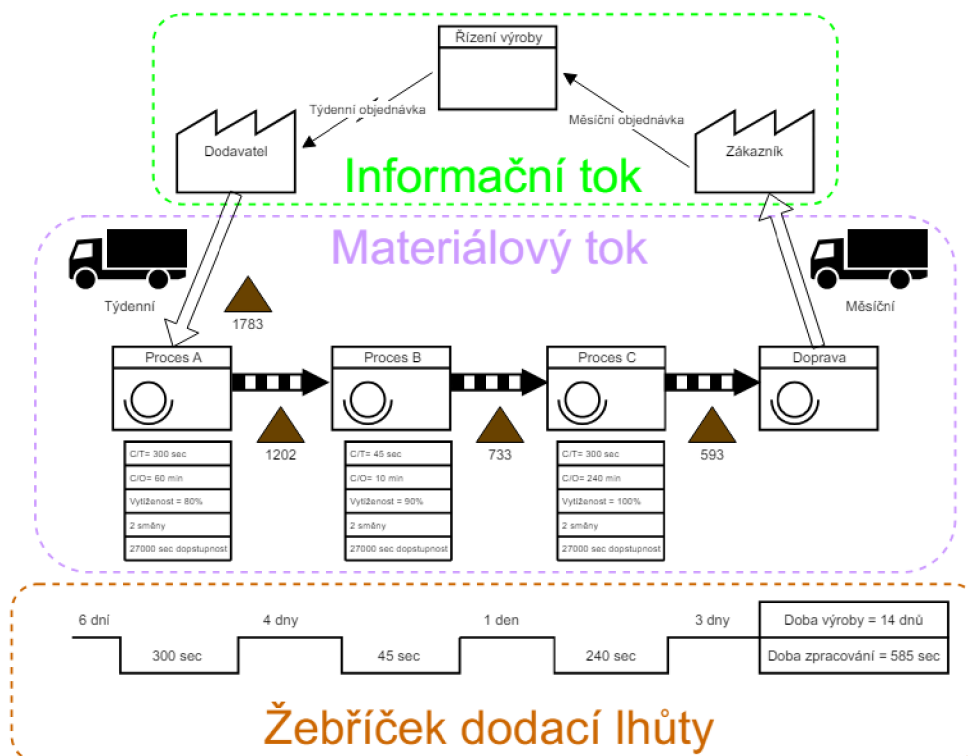
- NVA Time - čas, po který výrobku není přidávána hodnota a zákazník za něj není ochoten zaplatit
- WIP - Stav a její velikost
- Množství meziskladů a jejich stav

[15] [16] [17]



Obrázek 5: Základní symboly VSM [vlastní]

Na Obrázku 5 jsou znázorněny základní standardizované symboly, používající se při tvorbách VSM map.



Obrázek 6: Ukázka VSM mapy [vlastní]

## 2.6 Ergonomie

Jedná se o vědní obor, který se mnoha oborově zaměřuje na interakce mezi člověkem a jeho pracovním prostředím. Je zkoumán vztah mezi pohybem člověka a pracovním prostředím k zajištění vykonávání úkolů efektivně, pohodlně a s minimální zátěží pro lidské tělo. Využívá optimalizaci designu pracovních podmínek, aby byly co nejvíce přizpůsobeny lidským schopnostem, omezením a potřebám. Studuje pohyby, polohy těla, používání nástrojů a všechny aspekty pracovního prostředí s cílem minimalizovat riziko zranění, onemocnění nebo dlouhodobých zdravotních problémů spojených s prací. Ergonomie je důležitá zejména u sedavých zaměstnání a při často opakovaných pohybech. Pomáhá snižovat riziko nemocí z povolání, zvyšovat spokojenost zaměstnanců a zlepšovat kvalitu pracovních výsledků. K některým ergonomickým zásadám patří potřeba častého pohybu, správného držení těla a přizpůsobení pracovního vybavení individuálním potřebám.

Ergonomie využívá antropologii a je úzce spojena s BOZP. Rozdíl je ve směru přizpůsobení na individuálního jedince.

V České republice je v platnosti několik normativních dokumentů (8335 - ergonomie). Dále se organizace řídí pracovními zákony a ostatními předpisy. Mezi základní normy patří například:

- ČSN EN ISO 9241 - Ergonomie uživatelských rozhraní
- ČSN EN ISO 6385 - Ergonomická požadavky na design pracovišť
- ČSN EN 13861:2012 - Bezpečnost strojních zařízení

Na zdravotní problémy vzniklé při výkonu práce lze nahlížet ze dvou pohledů (odlišných charakteristik a důsledků). První kategorie je nemoc z povolání. Nemoci z povolání jsou onemocnění, která jsou přímo způsobena prací nebo pracovním prostředím. Mohou se vyvíjet postupně v důsledku dlouhodobé expozice nebezpečným látkám, škodlivým podmínkám nebo opakovanému namáhání těla. Příklady nemocí z povolání zahrnují například: chronické respirační choroby, karpální tunelový syndrom, sluchové ztráty. Nemoci z povolání jsou často diagnostikovány až po několika letech expozice nebezpečným faktorům a mohou mít vážné dopady na zdraví a životnost jedince. Do druhé kategorie patří pracovní úrazy. Pracovní úrazy jsou akutní události, které se staly v souvislosti s prací nebo na pracovišti. Jsou to náhlé události, které

způsobují poškození těla nebo zdraví pracovníka. Příklady pracovních úrazů zahrnují: úrazy při pádu, úrazy způsobené nástroji, popáleniny atd. Pracovní úrazy jsou často okamžitě zjevné a vyžadují okamžitou lékařskou péči. Mohou mít krátkodobé i dlouhodobé důsledky, včetně ztráty pracovní schopnosti nebo invalidity. Obě tyto kategorie zdravotních problémů jsou důležité pro ochranu zdraví a bezpečnosti pracovníků. Prevence je klíčová, a proto je důležité, aby zaměstnavatelé poskytovali bezpečné pracovní podmínky, řádně školili své zaměstnance a dodržovali příslušné právní předpisy a normy. [18]

Ze statistik čerpajících z České republiky i Evropy vyplývají jasné výsledky. Naše populace stárne - do budoucna můžeme očekávat pozdější odchody do důchodu. Méně sportujeme, přibíráme na váze a stravujeme se nevhodnými potravinami. To vše povede k slabším tělům a vyšším rizikům zranění či onemocnění. Mezi nejčastější kategorií nemoci z povolání dlouhodobě patří nemoci z povolání způsobené fyzikálními faktory. Pro udržitelnost zdraví je tedy důležité věnovat dostatečnou pozornost ergonomii, která dokáže minimalizovat riziko zranění. V EU způsobují muskulo-skeletální poruchy (kumulativní poruchy - opakované dlouhodobě vykonávané činnosti) 49,9 % absencí delších než tři dny. To odpovídá 60 % trvalých pracovních neschopností. Jde o poruchy nervů, svalů, šlach a opěrných nosných konstrukcí. Kvůli prodlužování doby práce, pracovnímu stresu, zvyšování produktivity práce a dalším faktorům se očekává nárůst těchto poruch. [19] [20] [21]

## **2.7 Posuzování hmotnosti z hlediska ergonomie**

Jedním z klíčových aspektů zámečnické výroby je manipulace s těžkými břemeny. Ta představuje nejen nezbytnou činnost pro přepravu a manipulaci s materiály a díly, ale také potenciální riziko pro pracovníky, pokud není prováděna správně. Tato manipulace vyžaduje nejen fyzickou sílu, ale také správné techniky a zařízení, aby bylo dosaženo efektivity, bezpečnosti a minimalizace rizik zranění. Z důvodu časté příčiny nemoci z povolání (viz kapitola 1.6) vzniklé přenášením a manipulací těžkými břemeny, byly zkontrolovány hygienické podmínky dané legislativou během procesů výroby vozíků typu 1250x815 bez úpravy AGV (viz obrázek 9). Zatížení břemen je jedním z klíčových faktorů, které mohou negativně ovlivnit zdraví a pohodu pracovníků v průmyslu. Manipulace s těžkými břemeny může vést k různým typům pracovních

úrazů a onemocnění (poranění zad, svalů a kloubů). Tato rizika jsou dobře zdokumentována a jsou předmětem regulace v České republice prostřednictvím legislativních opatření, která mají za cíl chránit zdraví a bezpečnost pracovníků.

Zákon č. 309/2006 Sb. [22], o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci, stanovuje povinnosti zaměstnavatelů týkající se manipulace s břemeny. Podle tohoto zákona mají zaměstnavatelé povinnost zajistit, aby práce byla prováděna bezpečně a aby se minimalizovala rizika spojená s manipulací s břemeny. Jedním z klíčových prvků tohoto zákona je povinnost provést analýzu rizik, která zahrnuje posouzení rizik spojených s manipulací s břemeny a přijetí opatření k minimalizaci těchto rizik.

Ergonomické hodnocení pracovních míst je klíčovým prvkem prevence pracovních úrazů a onemocnění spojených s pracovním prostředím v průmyslu. Jeho cílem je identifikovat ergonomické rizikové faktory na pracovišti a přijmout opatření k minimalizaci těchto rizik.

Podle české legislativy, mají zaměstnavatelé povinnost provést ergonomické hodnocení pracovního místa a identifikovat ergonomická rizika, která mohou ovlivnit zdraví a pohodu pracovníků.

Tento proces zahrnuje:

- Analýzu pracovních postupů: Zaměstnavatelé musí provést podrobnou analýzu pracovních postupů a procesů na pracovišti, aby identifikovali potenciální ergonomická rizika spojená s manipulací s břemeny a dalšími faktory pracovního prostředí.
- Hodnocení fyzických a psychických zátěží: Ergonomické hodnocení pracovního místa musí zahrnovat hodnocení fyzických a psychických zátěží, kterým jsou pracovníci vystaveni během své práce. To zahrnuje posouzení rizika spojeného s manipulací s těžkými břemeny, opakovanými pohyby, nepříznivými pracovními postojí a dalšími faktory.
- Posouzení pracovního prostředí: Ergonomické hodnocení pracovního místa zahrnuje také posouzení pracovního prostředí, včetně rozložení pracovních stanovišť, dostupnosti ergonomicky navrženého nábytku a zařízení, osvětlení a klimatických podmínek.

- Přijetí opatření k minimalizaci rizik: Na základě výsledků ergonomického hodnocení pracovního místa by zaměstnavatelé měli přijmout opatření k minimalizaci identifikovaných rizik. To může zahrnovat úpravy pracovních postupů, použití technických pomůcek pro manipulaci s břemeny, ergonomicky navrženého nábytku a zařízení, a školení pracovníků v bezpečných postupech.

Ergonomické hodnocení pracovních míst je dynamický proces, který by měl být pravidelně aktualizován a upravován v souladu s měnícími se pracovními podmínkami a požadavky. Zaměstnavatelé by měli zajistit, aby byl tento proces prováděn systematicky a řádně dokumentován.

Hodnocení pracovních míst se zaměřuje na klíčové faktory, jako jsou:

- Frekvence a opakovatelnost manipulace s břemeny
- Velikost a váha manipulovaných břemen
- Postavení těla pracovníka během manipulace s břemeny
- Dostupnost a použití technických pomůcek pro manipulaci s břemeny
- Časové omezení, po které je vhodné manipulovat s břemeny bez přerušení

Na základě analýzy rizik by měla být přijata opatření ke snížení a minimalizaci rizik spojených s manipulací s břemeny. To může zahrnovat například:

- Úpravy pracovních postupů
- Použití mechanizovaných zařízení pro manipulaci s těžkými břemeny
- Poskytování školení pracovníků v bezpečných postupech manipulace s břemeny

Tato opatření mají za cíl chránit zdraví a bezpečnost pracovníků a jsou klíčovými prvky bezpečnostního a ochranného systému v průmyslu v České republice. Je důležité, aby zaměstnavatelé dodržovali tyto právní předpisy a zajistili, aby pracovní prostředí bylo bezpečné a zdravé pro všechny zaměstnance.

V následující tabulce je přehled ergonomických limitů dle české legislativy.

Tabulka 3: Ergonomické limity manipulovaného břemene

| Pohlaví | Limit pro hmotnost ručně manipulovaného břemene (kg) |       | Vsedě (kg) | Kumulace za směnu (kg) |
|---------|--|-------|------------|------------------------|
|         | Často  | Občas |            |                        |
| Muž     | 30   | 50    | 5          | 10 000                 |
| Žena    | 15   | 20    | 3          | 6 500                  |

V tabulce 3: jsou vypsány limity dle NV 361/2007. Limity jsou vztažené na délku pracovní směny osm hodin. Občas znamená, že není přesáhnuto souhrnně 30 minut za jednu pracovní směnu. Často znamená, že manipulace přesahuje souhrnně 30 minut během pracovní směny.

[23] [24] [25]

## 2.8 Řízení procesů

Řízení procesů je každodenní činnost manažerů a pracovníků odpovědných za správný chod organizace. Jako proces si představme veškeré činnosti, postupné děje či změny stavů systému, které na sebe navazují a tvoří hodnotu. Vlastnosti procesů jsou vstupy, výstupy a spotřebované zdroje. Veškeré realizované procesy jsou nějak nastavené, sledují se a analyzují. Poté jsou dva hlavní směry, jak je řízením ovlivnit. Procesy se mohou zlepšovat, zjednodušovat nebo zkracovat jejich doby realizací, ale naopak se mohou také zesložitovat, brzdit či prodlužovat doba trvání.

Z pohledu organizace či konkrétního systému by bylo nejideálnější, kdyby jednotlivé prvky věděli, co mají dělat a řídili se sami. Bezproblémově by pracovali a samostatně se zlepšovali. Takový stav není nedosažitelný, pouze je náročné takový tým sestavit, nastavit ho na společný cíl a zajistit fungující technologie. Lidé a technologie ovlivňují procesy nejvíc. Právě o tom je řízení procesů. Jde o správný výběr technologií a lidí, jejich organizaci a strukturované zařazení do konkrétních činností. Následuje neustálá koordinace, rozhodování a řešení abnormalit. Klíčová schopnost pro efektivitu je také průběžné zlepšování procesů. Podle tzv. modelu zralosti se na šestistupňové stupnici hodnotí vyspělost procesů v organizaci.

Stupně modelu zralosti:

- 0 - Neexistující řízení (neuspořádané procesy a řízení)
- 1 - Počáteční (bez jakékoliv přípravy)
- 2 - Opakované (základní postupy pro jednoduché opakované procesy)
- 3 - Definované (zdokumentované procesy)
- 4 - Řízené (řízené procesy s měřenými klíčovými ukazateli výkonnosti)
- 5 - Optimalizované (trvale zlepšované procesy)

Přístupy k řízení procesů v organizaci se dělí na tři základní:

- Funkční - zakládá na dělbě práce podle specializace. Práce je rozdělena na nejjednodušší činnosti, zvládnutelné i nekvalifikovanými pracovníky. Organizační jednotky jsou rozděleny podle odborností. Definován v roce 1776 Adamem Smithem.
- Procesní - zohledňuje činnosti napříč organizací. Použit především pro opakované procesy. Oblíbený v 90. letech minulého století.
- Projektový - prosazován u projektů. Pro unikátní procesy, u kterých se často nalezne optimální řešení až během realizace.

Existuje mnoho standardizovaných metod pro řízení procesů. Ať už pro nastavení v konkrétní části podniku či celé organizaci. Většina se zaměřuje současně i na inovace.

Mezi nejznámější nástroje, normy a filozofie patří například:

- Business Continuity Management
- Six Sigma
- Demingův cyklus
- ISO 90001
- Total Quality Management

Před inovací, zjednodušením či jiným účelem je potřeba proces analyzovat. To pomáhá nalézt a identifikovat neefektivitu. Různými metodami je poté možnost proces ovlivnit a zlepšit. Mezi skokové zlepšení patří např. reengineering (radikální změna).

Mezi základní analýzy patří:

- Business Process Modelling Notation
- Vývojový diagram
- Metodika ARIS
- Metodika IDEF3
- Časové snímky
- Reengineering podle M. Hammer, J. Champy

[26] [27] [28]

## 2.9 Plánování práce

Plánování práce pro malé řemeslné firmy může být založeno na několika metodách a principech, které pomáhají organizovat a optimalizovat pracovní procesy.

Jednou z klíčových metod plánování je efektivní rozvržení práce. To zahrnuje stanovení priorit úkolů, plánování jejich času a alokaci zdrojů, aby se maximalizovala produktivita a minimalizovaly prodlevy. Vytvoření pravidelného pracovního harmonogramu může pomoci vytvořit strukturu a disciplínu v pracovním prostředí. Existuje několik technik, které mohou být použity k plánování práce v malých řemeslných firmách, jako je například Ganttův diagram nebo PERT (Program Evaluation and Review Technique). Tyto metody umožňují vizualizaci časových plánů, identifikaci závislostí mezi úkoly a sledování pokroku procesu. Moderní technologie, jako jsou plánovací a projektové manažerské aplikace nebo softwary pro sledování času a úkolů, mohou v malých řemeslných firmách výrazně usnadnit plánování práce a zlepšit organizační procesy. Rozdělení práce mezi zaměstnance na základě jejich dovedností a schopností může zvýšit efektivitu práce a umožnit firmě lépe využívat dostupné zdroje. Vzhledem k tomu, že malé řemeslné firmy mohou často čelit neočekávaným situacím a změnám, je důležité mít flexibilní plánovací proces, který umožní rychle reagovat na nové podmínky a požadavky.

Plánování práce je klíčovým faktorem pro úspěch či neúspěch malých řemeslných firem, a proto je důležité vybrat si metody a postupy, které nejlépe vyhovují specifickým potřebám a charakteristikám daného podniku. [29] [30]



## 2.10 Ganttův diagram

Ganttův diagram je grafický nástroj používaný k vizualizaci plánování a sledování časového průběhu projektů nebo úkolů. Tento diagram je pojmenován po americkém inženýrovi Henrym L. Ganttovi, který ho poprvé použil v průmyslovém inženýrství na začátku 20. století. Základní prvek Ganttova diagramu je horizontální časová osa, která zobrazuje časový rámec projektu nebo úkolu. Na této ose jsou poté zakresleny úkoly, fáze projektu nebo činnosti ve formě čárek nebo pruhů. Každá čára nebo pruh reprezentuje jeden úkol nebo fázi a délka čáry znázorňuje plánovanou dobu trvání této aktivity. Ganttův diagram umožňuje snadné vizualizování harmonogramu projektu nebo úkolu, identifikaci vzájemných závislostí mezi úkoly a odhadnutí časových prodlev. Díky tomu je Ganttův diagram široce využíván v projektovém řízení a plánování prací v různých odvětvích, včetně průmyslu. Ganttův diagram umožňuje identifikovat úzká místa v procesu, tj. fáze, které omezují celkový výkon nebo rychlost produkce. Tato úzká místa mohou být cílem pro zlepšení a optimalizaci výrobního procesu. Další využití Ganttova diagramu zahrnuje plánování kapacity a zdrojů, analýzu časových prodlev a zlepšení efektivity výrobního procesu. Další výhodou Ganttova diagramu je možnost aktualizace a sledování skutečného průběhu projektu nebo úkolu v porovnání s plánem. To umožňuje manažerům a týmům monitorovat pokrok, identifikovat problémy a přijímat korektivní opatření včas. Celkově Ganttův diagram poskytuje přehledný a intuitivní způsob, jak plánovat, sledovat a řídit projekty a úkoly, což přispívá k efektivnímu řízení a dosahování cílů. [31] [32]

## 2.11 Vizualní management

Vizuální management v průmyslu je strategie, která využívá vizuálních prvků k organizaci pracovních prostředí, zlepšení komunikace a optimalizaci pracovních procesů. Tento přístup zahrnuje vytvoření prostředí, ve kterém jsou informace a data prezentována přehledně a srozumitelně, což usnadňuje práci zaměstnanců a zvyšuje efektivitu výrobního procesu. Hlavními prvky vizuálního managementu jsou různé typy vizuálních pomůcek, včetně nástěnných tabulí, grafů, diagramů, štítků, barevných kódů a podlahových značek. Tyto prvky jsou umístěny na strategických místech v pracovištích tak, aby byly snadno viditelné a přístupné pro zaměstnance. Nástěnné tabule často slouží jako centrální místo pro sdílení informací o výkonnosti procesů,

plánování práce, sledování cílů a identifikaci problémů. Barvové kódy a štítky mohou označovat různé zóny, materiály nebo stav pracovních operací, což usnadňuje orientaci a minimalizuje riziko chyb. Podlahová značení jsou využívána k označení bezpečnostních zón, tras pro pohyb materiálu a navigaci v průmyslových halách. Vizuální management není pouze o prezentaci informací, ale také o podpoře kultury kontinuálního zlepšování a angažování zaměstnanců. Pomáhá identifikovat problémy a nedostatky v procesech a poskytuje prostor pro společné hledání řešení a implementaci zlepšení. Tím se vytváří prostředí, ve kterém jsou zaměstnanci lépe informováni, motivováni a zapojeni do výrobního procesu, což vede k lepšímu výkonu, kvalitě práce a bezpečnosti během procesu. [33] [34]

## 2.12 Plýtvání

Plýtvání je téměř každodenní součást průmyslové výroby. Jde o nechtěnou, ale častou událost, která může mít mnoho podob a dochází k ní z nejrůznějších příčin. Pod plýtváním si můžeme představit cokoli, co produktu (výrobku nebo službě) zvyšuje náklady na jeho realizaci a zároveň nepřidává hodnotu pro konečného zákazníka. Tomáš Baťa definoval plýtvání slovy, že: “Čas nevyužitý na přeměnu materiálu na konečný výrobek je časem ztraceným.” Každodenní snahou všech podniků je plýtvání předejít. To jim pomáhá k vysoké flexibilitě a kvalitě s minimálními ztrátami. Náročnější než plýtvání snižovat a eliminovat, je jej objevit, popsat a zjistit důvody, proč k němu dochází.

Taiichi Ohno popsal sedm základních druhů plýtvání:

- Nadprodukce (vyšší nabídka, než poptávka)
- Čekání (poruchy strojů, chybějící materiál/komponenty)
- Zbytečná přeprava materiálu (nevhodné trasy, tvorba meziskladu)
- Nesprávné výrobní postupy (špatné sledy operací, nadbytečné operace)
- Vysoké zásoby (zbytečné skladovací plochy, zadržování kapitálu)
- Zbytečné činnosti (operátor si musí sám sehnat materiál, nářadí)
- Poruchy, nekvalita (odstávky strojů, výroba zmetků)

Mezi osmý druh plýtvání uvádíme nevyužití lidského potenciálu (znaností, schopností a zkušeností).

Časté příčiny plýtvání jsou často: nedodržení pořádku a čistoty, poruchovost strojů, vzdálenost mezi procesy, nerovnoměrné dodávky materiálu a mnoho dalších, často se vyskytujících situací. Následné důsledky jsou: úzká místa, prostoje, vysoká rozpracovanost, nekvalita, neplnění plánu a další abnormality zvyšující náklady.

Nástroje používané k analýze a identifikaci plýtvání: mapování hodnotového toku, procesní analýza, metoda MOST, audity pracovišť a další. [35] [36] [37]

## 2.13 Řemeslo 4.0

V roce 2016 zavedly bavorské řemeslné spolky pojem řemeslo 4.0. Jde o zjednodušení celkové verze průmyslu 4.0. Čtvrtá průmyslová revoluce je koncept, který se zabývá digitalizací, automatizací a integrováním procesů. Mezi hlavní nástroje patří například internet věcí (IoT), aditivní výroba (3D tisk), digitální inovace, umělá inteligence, big data, cloudové služby atd. Základem je propojení fyzických a informačních systémů. Komplexní software dnes dokáže například optimalizovat tok materiálu, využít CAD data, organizovat skladové zásoby, řídit zakázky atd.

Průzkum provedený v roce 2019 ukázal, že 7 z 10 podniků používá moderní technologie, z řad živnostníků šlo jen o polovinu. Nejčastěji byly využívány IoT, online marketing a cloudové služby. Velká část dotázaných investovala v předchozím roce do informačních technologií, ale jen polovina přímo do digitalizace. Digitální řemeslo a konkrétní činnost si neumí spojit polovina respondentů.

Podnikatelé nevěří, že střední odborné školy dostatečně připravují budoucí absolventy na digitalizaci. V české republice zaostáváme v digitálním vzdělávání už od základních škol (Karel Havlíček, 2019). [38]

Hlavním problémem zavedení technologií průmyslu 4.0 je vysoká finanční náročnost na dodržení standardů. V řemeslu 4.0 je pro živnostníky a menší firmy jednodušší a dostupnější implementovat jednotlivé technologie postupně. Po zavedení není pro řemeslníka problém přejít do vyšší kategorie. Například začít s využitím mobilního telefonu a využití cloudových služeb pro vzdálený přístup k datům.

Mezi hlavní směry pro živnostníky a malé firmy v konceptu řemesla 4.0 bude v příštích letech patřit řešení inteligentních domů a domácností, 3D tisk a drony.

[39] [40]

## 2.14 Trendy

Mezi trendy pro malé řemeslnické firmy zabývající se zámečnictvím a svařováním na zakázku patří například:

- Rostoucí poptávka po zakázkové výrobě. Velké průmyslové firmy se čím dál více soustředí na svou hlavní činnost a outsourcují specializované práce, jako je zámečnictví a svařování, menším řemeslným firmám. K vytvoření příležitostí pro firmy, které se mohou zaměřit na malé poskytování zakázkových služeb.
- Digitalizace a automatizace výroby. Vývoj technologií umožňuje i malým firmám využívat digitální nástroje pro plánování, sledování a řízení výrobních procesů. Automatizace částí výroby, jako je řezání materiálu nebo svařování, může zlepšit efektivitu a přesnost výrobních operací.
- Flexibilita výroby. Schopnost rychle reagovat na změny požadavků zákazníků a různorodost zakázek je klíčová pro malé řemeslnické firmy. Flexibilní výrobní procesy a schopnost přizpůsobit se individuálním požadavkům zákazníků mohou posílit konkurenceschopnost.
- Zákazníci často vyhledávají výrobky a služby od firem, které kladou důraz na udržitelnost a ekologickou odpovědnost. Zavedení ekologicky šetrných postupů a materiálů do výrobního procesu může být atraktivní pro zákazníky a může zvýšit povědomí o značce.
- Personalizace a individuální přístup. Zákazníci dnes často očekávají možnost personalizace výrobků a služeb. Malé řemeslnické firmy mohou využít svou flexibilitu a schopnost výroby na zakázku k poskytování individuálních řešení a přizpůsobení se konkrétním požadavkům zákazníků.
- Zaměření na kvalitu a řemeslnou práci. V době, kdy mnoho výrobců masově vyrábí standardizované výrobky, se malé řemeslnické firmy mohou odlišit svou kvalitou práce a řemeslnými dovednostmi. Důraz na preciznost, detail a péči o výsledný produkt může firmu pozvednout nad konkurenci.
- Flexibilní pracovní režimy a pracovní doba. Malé firmy mohou nabízet flexibilní pracovní režimy a pracovní dobu svým zaměstnancům, což umožňuje lepší rovnováhu mezi prací a soukromým životem. To zvyšuje spokojenost a produktivitu zaměstnanců.

[41] [42]

## 2.15 Jeřáb

Manipulační zařízení pro zdvihání břemen. Z mnoha typů jeřábů byl pro tuto práci vybrán jeřáb mostový jednonosníkový. Mezi důvody patří dispozice dílny a možná využitelnost tohoto typu. Z dynamických účinků, ohybového momentu a povoleného napětí lze určit velikost a typ profilu jeřábové konstrukce. Jeřáb bude sloužit například k manipulaci s těžkými břemeny a k naskladnění dovezeného hutního materiálu. Česká legislativa udává, že s jeřábem smí manipulovat pouze pracovník s jeřábnickými a vazačskými zkouškami, opatřen bezpečnostními pomůckami a to za předpokladu, že samotný jeřáb má aktuální revizi. Pro navržený typ jeřábu musí pracovník splnit jeřábnické zkoušky třídy A, do které patří mostové jeřáby. Je také nutné periodické ověření.

[43] [44] [1]

|          |   |
|----------|---|
| <b>A</b> | Mostové, portálové a konzolové jeřáby ovládané ze země o nosnosti nad 10 t<br>Mostové, portálové a konzolové jeřáby ovládané z koše nebo kabiny bez omezení nosnosti<br>Jeřáby dálkově ovládané |
|----------|---|

Obrázek 7: Třída jeřábnické zkoušky [1]



Obrázek 8: Ukázka mostového jednonosníkového jeřábu [2]

### **3. Popis hlavních výrobních a servisních procesů vybraných dle firemních cílů**

Zámečnická dílna je specializovaný podnik zaměřený na výrobu a servis kovových konstrukcí a výrobků z oceli, nerezů a hliníku. Dílna se nachází v Jablonci nad Nisou a pokrývá širší okolí. Vyrábějí tři pracovníci, z nichž jeden je majitel, který dílnu vede. Konkrétní dílna má výraznou flexibilitu a schopnost reagovat na individuální potřeby zákazníků. Její služby jsou zaměřeny jak na firemní zákazníky, tak na veřejnost. Mezi hlavní specializace patří zakázková výroba pro firmy, která zahrnuje výrobu a servis přípravků, vozíků skladovacích boxů nebo třeba pódia k CNC centřům. Mezi běžné zakázky individuálních veřejných zákazníků patří například brány a různé kovové konstrukce. Schopnost výroby jak v dílně, u zákazníka nebo během montáže umožňuje flexibilně reagovat na různé požadavky. V nabídce jsou také servisní služby nejen pro naše výrobky a konstrukce. To zahrnuje pravidelnou údržbu, opravy a úpravy dle potřeb. Prioritu je dodání výrobků a služeb nejvyšší kvality v předem domluvený čas, které poskytují nebo překračují očekávání našich zákazníků. Je kladen důraz na precizní zpracování, kvalitní materiály a pečlivou kontrolu každého výrobku před jeho dodáním.

Zámečnická dílna disponuje přesným, odzkoušeným vybavením, které umožňuje různé práce s kovy. Mezi hlavní vybavení patří:

- Svářečská technologie: techniky MAG (Metal Active Gas) a TIG (Tungsten Inert Gas) pro svařování železa a nerezů s vysokou přesností a pevností spojů
- Pásová pila: pro rychlé a přesné řezy nejen kovových materiálů
- Stojanová vrtačka: pro vrtání, srážení a závitování otvorů v různých materiálech
- Padací nůžky: k provedení přesných a čistých řezů při práci s plechy
- Ohýbací lis: pro ohýbání kovových profilů a plechů podle potřeb, což umožňuje výrobu složitějších konstrukcí a komponent
- Soustruh: pro obrábění kulatin do průměru 40 mm
- Ruční nářadí: široká škála ručního nářadí pro různé úkoly

Více podrobností o vybavení dílny a informací viz Příloha A.



Obrázek 9: Vozík pro skladovací box [vlastní]



Obrázek 10: Vozík pro skladovací box s úpravou AGV [vlastní]

Na obrázku 9 a 10 jsou představeny dva typy vyráběných vozíků pro skladovací boxy. Během jednoho roku se jich v závislosti na poptávkách vyrobí nebo upraví okolo čtyřiceti kusů.





Obrázek 11: Foto dílny [vlastní]

Na obrázku 11 je zobrazeno aktuální prostředí zámečnické dílny, včetně vybavení.

K dispozici je okolo 150 m<sup>2</sup>.



## 4. Analýza stávajícího stavu výroby, včetně metod plánování a řízení výroby

V této kapitole bude různými analýzami zkoumán stav výroby skladovacích boxů, ergonomie pracovníka a metody plánování a řízení výroby dané řemeslné dílny.

### 4.1 Procesní analýza

Procesní analýza byla zhotovena zpětným zkoumáním posloupnosti jednotlivých operací. Šlo o aktuální provedení výrobního procesu, měnícího se systému výroby. Následovalo hledání plýtvání, překážek a nedostatků, které brání dosažení optimálních výsledků. Výrobní dávka byla stanovena na celý zákaznický požadavek, tedy 20 ks.

| Legenda |           |            |          |        |
|---------|-----------|------------|----------|--------|
| ○       | ⇒         | ▽          | ◇        | ●      |
| Operace | Transport | Skladování | Kontrola | Čekání |

Obrázek 12: Legenda procesní analýzy

| Č. | Činnost             | Operace | Transport | Skladování | Kontrola | Čekání | Vzdálenost (m) | Doba trvání (min) | Poč. pracovníků |
|----|---------------------|---------|-----------|------------|----------|--------|----------------|-------------------|-----------------|
| 1  | Příjem materiálu    | ○       |           |            |          |        |                | 10                | 2               |
| 3  | Kontrola            |         |           |            | ◇        |        |                | 5                 | 2               |
| 4  | Zaskladnění         | ○       |           |            |          |        |                | 70                | 2               |
| 5  | Skladování          |         |           | ▽          |          |        |                |                   |                 |
| 6  | Transport           |         | ⇒         |            |          |        | 9              |                   |                 |
| 7  | Dělení materiálu    | ○       |           |            |          |        |                | 810               | 1               |
| 8  | Transport           |         | ⇒         |            |          |        | 5              |                   |                 |
| 9  | Skladování          |         |           | ▽          |          |        |                |                   |                 |
| 10 | Transport           |         | ⇒         |            |          |        | 7              |                   |                 |
| 11 | Odjevení jeklů      | ○       |           |            |          |        |                | 330               | 1               |
| 12 | Transport           |         | ⇒         |            |          |        | 7              |                   |                 |
| 13 | Skladování          |         |           | ▽          |          |        |                |                   |                 |
| 14 | Transport           |         | ⇒         |            |          |        | 10             |                   |                 |
| 15 | Odjevení desek      | ○       |           |            |          |        |                | 240               | 1               |
| 16 | Transport           |         | ⇒         |            |          |        | 17             |                   |                 |
| 17 | Rýsování desek      | ○       |           |            |          |        |                | 150               | 1               |
| 18 | Důčikování desek    | ○       |           |            |          |        |                | 150               | 1               |
| 19 | Vrtání desek        | ○       |           |            |          |        |                | 480               | 1               |
| 20 | Sražení hran otvorů | ○       |           |            |          |        |                | 120               | 1               |
| 21 | Závitování          | ○       |           |            |          |        |                | 240               | 1               |
| 22 | Čištění             | ○       |           |            |          |        |                | 10                | 1               |
| 23 | Transport           |         | ⇒         |            |          |        | 7              |                   |                 |
| 24 | Transport           |         | ⇒         |            |          |        | 8              |                   |                 |
| 25 | Broušení hran desek | ○       |           |            |          |        |                | 300               | 1               |
| 26 | Transport           |         | ⇒         |            |          |        | 8              |                   |                 |
| 27 | Skladování          |         |           | ▽          |          |        |                |                   |                 |
| 28 | Stříhání záślepek   | ○       |           |            |          |        |                | 120               | 1               |
| 29 | Transport           |         | ⇒         |            |          |        | 15             |                   |                 |

Obrázek 13: Procesní analýza start [vlastní]

|                        |                                |   |    |    |   |   |     |       |    |
|------------------------|--------------------------------|---|----|----|---|---|-----|-------|----|
| 59                     | Závitování otvorů              | ○ |    |    |   |   |     | 90    | 1  |
| 60                     | Montáž koleček                 | ○ |    |    |   |   |     | 90    | 1  |
| 61                     | Nalepení informačního štítku   | ○ |    |    |   |   |     | 10    | 1  |
| 62                     | Kontrola                       |   |    |    | ◇ |   |     | 10    | 2  |
| 63                     | Čekání na kompletní objednávku |   |    |    |   | ● |     |       |    |
| 64                     | Předání výrobků zákazníkovi    | ○ |    |    |   |   |     | 30    | 1  |
| Celkem: - četnost (ks) |                                |   | 37 | 16 | 4 | 4 | 2   |       | 52 |
| - doba trvání (min)    |                                |   |    |    |   |   |     | 13480 |    |
| - vzdálenost (m)       |                                |   |    |    |   |   | 331 |       |    |

Obrázek 14: Procesní analýza konec [vlastní]

Od operace naložení (Č. 50) po operaci čekání (Č. 63) jsou jednotky násobkem čtyř a to kvůli transportu. Transportní dávka je omezena na maximálně 5 kusů z důvodu kapacity automobilu a vleku. V první den byla jedna transportní dávka vyložena v lakovně a posádka se vracela s prázdným automobilem. Druhý den byla odvezena druhá dávka do lakovny, kde už byly hotovy kusy z předchozího dne. Nalakované kusy byly převezeny k zákazníkovi, kde se zkompletovali a odložili pro předání celého zákaznického požadavku najednou. Tímto způsobem byly převezeny a zhotoveny všechny požadované kusy. Po zkompletování posledního kusu následovala celková předávka zákazníkovi s předávacími dokumenty. Celková doba výroby činila zhruba 25 dní.

Zjištěné nedostatky, abnormality a zdůvodnění:

- Nevhodný pracovní postup - vrtání vyzávitovaných otvorů
- Potřeba 2 osob - absence manipulačních přípravků, nutnost sladění procesů kvůli efektivitě, vyšší náročnost plánování
- Plýtvání - zbytečná přeprava materiálu, dlouhé doby operací, zbytečné operace, dlouhé doby čekání
- Dlouhá doba výroby
- Vysoká rozpracovanost

## 4.2 Nepřímé měření doby práce

Detailně byla analyzována doba trvání pracovních operací, konkrétně vrtání desky a svařování základního rámu vozíku pomocí metody Basic MOST. Každá operace byla podrobně zkoumána a zaznamenána odděleně. Postup operací byl odvozen z předchozí procesní analýzy (viz kapitola 4.1). Výsledky analýz jednotlivých operací jsou podrobně zaznamenány v Příloze C. Přehled všech naměřených časů je shrnut v Příloze B a v součtu zahrnuje časové jednotky TMU s přepočtem na minuty a hodiny pro lepší přehled. Proveden byl pečlivý rozbor pracovních úkonů do nejmenších detailů v souladu s průběhem procesu. V této analýze nebyly zahrnuty chyby (zmetkovitost) ani následné případné opravy. Ze získaných dat je možné normovat časy operací pro budoucí objednávky podobných výrobků. Díky takovým informacím je možné snadněji a přesněji plánovat výrobu a získat jasnější přehled o době dokončení celé zakázky.

Během několika operací byly identifikovány zbytečné úkony a další nedostatky. Technologický postup od rýsování desek až po jejich vrtání se jeví jako zdlouhavý a náchylný na lidskou chybu, což může vést ke vzniku nepřesně vyrobených poloh otvorů. Taková chyba by se projevila až u zákazníka během koncové montáže koleček a vedla by na nutnost úpravy otvorů v kolečku. Implementace vrtacího přípravku by vedla ke zkrácení celkové doby výroby otvorů odstraněním několika mezioperačních kroků a zajištěním přesné polohy otvoru. Svařovací přípravek by podpořil rychlejší zakládání jechlů a desek. Přípravek eliminuje potřebu neustálého měření a kontroly během výrobního procesu. Výsledkem vytvoření a implementace přípravků, by byla výroba pouze rozměrově shodných kusů, což by vedlo k vyšší efektivitě a kvalitě výroby.

Tabulka 4: Porovnání časů analýz

|               | BasicMOST            | Procesní analýza  |                      |                    |                    |
|---------------|----------------------|-------------------|----------------------|--------------------|--------------------|
|               | Vypočítaný čas (min) | Změřený čas (min) | Celkový rozdíl (min) | Celkový rozdíl (%) | Rozdíl na ks (min) |
| Deska (80 ks) | 1225                 | 1520              | 295                  | 19                 | 3,6875             |
| Rám (20 ks)   | 1075                 | 1350              | 275                  | 21                 | 13,75              |

V tabulce 4 je porovnání časů výroby desek a základního rámu vozíku. Metoda Basic MOST prezentuje data získaná nepřímým měřením práce a Procesní analýza potom časy reálné. Větší rozptyl časů může mít několik důvodů, například nezohlednění neshodných kusů a jejich oprava nebo další činnosti během jednotlivých operací. Čím menší rozdíl v získaných datech, tím shodnější by byla data metody Basic MOST a reálné doby výroby.

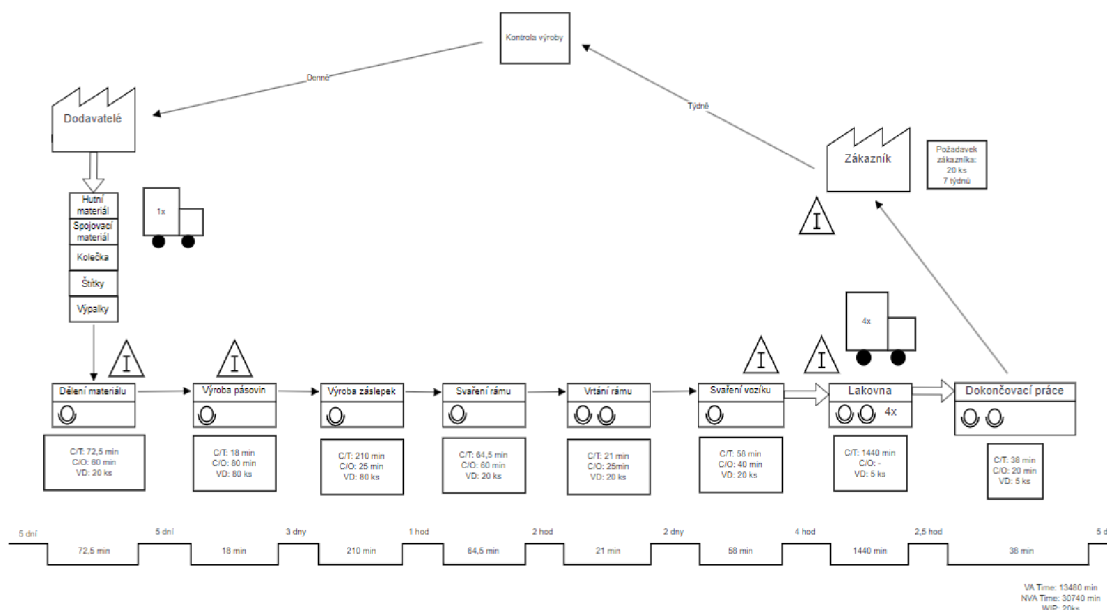
| BasicMost   |   |  |    |                        |                          |          |      |
|---|---|--|----|------------------------|--------------------------|----------|------|
| Výpočet času manuální práce                                   |   |  |    |                        |                          |          |      |
| Výrobek   | Název výrobku: Vozík<br>Č. výkresu: -<br>Název operace: Vrtání desek<br>Č. operace: 19<br>Počet kusů: 1<br>Materiál: S235JR |  |    | Náčrtek:               |                          |          |      |
|   | Stroj   | Pracoviště: Stojanová vrtačka<br>Typ stroje: Stojanová vrtačka 1 |    |                        |                          |          |      |
| Poznámky: 1 ks desek pro přidělení koleček vozíků, vrtat skrz |   |  |    |                        |                          |          |      |
| P. č.   | R   | Popis  | Se | Sekvence               | Fr                       | TMU      |      |
| 1   | O   | Přemístit kus  | OP | A 6 B 0 G 1<br>1 1 1 1 | A 0 B 0 P 0<br>1 1 1 1   | A 6<br>1 | 130  |
| 2   | O   | Položit kus  | OP | A 1 B 0 G 0<br>1 1 1 1 | A 0 B 0 P 1<br>1 1 1 1   | A 1<br>1 | 30   |
| 3   | L   | Zapnout stroj  | R  | A 1 B 0 G 0<br>1 1 1 1 | M 1 X 3 I 1<br>1 1 1 1   | A 1<br>1 | 70   |
| 4   | O   | Upevnit kus do svěráku   | R  | A 1 B 0 G 0<br>1 1 1 1 | M 6 X 0 I 3<br>1 1 1 1   | A 1<br>1 | 110  |
| 5   | L   | Vyrovnat a držet svěrák  | R  | A 0 B 3 G 0<br>1 1 1 1 | M 1 X 0 I 16<br>1 1 1 1  | A 0<br>4 | 800  |
| 6   | P   | Vrtat  | R  | A 1 B 0 G 0<br>1 1 1 1 | M 16 X 54 I 6<br>1 1 1 1 | A 1<br>4 | 3120 |
| 7   | P   | Vypnout stroj  | R  | A 1 B 0 G 0<br>1 1 1 1 | M 1 X 10 I 1<br>1 1 1 1  | A 1<br>1 | 140  |
| 8   | O   | Vyjmout kus ze svěráku   | R  | A 1 B 0 G 1<br>1 1 1 1 | M 6 X 0 I 0<br>1 1 1 1   | A 1<br>1 | 90   |
| 9   | O   | Uložit kus   | OP | A 6 B 0 G 0<br>1 1 1 1 | A 0 B 0 P 6<br>1 1 1 1   | A 6<br>1 | 180  |
| Celková spotřeba času:  |   |  |    |                        | 2.80                     | 167.99   | 4670 |
|   |   |  |    |                        | minut                    | sekund   | TMU  |

Obrázek 15: Ukázka metody nepřímého měření práce [vlastní]

Na obrázku 15 je zobrazena ukázka metody nepřímého měření práce. Karta obsahuje informace o výrobku, použitém stroji, výkres a poznámky s dalšími informacemi pro pracovníka. Každý řádek obsahuje: pořadové číslo, ruka pracovníka (příložená verze je pro leváka), popis o jakou operaci jde, zkratku typu operace, sekvence s poli dle druhu operace a časové náročnosti, frekvenci operace a časový údaj v TMU. Po určení typu operace byla použita data z data karet viz Obrázek 1 až 4.

### 4.3 Mapování hodnotového toku

Pro analýzu stavu různých procesních ukazatelů byla vyhotovena mapa hodnotového toku (VSM) současného stavu podniku viz obrázku 16. Zákazník požaduje 20 kusů vozíků jednoho typu, dodaných do sedmi týdnů.



Obrázek 16: Mapa hodnotového toku současného stavu [vlastní]

Aktuální VSM mapa reflektuje poslední verzi logistického a výrobního procesu. Provedlo se několik zakázek týkajících se podobných vozíků určených pro konkrétního zákazníka, které byly realizovány s použitím různých výrobních postupů. Tento proces byl podrobně analyzován a mapován s cílem identifikovat a optimalizovat klíčové aspekty toku materiálů a informací v rámci výrobního prostředí. Přehlednější verze mapy viz Příloha D.

Zjištěné nedostatky a zdůvodnění:

- Vysoká rozpracovanost - výroba celé výrobní dávky - skladovací nároky, vázaný kapitál
- Skladování/mezisklady - skladovací nároky, vázaný kapitál
- Prostoje - prodlužování doby výroby, zhruba o 20 dní
- Potřeba 2 osob - absence manipulačních přípravků
- Plýtvání - vázaný kapitál, skladovací nároky, čekání během koordinace více operátorů
- Nenaplněný potenciál poměru VA ku NVA



Obrázek 17: Rozpracovanost vozíků [vlastní]

#### 4.4 Analýza ergonomie z hlediska hmotnosti

Tato kapitola se věnuje analýze hmotnosti z pohledu ergonomie. Všichni pracovníci musejí během pracovní směny vyvíjet nerovnoměrný fyzický výkon. Zde je několik takových případů:

- 1) V tabulce 5 je spočítaná hmotnost jednoho vozíku. Je zde uvedena celková hmotnost vozíku bez koleček, ale i s kolečky. Výsledky jsou porovnány s hygienickými limity v tabulce 3.

Tabulka 5: Hmotnost jednoho vozíku

| Komponenta | Délka (m) | Hmotnost (kg) |             |
|------------|-----------|---------------|-------------|
| Rám        | 4,35      | 44,37         |             |
| Desky      | 0,14      | 4,396         |             |
| Výpalky    | -         | 5             |             |
| Nohy       | 0,3       | 2,88          |             |
| Záslepky   | 0,15x0,08 | 0,75          |             |
| Dorazy     | 0,1       | 3             |             |
|            | Suma (kg) | 60,396        | bez koleček |
|            |           | 80,396        | s kolečky   |

Tabulka 6: Četnost abnormalit

| Komponenta                | Váha 1 ks (kg) | Četnost (1 vozík) | Četnost (za směnu) | Poč. operátorů | Vyhodnocení |
|---------------------------|----------------|-------------------|--------------------|----------------|-------------|
| Rám                       | 44,37          | 9                 | 10                 | 1              | + 25 min    |
| Rám + desky (transport)   | 48,77          | 2                 | 40                 | 1              | + 10 min    |
| Rám + desky (vrtání)      | 48,77          | 6                 | 20                 | 2              | - 180 min   |
| Komplet rám (bez koleček) | 60,396         | 10                | 4 - 6              | 1              | + 10,4 kg   |
| Komplet rám (s kolečky)   | 80,396         | 8                 | 5 /trans. dávka    | 2              | - 360 min   |

Tabulka 6 vychází z porovnání hygienických limitů, procesní analýzy a nepřímého měření doby práce.

Byly provedeny komparace mezi hygienickými normami, daty z procesní analýzy a nepřímým měřením práce. Byly zhodnoceny hygienické limity pro opakované ruční zvedání/manipulaci břemen a maximální hmotnost těchto břemen, stejně jako frekvence těchto akcí během pracovní směny. Zjištěné nedostatky:

- Během manipulace s rámem při svařování základního rámu je překročen hygienický limit pro často ručně zvedané břemeno. Za jednu osmihodinovou směnu o **5,2 %**.
- Během manipulace s rámem je překročen hygienický limit pro často ručně zvedané břemeno. Překročení limitu vzniká během transportu (před a po svařování rámu). Limit je překročen o **2,1 %**.
- Během svařování kompletní konstrukce je překročen hygienický limit pro maximální manipulaci s břemenem. Limit je překročen i o více než **10 kg** několikrát během směny.
- Ruční transport svařeného vozíku je možný pouze ve dvou osobách (z pohledu limitu možno muž + žena).
- Po přidělení koleček je možné ruční naložení pouze ve dvou osobách (z pohledu limitu možno pouze muž + muž).
- Absence použitelných manipulačních prostředků.

Možné návrhy k nápravám nedostatků:

- Během výroby rámu zařadit dostatečné hygienické přestávky
- Upravit pracovní postup pro výrobu rámu
- Pořídít manipulační přípravky
- Kompletně vyrobený rám manipulovat pouze dvěma osobami nebo přípravkem



- 2) Svařování během montáže znamená naložení kompletní svařovací soupravy. Samotný svářecí stroj viz obrázek 18 váží okolo 70 kg, nový svářecí drát 15 kg a plynová tlaková láhev 20 kg. Svářecí drát je umístěn uvnitř stroje a celou soupravu nakládají dva operátoři ručně. Tlaková láhev je nakládána samostatně jedním operátorem. Vysoká hmotnost celé soupravy je problémová i při manipulaci na místě montáže, zejména pokud není hladký a pevný povrch.



Obrázek 18: Svařovací souprava [vlastní]

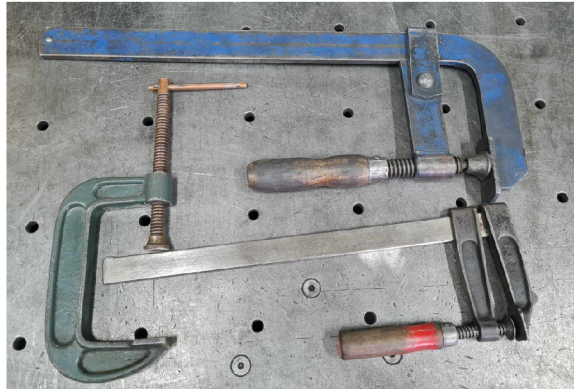
- 3) Naskladnění přivezeného hutního materiálu do regálů probíhá ručně ve dvou pracovnících. Například zásoby pro výrobu vozíků vážili přes 2500 kg, což sice nepřekračuje denní povolený limit pro manipulaci s materiálem, ale významně to prodlužuje čas samotného naskladnění a výrazně unavuje pracovníky. Manipulační prostředek by značně optimalizoval proces naskladnění hutního materiálu.

#### 4.5 Používané přípravky

Pro výkon práce a splnění úkolů jsou v souvislosti s výrobou vozíků používány a k dispozici například tyto přípravky:



- Svěrky se závitem, několik velikostí. Tento typ má vyšší hmotnost, závit je navíc pomalý a vyžaduje zručné použití obou rukou operátora. Vlivem stáří a používání mají vůle.



Obrázek 19: Současné svěrky [vlastní]

- Vysokozdvihový vozík, benzínový, nosnost 3000 kg. Momentálně nepojízdný z důvodu rozbité spojky.



Obrázek 20: Vysokozdvihový vozík [vlastní]

- “Žirafa” je zařízení pro jednoduchou manipulaci s břemenem. Pojízdnost je závislá od typu podlahy. Nelze s ní zajed pod pracovní stůl - omezená použitelnost. Snadná skladnost díky sklápěcím nohám. Nosnost 2000 kg při nejkratším rameni a 500 kg během nejvyššího vysunutí ramene.



Obrázek 21: Žirafa [vlastní]

#### 4.6 Metody plánování a řízení výroby

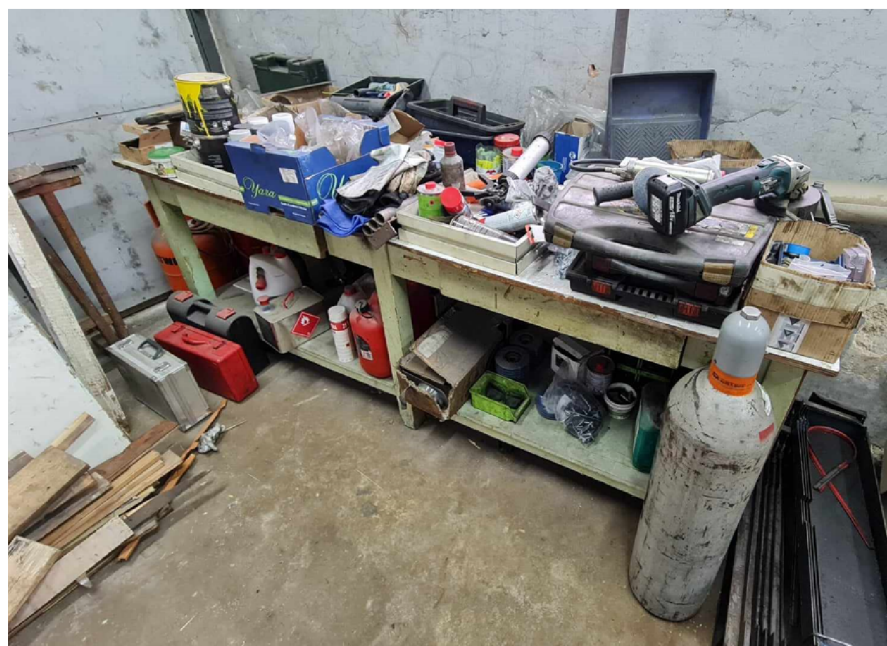
Plánování výroby je často orientováno na nejbližší termíny dodání zákazníkům, avšak existuje i flexibilita v reakci na případné změny objednávek, které mohou nastat až v poslední chvíli. V takových situacích výroba často čeká a spouští se až poté, co jsou vyjasněny veškeré požadavky zákazníka. Časy jednotlivých operací jsou obvykle odhadovány na základě zkušeností s podobnými výrobky v minulosti. Řízení výroby probíhá pomocí informací o nadcházejících zakázkách a operátoři mají určitou míru autonomie při volbě technologií a procesů výroby. Před začátkem výroby obdrží operátoři výkres nebo popis výsledného výrobku, případně obojí. Během výroby jedné zakázky dostává často operátor pokyny, aby zastavil stávající zakázku a věnoval se jiné. Stupeň modelu zralosti se jeví jako dvojka - opakované (základní postupy pro jednoduché opakované procesy). K řízení procesů v organizaci je použit funkční přístup. Před zahájením výroby se provádí kontrola stavu vstupních materiálů a komponent. Občas jsou vstupy dodány až během samotné výroby. Na nástěnce je k dispozici seznam plánovaných zakázek spolu s předběžnými termíny dodání. V případě, že není aktuálně žádná zakázka ve výrobě, probíhají ranní schůzky



s rozdělením práce na daný den. Během dne se také konají kontrolní schůzky, kde se hodnotí průběh výroby a dostupnost potřebných komponent, materiálů a nářadí.



Obrázek 22: Ukázka rozpracovanosti a nepořádku [vlastní]



Obrázek 23: Neorganizace uskladnění nářadí [vlastní]

Na obrázku 22 a 23 je zobrazena rozpracovanost zakázek a nevhodné skladování rozpracovaných dílů. Dále je vidět neorganizace v ukládání nářadí, spojovacího materiálu a barev. Zobrazené nevhodné skladování tlakových láhví je možným rizikem vzniku nehody.

## 5. Identifikace úzkých míst a oblastí s potenciálem pro zlepšení

Cílem této kapitoly je poskytnout komplexní přehled o oblastech s potenciálem pro zlepšení a úzkých místech v rámci analyzovaných procesů a prostředí. Na základě předchozích analýz současného stavu v kapitole 3, ve které byly detailně zhodnoceny existující procesy, postupy a přípravky a identifikovány konkrétní problémy a nedostatky, se nyní zaměřím na nalezení příležitostí pro optimalizaci a modernizaci. Úzká místa, nedostatky a potenciální oblasti budou rozděleny podle samostatných kapitol.

Mapování hodnotového toku:

- Rozpracovanost
- Skladování/mezisklady
- Prodlužování doby výroby
- Plýtvání
- Nenaplněný potenciál poměru VA ku NVA

Procesní analýza:

- Nevhodný pracovní postup
- Potřeba 2 osob
- Plýtvání
- Dlouhá doba výroby
- Vysoká rozpracovanost

Nepřímé měření práce:

- Nevhodný pracovní postup
- Svařovací přípravek
- Vrtací přípravek
- Manipulační přípravek
- Uspořádání pracoviště

Ergonomie:

- Překračování hygienických limitů
- Potřeba 2 osob
- Absence použitelných manipulačních prostředků

- Pracovní postup
- Hygienické přestávky

Používané přípravky:

- Nepojízdná technika
- Nedostatečné přípravky
- Nevyhovující přípravky

Metody plánování a řízení výroby:

- Dostupnost výkresové dokumentace a detailních informací o zakázce
- Informační tabule
- Ranní schůzky
- Vizuální management
- Uspořádání pracoviště
- Nepořádek
- Skladování tlakových láhví a barev

## 6. Návrh dílčích inovací a výběr komplexního řešení

### 6.1 Vrtací přípravek

Vrtací přípravek povede ke zjednodušení a zkrácení doby výroby desek. Umožní vynechat operace rýsování a důlčikování. Vrtání s přípravkem povede k výrobě totožných roztečí a kolmostí otvorů všech vyrobených kusů.

Vrtací přípravek:

- Využití dorazu a uchyceném svěráku v T drážce stolu vrtačky pomocí šroubu

Tabulka 7: Použití dorazu během vrtání

| Stav                 | TMU     | min      | %     |
|----------------------|---------|----------|-------|
| Současná doba výroby | 1479793 | 887,6983 | 100   |
| Použití dorazu       | 1166913 | 700,0078 | 78,86 |
| Úspora času          | 312880  | 187,6905 | 21,14 |

Tabulka 7 je vytvořená ze současného stavu metody basic MOST (kapitola 4.2).

Zkrácení doby výroby 80 kusů desek o **187,7 min** znamená úsporu **21,14 %** času.



Obrázek 24: Příklad změny vrtání [vlastní]

Na obrázku 24 je pomocí dvou šroubů v T drážce stolu vrtačky fixovaný svěrák s umístěným dorazem pro upnutí obrobku do přesné polohy. Díky symetrii finálního obrobku lze polotovar vložit jakkoliv, dojet s ním k dorazu a utáhnout svěrák.

Pro výrobu dalšího otvoru stačí obrobek otočit o 180° horizontálně respektive vertikálně. Při použití dorazu a fixaci svěráku po odladění během řezání závitu povede k totožným kolmostem otvorů, které není dosaženo při neupevněném svěráku.

## 6.2 Druhá vrtačka

Využití druhé stojanové vrtačky, která není využívána. Umístit ji poblíž první stojanové vrtačky. Na této druhé vrtačce provádět operaci sražení hran otvorů. Díky využití druhého stroje odpadá potřeba jednoho přeseřizení, sníží se transport desek, zlepši se ergonomie (méně pohybů) a zkrátí se celková doby výroby.

Po odečtení z nepřímého měření práce viz Příloha C a dopočtu časů při použití druhé vrtačky umístěné vedle, pro 80 ks desek vychází:

- Snížení doby výroby o **41200 TMU** (necelých 25 minut), tedy zkrácení celkové doby operace o **10 %**
- Zkrácení manipulační cesty o **480 m**

## 6.3 Svařovací přípravek

Svařovací přípravek povede ke zjednodušení a zkrácení doby výroby základního rámu. Přípravkem bude zajištěna přesná poloha jeklů. Odpadne potřeba kontrolovat úhel a rozměr každého kusu. Sníží se riziko výroby neshodného kusu a potřeby opravy kusu. Otočný přípravek zlepši ergonomii (sníží námahu a chůzi). Během použití přípravku je potřeba zajistit zachování elektrického oblouku.

Možné svařovací přípravky:

- Dorazy na svařovacím stole - navařit či svěrkou uchytit tvarové dorazy zajišťující přesnou polohu jeklů
- Úhlová svěrka (viz kapitola 5.4)
- Pant na stole (vertikální otočení) - překlopení výrobku - snazší manipulace a možnost svařování
- Otočný přípravek (horizontální otočení) - stůl umožňující otočení výrobku během výroby - eliminace chůze či nahýbání

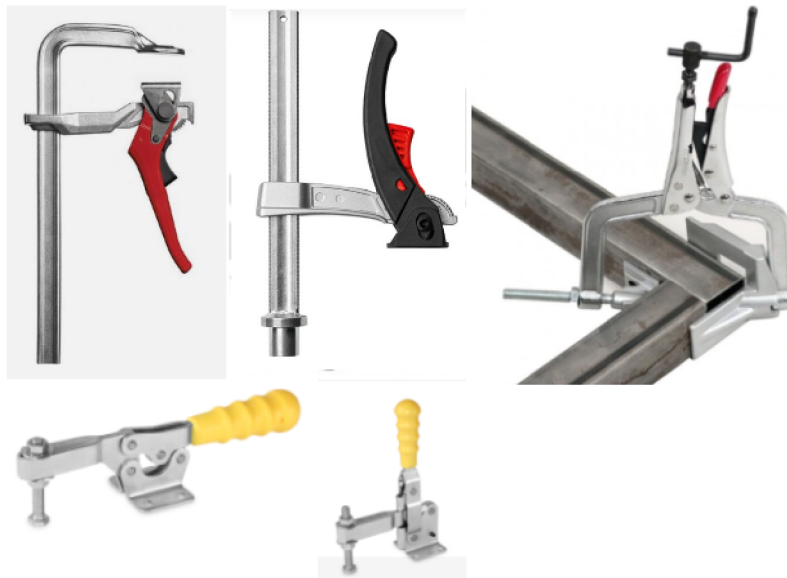
Tabulka 8: Použití dorazu a otočného přípravku během svařování

| Stav                   | TMU      | min      | %     |
|------------------------|----------|----------|-------|
| Současná doba výroby   | 1235088  | 740,9046 | 100   |
| Použití dorazu a točny | 1130621  | 678,2368 | 91,54 |
| Úspora času            | 104467,3 | 62,66782 | 8,46  |

Tabulka 8 je vytvořená ze současného stavu metody Basic MOST (kapitola 4.2). Zkrácení doby výroby 20 kusů základního rámu (rám a desky) o **62,7 min** znamená úsporu **8,46 %** času. Použití otočného přípravku během svařování zbytku rámu by také vedlo ke zkrácení doby výroby a zlepšení ergonomie.

#### 6.4 Svařovací pomůcky

Na obrázku 25 jsou pomůcky navržené k doplnění stávajících pomůcek. Páková svěrka vybavená rohatkou, umožňující pohodlné použití i jednou rukou. Upínací svorka pro svařovací stůl, výsuvná s rohatkou a pákovou rukojetí. Úhlová svěrka, která zajistí pravý úhel během použití. Dole jsou zobrazeny vodorovná a svislá upínka.



Obrázek 25: Svěrky [45]



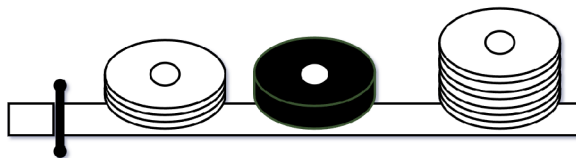


Obrázek 26: Příklad mobilního svařovacího zařízení [46]

Na obrázku 26 je zobrazen příklad mobilního svařovacího zařízení, které bylo navrženo s ohledem na snadnější manipulaci během transportu, zejména při montážích mimo pracoviště. Tento mobilní systém umožňuje snadnou přepravu a nasazení svařovacího zařízení na různých místech, kde je potřeba provádět svařovací práce. Taková mobilní svařovací zařízení jsou ideální pro nasazení v terénu, na stavbách nebo při opravách. Díky nim je možné provádět svařovací práce s vysokou přesností, kvalitou a snadnou obsluhou i v obtížně dostupných místech, což přispívá k efektivitě a rychlosti prováděných prací.

### 6.5 Otočný držák kotoučů

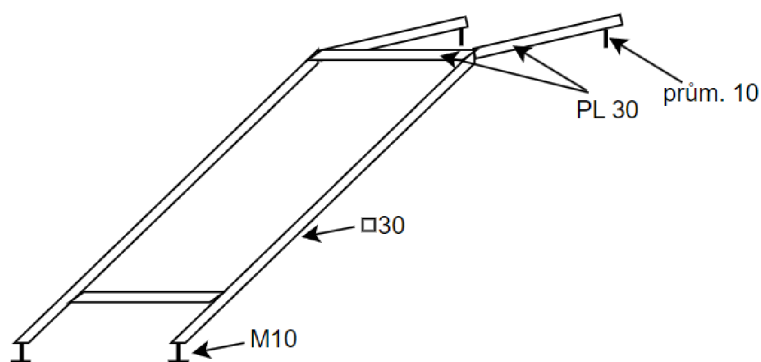
Otočný držák kotoučů pro flexi. Na nohu pracovního stolu přivařit jednoduchý pant, na něj bude navazovat jekl s kolíky pro ustavení kotoučů. Možno použít pro nejpoužívanější kotouče, tedy řezné, brusné a lamelové o velikosti 125 mm i 150 mm. Koncová pozice je možná zajistit magnetem či dorazem. Držák bude otočný a nebude tedy překážet během práce. Odstraní se potřeba chůze pro nové kotouče nebo během přetypování.



Obrázek 27: Otočný držák kotoučů [vlastní]

## 6.6 Sjezd ze stolu

Za účelem optimalizace ergonomie během manipulace s těžkým břemenem byl navržen jednoduchý sjezd ze stolu. Tento sjezd umožňuje snadný ruční přesun těžkého výrobku z výšky stolu na úroveň země. Jeho konstrukce je navržena tak, aby minimalizovala fyzickou námahu operátora při manipulaci s těžkým břemenem a zlepšila celkovou ergonomii pracovního procesu. Sjezd umožňuje přesouvat břemeno s menším úsilím a tím pádem i rizikem úrazu pracovníka. K fixaci sjezdu jsou využity kolíky na konstrukci a otvory ve stolu. Přibližné rozměry: výška 1030 mm, šířka 800 mm, úhel sjezdu 45°.



Obrázek 28: Sjezd ze stolu [vlastní]

## 6.7 Nájezd do automobilu a tažného zařízení

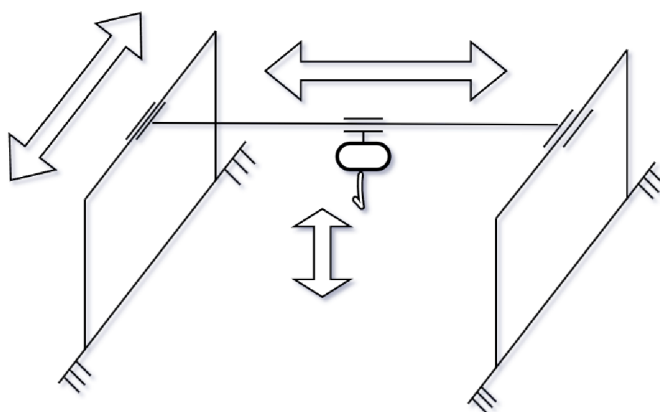
Za účelem zlepšení ergonomie během manipulace s těžkým břemenem a obecným nakládáním/vykládáním byl navržen jednoduchý nájezd do automobilu či tažného zařízení. Nájezd je navržen tak, aby se mohl naložit do automobilu, transportovat s výrobky a použít i během vykládání/nakládání. Předpokládá se, že například vozíky, na kterých budou namontovány kolečka bude moci nakládat/vykládat jedna osoba. Nájezd je možné vyrobit či koupit. Nákupní cena dvou nájezdů s maximální nosností do 500 kg je mezi 2000 Kč až 6000 Kč v závislosti na použitém materiálu a rozměrech.



Obrázek 29: Nájezd do automobilu a tažného zařízení [47]

## 6.8 Jeřáb

Za účelem zlepšení ergonomie a možnosti manipulace s těžkými břemeny byl navržen a vyčíslen kladkostroj s ručním pojezdem. Z dispozic a potřeb dílny je nejlepší variantou mostový jeřáb. Aktuální stav budovy neumožňuje zavěsit mostovou konstrukci pod strop (strop a střecha budovy nebyli na podobné zatížení konstruováni). Možnou variantou je mostovou konstrukci postavit na sloupy upevněné k podlaze dílny. Manipulační prostor 12 m (délka) x 8 m (šířka), zdvih 2,8 m. Tato investice v budoucnu umožní manipulovat po pracovní ploše s těžkými břemeny a usnadní naskladnění materiálu.



Obrázek 30: Schéma návrhu konstrukce mostového kladkostroje [vlastní]

- Určení profilu jeřábové konstrukce:

$\Psi = 1,2$  - zdvihový dynamický součinitel pro mostové jeřáby

$\varphi = 1,1$  - dynamický součinitel pro rychlost  $\leq 0,5$  m/s

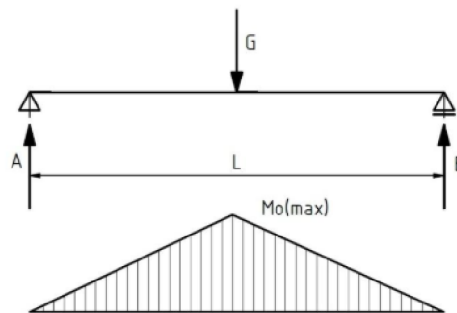
$k_1 = 1,3$  - součinitel pracovních podmínek pro mechanismus

$k_2 = 1,1$  - součinitel bezpečnosti podle druhu provozu

$k_3 = 1,3$  - součinitel spolehlivosti materiálu

$$k = k_1 * k_2 * k_3$$

$$k = 1,3 * 1,1 * 1,3 = 1,9$$



Obrázek 31: Maximální zatížení hlavního nosníku jeřábu [vlastní]

Zatížení bez dynamických účinků:

$$G = m_{\text{požadovaná}} * g + m_{\text{pojezdu}} * g \quad (2)$$

$$G = 2000 * 9,81 + 59 * 9,81 = 20198,79 \text{ N}$$

Zatížení s dynamickými účinky:

$$G_D = \Psi * m_{\text{požadovaná}} * g + \varphi * m_{\text{pojezdu}} * g \quad (3)$$

$$G_D = 1,2 * 2000 * 9,81 + 1,1 * 59 * 9,81 = 24180,669 \text{ N}$$

Maximální ohybový moment:

$$M_{o_{\text{max}}} = \frac{1}{4} * G_D * l \quad (4)$$

$$M_{o_{\text{max}}} = \frac{1}{4} * 24180,669 * 8 = 48361,338 \text{ Nm}$$

Určení průřezu profilu z dovoleného napětí:

$\sigma_k = 355 \text{ MPa}$  - Dovolené napětí

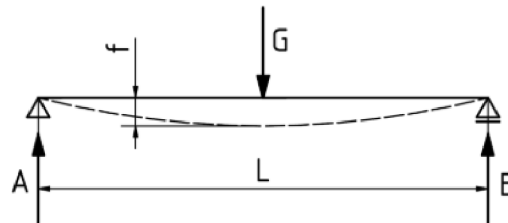
$$\sigma_{\text{dov}} = \sigma_k / k \quad (5)$$

$$\sigma_{\text{dov}} = 355 / 1,9 = 186,842 \text{ Nmm}^{-2}$$

$$W_{o_{\min}} = M_{o_{\max}} / \sigma_{\text{dov}} \quad (6)$$

$$W_{o_{\min}} = 48361,338 / 186,842 * 10^6 = 25,88 * 10^3 \text{ cm}^3$$

Volba profilu **HEB 100** válcovaný za tepla, EN 10365 (průřezový modul k ose ohybu y  $W_y = 33,5 \text{ cm}^3$ ).



Obrázek 32: Průhyb hlavního nosníku [vlastní]

Výpočet průhybu hlavního nosníku:

$E = 2,1 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$  - modul pružnosti v tahu konstrukční oceli

$J_y = 450 \text{ cm}^4$  - moment setrvačnosti profilu HEB 100 k ose y

$$f = \frac{G * l^3}{48 * E * J_y} \quad (7)$$

$$f = \frac{20198,79 * 8^3}{48 * 2,1 \cdot 10^{11} * 450 \cdot 10^{-8}} = 35,6 \text{ mm}$$

Stejným způsobem vypočten příčník (12 m). Zvolen profil **UE 100**.

Použité vzorce jsou získány z podobných návrhů strojních zařízení viz kapitola 2.15.

- Přibližný návrh rozpočtu:

Kladkostroj s maximální nosností 2000 kg je možné zakoupit do 20000 Kč.

Základní potřebné nové příslušenství se dá zakoupit do 10000 Kč. Byla navržena předběžná konstrukce z profilu HEB 100 (EN 10365) a UE 100. Délka HEB 100 12 m (7320 Kč) a UE 100 36 m (9252 Kč). Ceny z online katalogu firmy Feron (pobočka v Liberci) [48]. Boční manuální pojezdy v ceně okolo 3000 Kč. Stavební práce a úpravy do 5000 Kč. Přivedení zdroje napájecího napětí do 2000 Kč. Celková odhadovaná cena činí do 60000 Kč v použitém materiálu. Profesionální zařízení nabízejí obchodníci bez montáže většinou za přibližně 100 000 Kč. Další nutnou položkou je cena za jeřábnické a vazačské zkoušky, pro skupinu A je to zhruba 20000 Kč a 5000 Kč za vazačské.

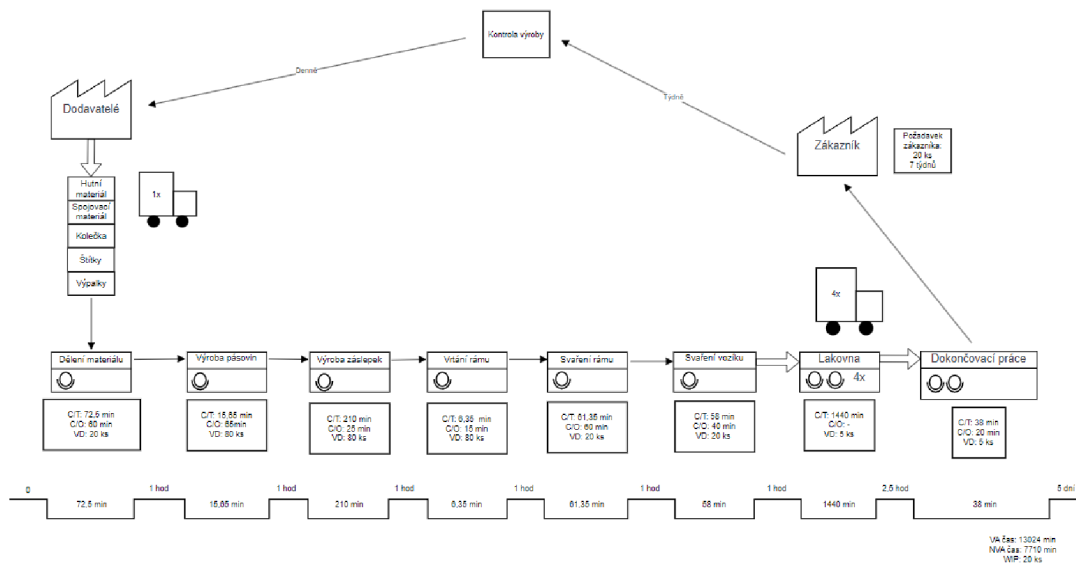
Do budoucna je potřeba zvážit také roční periodické školení jeřábníka a samotného jeřábu.



Obrázek 33: Navržený kladkostroj s pojezdem [49]

## 6.9 VSM mapa s nápravami

Pro shrnutí byl vytvořen grafický návrh vizualizace s úpravami pomocí hodnotového toku. Návrh odstraňuje nadměrné skladování, pohyby, prostoje a čekání. Návrh obsahuje doby výroby s použitím přípravků během vrtání a svařování. Vrtání jeklů je prováděno pouze jedním operátorem ještě před samotným svařením základního rámu. Dochází k optimalizaci procesu a zvýšení efektivity výroby.



Obrázek 34: VSM mapa s návrhy pro zlepšení [vlastní]

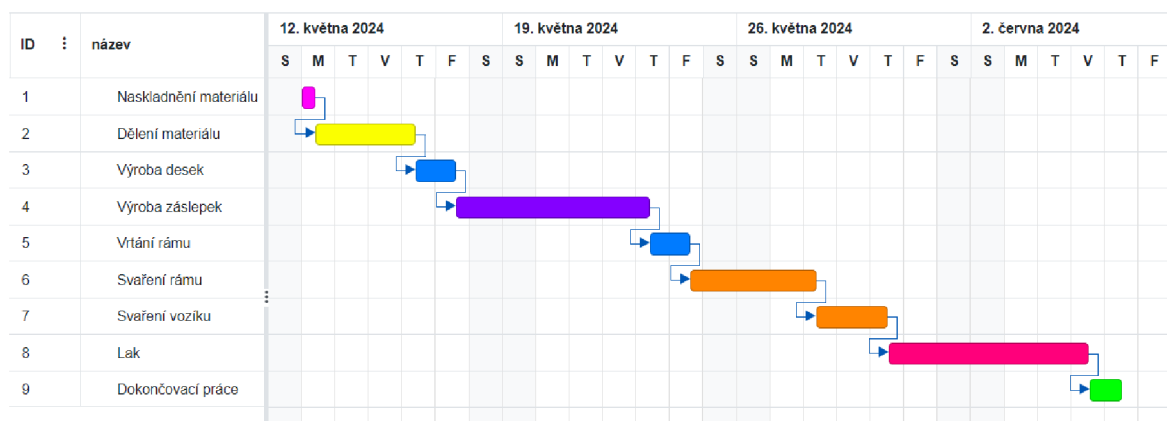
Detailnější verze hodnotového toku je v Příloze E.

## 6.10 Vizuální management a úklid

Zavedení vizuálního managementu povede ke snazší komunikaci a zvýšení efektivnosti. Zavést vizuální prvky, jako jsou nástěnky, štítky, tabule nebo barevné značení. Vytvořit značení umístění nástrojů, materiálů a pracovních prostorů. Vytvořit regálový systém. Zajistit bezpečné skladování tlakových lahví a barev včetně dostatečného označení. Nadefinovat standard úklidu, naplánovat pravidelné úklidy, zajistit vhodné úklidové prostředky, monitorovat a hodnotit stav čistoty na dílně.

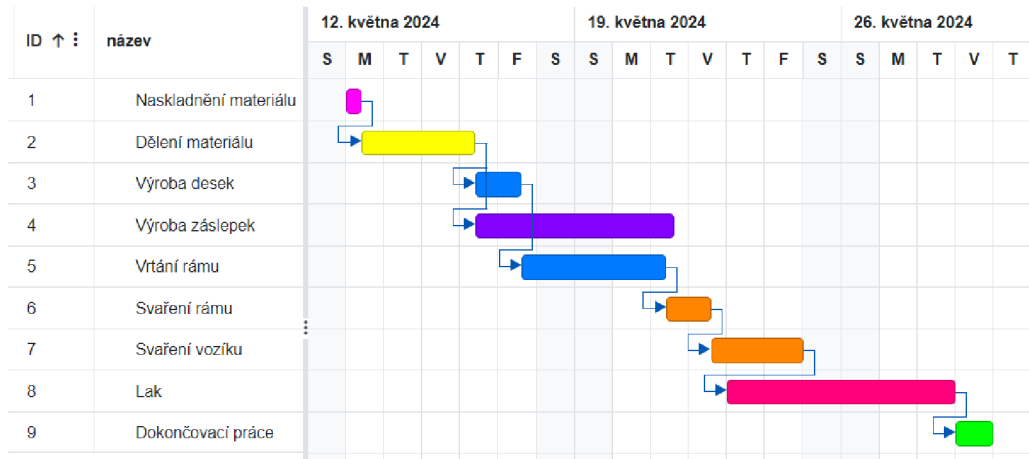
## 6.11 Plánování výroby a řízení výroby

Zlepšit dostupnost výkresové dokumentace a detailních informací o zakázce. Přehledná informační tabule se seznamem zakázek, rozpracovanosti, termínů dodání a přiřazených úkolů. Využití Ganttových diagramů či PERT pro orientaci v rozpracovanosti zakázek. Pravidelné ranní schůzky s přiřazením práce a sdělení nových informací o stávajících zakázkách. Každodenní schůzky s naučenými postupy a režimem zlepši komunikaci na pracovišti, možnost dalšího plánování zakázek a zpřesní odhady dokončení výroby.



Obrázek 35: Ganttův diagram verze 1 [vlastní]

Příkladem možného plánování a řízení výroby je obrázek 35, na kterém je Ganttův diagram verze 1. Výrobu provádí jeden pracovník (metoda Finish to Start). Doba výroby zakázky v této verzi činí 3,5 týdne.



Obrázek 36: Ganttův diagram verze 2 [vlastní]

Druhá možná verze je zobrazena na obrázku 36. Zde jsou zaplánováni dva operátoři (pro lepší dělbou práce). Doba výroby zakázky v této verzi činí 2,5 týdne. První transport do lakovny je proveden po vyrobení první transportní dávky (5 ks). Tuto verzi lze využít pro nejkratší dobu výroby zakázky při zaplánování dvou pracovníků.

Grafy byly vypracovány v online softwaru: <https://www.onlinegantt.com/#/gantt> [50]  
Do zadání byli vloženy výrobní časy s použitím vrtacího a svařovacího přípravku. Doba pracovní směny je 8 hodin. Dny v kalendáři jsou pouze ilustrační.

## 6.12 Komplexní řešení

Komplexní řešení by započalo zlepšením plánování výroby. Detailnější plánování logistiky a výrobních procesů. Využití informačních tabulí pro snazší komunikaci v řízení výroby. Zavedení přípravků zjednodušujících výrobu, zkrácení výrobních časů operací, zlepšení ergonomie a snížení plýtvání. Nákup nových pracovních pomůcek pro snazší používání. Přínosnou inovací by bylo vyrobení či zakoupení jeřábu.



## 7. Návrh implementace inovací a zhodnocení proti současnému stavu

Návrh postupu implementace inovací z kapitoly 6 vycházející z analýz současného stavu a identifikovaných oblastí s potenciálem pro zlepšení:

- Zavést denní ranní porady se standardním režimem
- Vytvořit informační tabuli s doporučenými informacemi a pravidelně ji aktualizovat
- Koupit běžně dostupné přípravky (svěrky, nájezd a mobilní svářečka)
- Provést změny v pracovních a technologických postupech z návrhu pro optimalizaci výroby vozíků (vrtat nesvařené jekly, využívat přípravky)
- Přemístit, zprovoznit a zaplánovat druhou vrtačku
- Vyrobit otočný držák kotoučů na pracovní stůl
- Nařezat a vyrobit sjezd ze stolu pro snazší manipulaci s těžkými břemeny
- Zorganizovat velký úklid, určit přesné pozice nástrojů a označit je, navrhnout dobu periodických úklidů
- Zavést regálový systém s dostatečným označením pozic
- Vytvořit bezpečný a označený skladovací systém tlakových láhví a barev
- V případě objednávky vozíků připravit přípravky před zahájením samotné výroby
- Koupit profily HEB 100 (12 m) a UE 100 (36 m). Neřezat je na potřebný rozměr. Do země vyvrtat otvory, připravit závitové tyče a vložit je spolu s chemickou kotvou. Na stojny jeřábové konstrukce přivařit patky z ploché tyče s otvory. Smontovat konstrukci jeřábu. Umístit kladkostroj. Připojit zařízení k elektrické síti. Proškolit pracovníka jeřábnickým a vazačským kurzem.
- Implementovat jeřáb do procesů výroby a naskladnění hutního materiálu
- Opravit vysokozdvíhový vozík a implementovat do procesů
- Změna firemní kultury směrem k vyšší flexibilitě a otevřenosti k novým metodám a technologiím

Zhodnocení implementace navrhovaných inovací vůči současnému stavu:

- Zlepšení komunikace na pracovišti
- Plynulejší chod výroby - více informací pro operátory - zapojení operátorů do dění na dílně
- Zkrácení doby výroby
- Nové časy s použitím jeřábu (delší)
- Snížení lidské námahy použitím jeřábu
- Optimalizace výroby
- Zvýšení efektivity během výroby
- Uvolnění pracovníka (manipulace těžkých břemen v jednom pracovníkovi)
- Zlepšení ergonomie během výroby
- Odstranění překročení hygienického limitu
- Zvýšení bezpečnosti a udržitelnosti operátorů
- Odstranění meziskladů
- Snížení či odstranění plýtvání
- Modernizace podniku
- Zvýšení zisků
- Nepřímé zvýšení konkurenceschopnosti

## 8 Závěr

Cílem této diplomové práce byla optimalizace procesů a modernizace pracoviště na základě firemních cílů a požadavků pomocí metod Průmyslového inženýrství. Práce v sobě zahrnuje několik takových metod, jako například nepřímé měření práce či VSM a následné návrhy inovací vedoucí k optimalizaci.

Na začátku práce byl představen popis hlavních výrobních a servisních procesů vykonávající daný řemeslný podnik. Různými metodami bylo zkoumáno provedení výrobních operací, ergonomie během procesů, používané přípravky, metody plánování a řízení výroby. Největší část analýzy se týkala výroby vozíků skladovacích boxů. Po identifikaci oblastí s potenciálem pro zlepšení jsou navrženy dílčí inovace a výběr komplexního řešení vedoucí k optimalizaci a modernizaci výroby. Závěr práce spočíval v návrhu implementace inovací a zhodnocení proti současnému stavu.

Analýzy provedené během této diplomové práce poskytly přehled o aktuálním stavu výrobních procesů v zámečnické dílně. Byly identifikovány klíčové oblasti, kde dochází k různým druhům plýtvání, a bylo zjištěno, že určité výrobní postupy a pracovní metody nejsou optimálně nastavené. Zejména operace vrtání a svařování představují vhodné oblasti pro inovace. Dále byla odhalena nutnost zlepšení ergonomie pracoviště, kde docházelo k překročení limitů hygienických norem daných českou legislativou. Oblasti plánování a řízení výroby také vykazují potřebu změny a modernizace.

Na základě provedených analýz, byly navrženy konkrétní inovace a návrh postupu jejich implementace, zaměřené na optimalizaci výrobních procesů a modernizaci zámečnické dílny. Návrh zahrnuje opravu, nákup a výrobu nových pracovních pomůcek, změnu pracovních a technologických postupů. Mezi návrhy, je i zaměření na zlepšení plánování a řízení výroby. Důležitou součástí inovací je také návrh implementace jeřábu pro zlepšení ergonomie pracovního prostředí.

Porovnání současného stavu výroby s implementovanými inovacemi ukázalo výrazné zlepšení v několika klíčových oblastech. Došlo ke snížení plýtvání a zvýšení produktivity práce. Zlepšila se také kvalita výrobků. Ergonomické úpravy pracovního prostředí přispěly ke snížení úrazovosti a zvýšení komfortu zaměstnanců. Celkově lze

konstatovat, že zavedené inovace přinesly významnou modernizaci, zlepšení efektivity a kvality výroby.

Na základě provedených analýz a zhodnocení inovací doporučuji podniku pokračovat v aplikaci metod průmyslového inženýrství a udržovat vysoký standard kvality a efektivity. Je důležité nadále investovat do školení zaměstnanců a pravidelného upgradu technologických zařízení. Podnik by také měl pravidelně provádět analýzy efektivity, aby mohl včas identifikovat oblasti s potenciálem pro další zlepšení. V budoucnu by podnik mohl zvážit provedení dalších detailních analýz zaměřených na optimalizaci specifických výrobních procesů a pracovních operací. Mohlo by být užitečné provést analýzu celkové efektivity logistických procesů a skladového hospodářství, aby se zajistilo co nejefektivnější využití materiálových toků. Výzkum a zkoumání nových technologických trendů, jako je průmysl 4.0 a internet věcí (IoT), by mohly přinést další významné přínosy pro zlepšení výrobních procesů.

## Seznam použité literatury

- [1] PLŠEK, Vladimír. Třídy jeřábů. *JEŘÁBY a ZDVIHACÍ ZAŘÍZENÍ* [online]. [vid. 2024-05-17]. Dostupné z: <https://www.technikerevize.cz/tridy-jerabu.html>
- [2] *Jednonosníkové mostové jeřáby ELV, ELK a ELS* | iteco.cz [online]. [vid. 2024-05-17]. Dostupné z: <https://www.iteco.cz/jednonosnikove-mostove-je-raby-elv-elk-a-els.html>
- [3] SCHOLLEOVÁ, Hana. *Investiční controlling*. B.m.: Grada Publishing a.s., 2009. ISBN 978-80-247-2952-7.
- [4] Return on Investment (ROI): How to Calculate It and What It Means. *Investopedia* [online]. [vid. 2024-05-15]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/r/returnoninvestment.asp>
- [5] What Is ROI? How to Calculate Return on Investment | Definition from TechTarget. *CIO* [online]. [vid. 2024-05-15]. Dostupné z: <https://www.techtarget.com/searchcio/definition/ROI>
- [6] INSTITUT PRO VEŘEJNOU SPRÁVU PRAHA. *VEŘEJNÉ ZAKÁZKY MALÉHO ROZSAHU Studijní příručka pro zastupitele obcí 2020*. B.m.: Ministerstvo vnitra České republiky. 2020
- [7] Správný postup při získávání veřejných zakázek. *BusinessInfo.cz* [online]. [vid. 2024-05-16]. Dostupné z: <https://www.businessinfo.cz/navody/spravny-postup-pri-ziskavani-verejnych-zakazek-ppbi/>
- [8] *Jednotlivé metody a nástroje (I - P)* | API Akademie [online]. [vid. 2024-05-16]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/24887-jednotlive-metody-a-nastroje-i-p>
- [9] DBA, PhDr Ing Petr Mašín Ph D. *Procesní management*. B.m.: Vysoká škola ekonomie a managementu, 2020. ISBN 978-80-88330-29-5.
- [10] *DP - Jan Mikeska.pdf* [online]. [vid. 2024-05-16]. Dostupné z: <https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/53614/1/DP%20-%20Jan%20Mikeska.pdf>
- [11] *8\_prednaska.pdf* [online]. [vid. 2024-05-16]. Dostupné z: [http://www.kvs.tul.cz/download/pi\\_pvs/8\\_prednaska.pdf](http://www.kvs.tul.cz/download/pi_pvs/8_prednaska.pdf)
- [12] VAVRUŠKA, Jan. Systémy předem určených časů. nedatováno.
- [13] VIHAROS, Zsolt J a Bernadett BÁN. Comprehensive Comparison of MTM and BasicMOST, as the Most Widely Applied PMTS Analysis Methods. nedatováno.
- [14] *MZ\_02\_MOST\_DATAKARTA.pdf* [online]. [vid. 2024-05-16]. Dostupné z: [http://educom.tul.cz/educom/inovace/VP/MZ\\_02\\_MOST\\_DATAKARTA.pdf](http://educom.tul.cz/educom/inovace/VP/MZ_02_MOST_DATAKARTA.pdf)
- [15] *VY\_03\_06-VSM value stream mapping\_MZ\_6.pdf* [online]. [vid. 2024-05-16]. Dostupné z: [http://educom.tul.cz/educom/inovace/PI/VY\\_03\\_06-VSM%20value%20stream%20mapping\\_MZ\\_6.pdf](http://educom.tul.cz/educom/inovace/PI/VY_03_06-VSM%20value%20stream%20mapping_MZ_6.pdf)
- [16] *Lean Thinking: Reduction of Waste, Lead Time, Cost through Lean Manufacturing Tools and Technique - PDF Free Download* [online]. [vid. 2024-05-16]. Dostupné z: <https://docplayer.net/20621768-Lean-thinking-reduction-of-waste-lead-time-cost-through-lean-manufacturing-tools-and-technique.html>
- [17] *Zmapujte hodnotový tok pomocí metody VSM* | API Akademie [online]. [vid. 2024-05-16]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25849n-zmapujte-hodnotovy-tok-pomoci-metody-vsm>
- [18] R.O, MPSV, TREXIMA, spol s. *Příručka pro personální agendu a odměňování zaměstnanců* [online]. [vid. 2024-05-16]. Dostupné z: <https://ppropo.mpsv.cz/XII34Pracovniurazyyanemocizpovola>
- [19] *Data a statistiky Gateway Research Data* | NIOSH | CDC [online]. 12. duben 2024 [vid. 2024-05-16]. Dostupné z: <https://www.cdc.gov/niosh/data/researchdata.html>
- [20] Aktuální populační vývoj v kostce. *Aktuální populační vývoj v kostce* [online]. [vid. 2024-05-16]. Dostupné

- z: <https://www.czso.cz/csu/czso/aktualni-populacni-vyvoj-v-kostce>
- [21] Pracovní neschopnost pro nemoc a úraz v České republice - 1. pololetí 2023. *Pracovní neschopnost pro nemoc a úraz v České republice - 1. pololetí 2023* [online]. [vid. 2024-05-16]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/pracovni-neschopnost-pro-nemoc-a-uraz-v-ceske-republice-1-pololeti-2023>
- [22] INFO@AION.CZ, AION CS-. 309/2006 Sb. Zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. *Zákony pro lidi* [online]. [vid. 2024-05-16]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-309>
- [23] MALÝ, Stanislav, Lenka SVOBODOVÁ, Jiří TILHON a Iveta MLEZIVOVÁ. Ergonomické stresory pod kontrolou aneb Ergonomie – jak na to. nedatováno.
- [24] R.O, MPSV, TREXIMA, spol. s. *Příručka pro personální agendu a odměňování zaměstnanců* [online]. [vid. 2024-05-16]. Dostupné z: [https://ppropo.mpsv.cz/narizeni\\_vlady\\_361\\_2007](https://ppropo.mpsv.cz/narizeni_vlady_361_2007)
- [25] *Manipulace s břemeny* | *BOZPinfo.cz* [online]. [vid. 2024-05-16]. Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/manipulace-s-bremeny>
- [26] POČTA, Jan. *Řízení výrobních procesů*. Ostrava: VŠB, 2012. ISBN 978-80-248-2589-2.
- [27] ŘEPA, Václav. *Podnikové procesy*. Praha: Grada Publishing, a. s., 2007. ISBN 978-80-247-2252-8.
- [28] BAIYERE, Abayomi, Hannu SALMELA a Tommi TAPANAINEN. Digital transformation and the new logics of business process management. *European Journal of Information Systems* [online]. 2020, **29**(3), 238–259 [vid. 2024-05-16]. ISSN 0960-085X. Dostupné z: doi:10.1080/0960085X.2020.1718007
- [29] *3 transformativní postupy při plánování práce zaměstnanců* [online]. [vid. 2024-05-16]. Dostupné z: <https://onsinch.com/cs/blog/3-transformativni-postupy-pri-planovani-pracovniku>
- [30] SAM1. Jak efektivně plánovat práci v terénu? Řízení služeb v terénu. *Globema CZ* [online]. 15. červen 2022 [vid. 2024-05-16]. Dostupné z: <https://www.globema.cz/jak-efektivne-planovat-praci-v-terenu/>
- [31] *Ganttův diagram - Easy Project* [online]. [vid. 2024-05-16]. Dostupné z: <https://www.easypjroject.cz/dokumentace/clanek/ganttuv-diagram>
- [32] ŠTĚPNIČKA, Petr. Důvody, které dělají Ganttův diagram (ne)ocenitelným pomocníkem. *Lumeer* [online]. 14. prosinec 2020 [vid. 2024-05-16]. Dostupné z: <https://www.lumeer.io/cs/ganttuv-diagram/>
- [33] ROSER, Professor Dr Christoph. Vizuální management. *Průmyslové inženýrství* [online]. 4. leden 2019 [vid. 2024-05-16]. Dostupné z: <https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/2019/01/04/vizualni-management/>
- [34] *VIZUÁLNÍ MANAGEMENT - Escare - lean manufacture & kaizen workshopy & lean management & produktivita práce* [online]. 15. únor 2021 [vid. 2024-05-16]. Dostupné z: <https://www.escare.cz/metodika/vizualni-management/>, <https://www.escare.cz/metodika/vizualni-management/>
- [35] MAŠÍN, Ivan. *Cesty k vyšší produktivitě*. 1996. ISBN 80-902235-0-8.
- [36] *VY\_03\_022-Refa a měření práce\_MZ\_5.pdf* [online]. [vid. 2024-05-16]. Dostupné z: [http://educom.tul.cz/educom/inovace/PI/VY\\_03\\_022-Refa%20a%20m%C4%9B%C5%99en%C3%AD%20pr%C3%A1ce\\_MZ\\_5.pdf](http://educom.tul.cz/educom/inovace/PI/VY_03_022-Refa%20a%20m%C4%9B%C5%99en%C3%AD%20pr%C3%A1ce_MZ_5.pdf)
- [37] Naučte se vidět a odstraňovat plýtvání | MM Průmyslové spektrum. *www.mmspektrum.com* [online]. [vid. 2024-05-16]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/naucte-se-videt-a-odstranovat-plytvani>
- [38] *Řemeslo 4.0 netáhne :: Přinášíme vám informace, které dávají smysl* [online]. [vid. 2024-05-16]. Dostupné z: <https://www.casopisczechindustry.cz/products/remeslo-4-0-netahne/>
- [39] *Industry 4.0 – What works, what doesn't* | *AllAboutLean.com* [online]. 3. říjen 2017 [vid. 2024-05-16]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/industry-4-0-potentials/>

- [40] *Asociace malých a středních podniků a živnostníků ČR | AMSP ČR představuje Řemeslo 4.0: Drony, chytré domácnosti a 3D tiskárny* [online]. [vid. 2024-05-16]. Dostupné z: <https://amsp.cz/amsp-cr-predstavuje-remeslo-4-0-drony-chytre-domacnosti-a-3d-tiskarny/>
- [41] *content.pdf* [online]. [vid. 2024-05-16]. Dostupné z: <https://dspace.tul.cz/server/api/core/bitstreams/dad9ca1b-7f50-4895-a609-f1f14fbd1b9f/content>
- [42] TOVÁRNA. Udržitelnost se dostává skoro do všech odvětví. *Vše o průmyslu* [online]. [vid. 2024-05-16]. Dostupné z: <https://www.vseoprumeru.cz/inspirace/trendy/udrizitelnost-se-dostava-skoro-do-vsech-odvetvi.html>
- [43] *zav\_prace\_soubor\_verejne.pdf* [online]. [vid. 2024-05-16]. Dostupné z: [https://www.vut.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=86057](https://www.vut.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=86057)
- [44] ČEJKA, Jan. Návrh mostového jeřábu ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE. nedatováno.
- [45] *Zámečnické svěrky | Šimek.eu - vše pro truhláře* [online]. [vid. 2024-05-16]. Dostupné z: <https://www.simek.eu/sverky-a-ztuzidla/sverky-pro-kovovyrobu/>
- [46] WWW.SVARECIKUKLA.CZ. Svářečka CO2 Powermat 230T. *svarecikukla.cz* [online]. [vid. 2024-05-16]. Dostupné z: [https://www.svarecikukla.cz/svarecka-co2-powermat-230t-pro-mig--mma-a-tig/?utm\\_source=tanganica&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=tgh0e77eed1964d59b048cafcc2d6aa7ac0&utm\\_term=Cj0KCQjw\\_-GxBhC1ARIsADGgDjsS\\_VsBekD1uFSHsXHUPcVBt2nFSfG0GdcrCe8LyYhaHx4NwMBv5gMaAI5LEALw\\_wcB&gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQjw\\_-GxBhC1ARIsADGgDjsS\\_VsBekD1uFSHsXHUPcVBt2nFSfG0GdcrCe8LyYhaHx4NwMBv5gMaAI5LEALw\\_wcB](https://www.svarecikukla.cz/svarecka-co2-powermat-230t-pro-mig--mma-a-tig/?utm_source=tanganica&utm_medium=cpc&utm_campaign=tgh0e77eed1964d59b048cafcc2d6aa7ac0&utm_term=Cj0KCQjw_-GxBhC1ARIsADGgDjsS_VsBekD1uFSHsXHUPcVBt2nFSfG0GdcrCe8LyYhaHx4NwMBv5gMaAI5LEALw_wcB&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw_-GxBhC1ARIsADGgDjsS_VsBekD1uFSHsXHUPcVBt2nFSfG0GdcrCe8LyYhaHx4NwMBv5gMaAI5LEALw_wcB)
- [47] SHOP5.CZ, *najezdy-rampy.cz* objednávky@contia.cz na systemu. Hliníkové nájezdy obloukové MM011S0 - 1500 mm, max.nosnost 540 kg Metalmec. *najezdy-rampy.cz* [online]. [vid. 2024-05-16]. Dostupné z: <https://najezdy-rampy.cz/hlinikove-najezdy-obloukove-mm011s0-1500-mm-max-nosnost-540-kg/>
- [48] *Pobočka Liberec | FERONA a.s.* [online]. [vid. 2024-05-16]. Dostupné z: <https://www.ferona.cz/pobocka-liberec>
- [49] SLAPFACE, AZ Computers. *Elektrický řetězový kladkostroj na 2000kg s vozíkem | Kladkostroje LIFTKET* [online]. [vid. 2024-05-16]. Dostupné z: [https://www.kladkostroje.cz/produkt/elektricky-retezovy-kladkostroj-na-2000kg-s-vozikem?category=1&load\\_capacity=2000&pageNo=1&\\_gl=1%2A1utxeic%2A\\_up%2AMQ..&gclid=Cj0KCQjw6PGxBhCVARIsAlumnWa1rWTMwKX5JpOo7QgoC6\\_PPf42mB0TNCpjrTgWGZfMiXYRd0oYNPMAp7REALw\\_wcB](https://www.kladkostroje.cz/produkt/elektricky-retezovy-kladkostroj-na-2000kg-s-vozikem?category=1&load_capacity=2000&pageNo=1&_gl=1%2A1utxeic%2A_up%2AMQ..&gclid=Cj0KCQjw6PGxBhCVARIsAlumnWa1rWTMwKX5JpOo7QgoC6_PPf42mB0TNCpjrTgWGZfMiXYRd0oYNPMAp7REALw_wcB)
- [50] *Free Online Gantt Chart Software* [online]. [vid. 2024-05-18]. Dostupné z: <https://www.onlinegantt.com>

## **Přílohy**

### **Obsah**

|   |    |
|---|----|
| Příloha A - Popis pracoviště.....                       | 71 |
| Příloha B - Souhrn operačních úseků.....                | 71 |
| Příloha C - Basic MOST.....                             | 72 |
| Příloha D - Mapa hodnotového toku současného stavu..... | 78 |
| Příloha E - VSM mapa s návrhy pro zlepšení .....        | 79 |



## Příloha A - Popis pracoviště

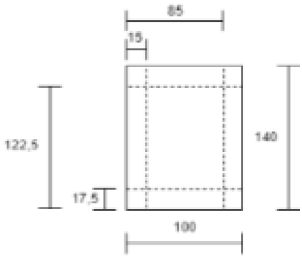
|                               |   |
|-------------------------------|---|
| Ev. č.                        | Popis pracoviště  |
| List/listů                    | —Plánovací / Pozorovací analýza   |
| Název operace                 | Výroba vozíku   |
| Organizační jednotka          | Zámečnická dílna  |
| Zpracoval / Datum             | Falta 2. 4. 2024  |
| Fotografie                    | viz kapitola 2  |
| Charakteristiky pracoviště    | Zámečnická dílna - MAG a TIG svařování, pásová pila, stojanová vrtačka, padací nůžky, lis, různé ruční nářadí |
| Pracovní a pomocné prostředky | Pracovní a svařovací rukavice, svářečská kukla, filtr vzduchu   |
| Osoby                         | 3   |
| Osobní ochranné pomůcky       | Ochrana zraku, ochrana sluchu, pracovní uzavřená obuv   |
| Referenční vlivy prostředí    | Hluk; prašnost; létající části; těžké, horké a ostré předměty   |
| Zvláštní požadavky na proces  | Svářečský certifikát, řidičský průkaz sk. B   |

## Příloha B - Souhrn operačních úseků

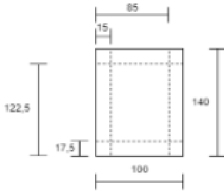
| Ev. č.                    | Souhrn operačních úseků                |            |         |     |                 |
|---------------------------|--|------------|---------|-----|-----------------|
| List/listů                | —Plánovací / Pozorovací analýza        |            |         |     |                 |
| Verze/datum               | 02.04.2024                             |            |         |     |                 |
| Zakázka                   | Vozík                                  |            |         |     |                 |
| Začátek                   | Prosinec 2023                          |            |         |     |                 |
| Obsah                     | Výroba 20 ks vozíků v zámečnické dílně |            |         |     |                 |
| Konec                     | Leden 2024                             |            |         |     |                 |
| Ohraničení                | Listopad 2023 - 26.01.2024             |            |         |     |                 |
| číslo úseku               | Popis                                  | kód úseku  | TMU     | PxČ | Celkem TMU      |
| 1                         | Zaskladnění materiálu                  | Sklad      | 7084,75 | 20  | 141695          |
|                           | Transport                              | -          | 510     | 45  | 22950           |
| 2                         | Dělení materiálu                       | Řezárna    | 67513,5 | 20  | 1350270         |
| 2                         | Úklid pily                             | Řezárna    | 5001    | 3   | 15003           |
|                           | Transport                              | -          | 390     | 34  | 13260           |
|                           | Transport                              | -          | 390     | 34  | 13260           |
| 3                         | Čištění materiálu                      | Prac. stůl | 47509,5 | 20  | 950190          |
| 3                         | Úklid stolu                            | Prac. stůl | 5001    | 1   | 5001            |
|                           | Transport                              | -          | 680     | 6   | 4080            |
| 3                         | Rýsování desek                         | Prac. stůl | 1420    | 80  | 113600          |
| 3                         | Důlžkování desek                       | Prac. stůl | 2440    | 80  | 195200          |
|                           | Transport                              | -          | 380     | 6   | 2280            |
| 4                         | Příprava vrtačky 1                     | Vrtačka 1  | 8335    | 1   | 8335            |
| 4                         | Vrtání desek                           | Vrtačka 1  | 4670    | 80  | 373600          |
| 4                         | Úklid vrtačky 1                        | Vrtačka 1  | 6668    | 3   | 20004           |
| 5                         | Broušení nástroje                      | Bruska     | 5001    | 7   | 35007           |
| 4                         | Příprava vrtačky 1                     | Vrtačka 1  | 8335    | 1   | 8335            |
| 4                         | Sražení hran otvorů                    | Vrtačka 1  | 5180    | 80  | 414400          |
| 4                         | Úklid vrtačky 1                        | Vrtačka 1  | 5001    | 1   | 5001            |
| 4                         | Příprava vrtačky 1                     | Vrtačka 1  | 13336   | 1   | 13336           |
| 4                         | Závitování                             | Vrtačka 1  | 2630    | 80  | 210400          |
| 4                         | Úklid vrtačky 1                        | Vrtačka 1  | 8335    | 1   | 8335            |
| 4                         | Čištění desek                          | Vrtačka 1  | 820     | 80  | 65600           |
|                           | Transport                              | -          | 380     | 6   | 2280            |
| 3                         | Příprava svářečky                      | Prac. stůl | 6668    | 1   | 6668            |
| 3                         | Svařování základního rámu - bodování   | Prac. stůl | 11260   | 20  | 225200          |
| 3                         | Svařování základního rámu              | Prac. stůl | 12840   | 20  | 256800          |
| 3                         | Broušení základního rámu               | Prac. stůl | 20280   | 20  | 405600          |
| 3                         | Svařování desek                        | Prac. stůl | 12040   | 20  | 240800          |
| 3                         | Úklid pracovního stolu                 | Prac. stůl | 5001    | 20  | 100020          |
| 4                         | Vrtání rámu                            | Vrtačka 1  | 20004   | 20  | 400080          |
| 4                         | Úklid vrtačky 1                        | Vrtačka 1  | 6668    | 1   | 6668            |
|                           | Závitování rámu                        | -          | 15003   | 20  | 300060          |
| 3                         | Svařování zbytku rámu                  | Prac. stůl | 63346   | 20  | 1266920         |
| 3                         | Úklid pracovního stolu                 | Prac. stůl | 16670   | 1   | 16670           |
|                           | Čištění rámu - konec                   | -          | 33340   | 20  | 666800          |
| <b>Základní čas v TMU</b> |  |            |         |     | <b>7883708</b>  |
| <b>Základní čas v min</b> |  |            |         |     | <b>4729,279</b> |
| <b>Základní čas v hod</b> |  |            |         |     | <b>78,82132</b> |

Příloha C - Basic MOST

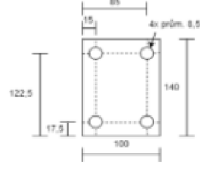
Rýsování desek

| BasicMost   |   |   |    |  |              |      |    |     |
|---|---|---|----|--|--------------|------|----|-----|
| Výpočet času manuální práce                                   |   |   |    |  |              |      |    |     |
| Výrobek   | Název výrobku: Vozík<br>Č. výkresu: -<br>Název operace: Rýsování desek<br>Č. operace: 17<br>Počet kusů: 1<br>Materiál: S235JR |   |    | Náčrtek:<br> |              |      |    |     |
|   | Stroj   | Pracoviště: Svářecí stůl<br>Typ stroje: - |    |  |              |      |    |     |
| Poznámky: 1 ks desky pro přidělení kolečka na vozík - rýsovat |   |   |    |  |              |      |    |     |
| P. č.   | R   | Popis                                     | Se | Sekvence   |              |      | Fr | TMU |
| 1   | L   | Donést rýsovací posuvku                   | OP | A 10 B 0 G 3   | A 0 B 0 P 0  | A 10 | 1  | 230 |
| 2   | O   | Nastavit posuvku                          | R  | A 0 B 0 G 0  | M 6 X 0 I 16 | A 0  | 1  | 220 |
| 3   | P   | Uchopit kus                               | OP | A 1 B 0 G 3  | A 0 B 0 P 0  | A 0  | 1  | 40  |
| 4   | L   | Rýsovat                                   | NR | A 0 B 0 G 0  | A 0 B 0 P 0  | R 3  | 1  | 30  |
| 5   | P   | Otočit kus                                | R  | A 0 B 0 G 0  | M 3 X 0 I 0  | A 0  | 1  | 30  |
| 6   | L   | Rýsovat                                   | NR | A 0 B 0 G 0  | A 0 B 0 P 0  | R 3  | 1  | 30  |
| 7   | P   | Položit kus                               | OP | A 1 B 0 G 0  | A 0 B 0 P 1  | A 0  | 1  | 20  |
| 8   | O   | Nastavit posuvku                          | R  | A 0 B 0 G 0  | M 6 X 0 I 16 | A 0  | 1  | 220 |
| 9   | P   | Uchopit kus                               | OP | A 1 B 0 G 3  | A 0 B 0 P 0  | A 0  | 1  | 40  |
| 10  | P   | Otočit kus                                | R  | A 0 B 0 G 0  | M 3 X 0 I 0  | A 0  | 1  | 30  |
| 11  | L   | Rýsovat                                   | NR | A 0 B 0 G 0  | A 0 B 0 P 0  | R 3  | 1  | 30  |
| 12  | P   | Otočit kus                                | R  | A 0 B 0 G 0  | M 3 X 0 I 0  | A 0  | 1  | 30  |
| 13  | L   | Rýsovat                                   | NR | A 0 B 0 G 0  | A 0 B 0 P 0  | R 3  | 1  | 30  |
| 14  | P   | Položit kus                               | OP | A 1 B 0 G 0  | A 0 B 0 P 1  | A 0  | 1  | 20  |
| 15  | O   | Nastavit posuvku                          | R  | A 0 B 0 G 0  | M 6 X 0 I 1  | A 0  | 1  | 70  |
| 16  | P   | Položit posuvku                           | OP | A 1 B 0 G 0  | A 0 B 0 P 1  | A 0  | 1  | 20  |
| 17  | P   | Umístit kus                               | OP | A 1 B 0 G 0  | A 0 B 0 P 6  | A 0  | 1  | 70  |
| 18  | O   | Uložit posuvku                            | OP | A 10 B 0 G 0   | A 0 B 0 P 6  | A 10 | 1  | 260 |
| Celková spotřeba času:  |   |   |    | 0,85   | 51,08        | 1420 |    |     |
|   |   |   |    | minut  | sekund       | TMU  |    |     |

## Důlčkování desek

| BasicMost   |   |                 |    |  |              |      |    |     |
|---|---|-----------------|----|--|--------------|------|----|-----|
| Výpočet času manuální práce                       |   |                 |    |  |              |      |    |     |
| Výrobek   | Název výrobku: Vozík<br>Č. výkresu: -<br>Název operace: Důlčkování desek<br>Č. operace: 18<br>Počet kusů: 1<br>Materiál: S235JR |                 |    | Náčrtek:   |              |      |    |     |
|   | Stroj<br>Pracoviště: Svářecí stůl<br>Typ stroje: -  |                 |    |  |              |      |    |     |
| Poznámky: 1 ks desky pro přidání kolečka na vozík |   |                 |    |  |              |      |    |     |
| P. č.   | R   | Popis           | Se | Sekvence   |              |      | Fr | TMU |
| 1   | O   | Donést kladivo  | OP | A 10 B 0 G 3   | A 0 B 0 P 0  | A 10 | 1  | 230 |
| 2   | O   | Položit kladivo | OP | A 1 B 0 G 0  | A 0 B 0 P 3  | A 0  | 1  | 40  |
| 3   | O   | Donést důlčík   | OP | A 10 B 0 G 3   | A 0 B 0 P 0  | A 10 | 1  | 230 |
| 4   | O   | Položit důlčík  | OP | A 1 B 0 G 0  | A 0 B 0 P 3  | A 0  | 1  | 40  |
| 5   | O   | Umístit kus     | OP | A 1 B 0 G 0  | A 0 B 0 P 6  | A 0  | 1  | 70  |
| 6   | L   | Uchopit kladivo | OP | A 1 B 0 G 3  | A 0 B 0 P 0  | A 0  | 1  | 40  |
| 7   | P   | Uchopit důlčík  | OP | A 1 B 0 G 3  | A 0 B 0 P 0  | A 0  | 1  | 40  |
| 8   | P   | Umístit důlčík  | R  | A 1 B 0 G 0  | M 0 X 0 I 16 | A 0  | 4  | 680 |
| 9   | L   | Udeřit kladivem | NL | A 0 B 0 G 0  | A 0 B 0 P 0  | L 10 | 4  | 400 |
| 10  | P   | Položit důlčík  | OP | A 1 B 0 G 0  | A 0 B 0 P 3  | A 0  | 1  | 40  |
| 11  | L   | Položit kladivo | OP | A 1 B 0 G 0  | A 0 B 0 P 3  | A 0  | 1  | 40  |
| 12  | O   | Umístit desku   | OP | A 1 B 0 G 0  | A 0 B 0 P 6  | A 0  | 1  | 70  |
| 13  | O   | Uložit kladivo  | OP | A 10 B 0 G 0   | A 0 B 0 P 6  | A 10 | 1  | 260 |
| 14  | O   | Uložit důlčík   | OP | A 10 B 0 G 0   | A 0 B 0 P 6  | A 10 | 1  | 260 |
| Celková spotřeba času:                            |   |                 |    | 1,46   | 87,77        | 2440 |    |     |
|   |   |                 |    | minut  | sekund       | TMU  |    |     |

## Vrtání desek

| BasicMost   |   |                         |    |  |               |      |    |      |
|---|---|-------------------------|----|--|---------------|------|----|------|
| Výpočet času manuální práce                                 |   |                         |    |  |               |      |    |      |
| Výrobek   | Název výrobku: Vozík<br>Č. výkresu: -<br>Název operace: Vrtání desek<br>Č. operace: 19<br>Počet kusů: 1<br>Materiál: S235JR |                         |    | Náčrtek:   |               |      |    |      |
|   | Stroj<br>Pracoviště: Stojanová vrtačka<br>Typ stroje: Stojanová vrtačka 1   |                         |    |  |               |      |    |      |
| Poznámky: 1 ks desek pro přidání koleček vozíků, vrtat skrz |   |                         |    |  |               |      |    |      |
| P. č.   | R   | Popis                   | Se | Sekvence   |               |      | Fr | TMU  |
| 1   | O   | Přemístit kus           | OP | A 6 B 0 G 1  | A 0 B 0 P 0   | A 6  | 1  | 130  |
| 2   | O   | Položit kus             | OP | A 1 B 0 G 0  | A 0 B 0 P 1   | A 1  | 1  | 30   |
| 3   | L   | Zapnout stroj           | R  | A 1 B 0 G 0  | M 1 X 3 I 1   | A 1  | 1  | 70   |
| 4   | O   | Upevnit kus do svěráku  | R  | A 1 B 0 G 0  | M 6 X 0 I 3   | A 1  | 1  | 110  |
| 5   | L   | Vyrovnat a držet svěrák | R  | A 0 B 3 G 0  | M 1 X 0 I 16  | A 0  | 4  | 800  |
| 6   | P   | Vrtat                   | R  | A 1 B 0 G 0  | M 16 X 54 I 6 | A 1  | 4  | 3120 |
| 7   | P   | Vypnout stroj           | R  | A 1 B 0 G 0  | M 1 X 10 I 1  | A 1  | 1  | 140  |
| 8   | O   | Vyjmout kus ze svěráku  | R  | A 1 B 0 G 1  | M 6 X 0 I 0   | A 1  | 1  | 90   |
| 9   | O   | Uložit kus              | OP | A 6 B 0 G 0  | A 0 B 0 P 6   | A 6  | 1  | 180  |
| Celková spotřeba času:                                      |   |                         |    | 2,80   | 167,99        | 4670 |    |      |
|   |   |                         |    | minut  | sekund        | TMU  |    |      |


## Závitování desek

| BasicMost   |   |                         |    |   |       |        |      |
|---|---|-------------------------|----|---|-------|--------|------|
| Výpočet času manuální práce                       |   |                         |    |   |       |        |      |
| Výrobek   | Název výrobku: Vozík<br>Č. výkresu: -<br>Název operace: Závitování desek<br>Č. operace: 21<br>Počet kusů: 1<br>Materiál: S235JR |                         |    | Náčrtek:  |       |        |      |
|   | Stroj<br>Pracoviště: Stojanová vrtačka<br>Typ stroje: Stojanová vrtačka 1   |                         |    |   |       |        |      |
| Poznámky: 1 ks desky pro přidělení kolečka vozíku |   |                         |    |   |       |        |      |
| P. č.   | R   | Popis                   | Se | Sekvence  | Fr    | TMU    |      |
| 1   | O   | Uchopit kus             | OP | A 6 B 0 G 1 A 0 B 0 P 0 A 6<br>1 1 1 1 1 1 1 1  | 1     | 130    |      |
| 2   | O   | Položit kus             | OP | A 1 B 0 G 0 A 0 B 0 P 1 A 1<br>1 1 1 1 1 1 1 1  | 1     | 30     |      |
| 3   | L   | Zapnout stroj           | R  | A 1 B 0 G 0 M 1 X 3 I 1 A 1<br>1 1 1 1 1 1 1 1  | 1     | 70     |      |
| 4   | O   | Upevnit kus do svěráku  | R  | A 1 B 0 G 0 M 6 X 0 I 3 A 1<br>1 1 1 1 1 1 1 1  | 1     | 110    |      |
| 5   | L   | Vyrovnat a držet svěrák | R  | A 0 B 3 G 0 M 1 X 0 I 16 A 0<br>1 1 1 1 1 1 1 1 | 4     | 800    |      |
| 6   | P   | Závitovat               | R  | A 1 B 0 G 0 M 3 X 16 I 6 A 1<br>1 1 1 1 1 1 1 1 | 4     | 1080   |      |
| 7   | P   | Vypnout stroj           | R  | A 1 B 0 G 0 M 1 X 10 I 1 A 1<br>1 1 1 1 1 1 1 1 | 1     | 140    |      |
| 8   | O   | Vyjmout kus ze svěráku  | R  | A 1 B 0 G 1 M 6 X 0 I 0 A 1<br>1 1 1 1 1 1 1 1  | 1     | 90     |      |
| 9   | O   | Uložit kus              | OP | A 6 B 0 G 0 A 0 B 0 P 6 A 6<br>1 1 1 1 1 1 1 1  | 1     | 180    |      |
| Celková spotřeba času:                            |   |                         |    |   | 1,58  | 94,60  | 2630 |
|   |   |                         |    |   | minut | sekund | TMU  |

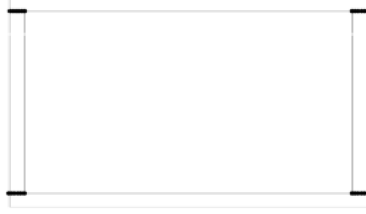
## Otření desek

| BasicMost                   |   |              |    |  |       |        |     |
|-----------------------------|---|--------------|----|--|-------|--------|-----|
| Výpočet času manuální práce |   |              |    |  |       |        |     |
| Výrobek                     | Název výrobku: Vozík<br>Č. výkresu: -<br>Název operace: Otření desek<br>Č. operace: 22<br>Počet kusů: 1<br>Materiál: S235JR |              |    | Náčrtek:   |       |        |     |
|                             | Stroj<br>Pracoviště: Stojanová vrtačka<br>Typ stroje:   |              |    |  |       |        |     |
| Poznámky: Očistit hadrem    |   |              |    |  |       |        |     |
| P. č.                       | R   | Popis        | Se | Sekvence   | Fr    | TMU    |     |
| 1                           | P   | Uchopit hadr | OP | A 10 B 0 G 1 A 0 B 0 P 0 A 10<br>1 1 1 1 1 1 1 1 | 1     | 210    |     |
| 2                           | L   | Uchopit kus  | OP | A 6 B 0 G 1 A 0 B 0 P 0 A 0<br>1 1 1 1 1 1 1 1   | 1     | 70     |     |
| 3                           | P   | Otřít kus    | NS | A 1 B 0 G 0 A 0 B 0 P 0 S 5<br>1 1 1 1 1 1 1 1   | 1     | 60     |     |
| 4                           | L   | Otočit kus   | R  | A 0 B 0 G 0 M 3 X 0 I 0 A 0<br>1 1 1 1 1 1 1 1   | 1     | 30     |     |
| 5                           | P   | Otřít kus    | NS | A 1 B 0 G 0 A 0 B 0 P 0 S 5<br>1 1 1 1 1 1 1 1   | 1     | 60     |     |
| 6                           | L   | Uložit kus   | OP | A 6 B 0 G 0 A 0 B 0 P 6 A 6<br>1 1 1 1 1 1 1 1   | 1     | 180    |     |
| 7                           | O   | Uložit hadr  | OP | A 10 B 0 G 0 A 0 B 0 P 1 A 10<br>1 1 1 1 1 1 1 1 | 1     | 210    |     |
| Celková spotřeba času:      |   |              |    |  | 0,49  | 29,50  | 820 |
|                             |   |              |    |  | minut | sekund | TMU |


# Svařování - bodování

| BasicMost                                   |   |   |    |              |  |       |    |     |
|---|---|---|----|--------------|--|-------|----|-----|
| Výpočet času manuální práce                 |   |   |    |              |  |       |    |     |
| Výrobek                                     | Název výrobku: Vozík<br>Č. výkresu: -<br>Název operace: Svařování<br>Č. operace: 34<br>Počet kusů: 1<br>Materiál: S235JRH |   |    |              | Náčrtek:   |       |    |     |
|   | Stroj   | Pracoviště: Pracovní stůl<br>Typ stroje: Svářečka MAG |    |              |  |       |    |     |
| Poznámky: 1ks základní rám: nabodovat obvod |   |   |    |              |  |       |    |     |
| P. č.                                       | R   | Popis   | Se | Sekvence     |  |       | Fr | TMU |
| 1   | O   | Přinést jekl 100x50-1250                              | OP | A 10 B 6 G 3 | A 0 B 0 P 3  | A 10  | 1  | 320 |
|   |   |   |    | 1 1 1        | 1 1 1  | 1     |    |     |
| 2   | O   | Přinést jekl 100x50-650                               | OP | A 10 B 6 G 3 | A 0 B 0 P 3  | A 10  | 1  | 320 |
|   |   |   |    | 1 1 1        | 1 1 1  | 1     |    |     |
| 3   | L   | Přinést magnet  | OP | A 10 B 0 G 3 | A 0 B 0 P 3  | A 10  | 1  | 260 |
|   |   |   |    | 1 1 1        | 1 1 1  | 1     |    |     |
| 4   | O   | Vyrovnat jekly  | R  | A 1 B 0 G 0  | M 1 X 0 I 16   | A 1   | 1  | 190 |
|   |   |   |    | 1 1 1        | 1 1 1  | 1     |    |     |
| 5   | L   | Přinést úhelník                                       | OP | A 10 B 0 G 3 | A 0 B 0 P 0  | A 10  | 1  | 230 |
|   |   |   |    | 1 1 1        | 1 1 1  | 1     |    |     |
| 6   | O   | Zkontrolovat úhel                                     | NM | A 1 B 0 G 0  | M 10 X 0 I 16  | A 1   | 1  | 280 |
|   |   |   |    | 1 1 1        | 1 1 1  | 1     |    |     |
| 53  | O   | Přinést metr  | OP | A 10 B 0 G 3 | A 0 B 0 P 3  | A 10  | 1  | 260 |
|   |   |   |    | 1 1 1        | 1 1 1  | 1     |    |     |
| 54  | O   | Zkontrolovat úhlopříčky svařence                      | NM | A 1 B 3 G 0  | M 16 X 1 I 3   | A 1   | 2  | 500 |
|   |   |   |    | 1 1 1        | 1 1 1  | 1     |    |     |
| 55  | L   | Uchopit svař. pistoli                                 | OP | A 3 B 0 G 3  | A 0 B 0 P 1  | A 3   | 1  | 100 |
|   |   |   |    | 1 1 1        | 1 1 1  | 1     |    |     |
| 56  | P   | Vzít kleště   | OP | A 1 B 0 G 2  | A 0 B 0 P 0  | A 1   | 1  | 40  |
|   |   |   |    | 1 1 1        | 1 1 1  | 1     |    |     |
| 57  | P   | Ustříhnout drát                                       | NM | A 1 B 0 G 0  | C 3 X 1 I 1  | A 1   | 1  | 70  |
|   |   |   |    | 1 1 1        | 1 1 1  | 1     |    |     |
| 58  | L   | Odložit svař. pistoli                                 | OP | A 1 B 0 G 0  | A 0 B 0 P 6  | A 1   | 1  | 80  |
|   |   |   |    | 1 1 1        | 1 1 1  | 1     |    |     |
| 59  | P   | Odložit kleště  | OP | A 3 B 0 G 0  | A 0 B 0 P 3  | A 3   | 1  | 90  |
|   |   |   |    | 1 1 1        | 1 1 1  | 1     |    |     |
| Celková spotřeba času:                      |   |   |    | 6,75         | 405,04   | 11260 |    |     |
|   |   |   |    | minut        | sekund   | TMU   |    |     |

## Svařování rámu

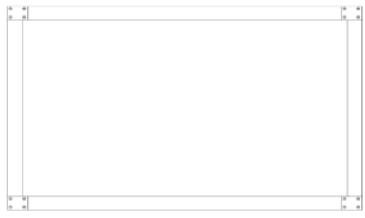
| BasicMost                                |   |   |    |             |  |        |    |       |
|--|---|---|----|-------------|--|--------|----|-------|
| Výpočet času manuální práce              |   |   |    |             |  |        |    |       |
| Výrobek                                  | Název výrobku: Vozík<br>Č. výkresu: -<br>Název operace: Svařování<br>Č. operace: 34<br>Počet kusů: 1<br>Materiál: S235JRH |   |    |             | Náčrtek:<br> |        |    |       |
|  | Stroj   | Pracoviště: Pracovní stůl<br>Typ stroje: Svářečka MAG |    |             |  |        |    |       |
| Poznámky: 1ks základní rám: svařit obvod |   |   |    |             |  |        |    |       |
| P. č.                                    | R   | Popis   | Se | Sekvence    |  |        | Fr | TMU   |
| 1  | L   | Zapnout svářečku                                      | R  | A 3 B 0 G 0 | M 1 X 6 I 1  | A 3    | 1  | 140   |
|  |   |   |    | 1 1 1       | 1 1 1  | 1      |    |       |
| 2  | O   | Nasadit kuklu   | OP | A 6 B 0 G 1 | A 0 B 0 P 6  | A 6    | 1  | 190   |
|  |   |   |    |             |  |        |    |       |
| 26                                       | P   | Vzít kleště   | OP | A 1 B 0 G 2 | A 0 B 0 P 0  | A 1    | 1  | 40    |
|  |   |   |    | 1 1 1       | 1 1 1  | 1      |    |       |
| 27                                       | P   | Ustříhnout drát                                       | NC | A 1 B 0 G 0 | C 3 X 1 I 1  | A 1    | 1  | 70    |
|  |   |   |    | 1 1 1       | 1 1 1  | 1      |    |       |
| 28                                       | L   | Odložit svař. pistoli                                 | OP | A 1 B 0 G 0 | A 0 B 0 P 6  | A 1    | 1  | 80    |
|  |   |   |    | 1 1 1       | 1 1 1  | 1      |    |       |
| 29                                       | P   | Odložit kleště  | OP | A 3 B 0 G 0 | A 0 B 0 P 3  | A 3    | 1  | 90    |
|  |   |   |    | 1 1 1       | 1 1 1  | 1      |    |       |
| 30                                       | L   | Vypnout svářečku                                      | R  | A 3 B 0 G 0 | M 1 X 6 I 1  | A 3    | 1  | 140   |
|  |   |   |    | 1 1 1       | 1 1 1  | 1      |    |       |
| Celková spotřeba času:                   |   |   |    |             | 7,70   | 461,87 |    | 12840 |
|  |   |   |    |             | minut  | sekund |    | TMU   |

## Broušení rámu

| BasicMost   |  |  |    |              |  |      |    |     |
|---|--|--|----|--------------|--|------|----|-----|
| Výpočet času manuální práce                       |  |  |    |              |  |      |    |     |
| Výrobek   | Název výrobku: Vozík<br>Č. výkresu: -<br>Název operace: Broušení<br>Č. operace: 35<br>Počet kusů: 1<br>Materiál: S235JRH |  |    |              | Náčrtek:<br> |      |    |     |
|   | Stroj  | Pracoviště: Pracovní stůl<br>Typ stroje: Flexa |    |              |  |      |    |     |
| Poznámky: 1ks základní rám: brousit obvod + vršek |  |  |    |              |  |      |    |     |
| P. č.   | R  | Popis  | Se | Sekvence     |  |      | Fr | TMU |
| 1   | L  | Přinést flexu                                  | OP | A 10 B 0 G 3 | A 0 B 0 P 0  | A 10 | 1  | 230 |
|   |  |  |    | 1 1 1        | 1 1 1  | 1    |    |     |
| 2   | O  | Zapojit flexu                                  | R  | A 3 B 6 G 0  | M 1 X 0 I 3  | A 3  | 1  | 160 |
|   |  |  |    | 1 1 1        | 1 1 1  | 1    |    |     |
| 3   | L  | Odložit flexu                                  | OP | A 1 B 0 G 0  | A 0 B 0 P 6  | A 1  | 1  | 80  |
|   |  |  |    | 1 1 1        | 1 1 1  | 1    |    |     |

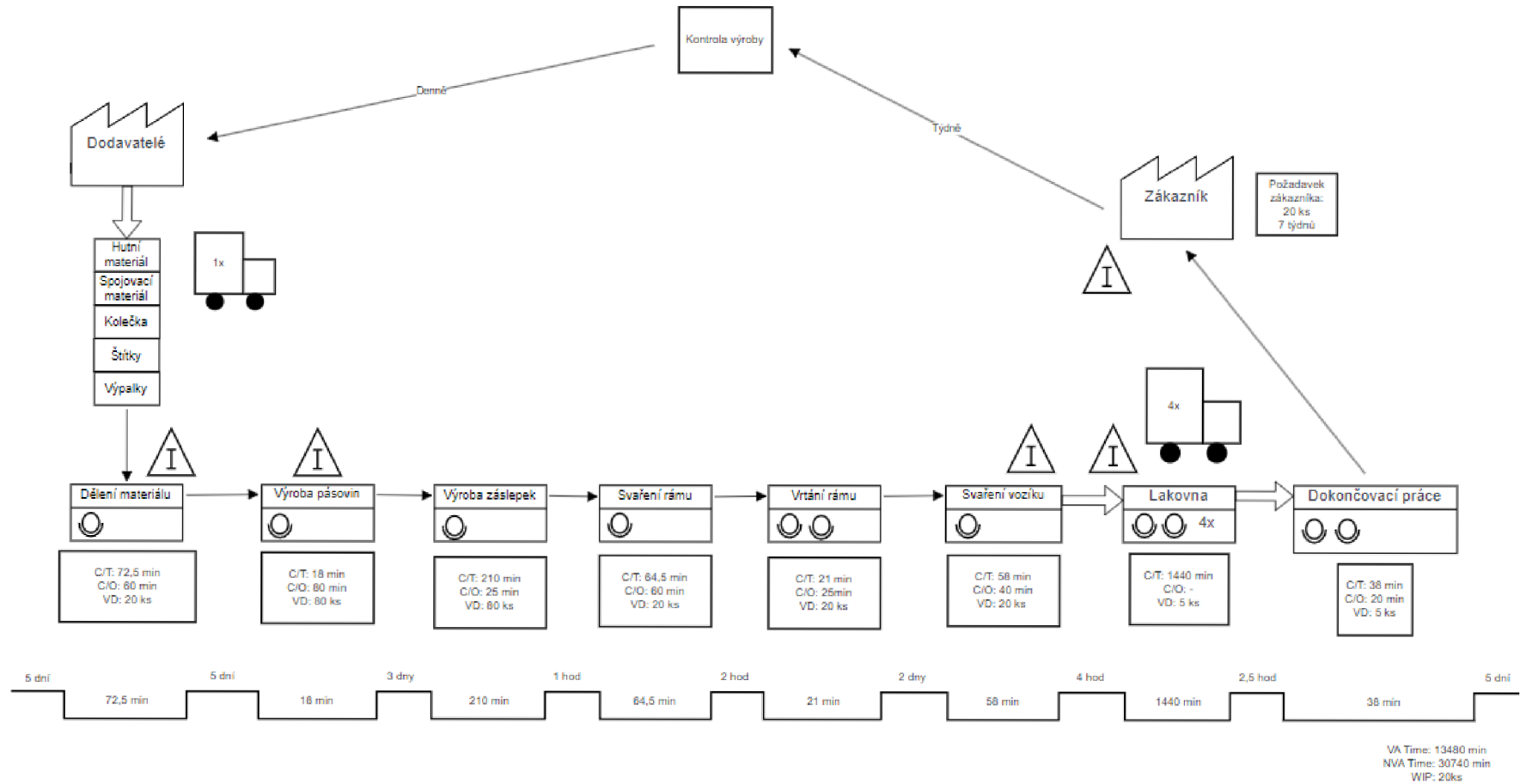
|                               |   |                           |    |                      |                         |          |   |       |
|-------------------------------|---|---------------------------|----|----------------------|-------------------------|----------|---|-------|
| 45                            | O | Lamelovat rám - vrch rámu | R  | A 1 B 3 G 0<br>1 1 1 | M 32 X 54 I 16<br>1 1 1 | A 1<br>1 | 2 | 2140  |
| 46                            | P | Vypnout flexu             | R  | A 1 B 0 G 0<br>1 1 1 | M 1 X 10 I 1<br>1 1 1   | A 1<br>1 | 1 | 140   |
| 47                            | O | Odložit flexu             | OP | A 3 B 0 G 0<br>1 1 1 | A 0 B 0 P 6<br>1 1 1    | A 3<br>1 | 1 | 120   |
| 48                            | O | Odložit rukavice          | OP | A 3 B 0 G 0<br>1 1 1 | A 0 B 0 P 6<br>1 1 1    | A 3<br>1 | 1 | 120   |
| 49                            | O | Odložit sluchátka         | OP | A 3 B 0 G 0<br>1 1 1 | A 0 B 0 P 6<br>1 1 1    | A 3<br>1 | 1 | 120   |
| 50                            | O | Odložit ochranné brýle    | OP | A 3 B 0 G 0<br>1 1 1 | A 0 B 0 P 6<br>1 1 1    | A 3<br>1 | 1 | 120   |
| <b>Celková spotřeba času:</b> |   |                           |    |                      | 12,16                   | 729,50   |   | 20280 |
|                               |   |                           |    |                      | minut                   | sekund   |   | TMU   |

### Svařování desek na rám

| BasicMost                                  |   |   |    |                      |                       |          |    |   |
|--|---|---|----|----------------------|-----------------------|----------|----|---|
| Výpočet času manuální práce                |   |   |    |                      |                       |          |    |   |
| Výrobek                                    | Název výrobku: Vozík<br>Č. výkresu: -<br>Název operace: Svařování<br>Č. operace: 36<br>Počet kusů: 1<br>Materiál: S235JRH |   |    |                      | Náčrtek:              |          |    |  |
|  | Stroj   | Pracoviště: Pracovní stůl<br>Typ stroje: Svářečka MAG |    |                      |                       |          |    |   |
| Poznámky: 1ks základní rám: přivařit desky |   |   |    |                      |                       |          |    |   |
| P. č.                                      | R   | Popis   | Se | Sekvence             |                       |          | Fr | TMU   |
| 1  | O   | Přinést 4 desky                                       | OP | A 6 B 0 G 3<br>1 1 1 | A 0 B 0 P 6<br>1 1 1  | A 6<br>1 | 1  | 210   |
| 2  | P   | Umístit desku   | R  | A 1 B 0 G 1<br>1 1 1 | M 3 X 0 I 16<br>1 1 1 | A 1<br>1 | 1  | 220   |
| 3  | L   | Přemístit magnet                                      | R  | A 1 B 0 G 0<br>1 1 1 | M 3 X 0 I 3<br>1 1 1  | A 1<br>1 | 1  | 80  |

|                               |   |                  |    |                      |                      |          |   |       |
|-------------------------------|---|------------------|----|----------------------|----------------------|----------|---|-------|
| 73                            | P | Odložit kleště   | OP | A 3 B 0 G 0<br>1 1 1 | A 0 B 0 P 3<br>1 1 1 | A 3<br>1 | 1 | 90    |
| 74                            | L | Vypnout svářečku | R  | A 3 B 0 G 0<br>1 1 1 | M 1 X 6 I 1<br>1 1 1 | A 3<br>1 | 1 | 140   |
| 75                            | O | Přemístit rám    | OP | A 6 B 3 G 3<br>1 1 1 | A 0 B 0 P 6<br>1 1 1 | A 6<br>1 | 1 | 240   |
| <b>Celková spotřeba času:</b> |   |                  |    |                      | 7,22                 | 433,09   |   | 12040 |
|                               |   |                  |    |                      | minut                | sekund   |   | TMU   |

Příloha D - Mapa hodnotového toku současného stavu





Příloha E - VSM mapa s návrhy pro zlepšení

