

# **Analýza úzkých míst v procesu ve firmě SCHOTT CR, s.r.o.**

Lukáš Bubík

---

Bakalářská práce  
2020



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta managementu a ekonomiky

---

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

Akademický rok: 2019/2020

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

Jméno a příjmení: **Lukáš Bubík**  
Osobní číslo: **M17348**  
Studijní program: **B6209 Systémové inženýrství a informatika**  
Studijní obor: **Řízení výroby a kvality**  
Forma studia: **Prezenční**  
Téma práce: **Analýza úzkých míst v procesu ve firmě SCHOTT CR, s.r.o.**

### Zásady pro vypracování

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte literární poznatky z oblasti výrobního procesu.

II. Praktická část

- Proveďte analýzu úzkých míst v procesu ve firmě SCHOTT CR, s.r.o.
- Vyhodnoťte navrhované řešení a definujte doporučení ke zlepšení výrobního procesu ve firmě SCHOTT CR, s.r.o.

Závěr

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

**Seznam doporučené literatury:**

JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada, 2016, 254 s. ISBN 9788024757179.  
JUROVÁ, Marie. *Výrobní procesy řízené logistikou*. Brno: BizBooks, 2013, 260 s. ISBN 9788026500599.  
SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, 2011, 223 s. ISBN 9788024739380.  
YOO, Min-Jung a Rémy GLARDON. *Manufacturing operations management*. New Jersey: World Scientific, 2018, 259 s. ISBN 9781786345332.

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

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

L.S.

---

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

---

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

## PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním 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 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 jsem seznámen s tím, že na moji 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 –bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování 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 bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

### Prohlašuji,

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

Ve Zlíně

Jméno a příjmení: Lukáš Bubík

.....  
podpis diplomanta

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce se zabývá využitím metod průmyslového inženýrstvím za účelem analýzy současného stavu ve firmě SCHOTT CR, s.r.o. Cílem této práce bylo navrhnout řešení na zvýšení produktivity práce a snížení času taktu výroby. Tohoto cíle bylo dosaženo díky procesní analýze, časovým studiím, spaghetti diagramu a rozhovorům s kompetentními pracovníky. V navrhované části byly navrženy nové časové normy, změna layoutu a přidání nového pracoviště.

Klíčová slova: výrobní proces, štíhlá výroba, plýtvání, materiálový tok, časové studie

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis is focused on the application of industrial engineering methods to analyze the current state in the company SCHOTT CR, s.r.o. This work aimed to propose a solution to increase labour productivity and reduce production cycle time. This goal was achieved by process analysis, time studies, spaghetti diagram and interviews with competent employees. The proposed part is based on a proposal for new time standards, new layout design and to adding a new workplace.

Keywords: production process, lean manufacturing, waste, material flow, time studies

Rád bych poděkoval prof. Ing. Felicitě Chromjakové, Ph.D. za vedení mé bakalářské práce, za cenné rady, věcné připomínky a za její vstřícnost při vypracování této práce.

Dále bych poděkoval společnosti SCHOTT CR, která mi umožnila tuto práci zpracovat. Především bych rád poděkoval paní Ing. Veronice Otáhalové za její ochotu a čas se mnou spolupracovat.

Nakonec bych chtěl poděkovat své rodině, za podporu při studiu a při vypracování této práce.

*„Ať už si myslíš, že to dokážeš, nebo že to nezvládneš, pokaždé máš pravdu.“*

Henry Ford

# OBSAH

<b>ÚVOD.....</b>	<b>10</b>
<b>CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE.....</b>	<b>11</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST.....</b>	<b>12</b>
<b>1 VÝROBNÍ PROCES.....</b>	<b>13</b>
1.1 ATRIBUTY PROCESU .....	14
1.2 VSTUPY VÝROBNÍHO PROCESU .....	14
1.3 VÝSTUPY VÝROBNÍHO PROCESU.....	15
1.4 KLASIFIKACE VÝROBNÍCH PROCESŮ .....	15
1.4.1 Výrobní proces dle plynulosti .....	15
1.4.2 Výrobní proces dle přetváření vstupů .....	16
1.4.3 Výrobní proces dle opakovatelnosti výroby .....	16
1.4.4 Výrobní proces dle hlediska charakteru výroby.....	17
1.4.5 Výrobní proces dle vertikální dělby práce .....	18
1.4.6 Výrobní proces dle použitých technologií .....	19
1.4.7 Výrobní proces dle postavení pracovníka ve výrobě .....	19
<b>2 ŠTÍHLÁ VÝROBA.....</b>	<b>21</b>
2.1 PRINCIPY ŠTÍHLÉ VÝROBY .....	22
2.1.1 Zamezení plýtvání.....	22
2.1.2 Respektování lidských zdrojů .....	22
2.1.3 Výroba Just In Time.....	23
2.1.4 Tok jednoho kusu.....	23
2.1.5 Zabudování kvality do výrobního procesu.....	25
2.2 PLÝTVÁNÍ.....	25
2.2.1 Doprava .....	25
2.2.2 Zásoby .....	26
2.2.3 Zbytečné pohyby .....	26
2.2.4 Prostoje.....	26
2.2.5 Nadprodukce .....	26
2.2.6 Zbytečné úkony .....	27
2.2.7 Defekty .....	27
2.2.8 Nevyužité dovednosti.....	27
<b>3 VYBRANÉ NÁSTROJE A TECHNIKY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ .....</b>	<b>28</b>
3.1 JUST IN TIME (JIT).....	28
3.2 METODA 5S.....	30
3.2.1 Seiri – Separovat .....	30
3.2.2 Seiton – Systematizovat .....	31
3.2.3 Seiso – Stále čistit .....	31
3.2.4 Seiketsu – Standardizovat .....	32
3.2.5 Shitsuke – Sebedisciplína.....	32

3.3	KANBAN.....	33
3.4	KAIZEN.....	33
3.4.1	Plan (plánuj) .....	34
3.4.2	Do (udělej) .....	34
3.4.3	Check (zkontroluj) .....	34
3.4.4	Act (uskutečni) .....	34
3.5	POKA – YOKE.....	35
3.6	ANALÝZA A MĚŘENÍ PRÁCE .....	36
3.6.1	Snímek pracovního dne.....	36
3.7	SPAGHETTI DIAGRAM .....	37
<b>4</b>	<b>SHRnutí TEORETICKÉ ČÁSTI.....</b>	<b>39</b>
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>40</b>
<b>5</b>	<b>PŘEDSTAVENÍ SKUPINY SCHOTT AG.....</b>	<b>41</b>
5.1	SCHOTT CR .....	41
5.1.1	SCHOTT v Lanškrouně .....	41
5.1.2	SCHOTT ve Valašském Meziříčí .....	42
<b>6</b>	<b>SCHOTT LIGHTING AND IMAGING CR, S.R.O. ....</b>	<b>43</b>
6.1	ORGANIZAČNÍ STRUKTURA.....	43
6.2	PROCESNÍ STRUKTURA .....	44
6.3	VÝROBNÍ PROGRAM .....	44
6.4	VÝROBEK UNIVERSAL LIGHT GUIDE.....	45
<b>7</b>	<b>ANALÝZA ÚZKÝCH MÍST VE VÝROBNÍM PROCESU .....</b>	<b>46</b>
7.1	USPOŘÁDÁNÍ PRACOVIŠTĚ.....	46
7.2	VÝROBNÍ POSTUP .....	47
7.2.1	Výrobní postup v dolní dílně.....	47
7.2.2	Výrobní postup v horní dílně .....	49
7.3	PROCESNÍ ANALÝZA .....	50
7.4	SNÍMKY PRACOVNÍHO DNE .....	51
7.4.1	Snímek pracovníka u pracoviště Řezání tub .....	52
7.4.2	Snímek pracovníka u pracoviště Montáž vláken 1 .....	54
7.4.3	Snímek pracovníka 2 u pracoviště Montáž vláken 2 .....	55
7.5	ANALÝZA VYTÍŽENOSTI STROJŮ .....	57
7.5.1	Bruska .....	57
7.5.2	Pravá leštička .....	58
7.5.3	Levá leštička.....	59
7.6	MATERIÁLOVÉ TOKY .....	60
7.7	CHRONOMETRÁŽ ZA ÚČELEM ZJIŠTĚNÍ ÚZKÝCH MÍST .....	60
<b>8</b>	<b>SHRnutí ANALYTICKÉ ČÁSTI .....</b>	<b>62</b>



<b>9</b>	<b>DOPORUČENÍ KE ZLEPŠENÍ VÝROBNÍHO PROCESU .....</b>	<b>63</b>
9.1	PŘIDÁNÍ NOVÉHO PRACOVIŠTĚ A ROZDĚLENÍ OPERACÍ .....	63
9.2	NÁVRH ZMĚNY LAYOUTU DOLNÍ A HORNÍ DÍLNY .....	64
9.2.1	Změna layoutu dolní dílny .....	64
9.2.2	Změna layoutu horní dílny .....	64
9.3	NÁVRH NOVÝCH ČASOVÝCH NOREM .....	64
9.3.1	Návrh norem dolní dílny .....	65
9.3.2	Návrh norem horní dílny .....	65
9.4	PŘIDÁNÍ PRACOVNÍKA NA POZICI BROUŠENÍ A LEŠTĚNÍ .....	66
<b>10</b>	<b>ZHODNOCENÍ NÁVRHŮ .....</b>	<b>67</b>
10.1	PŘÍNOSY NÁVRHŮ .....	67
10.2	ZHODNOCENÍ NAVÝŠENÍ KAPACITY .....	67
10.3	MZDOVÉ NÁKLADY .....	68
10.4	NÁKLADY NA ZMĚNU LAYOUTU .....	68
10.5	FINANČNÍ ZHODNOCENÍ NÁVRHU .....	69
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>70</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>72</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>74</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>75</b>
	<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>76</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>77</b>

## ÚVOD

Každý výrobní podnik má své konkurenční prostředí. Díky tomuto faktu se podniky snaží své postavení na trhu upevnit či posílit. Proto, aby podnik uspěl v konkurenčním prostředí musí také inovovat a vylepšovat své výrobní procesy. Podnik může tyto kritéria splnit například zavedením štíhlé výroby čímž sníží plýtvání ve výrobě, které je úzce spjaté se snížením výrobních nákladů. K zavedení štíhlé výroby vedou nástroje a metody průmyslového inženýrství.

Bakalářská práce je zaměřená na analýzu úzkých míst v procesu a na následném navrhnutí zlepšení. Důvodem výběru tohoto tématu byla možnost se podílet na zlepšování výrobních procesů a na návrh nových opatření ve společnosti SCHOTT CR, s.r.o.

Cílem této bakalářské práce je navrhnout řešení ve společnosti SCHOTT CR, s.r.o., díky kterým se sníží čas taktu o 20 % a zároveň se zvýší produktivita práce o 5 % u vybraného druhu výrobku.

Bakalářská práce je rozdělena na dvě části. Na část teoretickou a na část praktickou. Praktická se dělí na část analytickou a na část navrhnutých řešení.

V teoretické části jsou zpracovány poznatky z výrobního procesu, štíhlé výroby a z vybraných nástrojů a technik průmyslového inženýrství. Následně je tato teoretická část shrnutá do teoretického východiska pro praktickou část této práce.

V praktické části je nejprve provedena analýza současného stavu u výroby výrobku Universal Light Guide prostřednictvím pozorování, studiem dokumentací, rozhovory se zaměstnanci a pěti analytickými metody průmyslového inženýrství. Po analýze současného stavu následuje kapitola, která shrnuje zjištěné nedostatky, které z vyplynuly z analytické části. Následně jsou zde popsány návrhy, které vedou ke zlepšení výrobního procesu a jejich přínosy.

Poslední kapitola praktické části představuje zhodnocení návrhů, které mají za cíl zvýšení produktivity práce a snížení doby taktu. Také se zde nachází finanční zhodnocení těchto návrhů.

## CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je navrhnout opatření pro snížení času taktu o 20 % a zvýšení produktivity práce o 5 % ve společnosti SCHOTT CR. Toho je možné dosáhnout vybalancováním pracovišť a zavedení štihlé výroby v podniku.

Pro získání podkladů pro analýzy budou informace získány měřením, komunikací s vedoucími pracovníky, komunikací s pracovníky, kteří vykonávali dané operace ale také s pomocí interního informačního systému. K analýze nedostatků stávající situace bude použito celkem 5 metod.

Proces celé výroby produktu bude zanalyzován pomocí **procesní analýzy**.

Co se týká časové studie, tak budou provedeny **snímky pracovního dne pracovníků** a **snímek vytíženosti strojů**, díky kterým se odhalí plýtvání v procesu a zjistí se možné oblasti, které se dají zlepšit.

Další metoda, která bude v práci použita je metoda přímého měření – **chronometráž**. Díky této metodě se zjistí časová náročnost prováděných operací skrz celý výrobní proces. Výstupy této analýzy pak budou sloužit jako podklady pro návrh vytvoření nových časových norem a tím i zvýšení produktivity práce.

V poslední řadě bude použita metoda **spaghetti diagram**, která ukáže nedostatky, které se vyskytují v layoutu daných pracovišť a následně bude sloužit jako podklad pro návrh nových layoutů.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

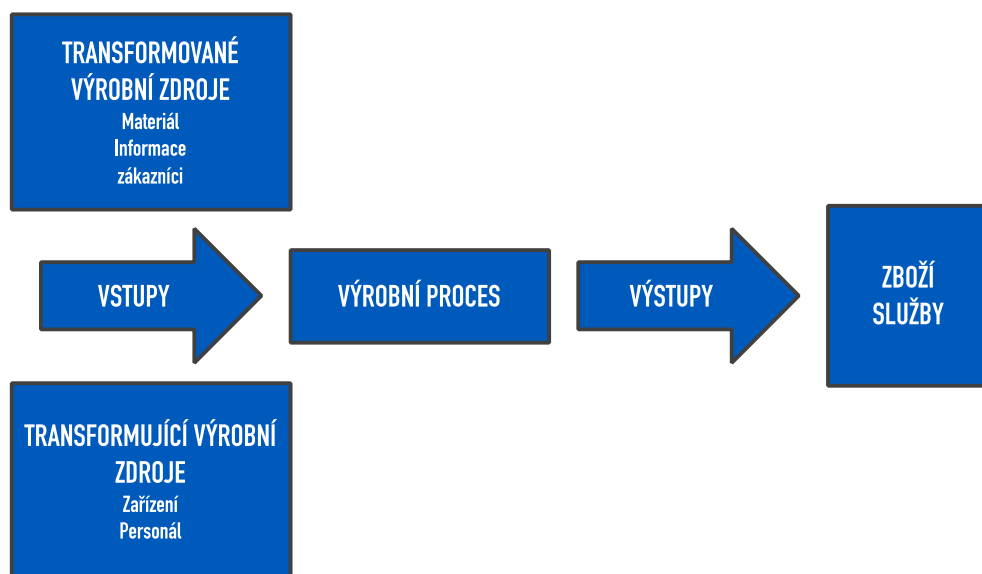
## 1 VÝROBNÍ PROCES

Procesy jsou důležitou podstatou optimálního provozování každé společnosti. Základem každého procesu je vzájemně postupovat, jak obsahově, tak i logicky navzájem propojených činností, které dále tvoří jeden celek. Tento celek má možnost mít několik kombinací činností, vstupů a výstupů. Činnosti, vstupy a výstupy jsou schopny poté přinést hodnotu zákazníkovi a také vyhovět nárokům, které si daná společnost určuje. Dobře a optimálně nastavené procesy pak dále generují celé společnosti, jak po finanční, tak po nefinanční stránce přidanou hodnotu. (Chromjaková a Rajnoha, 2011)

Podle Tomka a Vávrové (2014) výrobní proces se dá popsat jako proces, který tvoří hodnotu dané společnosti. Použitím vstupních faktorů zajišťujeme, že příslušný transformační proces zabezpečí ten nejhodnotnější výstup. Výroba je tedy definována jako kombinace faktorů za úmyslem sestavení věcných výkonů či služeb.

Heřman (2001) ve své knize definuje výrobní proces jako transformaci surovin, materiálu, informací, energie a polotovarů na výrobky, služby, odpad včetně emisí a na informace o průběhu a výsledku produkčního procesu. Neboli transformační proces proměňuje vstupy na výstupy. Celý tento proces je ovlivňován okolím, tedy konkurencí, dodavateli, zákazníky, dosaženou životní úrovní obyvatelstva, bankami, právním prostředím apod.

*„Proces je série logicky souvisejících činností nebo úkolů, jejichž prostřednictvím – jsou-li postupně vykonány – má být vytvořen předem definovaný soubor výsledků.“* (Svozilová, 2011, s. 14)



Obrázek 1: Výrobní proces (Keřkovský, 2009, s. 3)

## 1.1 Atributy procesu

Podle Jurové a kolektivu (2016) je proces charakteristický svými atributy neboli charakteristikami, které se v procesu nacházejí. Podrobné informace o procesech nabydeme právě z atributů, díky kterým zanalyzujeme každý proces. Atributy procesu jsou:

- je opakovatelný,
- má návaznosti na jiné procesy,
- má svá omezení,
- má změřitelné parametry,
- má svého vlastníka a správce,
- má svého zákazníka,
- má svůj ocenitelný výstup,
- má jasné hranice.

## 1.2 Vstupy výrobního procesu

Vstupy se dají dělit na čtyři skupiny:

- práce,
- kapitál,
- půda,
- informace.

Vstup práce obsahuje všechny lidské zdroje, které jsou prosaditelné ve výrobním procesu. Nejvýznamnější roli u práce hraje management společnosti, který daný vstup řídí. Jako další skupinou je kapitál. Kapitál se člení na dvě skupiny na tzv. reálný kapitál, který se uplatňuje při výrobě a na finanční kapitál. Půda neboli také jinak nazývané přírodní zdroje jsou vstup, kterým označujeme ornou půdu, vodu, zdroje nerostných surovin, vzduch a lesy. (Keřkovský, 2009)

Vstup Informace je vlastnost, která odstraňuje předem danou neznalost příjemce. Informace může být procesního nebo technického parametru. Za informaci můžeme například považovat sortiment, výrobní program, výrobní příkazy či pracovní postupy, nebo také stav a využití výrobního systému. (Tuček a Bobák, 2006)

### 1.3 Výstupy výrobního procesu

Výstupy výrobního procesu rozdělujeme na přímé (hlavní) a nepřímé (vedlejší) produkty. Mezi přímé patří služba pro zákazníka (zákazník již byl obsloužený) a zboží, které je hotové a určené k prodeji. Vedlejší neboli nepřímé produkty jsou:

- produkty, které se během výrobního procesu odřezají, uvolňují atd. (teplo, zbytkový materiál apod.),
- odpady (nepotřebný vedlejší produkt, který se nedá dále zpracovávat),
- externality.

Výstupem však může být i informace například zpětná vazba. (Tuček a Bobák, 2006)

### 1.4 Klasifikace výrobních procesů

Organizace určitých výrob závisí na profilu výrobku nebo služby, trhu, použitých technologiích, objemu výroby, charakteru poptávky a v některých dalších faktorech. Podle těchto faktorů pak dále výrobní procesy klasifikujeme. (Keřkovský, 2009)

#### 1.4.1 Výrobní proces dle plynulosti

Podle hlediska spojitosti a jak je výroba plynulá rozlišujeme dvě skupiny:

##### **Přerušovaná výroba**

V případě této výroby je možné po určitých částech výrobního procesu pozastavit výrobu a pokračovat například další den. Zpravidla tato výroba postupuje pouze v určitých a přesně daných časech. U téhle výroby bývá například po určitém procesu výroba pozastavena a pokračuje v dalším procesu třeba následující den na stejném či jiném pracovišti. Pro tuhle tu výrobu je nejvíce typický strojírenský a stavební průmysl. (Keřkovský, 2009)

##### **Plynulá výroba**

Výroba v tomto případě probíhá nepřetržitě, tedy dvacet čtyři hodin v kuse, sedm dní v týdnu po celý rok. Zastavení výroby je podmíněné pouze v případě, kdy je potřeba stroj opravit či seřídit. (Keřkovský, 2009)

V této výrobě je již dosaženo vysokého stupně automatizace. S tím je samozřejmě spojené to, že zastavení a rozběh této výroby si žádá značné náklady. (Heřman, 2001)

### 1.4.2 Výrobní proces dle přetváření vstupů

Z technického pohledu můžeme výrobní proces charakterizovat změnou tvaru, kvality a složení, tedy vlastnosti produktu (mechanické, chemické, fyzikální, biologické apod.) se změní. Výrobní procesy rozlišujeme podle bezprostřední změny materiálu na:

#### **Technologický proces**

Je to postup přeměny materiálových vstupů na finální produkt, během které dochází k přeměně vnějších i vnitřních charakteristik materiálu. Dle Keřkovského (2009) je technologický proces přímo spojený s výrobou výrobku, například tepelné zpracování, frézování atd.

#### **Netechnologický proces**

Tento proces lze definovat jako podpůrný či pomocný proces, který nepřetváří materiálové vstupy (například kontrola kvality, doprava rozpracovaných výrobků, měření rozměrové přesnosti apod.). (Keřkovský, 2009)

### 1.4.3 Výrobní proces dle opakovatelnosti výroby

Výrobu můžeme také rozdělovat podle množství a počtu vyrobených výrobků během jistého časového období. Rozlišujeme tyto typy:

#### **Kusová výroba**

Výroba velkého počtu různých druhů výrobků v malých množstvích a výroba jednoho druhu se opakuje nepravidelně nebo vůbec. Na výrobu těchto výrobků jsou používány univerzální stroje a zařízení. Kusovou výrobu pak dále můžeme podle Keřkovského (2009) dělit na tři druhy: **Project**, kdy výrobek má jasně stanovený začátek i konec a má jasně dané výrobní zdroje; **jobbing**, výroba, pro kterou je typické použití identických vstupů, ale finální produkt se poté odlišuje; **batch**, jedná se o výrobu stejných výrobků ale v dávkách.

#### **Sériová výroba**

Výroba výrobků v dávkách neboli v tzv. sériích. Po dokončení série se přechází na další sérii. Podle velikosti výroby se dělí na: malosériovou, středněsériovou a velkosériovou výrobu. (Tuček a Bobák, 2006)

#### **Hromadná výroba**

Touto formou výroby se vyrábí jeden druh výrobku ve velkém množství. Typická pro svou vysokou míru opakovatelnosti a relativně dlouhou ustáleností výroby těchto výrobků. Postup



výrobního procesu se pravidelně okapuje a je do jisté míry stabilizován. (Tuček a Bobák, 2006)

Hlavní rozdíl mezi hromadnou, kusovou a sériovou výrobou je ve velikosti sérií výrobků a způsobu přidělování potřebných výrobních faktorů. (Keřkovský, 2009)

Tabulka 1: Charakteristika jednotlivých typů výrob (Heřman, 2001, s. 19)

UKAZATEL	KUSOVÁ VÝROBA	SÉRIOVÁ VÝROBA	HROMADNÁ VÝROBA
Množství výrobků jednoho typu za rok	Malé (desítky)	Velké (sta až tisíce)	Značně velké
Počet druhů výrobků	Velký (stovky)	Menší (desítky)	Malý
Počet typů výrobků	Velký (desítky)	Malý (3 až 10)	Velmi malý (1 až 3)
Opakování výroby výrobku téhož typu	Nepřavidelné příp. žádné	Pravidelné (např. měsíční)	Nepřetržitá výroba
Uspořádání dílen	Technologické, výjim. předmětné	Předmětné, někdy technologické	Předmětné
Kvalifikace dělníků	Multikvalifikovanost	Dobrá	Nízká, jen zaučení
Průběžná doba výroby	Dlouhá (měsíc až rok)	Kratší (týdny, měsíce)	Krátká (dny, týdny)
Možnost změny výrobního programu	Snadná	Obtížná	Velmi obtížná
Plánování a řízení	Náročné	Středně obtížné	Snadné
Využití vyr. zařízení	Nízké	Dobré	Vysoké
Náklady na jednici	Vysoké	Poměrně nízké	nízké
Výrobní zásoby	Relativně vysoké	Malé	Minimální

#### 1.4.4 Výrobní proces dle hlediska charakteru výroby

Charakter výroby je především definován technickou, časovou a prostorovou uceleností. Technologický postup nám vyjadřuje ve výrobě výrobní proces, který vede k zhotovení výrobku. Ve většině firmách výrobní proces probíhá v několika etapách, které na sebe navazují (Heřman, 2001). Rozlišujeme proto tyto etapy výroby:

### Předvýrobní etapa

Do této etapy můžeme zařadit činnosti, které jsou spojené s technickou přípravou výroby a také činnosti na zajišťování materiálu pro bezproblémovou vlastní výrobu.

### Výrobní etapa

Jedná se o vlastní výrobní proces, do kterého zasahují výrobní stroje, zařízení a nástroje, kterými pak dále vyrábíme z materiálů, surovin a nástrojů hotový finální produkt. Výrobní etapu můžeme podle Tučka a Bobáka (2006, s. 48) rozdělit na tři fáze:

- *Předzhotovující fáze* – jde hlavně o přípravu, popřípadě zpracování surovin nebo materiálů pro vlastní výrobní proces;
- *zhotovující fáze* – nejhlavnější část výroby, výrobek zde dostává konečnou podobu;
- *dohotovující fáze* – souhrn konečných prací na finálním produktu, ochranná a vzhledová úprava výrobku, finální montáž, příprava k expedici apod.

### Povýrobní etapa

Tato fáze se také nazývá jako prodejní nebo odbytová. Zahrnuje především dopravu a expedici hotového výrobku. Nalezneme tu také seznámení zákazníka s výrobkem či zaškolení obsluhy daného výrobku, ale také i servis.

#### 1.4.5 Výrobní proces dle vertikální dělby práce

Výrobní proces je tvořen různými operacemi, které je třeba udělat v rámci výrobní fáze na jedné součásti. Proto se výrobní proces dále dělí na:

- *Pracovní operace* – je to časově ohraničená, souvislá nepřerušovaná práce, kterou vykonává jeden pracovník na určitém materiálu na jednom pracovišti.
- *Pracovní úkon* – přesně ohraničená, nepřerušovaná, ukončená činnost, uskutečňovaná v rámci operace. Je zaměřen na činnost určitým nástrojem nebo na umístění obrobku.
- *Pracovní pohyb* – je dále nedělitelná část pracovního úkonu pracovníka. (Heřman, 2001, s. 16)

#### 1.4.6 Výrobní proces dle použitých technologií

Jurová a kolektiv (2013) rozděluje výrobní procesy podle technologie, která převažuje ve výrobě následovně:

##### **Mechanické procesy**

Jsou to procesy, které mění polotovaru či materiálu tvar, vzhled a jakost. Nemění se v nich látková podstata. Jde převážně o strojírenskou, dřevozpracující, textilní, obuvnickou a jinou výrobu. (Heřman, 2001)

##### **Chemické procesy**

Jedná se o procesy, u kterých nastává změna vlastností látkové struktury surovin a materiálů. Většinou je to výroba organických a anorganických látek. (Tuček a Bobák, 2006)

##### **Biologické a biochemické procesy**

Ke zpracování surovin a materiálů se používají živé organizmy a biologické pochody (kvašení, zrání apod.) Látková struktura se u těchto procesů mění podobně jak u chemických. Použití v zemědělství, farmaceutickém průmyslu a v potravinářském průmyslu. (Heřman, 2001)

##### **Přírodní procesy**

Tyto procesy používají ke změně materiálů a polotovarů působení přírodních sil. Nejtypičtější přírodní procesy jsou: koroze, přirozené sušení, přirozené stárnutí apod. (Tuček a Bobák, 2006)

#### 1.4.7 Výrobní proces dle postavení pracovníka ve výrobě

Výrobní proces se skládá, jak z činností pracovních, které požadují přímou účast pracovníka ve výrobě, tak z činností automatických, jenž jsou bez přímé účasti člověka. (Martinovičová, Konečný a Vavřina, 2019)

##### **Proces s přímou účastí člověka**

Je to proces, během kterého lidé vynakládají pracovní sílu pro tvorbu užitné hodnoty. Podle Heřmana (2001, s. 18) se dále tento proces člení podle rozsahu použití strojů na:

- *Ruční výrobní proces, který vykonává pracovník nástroji bezprostředně vlastní silou;*
- *Mechanizovaný výrobní proces, který probíhá na strojích s větším nebo menším podílem přímého fyzického působení člověka. (Heřman, 2001, s. 18)*

**Proces s nepřímou účastí člověka**

Jsou to automatické činnosti, kterých se člověk nezúčastní bezprostředně. Zde můžeme zařadit procesy, jakou jsou:

- výrobní procesy, které probíhají v soustavě přístrojů a jsou charakteristické pro chemické a biochemické výroby;
- automatizované procesy s přímým vlivem automatických strojů a přístrojů. Lidská práce se proto zde přesouvá do obslužných procesů. (Heřman, 2001)

## 2 ŠTÍHLÁ VÝROBA

V posledních několika desetiletích se přístup ke snižování nákladů v podniku změnil, a to díky termínu, který je označován jako štihlá výroba. Tento termín je anglicky označován jako lean management nebo lean production. (M. J. Schniederjans, D. G. Schniederjans, Cao a Gu, 2018)

Definicí štihlé výroby můžeme chápat jako prostředek, který používáme k zefektivnění podnikových procesů. Hlavní myšlenkou je implementace správných metod k tomu abychom vynaložili méně práce, času, ploch, zdrojů, investic a peněz za lepší kvality. Jde tedy o to vynaložení úsilí na zkrácení času mezi zákazníkem a dodavatelem, eliminaci plýtvání, a tedy zeštíhlení procesů. (Januška, 2018)

V literatuře je štihlá výroba označována jako proces, projekt, program, princip, přístup, metodologie či filozofie.

Štihlou výrobu můžeme také charakterizovat jako soubor nástrojů a principů, kterými daná společnost optimalizuje linky, strojní zařízení, výrobní pracoviště či výrobní pracovníky. Hlavní cílem tohoto souboru nástrojů a principů je dosažení flexibilní a standardizované výroby, která bude stabilní. Chromjaková (2013) ve své knize popisuje tyto základní prvky štihlé výroby:

- *štihlý layout a štihlé výrobní buňky;*
- *vybalancovaný tahový/tlakový systém produkčních toků;*
- *štihlé pracoviště a standardizované operace;*
- *funkční management toku hodnot ve výrobních procesech;*
- *rychlé přetypování a flexibilní redukce výrobních dávek;*
- *týmová práce;*
- *funkční systém zlepšování výrobních procesů;*
- *dosahování požadované kvality (Chromjaková, 2013, s. 43-44).*

Januška (2018) ve své knize definuje cíl štihlé výroby jako redukci plýtvání ve všech formách a zeštíhlování výrobních i nevýrobních procesů. Snaha využít efektivně zdroje, které máme k dispozici za účelem navýšení zisku.

## 2.1 Principy štihlé výroby

Ke konceptu a implementaci štihlé výroby se dá dopracovat různými způsoby. Nejdůležitější je znát principy štihlé výroby, a vědět co každý princip zahrnuje, a jak se používá. Principy štihlé výroby jsou:

- Zamezení plýtvání,
- respektování lidských zdrojů,
- výroba JIT (Just In Time),
- tok jednoho kusu (One piece flow),
- zabudování kvality. (Mulholland, 2018)

### 2.1.1 Zamezení plýtvání

Tohle je jeden z hlavních principů štihlé výroby, který je nutné dodržovat. Úkolem tohoto principu je zajistit, aby ve všem, co se v podniku dělá, bylo zabráněno takzvanému plýtvání. Čím více plýtvání v podniku zabráníte, tak tím více s každým produktem a s každým provedeným procesem váš podnik ušetří. Je zcela nemožné zamezit všem plýtváním, které v podniku najdeme, proto zde vždy bude snaha neustále zlepšovat procesy, tak aby zde nedocházelo k plýtvání. (Mulholland, 2018)

### 2.1.2 Respektování lidských zdrojů

Dalším velmi důležitým principem štihlé výroby, bez kterého podnik nemůže trvale vystupovat na vysoké úrovni, je respektování zaměstnanců v podniku. Zde platí tyto prvky pro respektování lidských zdrojů:

- Nepřetěžovat zaměstnance,
- ukázat zaměstnancům účel jejich práce (čeho jejich práce docílí),
- udržet vysokou odpovědnost za úspěchy a neúspěchy,
- mluvení se zaměstnanci o problémech a nechat je popsat daný problém svými slovy,
- zabránit tomu, aby zaměstnanec něco bránilo k práci,
- zajistit rozmanitost ale také stabilitu jejich úkolů.

V praxi je zvládnutí lidských zdrojů jedním z nejtěžších úkolů. Úspěch v této oblasti se odvíjí od komunikačních dovednostech a dynamiky týmu a manažerů. Zapojením

podnikových zaměstnanců a dodržení těchto prvků vytvoří konzistentnější výstup, který bude mít dokonce i vyšší kvalitu. (Mulholland, 2018)

V rámci tohoto principu zde máme pojem Total Quality Control. To znamená, že každý zaměstnanec ve firmě je takzvaným „spolupodnikatelem“ na poli zlepšování kvality výrobků i procesů. Je zde kladen výrazný důraz na prevenci chyb, a ne na odstraňování již vzniklých chyb. Důležitý postoj „dělat věci správně a napoprvé“. (Chromjaková, 2011)

### 2.1.3 Výroba Just In Time

JIT je inovační proces zaměřený na snižování plýtvání. Tento výrobní princip se zaměřuje na práci a na úkolu za účelem uspokojení poptávky a nic víc. Vše, co je vyrobeno nad rámec se považuje za plýtvání. Tedy konečným cílem tohoto principu je nemít absolutně žádné zásoby, ať už jde o materiál, polotovary nebo hotové produkty. Největší nevýhodou JIT je to, že pokud špatně naplánujete výrobu nebo cokoli ovlivní výstup podniku (zaměstnanec zpomalí, dojde k poškození stroje atd.) není k dispozici žádná záchranná síť. Pokud se tedy něco takového stane podnik nesplní danou zakázku. (Mulholland, 2018)

Chromjaková (2011, s. 45) ve své knize definuje JIT jako: „*JIT je eliminace neproduktivity v tocích materiálů, procesních časech, dostupnosti materiálu a dílců, které jsou všechny nevyhnutelné k tomu, aby mohla plynule probíhat tvorba přidané hodnoty a byl realizován průtok.*“

### 2.1.4 Tok jednoho kusu

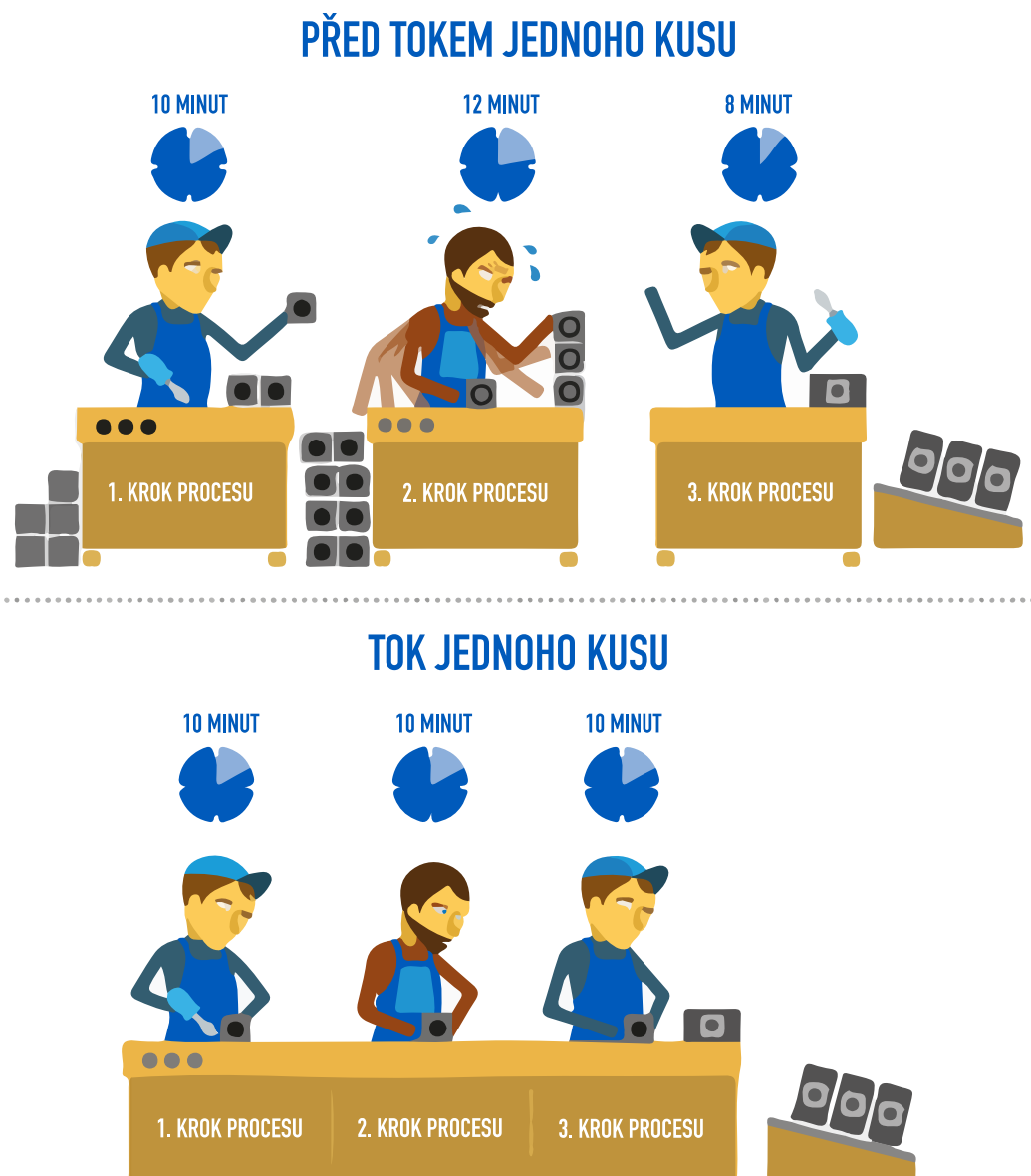
Tento princip anglicky označován jako One Piece Flow je metoda, která rozděluje výrobní proces na jednotlivé výrobní operace, které poté na sebe vzájemně navazují, a to bez přerušení nebo bez čekání. V jeden čas je vyráběn na příslušném pracovišti pouze jeden výrobek, který je poté ihned předán na další pracoviště neboli na další operaci. (CIE group, c2020)

Cílem tohoto principu je:

- *Snížit výrobní dávky na velikost jednoho kusu,*
- *snížit zásoby a rozpracovanost mezi pracovišti,*
- *snížit průběžnou dobu výroby,*
- *zvýšit flexibilitu výroby,*

- odstranit plýtvání při výrobě (manipulace, zásoby, nekvalita, zbytečné pohyby, nadvýroba),
- zvýšit přehlednost, snadno identifikovat vady a zabránit jejich sériovému rozšíření. (ProLean, 2020)

Aby tato metoda mohla být použitelná ve výrobě je potřeba, aby bylo dosaženo souvislého výrobního procesu a to tak, že ve všech výrobních procesech v daném podniku bude implementován tok jednoho kusu. (CIE group, c2020)



Obrázek 2: Tok jednoho kusu (přepřacováno dle ProLean, 2020)



### 2.1.5 Zabudování kvality do výrobního procesu

K efektivní a úspěšné výrobě je důležité integrovat do výrobních procesů kontrolu kvality. Pro podnik není totiž přínosné vyrábět levné výrobky, pokud jsou tyto výrobky plné defektů a chyb. Kvalita obvykle trpí buď špatně nastavenými procesy nebo také lidskými chybami. (Mulholland, 2018)

## 2.2 Plýtvání

Pro všechny manažery v organizaci je důležité porozumět každému procesu, nejen se soustředit na výrobní proces ale hlavně se zacílit na eliminaci odpadu ve všech oblastech. Odpad se dá definovat jako jakýkoli proces nebo činnost, která zvyšuje náklady na konečný produkt, ale nikoli hodnotu tohoto produktu. (Moore, 2007)



Obrázek 3: 8 druhů plýtvání (Vlastní zpracování dle Trilogiq, 2018)

Někteří manažeři nevidí příležitosti a chybí jim. V důsledku toho ztratí příležitost k zisku. Tato nedbalost v japonštině znamená muda, to je situace, kdy společnost plýtvá příležitostmi, jako jsou peníze, finální výstupy, čas, informace a další. (Monden, 2012)

### 2.2.1 Doprava

Bez dopravy se výroba neobejde, proto je důležité se zabírat tím, jaká doprava je plýtvání, a jaká není. Nejideálnější doprava by byla, pokud by se pouze přepravoval materiál do výroby a z výroby se odvážely hotové produkty. Tohle ale v praxi není vždy uskutečnitelné, jelikož výroba bývá často rozdělena do několika úseků a sklad také bývá od pracovišť

vzdálen. Proto když hovoříme o plýtvání z pohledu dopravy jde většinou o vnitropodnikovou dopravu, kdy její náklady znamenají plýtvání peněz. (Jurová a kol., 2016)

Doprava je brána tedy jako plýtvání pouze pokud se zboží nebo materiál zbytečně přemísťuje uvnitř nebo mimo organizaci. Pokud se tedy výrobek, materiál či polotovár přesouvá z jednoho místa na druhé a při přemístění těchto položek nepřináší pro výrobu ani pro zákazníka žádnou hodnotu považujeme tuto dopravu za plýtvání. (Pereira, 2009)

### **2.2.2 Zásoby**

Jedním z dalších problémů plýtvání v oblasti štihlé výroby jsou zásoby, jako je například: materiál, nadbytečné strojehodiny, náhradní díly, nedokončené výrobky, nepotřebné standardy, nadbytečná emailová komunikace, nevyužitá znalosti pracovníka atd. Zvládnutí zásob a nalezení optimální kombinace položek zásob ovlivňuje velkým způsobem štihlou výrobu. Nalezení optima, které nám odstraní plýtvání, nám v zásobách vyžaduje značnou námahu. Ve výrobě je poměrně snadné definovat optimální úroveň zásob, ale v ostatních podnikových procesech je to rozhodně složitější. (Chromjaková, 2011)

### **2.2.3 Zbytečné pohyby**

Pouze málokteré pohyby pracovníka zaručí produktu přidanou hodnotu. Pokud chceme dosáhnout znatelných úspor u pohybů zaměstnanců je třeba navrhnout pracoviště a skladové prostory ergonomicky, tak aby materiál a ostatní předměty byly vždy po ruce. Tím předejdeme časově náročným krokům a pohybům. (Trilogiq, 2018)

### **2.2.4 Prostoje**

Za další druh plýtvání ve štihlé výrobě můžeme brát čekání. K čekání dochází tehdy, když nelze pokračovat ve výrobním procesu, a to například z důvodu: nedostatek materiálu, porucha stroje, nerovnoměrná výroba, absence potřebných informací atd. Tento druh plýtvání je snadno identifikovatelný. Štihlá výroba má proto za úkol zajistit plynulou dodávku materiálu k výrobní lince, tak aby výrobní proces mohl probíhat bez výpadků. (Jurová a kol., 2016)

### **2.2.5 Nadprodukce**

Pokud výrobní plány nejsou v souladu s poptávkou dochází k takzvané nadprodukci. Nadprodukce vzniká zpravidla kvůli potřebě vyššího využití výrobních kapacit nebo také, že podnik chce vyrobit určité množství produktů navíc, a to pro takzvané „horší časy“. Díky

nadprodukcí proto vzniká zbytečná potřeba skladovacích prostor a zvyšují se dokonce i dopravní a administrativní náklady. (Jurová a kol., 2016)

### **2.2.6 Zbytečné úkony**

Za zbytečné úkony můžeme považovat zpracování výrobku nad rámec toho, co zákazník požaduje. Mezi přepracováním a nadprodukcí je rozdíl. K tomuto plýtvání dochází, když společnost během procesu provádí určité činnosti, které zákazníci nevyžadují. K tomu dochází, když dojde ke změně výroby, a ne všichni zaměstnanci jsou o nich informováni. (Pereira, 2009)

### **2.2.7 Defekty**

Pokud ve výrobě vznikají nekvalitní a neshodné výrobky vznikají pro podnik zbytečné náklady, tyto náklady jsou tedy pro nás plýtváním. Oprava těchto neshodných výrobků vyžaduje čas, práci zaměstnanců i finanční prostředky navíc. Někdy dokonce defektní rozpracované výrobky mohou poškodit výrobní zařízení. Pokud se takový defektní výrobek dostane k zákazníkovi, mohou být následné důsledky fatální. Štíhlá výroba proto se snaží vést zaměstnance k nulové zmetkovosti. (Jurová a kol., 2016)

Abychom zabránili výrobě defektů lze vytvořit přizpůsobivá, ergonomická pracoviště, jež odpovídají konkrétnímu procesu a na nichž jsou součástí, sestavy a nářadí dostupné ve správné a snadné poloze. Pracoviště je pak mnohem efektivnější, zaměstnanci produktivnější, méně stresovaní a necítí se vyčerpaní, což znamená, že klesá pravděpodobnost chyb a závad. (Pereira, 2009)

### **2.2.8 Nevyužití dovedností**

Za další formu plýtvání můžeme také brát nevyužívání talentů a dovedností zaměstnanců. Úcta k lidem je jedním z hlavních principů štíhlé výroby. Podniky někdy berou schopnosti, nadání a dovednosti svých zaměstnanců za samozřejmost. Zaměstnanec může mít nějaký nápad na zlepšení podnikových procesů, tento nápad může být pro podnik velmi přínosný, proto se nesmí na zaměstnance a na jejich nápady zapomínat. Některé podniky takové zaměstnance neposlouchají, proto se stává že tito lidé odcházejí ze zaměstnání, protože nebyli posloucháni. (Pereira, 2009)

### 3 VYBRANÉ NÁSTROJE A TECHNIKY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ

V dnešní době jsou podniky díky globalizaci vystaveny tvrdému konkurenčnímu prostředí. Máme zde nové výrobní strategie, bez kterých se podniky nedokáží obejít. Každá nová výrobní strategie se zabývá zkracování průběžné doby výroby a také postupnou redukcí plýtvání a zvýšení produktivity práce.

Máme celou řadu metod, technik a nástrojů z oblasti průmyslového inženýrství a štihlé výroby, které nám pomůžou vybudovat štíhlý a inovativní podnik. Jedná se především o podpůrné prostředky, které nám pomáhají řešit každodenní problémy. Díky těmto nástrojům můžeme změnit myšlení, způsob práce a snahu o neustále zlepšení. Je dobré tyto nástroje a techniky dobře znát a vědět, jak je používat a kde přesně nám mohou pomoci. Vymýšlením toho, co už někdo již vymyslel a úspěšně to funguje, se dá považovat za velké plýtvání. (API – Akademie produktivity a inovací, c2005-2020)

#### 3.1 Just in time (JIT)

Just in time (JIT) chápeme jako filosofii řízení zásob, která má za úkol redukovat ztráty a nadbytečné zásoby. Hlavní myšlenkou této filozofie je dodávat produkty, díly, nebo materiál právě v tom okamžiku, kdy je podnik potřebuje. (CIE group, c2020)

*„JIT je výroba pouze nezbytných položek v potřebné kvalitě, v nezbytných množstvích, v nejpozději přípustných časech.“* (Keřkovský, 2009, s. 71)

Tento koncept řízení výroby je orientován hlavně na eliminaci pěti druhů plýtvání plynoucích z nadprodukce, čekání, dopravy, udržování zásob a nekvalitní výroby. (Keřkovský, 2009)

Systém JIT vyžaduje těsnou spolupráci poptávkových potřeb mezi výrobou, logistikou, dopravci a dodavateli. V rámci logistiky JIT představuje obrovskou příležitost, a to z pohledu toho, že dochází ke snížení zásob při současném zachování zákaznického servisu. (CIE group, c2020)

Při použití filosofie JIT se nejčastěji používá systém řízení KANBAN, který zabezpečuje princip tahu. (API – Akademie produktivity a inovací, c2005-2020)

**Základní principy JIT:**

- důraz na vysokou kvalitu a odstraňování všech poruch výrobního procesu,
- zkracování průběžných dob výroby,
- důraz na minimalizaci rozpracované výroby,
- poptávkou tažený systém plánování časového průběhu výroby,
- jsou využívány velmi malé výrobní dávky,
- snížení seřizovacích časů,
- rychlý a jednoduchý tok materiálu mezi pracovišti, snaha zkracovat přepravu,
- jednoduchost a průhlednost systému řízení,
- aplikace make or buy strategie,
- motivace a angažovanost pracovníků všech úrovní. (Keřkovský, 2009)

K tomu abychom mohli použít JIT, je nutné neustále provádět sérii aktivit KAIZEN a odstranit tak z pracoviště práci, která nepřidává hodnotu. Za přínosy této filozofie můžeme považovat například snížení nákladů, zajištění včasné dodávky, zvýšení zisků společnosti, zlepšení produktivity atd. (CIE group, c2020)

Použitím JIT má také přínos pro zaměstnance daného podniku. Je to především dáno tím, že JIT přispívá na bezpečnosti práce a také že denní výroba se stává rovnoměrnější tím, že:

- odstraňuje nadměrné hromadění nedokončené výroby,
- zmenšuje dopravu a nutnou obsluhu meziproduktů,
- urychluje přestavení strojů,
- řeší problémy defektů a problémy strojů, které způsobují zpoždění. (CIE group, c2020)

Mezi úskalí a negativní aspekty JIT se dá považovat to, že vytvořením důrazu na vytvoření co nejlepších podmínek pro plynulou výrobu s minimálními zásobami může znamenat zhoršení podmínek pro zákazníka a omezování subdodavatelů. Další nevýhodou je to, že podnik se stává závislý na dodavatelé a také to že vyžaduje poměrně značné náklady. (Keřkovský, 2009)

## 3.2 Metoda 5S

Dalším nástrojem při zavádění štihlé výroby je metoda 5S. Tato metoda je zaměřená na vytvoření a udržování organizovaného pracovního prostředí, jak ve výrobě, tak i v administrativních prostorách. (CIE group, c2020)

Pracoviště ve štihlé výrobě, je takové, na kterém se nachází pouze to, co je potřebné, a to na místech, která jsou pro tyto potřeby určeny. Na pracovišti se proto nacházejí pouze ty předměty, které přidávají hodnotu finálnímu produktu. Metoda 5S tedy odstraňuje z pracoviště nepotřebné předměty, udržuje pořádek na pracovišti, standardizuje uspořádání a organizaci pracoviště, zabraňuje vadám, snižuje náklady a zabezpečuje bezpečnou pracovní oblast. Důležitým faktorem je také to, aby pracoviště bylo uspořádáno podle požadavků pracovníků (API – Akademie produktivity a inovací, c2005-2020).

Název této metody vznikl na základě pěti japonských slov začínajících na S: „Seiry“, „Seiton“, „Seiso“, „Seiketsu“ a „Shitsuke“. Každé z pěti slov vyjadřuje jeden krok metody. (CIE group, c2020)

Cíle metody 5S:

- zlepšit bezpečnost práce,
- rozvíjet disciplínu pracovníků,
- zlepšit pracovní prostředí,
- zajistit spolupráci všech pracovníků pro jeho organizování,
- zlepšit přehlednost pracoviště,
- odstranit plýtvání na pracovišti (např. manipulace, hledání, zbytečné pohyby atd.)
- zvýšit kvalitu (dodržování standardů, čistota na pracovišti atd.). (ProLean, 2020)

### 3.2.1 Seiri – Separovat

Cílem tohoto kroku je oddělit položky které:

- musí být na pracovišti,
- mohou být odstraněny z pracoviště,
- musí být odstraněny (API – Akademie produktivity a inovací, c2005-2020).

Všechny položky proto rozčleníme podle klasifikace dle Pareta (A – denně využívané položky, B – položky používané týdně nebo měsíčně, C – výjimečné použití). Položky B mohou být například nástroje, které jsou používané málo kdy, proto je dobré zjistit jejich frekvenci využití a poté se rozhodnou, jestli tímto nástrojem bude vybaveno každé pracoviště, nebo tento nástroj bude pouze ve skladu.

Při tomto rozčlenění se používají visačky, kdy najdeme předmět, který chceme rozčlenit, vyplníme visačku, nafotíme předmět s visačkou a vše se poté zapíše do karty pracoviště. Pro položky, které se používají s malou intenzitou, se najde ve výrobní hale místo, kde se uloží. Pracovníky pak necháme několik dní pracovat, pokud tedy nějaký pracovník bude potřebovat nějakou položku, vyzvedne si ji z tohoto místa a poté ji už nechá na pracovišti. Pokud žádný pracovník neprojeví o některé položky zájem během roku či půl roku je na místě tyto položky zlikvidovat. (Januška, 2018)

### 3.2.2 Seiton – Systematizovat

Dalším krokem metody 5S je najít místo pro vytríděné položky, které jsme vytrídili již v prvním kroku. Každá položka musí mít své místo tak, aby ji mohl kdokoliv snadno vzít, použít a samozřejmě ji vrátit zpět na své místo

Toto místo určujeme vždy, jak z pohledu ergonomie pohybů, tak z pohledu frekvence využití této položky. Také této položce určíme kapacitu a vizuálně jej označíme, aby vždy bylo zřejmé, že daná položka je na správném místě ve správném množství. (API – Akademie produktivity a inovací, c2005-2020)

### 3.2.3 Seiso – Stále čistit

Další fází je čistota. Hlavním smyslem tohoto kroku je to, aby pracoviště bylo udržováno v čistotě. Pokud pracoviště bude čisté nám zajišťuje zlepšení pracovní morálky, předchází se pracovním úrazům a zároveň napomáhá možnému odhalení technických problémů již v začátcích procesu. (Januška, 2018)

Je nutné proto definovat oblasti, které je potřebné v rámci pracoviště čistit. Při definování čištění je důležité si odpovědět na tyto otázky:

- *Co je třeba čistit?*
- *Kdo bude tuto činnost vykonávat?*
- *Kdy a jak často?*

- *Jaké prostředky k tomu budeme potřebovat?* (API – Akademie produktivity a inovací, c2005-2020)

### 3.2.4 Seiketsu – Standardizovat

Účelem standardizace je vytvoření standardu pracoviště, díky kterému bude mít každý jasnou představu o tom, kdy, kdo, co a proč má dělat, čistit, udržovat a kontrolovat.

*„Účelem tohoto kroku je vytvoření standardu pracoviště, díky němuž bude mít každý pracovník jasnou představu o tom, co, kdy, kdo a proč má dělat, čistit, udržovat, kontrolovat.“* (CIE group, c2020)

Díky standardizaci vytvoříme pravidelný cyklus kontroly a provádění 5S. Pokud by standardizace nebyla zavedena, tak by po měsíci nebylo zřetelné, že zde byl nějaký pokus o zavedení metody 5S. (Januška, 2018)

### 3.2.5 Shitsuke – Sebedisciplína

Posledním krokem metody 5S je zlepšování současného stavu. Je vhodné provádět pravidelné audity a realizovat doplňková školení na tuto metodu. U pracovníků se snažíme, aby dodržovali smysl pro pořádek, přesnost a preciznost, a to například postihováním či odměňováním těchto pracovníků na základě jejich výkonu v rámci 5S. (Januška, 2018)



Obrázek 4: Organizované pracoviště – 5S (Přepřacováno dle ProLean, 2020)



### 3.3 Kanban

Tato metoda usiluje o zjednodušení, průhlednost a přenesení odpovědnosti na provozní úroveň. Kanban v japonštině znamená oznamovací kartu, štítek či přímo informaci. V dnešní době se toto slovo používá s různými významy například:

- jako metoda vykonání toku pomocí filozofie JIT,
- jako organizace a způsob řízení seminářů založených na systémů oběhu karet,
- odkazuje na metodu průmyslového nebo plánovacího řízení.

Ve všech těchto případech je cílem jednoduchá, transparentní a vizuální metoda řízení která zajišťuje přímý logistický tok.

#### **Základní principy metody Kanban:**

- Vyrábět pouze produkty, které zákazník potřebuje,
- vyrábět je pouze tehdy, když jsou požadovány,
- vyrábět je v přesně požadovaném množství. (Yoo a Glardon, 2018)

Tento nástroj podporuje takzvaný tažný systém výroby, kdy výroba začíná pouze ve chvíli, kdy k ní existuje objednávka, respektive v tomto případě Kanban karta. Pouze na základně Kanban karty je ze skladu uvolněn materiál a zahájí se výrobní proces pro konkrétní počet kusů. Díky Kanban systému přechází odpovědnost za kvalitu na zaměstnance. Díky kartám musí každý pracovník produkovat přesné množství výrobků přesně na čas. Pokud tedy dojde k nějaké chybě, jak už u materiálu, polotovaru, tak u hotového výrobku, pracovník, který je odpovědný za daný proces, je nucen se k chybě přihlásit. Pracovník totiž nemá dostatek výrobků odpovídající kartě, proto jej nemůže poslat na další pracoviště. (Januška, 2018)

Kanban tedy omezuje nadprodukcí – tedy jeden z druhů plýtvání. Také slouží jako zdroj informací o výrobních procesech a práci v daném podniku. Tento nástroj se používá, jak vnitropodnikově, tak i mezi jednotlivými podniky. (Januška, 2018)

### 3.4 Kaizen

Kaizen je spíše podniková filozofie než nástroj. Kaizen je japonské slovo které znamená změna k lepšímu a hlavní cílem je najít cestu k neustálému zlepšování. Tato filozofie vychází z toho, že nepřetržité a drobné zlepšování nám ve výsledku dá více než jedno velké zlepšení. Kaizen také usiluje o odstranění plýtvání, čím se tato filozofie stává podstatou

štíhlé výroby. Při správně nastaveném Kaizenu se tato filozofie stane každodenním procesem, který zlidští pracoviště a odstraní tvrdou práci a naučí lidi, aby se sami podíleli na zefektivňování výrobních procesů. Pro to, aby Kaizen fungoval je nutná spoluúčast všech zaměstnanců dokonce i účast vysokého managementu. (LEAN-FABRIKA, c2012)

Metoda Kaizen je založena na standardizaci procesů. Abychom tedy mohli něco zlepšovat, je nejprve nutné to dělat neustále stejným způsobem. Kaizen proto souvisí s PDCA cyklem, který se využívá pro neustálé zlepšení. PDCA cyklu je taky jinak nasáván Demingovo kolo. Je to tedy stále se opakující nekonečný cyklus zlepšování.

### 3.4.1 Plan (plánuj)

Vytvoření plánu, jak dosáhnout zlepšení.

### 3.4.2 Do (udělej)

Realizování plánu v malém rozsahu (jeden stroj, jedna směna atd.)

### 3.4.3 Check (zkontroluj)

Kontrolování, zda byl plán úspěšný, pokud nebyl, najít problémů a příčin a znova začít realizovat plán.

### 3.4.4 Act (uskutečni)

Pokud zlepšení funguje, ze změny se udělá nový standard.



Obrázek 5: KAIZEN (Přepřeváno dle ProLean, 2020)

V případě, že zjistíme, že nové řešení nevyhovuje výrobnímu procesu, je snadné se zpět vrátit na původní stav. Díky standardizaci máme k průběhům procesů dostatek informací. (Januška, 2018)

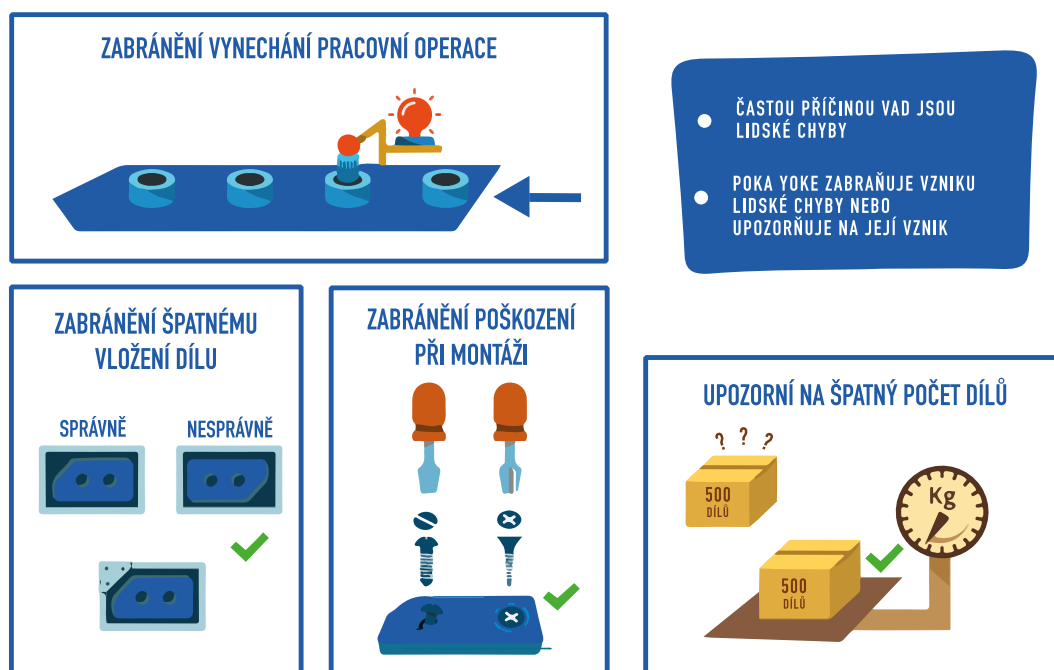
### 3.5 Poka – Yoke

Tato metoda slouží k zabránění vzniku neshod ve výrobním, ale i nevýrobním procesu. Lidé nejsou stroje, proto pracovníci jsou velice zapomnětliví a mají sklon dělat chyby. Cílem je tedy zabránit zaměstnancům dělat chyby z nepozornosti. Principem je nastavit zařízení takovým způsobem, aby pracovník nemohl daný výrobní proces provést chybným způsobem.

Poka – Yoke teda spočívá v použití:

- **vhodných tvarů** – například porty v počítači (USB, VGA, video atd.) či zavedení nových typů kabelů, které jsou oboustranné (USB C, Apple lightning kabel atd.);
- **optických snímačů** – výtahy, automatické dveře;
- **barev** – zapojení mikrofonu a sluchátek do zvukové karty, elektrická zásuvka atd.;
- **koncových snímačů** – kontrola dovření dveří;
- **počítadel, váhy** – kontrola počtu dílů v bedně, přepočítání peněz atd.

#### PŘEDCHÁZENÍ VADÁM – POKA YOKE



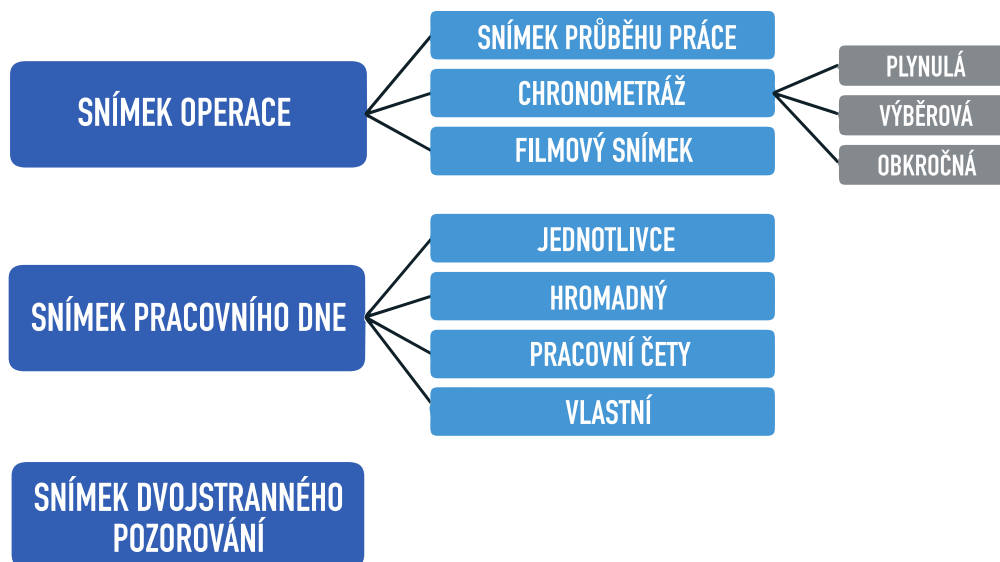
Obrázek 6: Předcházení vadám – Poka Yoke (Přepracováno dle ProLean, 2020)

### 3.6 Analýza a měření práce

Mezi základní znalost průmyslového inženýra můžeme zařadit analýzu a měření práce. Je to jeden z jednoduchých a účinných nástrojů, který vede ke snížení plýtvání a neefektivní práci ve výrobních procesech. Jde především o aktivity, které vedou k definování optimálního pracovního postupu a určení spotřeby času pro jednotlivé činnosti. (Dlabač, 2015)

Analýzu a měření práce můžeme stanovit na základě přímého či nepřímého měření. Výstupem takových měření je vždy norma spotřeby času. Přímé měření se vykonává za pomoci stopek, a u nepřímého měření se používají předem definované spotřeby času, které danému úkonu či pohybu připadají. (Dlabač, 2015)

Rozdělení metod přímého měření práce je zachycen obrázkem číslo 7.



Obrázek 7: Metody přímého měření (API, c2005-2020)

#### 3.6.1 Snímek pracovního dne

Snímek pracovního dne může být jednotlivce, hromadný, pracovní čety nebo také vlastní. Zde bude popsán časový snímek jednotlivce, jelikož ten bude zpracován v analytické části této bakalářské práce.

Snímek pracovního dne jednotlivce je velmi časově náročný, vyžaduje totiž, aby jeden zaměstnanec pozoroval práci daného pracovníka a zapisoval si jednotlivé činnosti a ty stopoval. Snímek pracovního dne tedy ukazuje veškeré činnosti snímované osoby. Zachycuje nejen činnosti, které jsou spojené s výrobním procesem, ale také ty činnosti, které nesouvisejí s pracovním postupem (například: odchod na toaletu, vaření kávy, rozhovory atd.).

Postup vyhotovení snímku pracovního dne jednotlivce rozděluje Princílik (2013) do tří kroků:

- **Přípravná fáze** – v tomto kroku je důležité si uvědomit co chceme zaznamenávat a na co přesně se daný snímek bude zaměřovat. Je důležité si zde v této fázi vybrat pracovníka, seznámit se s ním ale také se seznámit s pracovištěm a s pracovním postupem. Připravit si veškeré podklady jako jsou tabulky, délka trvání snímku atd.
- **Vlastní měření** – u měření budeme zapisovat veškeré úkony co pracovník vykonává, a to v aktuálním čase s veškerými informacemi, které se k danému úkolu vztahují. Je důležité co nejméně zasahovat pracovníkovi do běžného pracovního postupu.
- **Vyhodnocení** – u posledního kroku časového snímku sumarizujeme jednotlivé činnosti a ve výsledku zjistíme minutové podíly a skutečné bilance vyjadřující jednotlivou spotřebu času.

Díky zpracování časového snímku dne získáme podrobné informace o průběhu pracovního dne. Výstupem tohoto měření jsou návrhy na odstranění plýtvání a rozborů ukazatelů výkonnosti společně s doporučením na odstranění odhalených překážek v procesech. (API – Akademie produktivity a inovací, c2005-2020)

### 3.7 Spaghetti diagram

Spaghetti diagram je jeden z hlavních a nejjednodušší nástrojů průmyslového inženýrství. Může zobrazovat například pohyb pracovníka, tok materiálu ve výrobním procesu nebo také logistický řetězec. Při sledování pohybu pracovníka se do předem připraveného layoutu pracoviště zachycují veškeré jeho pohyby, které během výrobního procesu provádí. Tato technika má zlepšit výrobní proces, lépe řečeno výstupy z této analýzy pomohou odhalit plýtvání a činnosti nepřidávající hodnotu. Pomocí spaghetti diagramu se hledají zbytečné pohyby, odchody, zbytečných transporty a manipulace se záměrem lépe organizovat layout pracoviště a minimalizovat logistické procesy včetně skladování. (CIE group, c2020)

Principem této metody je tedy zakreslovat veškerý pohyb buď materiálu nebo pracovníků do předem vytisknutého layoutu výrobní haly. Je také možné si přizvat operátora, který se daného zkoumaného procesu účastní a vše prodiskutovat. Všechny pohyby, co se zakreslí do takového layoutu musí mít dané křivky, jak se daný pracovník přesně pohybuje. To znamená, že nejsou použita pravítka či jiné pomůcky. U této metody nemůžeme brát ohled na doporučené či nařízené pohyby ale na jejich skutečný tok. (CIE group, c2020)

Jurová (2016) ve své knize uvádí, že pro spořádané označení každého pohybu je příhodné využívat odlišné barvy. Pokud tedy pracovník vykoná zbytečný pohyb, lze ho do layoutu označit například červenou barvou, naopak pokud pracovník absolvuje pohyb s materiálem a není plně vytížen označíme ho žlutě a pokud je pracovník zcela vytížen, pak pohyb označíme zeleně.

Hlavním přínosem této metody je tedy identifikace neefektivnosti rozložení pracoviště. Neefektivní pracoviště je takové, které nutí pracovníka dělat pohyby a kroky navíc. Díky tomuto nástroji si také uvědomíme, co všechno pracovník k danému výrobnímu procesu potřebuje, a proto po realizaci tohoto diagramu můžeme pracovníkovi upravit pracoviště například tak, že zavedeme vhodné stojany na nářadí a na materiál apod. Dalším přínosem může být například identifikace příležitosti pro zlepšení bezpečnosti pracovníka na pracovišti. (CIE group, c2020)

## 4 SHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI

Výrobní proces je nejdůležitější součástí výrobního podniku. Díky dobře nastavenému výrobnímu procesu podnik generuje zisky. V teoretické části je proto výrobní proces popsán a s ním i jeho nejdůležitější pojmy, jako jsou vstupy, výstupy či kvalifikace výrobního procesu. K dosažení dobře nastaveného výrobního procesu je nutné proto dosahovat vysoké flexibility, snižovat náklady podniku a zároveň zkracovat dodací termíny. Jako ideální řešení pro tyto požadavky je proto štíhlý přístup k řízení výroby.

Štíhlý podnik je ten podnik, který se zaměřuje pouze na to, co zákazník požaduje, tedy na přidanou hodnotu výrobku. Pokud chceme tedy eliminovat procesy, které výrobku nepřidávají tuto hodnotu musíme z výrobního procesu odstranit plýtvání. Odstranění plýtvání je tedy klíčový princip zeštíhlení výrobního podniku. Proto v teoretické části jsou popsány všechny druhy plýtvání ve výrobě.

Pokud tedy chceme začít zlepšovat výrobní proces je dobré začít odstraňováním plýtvání, a to docílíme například za pomoci metody 5S. 5S je jedna ze základních metod průmyslového inženýrství, díky které se vytvoří a udrží organizované a čisté pracoviště.

Další přístup, jak můžeme zlepšit výrobní proces je měření práce a následná analýza. Díky měření práce se dá změřit a zanalyzovat spotřebu času jednotlivých operací. Měření práce se dělí na přímé (pomocí stopek) a nepřímé, které vychází z jasně definovaných časů, které dané operaci či pohybu náleží.

V praktické části jsou využívány především metody a techniky průmyslového inženýrství. V teoretické části jsou tedy popsány tyto metody, a to především časový snímek dne, spaghetti diagram a chronometráž.

Díky poznatkům z teoretické části se bude v praktické části analyzovat současný stav výrobního procesu ve firmě SCHOTT CR, s.r.o. a to pomocí vybraných nástrojů a technik průmyslového inženýrství. Následně budou vypracovány návrhy na zlepšení výrobního procesu.

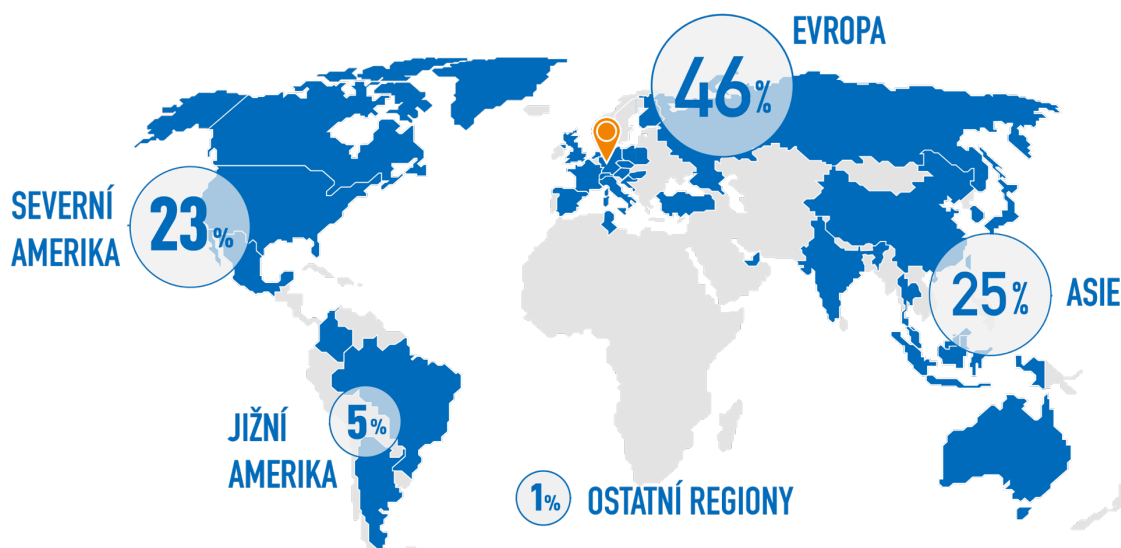
## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**



## 5 PŘEDSTAVENÍ SKUPINY SCHOTT AG

Společnost SCHOTT AG je mezinárodní technologická skupina, která více jak 135 let vyvíjí, vyrábí a nabízí široké portfolio výrobků a inteligentních řešení v oblasti speciálního skla, sklářské keramiky a souvisejících high-tech materiálů. Zaměřuje se především na průmyslové odvětví domácích spotřebičů, solární energii, optiku, automobilový průmysl, elektroniku a farmaceutický průmysl. Mateřská společnost SCHOTT AG sídlí v německém městě Mohuč a je ve vlastnictví nadace Carl Zeiss.

Společnost SCHOTT působí po celém světě s výrobními a prodejními místy ve 34 zemích světa. Na obrázku č. 8 můžete vidět zastoupení skupiny SCHOTT ve světě. Se 16 200 zaměstnanci dosáhla skupina SCHOTT AG ve fiskálním roce 2018/2019 tržeb 2,2 miliardy EUR. (SCHOTT AG, c2020)



Obrázek 8: Působení firmy SCHOTT ve světě (SCHOTT AG, c2020)

### 5.1 SCHOTT CR

V České republice firma SCHOTT působí ve dvou městech. První z nich je Lanškroun, zde je výroba zaměřena na automobilový průmysl a pracuje zde přes 661 zaměstnanců. Druhá výrobní lokalita, kde konkrétně autor zpracovával jeho bakalářskou práci, se nachází ve Valašském Meziříčí. Tento výrobní podnik zaměstnává okolo 450 zaměstnanců. (SCHOTT AG, c2020)

#### 5.1.1 SCHOTT v Lanškrouně

Závod Electronic Packaging Lanškroun, který je zobrazený na obrázku č. 9, byl založen v roce 1993. Tento závod vyrábí vysoce kvalitní produkty do automobilového průmyslu a do

optoelektroniky. Výroba je zaměřena především na obaly ze skla (například hermetická pouzdra, průchodky, zapalovače airbagů, senzory a kryty baterií). (SCHOTT AG, c2020)

### 5.1.2 SCHOTT ve Valašském Meziříčí

Ve Valašském Meziříčí je společnost SCHOTT rozdělena na tři divize.

První divizí je Division Services. Tato divize poskytuje služby ostatním společnostem, například pronajímá prostory SCHOTT, ale také poskytuje služby v oblasti personalistiky, bezpečnosti, informačních technologiích či logistiky a ekonomiky.

Druhá divize s názvem Flat Glass zpracovává ploché sklo a skleněné výrobky, které jsou dále určené pro domácí spotřebiče. Tato divize se také zaměřuje na výrobu profesionálních vitrín pro prezentaci chlazeného a mraženého zboží.

Poslední divize ve společnosti SCHOTT ve Valašském Meziříčí je Division Lighting and Imaging. Divize se zaměřuje na montáž výrobků z průmyslových optických vláken a také na LED diody, které dále slouží pro osvětlení. (SCHOTT AG, c2020)



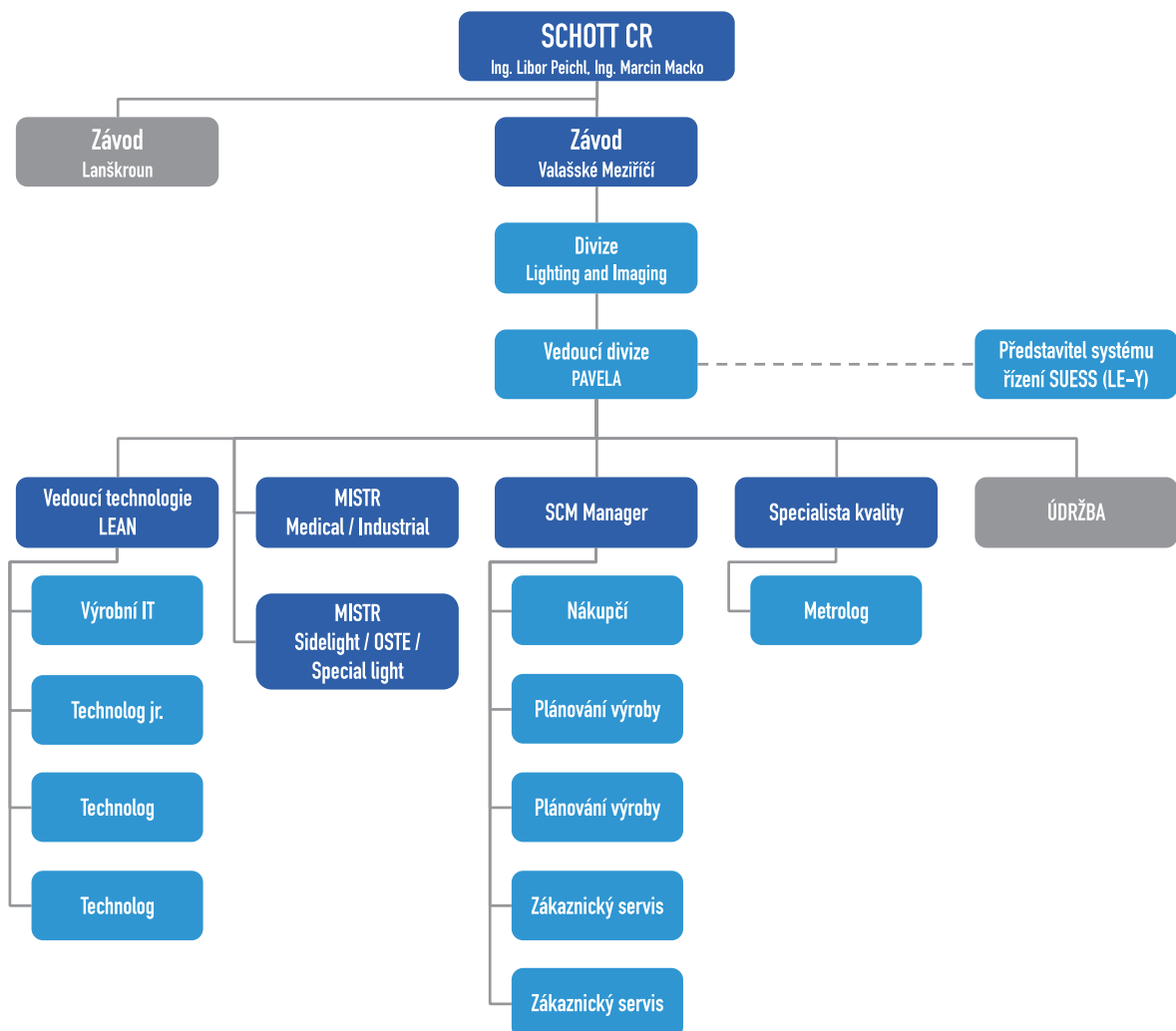
Obrázek 9: SCHOTT CR, Lanškroun (SCHOTT AG, c2020).

## 6 SCHOTT LIGHTING AND IMAGING CR, S.R.O.

Divize Lighting and Imaging byla založena v roce 1997. V roce 2001, kdy společnost zahájila svoji činnost, vyráběla výrobky pouze pro farmaceutický průmysl. V té době zde bylo pouze 10 zaměstnanců. Postupně se však přidávaly další výrobky a rozšiřovalo se výrobní portfolio a s ním i počet zaměstnanců. Nejvyššího počtu zaměstnanců společnost dosáhla v roce 2006 a to konkrétně 120 zaměstnanců. Od roku 2007 docházelo k postupnému útlumu výroby. V průběhu let společnost několikrát změnila svůj název a nakonec dne 1. 10. 2012 se společnost spojila se společností SCHOTT CR, a.s. V současném stavu divize zaměstnává okolo 100 zaměstnanců (SCHOTT AG, c2020).

### 6.1 Organizační struktura

Následující obrázek č. 10 zachycuje organizační strukturu SCHOTT Lighting and Imaging.



Obrázek 10: Organizační struktura (Interní materiál)

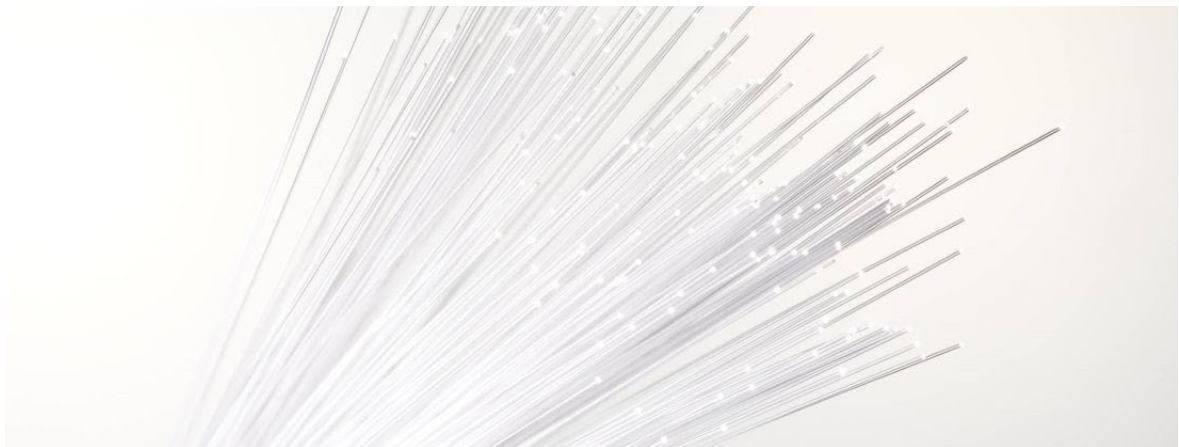
## 6.2 Procesní struktura

Společnost SCHOTT Lighting and Imaging je firma, která je zaměřena primárně na výrobu, tudíž je zde snaha zjednodušit komunikaci mezi odděleními výroby a podle daných výrob poskytovat služby. Každá výroba je zde specifická na svůj výrobní proces a s tím i souvisí specifické plánování nebo specifická technologická podpora pro dané výroby. Jde o takzvanou liniiovou organizační strukturu, kdy každý zodpovědný pracovník za daný úsek disponuje rozhodovací pravomocí a je přímo odpovědný za plnění cílů.

Díky centralizaci je mateřská firma SCHOTT AG zodpovědná za část vývoje, nákupu, plánování a prodeje. A v rámci SCHOTT divize Lighting and Imaging ve Valašském Meziříčí jsou služby jako personalistika, účetnictví, mzdy, bezpečnost práce atd. centralizovány do divize Services. Z tohoto důvodu neobsahuje organizační struktura divize Lighting and Imaging tyto složky. Proto je tato divize specializována zejména na výrobu, kvalitu, technologii a logistiku.

## 6.3 Výrobní program

Divize Lighting and Imaging má ve svém výrobním programu velkou škálu výrobků. Výroba v Lighting and Imaging se zaměřuje konkrétně na oblasti automobilového průmyslu, lékařství, letectví a mikroskopii. Většina výrobků z jejich výrobního portfolia obsahují takzvaná optická vlákna, která jsou dodávána mateřskou společností. Pro lepší představu jsou optická vlákna zobrazeny na obrázku č. 11. Technologie optického vlákna je založena na přenosu světelného paprsku optickým vláknem od jednoho konce ke druhému konci vlákna, a to pomocí jádra s vyšším indexem lomu (SCHOTT AG, c2020).



Obrázek 11: Optická vlákna PURAVIS® (SCHOTT AG, c2020)

V této divizi je výroba zaměřená, jak na kusovou, středněsériovou či velkosériovou výrobu. Velkosériovou výrobu můžeme najít u automobilového průmyslu a u výrobků určených pro medicínu, zatímco kusová výroba je preferována u výroby světelných zdrojů. Nejvíce však v této divizi převažuje středněsériová výroba, kterou můžeme najít u většiny výrobků, které se zde zpracovávají.

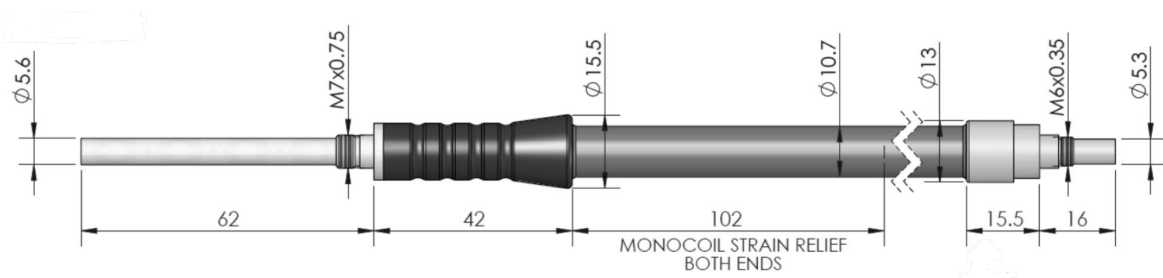
V oblasti automobilového průmyslu se vyrábí osvětlení interiéru automobilů ale také i exteriéru automobilů. U osvětlení automobilového průmyslu vyrábějí světlovody, které se skládají ze skleněných vláken a jsou vyrobeny z přírodního materiálu.

Další oblast, na kterou se tato divize zaměřuje je letectví. Zde vyrábí elektronické součástky, speciální brýle, které zvyšují bezpečnost v kokpitu, kovová i skleněná těsnění a povlaky.

Pro oblast lékařství společnost zpracovává širokou škálu výrobků například světlovody na chodbách v nemocnici, výrobky pro zubní lékařství, rentgen, chirurgii, endoskopii ale také bezpečnostní signály pro ošetřující personál (SCHOTT AG, c2020).

## 6.4 Výrobek Universal Light Guide

Předmětem pro zpracování této bakalářské práce je výroba výrobku Universal Light Guide. Tento výrobek se používá ve zdravotním průmyslu. Jde o speciální světlovod, který slouží k endoskopii a k dalším náročným lékařským operacím. Universal Light Guide lze použít s různými endoskopy a světelnými zdroji pomocí závitových proximálních a distálních koncových špiček, které přijímají komerčně dostupné adaptéry. Špička distálního konce je označena přizpůsobeným logem. Universal Light Guide je vybaven ekologickým skleněným optickým vláknem PURAVIS®, které se vyznačují svou vysokou propustností a nízkým posunem barev pro aplikace, kde je věrnost barev kritická. Silikonové opláštění se svým robustním kovovým spirálovým jádrem zajišťuje vysokou mechanickou stabilitu. (SCHOTT AG, c2020) Pro lepší představu je výrobek zobrazený na obrázku č. 12 a 13.



Obrázek 12: Technický výkres Universal Light Guide (SCHOTT AG, c2020)

## 7 ANALÝZA ÚZKÝCH MÍST VE VÝROBNÍM PROCESU

V následující kapitole bude zmíněn současný stav výrobních dílen, které vyrábí výrobek Universal Light Guide. Bude popsáno uspořádání pracoviště, výrobní postup a jednotlivé analýzy.



Obrázek 13: Universal Light Guide (SCHOTT AG, c2020)

### 7.1 Uspořádání pracoviště

Výroba výrobku Universal Light Guide je rozdělaná na dvě dílny. V první dílně, která dále bude popisována jako dílna dolní, pracují 3 pracovníci, a to na dvou pracovištích. V této dílně se nevyrábí žádný jiný výrobek než Universal Light Guide. V druhé dílně, která se nachází v prvním patře, tedy dále dílna horní, pracuje 9 lidí, a to na třech pracovištích. Dílna v prvním patře je rozdělaná pro více výrobků. Předmětem této bakalářské práce je však výroba výrobku Universal Light Guide proto se rozmístěním ostatních výrobních linek a ostatních pracovníků v této horní dílně tato práce nebude zabývat. Výroba probíhá na jednu směnu, jak v dolní, tak horní dílně a v případě potřeby jsou zde přesčas.

V dolní dílně je náplní práce nařezat tubu na potřebnou velikost, zkontrolovat, zda na tubě nejsou nějaké vady, ustříhnout a obrousit nežádoucí kovovou šponu na koncích tuby, nasadit ochranu proti ohybu a nalepit koncovky a ferule daného výrobku. Tyto činnosti jsou rozdělené na dvě pracoviště. První pracoviště je tedy řezání tuby spolu s ustříhováním a obroušením kovových špon. Zde pracuje jeden pracovník. Zbývají 2 pracovníci dělají zbytek činností, které jsou popsány výše. Každý pracovník u druhého pracoviště má svou pracovní plochu, kterou můžete vidět na layoutu dolní dílny. Layout dolní dílny je zobrazen v příloze P I.



V horní dílně jsou 3 pracoviště, a to rozdělené tak, že na prvním pracovišti se do již předpřipravených tub z dolního patra navlékají optická vlákna, poté se nasadí a zalepí ferule na oba dva konce tuby, vloží se do speciálního zahřívacího přípravku, kde se konce optických vláken postupně lepí. Tyto pracovní operace se dělají u 5 pracovních ploch s názvem montáž vláken. Po montáži vláken se na dalším pracovišti zalepená optická vlákna brousí a leští. Po broušení a leštění jde tuba na poslední pracoviště, a to na finální kontrolu, kde se zjišťuje, zda hotový výrobek nemá žádnou vadu a balí se do koncových krabic. Finální kontrola má 4 pracovní plochy, kde se tato činnost provádí. Layout horní dílny je zobrazen v příloze P II.

## 7.2 Výrobní postup

Následující výrobní postup popisuje výrobu výrobku Universal Light Guide.

### 7.2.1 Výrobní postup v dolní dílně

Výroba začíná v dolní dílně, kdy pracovník vezme ze zásobníku kotouč s tubou, kterou umístí na pracovní linku. Poté vždy natahuje tubu z kotouče na požadovanou délku, zkontroluje, zda se nevyskytují na tubě bubliny, rýhy nebo jiné vady a pak řeže. Tento proces opakuje, dokud nebude mít nařezaných 50 ks. Po nařezání zavolá pracovník dalšího kolegu, s kterým poté kontroluje délku tuby. Když vše sedí, sváže tuby po 25 kusech, vloží 2krát 25 kusů do bedny a přidá kanban kartu. Poté se přemístí i s bednou ke stolu, kde u tub bude zastříhovat konce kovových špon a následně je bude brousit. Po broušení dá tuby zpět do bedny a donese je na další pracoviště v dolní dílně.



Obrázek 14: Pracoviště řezání tub (vlastní zpracování)

Na dalším pracovišti s názvem nasazování koncovek a ochrany proti ohybu druhý pracovník opět zkontroluje, zda tuby nemají nějakou vadu, utře nečistoty a posype konec tuby pudrem pro lepší nasazování ochrany proti ohybu. Nasadí ochranu proti ohybu vždy na jednu stranu tuby u všech 25 kusech. Poté si zkontroluje, zda v zásobníku má vyčištěné ferule, pokud ne, musí si ferule očistit v ultrazvukové lázni. Připraví si lepidlo na nalepení ferulí. Lepidlo si poté nanáší na silikonovou plochu s drátkem. Ferule namáčí po drátku do lepidla a následně přiloží ke konci tuby a krotí ferulí proti hodinovým ručičkám a kontroluje, zda se ferule uchytila na kovovou šponu. Očistí zkušebním trnem průchod ferule a zároveň zjistí, zda je ferule správně našroubovaná a lze poté v horní dílně provlékat optická vlákna. Pak očistí tubu od případného lepidla. Tenhle proces opakuje pracovník, dokud nebude mít hotových 25 ks tub. Po dokončení 25 ks vloží ferule s tubou do přípravku, který napomáhá lepidlu zaschnout. V přípravku jsou tuby 25 minut na 90°C. Pracovník mezitím dělá stejný proces u druhých 25 ks, které byly ve stejné bedně. Když je lepidlo zaschlé, vytáhne pracovník tuby z přípravku a znovu zkontroluje zkušebním trnem, zda trn prochází danou ferulí a tubou. Následně přichází poslední část, kdy pracovník montuje na druhou stranu konce tuby koncovku. Nejprve si povytáhne nahoru ochranu proti ohybu a poté koncovku pracovník namočí do lepidla přes drátek, a našroubuje na konec tuby a utáhne. Pak koncovku očistí a vloží do přípravku na 25 minut při 90°C. Po zaschnutí lepidla tuby vytáhne zkontroluje, udělá zkoušku tahem a následně vloží do bedny a do zásobníku s hotovými tuby. Do horního patra se tuby následně dostanou přes logistiku.

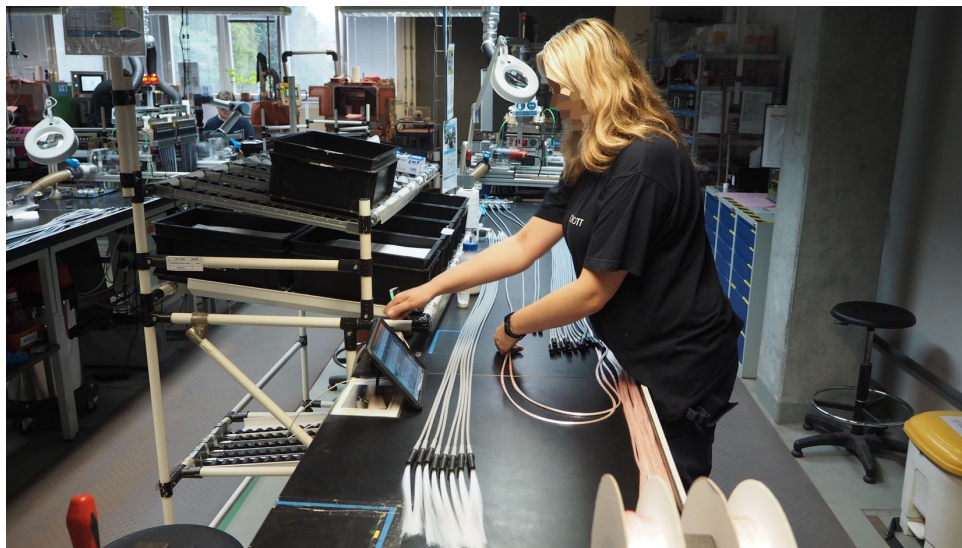


Obrázek 15: Pracoviště montáž koncovek a ferulí (vlastní zpracování)



### 7.2.2 Výrobní postup v horní dílně

V horní dílně začíná proces výroby Universal Light Guide na montáži vláken. Pracovník si na začátku každé směny nejprve zkontroluje, zda má dostatek očištěných ferulí, pokud ne vyčistí je v ultrazvukové lázni. Při čištění ferulí si jde namíchat lepidlo, které mu bude stačit na celou směnu. Po dokončení těchto činností následuje celý proces montáže vláken. Pracovník si vezme bednu ze zásobníku tub, kde jsou již předpřipravené tuby z dolního patra. Donese si je na své pracoviště a rozprostře 25 ks tuby na pracovním stole. Nachystá si kotouč optických vláken na svoje pracoviště a začne natahovat vlákna na požadovanou délku a následně stříhat kleštěmi. Těchto vláken si připraví 25 ks. Po nastříhání 25 ks vláken sváže jejich konce teflonovou páskou pro snadnější provlékání tubou. Nasadí vždy 4 tuby do sacího zařízení a navléká postupně vlákna do tub. Po navléknutí 4 vláken do tub nasadí další tuby, a tak postupně navléká všech 25 ks tub vláknů.



Obrázek 16: Pracoviště montáž vláken (vlastní zpracování)

Pokud má pracovník všechny tuby protáhlé připraví si dvojce ferule. Na každou stranu tuby přijdou rozdílné ferule. Připraví si drátek pro nasazení ferulí a odmotá teflonovou pásku z vláken. Nasazení ferule, jak na levé, tak i na pravé straně probíhá stejným způsobem. Nejprve si vlákna u jedné tuby obmotá tenkým drátkem a nasune feruli, pak drátek odmotá, nanese lepidlo na feruli a zašroubuje feruli buď do koncovky nebo do druhé ferule, které jsou již nalepené z dolního patra. Záleží na straně tuby. Tohle pracovník provede u obou stran 25 ks tub. Po dokončení navléknutí ferulí odstříhne přebytečná vlákna. Následně vloží obě koncovky od všech 25 ks do přípravku a začne postupně na každý konec vláken kapat lepidlo. Po zalepení vláken v každém konci nechá v přípravku zaschnout lepidlo na 90 minut

při teplotě 90°C. Po uplynutí doby tuby sundá, vloží je do bedny a dodělá druhou várku s 25 ks. Po dodělení 50 ks tub vloží bednu s těmito tuby do zásobníku tub po montáži vláken. Ze zásobníku tub jsi už bedny vyzvednou pracovníci z druhého pracoviště, a to konkrétně z pracoviště broušení a leštění. Pracovník si vezme přípravek z police a dosadí do ní všechny konce 25 ks tub. Tento přípravek následně umístí napřed do brusky a zapne program broušení. Brousí se konce zalepených optických vláken. Po broušení přípravek v brusce otočí o 180° a znovu zapne program broušení. Jeden program broušení trvá okolo 2 minut. Po broušení pracovník vezme přípravek a vloží ho do leštičky, kde zapne program leštění. Po prvním doleštění konců vláken opět přípravek otočí o 180° a znovu zapne program leštění. Když je leštění dokončeno pracovník vezme přípravek s tuby a umyje ho v umyvadle a utře. Poté tuby vytáhne z přípravku a zkontroluje, zda jsou konce vláken správně obroušené a vyleštěné. Jakmile má zkontrolováno vloží tuby do bedny a odnese je do zásobníku vyleštěných tub.

Ze zásobníku vyleštěných tub si bednu vyzvedne další pracovník, a to konkrétně pracovník z montáže vláken, kdy zkontroluje, zda ferule nejsou zalepené od lepidla. Pokud jsou pracovník je musí očistit a to tak, že si vezme zahřívací pistoli, zahřeje feruli a následně čistí skalpelem lepidlo. Po prohlédnutí všech konců tub vrátí tuby do bedny a odnese je na pracoviště finální kontroly.

Na pracovišti finální kontroly pracovník kontroluje nejprve délku tuby. Po kontrole délky zkontroluje povrch tuby, zda povrch není nějak poškrábán či nejsou na něm bubliny. Následně kontroluje ferule, zda nejsou poškrábány či nejsou od lepidla, a nakonec zkontroluje svítivost daných optických vláken. Pokud tuby nemají žádnou vadu nachystá si pracovník koncovky, návod a krabice ze zásobníku materiálu pro finální kontrolu a zabalí každý výrobek do krabice a vloží na paletu s hotovými kusy.

### 7.3 Procesní analýza

Procesní analýza je metoda, která popisuje postup a jednotlivé činnosti výroby výrobku Universal Light Guide. Výroba, jak v dolní, tak v horní dílně probíhá vždy na 50 ks výrobku na každém pracovišti. Tyto kusy postupují celou výrobou v přepravních bednách až na finální kontrolu, kde se jednotlivé kusy balí zvlášť do krabic.

Celková doba trvání je vysoká, protože se jedná o výrobu 50 ks tohoto výrobku. V této metodě byl proces analyzován na 5 pracovištích a na pracovišti logistiky v termínu

leden 2020. Jelikož celý proces výroby obsahuje mnoho činností je obsah procesní analýzy velmi obsáhlý. Výsledky procesní analýzy jsou znázorněny v tabulce č. 2. a následně celková procesní analýza se nachází v příloze P III.

Tabulka 2: Výsledky procesní analýzy (vlastní zpracování)

		Operace	Transport	Kontrola	Čekání	Vzdálenost (m)	Doba trvání (HH:MM:SS)	Počet pracovníků
Celkem	Četnost	27	10	7	5			6
	Součet času (min)						14:49:14	
	Vzdálenost (m)					55,4		

Výrobní postup obsahuje celkem 49 činností z toho je vykonáváno 27 operací, 10 transportů, 7 kontrol a 5 čekání na vykonání procesu strojem. Na výrobě tohoto výrobku se podílelo celkem 6 pracovníků. V dolní dílně pracovali 2 pracovníci. Pro transport beden z dolní dílny byl využitý 1 pracovník logistiky (v celkové procesní analýze, je pracovník označen tmavě šedou barvou). V horní dílně pracovalo celkem 3 pracovníků a to na 3 pracovištích.

Celková doba trvání výroby 50 ks trvá 889,14 minut což je přesně 14 hodin a 49 minut. V dolní dílně trvá výroba 2 hodiny a 47 minut i s transportem nedokončené výroby do horní dílny. V horní dílně je čas dokončení výroby delší, jsou zde složitější operace, které vyžadují následnou kontrolu. Doba výroby v horní dílně je 12 hodin a 2 minuty. Proto výroba 50 ks trvá přes dva dny.

## 7.4 Snímky pracovního dne

Cílem snímků pracovního dne bylo zjistit, jak velký prostoj daní pracovníci mají a jaké chyby či plýtvání se ve výrobním procesu objevují. Snímek pracovního dne je popsán v teoretické části v kapitole 3.6.1. Pozorování probíhalo vždy 8 hodin na ranní směně, a to v měsíci prosinci 2019. Snímkování bylo provedeno s pomocí pozorovacího listu a stopek, kdy se vždy zapisoval čas ukončení dané činnosti. Data se následně zapsaly do MS Excelu a vyhodnotily. Ukázka zápisu dat do Excelu je zobrazena v tabulce č. 3.

Celkem byly provedeny čtyři snímky pracovního dne zaměstnanců. Snímky byly zaměřené na pracovní pozice, u kterých byly pozorovány nějaké nedostatky a byla zde snaha zjistit

jejich důvod. Před zahájením všech měření byl vždy zaměstnanec seznámen s důvody měření. Zaměstnanci byl vysvětlen způsob, s jakým se měření vykonává. Dále byl pracovník upozorněn, že během měření mu mohou být položeny doplňující otázky a měl by na ně odpovědět v případě, kdy ho odpovídání nebude zdržovat od práce.

Tabulka 3: Ukázka zápisu dat do MS Excelu (vlastní zpracování)

REÁLNÝ ČAS	ČAS DLE STOPEK			KATEGORIE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	OD	DO	ROZDÍL													
0:00:00	0:00:00	0:04:07	0:04:07	1	0:04:07											
0:04:07	0:04:07	0:04:25	0:00:18	2		0:00:18										
0:04:25	0:04:25	0:04:36	0:00:11	3			0:00:11									
0:04:36	0:04:36	0:04:47	0:00:11	3			0:00:11									
0:04:47	0:04:47	0:06:08	0:01:21	2		0:01:21										
0:06:08	0:06:08	0:09:00	0:02:52	4			0:02:52									
0:09:00	0:09:00	0:09:13	0:00:13	2		0:00:13										
0:09:13	0:09:13	0:12:25	0:03:12	5				0:03:12								
0:12:25	0:12:25	0:13:14	0:00:49	3			0:00:49									
0:13:14	0:13:14	0:18:19	0:05:05	5				0:05:05								
0:18:19	0:18:19	0:18:44	0:00:25	3			0:00:25									
0:18:44	0:18:44	0:19:00	0:00:16	6						0:00:16						
0:19:00	0:19:00	0:19:19	0:00:19	18												
0:19:19	0:19:19	0:19:31	0:00:12	7												
0:19:31	0:19:31	0:19:45	0:00:14	3			0:00:14				0:00:12					
0:19:45	0:19:45	0:20:01	0:00:16	2		0:00:16										
0:20:01	0:20:01	0:20:09	0:00:08	7							0:00:08					
0:20:09	0:20:09	0:22:45	0:02:36	7							0:02:36					
0:22:45	0:22:45	0:23:15	0:00:30	3			0:00:30									
0:23:15	0:23:15	0:23:28	0:00:13	7							0:00:13					

#### 7.4.1 Snímek pracovníka u pracoviště Řezání tub

Pracovník na pracovišti Řezání tub má za úkol především nařezat tubu na určitou délku a následně tuto tubu ošetřit od vyčnívající kovovou šponu.

Tabulka 4: Snímek pracovního dne řezání tuby (vlastní zpracování)

Kategorie	Činnost	Délka trvání	Délka trvání v procentech
1	Dokumentace	0:36:26	7,59%
2	Řešení problémů	0:09:01	1,88%
3	Předmontáž	0:19:01	3,96%
4	Nastavení tuby	0:15:07	3,15%
5	Rozhovor	0:23:02	4,80%
6	Řezání tuby	1:36:16	20,06%
7	Kontrola	0:01:17	0,27%
8	Chození	0:03:53	0,81%
9	Úklid	0:30:03	6,26%
10	Čekání	0:16:31	3,44%
11	Měření	0:41:40	8,68%
12	Manipulace	0:11:48	2,46%
13	Odstřihování pružin	1:31:06	18,98%
14	Čištění šlauchů	0:07:22	1,53%
15	Přestávka	0:30:00	6,25%
16	Přestávka mimo 30 minut	0:27:07	5,65%
17	Mobil	0:20:00	4,17%
18	Pomoc kolegovi	0:00:20	0,07%
<b>Celkem</b>		<b>8:00:00</b>	<b>100%</b>

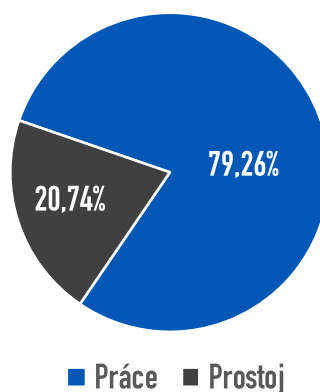
V tabulce č. 4 je zobrazen výsledek časového snímku daného pracovníka. Nejvíce času zabere pracovníkovi řezání tuby a to přesně 1 hodinu a 36 minut což je 20 % z celkového času. Druhá činnost, která zabírá největší podíl času je odstříhování kovových špon (pružin). Tato činnost trvá 1 hodinu a 31 minut (necelých 19 % z celkového času).

V tabulce č. 4 jsou červeně zvýrazněné činnosti, které představují prostoj zaměstnance. V tabulce č. 5 a na obrázku č. 17 je znázorněné, kolik času daný pracovník pracuje a kolik času daný pracovník stráví prostojem.

Tabulka 5: Práce/Prostoj u řezání tub (vlastní zpracování)

Činnost	Délka trvání
Práce	6:20:26
Prostoj	1:39:34

Práce/Prostoj



Obrázek 17: Graf práce/prostoje u řezání tub (vlastní zpracování)

Největší nedostatkem u této pracovní pozice byly vyzorovány zbytečně dlouhé přeměrování tuby (41 minut) a také zbytečný úklid pracoviště (30 minut). Pracovník po každém řezání uklízel pracoviště a čistil tuby, které následně zbavoval vyčnívajících kovových špon a poté je opět čistil. Z pohledu průmyslového inženýrství zde dochází k plýtvání, a to konkrétně k plýtvání zbytečnými úkony.

Jako další nedostatek je také to, že pracovník stráví mnoho času prostojem. Konkrétně pracovník kromě povinné přestávky 30 minut si vzal další menší přestávky, a to na pití, záchod a na další činnosti, které nijak nesouviseli s pracovní náplní. Tyto menší přestávky spolu s používáním telefonního zařízení činili 47 minut. Jako další prostoje zde bylo čekání na doplnění zásob materiálu ze skladu a to 16 minut. A poslední největší prostoj byl rozhovor

mezi kolegy, který nesouvisel s prací, ten činil 23 minut. Pracovník však za danou směnu zvládl naplnit normy.

#### 7.4.2 Snímek pracovníka u pracoviště Montáž vláken 1

Další snímkování probíhalo u pracoviště, kde se provádí protahování skleněných vláken tubou, nasazení ferulí, zalepení konců vláken a následná kontrola, případná úprava konců.

Tabulka 6: Snímek pracovního dne Montáž vláken (vlastní zpracování)

Kategorie	Činnost	Délka trvání	Délka trvání v procentech
1	Dokumentace	0:14:15	2,97%
2	Výměna kotoučů	0:02:10	0,45%
3	Rozhovor	0:32:04	6,68%
4	Sřihání vláken	0:07:23	1,54%
5	Svazování vláken páskou	0:17:04	3,56%
6	Manipulace	0:06:25	1,34%
7	Chystání šlauchů	0:10:49	2,25%
8	Protahování vláken	0:27:08	5,65%
9	Chození	0:07:04	1,47%
10	odstřihování konců vláken	0:05:48	1,21%
11	Míchání lepidla	0:07:42	1,60%
12	Přestávka mimo 30 minut (pití, záchod)	0:03:27	0,72%
13	Navlékání ferulí	1:30:32	18,86%
14	Předmontáž	0:20:48	4,33%
15	Lepení ferulí	0:14:04	2,93%
16	Šroubování ferulí	0:09:11	1,91%
17	Utahování ferulí	0:17:23	3,62%
18	Mobil	0:10:09	2,11%
19	Úklid	0:10:14	2,13%
20	Lepení konců vláken	0:42:27	8,84%
21	Kontrola	0:07:46	1,62%
22	Upevnění do přípravku	0:13:26	2,80%
23	Sundání šlauchů	0:04:01	0,84%
24	Přestávka (30 minut povinných)	0:28:44	5,99%
25	Čištění ferulí v ultrazvuku	0:03:31	0,73%
26	Čištění ferulí před finálkou	1:04:08	13,36%
27	Problém řešení s udržbou	0:02:17	0,48%
<b>Celkem</b>		<b>8:00:00</b>	<b>100%</b>

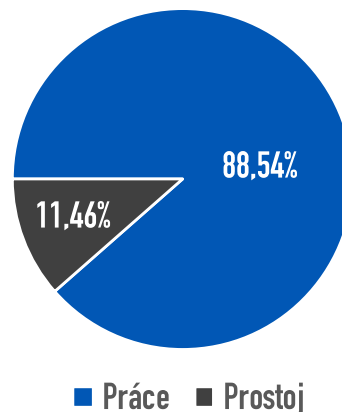
Výsledek časového snímku u pracoviště Montáž vláken 1 je zobrazen v tabulce č. 6. Nejvíce času trvalo pracovníkovi navlékání ferulí a to konkrétně 1 hodinu a 30 minut (18,86 % z celkového času). Další nejdelší činností bylo čištění ferulí před finální kontrolou od lepidla tato činnost trvala 1 hodinu a 4 minuty což je 13,36 % z celkového času. A jako třetí nejdéle trvající činností bylo lepení konců vláken (42 minut což je 8,84 % z celkového času).

Červeně zvýrazněné buňky v tabulce č. 6 představují opět činnosti, které jsou označené jako prostoj pracovníka. V tabulce č. 7 a na obrázku č. 18 je zobrazen prostoj a práce daného pracovníka.

Tabulka 7: Práce/prostoj Montáž vláken 1  
(vlastní zpracování)

Činnost	Délka trvání
Práce	7:04:59
Prostoj	0:55:01

Práce/Prostoj



Obrázek 18: Graf práce/prostoj Montáž vláken 1 (vlastní zpracování)

Celkem pracovník pracoval 7 hodin a necelých 5 minut což je 88,54 % z celkového času. Prostoje u tohoto pracovníka činili 55 minut (11,46 % z celkového času). Největší prostoje byly z důvodu několika rozhovorů pracovníka s jeho kolegy. Rozhovory se nijak netýkaly pracovní úkonů a trvaly 32 minut. Dalším prostojem bylo používání soukromého mobilního zařízení (10 minut) a zbytečné chození po výrobní dílně (7 minut).

V rámci nedostatků byly zpozorovány pouze vyšší prostoje. Pracovník zvládl vykonat práci podle stanovené normy.

#### 7.4.3 Snímek pracovníka 2 u pracoviště Montáž vláken 2

U montáže vláken bylo rozhodnuto snímkovat i druhého zaměstnance, aby bylo zjištěno, zda pracovník zvládá normy a zda se na tomto pracovišti nevyskytují nějaké další chyby kromě prostojů.

Výsledky druhého pracovníka na montáži vláken 2 jsou zobrazeny v tabulce č. 8. Na pracovišti montáž vláken 2 pracovníkovi nejdéle trvala činnost nasazení ferulí a to konkrétně 1 hodinu a 17 minut, pokud porovnáme tuto činnost se snímkem montáž vláken 1 jde vidět, že tyto činnosti jsou poměrně stejně dlouhé. Jako další nejdelší činnost bylo čištění šlauchů

před finální kontrolou, a to v celkové délce 54 minut. Tato délka činnosti byla opět srovnatelná jako v snímku montáži vláken 1.

Tabulka 8: Časový snímek dne Montáž vláken 2 (vlastní zpracování)

Kategorie	Činnost	Délka trvání	Délka trvání v procentech
1	Řezání + upnutí do přípravku	0:18:47	3,96%
2	Dokumentace	0:19:08	4,03%
3	Rozhovor	0:33:47	7,12%
4	Stříhání vláken	0:06:29	1,37%
5	Svazování vláken teflonovou páskou	0:22:23	4,72%
6	chození	0:05:06	1,08%
7	uspořádání šlauchů	0:15:12	3,21%
8	protahování vláken	0:29:11	6,15%
9	předmontáž	0:22:39	4,78%
10	stříhání koců vláken	0:12:55	2,72%
11	nasazení ferulí	1:17:01	16,24%
12	míchání lepidla	0:02:42	0,57%
13	přestávka mimo	0:31:12	6,58%
14	pomoc kolegovi	0:01:10	0,25%
15	lepení konců vláken	0:27:22	5,77%
16	lepení ferulí + šroubování ferulí	0:30:57	6,53%
17	mobil	0:04:08	0,87%
18	Manipulace	0:08:08	1,71%
19	úklid pracoviště	0:10:41	2,25%
20	výměna kotoučů vláken	0:01:59	0,42%
21	ferule do ultrazvuku	0:03:33	0,75%
22	kontrola šlauchů	0:01:20	0,28%
23	čištění šlauchů před finálkou	0:54:32	11,50%
24	Přestávka	0:30:00	6,33%
25	Řešení problému	0:03:53	0,82%
<b>Celkem</b>		<b>7:54:15</b>	<b>100%</b>

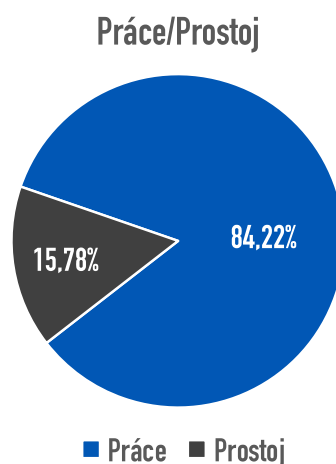
V časovém snímku jsou opět červeně zvýrazněné činnosti, které představují prostoj zaměstnance. V tabulce č. 9 a na obrázku č. 19 je zobrazena celková doba práce a celkový prostoj pracovníka. Pracovník celkem pracoval 6 hodin a 36 minut což je 84,22 % z celkového času. Prostoje u tohoto pracovníka byly 1 hodinu a 14 minut (15,78 %). Největším prostojem opět byly rozhovory s kolegy, které nesouvisely s danou prací (33 minut). A druhým největším prostojem byla přestávka mimo zákonných 30 minut. Tato přestávka trvala 31 minut.

Všechny činnosti, které pracovník vykonával byly délkou srovnatelné, jak u pracovníka na montáži vláken 1. Pracovník také splnil normy, ale ke konci směny musel zrychlit tempo, aby nebyl pod normami.



Tabulka 9: Práce/prostoj Montáž vláken 2  
(vlastní zpracování)

Činnost	Délka trvání
Práce	6:36:09
Prostoj	1:14:13



Obrázek 19: Graf práce/prostoj Montáž vláken 2 (vlastní zpracování)

## 7.5 Analýza vytíženosti strojů

Následující analýza zjišťuje, jak jsou stroje na pracovišti broušení a leštění využívány. Konkrétně se zjišťovalo využití jedné brusky a dvou leštiček. Na tomto pracovišti pracují 3 pracovníci a u strojů se střídají. Měření probíhalo tak, že byly stopovány časy: kdy stroj vykonává svoji práci, kdy stroj čeká na otočení přípravku pracovníkem anebo kdy stroj má prostoj a je nečinný. Vytíženost strojů u každého stroje (bruska, pravá leštička a levá leštička) se měřila necelých 6 hodin.

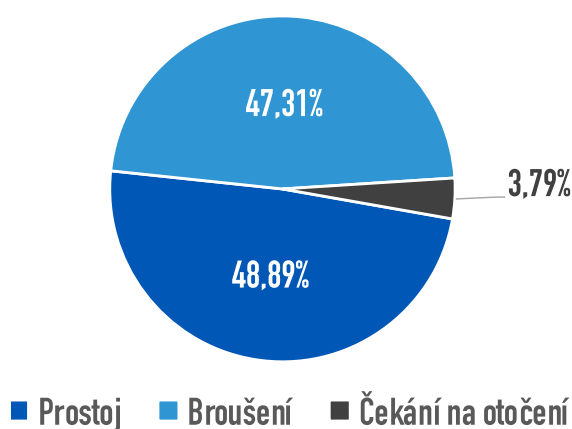
### 7.5.1 Bruska

V tabulce č. 10 a na obrázku č. 20 jsou zobrazeny výsledky měření činnosti brusky. Broušení probíhalo 2 hodiny a 41 minut což je 47,21 % z celkového měřeného času. Prostoje u brusky byly 2 hodiny a 46 minut (48,89 % z celkového měřeného času). A prostoj způsobený tím, že stroj čekal na otočení tuby byl 12 minut a 55 sekund což je 3,79 % z celkového měřeného času. Přesto, že bruska je na pracovišti pouze jedna dochází zde k velkému prostoru brusku více využívat.

Tabulka 10: Analýza vytíženosti brusky (vlastní zpracování)

Činnost	Délka trvání
Prostoj	2:46:33
Broušení	2:41:10
Čekání na otočení	0:12:55
<b>Celkem</b>	<b>5:40:38</b>

Činnosti brusky



Obrázek 20: Graf analýzy vytíženosti brusky (vlastní zpracování)

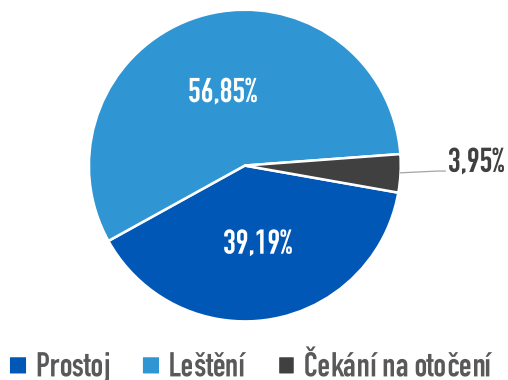
### 7.5.2 Prává leštička

Výsledky analýzy u pravé leštičky je zobrazena v tabulce č. 11 a na obrázku č. 21. U tohoto stroje probíhalo leštění 3 hodiny a 13 minut (56,85 % z celkového měřeného času), prostoj trval 2 hodiny a 13 minut (39,19 %) a prostoj způsobený čekáním, než pracovník otočí přípravek 13 minut a 28 sekund (3,95 %).

Tabulka 11: Analýza vytíženosti pravé leštičky (vlastní zpracování)

Činnost	Délka trvání
Prostoj	2:13:30
Leštění	3:13:40
Čekání na otočení	0:13:28
<b>Celkem</b>	<b>5:40:38</b>

Činnosti pravé leštičky



Obrázek 21: Graf analýzy vytíženosti pravé leštičky (vlastní zpracování)

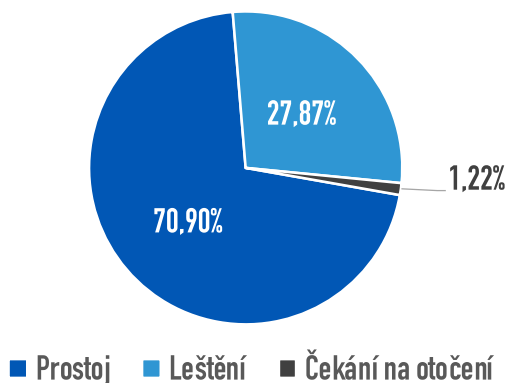
### 7.5.3 Levá leštička

Výsledky u posledního stroje (levá leštička) jsou zobrazeny v tabulce č. 12 a na obrázku č. 22. U levé leštičky leštění probíhalo 1 hodinu a necelých 35 minut (27,87 %), prostoj byl 4 hodiny a 1 minutu (70,90 %) a čekání na pracovníka, než otočí přípravek 4 minuty a 10 sekund (1,22 %).

Tabulka 12: Analýza vytíženosti levé leštičky (vlastní zpracování)

Činnost	Délka trvání
Prostoj	4:01:31
Leštění	1:34:57
Čekání na otočení	0:04:10
<b>Celkem</b>	<b>5:40:38</b>

Činnosti levé leštičky



Obrázek 22: Graf analýzy vytíženosti levé leštičky (vlastní zpracování)

Z této analýzy vyplynulo, že stroje nejsou plně využity a dochází k čekání, než pracovníci nachystají tuby do přípravku (případně sundají tuby z přípravku a zkontrolují vybroušená a vyleštěná vlákna) a následně je vloží další tuby do stroje.

## 7.6 Materiálové toky

Na zaznamenání materiálových toků byl použitý spaghetti diagram. Tento diagram znázorňuje všechny cesty materiálu výrobou popis této metody je v teoretické části v kapitole 3.7. Při použití tohoto diagramu byl sledován pohyb pracovníků, jak přesun materiálu vykonávají. Také byla brána v potaz skutečnost, že ne každý pracovník na dané pracovní pozici nemusí používat stejnou cestu. Byli proto sledováni všichni pracovníci a následně sestaven průměrný materiálový tok, jak dolní, tak horní dílnou. Spaghetti diagram dolní dílny je zobrazený v příloze P I a diagram horní dílny je zobrazený v příloze P II.

V dolní dílně díky spaghetti diagramu bylo zjištěno, že pracoviště pro řezání tuby a zastříhování kovových špon je od sebe daleko uspořádané a pracovník vykonává zbytečné pohyby které patří do jednoho z druhů plýtvání, konkrétně do plýtvání zbytečnými pohyby a zbytečnou manipulací, které jsou popsány v teoretické části v kapitole 2.2.

V horní dílně jsou pracoviště uspořádána vedle sebe. Pracoviště není uspořádané podle toku materiálu z důvodu toho, že pracoviště pro broušení a leštění potřebuje být umístěno u oken. Kdyby toto pracoviště bylo umístěné podle pořadí materiálového toku bylo by umístěné uprostřed dílny, což by způsobovalo zaprášení celé dílny.

## 7.7 Chronometráž za účelem zjištění úzkých míst

Pro zjištění úzkých míst ve výrobním procesu a zda jsou výrobní pracoviště správně vybalancovány, bylo provedeno 15 náměrů každé činnosti na všech pracovištích, které pracovníci vykonávají. Poté z těchto náměrů byl vypočítaný aritmetický průměr. Tabulky s chronometráží jsou zobrazeny v příloze P IV. V této chronometráži jsou červeně zvýrazněny časy, které nám ukazují strojní čas, kdy pracovník vloží výrobek do stroje, který pracuje určitý čas a mezitím pracovník dělá jinou činnost. Tyto časy jsme nezakomponovali do grafu, kvůli tomu, že pracovník za ten čas udělá další činnosti.

Výrobek Universal Light Guide měl za rok 2019 objem výroby 49 755 kusů a takt time byl 2,17 minut. Průměrné výsledky všech měření byly prováděny na všech pěti pracovištích dolní a horní dílny. Na obrázku č. 23 je zobrazený graf který zobrazuje výsledky chronometráže a také nevybalancovanost rozdělení činností, pokud na pracovištích:



## 8 SHRUTÍ ANALYTICKÉ ČÁSTI

Analýzou současného stavu byly objeveny problematické oblasti výrobního procesu výrobku. Analýza byla prováděna pomocí pracovních postupů, procesní mapy, norem, snímků pracovního dne, chronometráže, momentového pozorování a s pomocí rozhovorů s pracovníky.

**Procesní mapa** byla vytvořena na základě provedené **chronometráže**. Tato analýza popisuje celý výrobní postup výroby výrobku Universal Light Guide, který probíhá celkem na 5 pracovištích. A průměrná doba výroby jedné výrobní dávky, která obsahuje 50 kusů tohoto výrobku, trvá dle analýzy 889 minut.

**Snímky pracovního dne** přispěly autorovi bakalářské práce k pochopení celého výrobního postupu a také při jejich zpracování byly odhaleny nedostatky ve výrobním procesu. Těmito nedostatky, jako jsou vysoké prostoje, se dále bude tato práce zabývat v kapitole návrhy na zlepšení výrobního procesu.

Díky **Analýze vytíženosti strojů** bylo zjištěno, že stroje nejsou plně využívány a je zde prostor pro přidání dalšího pracovníka.

**Spaghetti diagram** odhalil, že layout pracoviště má svoje nedostatky, díky kterým dochází k plýtvání, a to konkrétně k tomu, že dochází k plýtvání zapříčiněné nadměrnými pohyby pracovníků a zbytečnou manipulací.

Na základě těchto analýz byla vytvořena tabulka č. 14, která ukazuje zjištěné nedostatky a následné návrhy jejich řešení, jak je odstranit.

Tabulka 14: Nedostatky a návrhy na zlepšení (vlastní zpracování)

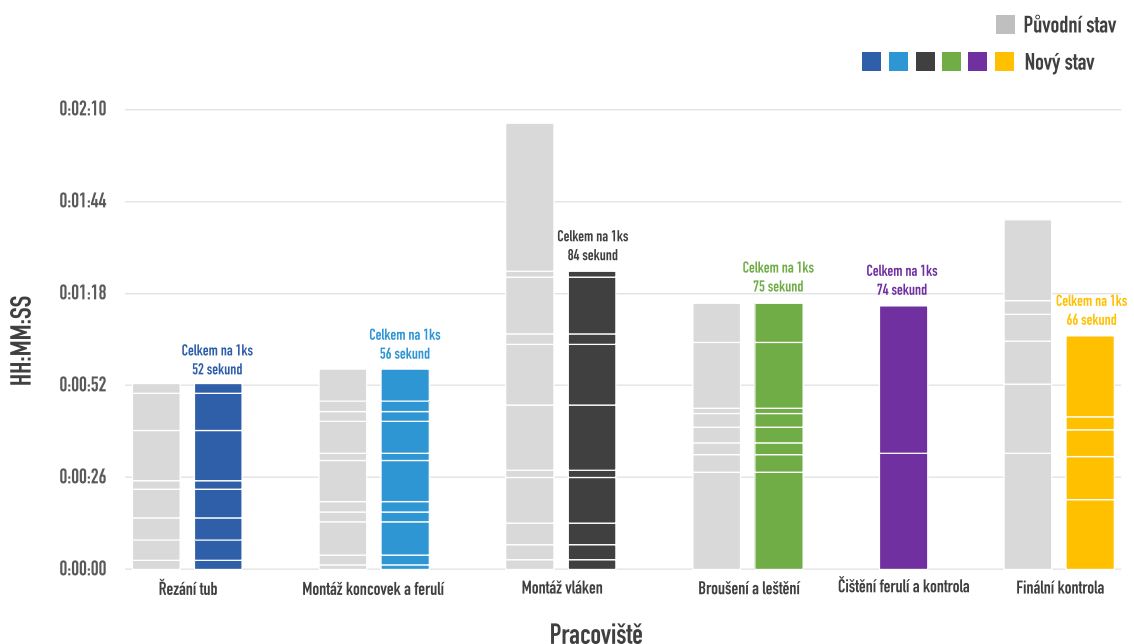
Č.	Nedostatek	Návrh řešení
1	Nevybalancované pracoviště	Přidání dalšího pracoviště, rozdělení pracovních činností
2	Neaktuální časové normy	Aktualizace časových norem na základě nového rozdělení činností
3	Zbytečné pohyby při výrobě	Změna layoutu pracoviště
4	Nevyužité kapacity strojů	Přidání pracovníka na pracoviště broušení a leštění

## 9 DOPORUČENÍ KE ZLEPŠENÍ VÝROBNÍHO PROCESU

Analýzy v předchozí kapitolách odhalily, která místa výrobního procesu by měly být změněné či upravené. Zjistilo se, že nejužší místo se nachází na pracovišti montáž vláken. Tato kapitola se bude zabývat možnými řešeními na odstranění úzkých míst a na odstranění případných nedostatků ve výrobním procesu.

### 9.1 Přidání nového pracoviště a rozdělení operací

Po analýze současného stavu a po zjištěných a vyhodnocených výsledcích byl vytvořen návrh na přidání nového pracoviště a na přerozdělení operací tomuto pracovišti. Nové pracoviště s názvem čištění ferulí a kontrola, by obsahovala tyto operace: čištění ferulí po broušení a leštění (které se dříve vykonávalo na pracovišti montáž vláken) a kontrola délky šlauchů (které se provádělo na finální kontrole). Na obrázku č. 24 je graficky zobrazeno, který ukazuje původní stav výroby v šedých sloupcích a nový stav je zobrazen v sloupcích barevných. Díky tomuto přerozdělení a vytvoření nového pracoviště by se úzké místo zmenšilo na 84 sekund což je o 42 sekund méně než v původním rozložení výroby.



Obrázek 24: Graf vybalancování činností a s novým pracovištěm (vlastní zpracování)

Jelikož by bylo vytvořené nové pracoviště bude potřeba změnit layout výroby a také přidat dva nové pracovníky na toto pracoviště. Celý výrobní proces by tedy vypadal takto:

V dolní dílně by vše probíhalo stejným způsobem, jako v původním stavu a to tak, že na řezání tub by pracoval 1 pracovník a na montáži koncovek a ferulí pracovníci dva.

V horní dílně by bylo zachované v původním stavu pouze pracoviště broušení a leštění, zde by pořád pracovali 3 pracovníci při stejném vykonávání činností. Na pracovišti Montáž vláken při novém stavu by pouze pracovníci prováděli montáž vláken a odebrala by se jim činnost čištění ferulí od lepidla, která jim trvala nejdéle času. Tato činnost by byla přidělena novému pracovišti. Na montáži vláken by pracovali pořád 3 pracovníci. Další změna by se týkala finální kontroly. Na tomto pracovišti by opět zůstali 2 pracovníci jako v původním stavu. Finální kontrole by se pouze odebrala činnost kontrola délky šlauchů. Tato činnost je velmi jednoduchá, a proto bude přidělena novému pracovišti, na kterém by pracovali 2 pracovníci, každý u svého pracovního stolu.

## **9.2 Návrh změny layoutu dolní a horní dílny**

Díky úpravě layoutu je možné dosáhnout snížení časové náročnosti určitých činností. Zároveň musíme brát v potaz nový layout z důvodu přidání nového pracoviště.

### **9.2.1 Změna layoutu dolní dílny**

Ze spaghetti diagramu (kapitola 7.6, strana 60) vyplynulo, že pracovník na pracovišti řezání tuby zbytečně vykonával pohyb navíc. Proto byl layout navrhnout tak, aby pracovník měl řezací stůl hned vedle zastříhování a broušení kovových špon. Díky této změně pracovníkovi stačí pouze posunout tuby na levý stůl a může začít zastříhovat a brousit tyto tuby. Následně bude mít blíže i prostor, kam hotové kusy odkládá. Návrh změny layoutu dolní dílny s materiálovým tokem návrhu je zobrazen v příloze P V.

### **9.2.2 Změna layoutu horní dílny**

V horní dílně je zapotřebí přidat nové pracoviště čištění ferulí a kontrola. Proto v návrhu je odebráno jedno pracoviště montáží tub. Celkem před změnou bylo 5 pracovních stolů pro tuto operaci, ale za normálních okolností se využívají pouze 3 tyto pracoviště. V návrhu byla posunuta finální kontrolu na pravou stranu, a to i se zásobníkem určeným právě pro finální kontrolu. Na levé straně se proto uvolnilo místo, kde byly přidány dva pracovní stoly pro nové pracoviště čištění ferulí a kontrola. Celý návrh layoutu horní dílny také s materiálovým tokem je zobrazen v příloze P VI.

## **9.3 Návrh nových časových norem**

Na základě chronometráže (kapitola 7.7, strana 60) a časových snímků pracovníků (kapitola 7.5, strana 51), bylo zjištěno, že aktuální časové normy nejsou správně nastaveny



a díky tomu dochází na pracovištích buď k velkému prostoji, či k tomu, že se hromadí nedokončená výroba před určitým pracovištěm.

Při sestavení návrhu nových časových norem byly brány v potaz, jak výsledky chronometráže všech pracovišť, tak také výsledky časových snímků. Jelikož se v návrhu bude přidávat nové pracoviště s názvem čištění ferulí a kontrola, tak bylo nutné navrhnout normy pro toto nové pracoviště.

### 9.3.1 Návrh norem dolní dílny

Z analýzy současného stavu vyplynulo, že normy v dolní dílně jsou nastaveny, tak, že pracovníci mají velkou časovou rezervu, a proto mají obrovské prostoje. Na základě chronometráže bylo tedy vypočítáno kolik minut průměrně trvá na každém pracovišti vyrobit jeden kus výrobku. K tomu se připočítala časová rezerva. Rezervy jsou nastavené tak, aby pracovníci vše stíhali, nebyl na ně vyvíjen přílišný tlak a také aby stíhali plnit normy i v případě nějakého problému. Díky tomuto postupu jsme sestavili návrh norem pro dolní dílnu, ale i horní dílnu. Současné normy a návrhy nových norem jsou zobrazeny v tabulce č. 15. V současné situaci je podle chronometráže norma nastavena s velkými rezervy a to okolo 54 % což je velmi hodně. Proto v návrhu nových norem jsme rezervu snížili na 10 %.

### 9.3.2 Návrh norem horní dílny

Pracovní normy v horní dílně mají v současné situaci opačný problém než v dílně dolní. Pracovní normy jsou nastaveny velmi přísně a pracovníci nestíhají nebo je na ně vyvinutý vysoký tlak. Zároveň bylo v návrhu přidáno nové pracoviště, které pomůže k zvýšení produktivity a ke snížení času taktu. Pracovní normy byly navrženy stejně jak v dolní dílně, tedy podle průměrné doby trvání jedné činnosti a následným přidáním rezervy.

U pracoviště montáž vláken jsou normy dobře nastavené, zde ale bude docházet k přerozdělení jedné činnosti na nové pracoviště, proto se norma musela navrhnout nová. Byla zde také přidána větší rezerva, aby pracovníci měli více času na činnosti a nedocházelo ke zbytečným chybám, které zapříčiní třeba delší čištění ferulí.

U broušení a leštění se norma lehce snížila v současném stavu je norma 3 minuty a 48 sekund na jeden kus. Navrhnutá norma pro toto pracoviště je 3 minuty a 50 sekund.

U nového pracoviště jsou navrženy normy opět podle průměrné doby trvání daných činností, kde jsme přidali rezervu okolo 10 %.

V rámci finální kontroly je v návrhu přesunuta jedna činnost na předchozí pracoviště a poté byly navrženy nové normy pro toto pracoviště.

Všechny návrhy norem a současné normy jsou zobrazeny v tabulce č. 15.

Tabulka 15: Pracovní normy (vlastní zpracování)

Pracoviště	Současná norma	Návrh nové normy
	Pracovní norma minut/ks	
Dolní patro	0:04:14	0:02:55
Řezání tuby	0:01:09	0:00:55
Montáž koncovek a ferulí	0:03:05	0:02:00
Horní patro	0:13:04	0:13:09
Montáž vláken	0:06:48	0:04:30
Broušení a leštění	0:03:48	0:03:50
Čištění ferulí a kontrola délky	x	0:02:36
Finální kontrola	0:02:28	0:02:13
Celkem	0:17:18	0:16:04

#### 9.4 Přidání pracovníka na pozici broušení a leštění

Díky analýze vytíženosti strojů (kapitola 7.5, strana 57) bylo zjištěno, že využití strojů na pracovišti broušení a leštění bylo u levé leštičky 27,87 % u pravé leštičky 56,85 % a u brusky 47,31 %. Proto je zde prostor pro přidání dalšího pracovníka. Nový pracovník na pracovišti broušení a leštění by spolu s ostatními pracovníky na tomto pracovišti pomohl k snížení času broušení a leštění jednoho kusu výrobku. Na tomto pracovišti se zpracovává nejen výrobek Universal Light Guide, ale také jiné výrobky, proto je vhodné dalšího pracovníka zde přidat.

Pokud se firma rozhodne dalšího pracovníka přidat je důležité dobře rozpracovat práci všech pracovníků na daném pracovišti, aby nedocházelo k takzvaným slepým místům a pracovníci by tak neměli co dělat, jelikož všechny stroje budou využívány. Pracovníci na tomto pracovišti po přidání dalšího pracovníka by pracovali na směny ranní a na odpolední.

## 10 ZHODNOCENÍ NÁVRHŮ

Následující kapitola se zaměřuje na konkrétní přínosy daných návrhů pro firmu a také, jaké náklady budou potřebné k uskutečnění těchto návrhů.

### 10.1 Přínosy návrhů

Díky navrženým opatřením může firma dosáhnout navýšení produktivity práce o 7,78 % a snížení času taktu na 1 minutu a 24 sekund což je snížení o 33,33 %. V navrhovaných řešeních jsou také návrhy na odstranění dalších problémů, jako je například balancování operací či změna layoutu. V tabulce č. 16 můžete vidět přínosy návrhů této práce.

Tabulka 16: Přínosy navrhovaných opatření (vlastní zpracování)

	Současná situace	Navrhované řešení	Možné Zlepšení o
Produktivita práce	3,47 ks/hod.	3,74 ks/hod.	7,78%
Čas taktu	0:02:06	0:01:24	33,33%
Vybalancovanost pracovních činností	Nevybalancované pracovní činnosti	Vybalancované pracovní činnosti, přidání nového pracoviště	x
Časové normy	Neaktuální časové normy práce	Nové časové normy práce	x
Layout pracoviště	Nesystematicky uspořádaný dílny	Nové rozmístění dílen, přidání nového pracoviště do layoutu	x

### 10.2 Zhodnocení navýšení kapacity

Pro období červenec 2020 až červen 2021 je pro daný výrobek plánováno 252 směn po 7,5 pracovních hodinách. Při snížení doby taktu, změně pracovních norem a změně layoutu dojde k navýšení výrobní kapacity. Společnost si z důvodu zachování obchodního tajemství nepřeje zveřejňovat prodejní cenu výrobků, proto je v kalkulaci použita cena, která vychází od produktů se stejnými vlastnosti ale od konkurenčních podniků. Tabulka č. 17 představuje výnosy při zvýšení produkce při navržených změnách.

Tabulka 17: Výnosy návrhů (vlastní zpracování)

Počet vyrobených ks/směna - před	Počet vyrobených ks/směna - po	Možné navýšení produkce ks/směna	Prodejní cena 1 ks	Výnosy za rok před	Výnosy za rok po	Výnosy díky navýšení produkce
26,025	28,05	2,03	225,00 €	1 475 617,50 €	1 590 435,00 €	114 817,50 €

### 10.3 Mzdové náklady

V návrzích na zlepšení výrobního procesu je také přidání třech nových pracovníků. Přidání nových zaměstnanců bude firmu ročně stát o 39 508,56 € více než v současném stavu. Také zde musíme započítat zaučení nových zaměstnanců, které bude stát 1 125,00 €. Tabulka č. 18 ukazuje kolik peněz stojí současný stav zaměstnanců a kolik bude stát nový návrh, pokud se zaměstnají další tři zaměstnanci.

Tabulka 18: Náklady na zaměstnance (vlastní zpracování)

	Současná situace	Návrh	Rozdíl
Počet zaměstnanců	11	14	3
Průměrná mzda	5,20 €	5,20 €	x
1 směna	7,5 hodin	7,5 hodin	x
počet směn v roce	252 směn	252 směn	x
Hrubá mzda zaměstnanců za rok	108 108,00 €	137 592,00 €	29 484,00 €
Superhrubá mzda zaměstnanců za rok	144 864,72 €	184 373,28 €	39 508,56 €

### 10.4 Náklady na změnu layoutu

Součástí návrhu je také úprava layoutu, jak dolní, tak horní dílny. V tabulce č. 19 jsou zobrazeny všechny náklady, které jsou spojené s předěláním nových layoutů. Největší finanční položku představují pracovní stoly pro nové pracoviště. Z tabulky můžeme vyčíst, že náklady na úpravu layoutu činí 940,00 €.

Tabulka 19: Náklady na změnu layoutu (vlastní zpracování)

Nákladová položka	Cena
Úprava pracoviště řezání tuby	80,00 €
Podlahové značení	10,00 €
<b>Celkem dolní dílna</b>	<b>90,00 €</b>
Pracovní stůl pro nové pracoviště 2x	615,00 €
Úprava layoutu horní dílna	215,00 €
Podlahové značení	15,00 €
Nové cedule pro nové pracoviště	5,00 €
<b>Celkem horní dílna</b>	<b>850,00 €</b>
<b>Úprava layoutu celkem</b>	<b>940,00 €</b>

## 10.5 Finanční zhodnocení návrhu

Celkové náklady návrhu, které se skládají z nákladů na úpravu layoutu a nákladů vynaložených na zaučení nových zaměstnanců jsou 2 065,00 €. Tyto náklady jsou zobrazeny v tabulce č. 20.

Od ročních výnosů, které nám vznikly díky navýšení produkce, jsme odečetli náklady na roční mzdy nových zaměstnanců, díky kterým můžeme realizovat navýšení produkce. Tabulka č. 21 zobrazuje výpočet celkových výnosů.

Tabulka 20: Náklady návrhu (vlastní zpracování)

Náklad	Cena
Náklady na úpravu layoutu	940,00 €
Náklady na zaučení nových Zaměstnanců	1 125,00 €
<b>Náklady celkem</b>	<b>2 065,00 €</b>

Tabulka 21: Výnosy návrhu (vlastní zpracování)

Výnos	Cena
Výnosy díky navýšení výrobní kapacity	114 817,50 €
Náklady za mzdy pro nové zaměstnance	39 508,56 €
<b>Výnosy celkem</b>	<b>75 308,94 €</b>

Po stanovení celkových nákladů a ročních výnosů můžeme vypočítat dobu návratnosti investice. Ta se spočítá vzorcem:

$$\text{Doba návratnosti investice} = \frac{\text{Celkové náklady na investici}}{\text{Roční výnos (úspora) v důsledku investice}}$$

Při zvýšení výrobní kapacity je tedy doba návratnosti:

$$\text{Doba návratnosti investice} = \frac{2\,065,00\ \text{€}}{75\,308,94\ \text{€}} = 0,0274\ \text{roku} = 10,01\ \text{dní}$$

Pokud se firma rozhodne implementovat návrhy této práce doba návratnosti této investice bude 10 dní.

## ZÁVĚR

Bakalářská práce byla zaměřena na analýzu úzkých míst v procesu ve společnosti SCHOTT CR, s.r.o. a na následném zpracování návrhů na zlepšení výrobního procesu. Hlavním cílem této práce bylo navrhnout řešení pro zvýšení produktivity práce o 5 % a snížení doby taktu o 20 %.

V teoretické části byly definovány pojmy z oblasti výrobního procesu, štihlé výroby a z vybraných nástrojů a metod průmyslového inženýrství. Poznatky z teoretické části dále sloužily jako podklad pro zpracování části praktické.

Praktická část byla zaměřena na zpracování analýzy současného stavu výroby výrobku Universal Light Guide. Současná situace byla analyzována pomocí procesní mapy, snímků pracovního dne, snímků vytíženosti strojů, chronometráže, spaghetti diagramu a pomocí rozhovorů s kompetentními pracovníky.

Díky provedeným analýzám vyplynulo několik nedostatků ve výrobním procesu. Největším nedostatkem byly neaktuální časové normy, které pracovníkům umožňovaly vysoké prostoje. Jako dalším nedostatkem plynoucí z analýzy byla nevybalancovanost pracovních činností a také nesystematicky uspořádaný layout v dolní dílně.

Na odstranění těchto nedostatků se zaměřovala kapitola návrhy na zlepšení výrobního procesu, kde hlavním cílem bylo zvýšení produktivity práce a snížení doby taktu.

Jelikož hlavním nedostatkem zjištěným při analytické části byly neaktuální časové normy, byly navrhnuté nové normy na základě provedené chronometráže. Díky nově navrhnutým časovým normám se produktivita práce dokáže zvýšit o 7,78 %.

Dalším nedostatkem výrobního procesu bylo úzké místo na pracovišti montáž vláken, kde bylo navrženo odebrání činnosti čištění ferulí, které by bylo přesunuto na nové pracoviště. Díky tomuto návrhu by se úzké místo zmenšilo o 42 sekund. A tím pádem by čas taktu klesl na 1 minutu a 24 sekund oproti současnému stavu, kdy je čas taktu 2 minuty a 6 sekund což dělá snížení doby taktu o 33,33 %.

Společně s návrhem na přidání nového pracoviště byly navrhnuté nové layouty dílen. Touto změnou by se ušetřil další čas především v dolní dílně a produktivita práce by se opět zvýšila.

Posledním návrhem bylo přidání nového pracovníka na pracoviště broušení a leštění, jelikož z analýzy vyplynulo, že stroje nejsou plně využívány a je zde prostor přidat dalšího

pracovníka. Důvodem návrhu přidáním nového pracovníka také bylo to, že toto pracoviště není využíváno pouze na výrobu výrobku Universal Light Guide.

V závěru práce bylo provedeno ekonomické zhodnocení návrhů na zlepšení. Celková navržená investice je 2 065 €. Tato investice by podniku při zvýšení produkce o 512 ks ročně dokázala zvýšit roční výnosy o 75 309 €. Doba návratnosti investice při implementaci navrhovaných změn je 10,01 dní.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

API – Akademie produktivity a inovací [online], c2005-2020. Slaný: API – Akademie produktivity a inovací, [cit. 2020-03-06]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz>.

CIE GROUP, c2020. *LEXIKON METOD PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ: Tok jednoho kusu (one piece flow)*. In: CIE group [online]. CIE, [cit. 2020-03-06]. Dostupné z: <https://www.cie-group.cz/lexikon-metod-pi/#1549534651321-e539abd2-25a7>.

DLABAČ, Jaroslav, 2015. *Články: Analýza a měření práce*. In: API – Akademie produktivity a inovací [online]. Slaný: API – Akademie produktivity a inovací, ©2005-2020, [cit. 2020-03-18]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25784n-analyza-a-mereni-prace>.

HEŘMAN, Jan, 2001. *Řízení výroby*. Slaný: Melandrium, 164 s. ISBN 8086175154.

CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA, 2011. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: GEORG, 138 s. ISBN 9788089401260.

CHROMJAKOVÁ, Felicita, 2013. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štihlým řízením procesů*. Žilina: Georg. ISBN 9788081540585.

JANUŠKA, Martin, 2018. *Úvod do operativního řízení podniku*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 170 s. ISBN 9788026108009.

JUROVÁ, Marie, 2013. *Výrobní procesy řízené logistikou*. Brno: BizBooks, 260 s. ISBN 9788026500599.

JUROVÁ, Marie, 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 254 s. ISBN 9788024757179.

KEŘKOVSKÝ, Miloslav, 2009. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 2. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2009, 137 s. C.H. Beck pro praxi. ISBN 9788074001192.

*LEAN-FABRIKA: Kaizen*, c2012. In: LEAN-FABRIKA [online]. Mnichov: ROI Management Consulting, [cit. 2020-03-09]. Dostupné z: <https://www.lean-fabrika.cz/terminologie/kaizen#.XmZX8S2E5QI>.

MARTINOVIČOVÁ, Dana, Miloš KONEČNÝ a Jan VAVŘINA, 2019. *Úvod do podnikové ekonomiky*. Vyd. 2., aktualizované vydání. Praha: Grada, Expert. ISBN 978-80-271-2034-5.

MONDEN, Yasuhiro, c2012. *Toyota production system: an integrated approach to just-in-time*. 4th ed. Boca Raton: CRC Press, 520 p. ISBN 9781439820971.

MOORE, Ron, c2007, *Selecting the right manufacturing improvement tools: what tool? when?*. Amsterdam: Elsevier Butterworth-Heinemann, 390 p. ISBN 9780750679169.



MULHOLLAND, Ben, 2018. *9 Lean Manufacturing Principles to Kill the Jargon and Get Quality Results*. In: Process.st [online]. [cit. 2020-03-05]. Dostupné z: <https://www.process.st/lean-manufacturing-principles/>.

PEREIRA, RON, c2009. *ISix Sigma Magazine: The Seven Wastes* [online]. 2009(5) [cit. 2020-03-03]. Dostupné z: [https://blog.gembaacademy.com/wp-content/uploads/2009/09/7\\_wastes\\_isixsigma\\_magazine\\_0909.pdf](https://blog.gembaacademy.com/wp-content/uploads/2009/09/7_wastes_isixsigma_magazine_0909.pdf).

PRINCLÍK, Jan, 2013. *Snímek pracovního dne: Personální audit*. PROexperty [online]. [cit. 2020-03-18]. Dostupné z: <http://proexperty.cz/firemni-vzdelavani/humanresources/56-snimek-pracovniho-dne-personalni-audit>.

ProLean, 2020. *Poradenství v lean managementu, tréninky štíhlá organizace, lean výroba. Metodické materiály štíhlé procesy* [online]. Kanice: ProLean Consulting, [cit. 2020-03-06]. Dostupné z: <https://prolean.cz>.

SCHNIEDERJANS, Marc J., Dara G. SCHNIEDERJANS, Ray Qing CAO a Vicky Ching GU, 2018. *Topics in lean supply chain management*. Second edition. New Jersey: World Scientific. ISBN 9789813229921.

SCHOTT AG, c2020. *Special glass, glass-ceramic and glass innovations from SCHOTT* [online]. Mohuč: SCHOTT, [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <https://www.schott.com/>.

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

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2014. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada, 366 s. ISBN 9788024744865.

TRILOGIQ, 2018. *7 forem plýtvání ve výrobě a jak je odstranit*. In: TRILOGIQ [online]. Trilogiq CZ, [cit. 2020-03-04]. Dostupné z: <https://trilogiq.cz/7-forem-plytvani-ve-vyrobe-a-jak-je-odstranit/>.

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

YOO, Min-Jung a Rémy GLARDON, 2018. *Manufacturing operations management*. New Jersey: World Scientific, 259 s. ISBN 9781786345332.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

5S	Metoda pro udržení pořádku na pracovišti.
a.s.	Akciová společnost.
AG	Akciová společnost.
apod.	A podobně.
atd.	A tak dále.
č.	Číslo.
JIT	Just in time.
kol.	Kolektiv.
PC	Počítač.
PDCA	Plan-do-check-act. Metoda vedení založená na čtyřech základních krocích.
PI	Průmyslové inženýrství.
s.	Strana.
USB	Universal Serial Bus.
VGA	Video Graphics Array.

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1: Výrobní proces (Keřkovský, 2009, s. 3) .....	13
Obrázek 2: Tok jednoho kusu (přepřacováno dle ProLean, 2020) .....	24
Obrázek 3: 8 druhů plýtvání (Vlastní zpracování dle Trilogiq, 2018).....	25
Obrázek 4: Organizované pracoviště – 5S (Přepřacováno dle ProLean, 2020).....	32
Obrázek 5: KAIZEN (Přepřacováno dle ProLean, 2020).....	34
Obrázek 6: Předcházení vadám – Poka Yoke (Přepřacováno dle ProLean, 2020).....	35
Obrázek 7: Metody přímého měření (API, c2005-2020).....	36
Obrázek 8: Působení firmy SCHOTT ve světě (SCHOTT AG, c2020).....	41
Obrázek 9: SCHOTT CR, Lanškroun (SCHOTT AG, c2020).....	42
Obrázek 10: Organizační struktura (Interní materiál).....	43
Obrázek 11: Optická vlákna PURAVIS® (SCHOTT AG, c2020) .....	44
Obrázek 12: Technický výkres Universal Light Guide (SCHOTT AG, c2020) .....	45
Obrázek 13: Universal Light Guide (SCHOTT AG, c2020).....	46
Obrázek 14: Pracoviště řezání tub (vlastní zpracování) .....	47
Obrázek 15: Pracoviště montáž koncovek a ferulí (vlastní zpracování) .....	48
Obrázek 16: Pracoviště montáž vláken (vlastní zpracování).....	49
Obrázek 17: Graf práce/prostoje u řezání tub (vlastní zpracování) .....	53
Obrázek 18: Graf práce/prostoj Montáž vláken 1 (vlastní zpracování).....	55
Obrázek 19: Graf práce/prostoj Montáž vláken 2 (vlastní zpracování).....	57
Obrázek 20: Graf analýzy vytíženosti brusky (vlastní zpracování).....	58
Obrázek 21: Graf analýzy vytíženosti pravé leštičky (vlastní zpracování) .....	59
Obrázek 22: Graf analýzy vytíženosti levé leštičky (vlastní zpracování) .....	59
Obrázek 23: Graf stavu pracovišť před vybalancováním (vlastní zpracování) .....	61
Obrázek 24: Graf vybalancování činností a s novým pracovištěm (vlastní zpracování).....	63

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1: Charakteristika jednotlivých typů výrob (Heřman, 2001, s. 19) .....	17
Tabulka 2: Výsledky procesní analýzy (vlastní zpracování) .....	51
Tabulka 3: Ukázka zápisu dat do MS Excelu (vlastní zpracování) .....	52
Tabulka 4: Snímek pracovního dne řezání tuby (vlastní zpracování) .....	52
Tabulka 5: Práce/Prostoj u řezání tub (vlastní zpracování) .....	53
Tabulka 6: Snímek pracovního dne Montáž vláken (vlastní zpracování) .....	54
Tabulka 7: Práce/prostoj Montáž vláken 1 (vlastní zpracování) .....	55
Tabulka 8: Časový snímek dne Montáž vláken 2 (vlastní zpracování) .....	56
Tabulka 9: Práce/prostoj Montáž vláken 2 (vlastní zpracování) .....	57
Tabulka 10: Analýza vytíženosti brusky (vlastní zpracování).....	58
Tabulka 11: Analýza vytíženosti pravé leštičky (vlastní zpracování) .....	58
Tabulka 12: Analýza vytíženosti levé leštičky (vlastní zpracování) .....	59
Tabulka 13: Současný stav spotřeby času (vlastní zpracování).....	61
Tabulka 14: Nedostatky a návrhy na zlepšení (vlastní zpracování) .....	62
Tabulka 15: Pracovní normy (vlastní zpracování).....	66
Tabulka 16: Přínosy navrhovaných opatření (vlastní zpracování) .....	67
Tabulka 17: Výnosy návrhů (vlastní zpracování).....	67
Tabulka 18: Náklady na zaměstnance (vlastní zpracování).....	68
Tabulka 19: Náklady na změnu layoutu (vlastní zpracování) .....	68
Tabulka 20: Náklady návrhu (vlastní zpracování).....	69
Tabulka 21: Výnosy návrhu (vlastní zpracování).....	69

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Layout dolní dílny

Příloha P II: Layout horní dílny

Příloha P III: Procesní analýza

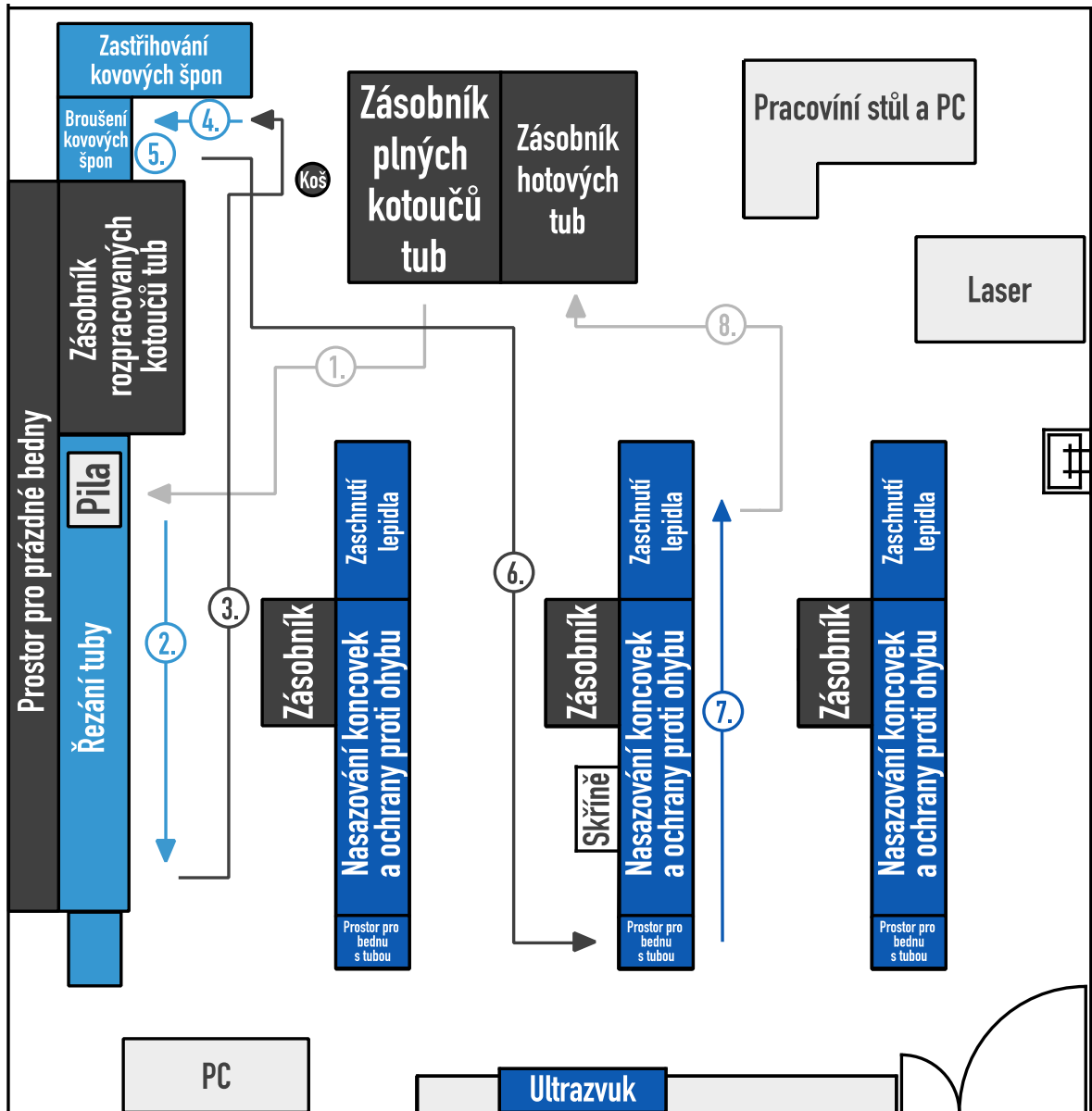
Příloha P IV: Chronometráž

Příloha P V: Návrh změny layoutu dolní dílny

Příloha P VI: Návrh změny layoutu horní dílny

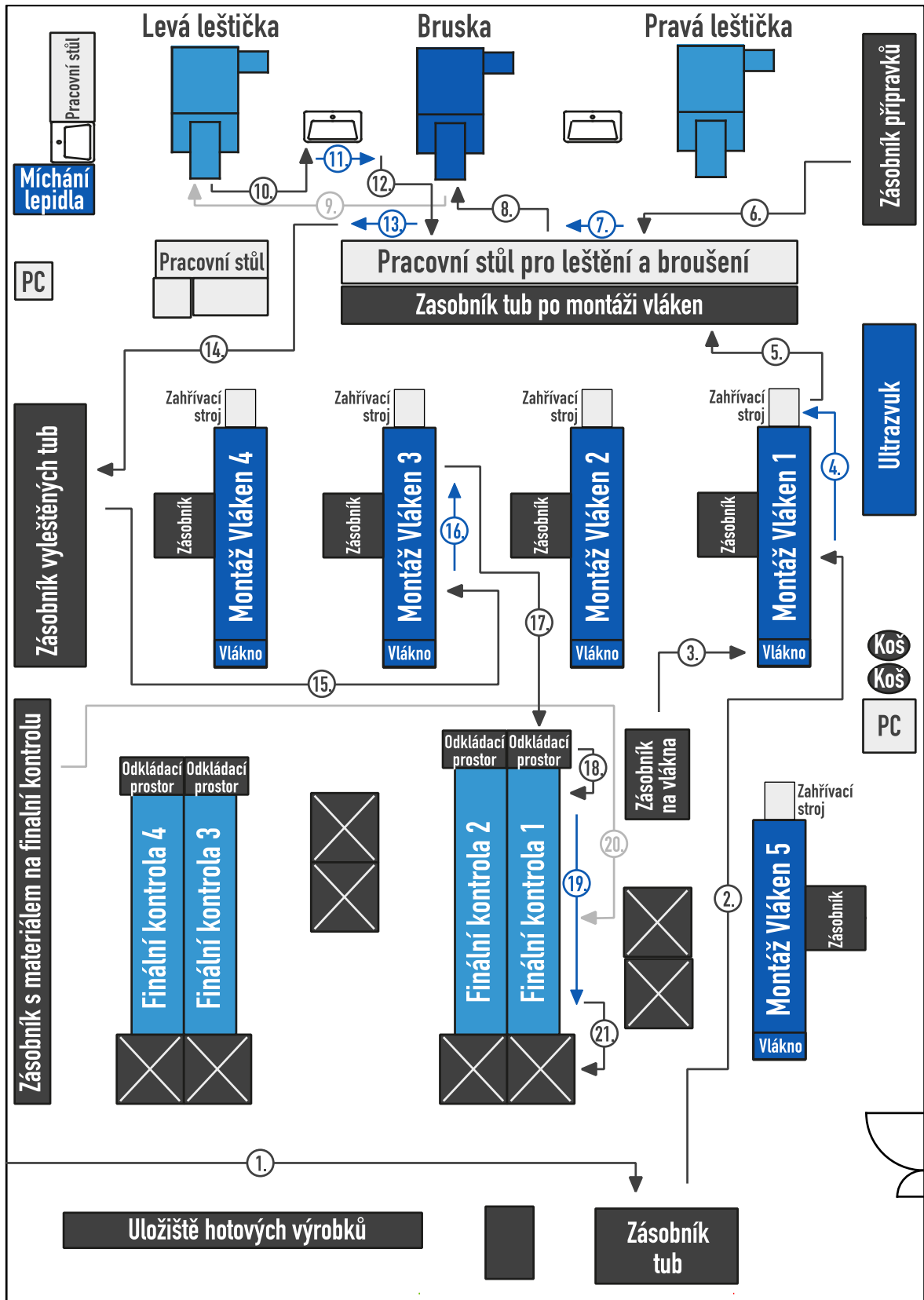
# PŘÍLOHA P I: LAYOUT DOLNÍ DÍLNY

(viz. kapitola 7.1, strana 46, vlastní zpracování)



## PŘÍLOHA P II: LAYOUT HORNÍ DÍLNY

(viz. kapitola 7.1, strana 47, vlastní zpracování)



## PŘÍLOHA P III: PROCESNÍ ANALÝZA

(viz. kapitola 7.3, strana 50, vlastní zpracování)

č.	Činnost	Operace	Transport	Kontrola	Čekání	Vzdálenost (m)	Doba trvání (HH:MM:SS)	Počet pracovníků
1.	Transport kotouče tuby k pracovnímu stolu		→			3,5	0:00:12	1
2.	Řezání tuby a kontrola délky	○					0:28:24	
3.	Transport tub k broušení		→			3	0:00:09	
4.	Zastříhování a broušení kovových špon	○					0:15:33	
5.	Čištění tuby od odloмок špon	○					0:02:24	
6.	Transport bedny s tubou k dalšímu pracovišti		→			5,2	0:00:24	
7.	Čištění tuby hadříkem od nečistot	○					0:01:13	1
8.	Nasazování ochrany proti ohybu	○					0:05:04	
9.	Nasazování ferulek	○					0:17:58	
10.	Kontrola a čištění			□			0:04:42	
11.	Upnutí do zahřívání	○					0:03:53	
12.	Zahřívání a zaschnutí lepidla				D		0:25:00	
13.	Nasazení koncovek	○					0:15:54	
14.	Kontrola a čištění			□			0:04:32	
15.	Upnutí do zahřívání	○					0:04:14	
16.	Zahřívání a zaschnutí lepidla				D		0:25:00	
17.	Kontrola tahem a průchodnosti			□			0:06:41	
18.	Transport bedny na horní dílnu		→			43,7	0:05:43	1
19.	Chystání lepidla	○					0:01:32	1
20.	Manipulace bedny s tubou		→			7,8	0:00:58	
21.	Chystání tub	○					0:10:49	
22.	Manipulace s kotoučem s vlákny		→			4,2	0:00:27	
23.	Stříhání vláken	○					0:06:59	
24.	Omotání vláken páskou	○					0:15:34	
25.	Protahování vláken	○					0:31:58	
26.	Odstříhování konců vláken	○					0:04:38	
27.	Navlékání ferulí na levou stranu	○					0:45:42	
28.	Navlékání ferulí na pravou stranu	○					0:42:50	
29.	Odstříhování a upevnění do přípravku	○					0:07:58	
30.	Lepení vláken	○					0:42:30	
31.	Zaschnutí lepidla				D		1:30:00	
32.	sundání hotových tub do bedy	○					0:04:16	
33.	Manipulace bedny s tubou		→			6,12	0:00:34	
34.	upevnění do přípravku	○					1:02:03	1
35.	Broušení				D		0:04:00	
36.	Leštění				D		0:06:00	
37.	Oplachování	○					0:03:33	
38.	vytáhnutí z přípravku	○					0:47:38	
39.	Kontrola vláken po broušení a leštění			□			0:27:40	
40.	Manipulace		→			7,4	0:00:40	
41.	Čištění povrchu ferulek	○					1:42:05	
42.	Manipulace		→			4,32	0:00:30	
43.	Kontrola délky				□		0:52:48	1
44.	Kontrola povrchu šlauchů			□			0:32:05	
45.	kontrola svítivosti			□			0:19:28	
46.	Našroubování koncovky	○					0:12:58	
47.	Nachystání krabice	○					0:06:28	
48.	Zabalení do krabice	○					0:37:23	
49.	Manipulace		→			2	0:00:10	
Celkem	Četnost	27	10	7	5			6
	Součet času (min)						14:49:14	
	Vzdálenost (m)					87,24		



## PŘÍLOHA P IV: CHRONOMETRÁŽ

(viz. kapitola 7.7, strana 60, vlastní zpracování)

Pracoviště řezání tuby																	
Č.	ČINNOST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	PRŮMĚR
		HH:MM:SS															
1	Natahování tuby	0:00:02	0:00:03	0:00:03	0:00:02	0:00:04	0:00:03	0:00:03	0:00:04	0:00:02	0:00:03	0:00:02	0:00:03	0:00:01	0:00:02	0:00:02	0:00:03
2	Kontrola vad na tubě	0:00:06	0:00:08	0:00:00	0:00:09	0:00:05	0:00:03	0:00:04	0:00:07	0:00:05	0:00:05	0:00:10	0:00:04	0:00:07	0:00:07	0:00:04	0:00:06
3	Řezání tuby	0:00:06	0:00:07	0:00:05	0:00:04	0:00:08	0:00:07	0:00:06	0:00:07	0:00:06	0:00:04	0:00:05	0:00:08	0:00:06	0:00:09	0:00:07	0:00:06
4	Kontrola velikostí tuby	0:00:12	0:00:11	0:00:06	0:00:08	0:00:06	0:00:12	0:00:05	0:00:08	0:00:05	0:00:04	0:00:07	0:00:05	0:00:13	0:00:14	0:00:04	0:00:08
5	Svazování tub	0:00:02	0:00:01	0:00:01	0:00:03	0:00:01	0:00:01	0:00:03	0:00:04	0:00:02	0:00:01	0:00:04	0:00:03	0:00:02	0:00:04	0:00:05	0:00:02
6	Zastříhování kovových špon	0:00:12	0:00:10	0:00:14	0:00:17	0:00:15	0:00:10	0:00:18	0:00:15	0:00:11	0:00:14	0:00:19	0:00:13	0:00:12	0:00:18	0:00:15	0:00:14
7	Broušení kovových špon	0:00:07	0:00:08	0:00:08	0:00:10	0:00:12	0:00:09	0:00:07	0:00:08	0:00:09	0:00:10	0:00:12	0:00:19	0:00:13	0:00:09	0:00:15	0:00:10
8	Čištění tub od odloмок špon	0:00:02	0:00:02	0:00:03	0:00:03	0:00:02	0:00:02	0:00:04	0:00:01	0:00:04	0:00:03	0:00:04	0:00:02	0:00:01	0:00:04	0:00:04	0:00:03
Celkem																0:00:52	

Pracoviště montáž koncovek a ferulí																	
Č.	ČINNOST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	PRŮMĚR
		HH:MM:SS															
1	čištění tuby	0:00:06	0:00:02	0:00:01	0:00:03	0:00:02	0:00:01	0:00:03	0:00:01	0:00:04	0:00:01	0:00:03	0:00:02	0:00:02	0:00:01	0:00:05	0:00:02
2	Nasazování ochrany proti ohybu	0:00:05	0:00:06	0:00:05	0:00:04	0:00:05	0:00:06	0:00:06	0:00:05	0:00:06	0:00:07	0:00:03	0:00:08	0:00:07	0:00:05	0:00:06	0:00:06
3	namotování ferulek	0:00:19	0:00:16	0:00:20	0:00:14	0:00:13	0:00:28	0:00:23	0:00:17	0:00:12	0:00:18	0:00:19	0:00:15	0:00:23	0:00:25	0:00:19	0:00:19
4	Kontrola průchodnosti	0:00:06	0:00:09	0:00:07	0:00:09	0:00:03	0:00:05	0:00:06	0:00:03	0:00:02	0:00:03	0:00:04	0:00:05	0:00:05	0:00:06	0:00:07	0:00:05
5	Upnutí do zahřívání	0:00:06	0:00:08	0:00:02	0:00:06	0:00:03	0:00:06	0:00:04	0:00:07	0:00:03	0:00:05	0:00:11	0:00:10	0:00:05	0:00:10	0:00:05	0:00:06
6	Zahřívání ferulí	0:25:00	0:25:00	0:25:00	0:25:00	0:25:00	0:25:00	0:25:00	0:25:00	0:25:00	0:25:00	0:25:00	0:25:00	0:25:00	0:25:00	0:25:00	0:25:00
7	Čištění ferulek a kontrola průchodnosti	0:00:07	0:00:40	0:00:08	0:00:24	0:00:25	0:00:28	0:00:22	0:00:16	0:00:29	0:00:17	0:00:27	0:00:24	0:00:37	0:00:27	0:00:16	0:00:23
8	Dotahování ochrany proti ohybu	0:00:05	0:00:04	0:00:05	0:00:05	0:00:02	0:00:03	0:00:03	0:00:04	0:00:06	0:00:05	0:00:09	0:00:02	0:00:03	0:00:03	0:00:04	0:00:04
9	Nasazování koncovek	0:00:17	0:00:19	0:00:17	0:00:16	0:00:14	0:00:16	0:00:16	0:00:16	0:00:21	0:00:18	0:00:17	0:00:19	0:00:17	0:00:23	0:00:20	0:00:18
10	Kontrola průchodnosti	0:00:08	0:00:05	0:00:02	0:00:04	0:00:08	0:00:06	0:00:05	0:00:09	0:00:07	0:00:09	0:00:08	0:00:06	0:00:03	0:00:08	0:00:05	0:00:06
11	Upnutí do zahřívání	0:00:06	0:00:08	0:00:02	0:00:06	0:00:03	0:00:06	0:00:04	0:00:07	0:00:03	0:00:05	0:00:11	0:00:10	0:00:05	0:00:10	0:00:05	0:00:06
12	Zahřívání koncovek	0:25:00	0:25:00	0:25:00	0:25:00	0:25:00	0:25:00	0:25:00	0:25:00	0:25:00	0:25:00	0:25:00	0:25:00	0:25:00	0:25:00	0:25:00	0:25:00
13	Kontrola tahem a průchodnosti	0:00:12	0:00:15	0:00:18	0:00:17	0:00:20	0:00:14	0:00:19	0:00:23	0:00:16	0:00:18	0:00:14	0:00:19	0:00:24	0:00:21	0:00:18	0:00:18
Celkem																0:01:53	

Pracoviště montáž vláken																	
Č.	ČINNOST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	PRŮMĚR
		HH:MM:SS															
1	Stříhání vláken	0:00:08	0:00:10	0:00:09	0:00:07	0:00:07	0:00:07	0:00:07	0:00:08	0:00:08	0:00:08	0:00:10	0:00:09	0:00:07	0:00:09	0:00:07	0:00:08
2	Chystání tub	0:00:13	0:00:10	0:00:09	0:00:17	0:00:12	0:00:08	0:00:17	0:00:19	0:00:12	0:00:08	0:00:16	0:00:13	0:00:12	0:00:12	0:00:14	0:00:13
3	Omotání vláken páskou	0:00:16	0:00:19	0:00:20	0:00:17	0:00:19	0:00:18	0:00:18	0:00:17	0:00:21	0:00:19	0:00:18	0:00:19	0:00:17	0:00:20	0:00:19	0:00:18
4	protahování vláken	0:00:27	0:00:40	0:00:31	0:00:39	0:00:27	0:01:01	0:00:38	0:00:40	0:00:32	0:00:45	0:00:50	0:00:32	0:00:28	0:00:43	0:00:39	0:00:38
5	odstříhování konců vláken před nasazením ferulek	0:00:06	0:00:04	0:00:05	0:00:07	0:00:06	0:00:06	0:00:04	0:00:08	0:00:06	0:00:09	0:00:03	0:00:07	0:00:08	0:00:07	0:00:05	0:00:06
6	montování ferulí levá strana	0:00:58	0:00:49	0:01:00	0:01:03	0:00:56	0:00:58	0:00:57	0:00:46	0:00:48	0:00:52	0:00:58	0:00:56	0:00:53	0:00:57	0:00:59	0:00:55
7	montování ferulí pravá strana	0:00:52	0:00:46	0:00:40	0:00:59	0:01:02	0:00:46	0:00:43	0:00:56	0:00:59	0:00:48	0:00:53	0:00:58	0:00:42	0:00:53	0:00:51	0:00:51
8	odstříhování konců vláken a upevnění do přípravku	0:00:11	0:00:15	0:00:09	0:00:08	0:00:07	0:00:08	0:00:10	0:00:06	0:00:07	0:00:10	0:00:09	0:00:08	0:00:11	0:00:10	0:00:09	0:00:09
9	zalepení konců vláken lepidlem	0:00:47	0:00:50	0:00:39	0:00:54	0:00:48	0:00:42	0:00:39	0:00:51	0:00:48	0:00:46	0:00:54	0:00:51	0:00:49	0:00:52	0:00:46	0:00:48
10	zaschnutí lepidla ve stroji	1:30:00	1:30:00	1:30:00	1:30:00	1:30:00	1:30:00	1:30:00	1:30:00	1:30:00	1:30:00	1:30:00	1:30:00	1:30:00	1:30:00	1:30:00	1:30:00
11	sundání hotových tub do bedny	0:00:05	0:00:08	0:00:03	0:00:05	0:00:05	0:00:02	0:00:06	0:00:03	0:00:02	0:00:07	0:00:05	0:00:08	0:00:04	0:00:06	0:00:08	0:00:05
12	Čištění ferulek po broušení a leštění	0:02:01	0:01:48	0:01:56	0:02:34	0:01:47	0:02:12	0:03:12	0:01:14	0:01:10	0:02:02	0:02:34	0:02:08	0:02:41	0:01:49	0:02:09	0:02:05
<b>Celkem</b>																	<b>0:06:17</b>

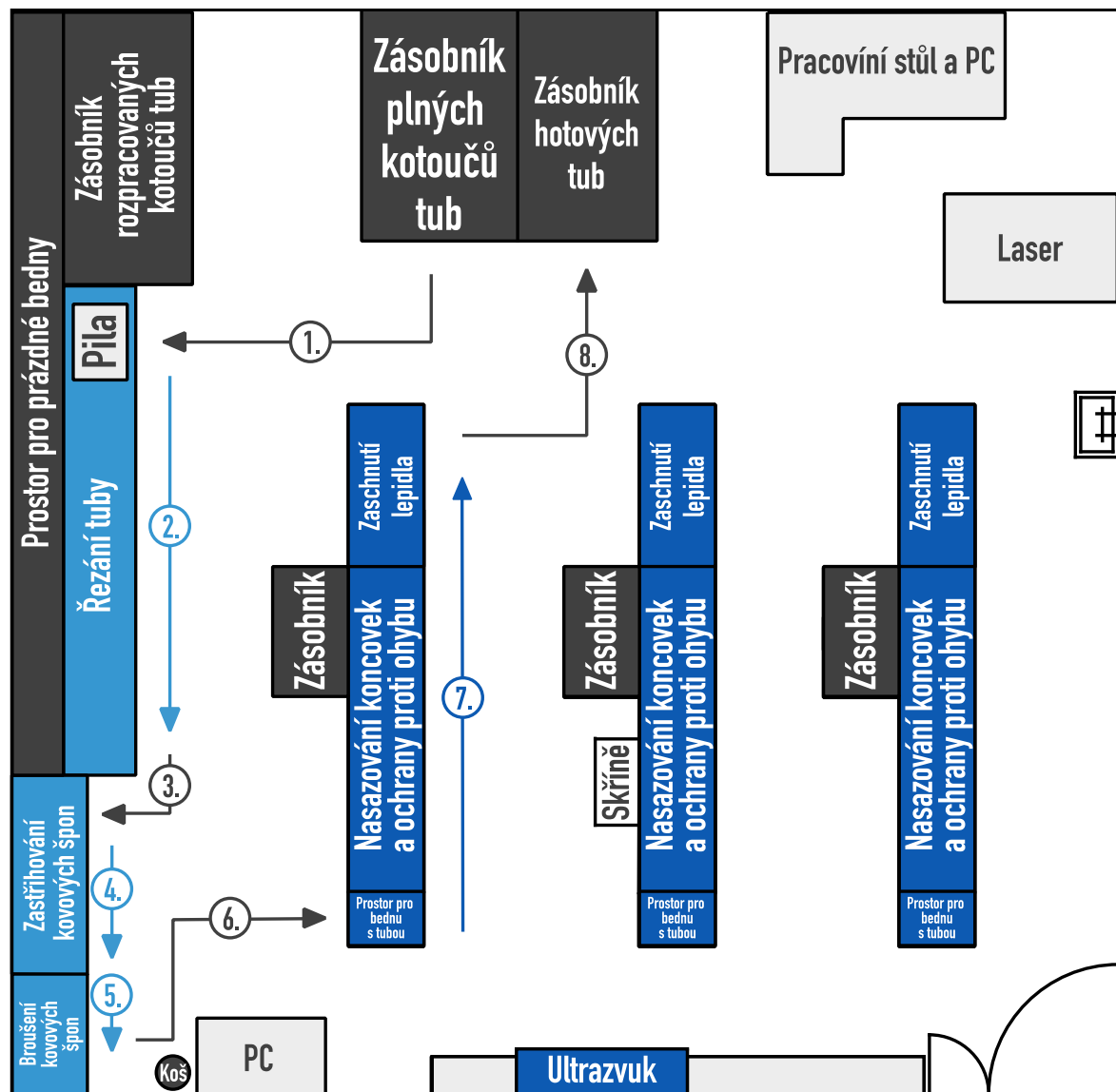
Pracoviště broušení a leštění																	
Č.	ČINNOST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	PRŮMĚR
		HH:MM:SS															
1	nachystání do přípravku na broušení a leštění	0:01:24	0:01:12	0:01:23	0:01:34	0:01:43	0:01:29	0:01:01	0:01:23	0:01:23	0:01:37	0:1:16	0:01:12	0:01:15	0:01:05	0:01:21	0:01:22
2	Vložení přípravku do brusky	0:00:21	0:00:18	0:00:17	0:00:12	0:00:15	0:00:13	0:00:18	0:00:12	0:00:09	0:00:15	0:00:15	0:00:19	0:00:10	0:00:13	0:00:12	0:00:15
3	Broušení 1.	0:01:35	0:01:35	0:01:35	0:01:35	0:01:35	0:01:35	0:01:35	0:01:35	0:01:35	0:01:35	0:01:35	0:01:35	0:01:35	0:01:35	0:01:35	0:01:35
4	Otočení přípravku	0:00:10	0:00:08	0:00:07	0:00:12	0:00:15	0:00:13	0:00:18	0:00:12	0:00:09	0:00:05	0:00:08	0:00:09	0:00:04	0:00:08	0:00:12	0:00:10
5	Broušení 2.	0:01:35	0:01:35	0:01:35	0:01:35	0:01:35	0:01:35	0:01:35	0:01:35	0:01:35	0:01:35	0:01:35	0:01:35	0:01:35	0:01:35	0:01:35	0:01:35
6	Vložení přípravku do leštičky	0:00:10	0:00:18	0:00:17	0:00:12	0:00:15	0:00:13	0:00:18	0:00:12	0:00:12	0:00:15	0:00:08	0:00:09	0:00:20	0:00:08	0:00:12	0:00:13
7	Leštění 1.	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:00
8	Otočení přípravku	0:00:12	0:00:12	0:00:14	0:00:07	0:00:12	0:00:10	0:00:06	0:00:09	0:00:10	0:00:13	0:00:16	0:00:09	0:00:14	0:00:15	0:00:18	0:00:12
9	Leštění 2.	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:00
10	Oplachování	0:00:02	0:00:04	0:00:03	0:00:05	0:00:03	0:00:07	0:00:04	0:00:09	0:00:03	0:00:04	0:00:02	0:00:03	0:00:05	0:00:05	0:00:02	0:00:04
11	Vytáhnutí tuby z přípravku	0:00:52	0:01:01	0:00:58	0:00:53	0:01:01	0:01:02	0:01:03	0:00:51	0:00:53	0:00:56	0:00:52	0:00:59	0:00:51	0:00:53	0:01:02	0:00:56
12	Kontrola obroušení a vyleštění	0:00:25	0:00:34	0:00:26	0:00:31	0:00:23	0:00:38	0:00:29	0:00:28	0:00:38	0:00:32	0:00:40	0:00:39	0:00:30	0:00:29	0:00:59	0:00:33
<b>Celkem</b>																	<b>0:03:45</b>

## Pracoviště finální kontrola

Č.	ČINNOST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	PRŮMĚR
		HH:MM:SS															
1	Kontrola délky	0:00:46	0:00:39	0:00:59	0:02:01	0:01:34	0:00:58	0:00:38	0:00:36	0:00:38	0:00:30	0:01:34	0:00:59	0:01:25	0:01:23	0:01:39	0:01:05
2	Kontrola povrchu šlauchů	0:00:35	0:00:23	0:00:18	0:00:30	0:00:57	0:00:24	0:00:36	0:01:23	0:00:13	0:00:49	0:00:34	0:00:29	0:01:03	0:00:49	0:00:45	0:00:39
3	kontrola svítivosti	0:00:33	0:00:23	0:00:22	0:00:18	0:00:24	0:00:33	0:00:22	0:00:23	0:00:22	0:00:26	0:00:22	0:00:26	0:00:24	0:00:23	0:00:22	0:00:24
4	Našroubování koncovky	0:00:14	0:00:14	0:00:15	0:00:13	0:00:17	0:00:18	0:00:15	0:00:16	0:00:19	0:00:16	0:00:14	0:00:15	0:00:16	0:00:14	0:00:13	0:00:15
5	nachystání krabice	0:00:10	0:00:09	0:00:08	0:00:08	0:00:10	0:00:07	0:00:07	0:00:08	0:00:06	0:00:07	0:00:08	0:00:05	0:00:06	0:00:07	0:00:06	0:00:07
6	zabalení do krabice	0:00:37	0:00:47	0:00:50	0:00:49	0:00:34	0:00:57	0:00:48	0:00:41	0:00:39	0:00:49	0:00:46	0:00:47	0:00:46	0:00:48	0:00:49	0:00:46
<b>Celkem</b>																	<b>0:03:17</b>

## PŘÍLOHA P V: NÁVRH ZMĚNY LAYOUTU DOLNÍ DÍLNY

(viz. kapitola 9.2.1, strana 64, vlastní zpracování)



# PŘÍLOHA P VI: NÁVRH ZMĚNY LAYOUTU HORNÍ DÍLNY

(viz. kapitola 9.2.2, strana 64, vlastní zpracování)

