

# Analýza výrobného procesu vo vybranej organizácii

Jakub Jadrníček

---

Bakalářská práce  
2024



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta managementu a ekonomiky

---

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

Akademický rok: 2023/2024

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Jakub Jadrníček**  
Osobní číslo: **M210428**  
Studijní program: **B0413P050013 Průmyslové inženýrství**  
Forma studia: **Prezenční**  
Téma práce: **Analýza výrobního procesu ve vybrané organizaci**

## Zásady pro vypracování

### Úvod

Definujte cíle a metody použité v práci.

#### I. Teoretická část

- Vypracujte literární rešerši v oblasti výrobního procesu.

#### II. Praktická část

- Popište a analyzujte současný stav výrobních procesů na vybraném pracovišti.
- Na základě analýzy navrhněte řešení vedoucí ke zlepšení výrobních procesů.
- Vyhodnotte navržené řešení.

### Závěr

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

**Seznam doporučené literatury:**

- JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Expert (Grada). Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5717-9.
- JUROVÁ, Marie. *Výrobní procesy řízené logistikou*. Brno: BizBooks, 2013. ISBN 978-80-265-0059-9.
- PRIES, Kim H. a QUIGLEY, Jon, M. *Reducing Process Costs with Lean, Six Sigma, and Value Engineering Techniques*. Boca Raton: CRC Press, 2019. ISBN 978-0-367-38051-9.
- RENIERS, Genserik L. L. a COZZANI Valerio. *Domino effects in the process industries: modeling, prevention and managing*. Amsterdam: Elsevier, 2013. ISBN 978-0-444-54323-3.
- ŠTOFOVÁ, Lenka a SZARYSZOVÁ, Petra. *New Trends in Process Control and Production Management*. London: CRC Press, 2017. ISBN 978-0-367-73572-2.

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

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

L.S.

---

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

---

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

Ve Zlíně dne 5. února 2024

**PROHLÁŠENÍ AUTORA  
BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE**

**Prohlašuji, že**

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

**Prohlašuji,**

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

Ve Zlíně 16. 5. 2024

Jméno a příjmení: JAKUB JADRVIČEK

.....  
podpis diplomanta

## **ABSTRAKT**

Táto bakalárska práca sa zaoberá analýzou výrobného procesu vo firme XYZ, s dôrazom na pracovisko brúsenia a konkrétny diel PR003024-D10. Cieľom je detailne popísať proces výroby tohto dielu, odhaliť potenciálne nedostatky a navrhnúť efektívne riešenia s cieľom zrýchliť výrobu. Práca je rozdelená do dvoch častí: teoretickej, ktorá poskytuje literárnu rešeršu, a praktickej, kde je predstavená firma s ohľadom na anonymitu, a nasleduje popis súčasného stavu a analýza pracovísk. Na základe tejto analýzy sú navrhnuté konkrétne opatrenia na zlepšenie procesu a zvýšenie produktivity.

Klíčová slova: analýza, výrobný proces, štíhla výroba, produktivita, inovácia, layout

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis deals with the analysis of the production process in XYZ company, with emphasis on the grinding workplace and the specific part PR003024-D10. The aim is to describe in detail the manufacturing process of this part, to reveal potential shortcomings and to propose effective solutions in order to speed up production. The thesis is divided into two parts: a theoretical one, which provides a literature search, and a practical one, where the company is introduced with respect to anonymity, followed by a description of the current state of the art and an analysis of the workplaces. Based on this analysis, specific measures are proposed to improve the process and increase productivity.

Keywords: analysis, manufacturing process, lean manufacturing, productivity, innovation, layout

Rád by som sa poďakoval všetkým, ktorí ma popri štúdiu podporovali, boli mi oporou a motiváciou. Predovšetkým mojej rodine, priateľom a priateľke, ktorí pri mne stáli.

Zvlášť poďakovanie chcem venovať Pánovi Ing. Michalovi Pivníčkovi, Ph.D., za vedenie a rady počas písania bakalárskej práce.

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

# OBSAH

<b>ÚVOD.....</b>	<b>9</b>
<b>CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE.....</b>	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST.....</b>	<b>11</b>
<b>1 VÝROBA A VÝROBNÝ PROCES .....</b>	<b>12</b>
1.1 ČLENENIE PROCESOV.....	13
1.2 VÝKONNÝ UKAZATEĽ PROCESU.....	14
1.3 ŠTÍHLA VÝROBA .....	14
1.3.1 Lean metódy.....	15
1.3.2 Plytvanie vo výrobnom procese .....	15
1.4 NASTAVENIE NORMY.....	17
<b>2 ANALITICKÉ METÓDY .....</b>	<b>19</b>
2.1 BOTTLENECK ANALÝZA .....	19
2.1.1 Posun úzkych miest.....	19
2.1.2 Odstránenie úzkeho miesta .....	20
2.2 PRIESTOROVÁ ŠTRUKTÚRA VÝROBNÉHO SYSTÉMU.....	21
2.2.1 5S metóda na pracovisku .....	21
2.2.2 Plánovanie layoutu .....	22
2.3 INOVÁCIA VÝROBNÉHO PROCESU .....	24
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST.....</b>	<b>26</b>
<b>3 CHARAKTERISTIKA SPOLOČNOSTI.....</b>	<b>27</b>
3.1 INFRAŠTRUKTÚRA SPOLOČNOSTI.....	27
3.2 VÝROBNÁ ČINNOSŤ .....	28
<b>4 VÝBER VÝROBNÉHO PROCESU.....</b>	<b>30</b>
4.1 SPÔSOB VÝBERU KONKRÉTNÉHO PROCESU .....	30
4.2 POPIS PRODUKTU.....	30
<b>5 POPIS SÚČASNÉHO ANALYZOVANÉHO PROCESU.....</b>	<b>31</b>
5.1.1 Proces lisovania.....	32
5.1.2 Proces obrusovania.....	33
5.1.3 Proces lakovania.....	34
5.2 METÓDA ANALÝZY PROCESU .....	34
5.3 PRACOVISKÁ VO VÝROBNOM PROCESE .....	35
<b>6 HLAVNÉ ZISTENIA NEDOSTATKOV.....</b>	<b>38</b>
6.1 PRACOVISKO LISOVANIA .....	38
6.2 PRACOVISKO BRÚSENIA.....	40
<b>7 NÁVRH NA ZLEPŠENIE VÝROBNÉHO PROCESU.....</b>	<b>43</b>

7.1	NÁVRH SPOJENIA PRACOVÍSK .....	43
7.2	EKONOMICKÉ ZHODNOTENIE .....	48
7.3	ÚPRAVA ŠTANDARDU .....	49
7.4	CELKOVÉ ZHODNOTENIE .....	49
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>50</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>51</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>53</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>54</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>55</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>56</b>



## ÚVOD

V súčasnom priemyselnom prostredí je zlepšenie efektivity výrobných procesov nevyhnutnou prioritou pre konkurencieschopnosť a udržateľný rast podnikov. Táto bakalárska práca sa zaoberá analýzou výrobného procesu so zameraním na pracovisko brúsenia v spoločnosti XYZ. Hlavným cieľom tejto analýzy je identifikovať oblasti, kde je možné skrátiť pracovný čas a navrhnúť efektívne riešenia pre ich zlepšenie za pomoci metód štíhlej výroby, analýzy úzkych miest a inovácie procesu.

Spoločnosť XYZ, z dôvodu zachovania anonymity, poskytla čiastočne obmedzené údaje, ktoré budú využité na analýzu výrobného procesu na pracovisku brúsenia. Tieto údaje poskytnú základ pre identifikáciu slabých miest v procese a možnosti zlepšenia.

Táto bakalárska práca pozostáva z dvoch častí. Prvú časť tvorí teoretická časť, ktorej význam je za pomoci literárnej rešerše priblížiť čitateľom využité metódy a postupy. Metódy štíhlej výroby, analýza úzkych miest a inovácie procesu sú kľúčovými nástrojmi, ktoré budú použité pri analýze výrobného procesu na pracovisku brúsenia. Tieto metódy umožnia nielen identifikovať oblasti na zlepšenie, ale aj navrhnúť konkrétne kroky a inovatívne riešenia, ktoré povedú k efektívnejšiemu využitiu zdrojov a skráteniu pracovného času.

V druhej časti s praktickým zameraním tejto bakalárskej práce budú bližšie preskúmané jednotlivé aspekty výrobného procesu na pracovisku brúsenia, analyzované existujúce postupy a navrhované konkrétne riešenia. Nakoniec budú diskutované možnosti implementácie navrhovaných zmien a ich potenciálne prínosy pre spoločnosť XYZ.

## CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Hlavným cieľom tejto bakalárskej práce je skrátenie operačného času pracoviska brúsenia vo výrobnom procese dielu PR003024-D10 vo výrobnej firme XYZ. Predmetom analýzy bolo nájsť možné nedostatky, ktorých optimalizáciou by sa dosiahla forma skrátenia výrobných časov. Počas analýzy som spoznal výrobný proces výrobku PR003024-D10 a lepšie pochopil procesy, ktoré tento produkt sprevádzajú od začiatku až po finálne štádium.

Využité metódy:

- Chronometráž pracoviska – Využitie chronometráže pre zber dát z pracoviska a následnú analýzu
- Rozhovor s pracovníkmi – Doplnenie dát ku chronometráži
- Analýza úzkeho miesta – Slúži pre zistenie hromadenie materiálu vo výrobe alebo spomalený prietok materiálu procesom
- Štandardizácia – Nastavenie normy pre monitorovanie výkonu a vyhodnotenie výkonnosti pracoviska
- Tvorba layoutu, 5S – Usporiadanie pracoviska so zámerom udržať čisté a organizované pracovisko
- Inovácia procesu – Kreatívne inovovať chod, prepojenie medzi pracoviskami pre zefektívnenie procesu

Normovaný časový fond pre toto pracovisko na výrobu, zachytený vo výrobnom pláne firmy pre rok 2024, slúži na porovnanie s navrhovaným zlepšením.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 VÝROBA A VÝROBNÝ PROCES

„Proces je soubor činností, které mění vstupy na výstupy“ (Košturiak et al., 2010). Podľa Heřmana (2001) je proces cieľavedomá činnosť, ktorá je organizovaná za účelom tvorby statkov buď materiálnej alebo nemateriálnej povahy, kde hlavným cieľom je uspokojenie požiadavokov zákazníka. „Při podnikových procesech jde hlavně o to, aby objednávka zákazníka přešla přes procesy v podniku co nejrychleji při dodržení předepsaných standardů a při minimálních nákladech. Čím déle se objednávka zdrží v podnikových procesech, tím víc nákladů se na ni „přilepi“ a tím déle čeká zákazník na objednaný výrobek či služby a podnik na své peníze“ (Košturiak et al., 2010).

„Podnikové procesy jsou vzájemně propojeny do toku, ve kterém se pohybuje materiál, informace a pracovníci“ (Košturiak et al., 2010). Z technického hľadiska je pre výrobu charakteristické, že pri istej postupnosti operácií dochádza k účelnému technickému prepojeniu všetkých výrobných faktorov vstupov, pričom za použitia výrobných zariadení s priamou alebo nepriamou účasťou pracovníka dohádza k premene materiálu na hmotné statky alebo služby (Makovec et al., 1993).

Samotná výroba, ako jedna z mnohých procesov v podniku „služi jako prostředek uspokojování potřeb trhu a zákazníků. Přináší změnu naturální formy věcí, ale k této změně by mělo docházet podle konkrétních potřeb“ (Jurová et al., 2013). Heřman (2001) túto definíciu rozširuje a interpretuje výrobu ako transformačný proces, ktorého vstupy tvoria suroviny, materiáli, polotovary, energie a informácie, z ktorých vznikajú výstupy v podobe služieb, odpadov vrátane emisií a informácií o priebehu a výsledku produkčného procesu.

Cílem podnikových procesů je tedy dostat výrobek nebo službu k zákazníkovi:

- V požadovaném čase
- V požadovaném množství
- V požadované kvalitě
- S optimálním krycím příspěvkem (Košturiak et al., 2010)

Výrobné procesy sa v podnikoch môžu deliť na dva spôsoby. V niektorých odvetviach je obvyklá výroba podľa objednávok (zákazník si pre zakúpenie produktu musí vystaviť objednávku produkt podľa jeho parametrov alebo ponúkaných vlastností na výber od výrobnéj firmy, ktorá túto požiadavku spracuje a dá do poradovníka výroby) (Jurová et al., 2013).

## 1.1 Členenie procesov

Procesy v podnikoch sú špecifické podľa ich zamerania, cieľa alebo postaveniu podniku k vlastnej výrobnjej politike. Členenie procesov podľa jeho riadenia sa rozdeľuje na dva typy procesných prístupov, ktoré Tuček (2014) popísal nasledovne:

- **Funkčný prístup** – „*Tradiční – funkční model řízení je založený na hierarchické dekompozici organizační struktury.*“ Vo výsledku tohto procesného riadenia teda ide o rozdelenie podniku do menších častí ako napríklad odbory, úseky, prevádzky alebo jednotlivé funkčné miesta. Riadenie tak prebieha na základe funkčnosti a funkcie sa zoskupujú podľa podobnosti. „*Častým neduhem funkčního řízení jsou nejasná rozhraní pravomocí a odpovědností mezi jednotlivými odděleními zvláště tam, kde reálný proces prochází napříč více oddělení podniku.*“ Ďalším nedostatkom funkčného prístupu je nevhodné alebo nedostatočné nastavenie, hierarchie a klasifikácia cieľov podniku. Jednotlivé oddelenia si tak zadávajú ciele bez štruktúry, poprípade si vzájomne odporujú. Majorita organizačných foriem sformovaných za účelom špecializácie a del'by práce síce dosahuje optimálne nastavenie čiastkových činností, každopádne nedostatočná vzájomná komunikácia naprieč časťami organizácie vedú k nedorozumeniam a tak predĺženiu doby priebehu procesu (Tuček et al., 2014).
- **Procesný prístup** – tento prístup ku riadeniu procesov, ako sa v anglickej literatúre označuje aj **BPM (Business Process Management)**, sa začal presadzovať na základe nedostatkov už spomenutého funkčného prístupu. Charakteristikou tohto prístupu riadenia je systematický popis, analýza a optimalizácia podnikových procesov (Tuček et al., 2014). Makovec a kolektív (1993) charakterizuje procesný prístup ako čiastkové procesy riadenia a definuje všeobecné pravidlá ich logickému priebehu. Tento prístup je aplikovaný v systémoch manažerskej výuky, vzhľadom na ich jednoduché a prosté prístupy ku riadiacim jednaniam.

Jurová a kolektív (2013) sa na členenie procesov a ich organizačné usporiadanie pozerá z iného hľadiska. Výrobné procesy ako také člení na základe vzťahu medzi zákazníkom a podnikom. Ak je teda produkt, ktorý podnik vyrába na základe požiadavky zákazníka, jedná sa teda o výrobu na zákazku. V opačnom prípade, kedy firma nevyrába pre konkrétneho zákazníka ale pre trh, je tento prístup označovaný ako výroba na sklad.

Jurová a kolektív (2013) členia procesy aj z iného hľadiska podľa:

- **Miery plynulosti technologického procesu** – tento typ sa ešte delí na výrobu plynulú a prerušovanú.
- **Charakteru technológie** – patrí sem chemická výroba, biologická, biochemická a mechanická výroba.
- **Typu výroby** – Rozlišuje výrobu kusovú, sériovú a hromadnú. (Jurové et al., 2013)

## 1.2 Výkonný ukazateľ procesu

Výkonnosť Chromjaková (2013) vo svojej knihe opisuje výkonnosť v zmysle procesne zameraného riadenia ako parameter orientovaný na efektívne nastavenie a taktiež využívanie všetkých podnikových procesov z hľadiska primeranej kombinácie výrobných faktorov výrobného pracoviska, napríklad počet pracovných pozíc a ich obsah, definovanie layoutu alebo definovanie pracovnej náplne pracoviska.

Fundamentálna časť procesného modelu je takzvané KPI (Key Performance Indicator), inak povedané kľúčový ukazateľ výkonnosti stanovený pre jednotlivé výrobné procesy. KPI reprezentuje indikátory, metriky alebo formu ukazateľov produktivity spojené s ich procesmi, môže ale ísť aj o službu alebo firemné oddelenie (Tuček et al., 2014).

## 1.3 Štíhla výroba

Patermann (2022) definuje štíhlu výrobu ako vedomé konanie, ktorého prostredníctvom sa riešia skutočné problémy, ako interných tak aj externých zákazníkov. Toto konanie vedie ku kontinuálnemu zvyšovaniu produktivity, efektivity a kvality podnikových procesov. Štofová (2018) dopĺňa túto definíciu štíhlej výroby ako metódu, ktorú predstavili japonci Taichi Ohno a Shigeo Shing v polovici dvadsiateho storočia. Predstavuje súbor nástrojov a metód, ktoré z dlhodobého pohľadu slúžia na zaistenie stability a produktivity, zároveň tak aj výrobnej efektivity.

Toto vedomé jednanie je odvodené na základe hodnôt a zásadách reprezentujúce lean myslenie, ktoré v tíme a podniku ustavične kultivuje a posúva ďalej. Myslenie v rovine štíhleho procesu sa prejavuje abilitou vidieť a definovať nedostatky, ktorých riešenie posunie podnik bližšie k jeho požadovanému kladnému cieľu, aj keď sa môže zdať v danom stave nedosiahnuteľný (Patermann, 2022). Nedostatky alebo plýtvanie, v japončine MUDA, je vykonávanie úkonov, ktoré nepridajú hodnotu produktu vo výrobnom procese. Na základe nástrojov lean definujeme sedem druhov plytvania (Štofová, 2018).

### 1.3.1 Lean metódy

Fundamentálnym zámerom metód štíhlej výroby je popísanie štandardu aktuálneho stavu a jeho zlepšenie, poprípade vrátenie sa ku štandardnej verzii. Majorita týchto metód rezultuje z metodologického aparátu PI. Pri absencii primárnej znalosti týchto metód nie je aplikácia myslenia v rovníe lean možná pre využitie v riadení výroby (Patermann, 2022). Lean metódy sú vymenované v nasledujúcom zozname:

- Analýza a meranie ľudskej a strojnej práce (cyklové časy)
- Kapacitné plánovanie
- Meranie produktivity a efektivity práce na pracovisku
- Štrukturované riešenie problému
- Zlepšenie procesov
- Štandardizovanie práce
- Kanban
- Poke-yoke
- 5S
- SMED
- Partboard (Patermann, 2022)

### 1.3.2 Plytvanie vo výrobnom procese

Na elimináciu plýtvania je potrebné porovnať viditeľné a reálne zlepšenie. Zlepšenie, ako zníženie manipulácie s materiálom pomocou technologických inovácií alebo zavedenie nového systému skladovacích priestorov, ešte neznamená priame eliminovanie plytvania, teda skutočné zlepšenie. Ide len o organizačný krok a samotný problém ostáva nezmenený. Pre dosiahnutie reálneho zlepšenia je potrebné poznať problémy a ich príčiny. Splnenie týchto požiadaviek pre elimináciu plytvania si vyžaduje analýzu aktuálneho stavu a následne previesť kroky vedené k zlepšeniu (Jurová, 2016). Plytvanie rozdelené do skupín, je rozpísané nižšie.

- **Prebytočné zásoby** - Tento druh plýtvania je zapríčinený uskladňovaním náhradných dielov, materiálov, rozpracovanej výroby, hotovej výroby a pod, ktoré nie sú v momentálne potrebné (Patermann, 2022). Tieto časti neužitočne zaplňujú priestor a spôsobujú nutnosť ďalších nákladov, ako VZV, skladovacie jednotky

(regály, police, debny) alebo pracovníkov. Tieto náklady vynaložené na neefektívne skladovanie vo forme pracovného kapitálu by tak mohol byť ušetrený a investovaný do iných častiach podnikových procesov (Jurová, 2016).

- **Chyby v pracovnom procese** – Produkcia výrobkov nespĺňujúcich kvalitatívne normy je príčinou hneď niekoľkých nežiadúcich nákladov (Patermann, 2022). Odstránenie defektov a oprava výrobku požaduje čas pracovníkov, ich prácu a nadbytočné finančné náklady. V niektorých prípadoch môže dôjsť ku poškodeniu zariadenia prostredníctvom takto neshodného rozpracovaného výrobku (Jurová, 2016).
- **Nadprodukcia** – Tento typ plýtvania je zapríčinený výrobou, ktorá produkuje viac výstupov ako je zákazník schopný kúpiť alebo požaduje (Patermann, 2022). Príčinou môže byť využitie výrobných kapacít podniku s cieľom dosiahnutia ak možno maxima, alebo podnik vyrába hotové výrobky do zásoby z dôvodu „čo keby“, čo môže byť vypadnutie výrobného zariadenia z dôvodu poruchy, vysokému výskytu defektov a tak si drží poistnú zásobu (Jurová, 2016).
- **Čakanie** – Jedná sa o rozpracovanú výrobu, ktorá čaká na ďalšie spracovanie, môže sa jednať aj o pracovníka alebo stroj v nečinnom stave (Patermann, 2022). Toto plýtvanie je zapríčinené kedy vďaka čakaniu z akéhokoľvek dôvodu nie je možné pokračovať vo výrobnom procese. K najobvyklejším dôvodom plýtvania sa zaraďujú predovšetkým poruchy na výrobných zariadeniach, chýbajúci materiál, nerovnomerná výroba, ale aj potrebné absentujúce informácie a prílišná birokracia. Ide o ľahko povšimnuteľný typ plýtvania. Aj keď sa môže jednať o čakanie v rádoch minút alebo sekúnd, pri pokročilých procesoch v podnikoch s vysokou úrovňou implementovania lean metód sa pokúšajú o eliminovanie čakania v rozmedzí desiatín sekundy (Jurová, 2016).
- **Nadmerné spracovanie** – Vykonávanie činností, ktoré nie sú nutné na základe štandardu alebo špecifikácií (Patermann, 2022). Plytvanie je možné definovať v technologickom procese. V tomto prípade plýtvania sa dá často eliminovať pomocou zdravého rozumu. „*Jak efektivně propojit dvě pracoviště?*“ Lean výroba sa konštantne pokúša nie o čisto geniálne riešenie ale o geniálne jednoduché (Jurová, 2016).



- **Preprava** – Plytvanie pri transporte materiálu alebo informácií z bodu A do bodu B, netýka sa to operátorov (Patermann, 2022). Pravidelne dochádza ku skutočnosti, kedy výrobný proces je oddelený od ďalších úsekov podniku, napríklad vzdialený sklad od výrobnjej haly. Tok materiálu v podniku tak musí byť zabezpečený internou prepravou, financovanie tejto prepravy ale znamenajú pre podnik plytvanie (Jurová, 2016).
- **Neefektívne pohyby** – Spôsobené napríklad hľadaním pomôcok na pracovisku. Chôdza pracovníka vrámci úkonov, poprípade presun dielov z miesta na miesto (Patermann, 2022). Nie každý pohyb pracovníka je výsledkom pridanej hodnoty na výrobku. Hodnotu ale nepridávajú viaeré pohyby ako úkony rúk pri montáži na linke pri manipulácii s dielom. Je to pohyb, ktorý neposúva diel ku výslednému požadovanému stavu (Jurová, 2016).
- **Nevyužitie ľudského potenciálu** – K pôvodným siedmim druhom plytvania sa v priebehu rokov pridal aj ôsmi druh, ktorý bol rozoberaný koncom deväťdesiatych rokov minulého storočia. Toto plytvanie sa vyznačuje nezačlenením pracovníkov do zlepšovania procesov v podniku, nedostatočné zaškolenia pracovníka, čím by dosiahol variabilitu vrámci využitia vo výrobe a nedostatok zodpovednosti za svoj výkon (Lean-wastes, 2024).

#### 1.4 Nastavenie normy

Norma charakterizuje optimálnu potrebnú spotrebu výrobných zdrojov pre špecificky vyhradenú jednotku výroby alebo previazanosť zdrojov v konkrétnych podmienkach výroby. Normy sa dajú rozdeliť na základe viacerých uhlov pohľadu (Jurová et al., 2016). Jurová a kolektív (2016) spolu s Heřmanem (2001) sa zhodujú pri rozdeľovaní technickohosporárskych noriem v troch typoch:

- **Norma spotreby materiálov** – Jurová a kolektív (2016) definujú túto normu ako primerané kvantum konkrétneho materiálu nutného k výrobe danej výrobnjej jednice pri stanovených organizačných a technických podmienkach. Heřman (2001) podporuje túto definíciu svojou interpretáciou spotrebnej normy materiálu, ktorú vymedzuje ako vzťah kvalitatívny a kvantitatívny, medzi jednotkou výkonu a materiálom na to potrebným. Jedná sa tak o vyjadrenie v absolútnej alebo relatívnej forme adekvátnej miere využitia materiálu na výrobok za určitých ekonomických a technických kritérií.

- **Norma spotreby času** – Norma vyjadruje vzťah medzi adekvátnou spotrebou živej práce a pracoviskom so stanoveným pracovným výkonom. Norma zahŕňa nariadenie pracovného postupu, predpis noriem kvalifikácie a normu spotreby práce (Jurová et al., 2016). Heřman (2001) v jednoduchosti normu opísal ako množstvo živej práce nutné ku splneniu pracovného zadania. Pridáva aj delenie časovej spotreby na pracovisku. Čas vynaložený pracovníkom pri práci na pracovisku sa delí na **čas nutný** a **čas stratový**. Čas nutný je čas práce pracovníka, ktorý je podľa výrobného množstva rozdelený na **čas jednotkový** – doba na výrobu jedného kusu, **čas dávkový** – čas na výrobu dávky bez ohľadu na počet kusov a **čas smenový** – čas smenovej práce, napr. príprava pracoviska. Čas stratový je nepotrebný pre významný priebeh pracovného procesu.
- **Kapacitná norma** – Heřman (2001) opisuje výrobnú kapacitu ako maximálne množstvo výkonov (produktov) toho istého druhu, ktoré je schopné vyrobiť dané zariadenie za určitý čas. Norma tejto výrobnej kapacity tak udáva množstvo výkonov, pri časovom ohraničení za normálnych podmienok a splnených kritériách ekonomickej efektívnosti vyrobí určité zariadenie.

Nastavenie normy Konz v knihe editovanej Salvendym (2001) rozlišuje nastavenie normy (štandardu) ako subjektívne a objektívne. Subjektívny prístup nastavenia časových štandardov opisuje autor ako narýchlo obstarané dáta, pomocou ktorých sa zameriava podnik pri nastavovaní normy na „Koľko to trvalo?“. Dáta pre stanovenie štandardu čerpá podnik z historických databáz, námatkové vzorky pracovných výkonov na pracovisku alebo sa riadia názorom experta v danej operácii (napr. technik). Objektívny prístup je zameraný na otázku „Koľko by to malo trvať?“, aby podnik nastavil efektívne normu určitého procesu. Využíva pre toto nastavenie dáta zo stopwatch time study, čo je prístup merania času práce na riadne zaškolenom pracovníkovi, znova a znova sa opakujúcej operácie neprerušovane. Popríklad sa opiera podnik o štandardné dáta, ktoré predstavujú jednotlivé úkony merané pomocou stopwatch time metódy a následne analyticky očistené v databáze od extrémnych hodnôt pre dosiahnutie štandardu.

## 2 ANALITICKÉ METÓDY

Táto kapitola sa zameriava na literárnu rešerš z hľadiska analyzovania procesu výroby, kde nižšie popísané metódy slúžili na inšpiráciu postupov pri definovaní nedostatkov, hľadani návrhov na možné riešenia problémov pre dosiahnutie zlepšenia v praktickej časti tejto práce. Podstatná časť opísaných metód sa klasifikuje do skupiny nástrojov štíhlej výroby (Lean manufacturing), ktorý bol uvedený a popísaný v kapitole 1.3 *Štíhla výroba*.

### 2.1 Bottleneck analýza

Základným cieľom, ktoré má za cieľ dosiahnuť lean je zabezpečiť plynulé a hladké putovanie materiálu cez výrobný proces. Ak chce firma dosiahnuť tento cieľ, musí sa zamerať na úzke miesta (bottleneck) a ich zdroj, indentifikovať ho a podniknúť kroky vedúce ku zlepšeniu. Úzke miesto je chápané ako prostriedky, ktorých prietok je menší, poprípade rovnaký ako nastavená priepustnosť. Taktiež môže ísť aj o pracovný úkon alebo stroj, ktorého výrobný takt prevyšuje kapacitu (King, 2009). Wilson (2010) prirovnáva úzke miesto ku hrdlu fľaše, ktorá limituje prietok obsahu fľaše pri nalievaní. 4asto termín úzke miesta nahrádza výrazom obmedzenie, ktoré sa nachádza v každom procese. Toto obmedzenie je špecifické časovo najdlhším cyklom, ktoré je možné odhaliť metódou standard time study.

Dôležité je rozlíšiť čím je alebo môže byť prietok materiálu obmedzený. Môže sa jednať o faktor priamo naviazaný na pracovný nástroj využívaný na pracovisku a jeho výkon, pretypovanie stroja, vyťaženia maximálnej kapacity alebo ich kombináciou (King, 2009).

#### 2.1.1 Posun úzkych miest

Pri využívaní metód štíhlej výroby je cieľom úsilia odstránenie plytvania. Zvyčajne to znamená využitie vyváženia linky. Pri tomto kroku je cieľom snaha o naplánovanie procesu a jeho krokov s tým, aby mali všetky tieto kroky rovnaký cyklový čas. Avšak to prináša skutočnosť, že ak dosiahneme rovnaké cyklové časy, stačí malá výchylka v určitom kroku počas procesu a vznikne tak akútne obmedzenie (úzke miesto) v danom momentne. Táto odchylka sa časom vyrovná a objaví sa na ďalšom kroku procesu, kde spôsobí úzke miesto. Tento jav je označovaný ako posun úzkych miest (Wilson, 2010). King (2009) dodáva, že presun úzkych miest na jednotlivých procesoch počas výroby môžu mať za následok aj rozdielne typy výrobkov, ktoré týmto pracoviskom prechádzajú a každý výrobok má iný cyklový čas operácie.

### 2.1.2 Odstránenie úzkeho miesta

Úzke miesta je schopné odstrániť s dostatočným úsilím a dosiahnuť tak optimalizáciu tohto pracoviska (Bertagnolli, 2022). Analýza úzkych miest si vyžaduje pohľad na celý výrobný proces. Napriek tomu, že potrebné dáta a výkon sa získavajú na každom zariadení na linke, úzke miesta sa často vyskytujú počas prechodu, fázovania, komunikácie alebo fázy nastavenia. Okrem pohľadu na celkový výrobný proces musí analýza úzkych miest zahŕňať otázky týkajúce sa ľudí, ako je práca, školenia a zručnosti. Môže tiež vyžadovať preskúmanie dodávateľského reťazca, aby sa vyriešili prípadné materiálne obmedzenia. A samozrejme musí byť zahrnutý aj merateľný výkon, ako je rýchlosť stroja, vek a schopnosti zariadenia a kapacitná analýza. Aby bola analýza výrobnnej kapacity efektívna, vyžaduje obrovské množstvo zberu dát. To znamená zhromažďovať produkčné dáta, zhromažďovať ich, štandardizovať a analyzovať ich s ohľadom na trendy a zisťovať oblasti, kde sa vyskytujú úzke miesta (Wavestrom, 2021). Tento prístup ku riešeniu úzkeho miesta dopĺňa web Sydle.com (©2024), ktorý pre riešenie úzkych miest vo výrobe stanovuje potrebné zmapovanie celého procesu výroby daného sledovaného výrobku alebo linky. Následne je potrebné identifikovať a eliminovať nepotrebné procesy pre optimalizovanie pracovného toku. Pre pochopenie, či procesy dosahujú očakávané výkony je potrebné si nastaviť KPI, ktoré to budú vyhodnocovať. Pre udržanie optimálneho nastavenia je potrebné sledovať stav výroby, KPI, metriky kvality a angažovanosti pre neustále zlepšovanie.

Web MindTools.com (©2024) má na úzke miesta vo výrobe dve metódy prístupu, ktoré sú nasledovné:

- **Zvýšenie efektivity kroku úzkeho miesta** - Zvýšenie efektivity v konkrétnej situácii priamo závisí na povahe procesu a dostupných zdrojov. Je potrebné sa prvotne uistiť, že všetko čo vchádza do úzkeho miesta, je bezchybné. Tým sa predíde plytvaniu časom s materiálom, ktorý sa vyhodí, alebo nutnosťou opakovať krok. Ďalším krokom je priradenie najskúsenejších členov tímu k úzkemu miestu. Týmto krokom sa môže dosiahnuť aj vyššia produktivita ako by bola želaná na úzkom mieste. Popríklad zvýšiť kapacitu úzkeho miesta zvýšením počtom pracovníkov v tomto mieste výroby. Takto je možné vyrovnať a získať plynulý tok materiálu výrobným procesom.
- **Znížiť vstup do kroku úzkeho hrdla** - Zníženie vstupov je adekvátnou reakciou, ak jedna časť procesu je potencionálne produktívnejšia, čiže má potenciál pre viac

výstupov, než je vo finále potrebných. Alternatívnym prístupom, ako znížiť vstup, môže byť prerozdelenie úloh tam, kde je väčšia kapacita. To by znamenalo zníženie vstupov do pracovného postupu pracovníkov a zabránilo by sa úzkym miestam v tejto fáze (Unblocking-bottlenecks, 2024).

King (2009) a Wilson (2010) sa vo svojich dielach zhodujú s využitím metód lean výroby pre odstránenie objaveného úzkeho miesta. V rôznych krokoch tak využívajú SMED metódu, PDCA cyklus alebo 5S metódu. Tieto nástroje štíhlej výroby sú kombinované na základe potreby a personalizácie problému a jeho príčin úzkeho miesta vo výrobe.

## 2.2 Priestorová štruktúra výrobného systému

Výroba dielov a montovaných celkov je v praxi rozčlenená do jednotlivých operácií, ktoré sú priradené na konkrétne špecializované pracoviská, poprípade výrobné úseky. Spôsob rozdelenia pracoviska je ovplyvnený druhom a úrovňou špecializácie, taktiež materiálový tok a samotný priebeh procesu výroby majú vplyv na rozmiestnenie pracovísk (Jurová et al., 2013). Jurovej rozdelenie pracovísk na základe ich rozmiestnenia je nasledovné:

- Technologické usporiadanie
- Predmetové usporiadanie
- Bunkové usporiadanie (Jurová et al., 2013)

Pri zameraní na dané pracovisko z hľadiska optimálnej dispozície a organizácie činností pracovníka je zámerom vyriešenie priestorového usporiadanie. Podstatou tohto riešenia je účelné priestorové rozmiestnenie všetkého pracovného vybavenia pracoviska s cieľom zabezpečiť pohodlný a bezpečný výkon na pracovisku za minimalizovania námahy pracovníka (Heřman, 2001).

### 2.2.1 5S metóda na pracovisku

Názov jedného z nástrojov štíhlej výroby, teda 5S, je spojený s piatimi slovami alebo výrazmi, začínajúcimi písmenom „S“. Tieto slová sú spojené s popisom praktík na pracovisku vedúcim k vizuálnej kontrole a štíhlej výrobe (Lean thinking and methods 5s, 2023). Týchto päť japonských slov je:

- **Seiri** – Tento výraz reprezentuje potrebu separovania nástrojov, dielov, materiálov a pod. Ide o nadbytočné objekty na pracovisku, ktoré sú odstránené.

- **Seiton** –V preklade organizácia pracoviska, je priradenie objektom, ktoré po vytriedení ostali, ich stále miesto kam ich odkladať.
- **Seiso** – Čistenie pracoviska, náradia a iných nástrojov na ich priradené miesto.
- **Seiketsu** – Seiketsu je výsledkom dodržovania prvých troch praktík, čím je dosiahnuté celková čistota a poriadok na pracovisku
- **Shitsuke** – Inak povedané disciplína na pracovisku, ktorá plynie z dodržovania prvých štyroch zásad. (Five s, c2000-2024)

### 2.2.2 Plánovanie layoutu

Prv než sa rozoberú postupy a technika tvorby layoutov, je potrebné si vysvetliť termín plánovanie layoutu, ktorý pozostáva z dvoch slov - plán a layout.

- **Layout** – Oxford Learner's Dictionary (©2024) definoval layout takto: „*spôsob, akým sú usporiadané časti niečoho, ako je stránka knihy, webová stránka, záhrada alebo budova*“.
- **Plán** – Podľa definície Cambridge Dictionary (©2024) je plán definovaný ako: „*súbor rozhodnutí o tom, ako niečo urobiť v budúcnosti*“.

Usporiadanie a dizajn zariadení zohrávajú kľúčovú úlohu v podnikových operáciách s cieľom optimalizovať efektivitu výroby a riešiť požiadavky zamestnancov. Primárnym cieľom rozloženia je zabezpečiť bezproblémový tok práce, materiálov a informácií v rámci systému. Zariadenie sa v podstate vzťahuje na priestor, kde podnik vykonáva svoje činnosti. Usporiadanie a dizajn tohto priestoru výrazne ovplyvňuje, ako sa práca, materiály a informácie pohybujú v systéme. Efektívne usporiadanie a dizajn zariadenia závisí od integrácie potrieb jednotlivcov (zamestnancov a zákazníkov), materiálov (surových, hotových a rozpracovaných) a strojov na vytvorenie jednotného a efektívneho systému (Facility layout and design, 2020).

Pri navrhovaní usporiadania zariadení a strojov v továrni je dôležité uprednostniť zníženie potreby vnútornej dopravy a udržanie nízkych nákladov. V rámci usporiadania továrne slúžia rôzne položky, ako sú stroje, pracovné stoly a skladovacie jednotky, ako východiskové body pre presun materiálov (Factory layout planning, ©2006).

Pri determinovaní typov layoutov sa web Vistable.com, (©2006) sa zhoduje s Jurovou (2013), ktorý je spomenutý v kapitole 2.2 *Priestorová štruktúra výrobného systému*. Bližšie priblížené definovanie týchto typov usporiadania pracovísk je nasledovné:

- **Technologické usporiadanie** – Toto usporiadanie je uspošobené na prvotné a hrubé rozplánovanie výrobných priestorov s ohľadom na požadovanú plochu, vzťah materiálových tokov a organizačné aspekty (Factory layout planning, ©2006). Usporiadanie sa orientuje na výrobný proces a ich operácie podľa príbuznosti, ktorý je adekvátny vo výrobe s drahými zariadeniami alebo širokej variability súčiastok. Nevýhodou je v tomto prípade zložité plánovanie, riadenie a vyvažovanie kapacít, taktiež náročné prípravy a manipulácia, ako aj hromadenie zásob (Jurová et al., 2013).
- **Predmetové usporiadanie** – Usporiadanie predmetové vizualizuje reálne objekty rozloženia pomocou jednoduchých geometrických tvarov. Je nazývané aj hrubé rozloženie a komponuje tieto aspekty: potrebný priestor, organizačné aspekty, obmedzenia a lokálne podmienky a limitácie, ale aj vzťah materiálových tokov (Factory layout planning, ©2006). Podľa Jurovej (2013) je toto usporiadanie charakteristické orientáciou na výrobok a tvorbu meších výrobných jednotiek pre kompletné spracovanie. Pri tejto forme rozdelenia je adekvátne začať s rozborom výrobného sortimentu a opatrení v konštrukcii a technológiách. Po určení variability dielov a selekcii výrobných zariadení so zostaveným tímom pracovníkov výroby je možné vytvoriť manufaktúrne bunky, ktoré budú decentralizované s jednoduchším riadením na výrobnjej úrovni.
- **Bunkové usporiadanie** – Prepája technologické a predmetové rozmiestnenie s účelom zmiešanej výroby malej až strednej výrobnjej produkcie viacerých druhov dielov. Rozdelenie je itnerpretované ako priestorové zoskupenie technologicky odlišných zariadení umožňujúce spraovanie technologicky podobných súčiastok. Dochádza tak ku tvorbe výrobkových rodín, ktoré musia byť viazané analýzou technologických postupov, kusovníkov a plánov výroby (Jurová et al., 2013).

### 2.3 Inovácia výrobného procesu

Inovácia výrobných procesov (MPI) označuje komplexné organizačné úsilie zamerané na zásadnú transformáciu výrobných procesov a systémov s cieľom dosiahnuť významné vylepšenia kľúčových ukazovateľov výkonnosti. Táto iniciatíva zahŕňa celý rad aktivít. Niektoré projekty MPI sa zameriavajú na technologický pokrok, zatiaľ čo iné sa zameriavajú na zmenu pracovných procesov a noriem správania v rámci organizácií. Niektoré organizácie sa rozhodnú pre existujúce externé technologické riešenia alebo pracovné metodológie, zatiaľ čo iné môžu byť priekopníkmi vo vývoji a prijímaní inovatívnych technológií alebo organizačných postupov, ktoré posúvajú hranice súčasných noriem (Yamamoto, 2013).

Zavedenie štruktúrovaného prístupu k inováciám zosúladí tvorivé úsilie so strategickými cieľmi a vytvára systematický rámec na vytváranie a implementáciu nápadov. Táto formalizácia zaisťuje, že zdroje sú vhodne pridelené a procesy sú zavedené na podporu, hodnotenie a realizáciu nových konceptov. Pri absencii formalizovaného prístupu môže k inovácii dôjsť náhodne a bez organizácie, čo vedie k prehliadaniu hodnotných nápadov, duplicitnému úsiliu alebo neefektívnemu využívaniu zdrojov. To môže viesť k nedostatočnej jasnosti a účelu, čo môže potenciálne brániť pokroku a brániť schopnosti spoločnosti zostať konkurencieschopnou, reagovať na zmeny a stimulovať rast (Winter, ©2023).

Pries a Quigley (2019) pri zistení stavu procesu používajú tzv. vizuálnu továreň, ktorá predstavuje metódu zameranú na podporu efektívneho správania, či už v kancelárskom prostredí alebo v skutočnom továrenském prostredí. Základným konceptom je, že môžeme ľahko pochopiť súčasný stav vecí jednoduchým pozorovaním vizuálnych podnetov.

Yamamoto (2013) vo svojej práci kategorizoval MPI do štyroch stupňov a sú definované takto:

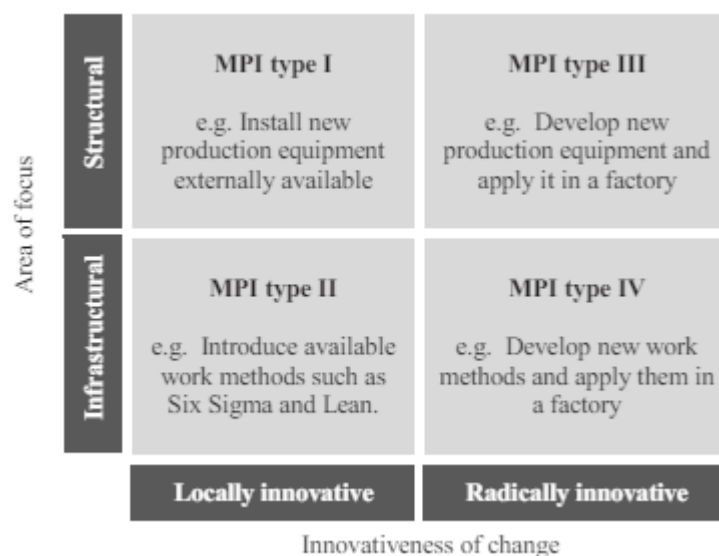
**MPI Typ I (štruktúrálné - lokálne inovatívne):** Tento typ MPI sa zameriava predovšetkým na uskutočnenie zásadných zmien v štruktúrálnej stránke. Často to zahŕňa prijatie riešení, ktoré sú ľahko dostupné externe. Do tejto kategórie patrí napríklad zlepšenie automatizácie výroby implementáciou štandardných technológií.

**MPI Typ II (infraštruktúrálné - lokálne inovatívne):** Hlavným cieľom je zaviesť základné zmeny v infraštruktúrnej stránke. Tento typ MPI zvyčajne zahŕňa prijatie externe dostupných riešení. Príkladom je implementácia celopodnikových zlepšovacích iniciatív, ako je Lean production a Six Sigma.



**MPI typ III (štrukturálny - radikálne inovatívny):** Tento typ znamená zásadné zmeny v štrukturálnom aspekte pri začlenení nových riešení podľa stavu techniky v továrenskom prostredí. Ilustráciou tohto typu by bol vývoj a aplikácia inovatívnych automatizačných systémov v rámci závodu.

**MPI Typ IV (infraštrukturálne - radikálne inovatívne):** Vykonajú sa základné zmeny v infraštruktúrnom aspekte a prevezmú sa nové riešenia podľa stavu techniky. V tejto kategórii sa v továrni vytvárajú a implementujú jedinečné riešenia súvisiace s prvkami infraštruktúry, ako sú nové pracovné procesy alebo výrobné toky.



Obrázok 1 Štyri MPI typy (Yamamoto, 2013)

Reniers a Cozzani (2013) sa pri tvorbe inovovaného procesu orientujú aj na implementáciu ochrany pracovníkov. Bezpečnostné opatrenia uplatňované pri projektovaní procesov a jednotiek sú do veľkej miery podobné tým, ktoré sa už uplatňujú pri bežných bezpečnostných stratégiách zameraných na prevenciu strát, bezpečnosť vonkajšieho obyvateľstva, bezpečnosť zamestnancov atď. Návrh usporiadania zariadenia má však významnejší vplyv na potenciál eskalácie, a preto si zaslúži osobitnú pozornosť.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

### 3 CHARAKTERISTIKA SPOLOČNOSTI

Analýza výrobného procesu, ktorá je hlavným predmetom tejto bakalárskej práce sa uskutočnila v podniku XYZ. Z hľadiska právnej formy sa jedná o akciovú spoločnosť. Z hľadiska organizačnej štruktúry sa podnik skladá z správnej rady, ktorá pozostáva z 3 členov (Každý člen zastupuje spoločnosť samostatne). Akcie tohto podniku sú v počte 149 294 a sú vo vlastníctve jediného akcionára. Firma má dvoch skutočných nepriamych majiteľov; Náhradný skutočný majiteľ podľa §5 zákona č. 37/2021 Sb. od roku 2021 (Česko, 2022). Podnik sa zameriava na výrobu plastových dielov rôzneho druhu pre automobilový priemysel a spracovanie gumárenských zmesí. Sústredia sa na veľkoplošné, prevažne exteriérové plastové diely v menších až stredných sériách. Príkladom ich výrobného sortimentu sú kapotáže pre nákladné automobily, traktory, kosačky na trávnik, blatníky a interiérové diely do autobusov. Do ich sortimentu ale spadajú aj spoilery a kryty pre osobné automobily. Firma bola založená v roku 1991 výskumnými pracovníkmi v oblasti plastikárskeho priemyslu. Prvú sériovú výrobu za pomoci technológie RIM spustil až v roku 1993. Základný kapitál firmy činil 149 294 000 Kč. Meno firmy a názov produktov, poprípade názvy odberateľov a zákazníkov nebudú na základe vzájomnej dohody zverejnené ako si firma praje. Z toho dôvodu sú informácie spojené s firmou a analyzovaným produktom značne obmedzené.

#### 3.1 Infraštruktúra spoločnosti

Predstavená výrobná firma je situovaná v Zlíne mestskej časti Příluky. Firma pozostáva z troch samostatných budov, z čoho je jedna uspořádaná na administratívne účely a dve ďalšie budovy Z1 a Z2 sú zamerané na výrobnú činnosť. Administratívna budova a výrobná hala Z1 sa nachádzajú na spoločnom pozemku. Hala Z1 je prvou výrobnou budovou, ktorou firma disponovala pre plnenie svojich podnikateľských aktivít. Využíva technológiu RIM na výrobu produktov a v súčasnosti je časť výroby presunutá na novú výrobnú halu Z2. Táto hala je v prevádzke od roku 2019 a disponuje systémom RIM, SMC a lakovacími linkami. Výrobná hala Z2 je značne modernejšia od jej predchodcu Z1 a jej výrobné procesy sú niektorých krokov plne automatizované ako napríklad lakovacie linky. Presné rozpoloženie jednotlivých budov firmy je znázornené na obrázku 2.



Obrázok 2 Mapa budov firmy (vlastné spracovanie pomocou Mapy.cz)

### 3.2 Výrobná činnosť

Podnik ako už bolo vyššie spomenuté sa zameriava predovšetkým na výrobu dielov pre automobilový priemysel za pomoci polymerných systémov výroby a spracovanie gumárenských zmesí. Podnik XYZ disponuje štyrmi typmi výroby produktov:

- **RIM** – Výhodou metódy RIM (reaction injection molding) výroby sú menšie investície do foriem a vstrekovacej jednotky, ľahšie plnenie tvarovo komplikovaných a rozmerne veľkých dielov, ako aj optimalizácia vlastností konkrétnych požiadavkov zákazníka. Technológia RIM funguje na bázi vstrekovania monomernej zmesi priamo do výrobných foriem, kde za špeciálnych podmienok táto zmes polymeruje. Vďaka použitiu nízkeho tlaku pri vstrekaní zmesi do formy je možné touto technológiou vyrábať veľké diely na relatívne malom malom zariadení s použitím ľahkých foriem. Tento typ výroby je vhodný pre veľké výrobné série od 100 do 10 000 kusov.
- **VT** – princíp výroby VT (Vákuové tvarovanie) je predohriatie plastových dosiek na požadovanú tvarovaciu teplotu podľa materiálu, ktorá sa následne obtlačí do formy alebo na ňu. Samotné tvarovanie sa dosiahne pomocou vákua, ktoré sa umelo vytvorí medzi formou a plastovou doskou. Tento spôsob výroby firma využíva pre nižšie až stredné série výroby dielov s rozmermi do 3x2 metra s hrúbkou stien 1 až 10 mm.

- **PU-RIM (polyetherane RIM)** – technológia reaktívneho vstrekovania umožňuje flexibilné nastavenie vlastností vyrábaných dielov (kompaktné, ľahčené, mäkké, tvrdé a elastické). Spôsob výroby je podobný s technológiou RIM, pričom tento spôsob sa odlišuje tým, že zmes sa nastrekuje priamo na výrobnú formu.
- **SMC** – technológia lisovania kompozitných materiálov vystužených sklenenými vláknami. SMC (Sheet Moulding Compound) je kompozitný polotovár vo forme plátov, z ktorých je možné vyrezať dieli požadovaných rozmerov. Za zvýšenej teploty a tlaku v lise dostáva materiál požadovaný tvar a pri lisovaní dochádza k rade polymeračných a sieťovacích reakcií. Pomocou SMC sa vyrábajú diely pre automotive, elektropriemysel alebo stavebníctvo.

## 4 VÝBER VÝROBNÉHO PROCESU

Kapitola opisuje akým spôsobom sa pristupovalo ku výberu konkrétneho procesu, ktorým sa zaoberá táto práca a bude hlavným predmetom zberu dát na následnú analýzu, z ktorej bude možné zistiť nedostatky a navrhnúť možné kroky pre odstránenie týchto nedostatkov.

### 4.1 Spôsob výberu konkrétneho procesu

Selekcia výrobného procesu, na ktorý sa zamerať prebiehala na základe výrobného plánu poskytnutého podnikom. Z obdržaného súboru obsahujúceho všetky plánované operácie celého výrobného portfólia firmy XYZ na rok 2024 som previedol relevantné dáta (názov výrobku, typ operácie, miesto výkonu, celkový normovaný výrobný čas) a vytvoril kontingenčnú tabuľku 1, ktorou som získal časovo najnáročnejšie operácie vo výrobe.

Tabuľka 1 Procesné časy operácií za rok (vlastné spracovanie)

Operácia	Súčet plánovaného času výroby [min/rok]
PR003024-D10	270567
PR007064-A20	134225
PR004035-E10	119280
PR001073-G3	73267
PR003062-B10	65747
PR002005-B30	64845

Po následnej konzultácii výsledku s oddelením plánovania a oddelením priemyslového inžinierstva, sme vyhodnotili ako hlavný predmet záujmu proces výroby diel PR003024-D10. Zvolil som si ho na základe najväčšej časovej náročnosti z pomedzi procesov.

### 4.2 Popis produktu

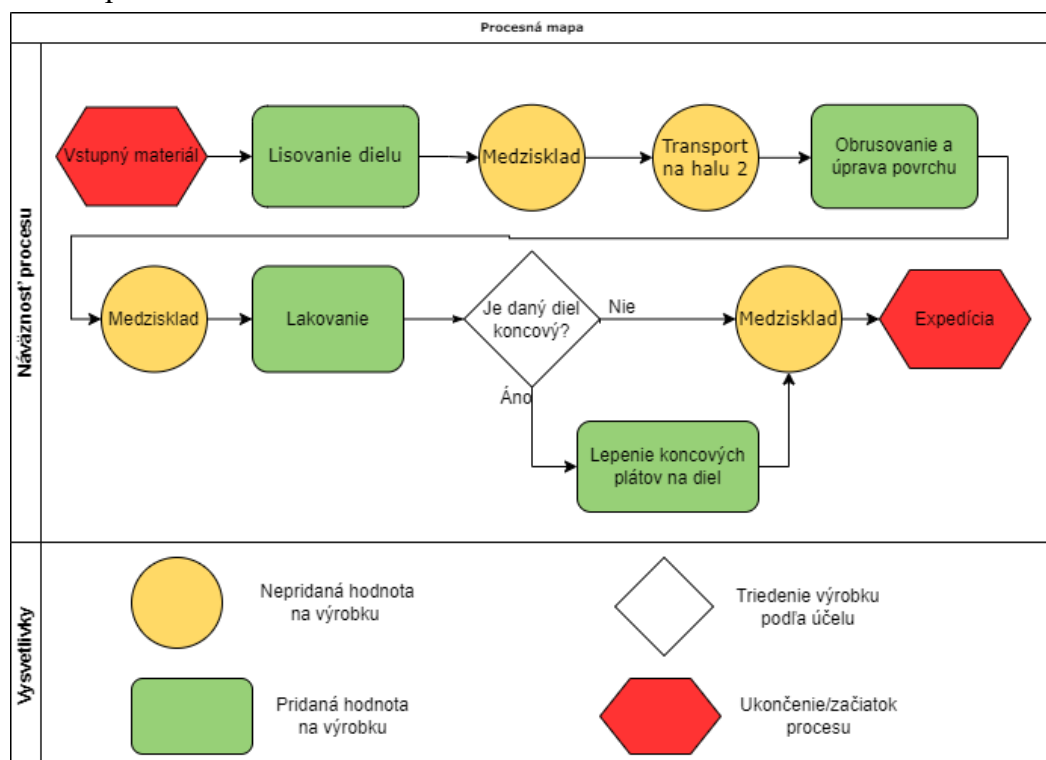
Vyrábaný produkt firmou XYZ, je komponent do vozidiel mestskej hromadnej dopravy, presnejšie sa jedná o súčasť batožinového priestoru v hornej časti interiéru pre pasažierov. Produkt je vyrobený v plastovom prevedení z materiálu NYRIM®. Jedná sa o polymérny materiál špecifický svojou húževnatosťou, veľmi dobrú chemickú odolnosť ako aj odolnosť k prelamovaniu. Radí sa medzi inžinierske plasty a je schopný byť modifikovaný pre dosiahnutie vlastností presne podľa požiadavky zákazníka. Z pohľadu recyklácie je veľmi efektívne spracovateľný do formy granulátu. Vlastnosti recyklovaného granulátu sú pri správnom postupe veľmi blízke.

## 5 POPIS SÚČASNÉHO ANALYZOVANÉHO PROCESU

Následná analýza popisuje samotný postup pri výrobe dielu od jeho začiatku, až po finálny stav. Objemovo sa jedná o sériovú výrobu v stovkách kusov mesačne. V porovnaní s ostatnými výrobkami je tento výrobok dosť dynamický z pohľadu výroby a samotný proces zahŕňa viacero pracovísk a taktiež transport do druhej výrobnéj haly, kde prechádza do finálnej dokončovacej fázy výrobného postupu. Samotná fáza dokončovania (tabuľka. 1) je na základe analýzy dát časovo najnáročnejšia. Z pohľadu členenia, výrobný proces produktu pozostáva z:

- Lisovania
- Obrusovania
- Lakovania

Analyzovaný proces (obr. 3) je v nasledujúcej časti podrobne rozpísaný na základe dôležitosti oboznámenia s procesnými úkonmi. Obsiahnuté budú postupné pracovné úkony pri každom procese, využité technológie pri výrobe a taktiež nadväznosť procesov chronologicky na seba. Následne tieto poznatky budú využité pri zhotovení návrhu zlepšenia výrobného procesu.

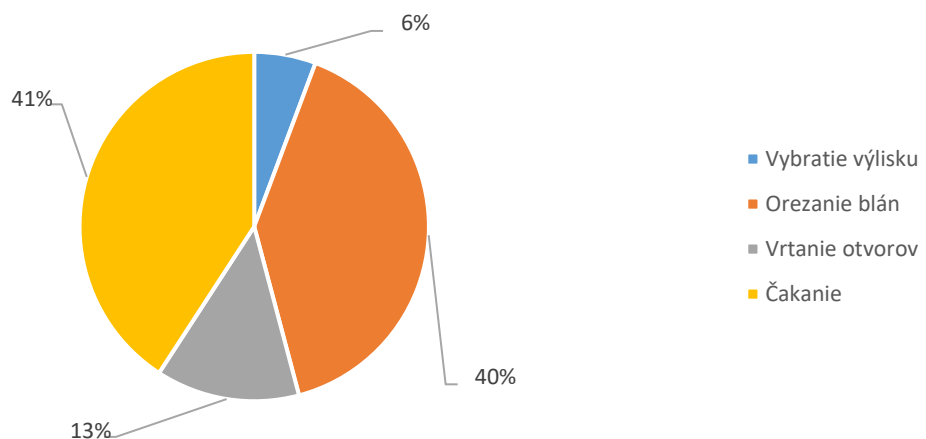


Obrázok 3 Procesná mapa (vlastné spracovanie)

### 5.1.1 Proces lisovania

Začiatok života výrobku začína vo výrobnéj hale Z1, na pracovisku kde sa pomocou technológie RIM a na mieru vyrobenej formy vstrekuje namixovaná predhriata hmota cez dva zásobníky substancie A a substancie B. Zmiešanie týchto dvoch materiálov vzniká hmota potrebná na výrobu produktu. Proces dávkovania je automatický a pomocou púmp sa tieto dva materiáli odvedú hadicou až do formy. Pri vstrekovaní do formy dochádza ku vytváraniu vzduchových bublín vnútri materiálu. Pre minimalizovanie tohto nežiadúceho efektu celý lis rotuje po horizontálnej ose pred naplnením formy. Zároveň forma nie je kompletne uzatvorená, čím umožňuje vzduchovým bublinám unikať pomocou tohto otvoru. Lis má výrobnú kapacitu dva kusy za cyklus. Čas operácie výroby dielu je systémovo nastavená a operácia výroby je poloautomatická. Znamená to, že stroj celý cyklus lisovania robí automaticky, pracovník ale potrebuje po každom cykle vybrať vylisované diely, očistiť formu a cyklus znova spustiť pomocou ovládacieho panela. Normovaný čas výrobné cyklu pracovníka je stanovený na 7,5 minúty. Podrobné rozdelenie aktivít počas tohto cyklu aj s časovým údajom sú znázornené v grafe 1. Popri pracovníkovi vykonáva činnosť aj lis ktorého automatický proces polymerizácie je nastavený na 3,5 minúty. Tento čas ale zahŕňa len samotné plnenie formy a proces polymerizácie materiálu vo forme. Samotný náklon formy do pracovnej a aj z pracovnej polohy už nezachycuje.

Časové rozdelenie cyklu podľa operácie



Graf 1 Operácie cyklu lisovania (vlastné spracovanie)

Pri tomto systéme vystačí na pracovisku jeden pracovník, ktorý má na starosti niekoľko úkonov. Ako prvé pracovník spustí lisovací stroj pomocou ovládacieho panelu, a po vybratí vylisovaných dielov ich uloží na stojan kde sa potrebujú schladiť, aby mohli vykonať ďalší krok, ktorým je orezanie prebytočného materiálu z lisovania. Na stojanoch sa diely chladia.



Proces chladenia trvá 6 cyklov lisu a diely sú chladené pomocou okolitého prostredia bez špeciálnej technológie, ktorá by mala za následok prudkú zmenu teploty materiálu a tým by nežiaduco zmenila fyzikálne vlastnosti materiálu. Po ochladení dielov pracovník nareže prebytočný materiál pomocou noža a odlomí od dielu. Takto opracované diely založí postupne do stojana prispôbeného na uľahčenie a zrýchlenie postupu, kde vyvrta otvory na požadovaných miestach. Tieto kusy uloží do debny na uskladnenie a ďalšie opracovanie. Po tomto kroku sa pracovníkov proces opakuje a mieri k lisu, kde vyberie dva nové kusy a spustí ďalší cyklus lisovania. Na konci smeny pracovník zabalí všetky vylisované diely do debny a uskladní na medzisklad. Časy jednotlivých operácií sú uvedené v tabuľke 2. Aktuálna norma výroby na tomto pracovisku je nastavená na 82 kusov za smenu. Proces lisovania prebieha v dvoj smennej prevádzke, z čoho vyplýva denná norma 164 kusov. Prevoz je plánovaný na posledný piatok v mesiaci, kedy sa odváža uskladnená rozpracovaná výroba vylisovaných dielov na halu Z2. Kapacita jednej debny s dielmi je 54 kusov, to znamená jeden a pol debny za smenu na pracovníka.

Tabuľka 2 Priemerný čas operácií (vlastné spracovanie)

Vykonaná operácia	Priemerný čas/2ks
Vybratie výlisku	0:00:24
Orezanie blán	0:02:51
Vrtanie otvorov	0:00:57
Čakanie	0:02:54
Cyklus	0:07:06

### 5.1.2 Proces obrusovania

Pracovisko pre obrusovanie vylisovaných dielov sa nachádza vo výrobnjej hale Z2. Rozpracovaná výroba z medziskladu vo výrobnjej hale Z1 sa transportuje pomocou autodopravy v stanovených denných plánoch pre prepravu materiálu medzi halami. Po príchode na pracovisko sa debny uskladnia podľa nastaveného 5S na určené miesto.

Na pracovisku je prítomný jeden pracovník, ktorý má splniť nastavenú normu za smenu, čo je 74 kusov obrúsených dielov. Aktuálne nastavený čas normy na jeden kus je päť a pol minúty.

Pracovník na začiatku smeny si pripraví pracovné nástroje, ktoré pozostávajú z vysúvacieho noža, orezávacieho noža, brúsneho papiera, tmelu, elektro-brúsky a brúsnej vlny spolu s acetónom na dokončovanie povrchu. Manipulant na začiatku smeny navezie novú debnu s vylisovanými dielmi (v prípade, že je začatá debna z predošlej smeny tak pracovník

pokračuje ňou). Na stól si vyloží 6-10 dielov. Následne začína postupne s orezaním a obrúsením každého kusu postupne. Najprv pracovník oreže prebytočný plast, ktorý tam vznikol pri lisovaní. Tieto orezané miesta ešte prebrúsi ručne brúsnym papierom aby sa dosiahol maximálne hladký povrch. V opačnom prípade by mohlo dôjsť k zatekaniu prebytočnej farby pri lakovaní. Po orezaní je potrebné elektrickou brúskou obrúsiť zadnú nepohľadovú stranu dielu aby pri finálnom inštalovaní strana lícovala s ostatnými dielcami v hotovom produkte. Počas orezávania a obrusovania pracovník zároveň tmelí nedokonalosti. Nakoniec orezávacím nožom pracovník oreže hrany na vyvrtaných otvoroch. Po obrúsení všetkých vyložených dielov pracovník ešte prebrúsi diely brúsnou vatou a utrie handrou s acetónom. Hotové diely odloží do debny na opracované diely.

### 5.1.3 Proces lakovania

Lakovanie je posledným procesom s pridanou hodnotou pre výsledný produkt. Okrem výnimiek, kedy diely po lakovaní ešte idú na dodatočné lepenie koncoviek. Pre samotnú analýzu ho ale nebudem rozpisovať, vzhľadom na nemožnosť získania dát z chronometráže v lakovacom boxe, kde je potrebný ochranný odev a ochranná maska s okuliarmi. Taktiež prostredie lakovacieho boxu mi neumožňovalo použiť efektívne a bez rizika poškodenia prístroj na meranie času. Z tohto hľadiska pre mňa vstup do lakovacieho boxu nebol možný a preto tento krok výroby do analýzy nezahrňujem.

## 5.2 Metóda analýzy procesu

Analýza jednotlivých častí celého výrobného procesu prebiehala formou chronometráže jednotlivých pracovísk. Zhotovilo sa niekoľko námerov z pracovného dňa na oboch pracoviskách rôznych pracovníkov. Na zistenie potrebného počtu meraní pre relevantné výsledky analýzy procesu bol použitý výpočtový vzorec:

$$n = \left( \frac{Z * S}{\alpha * \bar{x}} \right)^2$$

Hodnota  $Z$  podľa konfidenčného intervalu, ktorý vychádza z tabuliek spoľahlivosti pre normálne rozdelenie. Hodnota intervalu sa mení na základe vzťahu:

$$Z_{1-\alpha/2}$$

Hodnota  $S$  vyjadruje smerodajnú odchýlku. Z ohľadom na fakt, že analyzované procesy boli dva a nebolo ich možné zároveň obsiahnuť v jednom výpočte. Tým pádom bolo potrebné vypočítať smerodajnú odchýlku pre každý proces zvlášť. Výsledné hodnoty som vypočítal pomocou nasledujúcej rovnice:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Hodnota  $\alpha$  interpretuje prípustnú chybu v percentách. Je to maximálna hranica tolerovanej chybovosti v procese, ktorú si podnik sám nastavuje individuálne.

Hodnota  $\bar{X}$  je aritmetický priemer hodnôt z prvotných meraní jednotlivých procesov. Pre výpočet priemerných hodnôt a smerodajnej odchýlky boli použité cyklové časy.

Výsledné hodnoty premenných znázorňuje tabuľka 3.

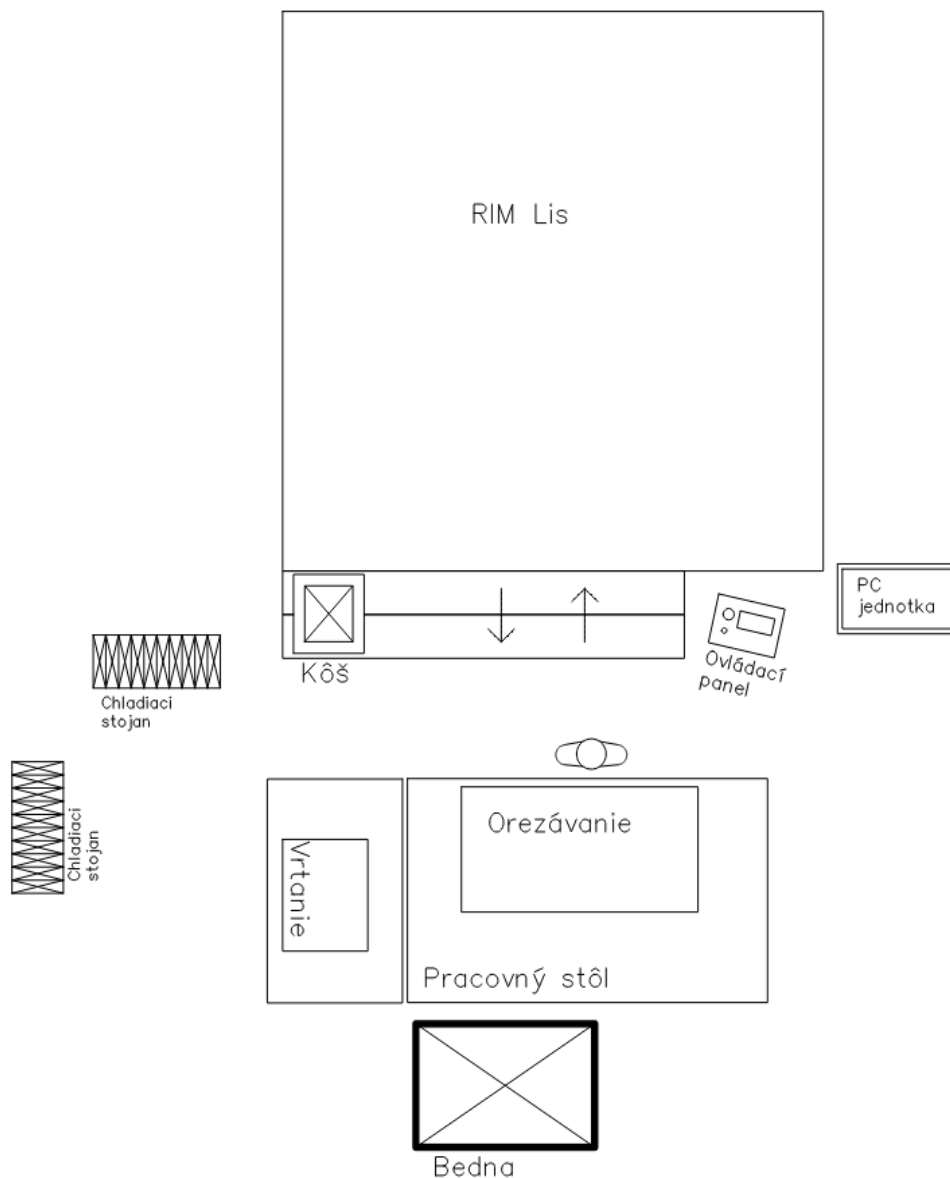
Tabuľka 3 Hodnoty premenných pre stanovenie počtu námerov (vlastné spracovanie)

	<b>Lisovanie - Pracovník</b>	<b>Obrusovanie</b>
<b>Hodnota Z</b>	2,5	1,96
<b>Prípustná chybovosť (<math>\alpha</math>)</b>	2%	2,5%
<b>Smerodajná odchýlka (S)</b>	0,41	0,44
<b>Priemerný cyklový čas v minútach (<math>\bar{X}</math>)</b>	7,02	4,12
<b>Počet potrebných námerov (n)</b>	53	70

### 5.3 Pracoviská vo výrobnom procese

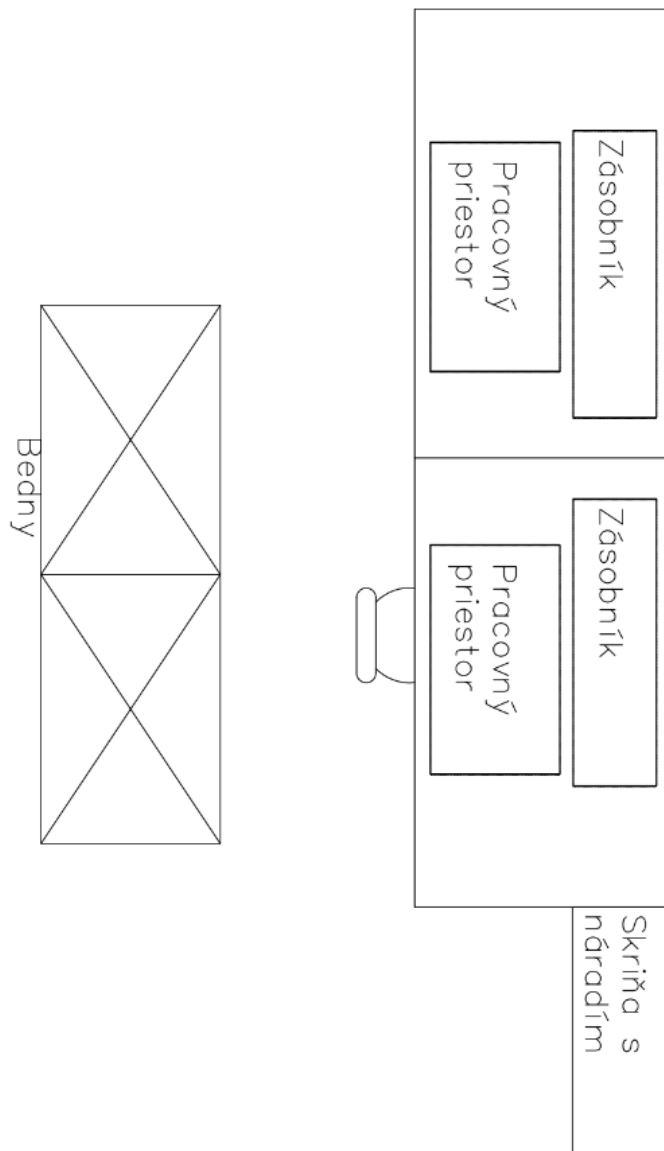
Pracoviská výrobného procesu dielu PR003024-D10 sa nachádzajú v dvoch halách. Prepojené sú nákladnou prepravou, ktorá zásobuje pracovisko brúsenia každý piatok a preváža polotovary z medzi skladu na hale Z1 na halu Z2. Tam pokračujú vo výrobnom procese, až do finálnej verzie produktov.

Pracovisko lisovania na hale Z1 pozostáva z náklonného RIM lisu, pracovného stola pre orezávanie a vŕtanie vylisovaných dielov. Pracovisko disponuje dvoma stojanmi pre chladenie čerstvo vylisovaných dielov s kapacitou 10 ks na každom stojane. Lis je ovládaný pomocou počítača cez ovládací panel a všetky informácie o procese sú zobrazované na obrazovke nad ovládacím panelom. Pracovník po vybratí vylisovaných dielov musí spustiť proces lisovania ručne prostredníctvom ovládacieho panelu. Na obrázku 4 je možné vidieť dispozíciu jednotlivých pracovných stolov, stojanov a zariadení. Pracovisko je usporiadané na základe 5S metódy pracovníkom z oddelenia priemyslového inžinierstva.



Obrázok 4 Layout pracoviska lisovania (vlastné spraoovanie v AutoCAD)

Pracovisko brúsenia nachádzajúce sa na hale Z2 disponuje dvoma stolmi na vykonávanie pracovnej činnosti. Okrem pracovných stolov obsahuje pracovisko pracovné pomôcky, ktoré som spomínal v kapitole 6.1.2 Proces obrusovania. Tieto pomôcky má pracovník uložené v skrini vedľa pracovných stolov. Ako Môžeme vidieť podľa obrázku 5, za pracovníkom sa nachádzajú dve debny. Jedna bedna obsahuje ešte neobrušené dieli a druhá slúži na odkladanie opracovaných dielov. Zvyšné debny s neopracovanými dielmi sa nachádzajú blízko pracoviska a je preto potrebné aby v prípade nutnosti prišiel manipulant a presunul novú debnu na určené miesto. Počas práce na praovisku je využívaný jeden pracovný stôl, keďže je tu prítomný iba jeden pracovník. V spojení s chronometrážou tohto pracoviska bolo vyzozorované aj rozdelenie pracovného stola podľa jeho využitia pri práci brúsenia, ako je znázornené na layoute na obrázku 5.



Obrázok 5 Layout pracoviska brúsenia (vlastné spracovanie v AutoCAD)

## 6 HLAVNÉ ZISTENIA NEDOSTATKOV

V tejto kapitole rozoberiem zistenia nedostatkov po analýze procesu z dát a meraní, ktoré som vykonal. Toto vyhodnotenie zachytáva pracovisko lisovania a pracovisko brúsenia kde porovnávam namerané hodnoty u pracovníkov s nastavenými normami.

### 6.1 Pracovisko lisovania

V procese výroby dielov na lisovacom zariadení bolo na základe dát z chronometráže zistené, že pracovisko lisovania vykoná výrobný cyklus dvoch výrobkov rýchlejšie ako je norma. Zároveň počas výroby vzniká plytvanie a to vo forme čakania pracovníka na lis, kedy po orezaní dielov, vyvrtaní otvorov a uskladnení do debny pracovník čaká v priemere tri minúty na lis aby mohol cyklus opakovať (tabuľka 4). Ak si zoberieme priemerný čas cyklu, teda sedem minút a priemerné trojminútové čakanie tak to predstavuje 41% neproduktívneho času v každom cykle.

Tabuľka 4 Časové rozdelenie procesu výroby (vlastné spracovanie)

	Smena	Cyklus
Priemerný cyklový čas	4:51:20	0:07:06
Priemerný čas čakania	1:58:56	0:02:54
Priemerný čistý pracovný čas	2:52:24	0:04:12
Efektívne využitie prac. času	59%	

Priemerný cyklový čas za smenu bol 4 hodiny a 51 minút, čo sa vypočíta ako cyklový čas vynásobený počtom cyklov za smenu, teda 41. Počet cyklov za smenu je nemenný, vyplýva to z počtu kusov za smenu (82ks) a počtu kusov za cyklus (2ks). Celkový ccyklový čas je v tabuľke rozdelený na čas práce a čas čakania. Pri priemernom čakaní z tabuľky 4, ak zoberieme časový údaj za celú smenu, vieme získať sumu zaplatenú pracovníkovi za neproduktivitu. Na základe poskytnutých dát od firmy je hodinová sadzba pracovníka na lisovaní 636 Kč na hodinu. Celková priemerná suma zaplatená za čakanie pracovníka na stroj teda predstavuje 1261,4 Kč na smenu. Vzhľadom na dvojsmennú prevádzku je suma na deň priemerne 2522,8 Kč. Tabuľka 5 zachytáva ako sadzbu pracovníka, tak aj normu ktorá je nastavená na pracovisko lisovania. V tabuľke sú uvedené jednotlivé hodnoty sadzby,

Tabuľka 5 Časová norma práce (vlastné spracovanie)

Norma	smena	hodina	minúta
sadzba - pracovník (kč)	5 088	636	10,60
výroba za smenu (ks)	82	16	0,27

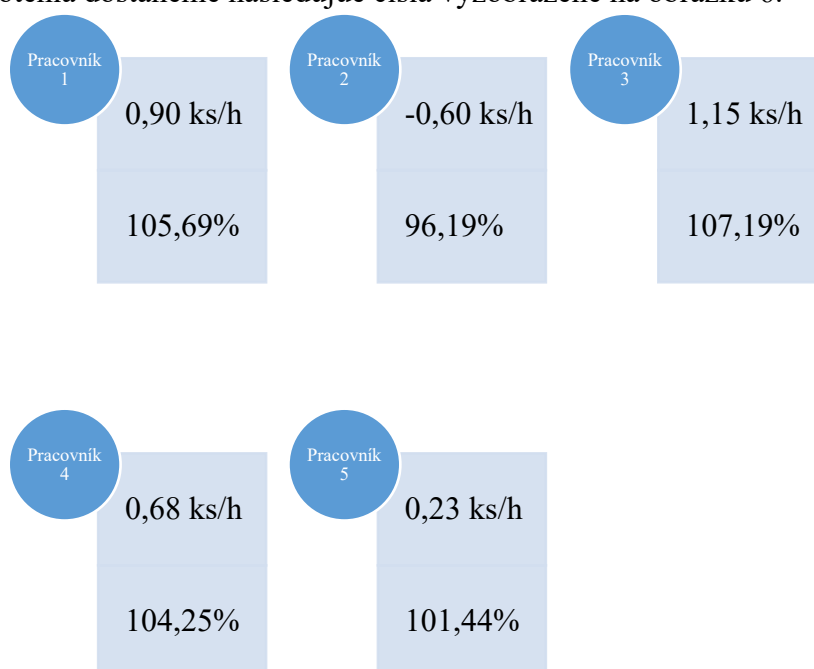
normovaný počet kusov za smenu a počet cyklov, pričom výpočet týchto hodnôt zohľadňuje výrobu dvoch dielov zároveň. Ich hodnoty sú uvedené v čase za smenu a hodinu pre lepšie porovnanie a zistenie odchýlky so skutočne nameranými dátami. Podľa tabuľky 5 má teda pracovník podľa normy vyrobiť 16 kusov za hodinu. Táto hodnota bola vypočítaná ako podiel 60ich minút za hodinu a sedem a pol minúty (norma cyklu), vynásobený dvoma kusmi vyrobenými za jeden cyklus.

Tabuľka 6 Skutočné dáta z chronometráže (vlastné spracovanie)

Pracovník 1		Pracovník 2		Pracovník 3		Pracovník 4		Pracovník 5	
ks	čas	ks	čas	ks	čas	ks	čas	ks	čas
20	1:10:54	20	1:07:53	20	1:10:20	20	1:12:09	20	1:13:48
16,90	1:00:00	15,38	1:00:00	17,14	1:00:00	16,67	1:00:00	16,22	1:00:00

Na základe dát z chronometráže bolo možné vytvoriť reálnu výkonnosť jednotlivých pracovníkov a porovnať to s nastavenou normou. Hodnoty v tabuľke 6 obsahujú výkon práce piatich sledovaných pracovníkov. Môže sa zdať, že hodnota udávajúca počet kusov za jednu hodinu je pri pracovníkovi 1 a pracovníkovi 4 iná ale zároveň ich výkon včase jednej minúty dosahuje rovnakú výkonnosť. Tento nesúlad je spôsobený zaokrúhľovaním čísel na dve desatinné miesta, nejde preto o chybu.

Porovnaním dát z tabuľky 6 s normovaným výkonom v tabuľke 5 môžeme vidieť odchýlku výkonov u všetkých pracovníkov. Ak si túto odchýlku prevedieme do percentuálneho hodnotenia dostaneme nasledujúce čísla vyzobrazené na obrázku 6.



Obrázok 6 Odchýlka pracovníkov od normy (vlastné spracovanie)

Podľa znázornenia na obrázku 6 vidíme, že väčšina pracovníkov vyrába rýchlejšie oproti časovej norme. Údaj kus za hodinu je odchýlka skutočného výkonu od normy a percentuálne je vyjadrený ich skutočný výkon v porovnaní s nastavenou normou. S rýchlejším časom výroby ale nedochádza ku priamo úmernému zväčšeniu objemu výroby. Počet kusov vyrobených za smenu ostáva rovnaký, avšak pracovníci si robia počas smeny prestávky alebo komunikujú s inými kolegami pre vyplnenie času, ktorý ušetria.

Pri smenovom čase, bez obednej prestávky, 7,5 hodiny a odčítaní 20tich minút na upratanie pracoviska, vychádza čisto pracovný čas na 7,17 hodiny. Podľa tabuľky 4 je čistý čas práce 4,85 hodiny na spracovanie nastaveného výkonu 82 kusov. Z toho vyplýva nevyužitý pracovný čas 2,32 hodiny, ktoré by mohol pracovník využiť pre výrobu ďalších kusov.

## 6.2 Pracovisko brúsenia

Proces obrusovania dielov bol analyzovaný v poradí druhý a počas sledovania vykonávanej práce som nenašiel nadbytočnú prácu počas postupu brúsenia. Nedostatok pri brúsení som zaznamenal len v čase operácií v porovnaní s nastavenou normou. Čas potrebný na obrúsenie jedného dielu sa líši na základe kvality dielu po lisovaní. V tabuľke 7 a tabuľke 8 môžeme vidieť priemerný čas cyklu pre opracovanie 5 až 8 kusov.

Tabuľka 7 Priemerný cyklový čas - pracovník 2 (vlastné spracovanie)

Operácia	Priemerný čas
Vybratie dielov	0:00:52
Obrus dielu	0:17:58
Final ošetrenie povrchu	0:04:00
Cyklus	0:22:50

Tabuľka 8 Priemerný cyklový čas - pracovník 3 (vlastné spracovanie)

Operácia	Priemerný čas
Vybratie dielov	0:00:56
Obrus dielu	0:18:14
Final ošetrenie povrchu	0:03:53
Cyklus	0:22:10

Ako je vidno na základe dát z tabuliek, brúsenie dielu tvorí prevažnú časť celého cyklu pracovníka. Záleží aj na počte dielov, ktoré si pracovník vyloží a u každého je to individuálne nie len na smenu ale aj na cyklus. To znamená, že niektorí pracovníci fungujú so systémom 6 kusov na cyklus počas celej smeny, nie je to ale pravidlo u všetkých a na základe chronometráže som spozoroval, že pracovníci jeden cyklus obrusujú 5 kusov a ďalší



cyklus 7 kusov. Týmto postupom je väčšina cyklov odlišná a je možné jedine porovnať to s normovaným časom na kus a reálnym výkonom na kus.

Tabuľka 9 Priemerný čas brúsenia (vlastné spracovanie)

Operácia	t(cyklus)	t(kus)	t(smena)
Vybratie dielov	0:00:58	0:00:10	0:12:49
Obrus dielu	0:17:24	0:03:02	3:45:01
Final osetrenie povrchu	0:04:19	0:00:44	0:53:49
<b>Celkový čas</b>	<b>0:23:03</b>	<b>0:03:56</b>	<b>4:51:39</b>

Po spriemerovaní každej nameranej operácie naprieč vybranými pracovníkmi, som získal dáta v tabuľke 9, ktoré môžem porovnať s normou pre zistenie výkonnosti pracoviska. Priemerný čas na jeden kus bol vypočítaný za pomoci priemerovania všetkých dát nameraných pri chronometráži brúsenia jednotlivých kusov.

5,50 min/ks

• norma

3,93 min/ks

• skutočnosť

Obrázok 7 Porovnanie normy so skutočným výkonom (vlastné spracovanie)

Na základe porovnania výkonnosti oproti norme na obrázku 7 je časová **výkonnosť pracoviska** priemerne **140%**. Z toho vyplýva, že norma je nastavená príliš vysoko, čo môže byť z dôvodu zaškolenia nových pracovníkov na pracovisku, ktorý potrebujú viac času na vykonanie operácií alebo rezerva pre pracovníkov v prípade kusu vyžadujúceho dlhší čas brúsenia. Aj z tohto hľadiska mi ale príde norma nastavená príliš vysoko a bolo by vhodné ju nastaviť na adekvátnu hodnotu. Toto nastavenie bližšie rozoberiem v kapitole návrhu riešenia.

Pri rozhovore s pracovníkmi na stanovišti brúsenia som sa dozvedel, že samotné brúsenie dielov je fyzicky náročné z dôvodu úplného zatuhnutia polymérneho plastu, čo má za následok dlhšie obrúsenie prebytočného materiálu z dielu.

Ak sa pozrieme na layout pracoviska brúsenia (obrázok 5), môžeme vidieť debny pre diely, ktoré sú umiestnené za chrbtom pracovníka. Pracovník tak musí vyložiť určitý počet dielov na pracovný stôl do zásoby a pravidelne tento krok opakovať, čím odchádza od pracovného stola po každom cykle obrúsenia dielov. Je to nadbytočný pohyb pre pracovníka a spomaľuje jeho tempo v akom by bol schopný obrusovať diely, keby debny boli efektívnejšie

umiestnené. Ďalší nedostatok na tomto pracovisku vidím v nevyužití pracovného miesta. Pracovník má k dispozícii dva pracovné stoly, ktoré ale nie je schopný využiť. Druhý stôl síce nezaberá veľa miesta a ani nijako nezavadzia pracovníkom vo výkone práce ale mohol by byť vyžitý prípadne na inom pracovisku alebo pre iné účeli a tým uvoľnil miesto.

Rovnako ako na pracovisku lisovania došlo k skutočnosti, že na základe dát z chronometráže a pracovnom čase na smenu 7,17 hodiny po odčítaní reálne odpracovaného času (4,87 hodiny) s výkonom 74 kusov, ostáva nevyužitých 2,31 hodiny pracovného času využiteľného pre obrúsenie ďalších dielov.

Pri prechádzaní si a meraní oboch pracovísk a získavaní námerov je tu pozorovateľný jav úzkeho miesta na pracovisku brúsenia, ktoré má aktuálne nastavené pracovisko na obrúsenie 72 kusov za smenu, zatiaľ čo pracovisko lisovania produkuje 82 kusov dielov za smenu, ktoré následne prechádzajú na pracovisko brúsenia. Vzniká tak prevaha 10 kusov dielov medzi pracoviskami a kopenie dielov.

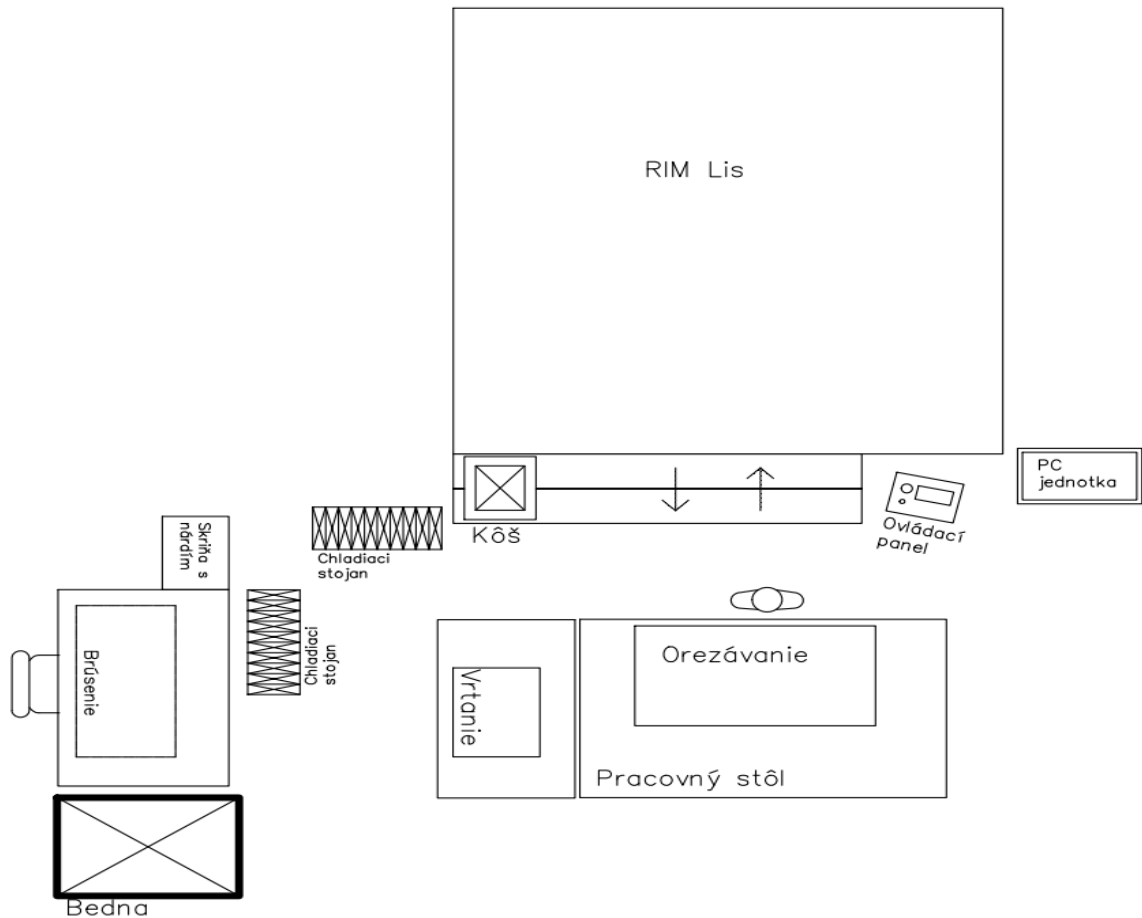
## 7 NÁVRH NA ZLEPŠENIE VÝROBNÉHO PROCESU

Následný návrh na zlepšenie procesu výroby dielu PR003024-D10 v tejto kapitole bude rozdelený do dvoch rovín, kde rovina číslo jedna bude popisovať skrátenie výrobného času od začiatku celého výrobného procesu až po expedíciu zákazníkovi. Druhá rovina sa bude sústrediť na úsporu financií a nastavenie normy pracovníkov pri výkone.

Pri počiatočnom výbere zamerania tejto bakalárskej práce sme sa s firmou zamerali na výrobný proces produktu, ktorý je predmetom tejto práce. Hlavným cieľom je skrátiť čas operácie brúsenia, na ktorý som sa pri zbere dát zameriaval. Samotne skrátiť len čas operácie brúsenia ale nebol možný z dôvodu plynulej návaznosti krokov a odlišnosti v potrebe obrúsenia dielu pre nejednotnú kvalitu. Jednou z možností by preto bolo zaobstarať nové RIM lisovacie zariadenie, ktoré by bolo finančne náročné a bolo by nutné technologicky inovovať ďalšie časti systému, ako automatická plnička formy, poprípade úpravu dispozície haly pre inštalovanie takéhoto zariadenia. S tým by sa spájala aj projektová časť z hľadiska technologických výkresov a potreby najat' externú firmu na takéto zlepšenie. Tento krok som preto kategorizoval ako možnú inováciu do budúcnosti a hľadal niečo finančne prijateľnejšie a efektívnejšie z viacerých profilov ako len zjednotenia kvality.

### 7.1 Návrh spojenia pracovísk

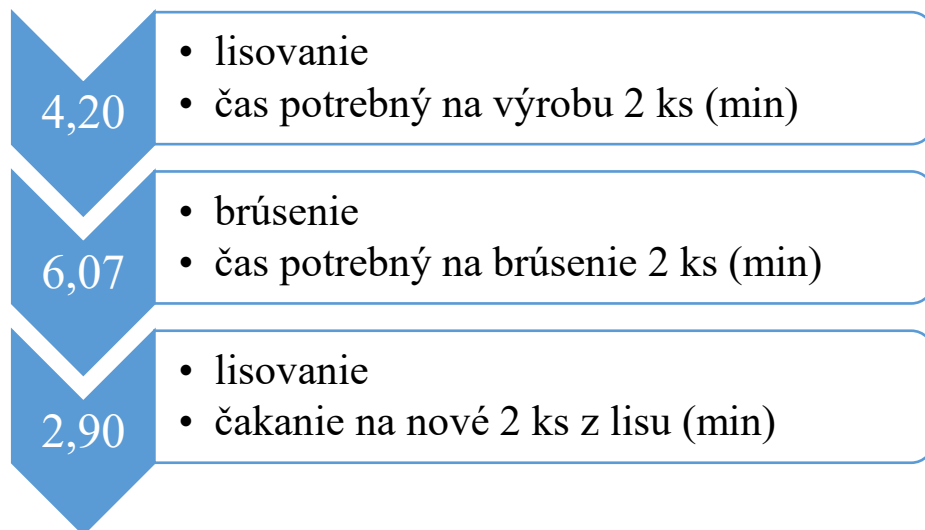
Pri tvorení chronometráže procesu lisovania a brúsenia som tak lepšie pochopil prepojenie jednotlivých operácií a dospel k návrhu na zlepšenie pomocou presunu pracoviska. Najefektívnejším riešením by bol presun lisovacieho zariadenia na halu Z2, ktoré ale nemá na hale Z2 priestor pre jeho inštalovanie aby tým neobmedzil priestor pre vykonávanie iných výrobných procesov. Pracovisko brúsenia ale nie je technicky a finančne náročné (vzhľadom na využitie internej služby prepravy) na presun a preto môj návrh spočíva v presunutí tohto pracoviska na halu Z1 a prepojení s pracoviskom lisovania, čím by sa docielil menší počet medziskladovaní, odstránení úkonov na pracovisku v prospech zníženia plytvania. Po presune pracoviska je potrebné spracovať nový layout pre spojenie lisovania a brúsenia dielov. Finálna podoba tohto layoutu je zobrazená na obrázku 8, kde som sa snažil navrhnuť rozmiestnenie pracovných stolov a stojanov v prospech pracovníkov. Pracovníci sa navzájom neobmedzujú vo svojom pracovnom priestore a zároveň je im umožnené aby spolupracovali počas výrobných operácií. Prihliadal som pri vytváraní aj na okolité pracoviská v hale aby nedochádzalo k prekryvaniu pracovísk a obmedzovaniu manipulátorov pri pohybe s VZV.



Obrázok 8 Návrh nového layoutu pracoviska (vlastné spracovanie pomocou AutoCAD)

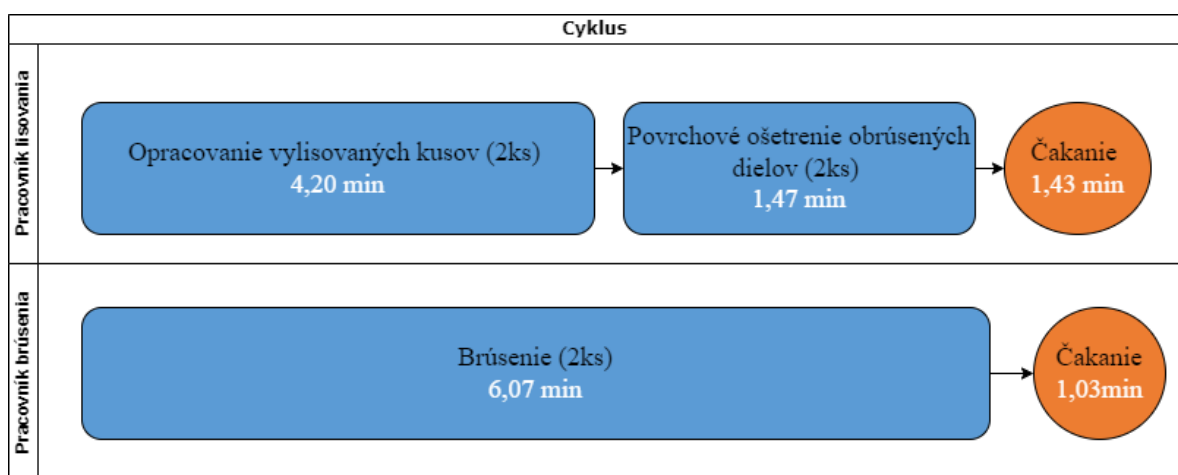
Ako môžeme vidieť na obrázku, pracovisko lisovania ostáva nezmenené a je doplnené o pracovisko brúsenia, ktoré má ponovom len jeden pracovný stôl pre minimalizovanie priestorového využitia. Pri tomto rozložení pracovník nepotrebuje mať pri sebe dve debny s dielmi. Pracovník tak nemusí odchádzať od stola po nové diely ale bude brať diely rovno zo stojana kam ich odkladá pracovník lisovania. Pracovník obrusovania má tak poddajnejší diel, ktorý ešte nie je takej tvrdosti ako počas aktuálneho fungovania procesu. Malo by to mať efektívny prínos z ergonomického hľadiska, kedy nebude nutné vynaložiť takú silu na orezávanie a brúsenie dielov a pracovník sa neunaví tak rýchlo ako doteraz. Zároveň diel po schladení na stojanoch už pevne drží svoju štruktúru takže nehrozí deformácia dielu pri tomto opracovaní a samotný úkon brúsenia by sa tak zrýchlil.

U pracovníka lisovania bolo zistené čakanie pri každom cykle priemerne 3 minúty, ktoré by boli minimalizované zapojením ho do procesu brúsenia, kde by pomáhal s finálnym dokončením pozostávajúcim z pretretia obrúseného dielu brúsnou vatou a utretím dielu handrou s alkoholom pre zaručenie čistého povrchu pripraveného na lakovanie. Ak si zoberieme priemerný čas na tento finálny krok pri aktuálnej výrobe tak je to priemerne 44 sekúnd na jeden diel.



Obrázok 9 Spotreba času na opracovanie dvoch kusov (vlastné spracovanie)

Prepojením práce pracovníka lisovania a brúsenia by došlo k zníženiu času čakania na lis a pracovník by tak bol efektívne využitý čím by zároveň prebral úkon brúsenia a vykonal finálnu úpravu povrchu a znížil čas výroby pracoviska brúsenia na úkor svojho voľného času. Pracovník lisovania by následne odložil tieto diely do bedny pri pracovnom stole.



Obrázok 10 Prepojenie dvoch procesov (vlastné spracovanie)

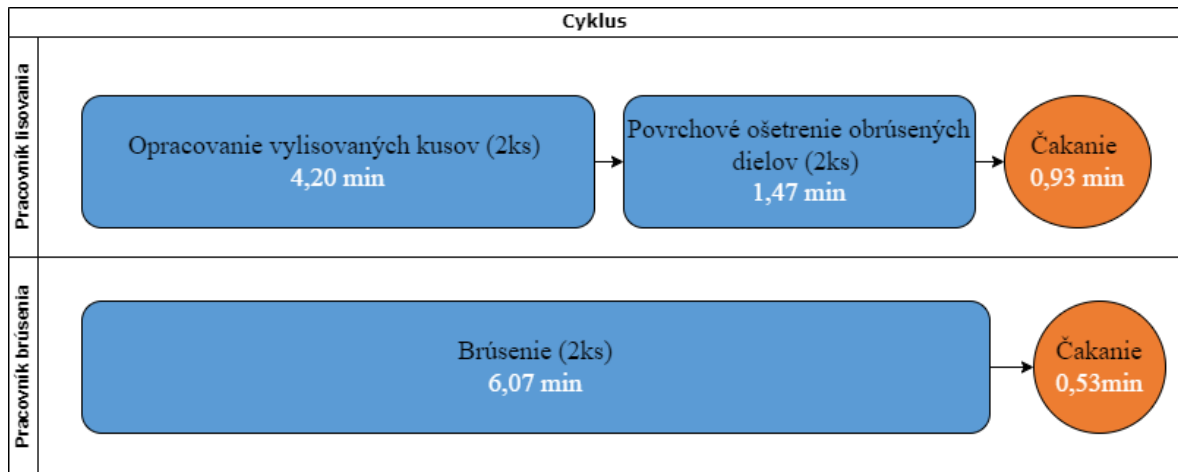
Na obrázku 10 je znázornené ako by tieto procesy paralelne prebiehali. Horný rad reprezentuje úkony pracovníka lisovania pri výrobe dvoch kusov a druhý riadok pracovníka

brúsenia. Vďaka preneseniu zodpovednosti finálnej úpravy povrchu obrúsených dielov bolo dosiahnuté skrátenie čakania pracovníka na nové vylisované diely na polovicu. Ako je možné vidieť na obrázku 10, oranžové pole predstavuje prekryvanie cyklov brúsenia a lisovania. Tým pádom by vzniklo čakanie u pracovníka brúsenia na nové diely. Pre efektívne prepojenie týchto dvoch cyklov je potrebné toto prekrytie eliminovať. Je možné to dosiahnuť dvoma spôsobmi. Jeden spôsob predstavuje zrýchlenie náklonu lisu do plniacej polohy, ktorý trvá 1,58 minúty. Tento krok ale má aj nežiadúce účinky na samotný stroj, vzhľadom na zrýchlenie operácií, ktoré vykonáva by dochádzalo aj k väčšiemu opotrebeniu mechanických častí a zvýšenej frekvencii údržby zariadenia.

Druhá možnosť je umiestniť ovládací panel hore ku lisovaciemu zariadeniu. Počas meraní lisovania pracovník po vybratí dielov väčšinou šiel najprv orezať materiál, ktorý tieto diely spája a odniesol ich na stojan, až tak išiel spustiť lis ku panelu. Tento panel je síce umiestnený pri schodoch ku lisu ale pracovník, ktorý ide od lisu s horúcimi dielmi musí tieto diely uložiť na praovný stôl a prirodzene ich rovno aj oreže a pozabudne na spustenie lisu. Táto strojová pauza, trvá od 0,5 až do jednej minúty. Preto navrhujem presunúť panel hore k lisu, kde pracovník môže spustiť proces lisovania hneď po vybratí. Týmto krokom by sa dosiahlo presnejšie synchronizovanie dvoch cyklov z obrázka 10.

Ďalší aspekt, ktorý je treba vyrovnať pri spojení týchto operácií je zvýšiť počet opracovaných dielov pri brúsení zo 74 kusov na 82 kusov na smenu. Vzhľadom na odstránenie úkonov ako vyberanie dielov z debny a finálnu úpravu povrchu pre pracovníka brúsenia bude ušetrených 66,6 ( $74 \cdot 0,17 + 74 \cdot 0,73$ ) minúty z procesu. Pracovisko brúsenia musí navýšiť brúsenie o 8 kusov na smenu, čo predstavuje 25 minút práce pri priemernom čase na kus 3,03 minúty na kus. Zvyšných 40 minút má pracovník na odvoz plných debien a test parametrov výrobku ako je váha a rozmer a požadovaný tvar. Týmto navýšením by sa tak odstránilo úzke miesto medzi úkonom lisovania a brúsenia a obe pracoviská by produkovali ako výstup rovnaký počet kusov dielov, čím by bol proces viac plynulejší.

Presunutím ovládacieho panelu lisu, čím by vedel pracovník spustiť stroj o 0,5 minúty skôr, sa skráti celkový čas na cyklus dvoch výrobkov a výsledné prepojenie týchto dvoch pracovísk by vyzeralo nasledovne ako je možné vidieť na obrázku 11. Výsledný celkový čas cyklu by tak predstavoval 6,6 minúty, kedy by pracovisko lisovania vyprodukovalo dva vylisované kusy a pracovisko brúsenia obrúsilo dva kusy za pomoci pracovníka lisu.



Obrázok 11 Finálne nastavenie prepojenia pracovísk so skráteným čakaním (vlastné spracovanie)

Pre správne vychladenie dielu musí byť uložený na stojane po dobu 6 cyklov, čo predstavuje cca 40 minút. Znamená to, že pracovník brúsenia by musel na začiatku smeny čakať 40 minút aby mohol opracovávať prvé dva kusy z lisovania. Aby sa predošlo tomuto plytvaniu (čakanie), navrhujem aby pri prechode na tento systém bolo pri spustení 12 dielov z predošlého lisovania ponechaného pre brúsenie a tak mohol pracovník plynule prejsť na brúsenie novo vyľisovaných dielov. Na konci smeny tak ostane 12 dielov pre ďalšiu smenu.

Z hľadiska skrátenia výrobného času dielu PR003024-D10, pri spojení dvoch operácií na jedno pracovisko a súčasným fungovaním, bude výrobný cyklový čas tohto dvojpracoviska 6,6 minúty, ktorý bol vypočítaný po úpravách čakania pracovníkov na obrázku 11. Ak sa tento cyklový čas na dva kusy vydelený časom na celú smenu (480 minút) očistený od obedovej prestávky (30 minút) a času na upratanie pracoviska (20 minút), teda 430 minút čistého pracovného času, výsledkom bude 65 cyklov za smenu. Každý cyklus predstavuje dva opracované kusy, ak sa teda vynásobí 65 cyklov dvoma kusmi, za smenu to predstavuje schopnosť vyrobiť 130 kusov. Týchto 130 kusov prejde za smenu oboma procesmi, ako lisovania, tak aj brúsenia. Predstavuje to možnosť navýšenia výkonu oproti pôvodnému stavu o 48 kusov na pracovisku lisovania a o 56 kusov na pracovisku brúsenia. Pri novo navrhnutom riešení pracoviska brúsenia spolu s lisovaním a času potrebného na 1 kus obrúsenia (3,03 minúty) predstavuje časová úspora v porovnaní s priemerným aktuálnym výkonom (3,93 min/ks) 0,90 minúty na kus. Ak sa ušetrený čas na kus (0,9 min/ks) vynásobí možným navýšením výroby na smenu (130ks/smena), následne sa vynásobí počtom smien za týždeň (2) a počtom pracovných týždňov v roku (47 – vychádzam z 365 dní za rok, mínus 30 dní závodné voľno), bude to predstavovať časovú úsporu na obrúsenie dielov oproti aktuálnemu výkonu. Finálna úspora je tak 10 998 minút na rok.

## 7.2 Ekonomické zhodnotenie

Na základe tohto spojenia a synchronizovania sa z výrobného procesu odstráni medziskladovanie medzi lisovaním a brúsením. Jedná sa o úkon, kedy produkt na seba nabaľuje ďalšie náklady nepridávajúc hodnotu výslednému produktu. Na základe sadzby poskytnutej od firmy, v ktorej analýzu spracúvam vychádza poplatok za m<sup>2</sup> na 210 Kč za mesiac. Skladovací priestor pre debny s vyliisovanými dielmi je o rozmere 4 m x 4,4 m. Celkový rozmer skladovacích priestorov je 17,6 m<sup>2</sup>. Firma preto platí náklad v hodnote 3696 Kč mesačne na pracovisku lisovania čo v prepočte na rok činí 44 352 Kč. Tento nedostatok, teda prebytočné medziskladovanie rozpracovanej výroby spôsobuje predĺžený čas produktu vo výrobe, spôsobuje navýšenie nákladov, zaberá skladovací priestor pre ďalšie výrobky a pridáva povinnosti pracovníkom. Mám tým na mysli nadbytočné úkony, ako napríklad balenie rozpracovanej výroby alebo nadbytočná práca manipulantom s debnami. Zároveň uskladnené debny na hale Z1, ktoré sa prevážajú na halu Z2 budú už obrúsené a tak cez oddelenie plánovania je hypoteticky možné tento presun naplánovať tak, aby šli hneď na lakovanie a ďalej na expedíciu (plánovanie je uskutočnené vždy maximálne týždeň dopredu a pevne daný plán výroby z hľadiska typu výrobku a jeho poradia je upresnený deň predtým od 9:00 ráno). Preto presun debien zo Z1 na Z2 priamo na lakovanie je hypotetický odhad o možnom systéme fungovania a napojenia po sebe idúcich operácií. Tento aspekt nie je možné presne určiť z dôvodu limitovaných informácií o podniku a tak ide len o vlastný odhad na základe osobných skúseností z praxe.

Pre výrobok je nastavená fiktívna predajná cena vo výške 1000 Kč, vzhľadom na fakt, že dáta od firmy boli limitované. Zároveň tak je nastavená zisková prirážka na jednotku výroby vo výške 20%, ktorá už je započítaná v predajnej cene produktu. Výrobné náklady tak predstavujú 800 Kč na jednotku výroby a zisk z predaja jedného kusu je 200 Kč. Pri aktuálnej schopnosti podniku vyrobiť 74 kusov za týždeň, ktoré prešli lakovaním - čím sú pripravené na expedíciu a 47 týždňami v roku kedy firma vyrába tento výrobok, je ročný objem v kusoch vykalkulovaný na 3478 výrobkov. Pri tomto ročnom objeme výroby predstavuje zisk z tohto produktu pre firmu 695 600 Kč na rok. Tieto hodnoty sú fiktívne vykalkulované vzhľadom na absentujúce dáta o počte reálnej ročnej výroby tohto typu produktu v kusoch. Predstavujú ale priblíženie výsledného vplyvu navrhovaného zlepšenia z hľadiska ekonomickej stránky. Pri aplikovaní návrhu by sa produktivita pracovísk dvihla na týždennú schopnosť vyrobiť 92 kusov (4324 ks za rok) hotových výrobkov čo predstavuje ročný zisk 864 800 Kč. V porovnaní teda ide o zvýšenie ziskov o 169 200 Kč za rok.



Navýšenie nákladov pri navýšení výroby je v tomto prípade nulové, vzhľadom na to, že nedošlo k navýšeniu pracovnej sily alebo nákupu nových strojov, takže podnik využije lepšie stávajúcu výrobnú kapacitu.

### 7.3 Úprava štandardu

Finálnym krokom návrhu je úprava normovaného času, ktorý v porovnaní so skutočným výkonom je v prípade brúsenia príliš vysoký a pri aplikovaní vyššie uvedených návrhov so súčasným priemerným výkonom 3,03 minúty na kus by sa mala norma nastaviť primerane tomuto výkonu a nazbieraným dátam, popritom ale ďalej zbierať dáta z pracoviska pre flexibilné nastavenie normy na základe väčšieho objemu dát a širšieho časového obdobia. Táto norma by mala rešpektovať prípadné diely, ktoré potrebujú viac času na opracovanie z dôvodu prílišného prebytočného materiálu alebo deformácií, ktoré je nutné opraviť a zároveň v prípade nových pracovníkov budú mať dostatočnú časovú rezervu, pokiaľ sa dostanú na zaškolenú úroveň.

### 7.4 Celkové zhodnotenie

Celková úspora na základe navrhovaných riešení je uvedená v tabuľke 10, kde je zachytené ušetrenie z hľadiska času pre pracovisko brúsenia, čo bolo hlavným cieľom tejto práce. Následne je v tabuľke obsiahnutá nákladová úspora na medziskladovom priestore, ktorý nebude využitý pri výrobe tohto typu výrobku dvakrát ale iba raz. Finálnym ukazateľom efektivity tohto návrhu sú zvýšené zisky vďaka navýšeniu produkcie za nemenného stavu pracovníkov a výrobných zariadení.

Tabuľka 10 Celková úspora návrhu (vlastné spracovanie)

	Úsporený čas/pracovisko	Úspora financií/rok	Navýšený zisk/rok
<b>Minúty/rok</b>	10 998		
<b>Kč/rok</b>		44 352	169 200

## ZÁVĚR

Vykonanou analýzou aktuálneho stavu výrobného procesu na pracovisku lisovania a brúsenia došlo k zisteniu istých nedostatkov priamo súvisiacich s efektivitou výroby dielu PR003024-D10 vo firme XYZ.

Hlavným zameraním tejto práce je skrátiť časy výroby na pracovisku brúsenia, ktoré predstavuje časovo najnáročnejšie pracovisko vrámci výrobného plánu firmy na rok 2024. Prostredníctvom využitých metód priemyslového inžinierstva opísaných v teoretickej časti práce, som analyzoval nazbierané dáta z chronometráže pracoviska lisovania a brúsenia.

Pomocou analýzy týchto dát som vedel identifikovať nedostatky procesu vo forme plytvania na pracovisku, nízke využitie výrobnnej kapacity a neefektívne nastavené časové normy na pracoviskách, čo spolu súviselo. Layout pracovísk mal prvky 5S ale nie všetky aspekty rozloženia pracoviska mi na základe pozorovaní prišli racionálne riešené s potenciálom na vhodnejšiu organizáciu.

Na základe získaných informácií vznikol návrh riešenia vo forme spojenia dvoch pracovísk, presunutím pracoviska brúsenia na halu Z1 na pracovisko lisovania a vzájomné prepojenie týchto pracovísk s efektom skrátenia pracovného času operácie brúsenia, zníženie čakania pracovníka lisovania a zvýšenie počtu vyrobených kusov za smenu s efektom vyšších ziskov. Zároveň týmto riešením by bol odstránený jeden medziskladovací bod, čím sa ušetrí náklady. Pre efektívne prepojenie pracovísk bol vytvorený nový layout s implementovaním 5S metódy.

Vzhľadom na žiadosť firmy ostať v anonymite nebolo možné podrobne predstaviť analyzovaný produkt ani uviesť zábery z pracoviska, získané dáta s ktorými som pracoval boli limitované a tak boli v istých prípadoch použité alternatívne dáta a údaje, pre vypočítanie hypotetických dopadov riešenia napríklad z ekonomického hľadiska.

V závere práce sú vyhodnotené prínosy tohto navrhnutého riešenia z hľadiska úspory času na opracovanie dielov, úspora nákladov a zvýšený zisk navýšením produktivity.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BERTAGNOLLI, Frank, 2022. *Lean Management*. (1st Edition). Springer Nature. ISBN 978-3-658-36087-0.

Bottleneck in Manufacturing: How Are They Identified and Eliminated?, ©2024. *Sydle.com* [online]. [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://www.sydle.com/blog/bottleneck-in-manufacturing-61aa121f5448461cf9143d8d>

Facility layout and design, 2020. *Inc.com* [online]. [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://www.inc.com/encyclopedia/facility-layout-and-design.html>

Factory layout planning, ©2006. *Vistable.com* [online]. [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://www.vistable.com/blog/factory-layout-planning/>

Five s, ©2000-2024. *Lean.org* [online]. [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://www.lean.org/lexicon-terms/five-s/>

HEŘMAN, Jan, 2001. *Řízení výroby*. Slaný: Melandrium. ISBN 80-86175-15-4.

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

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

JUROVÁ, Marie et al., 2013. *Výrobní procesy řízené logistikou*. Vydanie prvé. Brno: BizBooks. ISBN 978-80-265-0059-9.

KING, Peter L., 2009. *Lean for the Process Industries*. (1st Edition). New York: Taylor & Francis Group. ISBN 978-1-4200-7851-0.

KOŠTURIÁK, Ján et al., 2010. *Kaizen - Osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Vydanie prvé. Brno: Computer Press. ISBN 978-80-251-2349-2.

Layout, ©2024. *Oxfordlearnersdictionaries.com* [online]. [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/layout>

Lean thinking and methods 5s, 2023. *EPA.gov* [online]. [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://www.epa.gov/sustainability/lean-thinking-and-methods-5s>

Lean-wastes, ©2024. *Wevalgo.com* [online]. [cit. 2024-05-09]. Dostupné z: <https://www.wevalgo.com/know-how/lean-management/lean-wastes>

MAKOVEC, Jaromír et al., 1993. *Organizace a plánování výroby*. Praha: Vysoká škola ekonomická. ISBN 80-7079-171-3.

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

Plan, ©2024. *Dictionary.cambridge.org* [online]. [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/plan>

PRIES, Kim H. a Jon M. QUIGLEY, 2019. *Reducing Process Costs with Lean, Six Sigma, and Value Engineering Techniques*. (1st Edition). Boca Raton, Fla.: CRC Press. ISBN: 0-367-38051-X

RENIERS, Genserik L. L. a Valerio COZZANI, 2013. *Domino effects in the process industries: modeling, prevention and managing*. (1st Edition). Amsterdam: Elsevier. ISBN 978-0-444-54323-3.

SALVENDY, Gavriel, ed., 2001. *Handbook of industrial engineering: technology and operations management*. 3rd ed. New York: Chichester. ISBN 0-471-33057-4.

ŠTOFOVÁ, Lenka a Petra SZARYSZOVÁ, ed., 2017. *New Trends in Process Control and Production Management*. (1st Edition). London: CRC Press. Expert (Grada). ISBN 978-0367735722.

TUČEK, David, Martin HRABAL a Lukáš TRČKA, 2014. *Procesní řízení v praxi podniků a vysokých škol*. Vydání první. Praha: Wolters Kluwer. ISBN 978-80-7478-674-7.

Unblocking-bottlenecks, ©2024. *Mindtools.com* [online]. [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://www.mindtools.com/a2xm3or/unblocking-bottlenecks>

WAVESTROM, Dave, 2021. Bottleneck-analysis. *Machinetrics.om* [online]. [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://www.machinetrics.com/blog/bottleneck-analysis>

WILSON, Lonnie, ©2010. *How to implement lean manufacturing*. (1st Edition). New York: McGraw-Hill. ISBN 978-0-07-162507-4.

WINTER, Jeff, ©2023. The Role of Innovation in Manufacturing Today. *Global.hitachi-solutions.com* [online]. [cit. 2024-05-15]. Dostupné z: <https://global.hitachi-solutions.com/blog/innovation-manufacturing/>

YAMAMOTO, Yuji, 2013. Four types of manufacturing process innovation and their managerial concerns. In: YAMAMOTO, Yuji. *Kaikaku in production toward creating unique production systems*. Mälardalens Högskola: Mälardalen University Press Dissertations, s. 479-484. ISBN 978-91-7485-116-8. ISSN 1651-4238. Dostupné z: doi:10.1016/j.procir.2013.06.019

ČESKO. § 5 zákona č. 37/2021 Sb., o evidenci skutečných majitelů - znění od 1. 10. 2022. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010–2024 [cit. 13. 5. 2024]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-37#p5>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

BPM	procesný prístup
KPI	indikátor výkonnosti
ks	kus
min	minúta
MPI	inovácia výrobného procesu
MUDA	forma plytvania vo výrobe
m <sup>2</sup>	meter štvorcový
NYRIM®	polymerný materiál
PDCA	metoda neustáleho zlepšovania procesu v štyroch krokoch
PI	priemyslové inžinierstvo
PU-RIM	polyetherane RIM
RIM	reaction injection molding
SMC	sheet Moulding Compound
SMED	metóda štíhlej výroby za zníženie času pretypovania stroja
t(kus)	čas na výrobu/opracovanie kusu
t(cyklus)	čas výrobného cyklu
t(smena)	čas smeny
VT	vákuové tvarovanie
VZV	vysoko-zdvižný vozík
Z1	výrobná hala Zlín1
Z2	výrobná hala Zlín2
5S	usporiadanie pracoviska podľa princípu štíhlej výroby

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázok 1 Štyri MPI typy (Yamamoto, 2013) .....	25
Obrázok 2 Mapa budov firmy (vlastné spracovanie pomocou Mapy.cz).....	28
Obrázok 3 Procesná mapa (vlastné spracovanie) .....	31
Obrázok 4 Layout pracoviska lisovania (vlastné spracovanie v AutoCAD).....	36
Obrázok 5 Layout pracoviska brúsenia (vlastné spracovanie v AutoCAD).....	37
Obrázok 6 Odchýlka pracovníkov od normy (vlastné spracovanie).....	39
Obrázok 7 Porovnanie normy so skutočným výkonom (vlastné spracovanie).....	41
Obrázok 8 Návrh nového layoutu pracoviska (vlastné spracovanie pomocou AutoCAD) .	44
Obrázok 9 Spotreba času na opracovanie dvoch kusov (vlastné spracovanie).....	45
Obrázok 10 Prepojenie dvoch procesov (vlastné spracovanie) .....	45
Obrázok 11 Finálne nastavenie prepojenia pracovísk so skráteným čakaním (vlastné spracovanie).....	47

**SEZNAM TABULEK**

Tabuľka 1 Procesné časy operácií za rok (vlastné spracovanie) .....	30
Tabuľka 2 Priemerný čas operácií (vlastné spracovanie) .....	33
Tabuľka 3 Hodnoty premenných pre stanovenie počtu námerov (vlastné spracovanie).....	35
Tabuľka 4 Časové rozdelenie procesu výroby (vlastné spracovanie).....	38
Tabuľka 5 Časová norma práce (vlastné spracovanie) .....	38
Tabuľka 6 Skutočné dáta z chronometráže (vlastné spracovanie).....	39
Tabuľka 7 Priemerný cyklový čas - pracovník 2 (vlastné spracovanie).....	40
Tabuľka 8 Priemerný cyklový čas - pracovník 3 (vlastné spracovanie).....	40
Tabuľka 9 Priemerný čas brúsenia (vlastné spracovanie) .....	41
Tabuľka 10 Celková úspora návrhu (vlastné spracovanie).....	49

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Chronometráž – lisovacie pracovisko

Příloha P II: Chronometráž – pracovisko brúsenie



## PŘÍLOHA P I: CHRONOMETRÁŽ - LISOVACIE PRACOVISKO

Pracovník 1			Pracovník 2		
t(min)	Operácia	t(cyklus)	t(min)	Operácia	t(cyklus)
0:01:05	Vybratie výlisku		0:00:36	Vybratie výlisku	
0:03:00	Orezanie blán		0:03:37	Orezanie blán	
0:00:47	Vrtanie otvorov		0:00:57	Vrtanie otvorov	
0:02:49	čakanie	0:07:41	0:02:11	čakanie	0:07:21
0:00:14	Vybratie výlisku		0:00:12	Vybratie výlisku	
0:02:47	Orezanie blán		0:02:46	Orezanie blán	
0:00:55	Vrtanie otvorov		0:00:58	Vrtanie otvorov	
0:02:53	čakanie	0:06:49	0:02:44	čakanie	0:06:40
0:00:20	Vybratie výlisku		0:00:19	Vybratie výlisku	
0:02:55	Orezanie blán		0:02:41	Orezanie blán	
0:00:56	Vrtanie otvorov		0:00:50	Vrtanie otvorov	
0:03:01	čakanie	0:07:12	0:03:00	čakanie	0:06:50
0:00:23	Vybratie výlisku		0:00:09	Vybratie výlisku	
0:02:59	Orezanie blán		0:02:36	Orezanie blán	
0:00:57	Vrtanie otvorov		0:00:56	Vrtanie otvorov	
0:02:41	čakanie	0:07:00	0:03:07	čakanie	0:06:48
0:00:20	Vybratie výlisku		0:00:23	Vybratie výlisku	
0:02:45	Orezanie blán		0:02:40	Orezanie blán	
0:00:56	Vrtanie otvorov		0:00:44	Vrtanie otvorov	
0:02:52	čakanie	0:06:53	0:03:05	čakanie	0:06:52
0:00:20	Vybratie výlisku		0:00:57	Vybratie výlisku	
0:02:46	Orezanie blán		0:01:57	Orezanie blán	
0:01:00	Vrtanie otvorov		0:00:48	Vrtanie otvorov	
0:02:58	čakanie	0:07:04	0:02:51	čakanie	0:06:33
0:00:18	Vybratie výlisku		0:00:12	Vybratie výlisku	
0:03:21	Orezanie blán		0:02:55	Orezanie blán	
0:01:46	Vrtanie otvorov		0:00:49	Vrtanie otvorov	
0:01:53	čakanie	0:07:18	0:02:52	čakanie	0:06:48
0:00:21	Vybratie výlisku		0:00:19	Vybratie výlisku	
0:02:42	Orezanie blán		0:02:50	Orezanie blán	
0:00:57	Vrtanie otvorov		0:00:54	Vrtanie otvorov	
0:02:50	čakanie	0:06:50	0:03:09	čakanie	0:07:12
0:00:13	Vybratie výlisku		0:00:18	Vybratie výlisku	
0:03:10	Orezanie blán		0:02:47	Orezanie blán	
0:00:50	Vrtanie otvorov		0:00:55	Vrtanie otvorov	
0:02:35	čakanie	0:06:48	0:02:49	čakanie	0:06:49
0:00:12	Vybratie výlisku		0:00:22	Vybratie výlisku	
0:02:44	Orezanie blán		0:01:53	Orezanie blán	
0:00:48	Vrtanie otvorov		0:00:51	Vrtanie otvorov	
0:03:35	čakanie	0:07:19	0:02:54	čakanie	0:06:00

Pracovník 3			Pracovník 4		
t(min)	Operácia	t(cyklus)	t(min)	Operácia	t(cyklus)
0:00:19 0:02:53 0:00:49 0:02:57	Vybratie výlisku Orezanie blán Vrtanie otvorov čakanie	0:06:58	0:00:31 0:02:51 0:00:55 0:02:53	Vybratie výlisku Orezanie blán Vrtanie otvorov čakanie	0:07:10
0:00:21 0:02:48 0:00:53 0:02:53	Vybratie výlisku Orezanie blán Vrtanie otvorov čakanie	0:06:55	0:00:29 0:02:50 0:00:57 0:02:51	Vybratie výlisku Orezanie blán Vrtanie otvorov čakanie	0:07:07
0:00:27 0:02:50 0:00:56 0:02:51	Vybratie výlisku Orezanie blán Vrtanie otvorov čakanie	0:07:04	0:00:30 0:02:51 0:00:56 0:02:53	Vybratie výlisku Orezanie blán Vrtanie otvorov čakanie	0:07:10
0:00:25 0:02:51 0:00:54 0:02:51	Vybratie výlisku Orezanie blán Vrtanie otvorov čakanie	0:07:01	0:00:31 0:02:51 0:00:56 0:02:52	Vybratie výlisku Orezanie blán Vrtanie otvorov čakanie	0:07:10
0:00:28 0:02:51 0:00:54 0:02:54	Vybratie výlisku Orezanie blán Vrtanie otvorov čakanie	0:07:07	0:00:32 0:02:50 0:00:58 0:02:54	Vybratie výlisku Orezanie blán Vrtanie otvorov čakanie	0:07:14
0:00:24 0:02:50 0:00:53 0:02:53	Vybratie výlisku Orezanie blán Vrtanie otvorov čakanie	0:07:00	0:00:34 0:02:53 0:00:59 0:02:56	Vybratie výlisku Orezanie blán Vrtanie otvorov čakanie	0:07:22
0:00:28 0:02:50 0:00:55 0:02:50	Vybratie výlisku Orezanie blán Vrtanie otvorov čakanie	0:07:03	0:00:37 0:02:53 0:00:59 0:02:56	Vybratie výlisku Orezanie blán Vrtanie otvorov čakanie	0:07:25
0:00:25 0:02:49 0:00:52 0:02:52	Vybratie výlisku Orezanie blán Vrtanie otvorov čakanie	0:06:58	0:00:23 0:02:54 0:00:58 0:02:56	Vybratie výlisku Orezanie blán Vrtanie otvorov čakanie	0:07:11
0:00:28 0:02:50 0:00:54 0:02:53	Vybratie výlisku Orezanie blán Vrtanie otvorov čakanie	0:07:05	0:00:19 0:02:53 0:00:59 0:02:58	Vybratie výlisku Orezanie blán Vrtanie otvorov čakanie	0:07:09
0:00:26 0:02:51 0:00:57 0:02:55	Vybratie výlisku Orezanie blán Vrtanie otvorov čakanie	0:07:09	0:00:21 0:02:54 0:00:58 0:02:58	Vybratie výlisku Orezanie blán Vrtanie otvorov čakanie	0:07:11

Pracovník 5			Pracovník 6		
t(min)	Operácia	t(cyklus)	t(min)	Operácia	t(cyklus)
0:00:41 0:02:55 0:00:59 0:02:57	Vybratie výlisku Orezanie blán Vrtanie otvorov čakanie	0:07:32	0:00:23 0:02:51 0:00:59 0:02:57	Vybratie výlisku Orezanie blán Vrtanie otvorov čakanie	0:07:10
0:00:24 0:02:55 0:00:59 0:02:58	Vybratie výlisku Orezanie blán Vrtanie otvorov čakanie	0:07:16	0:00:25 0:02:56 0:01:03 0:03:00	Vybratie výlisku Orezanie blán Vrtanie otvorov čakanie	0:07:24
0:00:30 0:02:55 0:01:00 0:03:00	Vybratie výlisku Orezanie blán Vrtanie otvorov čakanie	0:07:25	0:00:18 0:02:54 0:00:58 0:02:48	Vybratie výlisku Orezanie blán Vrtanie otvorov čakanie	0:06:58
0:00:23 0:02:58 0:00:59 0:03:01	Vybratie výlisku Orezanie blán Vrtanie otvorov čakanie	0:07:21	Lisovanie Lis - stroj		
			t(min)	Operácia	t(cyklus)
			0:01:39 0:03:30 0:01:00	Zatvorenie a náklon Polymerizácia Náklon formy	0:06:09
0:00:19 0:02:58 0:01:01 0:03:02	Vybratie výlisku Orezanie blán Vrtanie otvorov čakanie	0:07:20	0:01:32 0:03:44 0:01:08	Zatvorenie a náklon Polymerizácia Náklon formy	0:06:24
0:00:18 0:02:58 0:00:59 0:03:03	Vybratie výlisku Orezanie blán Vrtanie otvorov čakanie	0:07:18	0:01:35 0:03:42 0:01:05	Zatvorenie a náklon Polymerizácia Náklon formy	0:06:22
0:00:24 0:02:58 0:01:02 0:03:06	Vybratie výlisku Orezanie blán Vrtanie otvorov čakanie	0:07:30			
0:00:22 0:03:03 0:01:04 0:03:10	Vybratie výlisku Orezanie blán Vrtanie otvorov čakanie	0:07:39			
0:00:17 0:02:54 0:01:02 0:02:56	Vybratie výlisku Orezanie blán Vrtanie otvorov čakanie	0:07:09			
0:00:15 0:03:05 0:00:57 0:03:01	Vybratie výlisku Orezanie blán Vrtanie otvorov čakanie	0:07:18			

## PŘÍLOHA P II: CHRONOMETRÁŽ - PRACOVISKO BRÚSENIE

pracovník 1				pracovník 2				
t(cyklus)	t(oper)	operace	t(brús)	t(cyklus)	t(oper)	operace	t(brús)	
0:25:03		0:01:38 vybratie dielov		0:21:29		0:00:48 Vybratie dielov		
		0:03:37 obrus dielu	0:19:27				0:03:02 Obrus dielu	0:16:53
		0:03:16 obrus dielu					0:02:52 Obrus dielu	
		0:02:46 obrus dielu					0:03:24 Obrus dielu	
		0:03:02 obrus dielu					0:02:01 Obrus dielu	
		0:03:13 obrus dielu					0:03:38 Obrus dielu	
	0:03:33 obrus dielu				0:01:56 Obrus dielu			
		0:03:58 final osetrenie povrchu				0:03:48 Final osetrenie povrchu		
0:28:59		0:00:43 vybratie dielov		0:27:35		0:00:52 Vybratie dielov		
		0:03:37 obrus dielu	0:19:22				0:02:46 Obrus dielu	0:22:22
		0:02:52 obrus dielu					0:02:31 Obrus dielu	
		0:02:44 obrus dielu					0:02:51 Obrus dielu	
		0:03:32 obrus dielu					0:02:46 Obrus dielu	
		0:03:37 obrus dielu					0:02:46 Obrus dielu	
	0:03:00 obrus dielu				0:02:42 Obrus dielu			
		0:08:54 pauza				0:03:26 Obrus dielu		
		0:00:41 vybratie dielov				0:02:34 Obrus dielu		
0:15:42		0:03:00 obrus dielu	0:09:05			0:04:21 Final osetrenie povrchu		
		0:02:30 obrus dielu				0:01:07 Vybratie dielov		
		0:03:35 obrus dielu			0:20:08		0:02:58 Obrus dielu	0:15:09
	0:05:56 final osetrenie povrchu			0:02:57 Obrus dielu				
	0:01:14 vybratie dielov			0:03:29 Obrus dielu				
0:21:11		0:02:49 obrus dielu	0:13:21			0:02:40 Obrus dielu		
		0:04:23 obrus dielu				0:03:05 Obrus dielu		
		0:02:49 obrus dielu				0:03:52 Final osetrenie povrchu		
		0:03:20 obrus dielu				0:00:40 Vybratie dielov		
		0:06:36 final osetrenie povrchu				0:03:02 Obrus dielu		
0:23:37		0:00:58 Vybratie dielov		0:21:21		0:02:52 Obrus dielu	0:16:53	
		0:03:10 Obrus dielu	0:18:41					0:03:24 Obrus dielu
		0:03:01 Obrus dielu						0:02:01 Obrus dielu
		0:02:55 Obrus dielu						0:03:38 Obrus dielu
		0:03:24 Obrus dielu						0:01:56 Obrus dielu
		0:03:19 Obrus dielu						0:03:48 Final osetrenie povrchu
	0:02:52 Obrus dielu				0:00:48 Vybratie dielov			
		0:03:58 Final osetrenie povrchu				0:02:27 Obrus dielu		
0:18:57		0:01:05 Vybratie dielov		0:22:49		0:03:19 Obrus dielu	0:17:49	
		0:03:13 Obrus dielu	0:14:08					0:02:40 Obrus dielu
		0:02:41 Obrus dielu						0:03:06 Obrus dielu
		0:02:49 Obrus dielu						0:02:45 Obrus dielu
		0:02:32 Obrus dielu						0:03:32 Obrus dielu
		0:02:53 Obrus dielu						0:04:12 Final osetrenie povrchu
		0:03:44 Final osetrenie povrchu						

pracovník 3			
t(cyklus)	t(oper)	operace	t(brús)
0:26:15	0:01:02	Vybratie dielov	
	0:02:43	Obrus dielu	
	0:04:20	Obrus dielu	
	0:02:23	Obrus dielu	
	0:02:27	Obrus dielu	0:21:44
	0:03:12	Obrus dielu	
	0:03:38	Obrus dielu	
	0:03:01	Obrus dielu	
	0:03:29	Final osetrenie povrchu	
0:21:24	0:00:57	Vybratie dielov	
	0:03:21	Obrus dielu	
	0:03:57	Obrus dielu	
	0:02:50	Obrus dielu	0:16:43
	0:03:22	Obrus dielu	
	0:03:13	Obrus dielu	
	0:03:44	Final osetrenie povrchu	
0:26:03	0:00:44	Vybratie dielov	
	0:03:27	Obrus dielu	
	0:03:15	Obrus dielu	
	0:02:55	Obrus dielu	
	0:02:45	Obrus dielu	0:21:32
	0:03:05	Obrus dielu	
	0:02:55	Obrus dielu	
0:03:10	Obrus dielu		
	0:03:47	Final osetrenie povrchu	
0:19:53	0:00:56	Vybratie dielov	
	0:02:57	Obrus dielu	
	0:02:48	Obrus dielu	
	0:02:42	Obrus dielu	0:14:40
	0:03:15	Obrus dielu	
	0:02:58	Obrus dielu	
	0:04:17	Final osetrenie povrchu	
0:25:43	0:00:53	Vybratie dielov	
	0:02:45	Obrus dielu	
	0:03:18	Obrus dielu	
	0:03:09	Obrus dielu	
	0:03:10	Obrus dielu	0:20:35
	0:02:47	Obrus dielu	
	0:02:29	Obrus dielu	
	0:02:57	Obrus dielu	
	0:04:15	Final osetrenie povrchu	

