

Návrh zefektivnění výrobního procesu ve firmě SCHOTT CR, s.r.o.

Monika Mrhalová

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: **Monika Mrhalová**
Osobní číslo: **M17360**
Studijní program: **B6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Řízení výroby a kvality**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Návrh zefektivnění výrobního procesu ve společnosti 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 současného stavu výroby ve společnosti SCHOTT CR, s.r.o.
- Návrhněte zlepšení činností ve výrobním procesu společnosti SCHOTT CR, s.r.o.

Závěr

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

Seznam doporučené literatury:

GROS, Ivan. *Velká kniha logistiky*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016, 507 s. ISBN 9788070809525.
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

Ve Zlíně dne 6. ledna 2020

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;
- byla jsem seznámena 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: Monika Mrhalová

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Cílem této bakalářské práce bylo analyzovat výrobní proces ve společnosti Schott Lighting and Imaging, s.r.o., navrhnout opatření na zefektivnění výroby s cílem analyzovat stávající situaci na lince ohýbání dentálních tyčinek a na základě analýz navrhnout projekt vedoucí ke zlepšení současného stavu.

Pro zpracování bakalářské práce bylo využito vícero analytických metod, například FMEA analýza, diagramu příčin a následků či procesní analýza a následně bylo provedeno vyhodnocení, vedoucí k odstranění kritických oblastí.

Hlavním přínosem této práce bylo snížení zmetkovosti na lince ohýbání dentálních tyčinek a rozpoznání potencionálních příčin, plynulost materiálového toku a snížení manipulace s materiálem.

Klíčová slova: Výrobní proces, štíhlá výroba, Ishikawa diagram, řízení výroby, produktivita

ABSTRACT

The aim of this bachelor's thesis was to analyse the production process in the company of Schott Lighting and Imaging, Ltd., to propose the set of measures to streamline production in order to analyse the current situation in the assembly line of bending dental sticks and on the basis of the analysis to propose some steps to improve the current situation.

Several analytical methods were used for the elaboration of the bachelor's thesis, for example FMEA analysis, Cause and Effect Diagram or process analysis and the evaluation performed subsequently enabled the elimination of critical areas.

The main contribution of the bachelor's theses was the reduction of scrap rate in the assembly line of bending dental sticks and the identification of potential causes, the fluidity of the material flow and the reduction of material manipulation.

Keywords: Production process, lean manufacturing, Ishikawa diagram, production management, productivity

„Boj je podstatou života. Kdo nebojuje, nemůže ani zvítězit.“

Tomáš Baťa

Úvodem bych chtěla poděkovat paní profesorce Ing. Felicitě Chromjakové PhD. za kvalitní vedení a za odborný dohled při zpracování mé bakalářské práce. Byla nejen velmi milou a ochotnou vedoucí, ale zároveň mým vzorem během mého bakalářského studia. Poděkování patří i mé vedoucí ve vybrané společnosti SCHOTT CR, s. r. o. za vstřícnou spolupráci.

OBSAH

ÚVOD.....	10
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE.....	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 ŘÍZENÍ VÝROBY	13
1.1 PRODUKTIVITA VÝROBY	13
1.2 VÝROBNÍ PROCES	14
1.2.1 Účastníci výrobního procesu.....	15
1.3 DRUHY VÝROBY	16
2 ŠTÍHLÁ VÝROBA.....	18
2.1 ŠTÍHLÝ MANAGEMENT.....	18
2.2 ŠTÍHLÝ VÝROBNÍ PROCES	19
2.2.1 Just in time	20
2.2.2 Produktivita práce	21
2.2.3 KANBAN.....	22
2.2.4 Teorie omezení.....	22
2.2.5 Poka Yoke	22
2.2.6 Jidoka	23
2.3 ŠPAGETOVÝ DIAGRAM.....	23
3 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....	24
3.1 PRŮMYSLOVÝ INŽENÝR V DOBĚ INDUSTRY 4.0	24
3.1.1 Industry 4.0	25
3.2 INOVACE PROCESŮ	25
4 NÁSTROJE PRO ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ	27
4.1 KAIZEN	27
4.1.1 KAIZEN postup v pěti krocích	27
4.2 REENGINEERING.....	28
4.3 FMEA.....	28
4.5 PDCA	30
4.6 DMAIC.....	30
SHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI	32
II PRAKTICKÁ ČÁST	33
5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI.....	34
5.1 VÝROBKOVÉ PORTFOLIO	34
5.2 VÝROBNÍ ZÁVOD SCHOTT, S.R.O. V ČESKÉ REPUBLICE	35
5.3 SCHOTT LIGHTING AND IMAGING CR, S.R.O.	36

5.3.1	Základní údaje	36
5.3.2	Organizační struktura	36
5.4	VIZE A MISE SPOLEČNOSTI.....	37
6	SWOT ANALÝZA SPOLEČNOSTI.....	38
6.1	SILNÉ STRÁNKY	38
6.2	PŘÍLEŽITOSTI.....	38
6.3	SLABÉ STRÁNKY	38
6.4	HROZBY	38
7	VÝROBNÍ PROCES	40
7.1	PŘEDSTAVENÍ HLAVNÍHO VÝROBKU	40
7.2	POPIS VÝROBY DENTÁLNÍ TYČINKY	40
7.3	ROZPAD VÝROBKU	44
8	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....	45
8.1	FMEA PROCESU OHÝBÁNÍ	45
8.1.1	Ishikawa diagram	46
8.2	ZMETKOVOST VE VÝROBĚ	48
8.3	PROCESNÍ ANALÝZA	49
8.4	PROSTOROVÉ USPOŘÁDÁNÍ A MATERIÁLOVÝ TOK VÝROBKU.....	50
8.5	SKLADOVÁNÍ ZÁSOB.....	51
8.6	TESTOVÁNÍ NOVÉHO STROJE	51
9	ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU.....	53
9.1	ZJIŠTĚNÉ NEDOSTATKY VÝROBNÍHO PROCESU	53
9.1.1	Nevhodné uspořádání strojů.....	54
9.1.2	Vizualizace a organizace skladování	54
9.1.3	Nezpůsobilost stroje na ohýbání tyčinek.....	54
10	NÁVRH NA ZLEPŠENÍ VÝROBNÍHO PROCESU.....	55
10.1	ZABEZPEČENÍ PLYNULÉ TEMPERACE	55
10.2	ŠTÍHLÝ LAYOUT	55
10.3	ZHODNOCENÍ NAVRHOVANÉHO ŘEŠENÍ	56
10.3.1	Varianta A – retrofit stroje	56
10.3.2	Varianta B – nákup nového stroje.....	57
	ZÁVĚR	58
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	59
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	61
	SEZNAM OBRÁZKŮ	62
	SEZNAM TABULEK.....	63

SEZNAM PŘÍLOH.....	64
---------------------------	-----------

ÚVOD

V současné době s vysokou konkurenceschopností je napříč všemi obory vyvíjen nátlak k neustálému zlepšování výrobků a služeb s důrazem na kvalitu. Odběratelé kladou důraz na splnění všech základních požadavků v určitém čase. Podniky často musí urychlit vývoj nových produktů, zefektivňování výrobních procesů a neopomenutelnou částí je dobře řízená logistika, která hraje roli téměř v každé organizaci. A právě výše zmíněná témata jsou řešena v bakalářské práci.

Tato bakalářská práce je konkrétně zaměřena na téma Zefektivnění výrobního procesu ve společnosti SCHOTT Lighting and Imaging, s. r. o. Důvodem výběru tohoto tématu pro bakalářskou práci byla možnost aktivně se zapojit do projektu zlepšení výrobního procesu během bakalářské praxe. Jde o optimalizaci procesu na linkách ohýbání dentálních tyčinek a s tím souvisejícími změnami jak v procesech, tak ve stávajícím vybavení a rozmístění. Cílem této bakalářské práce je analyzovat stávající situaci na lince ohýbání dentálních tyčinek a na základě analýz navrhnout projekt vedoucí ke zlepšení současného stavu.

Struktura bakalářské práce obsahuje praktickou a teoretickou část. Přičemž praktická část je rozdělena na analytickou a hodnotící.

V teoretické části jsou zpracovány poznatky týkající se řízení výroby a průmyslového inženýrství, konkrétně jsou zde vyobrazeny prvky štíhlé výroby, produktivity a neopomenutelnou část tvoří metody zlepšující procesy získané studiem odborné literatury. Následně jsou stanovena východiska pro zpracování praktické části.

V praktické části je nejprve představena analyzovaná společnost, její pracoviště a portfolio výrobků je provedena SWOT analýzy. Poté je zpracována analýza současného stavu zaměřena na zmetkovost u dvou problémových linek, linky fasetování a ohýbání dentálních tyčinek. Tato analýza je vykonána prostřednictvím spolupráce s vedoucím a dalšími zaměstnanci, vlastního pozorování, dokumentace a třech analytických metod. Pomocí procesní analýzy, analýzy FMEA a diagramu příčin a následků je realizován návrh na zefektivnění výrobního procesu v kritických oblastech.

Hlavní podstatou práce je implementace nového výrobního systému a zhodnocení hlavních nedostatků současné situace na jejichž základě jsou formulovány výsledky vedoucí ke zlepšení procesu v analyzované společnosti SCHOTT CR, s. r. o.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cílem bakalářské práce a řešeného problému je zefektivnění procesu u dvou linek výroby dentálních tyčinek ve společnosti SCHOTT CR, s. r. o. Toho bude dosaženo především zaměřením se na dosažení nižší zmetkovosti a lepší organizací práce ve výrobním procesu. Uskutečněním návrhů se předpokládá snížení zmetkovosti až o 10 %. Mezi základní požadavky společnosti patří také zvýšení bezpečnosti na pracovišti a zvýšení efektivity práce čili eliminace zbytečného manipulování s materiálem. Z tohoto důvodu je cílem navržení nového layoutu, který poslouží i k vybalancování pracovních operací. K odhalení současných nedostatků bude využito několik metod průmyslového inženýrství.

Samotný proces výroby dentálních tyčinek představí **procesní analýza**. Společně s popisem výroby podrobně přiblíží výrobní proces. Tok materiálu doplní i **špagetový diagram**, který bude snímat pohyby pracovníků při výrobě, jehož smyslem bude eliminace nadbytečných pohybů.

Přehled o společnosti týkající se silných a slabých stránek, a s tím spojené příležitosti a hrozby nastíní **SWOT analýza**. Primárním důvodem bude odhalení nedokonalostí jak v procesu, tak v celé firmě.

FMEA analýza zviditelní nejčtenější defekty ve výrobě a za pomoci **diagramu příčin a následků** zobrazí hlavní příčiny vad.

V rámci vybalancování všech návrhů bude zobrazen i **layout** společnosti a konkrétní vybavení v původním stavu a také nově navržená varianta.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ŘÍZENÍ VÝROBY

K maximálnímu využití výrobních zdrojů je nezbytné kvalitní řízení výroby. Efektivní výroba od začátku až do konce zahrnuje skvělý logistický proces a správný a včasný nákup vede k úspoře vstupů společnosti. Podle Chromjakové a Rajnohy (2011, s. 30) je pojetí řízení výroby známo již od počátku lidstva. Organizace získávání potravy a ostatních lidských potřeb bylo nutné řídit již od samého počátku. Postupem času se tato organizace měnila ve výrobu a inovování technologií. V současné době dochází k obrovským změnám na plně automatizovanou produkci výroby orientovanou primárně podle požadavků zákazníka.

Znalci v oblasti řízení výroby tvrdí, že potřeby v podniku by měly fungovat různé metody dílenského řízení výroby. V každé výrobní oblasti by měl být využit co nejúčelnější návrh řízení. Ne každá metoda je totiž účinná pro všechny výrobní podmínky. Jurová (2013, s. 216)

Zásady úspěšného řízení výrobního procesu jsou podle Tučka a Bobáka (2006, s. 33):

- Plánování, které patří mezi klíčové funkce. Jedním z aspektů je systematické stanovení cílů tak, aby jich bylo možné dosáhnout
- Organizování zahrnuje zajištění lidských zdrojů, služeb a struktur systému tak, aby bylo dosaženo plánovaných cílů.
- Příkazování je možno vnímat jako přímé přidělování úkolů podřízeným pracovníkům a rozvrhování jejich práce.
- Koordinace znamená harmonie úkolů podřízených.
- Kontrolou se rozumí prověřování shody plánu se skutečností a poskytnutí zpětné vazby.

Smyslem těchto činností je jejich optimální fungování a rozvoj.

1.1 Produktivita výroby

Produktivita výrob obecně souvisí s procesy, které mohou následně ovlivňovat výkonnost podniku. Kucharčíková (2011, s. 42) definuje produktivitu jako *poměr mezi objemem produkce a množstvím vstupů, tj. spotřeba práce, půdy, kapitálu, případně i jako poměr výstupu a času potřebného k realizaci dané produkce*. Hlavním přínosem produktivity je docílit vyššího stupně kvality a také získat více užitečných věcí s totožnými vstupními zdroji.

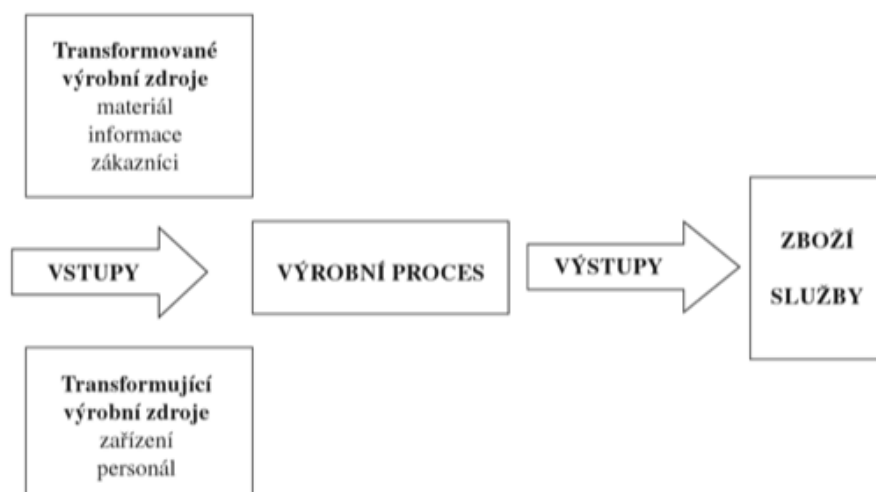
Dále uvádí produktivitu jako *stav myslí. Jako přístup, jenž hledá neustálé zlepšování toho, co existuje. Je to víra, že člověk dokáže pracovat lépe dnes než včera a že zítřek bude lepší než dnešek.*

Produktivity je možno dosáhnout různými formami. Skorkovský (2005) tvrdí, že produktivita má vazbu na spokojenost zákazníků. Produktivita znamená schopnost podniku poskytnout služby, které povedou ke spokojenosti zákazníka. Svůj původ má v plnění termínů dodávky v požadovaném množství a kvalitě. Důležitou roli hraje i rychlost zpracování požadavků

Tuček a Bobák (2006, s. 54) produktivitu doplňují o fakt, že vyšší produktivita je hlavním faktorem pro udržení konkurenceschopnosti. A to nejen v dílčích oblastech, ale i v hospodářství jako celku.

1.2 Výrobní proces

Proces je možno chápat jako sled událostí, který vede k určitému cíli či výsledku. Chromjaková a Rajnoha (2011, s. 7) uvádí, že základem každého procesu jsou logicky i obsahově provázané činnosti, které na sebe navzájem navazují a fungují jako celek, který následně přináší přidanou hodnotu zákazníkovi a zároveň vyhoví vlastníkům společnosti. Podstatou optimálního fungování jsou procesy, nastavené tak, že přináší přidanou hodnotu po finanční i nefinanční stránce.



Obrázek 1 Výrobní proces (Keřkovský, Valsa, 2012, s.3)

Jinými slovy proces podle Janušky (2018, s. 7-10) definuje, co se bude dělat a co k tomu bude potřeba, kdo jej bude vykonávat a řídit, jak se bude vyvíjet, kdy a proč to začne a kdo

je náš koncový zákazník. Přičemž otázky „co a jak se bude dělat?“ představují činnosti, které spotřebovávají zdroje za účelem jejich transformace vstupu na výstup. Vstup odpovídá na otázku, „kdy a proč proces začal“ a jaká událost k tomuto spuštění procesu vedla. Odpověď na otázku, „co je potřeba“ k realizaci procesu jsou zdroje, ať už hmotné nebo nehmotné, finanční nebo nefinanční, zdroje chápeme jako vše, co je potřebné ke splnění procesu. Výstupem procesu je hotový výrobek určený finálnímu zákazníkovi. Smyslem správného procesu je dosáhnout stanoveného výrobku, ve správný čas se stanovenými náklady. Cíl tedy odpovídá na otázku, „proč se proces spouští“ a „kdo“ je náš koncový zákazník.

1.2.1 Účastníci výrobního procesu

Pro efektivní výkon v podniku je zapotřebí lidská práce, podle Svozilové (2011 s. 17-18) v podnikání neexistuje mnoho procesů, které by fungovaly bez fyzických osob. I plně automatizované stroje je potřeba koordinovat, seřizovat, inovovat nebo na ně jen dohlížet. Každý účastník má odlišný vztah, znalost nebo odpovědnost k samotnému procesu, proto je můžeme rozdělit do několika rolí:

1. Zákazník je jedinec, který určuje požadavek k uspokojení jeho potřeby. Ten lze zajistit hmotným výrobkem, službou nebo jejich kombinací. Zákazník od produktu očekává přidanou hodnotu, která uspokojí jeho potřeby a je ochoten ji změnit za jinou hodnotu, obvykle vyjádřenou ve finančních prostředcích.
2. Dodavatel je osoba, která zařizuje vstupy opakovaně hmotné i nehmotné, které je nutné obdržet k tomu, aby proces plynule fungoval a uspokojil konečného zákazníka.
3. Sponzor procesu udržuje plynulý proces tak, aby fungoval bez problémů a částečně se účastní zlepšovatelem projektu.
4. Podnik je vlastníkem zdrojů, které jsou v procesu spotřebovány. Cílem je tvořit takové produkty, aby jejich kvalita vyhovovala přáním zákazníků.
5. Manažer je odpovědný za výkonnost a kvalitu procesu.
6. Šampión procesu se dlouhodobě podílí na účasti a je kombinací manažera a operátora procesu, který podporuje a zlepšuje systém výroby.
7. Operátor je přímým účastníkem procesu, ze své funkce je schopen ovlivnit pouze výkonnost a kvalitu dílčí činnosti, na které se účastní.

1.2.2 Fáze výrobního procesu

Z časového hlediska lze výrobu rozdělit do několika různých etap. Každá etapa zahrnuje jiný postup, služby a úkony, které vedou k uspokojení trhu. Januška (2018, s. 61-62) ve své knížce Úvod do operativního řízení podniku uvádí tři etapy výrobního procesu.

Předvýrobní etapa výrobního procesu zahrnuje především přípravu samotného výrobního procesu. Soustředí se na analýzu potřeb zákazníka a dále na vývoj stanoveného produktu. Předvýrobní etapa zahrnuje především konstrukční výkresy a plány, volbu strojů, norem a postupů. Zde se klade obrovský důraz na efektivitu, odstranění chyb v následujících etapách je daleko nákladnější než veškeré chyby odstraněné v předvýrobní etapě.

Při samotném **výrobní procesu** dochází k transformaci surovin a materiálu na výsledný produkt. Tato etapa zahrnuje operace od zahájení výroby až po úplné dokončení produktu. Podle samotné výroby lze proces rozdělit především na přetržitý, ve kterém se výrobky zpracovávají na oddělených pracovištích a výrobu lze kdykoliv přerušit. Na druhé straně nepřetržitý výrobní proces probíhá plynule.

Povýrobní etapa zahrnuje především převzetí výrobku z výroby, dále jejich skladování, balení, expedici nebo také fakturaci a servisní služby.

Samotné etapy výrobního procesu nejsou nic jiného než logistické řetězce. Dle Grose (2016, s. 31-32) logistické řetězce koordinují nabídku a poptávku tak, aby se proces dokončil ve správném čase na správné místo. K typicky řízeným aktivitám patří posloupnost mnoha operací počínaje plánováním a strategií, získáváním zdrojů, transformací výrobků, manipulace s materiálem, skladování, koordinace dopravy, řízení zásob a kontrola samotné výroby.

1.3 Druhy výroby

Výrobní systémy je možno klasifikovat podle mnoha různých hledisek. Mezi nejpoužívanější druh členění patří dle vyráběného množství. Podle Janušky (2018, s. 60) členíme výrobu na kusovou, sériovou a hromadnou.

Kusová výroba se považuje za výrobu po kusech nebo po malém množství pomocí univerzálních strojů nebo zařízení. Počet druhů výrobků je obvykle rozsáhlý, ale výrobní proces se většinou neopakuje. Tato výroba je především známá jako *výroba na zakázku*. S porovnáním s ostatními druhy výroby je jednotková cena nejvyšší.

Sériová výroba je typická tím, že zužuje sortiment výrobků, ale zvyšuje jejich vyráběné množství. Výrobky se vyrábějí v dávkách nebo sériích, kdy po dokončení série jednoho výrobku se přechází na výrobu dalšího produktu. Výroba se opakuje v pravidelných intervalech a cena za kus je nižší než u kusové výroby, ale zároveň vyšší jak u hromadné výroby. Tento druh plánování se vyznačuje jednodušším plánováním a organizováním, nejedná se o náročný druh výroby, tudíž ani kvalifikace pracovníků nemusí být tak vysoká jako u kusové výroby.

V *hromadné výrobě* se vyrábí jeden nebo velmi malý počet výrobků ve velkém množství. Průběh výrobního procesu se po celou dobu výroby opakuje. Zpravidla jde o různé druhy součástek. Tento druh výroby se vyznačuje svou levností a rychlostí. Stroje jsou uspořádány v lince a výroba je typický vysokým stupněm mechanizace a automatizace.

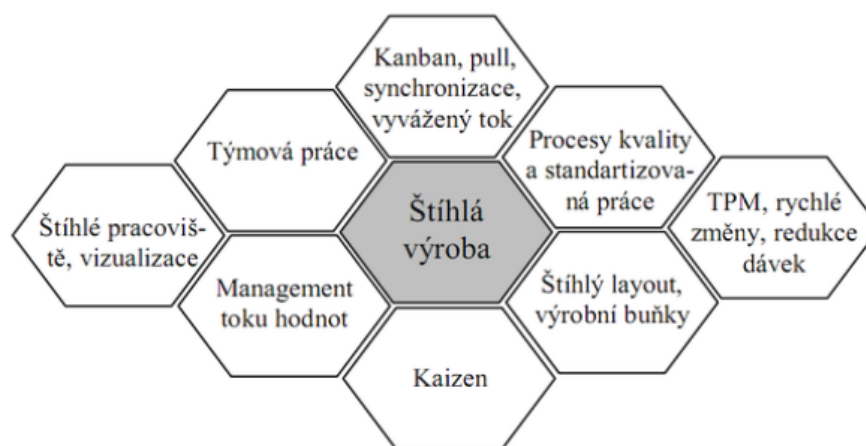
Tabulka 1 Porovnání vlastností výrobních procesů dle objemů výroby (vlastní zpracování, Januška, 2018, s. 60)

	Kusová	Sériová	Hromadná
Objem výroby	Jednotky 1-100	Tisíce 100-100 000	Stovky tisíc
Flexibilita VP	Velká	Malá	Minimální
Efektivita procesu	Nízká	Střední	Vysoká
Plánování výroby	Pull	Kombinace	Push
Nároky na zaměstnance	Vysoké	Střední	Nízké

2 ŠTÍHLÁ VÝROBA

Princip štíhlé výroby je založen na:

- Kontinuálním zlepšováním vedoucí k vyššímu výkonu organizace pomocí metody Kaizen a Six sigma.
- Systému tahu, tedy vyrábět podle požadavků zákazníka, neprodukovat zbytečnou nadvýrobu a eliminovat zásoby.
- Plynulém toku dávkové výroby nebo one-piece flow (toku jednoho kusu). Kdekoliv, kde je to možné, zavedeme plynulý tok bez rozpracované výroby a nepotřebných meziskladů.
- Minimalizaci časů mezi objednávkou a dodávkou. Důležité je, zaměřit se na to, co je přidanou hodnotou pro zákazníka.
- Zviditelňování problému neboli vizualizace pracoviště metodou 5S a hledáme způsob, jak aplikovat předcházející principy, aby vedly ke zlepšení výrobního procesu.



Obrázek 2 Obrázek 2 Prvky štíhlé výroby (Košturiak, Frolík, 2006, s. 23)

2.1 Štíhlý management

Podstatou štíhlého managementu je podle Janušky (2018, s. 122) je zkrácení času mezi koncovým zákazníkem a dodavatelem, eliminace plýtvání a s tím související zeštíhlování celého procesu. Aplikováním dobrých metod je možné dosáhnout stejného výsledku s vynaložením menšího úsilí, zdrojů, ploch, investic a financí.

2.2 Štíhlý výrobní proces

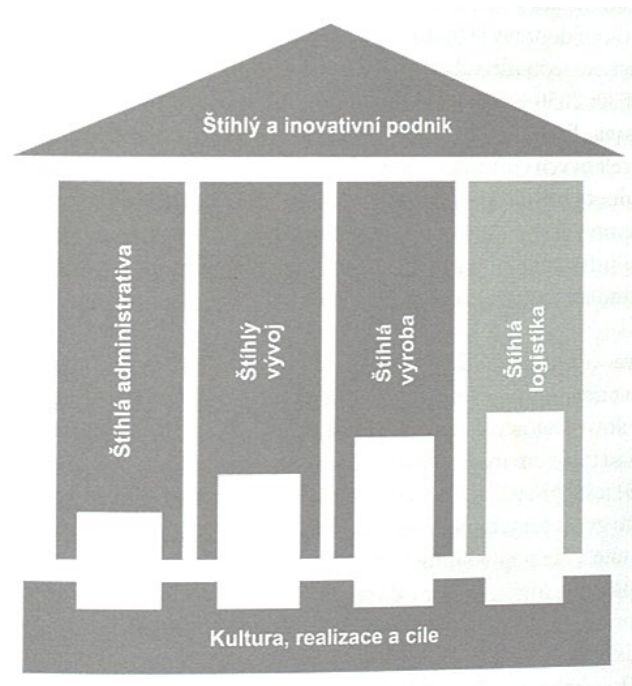
Ve své knize *Business Performance Through Lean Six Sigma* (Schutta, 2006, s. 79) uvádí, že štíhlý proces využívá vlastní sadu nástrojů, které zabraňují plýtvání a zkracují dobu zpracování. Smyslem této techniky je zamezení plýtvání, zkrácení dodací lhůty, snížení nákladů a ovšem zvýšení kvality. Všechny tyto aspekty začínají hlasem zákazníka. Chyby vyjádřené zákazníkem jsou zdokumentovány a následně řešeny pomocí procesu Six Sigma, což je obdobná technika procesu štíhlé výroby.

Předejít různým formám plýtvání a zároveň maximálně uspokojit zákazníka je to, čím se zabývá štíhlá výroba. Košturiak a Frolík (2006, s. 24) uvádí, že *prvky štíhlé výroby vedou k eliminaci následujících forem plýtvání, které se v určité míře vyskytují v každém výrobním systému.*

- *Nadvýroba, vyrábí se příliš mnoho anebo příliš brzo.*
- *Nadbytečná práce – činnosti nad rámec definované specifikace.*
- *Zbytečný pohyb, který nepřidává hodnotu.*
- *Zásoby, které přesahují minimum potřebné na splnění výrobních úkolů.*
- *Čekání na součástky, materiál, informace nebo skončení strojového cyklu.*
- *Opravování – odstraňování nekvality.*
- *Doprava – každá nadbytečná doprava a manipulace.*
- *Nevyužité schopnosti pracovníků – největší plýtvání ve firmě.*

Jurová (2016, s. 245) dále uvádí, že *k dosažení štíhlého podniku je nedílnou součástí i štíhlá logistika. Oblast logistických procesů přepravy, manipulace a skladování stále absorbuje značnou část nákladů, prostředků i kapacit, a to od opatřování přes realizaci výrobních procesů až po skladování a prodej.*

Hlavním prvkem štíhlého procesu je také vizualizace, vztahuje se ke štíhlému pracovišti. Košturiak a Frolík (2006, s. 25) ji definují jako *tachometr řízení procesu, který nám říká, jakou rychlostí daný proces probíhá. Co je standartní průběh procesu a co abnormalita. A také jaká je kvalita, produktivita a efektivnost procesu na pracovišti.*



Obrázek 3 Štíhlý podnik (Jurová, 2016, s. 245)

Chromjaková a Rajnoha (2011, s. 34-35) vnímá nejlepší variantu zlepšování výrobních procesů ve správné motivaci, logistice, layoutu nebo také měření. Tento sled událostí a procesů je důležitý pro každý průmyslový podnik. Cílem optimálního procesu je rozvrhnout dílny, stoje nebo zařízení tak, aby poskytovaly plynulý tok operací. Konkurenceschopnost je v dnešní době velice složitá, obzvláště u průmyslových firem. Ty musí produkovat nejvyšší kvalitu v podstatně krátkém čase a s minimálními náklady. Neopomenutelnou součástí tvoří motivace, jak už sebe samého, tak personálu, motivace je totiž budovatel přidané hodnoty pro zákazníka.

2.2.1 Just in time

Podstata metody just-in-time spočívá převážně v eliminaci zásob vstupních surovin, polotovarů, které vážou finanční prostředky na minimum. Tyto prostředky lze využít efektivně vložením do prostředků, které snáz přinesou přidanou hodnotu. Základní filosofií je vyrábět jen to, co podnik vyrábět má, s ohledem s nejvyšší možnou efektivitou. Předpokladem k efektivitě je dokonalý přísun materiálu ve správný čas, na požadované místo, ve správné kvalitě podle operativního plánu. Včasná doprava může být velmi komplikovaná, ovšem podle Grose (2016, s. 286) sklady mají i řadu nevýhod a náklady s nimi spojené. *Nejběžnější náklady jsou spojené s pronájmem, údržbou nebo odpisy, dále náklady na energie – klimatizaci nebo topení, náklady na fixační materiály, manipulační prostředky a administrativní náklady.*

Cílem celé organizace je zamezení veškerého plýtvání prostředků, času i kapacit a vede k minimalizaci nákladů. (Keřkovský 2009 s. 71-72) uvádí pět podstatných druhů ztrát vyplývajících z nadvýroby přebytečných polotovarů, nadbytečného čekání, dopravy, uchovávání zásob a nekvalitní výroby. Zdůrazňuje také strategický záměr výroby JIT, který spočívá v minimální rozpracované výrobě, zkrácení průběžné doby výroby nebo rychlý tok materiálu.

V souladu mnoha autorů je jedním z podstatných cílů vytvořit efektivní tok materiálu a informací. Podle Yoo a Glardon (2018, s. 214) *system JIT vyžaduje jednoduchost, transparentnost a odpovědnost za delegování*. K správnému porozumění tohoto systému je zapotřebí znát odlišnost tlaku a tahu. Systém *push* zahajuje výrobní zakázky podle vypočítaných předpokladů a na základě předpokladů. Podobně funguje funkce MRP, materiál přejde do inventáře, kde čeká na poptávku trhu. Zde se však objevuje nedostatek s nedokonalou spolehlivostí prognózy. Často dochází k nejistotám, zda o výrobu příslušného výrobku bude ještě zájem. To má za následek vysoké náklady. Opakem tohoto systému je *pull* systém, který zahajuje výrobu v okamžiku požadavku od zákazníka. Výroba je založena na přímém uspokojení zákazníka a rozhodující jsou nároky odběratele. Svozilová (2011, s. 182) zmiňuje, že systém je známý pod anglickým názvem *Pull*, avšak původem pochází z Japonska jako *Kanban*. Na délce výrobního procesu závisí správné plánování kapacity, popřípadě je vzít v potaz i dopravu do místa odběru.

2.2.2 Produktivita práce

Maximálně pružný podnik, schopný produkovat ekonomicky efektivně a s minimálními sériemi výrobků se považuje za produktivní. Takový podnik ideálně vykazuje minimální dobu obratu a využívá metody JIT neboli dodávku materiálu právě v momentě výrobní spotřeby. Zároveň kvalita produktivních výrobků dosahuje 100 % a stroje jsou zaneprázdněny. Zvýšením produktivity zcela souvisí zvýšení konkurenceschopnosti a efektivní využití prostředků průmyslového inženýrství. (Bobák a Tuček, 2006, s. 54)

$$P = \frac{\text{Výstup}}{\text{Vstup}} \quad (1)$$

Základním předpokladem pro výrobu jsou vstupy neboli výrobní činitelé. V praxi se jedná o výrobní faktory v podobě surovin, energie, know-how, kapitálu a práce. Transformací těchto činitelů vznikají výstupy v podobě statků nebo služeb vyjádřených v naturálních nebo peněžních jednotkách.

2.2.3 KANBAN

Pojem Kanban, původem z Japonska, lze přeložit jako tabule. Tento koncept úzce souvisí nejen se štíhlou výrobou, ale také s metodou JIT. Dle Tučka a Bobáka (2006. s. 73-75) je Kanban vhodným nástrojem pro dílenské řízení výroby. Tato metoda funguje jako dodavatelský a odběratelský řetězec. Stejně jako u metody JIT se jedná o princip tahu, kdy se výrobky vyrábějí a dopravují pouze tehdy, když je to potřebné. Smyslem této metody je snížení zásob, především těch mezioperačních, plynulost výroby, nižší pracnost plánování nebo úspora přepravních materiálů. Aby takový systém plně fungoval, je třeba kvalifikovaného personálu, vhodného layoutu, rychlé seřizování strojů či odstraňování poruch.

2.2.4 Teorie omezení

Teorie omezení patří mezi analytické metody hledající omezení – tedy problém, odborně označovaný jako „úzké místo“. Metoda TOC se podle Janušky (2018, s. 135) snaží o maximální průtok úzkým místem. Dále tento pojem obohacuje o metaforu se silou řetězu: Proces je jenom tak silný, jako je jeho nejslabší článek. Takový článek je označován jako omezení neboli úzké místo. Pokud toto omezení nelze odstranit, musí se všechny ostatní procesy podřídit místu, kde je omezení, protože kterékoliv zdržení v tomto omezení bude mít za následek zpomalení celého procesu. Takové omezení lze definovat v pěti bodech: najděte úzké místo, rozhodněte, jak omezení maximálně využít, odstraňte omezení příčinnými změnami, pokud omezení není možné odstranit, podříďte veškeré procesy tomuto omezení a poslední bod znamená, pokud bylo omezení odstraněno, vyhledejte další omezení.

2.2.5 Poka Yoke

Další z technik, vyvinutá z praxe průmyslových podniků má japonské označení Poka-Yoke, v překladu, minimalizace neúmyslných chyb, nebo také *blbuvzdorný systém*. Tato technika se soustředí na filosofii nulových vad. Jde o preventivní způsob řízení systému, aby se zamezilo vzniku chyb dříve, než se transformují na vady. Díky eliminaci důsledků chyb a jejich bezprostředního odstranění v místě vzniku jde o systém, který lze chápat jako skutečné zajištění kvality. Chyby a jejich následky se identifikují ihned, tudíž se vyhneme principu pasivní inspekce a kontroly. Smyslem této techniky je zaměření se na kontrolu výskytu vad a jejich odstranění přímo v jejich vzniku. Systém Poka-Yoke zahrnuje tři

základní funkce: Zastavení stroje nebo procesu, kontrolu produktu a upozornění varovnými signály. (Tuček, Bobák, 2006, s. 124-125)

2.2.6 Jidoka

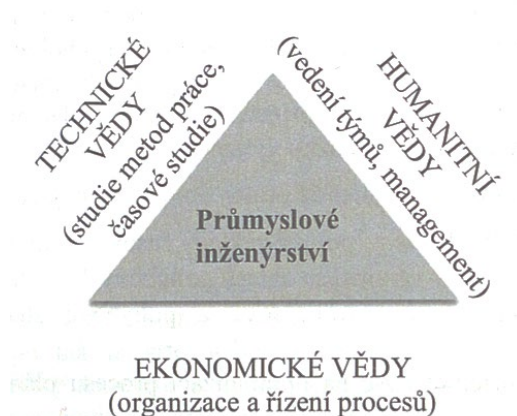
Pod pojetím *Jidoka* nalezneme plán, který se zabývá autonomností pracoviště. Januška (2018, s. 143) vnímá tuto metodu jako nejjednodušší v rámci štíhlého managementu. Smyslem této metody je nastavit výrobu tak, aby se při vzniku jakékoliv závady proces zastavil. Zastavení procesu zabrání v pokračování, dokud defekt není odstraněn.

2.3 Špagetový diagram

Vysoká flexibilita je důležitým prvkem charakteristiky štíhlého podniku. Takový podnik musí vyrábět levněji a kvalitněji, a proto se musí neustále snažit o maximální eliminaci plýtvání a za takové plýtvání není považována jen nadbytečná spotřeba materiálu, ale i pohyb pracovníků či výrobku. Špagetový diagram je především vhodný k zaznamenávání nadbytečného pohybu, od odvozeného názvu *špagetový*, lze považovat kritické místo tam, kde je zaznamenáno příliš mnoho čar připomínající již zmíněné zamotané špagety. Dále zaznamenává vzdálenosti jednotlivých procesních kroků, jejich pořadí a logickou provázanost. Podle Kmoška (2018) se špagetový diagram využívá také ke zkoumání pohybu materiálu a informací a je velmi jednoduchý nástroj na použití.

3 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Průmyslové inženýrství je možno posuzovat jako vědní obor, zabývající se zdokonalením v oblasti fungování a organizování výrobního procesu. Podstata průmyslového inženýrství spočívá převážně v eliminaci ztrát ve výrobních procesech. Hlavním cílem je nastavit výrobu co nejefektivněji, propojit procesy a vazby mezi výrobními a administrativními procesy tak, aby se co nejvíc eliminovalo plýtvání, aby personál dosáhl požadovaných výsledků optimálním způsobem, a aby maximálně uspokojily hodnoty zákazníka. (Chromjaková 2013, s. 4)



Obrázek 4 Trojdimenzionální rozměr průmyslového inženýrství (Chromjaková, 2013, s. 6)

V českých podnicích je dle Tučka a Bobáka (2006, s. 106) možno nahlížet na průmyslové inženýrství jako na účinný nástroj managementu. *Pomocí jeho metod je možno dosáhnout růstu produktivity, kvality, spolehlivosti a zisku, ale také řídit náklady a tím zlepšovat procesy. Smyslem oboru PI je sjednocení lidí, informací, technologického zařízení, procesů, materiálu a energie v celém životním cyklu výrobku.* Aplikacemi těchto metod mohou vznikat chyby, které je důležité v rámci oboru PI odstranit. Nedostatky, které mohou často nastat je orientace pouze na analýzu nebo měření práce, podřizování se lokálním cílům, nedostatečná komunikace s okolím nebo také absence přímého kontaktu s procesem. Takových chyb by se průmyslový inženýr neměl dopouštět.

3.1 Průmyslový inženýr v době Industry 4.0

Práce průmyslového inženýra zahrnuje značně namáhavou práci. Jeho činnosti zahrnují řízení komplexních výrobních systémů s ohledem na bezpečnosti, plynulost a vysokou výkonnost. Podle Chromjakové (2013, s. 9-10) patří mezi klíčové znalosti průmyslového

inženýra především plánování a řízení projektů, organizování výroby, technická a technologická příprava výroby, organizace materiálových toků, řízení produktivity, analýza a měření práce, vývoj nových výrobních konceptů, strategické plánování, flexibilní řízení změn a finanční management. Průmyslový inženýr se dále vyznačuje efektivní motivací zaměstnanců, jehož hlavním úkolem je přimět je ke změně myšlení o výrobních procesech. Dále se zabývá znalostmi ergonomiky či fyziologie.

3.1.1 Industry 4.0

V současnosti je nutné nahlížet i k novým technologiím, v budoucnu budou třeba zcela jiné profese, než jsou doposud, a právě to začíná pozměňovat pojem Průmysl 4.0. Chromjaková (2017, s. 7) uvádí že Průmysl 4.0 se snaží o plynulé zvyšování flexibility výroby se záměrem poskytovat zákazníkovi maximální přidanou hodnotu. Průmysl 4.0 je novým začátkem, je to radikální změna, která mění procesy projektování a organizování. Účelem tohoto konceptu je sjednocení mechanických a elektronických zařízení, digitalizace technologií a automatizace neboli spojitost „stroj-člověk“. Smyslem daného typu inovace je dokonalé propojení informačních a komunikačních technologií

3.2 Inovace procesů

Inovace se podstatně liší od „zlepšování“. Zlepšování je možno chápat jako pouhé vybalancování či doladění předchozích nedostatků, kdežto pojem inovace představuje radikální změnu, kupříkladu automatizace neboli nahrazení pracovníka robotem. Chromjaková (2018) prezentuje procesní inovaci jako vylepšení výrobní metody změnou používané technologie, která přispěje ke zlepšení výrobních parametrů produktu a vyvolá změny v chodu organizaci. K procesní inovaci se může lehce vztahovat inovace produktová, buď z ní vyplývá nebo ji způsobí. Mezi důležité vlastnosti, bez kterých by nešlo inovaci realizovat patří:

- Kopírování procesů neboli nahrazování starých
- Práce v týmu
- Sdílení znalostí
- Využití lidského potenciálu a dostatečná motivace
- Dobrá komunikace

Procesní inovace obsahuje klíčové procesy, které jsou jedinečné mezi konkurencí, přináší přidanou hodnotu zákazníkovi nebo jde je s těžší napodobit.

Inovativní kultura hraje v podniku důležitou roli, podle Baumgardnera a Scaffede (2020, s. 10) se pouze takové společnosti, které inovativní kulturu rozvíjejí mohou přiblížit k úspěchu. Tato kultura se musí dotýkat všech aspektů organizace s využitím lidské schopnosti inovovat. Aby společnost dosáhla maximálního úspěchu, je zapotřebí nemálo nápadů. Ne všechny nápady jsou však potenciál k úspěchu, a proto je zcela běžné, když se jich navrhne i několik set, z nichž bude k inovaci vhodný pouze jeden.

4 NÁSTROJE PRO ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ

Pro správnou koordinaci operací je podstatné mít procesy plně pod kontrolou, identifikace, hodnocení a následné zlepšování procesů se v posledním dvacetiletí stalo zcela obvyklé pro řízení podnikových aktivit orientovaných na zvyšování produktivity. Nadcházející nástroje zkoumají chování procesů, odhalují příčiny problémů, eliminují neproduktivní činnosti a zvyšují kvalitu. (Svozilová, 2011, s. 19)

Janišová a Krivánek (2013, s. 162) dále doplňují že kromě radikálních změn je nutné i kontinuální zlepšování procesů, a tedy i jejich optimalizace. Při optimalizaci procesů je nutné zaměřit se na identifikaci problémových míst, pomocí následujících metod hledáme nejlepší možnou cestu k vylepšení procesu. Smyslem těchto nástrojů je identifikovat vady, analyzovat je a následně je zlepšit. Jedná se o metody Kaizen, Reengineering, FMEA a SWOT analýzu a další. Tyto metody jsou rozebrány v dílčích bodech.

4.1 KAIZEN

Podle Nenadála (2016, s. 275-276) by činnosti neustálého zlepšování měly být v každé organizaci skutečným motorem jejich trvalého rozvoje. Bohužel platí, že v mnoha českých organizacích aplikace tohoto principu zaostává. Neustálé zlepšování jsou opakující se činnosti vedoucí ke zvyšování výkonnosti.

Důvodů k neustálému zlepšování mají organizace hned několik, ten nejatraktivnější pro každou organizaci by měl být snižování nákladů.

Chromjaková a Rajnoha (2011, s. 82) upozorňuje na hlavní podstatu v oblasti kontinuálního zlepšování „změnou myšlení lidí“. Kladného efektu zlepšování dosáhne společnost tehdy, pokud změní myšlení směřující k procesům a činnostem s nimiž souvisí.

4.1.1 KAIZEN postup v pěti krocích

Označení 5S je odvozeno od pěti japonských slov, začínající na *s*: *seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu* a *shitsuke*. V českém překladu se nepodařilo nalézt správné označení, znamenají totiž: *trídění*, *umístění*, *úklid*, *standardizace* a *udržení*.

Prvním krokem je vytřídění pracoviště. Příliš mnoho rozpracovaného materiálu či nepotřebného nářadí, vadných kusů, zmetků nebo hromadící se dokumentace, to vše snižuje efektivitu při práci a odvádí pozornost. Smyslem je uvědomění, co pro náš užitečné je a co nám naopak jenom překáží. Po odstranění nepotřebných věcí je důležité udělat si

v nezbytných věcech pořádek. Výhodou uspořádání je rychlé nalezení toho, co právě hledáme. Po nalezení toho správného místa pro potřebné věci je nutné si celé pracoviště uklidit. Přednosti jako hygiena, smetí a odpadky ovlivňují naši produktivitu. Takový pořádek je nutné si udržet, zavedením standardizace do pracovních postupů a umístěním je na viditelné místo docílíme toho, že pracovník pokaždé uvidí, kam danou věc odložit. Jelikož se jedná o nikdy nekončící proces, je potřeba každý nedostatek vylepšit. (Svozilová, 2011, s. 181-182)

4.2 Reengineering

Nástrojů, jak proces zdokonalit je mnoho, ale ne všechny je možno vnímat jako zcela nové systémy. Zlepšení komplexního procesu lze totiž nejlépe dosáhnout správným pochopením a znovu-vymyšlením. (Svozilová, 2011, s. 19-20). Ve své knize Řízení výroby Heřman (2001, s. 120) definuje reengineering jako strategický podnikatelský nástroj zdokonalující proces. Zajisté, *reengineering a zdokonalování výrobního procesu* nelze chápat jako shodné pojmy. Zdokonalování můžeme porozumět jako procesu nepřetržitého vylepšování, kdežto reengineering je založen na dosažení přínosů jedním velkým skokem.

4.3 FMEA

FMEA neboli Failure Mode and Effect Analysis. Jedná se o analýzu příčin a jejich následků, která identifikuje možná místa vzniku vad ve výrobě. Podle Macurové (2019) je hlavním cílem odhalit rizika již v počáteční fázi, tím dochází k úspoře času, zabraňuje nadbytečným investicím a dalšímu plynutí produktu v procesu. Každá porucha má svou příčinu i následek ovšem tato metoda funguje na principu včasnosti, jedná se o preventivní metodu, jejíž cílem je předejít vzniku chyb. Dalším důvodem, proč FMEA analýzu podstoupit je zavádění nového výrobku, tudíž ještě před realizací provést systematický rozbor slabých míst.

Průběh analýzy:

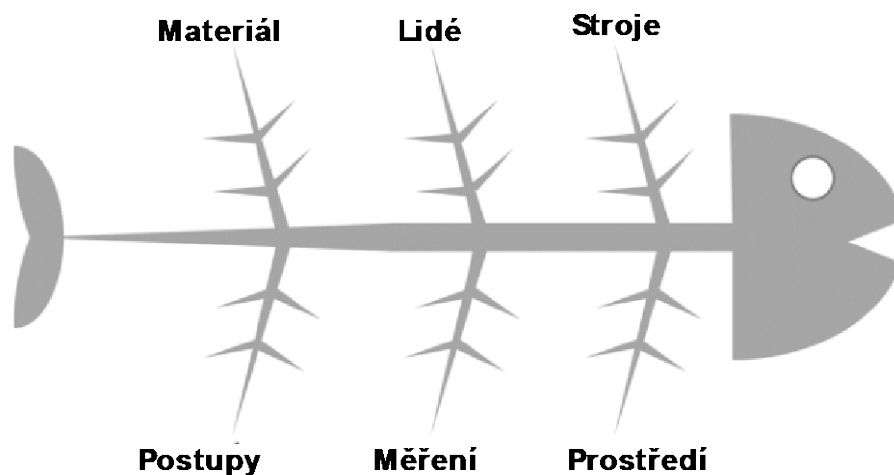
1. Analýza současného stavu
2. Hodnocení současného stavu – Do uvedených sloupců se zaznamenávají číselné hodnoty odvozené na základě tabulek. Všechny komponenty se hodnotí pomocí 10ti bodové stupnice. Na základě třech kritérií je nutné zjistit rizikové prioritní číslo.
 - a. Význam vady pro zákazníka V1. Dopad vady je stanoven na základě toho, jak může ohrozit konečného zákazníka.

- b. Výskyt vady při výrobě V_2 . Zde se stanoví pravděpodobnost výskytu vady ve výrobě.
 - c. Pravděpodobnost odhalení vady O . Zjistí se, zda je toto kontrolní opatření pečlivé a zda vede k patřičnému odhalení vady.
3. Návrh preventivních opatření – Smyslem je snížení rizika výskytu vad
 4. Hodnocení stavu po preventivních opatření – Toto hodnocení se provádí až po nalezení klíčových příčin

$$RPN = V_1 * V_2 * O \quad (2)$$

Přičemž V_1 znázorňuje závažnost potenciální vady, V_2 četnost výskytu potenciální příčiny a O označovanou jako detekci neboli odhalitelnost potenciální vady.

Nadcházející úlohu k této analýze plní Ishikawův diagram. Také znám jako diagram rybí kosti, z důvodu jeho specifického vzhledu. Cílem je grafické zachycení všech možných příčin, které vedou k danému následku. Díky své přehlednosti je snadno pochopitelný. Posloupnost této metody je v první řadě stanovení přesného následku, který tvoří hlavu ryby a následně hlavní příčiny vzniku, které jsou považovány za potenciální kosti ryby. Příčiny se zpravidla dělí do šesti kategorií: *zařízení, lidé, postupy, měření, materiál, prostředí*.



Obrázek 5 Ishikawa diagram (Roser, 2018)

4.4 SWOT analýza

Tato analytická metoda je zaměřená na zhodnocení vnitřních a vnějších faktorů, které ovlivňují úspěšnost organizace, nejčastěji je však používána jako strategický nástroj. Zkratka SWOT je odvozena od anglických názvů *Strengths* – silné stránky, *Weaknesses* – slabé stránky, *Opportunities* – příležitosti a *Threats* – hrozby. Ty zároveň označují jednotlivé

kvadranty matice. Levá polovina matice zaznamenává pozitivní dopad společnosti, kdežto ta pravá zaznamenává negativní skutečnosti, na kterých je potřeba zapracovat a zlepšit. Horní část sleduje ty skutečnosti, které firma může ovlivnit, tedy vnitřní faktory, a naopak v dolní polovině se nacházejí vnější faktory, které zahrnují zákaznické, konkurenční nebo ekonomické vlivy. (Čevelová, 2011)

Tabulka 2 SWOT analýza (vlastní zpracování, Čevelová, 2011)

		Interní	
		S	W
Pozitivní		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vývoj nových metod, které budou rozvíjet silné stránky 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Odstranění slabin pro vznik nových příležitostí
		O	T
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Použití silných stránek pro předejití hrozeb 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vývoj strategie tak, aby se slabé stránky omezily
		Externí	
		Negativní	

4.5 PDCA

Analýza PDCA neboli *Plan-Do-Check-Act* je taktéž proces nekonečného zlepšování. Podle Janušky (2018, s. 158) je smyslem vytvořit plán, jak dosáhnout zlepšení procesu, který se následně realizuje v malém rozsahu (maximálně jeden stroj na jednu směnu). Poté přichází na řadu kontrola, zda byl plán úspěšný. Pokud nebyl, snažíme se problém odhalit a následně jej vyřešit. Pokud však zlepšení funguje, můžeme ze změny udělat nový standard. K dokonalému uplatnění této metody je důležitá komunikace se zaměstnanci, mnohdy mohou disponovat lepšími znalostmi konkrétní problematiky, jelikož jsou procesu blíže než pracovníci středního managementu. Dalším pilířem je snaha o dosažení co nejvyšší kvality a dovedení procesu téměř k dokonalosti

4.6 DMAIC

Cyklus DMAIC je pevně spojený s nástrojem Six Sigma, pravděpodobně pokaždé se setkáte s touto zkratkou v oblasti zlepšovatelských projektů. Tento proces představuje etapy

definování, měření analyzování, zlepšování a řízení. Z čehož vyplývá, že oblast zlepšování bude hlavní fází projektu. (Svozilová, 2011, s. 90)

Tabulka 3 Cíle jednotlivých kroků DMAIC (Svozilová, 2011, s. 90)

Definování	Měření	Analýza	Zlepšování	Řízení
Porozumění problémů	Shrnutí možných problémů	Analýza naměřených údajů	Sestavení návrhů řešení	Implementace a předání vyřešení
Klasifikace cílů	Návrh plánu měření	Sestavení a ověření hypotéz	Formulace akčního plánu	Vypracování plánu řízení
Definice rolí a odpovědnosti	Návrh nástrojů měření	Sestavení příčin problémů	Identifikace možných rizik	Sledování a udržování výkonnosti
Porozumění současnému procesu	Sestavení pracovních definic hledaných údajů	Klasifikace příležitostí pro zlepšování	Nákladové analýzy a testování	Soustavné zlepšování

SHRUNUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI

Jelikož se má bakalářská práce zabývat tématem optimalizace a zefektivnění výrobního procesu, nelze opomenout pojmy řízení výroby, produktivita, štíhlá výroba nebo průmyslové inženýrství. Dnešní prostředí je charakteristické vysokou konkurencí, rostoucí poptávkou a zároveň technologickými inovacemi. Všechny tyto skutečnosti ovlivňují současnou výrobu. K uspokojení zákaznických požadavků musí podnik dosahovat vysoké flexibility, zkracovat dodací termíny a zároveň snižovat náklady na výrobu malých objemů produkce. Jako ideální odpověď na tyto požadavky se jeví štíhlý přístup k řízení výroby.

Štíhlý podnik vykonává pouze to, co požaduje zákazník, s vynaložením nízkých nákladů v požadovaném čase a rychleji než konkurence. Každá společnost využívá vlastní systém metod a ukazatelů, kterými procesy řídí a koriguje. Jedním z klíčových ukazatelů společnosti je produktivita a její trvalý rozvoj. K takovému dosažení cíli lze dospět pomocí tří kroků: měření – zlepšování metod – stanovení standardů.

Dalším přístupem vedoucí ke zlepšování procesů mohou být analýzy a měření. K uvědomění toho, jak si firma stojí poslouží SWOT analýza, k optimalizaci zase metody Kanban či výroba just-in-time a podstatnou část tvoří také kontinuální zlepšování v podobě metody KAIZEN a 5S.

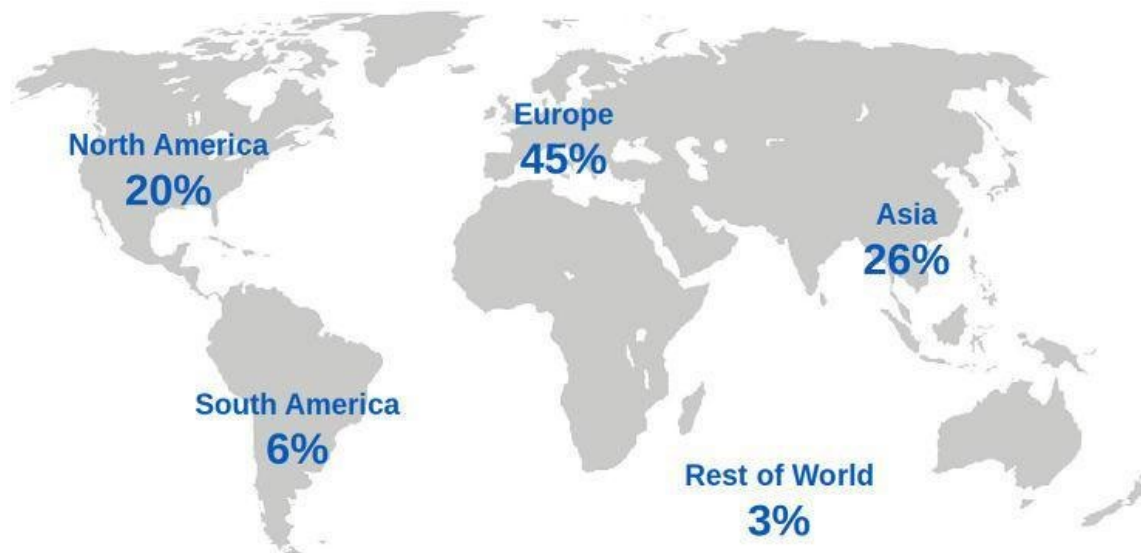
Na základě poznatků z teoretické části bude pomocí vybraných metod průmyslového inženýrství ve společnosti SCHOTT CR, Lighting and Imaging, s.r.o. analyzován současný stav. Na základě výsledků a vyhodnocení bude stanoven návrh na zlepšení.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

SCHOTT CR, s.r.o. je mezinárodní technologický koncern, který již více než 130 let vyvíjí a vyrábí speciální materiály, komponenty a systémy, čímž přispívá ke zlepšování životních a pracovních podmínek.

Průmysl skupiny SCHOTT CR, s.r.o. se orientuje především v odvětví produkci domácích spotřebičů, farmaceutický průmysl, solární energii, elektroniku, optiku a také automobilový průmysl. Na Obr. 6 je znázorněno celosvětové rozložení výroby společnosti. Svými výrobními závody a obchodním zastoupením působí na všech důležitých trzích světa. Tento mezinárodní koncern zaměstnává více než 15 100 zaměstnanců, a to ve více než 35 zemích, kteří se podílí na celosvětovém obratu přes 2,05 miliardy EUR. (Schott, c2019)



Obrázek 6 Rozložení výroby společnosti SCHOTT celosvětově (Sauer, 2015)

5.1 Výrobní portfolio

Farmaceutické systémy – výroba speciálních skleněných trubic a primárních obalů ze skla a polymerů pro farmaceutický průmysl jako jsou injekční stříkačky, lahvičky, ampule.

Osvětlení a zobrazování – nabízí technicky vyspělá řešení na míru např. pro automobilový průmysl, osvětlení, lékařství, průmysl a obranu.

Ploché sklo – povrchově opracovaná plochá skla nabízí řešení na míru výrobcům domácích spotřebičů a komerčního chlazení jako jsou varné desky, lednice, myčky.

Pouzdra pro elektroniku – výroba a distribuce materiálů a komponentů pro ochranu citlivé elektroniky.

Technika pro domácnost – Sklokeramické panely pro varné desky, skleněné keramické povrchy, komponenty a moduly umožňují individuální řešení s aplikacemi v oblasti vaření, pečení a bezpečnosti, včetně protipožární ochrany.

Vyspělá optika – široká nabídka nejmodernějších komponentů a materiálů pro optické a litografické aplikace.

Trubice – trubicové sklo na míru pro využití ve farmaceutickém a technologickém průmyslu

5.2 Výrobní závod SCHOTT, s.r.o. v České republice

V České republice se nachází dvě výrobní působiště. Jedna výrobní lokalita se nachází v Lanškrouně a zaměřuje se především na výrobu hermetických pouzder a průchodek, technologií zpracování speciálních skel a disponuje přibližně 450 zaměstnanci. Druhá z lokalit společnosti SCHOTT s počtem 350 zaměstnanců se nachází ve Valašském Meziříčí, kde se podrobně zaměřují na farmaceutický průmysl, osvětlení a mnoho dalších výrobků z plochého skla v podobě sklokeramických desek či skleněných povrchů. Společnost SCHOTT Valašské Meziříčí je dále rozdělena do dvou výrobních divizí a divize personalistiky. (Schott, c2019)

- **SCHOTT Flat Glass CR, s.r.o.**

SCHOTT Flat Glass CR, s.r.o. zpracovává ploché sklo a skleněné výrobky určené pro domácí spotřebiče a zaměřuje se na výrobu vitrín pro profesionální prezentaci chlazeného a mraženého zboží. (Schott, 2019)

- **SCHOTT CR, s.r.o. Division Lighting and Imaging**

Společnost SCHOTT CR, s.r.o., divize Lighting and Imaging, je zaměřena na montáž výrobků z průmyslových optických vláken a LED diod, které slouží pro osvětlení. Firma poskytuje zakázkovou výrobu pro segmenty trhu jako je automobilový a letecký průmysl, osvětlení a zdravotnictví. Díky zvládnutí technologie skla, optických vláken, LED diod a jejich vývoje, přináší společnost na trh výrobky s mimořádnými vlastnostmi. Divize Lighting and Imaging se ve Valašském Meziříčí vyskytuje již od roku 1997, kdy divize disponovala pouze 10 zaměstnanci. Postupem času se ale začala rozšiřovat a v současnosti dosahuje 93 pracovníků. (Schott, c2019)

Třetí divize se zaměřuje na poskytování služeb ostatním společnostem z oblasti personalistiky, logistiky a ekonomiky.



Obrázek 7 Ukázka výrobku polymerační lampy v praxi
(Demanent, 2020)

5.3 SCHOTT Lighting and Imaging CR, s.r.o.

5.3.1 Základní údaje

Datum vzniku a zápisu: 1. prosince 1995

Sídlo: Valašské Meziříčí, Zašovská 750, okres Vsetín, PSČ 75701

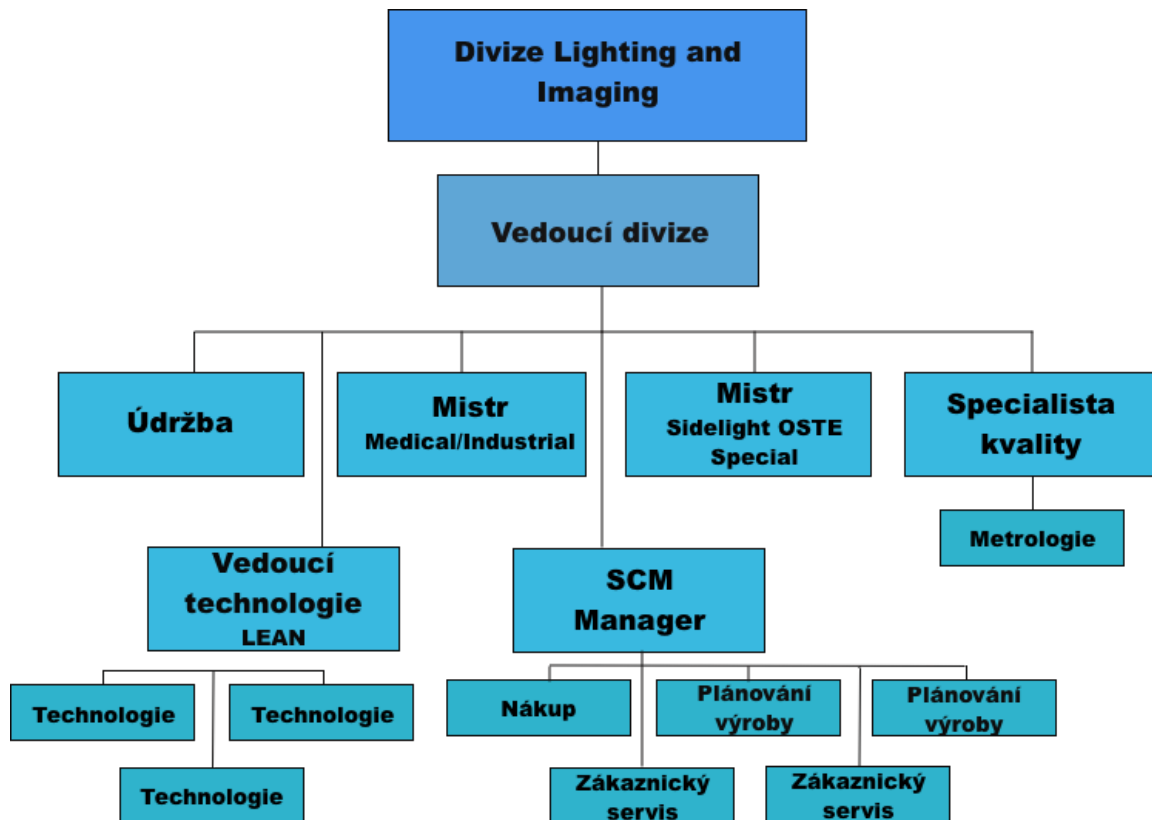
Právní forma: Společnost s ručením omezeným

Počet zaměstnanců: 93

(Veřejný rejstřík a sbírka listin, 2019)

5.3.2 Organizační struktura

Organizační struktura společnosti je vedoucím divize Lighting and Imaging koncipována na šest specialistů výroby. Divize je složena z údržby, mistrů, vedoucích technologie, SCM manažera a specialisty kvality. Grafické znázornění je zobrazeno na Obr. 8.



Obrázek 8 Organizační struktura divize Lighting and Imaging (vlastní zpracování)

5.4 Vize a mise společnosti

Mise společnosti

Rentabilně pomáhat našim zákazníkům, být úspěšná prostřednictvím jedinečných řešení založených na našich zkušenostech v oblasti skla, speciálních materiálů a mimořádné technologii.

Vize společnosti

SCHOTT je součástí každého z nás.

Respektujeme druhé vzájemnou důvěrou a uznáním a jít příkladem.

Vytváříme hodnoty uplatňováním úsporných procesů a vzeb.

Prosazujeme inovace a podporujeme kulturu otevřenosti, odvahy a kreativity, soustavně zlepšujeme naše procesy. (Interní zdroje)

6 SWOT ANALÝZA SPOLEČNOSTI

V následující kapitole je vyobrazena SWOT analýza společnosti SCHOTT, Lighting and Imaging s.r.o. V Tab. 4 je rozdělena na čtyři oblasti doplněna o procentuální podíl v každém kvadrantu. Podrobný popis SWOT analýzy je také charakterizován v kapitole 4.4, v teoretické části.

6.1 Silné stránky

Cílem společnosti je tyto klady maximalizovat a dělat lépe než konkurence. Silné stránky jsou rozhodně předností, ale nazvala bych je nikdy nekončícím procesem, který je potřeba neustále zdokonalovat. Mezi silné stránky společnosti patří bezpochyby zkušenost a flexibilita operátorů ve výrobě. Velkou roli hraje také široké portfolio výrobků a zároveň odběr velkého množství. Kontrola probíhá průběžně, což znamená že zmetky nepokračují na další stanoviště, pokud nesplňují všechny kritéria, takový výrobek se buď z výroby zcela vyřadí, nebo se pošle na opravu.

6.2 Příležitosti

Příležitosti firmy vnímám jako potenciální šanci pro růst, ale zároveň přezkoumání možných nedostatků. Pokud firma zamýšlí své silné stránky rozšiřovat, je nutné těchto příležitostí plně využít. Mezi jednu z nich patří získávání nových zákazníků. Vzhledem k neustálým technologickým pokrokům lze zvažovat i částečnou automatizaci. Pokud bych se zaměřila na příležitosti, které směřují k oblasti slabých stránek, jednalo by se o kvalitnější uspořádání pracoviště, ale také o aktualizování norem.

6.3 Slabé stránky

Slabé stránky je důležité si připustit a uvést, tato nepříjemná pravda nám poskytuje klíč k tomu, jak tyto potíže v budoucnu vyřešit. Hlavními nedostatky jsou nedostatečná standardizace, zaměstnanci nedodržují standardy určené k ochraně zdraví, nenosí ochranné brýle v některých případech ani rukavice. Tyto stránky by společnost měla minimalizovat a vzhledem k příležitostem zlepšovat.

6.4 Hrozby

Cílem minimalizace hrozeb pro společnost je snižování vlivů, které je zapříčiňují. Jako například ukončení zakázek nebo pracovní úraz zaměstnance. Velkou hrozbou pro

nedostatek pracovních sil či neochota zaměstnanců k práci je pracovní psychologie zaměstnanců. Ve většině případů se jedná o monotónní pohyby, převážně v sedě.

Tabulka 4 SWOT analýza společnosti SCHOTT CR, s.r.o. (vlastní zpracování)

<p>Silné stránky</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Zručnost, zkušenost a flexibilita operátorů ve výrobě (20 %) ▪ Široké portfolio výrobků (20 %) ▪ Průběžná kontrola (40 %) ▪ Certifikace jakosti dle norem ISO 9001, ISO 14001, ISO 13485 (20 %) 	<p>Slabé stránky</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ergonomie pracovníků (30 %) ▪ Neaktuální normy (10 %) ▪ Standardizace (20 %) ▪ Nízká úroveň inovace strojů (40 %)
<p>Příležitosti</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Získávání zákazníků (30 %) ▪ Aktualizace norem (30 %) ▪ Zlepšení layoutu (30 %) ▪ Nákup nových strojů (10 %) 	<p>Hrozby</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Nedostatek pracovních sil (20 %) ▪ Pracovní úraz (30 %) ▪ Neochota k práci (30 %) ▪ Kurzové ztráty (20 %)

Společnost disponuje primárně čtyřmi **silnými stránkami**, psnit se může hlavně průběžnou kontrolou, která probíhá téměř na každém pracovišti. Podstatnou část tvoří také široké výrobní portfolio, s různou šířkou, délkou či průměrem dentální tyčinky. Největší **slabou stránkou** společnosti je nízká úroveň inovace strojů, stroje jsou již z větší částí odepsány, ale k dalším investicím do tohoto majetku nedochází. Nedostatečnou ergonomií a s tím i spojenou standardizací práce se odráží nedodržování ochranných pomůcek, vlivem těchto nedostatků může nastat například popálení či poškrábání. **Příležitosti** pro společnost tkví zejména v důsledné orientaci na zákazníka a přizpůsobení se trhu vývojem nových výrobků a tím i zvýšení konkurenceschopnosti. S odkazem na slabé stránky společnost vnímá jako další příležitosti zlepšení těchto nedostatků v podobě aktualizace norem, zlepšení výrobního layoutu či nákup nových strojů. Mezi možné **hrozby**, lze zařadit primárně neochotu pracovníků k výkonu, což je především ovlivněno typem monotónní práce. S čímž také souvisí následná fluktuace pracovníků. Častá změna pracovní síly může zapříčinit nízkou kvalifikaci z důvodu nedostatečné praxe a s tím i zvýšené riziko pracovního úrazu.

7 VÝROBNÍ PROCES

V následující kapitole bude popsán výrobní proces produktu *Demetron*, který v současné době vykazuje nejvyšší zmetkovitost ve výrobě.

7.1 Představení hlavního výrobku

Jedná se o světelný výrobek, jehož využití je především v dentální farmácii, přesněji jde o polymerační lampu využívanou v zubním lékařství. Společnost produkuje pouze skleněný komponent s kovovou ferulí.

Výroba dentálních tyčinek probíhá v dávkách po více než tisících kusech a řadí se tedy mezi velkosériovou výrobu složenou z několika operací, jde o kombinaci deseti kroků a celý proces jedné zakázky s obvyklými prodlevami trvá 2 až 6 týdnů. Sortiment výrobků je relativně rozsáhlý, existuje mnoho výrobních postupů, které se liší průběhem zpracování jednotlivých typů výrobků. Základ výroby však zůstává stejný, mění se pouze počet a pořadí operací

a nastavení jednotlivých zařízení. V provozu se nachází několik technologických zařízení, většinu z nich však zaujímá ruční práce operátorů linky.

Samotná montáž probíhá podle řízené výrobní dokumentace. Každý zaměstnanec má na svém pracovišti výrobní postup vyobrazený i vizuálně, který rozebírá jednotlivé kroky detailně. Součástí dokumentace je i výrobní výkres, který je před zahájením práce vytisknutý z databáze výkresů. Během montáže dentální tyčinky může dojít k selhání jak strojní, tak lidské síly a tím se výrobek může podstatně lišit od standardu. Aby se poté eliminovaly zbytečné náklady na opravy, existuje několik mezi kontrolních mechanismů, které slouží k zachycení chybných kusů výrobku. Hodnocení kvality mohou však provádět pouze kvalifikované pověřené osoby.

Společnost upřednostňuje *push* výrobní systém. Jedná se vždy o výrobu na zakázku obdrženou od zákazníka, ovšem společnost má nastavené vysoké minimální zásoby hotových kusů na skladě, tudíž disponují vysokou rychlostí expedice k zákazníkovi, nevýhodou však mohou být velké skladové zásoby, které vážou příliš mnoho prostředků.

7.2 Popis výroby dentální tyčinky

Materiálový tok je znázorněn na obr. 10. Surový materiál je přivezen ze skladu ve formě metrových tyčí, následně je na pile nařezán na jednotlivé kusy. Při řezání pracovník musí

použit ochranné brýle. Proces řezání je doplněn o chlazení vodou. Po nařezání se tyčinky odkládají do připravené bedny s demineralizované vody. Jedná se o vodu vysoké kvality, zbavené iontových látek. Po vysušení je polotovar vychystán a uložen v regálu R1 (1), materiálový tok pokračuje operací **broušení/leštění** (2) čelních ploch, při které jsou kusy upnuty do montážního přípravku a po daný čas oboustranně opracovány. Procesu broušení ještě přechází kontrola délky, podle které se následně nastaví doba broušení. Následně se tyčinky upnou do přípravku a zbrousí se ručně, a až poté na stroji. Bruska i leštička jsou doplněny o brusný prášek a demineralizovanou vodu. Po zbroušení tyčinky se přípravek přesune do leštičky, doplněn o leštící kapalinu, mezi každou operací je nutno přípravek zbavit jak brusné, tak leštící kapaliny. Po tomto úkonu jsou polotovary ukládány do regálu (R2) a čekají na **fasetování** (3). Při tomto kroku jsou výrobky jednotlivě vkládány do srážecího kotouče, s cílem snížení vzniku defektů, které mohou vzniknout nevhodnou manipulací, dalším důvodem může být také snížení ostrosti hrany. Fasetování se provádí opět u obou stran čelních ploch. Součástí tohoto procesu je také mezikontrola, která odhalí zmetky, případně nedostatky v kvalitě.

Na **ohýbacím zařízení** (4) probíhá formování tyčinky do příslušného tvaru a délky. Při ohýbání tyčinky je klíčové ohnout výrobek na úhel a délku specifikovanou v technickém výkresu. Hlavními částmi stroje jsou řídicí a hnací jednotka, hořák a ventily nastavení plynové směsi. Tyčinka je upnuta do upínací hlavy a operátorem je spuštěn ohýbací proces. Po uplynutí požadované doby je proces ohřevu zastaven a kladka povede ohnutí do požadovaného tvaru. Proces ohýbání je příliš náročný na nastavení stroje, jde o správnou souhru teploty, velikosti plamene a správné příměsi plynu, vzduchu a kyslíku. Tyčinka se nahřívá přibližně 45-50 s. Zde může nastat mnoho variant znehodnocení výrobku, mezi nejčastější patří prasknutí, dále bubliny, ty vznikají špatným nastavením nebo nekvalitním materiálem, dále kroucení tyčinky, to způsobí příliš dlouhé nahřívání tyčinky nebo naopak zlomení, což způsobí krátký čas nahřívání. Na tuto problémovou oblast se zaměřuji v Tab. 5 v podobě FMEA procesu ohýbání a Ishikawa diagramu, Obr. 13, který řeší příčiny tohoto nedostatku.

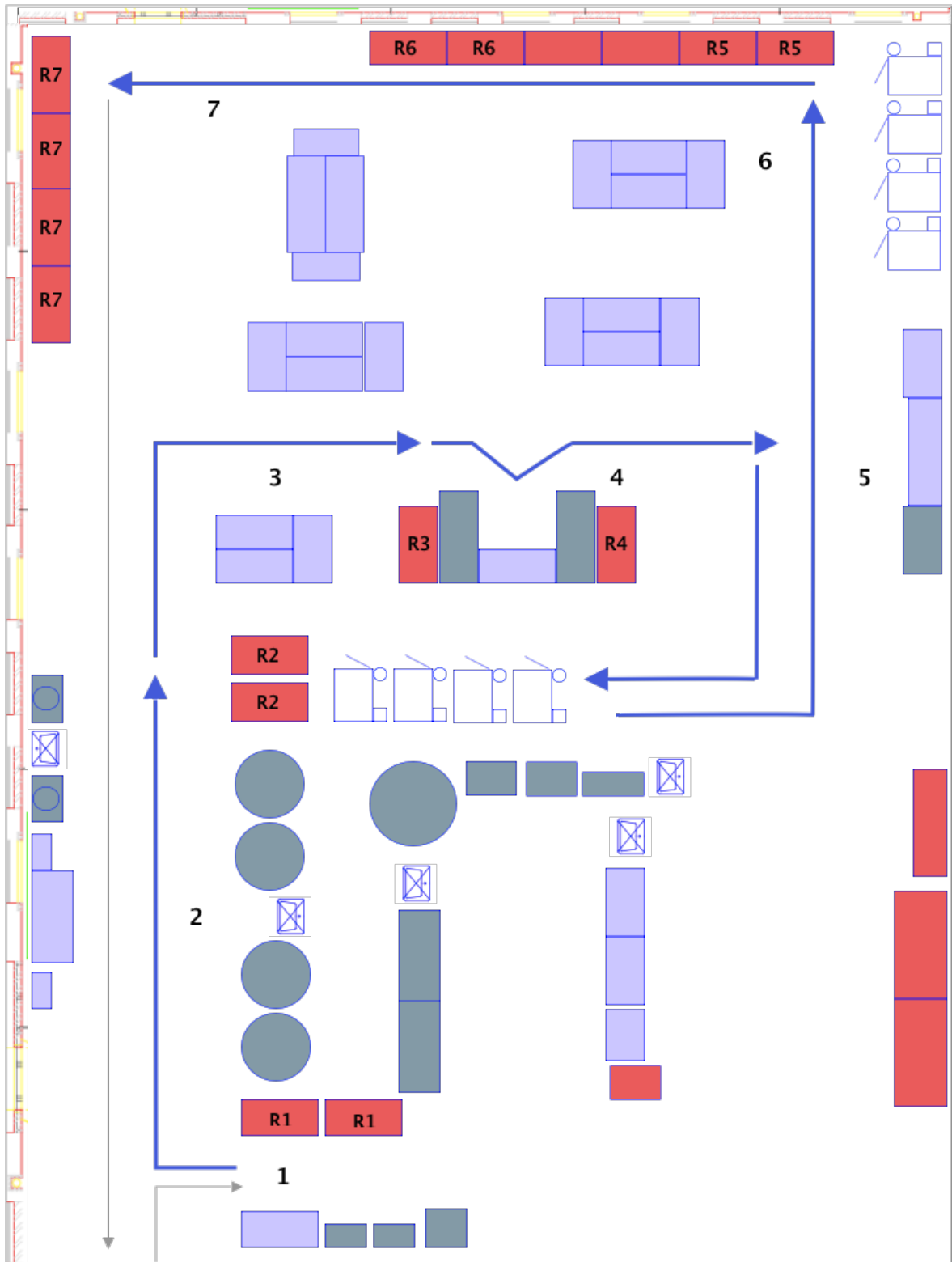
Po ohýbání tyčinky je nutné, aby výrobek prošel **temperací** (5) kvůli vyrovnání vnitřního pnutí ve skle. Buď se tedy tyčinka načerní a zároveň vytemperuje v peci nebo se pouze vytemperuje bez černicí úpravy. Obvykle tento proces probíhá za nepřítomnosti pracovníků mimo směnu z důvodu eliminace plýtvání. K černění dochází na základě poptávky zákazníka, jde buď pouze jen o designovou stránku, nebo o neprostupnost světla přes

obalové sklo tyčinky. Po získání požadované barvy jsou polotovary umístěny do regálu R5, kde následně navazuje operace **lepení ferule** (6). Na spodní část tyčinky, na kterou se koncová ferule lepí, se nejprve musí naříznout krycí sklo, z důvodu lepšího spojení tyčinky s ferulí. Lepení ferulí probíhá manuálně za pomoci lepicích přípravků. Koncové ferule jsou fixovány speciálním lepidlem, které je vytvrzováno v konvekční peci. Po dokončení jsou výrobky mechanicky a chemicky čištěny od zbytků přebytečného lepidla a následně umístěny do regálu R6.

Závěrečnou fází je stoprocentní finální kontrola (7) všech výrobků. Úkolem finální kontroly je vyřadit vadné výrobky nebo v případě přijatelné vady vrátit kus na opravu. Nejčastějšími defekty jsou vizuální vady a vady související s kvalitou vstupního materiálu jako bubliny, odlupy skla. Před odvozem na sklad je každá přepravka označena k zajištění identifikace produktu a zpětné sledovanosti.



Obrázek 9 Temperovaná tyčinka
(vlastní zpracování)



Obrázek 10 Tok výrobku (vlastní zpracování)

LEGENDA:

- | | | | |
|---------------------|---------------|------------------|---------------------|
| 1. Řezání | 3. Fasetování | 5. Temperace | 7. Finální kontrola |
| 2. Broušení/leštění | 4. Ohýbání | 6. Lepení ferule | |

7.3 Rozpad výrobku

Finální výrobek, který je obsahem bakalářské práce se skládá pouze ze dvou částí. Základní část tvoří samotná skleněná tyčinka, opracovaná na příslušných stojích tak, aby byla zdravotně nezávadná a aby skrz kompletně pronikalo světlo. Doplňující část tvoří ferule, který je před finální kontrolou přilepena k tyčince a následně vytvrzena v peci. Takto hotový výrobek je už jen zabalí do krabice po 40 kusech.



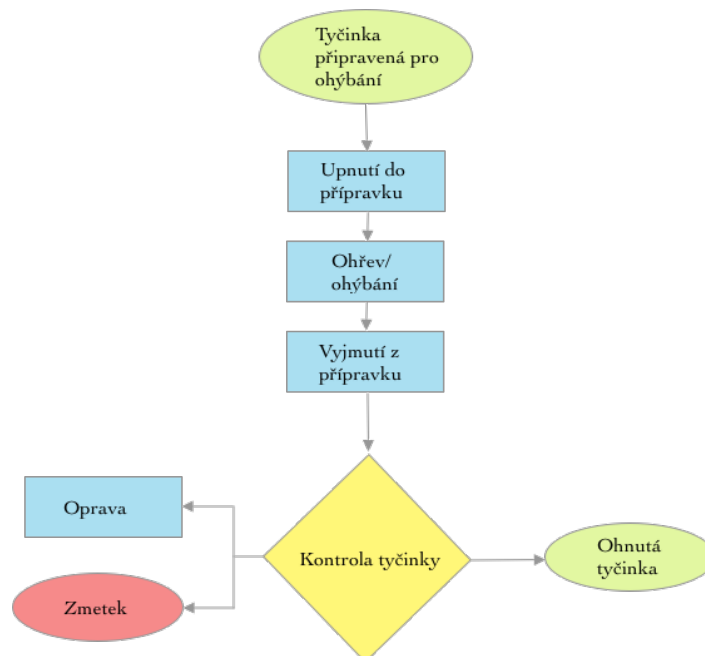
Obrázek 11 Sada dentálních tyčinek (vlastní zpracování)

8 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

V následující kapitole bude nastíněn současný stav výrobních dílen, které vyrábí výrobek *Demetron*. Bude provedena FMEA procesu ohýbání, Ishikawa diagram, procesní analýza a prostorové uspořádání pracoviště.

8.1 FMEA procesu ohýbání

Proces ohýbání tyčinky bude v této kapitole znázorněn vývojovým diagramem viz. Obr. 11 a pomocí analýzy vad metodou FMEA, viz. Tabulka 5. Toto operaci provádí jeden zaměstnanec za pomoci seřízení stroje operátorem.



Obrázek 12 Vývojový diagram procesu ohýbání
(vlastní zpracování)

Na základě kritických ukazatelů zmetkovosti ve výrobě při ohýbání dentálních tyčinek byla vypracována FMEA procesu ohýbání, která podrobně rozebrala jednotlivé kroky procesu, a pomocí ní stanovila možné vady, následky a také možné příčiny vzniku, které jsou zobrazeny detailně i na Obr 13. Za nejčastější vadu lze považovat prasknutí, nebo úplné roztržení skla, podstatnou roli zde hraje seřízení stroje, způsobilost obsluhy a také dodávaný materiál, který není dostatečně vhodný pro současné zastaralé zařízení.

Analýzou FMEA byla zkoumána tři hlediska: dopad na koncového zákazníka, výskyt vady ve výrobě a pravděpodobnost odhalené vady. Součinem těchto hodnot bylo vypočítáno

rizikové prioritní číslo, které určuje míru rizikovosti ve výrobě. Tento propočet a charakteristika je popsána v kapitole 4.3.

V tomto případě na základě ukazatelů v Tab. 5 nejčastější vady vznikají špatným seřizením stroje a jeho nezpůsobilostí, přičemž možnou příčinou těchto nedostatků je buď nezpůsobilost zaměstnance v oblastech nastavení stroje, nebo nedostatečná kontrola seřízení. Vysoké rizikové prioritní číslo se objevilo také v samotné oblasti procesu ohýbání, z čehož následně vyplývá, že se jedná o zastaralé zařízení, které není schopno přizpůsobit se okolním podmínkám, kupříkladu klimatizaci, prachu, či ventilaci.

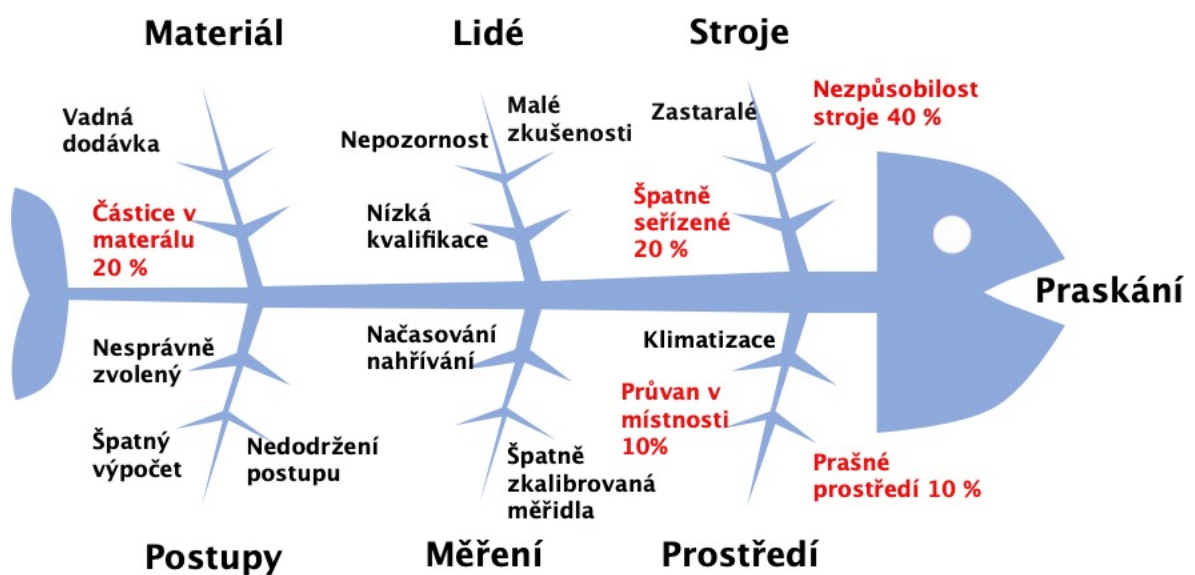
Tabulka 5 FMEA procesu ohýbání (vlastní zpracování)

Proces	Možné vady	Možné následky vady	Možná příčina vady	Stávající stav				Doporučená nápravná opatření	Odpovídá	
				Plánovaná kontrola opatření	Vz	Vy	Od			RP N
Nastavení stroje	špatné nastavení	prasknutí, bubliny	nezpůsobilost zaměstnance	kontrola seřízení stroje	9	6	8	432	Proškolení zaměstnance	Technolog
	nezpůsobilost stroje	roztříštění	zastaralé zařízení	kontrola seřízení stroje	10	5	8	400	Retrofit stroje, investice do nového stroje	Operátor
Upnutí do přípravku	vypadnutí obrobku	roztříštění	Nízká kvalifikace zaměstnance, špatně zvolený postup	kontrola správného upnutí	10	3	10	300	Zvýšení kvalifikace	Operátor
Ohřev/ohýbání	nekalitní materiál	překroucení skla, prasknutí, roztříštění, bublina	částice v materiálu, vadná dodávka	kontrola mikročástic v materiálu	8	7	7	392	Modernější technologie	Operátor
	okolní podmínky	prasknutí, roztříštění	Prašné prostředí, průvan v místnosti	zavření oken v místnosti, vypnutí klimatizace	10	6	8	480	Modernější technologie, umístění stroje v samostatné místnosti	Operátor
vyjmutí z přípravku	upustění výrobku	prasknutí, poškrábání	popálení ruky, nízká kvalifikace, malé zkušenosti	kontrola teploty výrobku	6	3	10	180	Důraz na opatrnost s křehkým materiálem	Operátor
Kontrola/měření	nevyhovující rozměry/úhel	nutná oprava	nízká kvalifikace, malá zkušenost zaměstnance	přeměření výrobku	4	2	5	40	Vyšší důraz na kontrolu kvality	Operátor

8.1.1 Ishikawa diagram

V závislosti zkoumaných vad při výrobě dentálních tyčinek bylo vytvořeno schéma příčin a následků pro potvrzení nedostatků v oblastech kvalifikace pracovníků, způsobilosti stroje a materiálu, vlivem těchto problematických oblastí vzniká nespočet zmetků v podobě prasknutí skla.

Problematika praskání dentálních tyčinek při ohýbání zobrazená v diagramu níže určuje pět hlavních nedostatků, které tento problém zapříčiňují, většinu z nich by byla společnost schopná ovlivnit, ovšem v současné době nedisponuje vhodnými stroji, řešící současnou problematiku. Co se týče špatného seřízení nebo nesprávně zvoleného postupu je potíž v individuálnosti dodávce, dodávaný materiál má pokaždé specifický charakter a k tomu je třeba přihlížet při seřizování stroje. Stroj se musí denně nastavovat tak, aby byl v souladu s dodaným materiálem, ovšem ten se každou zakázkou mění. Při operaci ohýbání dentálních tyčinek hraje mnoho faktorů na bezchybné provedení, nežádoucí je také prašné prostředí nebo průvan v místnosti.



Obrázek 13 Schéma příčin a následků – praskání dentálních tyčinek (vlastní zpracování)

Výše vyobrazený Obr. 13 vykazuje mnoho příčin, které je potřeba brát v potaz při ohýbání dentálních tyčinek, ne všechny jsou však momentálně pro firmu splnitelné. Částice v materiálu nejsou vždy viditelné a v současné době společnosti nedisponuje měřidlem, které by bylo schopné je odhalit před započítáním zpracování metrového zboží. Co se týče dodávky, jediným dodavatelem skla pro výrobu je mateřská společnost SCHOTT AG, Mainz, tudíž tento nedostatek nelze napravit změnou dodavatele.

Největší procentuální představuje nezpůsobilost stroje. Jedním z možných řešení je tzv. retrofit stroje nebo zcela nový stroj pro ohýbání, který by pomohl zmetky i vady eliminovat. Je potřeba velmi přesného seřízení medií vzduch, plyn, kyslík, které současné zařízení neumožňuje. Zároveň by zde pomohla termokamera, která umožňuje snímat a kontrolovat nahřátí tyčinky na konkrétní teplotu

8.2 Zmetkovost ve výrobě

Během fiskálního roku 2019/2020 společnost zaznamenala doposud pět zakázek na požadovaný výrobek *Demetron*. Výrobní zakázky byly v rozmezí od 600-1500 kusů. Celkem se doposud za poslední fiskální rok vyrobilo 4760 kusů tohoto druhu z nichž 1014 skončily jako zmetky. Na základě těchto dat, byl proveden rozbor zmetků. V Tab. 6 je zobrazeno, které vady mohou při výrobě nastat a zároveň, na kterém pracovišti se chyba může vyskytnout.

Největší zastoupení činí prasknutí výrobku, což potvrdila i výše zpracovaná FMEA ohýbání dentálních tyčinek. V procesu se nachází příliš mnoho negativně rušivých elementů, které zachycuje Obr. 13. Z přehledu zmetkovosti je možno vyčíst, že více než 60 % zmetků je tvořeno právě na pracovišti ohýbání, kde může vzniknout jak bublina ve skle, tak úplné znehodnocení v podobě prasknutí skla.

Další podstatnou část v přehledu tvoří odlupy, taková vada vzniká z pravidla na pracovišti fasetování, jedná se o vadu odloupení skla na hraně tyčinky, pokud se jde o pouze o odloupené mikročástice, lze je přebroušením zcela vyhladit a dále pokračovat ve výrobním procesu.

Za nepřijatelné závady se dále považuje i poškrábaný kus, neodpovídající délka nebo fleky na skle výrobku, jehož vizuální podklad je zobrazen v příloze P V.

Tabulka 6 Přehled zmetkovosti (vlastní zpracování, SCHOTT CR, s.r.o., 2020)

		Fiskální rok 2019/2020					Celkový součet
		40	42	45	7	4	
Výrobní zakázka (ks)		1 318	1 500	650	633	659	4 760
Dobré kusy		965	1 116	569	550	546	3 746
Vadné kusy		353	384	81	83	113	1 014
Výskyt v procesu							
Bubliny	ohýbání	54	43	4	15	35	151
Prasklé	ohýbání	220	189	25	66	52	552
Škráby	broušení, fasetování	4	5	4	1	2	16
Odlupy	fasetování	42	40	9	0	11	102
Délka	broušení, ohýbání	30	83	15	0	0	128
Fleky		2	7	1	1	0	11
Ostatní		1	17	23	0	13	54
Zmetky celkem %		26,78%	25,60%	12,46%	13,11%	17,15%	21,30%

8.3 Procesní analýza

Procesní analýza je další metodou, která popisuje postup výroby dentálních tyčinek detailně. Tato analýza byla zpracována v termínu únor 2020. Smyslem analýzy ve společnosti SCHOTT CR, s.r.o. bylo identifikovat procesní a informační toky ve firmě, především k analýze míst, které jsou kritické, identifikace těchto míst a jejich následné odstranění. Procesní analýza byla dále prováděna za účelem zjištění, které procesy přidávají hodnotu a které naopak ne. Takové procesy je třeba eliminovat, s tím souvisí také nákladová analýza, která zkoumá nepotřebné činnosti, které je třeba odstranit ke snížení nákladů na proces. Jednou z těchto činností, nepřidávající hodnotu je nadbytečná manipulace a transport materiálu, který je podrobněji zobrazen na Obr. 14 v podobě špagetového diagramu.

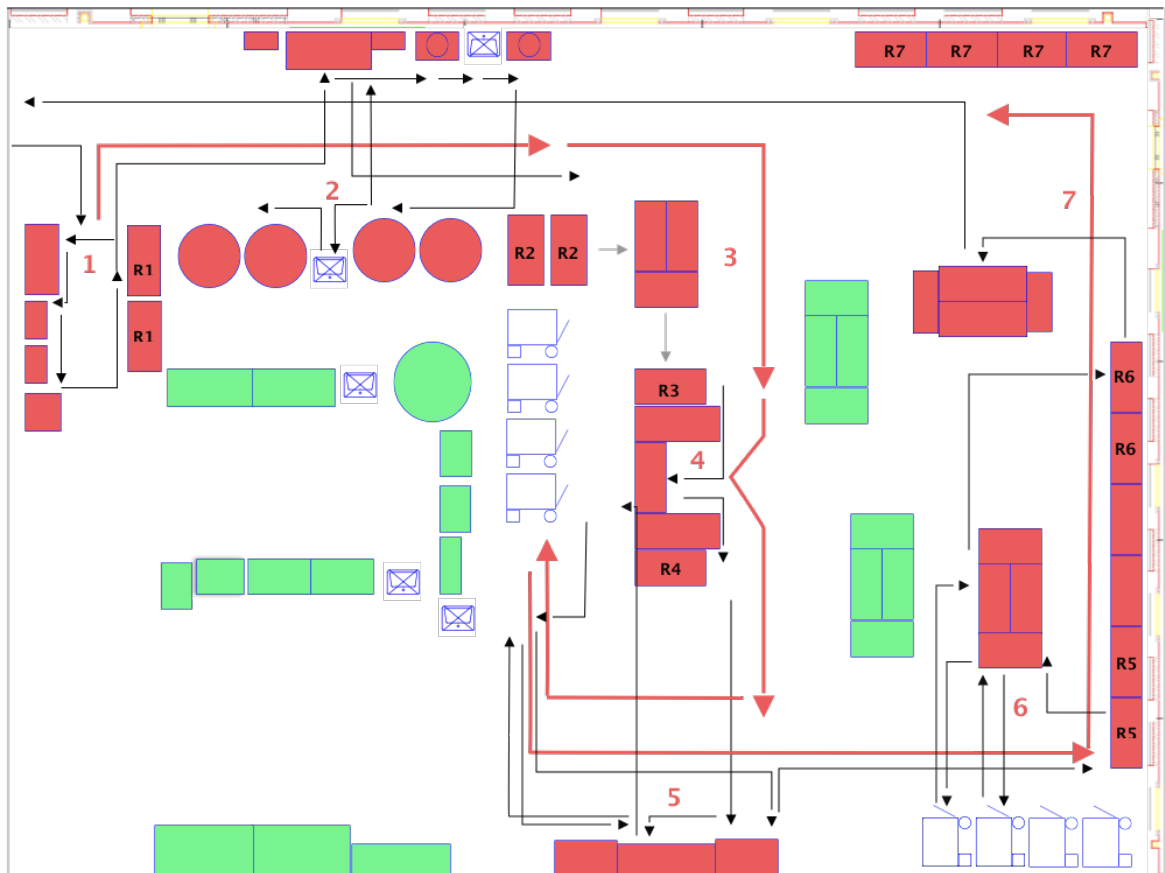
Tabulka 7 Shrnutí procesní analýzy (vlastní zpracování)

		Operace	Transport	Kontrola	Skaldování	Čekání	Vzdálenost (k)	Doba trvání (min)	Doba trvání (hod)	Počet pracovníků
Celkem	Četnost	19	13	3	1	5				11
	Čas	4852	11,7	520	20	1020		6426,7	107,112	
	Vzdálenost	38	125	4	54	18	239			

Podobně jako u popisu výrobního procesu je výroba rozdělena do 8 pracovišť, která jsou již rozebrána v popisu výroby, ovšem celkový počet činností včetně transportu, kontroly, skladování a čekání je 41 činností. Výroba probíhá na základě zakázky (1000 kusů), tyto kusy jsou přenášeny v plastových trayích po 40 kusech, během výroby se přenášejí ručně, což je jedním z viditelných problémů ve výrobě. Ze 41 činností je vykonáváno 19 operací, 13 transportů, 5 čekání na výkon procesu stroje a 1 uskladnění finálního produktu. V procesní analýze jsou vyznačeny 3 kontrolní operace, které mají zamezit plynutí vadných kusů na následující pracoviště a tím zamezit zbytečné výrobě.

Na výrobě 1000 kusů se podílelo 11 pracovníků, celkový výrobní proces trval 14 dní. Nejdelší operaci zaujímá právě proces ohýbání a fasetování, na který je bakalářská práce koncentrována. Výsledky procesní analýzy jsou znázorněny v Tab. 7 a celková procesní analýza je zobrazena v příloze P I.

8.4 Prostorové uspořádání a materiálový tok výrobku



Obrázek 14 Špagetový diagram (vlastní zpracování)

LEGENDA:

Červená: pracoviště výroby dentálních tyčinek **Zelená:** pracoviště výroby endoskopů

Obr. 14 zobrazuje materiálový tok výrobku a pohyb pracovníků mezi jednotlivými stroji. Diagram zároveň zachycuje layout neboli prostorové uspořádání strojů na pracovišti. V příloze P II. *Špagetový diagram* je k nahlédnutí zobrazení diagramu ve velikosti A4 pro větší srozumitelnost. Tento diagram odhaluje také nadbytečný pohyb, a to i mimo pracoviště. Zároveň díky diagramu zobrazíme prostor, ve kterém se proces zdržuje a nastává plýtvání, proto bylo na základě těchto omezení navrženo nové uspořádání, které je k nahlédnutí v příloze P III.

Při pozorování bylo naměřeno celkem 194 kroků. Vyšší efektivity je možno dosáhnout u pracoviště broušení a leštění (2), kde je příliš mnoho přesunů a pohybu. Složitost procesu je neopomenutelná ani u lepení ferulí (6), ovšem kvůli opakovatelnému tvrzení lepidla v peci není možno přizpůsobit layout k vyšší plynulosti a efektivitě. Kritickou oblastí jsou také operace u černění dentálních tyčinek (5), výrobní proces se zde nadměru kříží a pracovní

základna je bezúčelně daleko od pecí a umyvadel. Ke změně layoutu přispívají i nežádoucí linky na výrobu endoskopů, které jsou v diagramu 14 zobrazeny zeleně mezi linkami 3 a 7, 5 a 6. V nově zobrazeném návrhu je pracoviště seskupeno lineárně za sebou, výroba se nekříží s výrobou odlišného produktu. Nově layout, který se zaměřuje na seskupení souvislých pracovišť k sobě a jejich organizaci tak, aby linky navazovaly.

Díky návrhu nově zvoleného layoutu, došlo ke snížení vzdáleností mezi linkami, což vedlo k úspoře 27 kroků. Návrh nového layoutu koncentruje stroje do plynulého toku, kde se nemísí více výroben v jednom pracovním prostoru, tudíž je snazší se v něm zorientovat a přizpůsobit tak výrobu a tok materiálu.

Pracoviště na výrobu endoskopů byla koncentrována na okraj výrobní plochy v blízkosti broušení a leštění endoskopu. Hlavní změnu představuje přesun linky černění neboli temperování tyčinek. Smyslem nového návrhu je sjednotit pracoviště a vytvořit plynulý tok zakázky.

8.5 Skladování zásob

Sklad zásob je situovaný o patro níž, než samotná výroba tyčinek, tento problém spojený se vzdáleností skladu od výroby je opatřený výtahem. Ten se nachází jak blízko skladu, tak o patro výš i s výrobní halou. U zakázek, které firma predikuje jako stálé a časté, společnost disponuje velkými skladovacími zásobami. Jedná se o 90 %, tedy o absolutní většinu potřebného materiálu, zbytek firma objednává podle potřeby jen pro takové výrobky, které se vyrábí jen ojediněle. Jelikož společnost vyrábí systémem *push*, je toto skladování a zásobování očekávaným přístupem.

8.6 Testování nového stroje

Koncem roku (prosinec 2019) byl zakoupen nový stoj značky *EATON*, jehož ukázka je zobrazena v příloze P IV. Stroj je určený k fasetování dentálních tyčinek, který nahradil stroj starší. Na základě koupě bylo provedeno testování nového fasetovacího stroje, který společnost nakoupila vzhledem k vyšší zmetkovosti na tomto pracovišti. Testování bylo zaměřeno na maximální možné otáčky při vytváření fasety na výrobku. Dentální tyčinka se liší svým průměrem z každé strany, vrchní část je o průměru 8 cm, kdežto ta spodní o průměru 13 cm. Ověřované rychlosti byly 20, 30 a 40 otáček/s. Testováno bylo celkem 150 kusů, každá tyčinka z obou stran při rozdílných průměrech. V Tab. 8, je vidno, že

optimální počet otáček je 40. Tato rychlost eliminuje zmetkovost a zároveň zrychluje výrobu.

Tabulka 8 Testování maximálních otáček fasetovacího stroje (vlastní zpracování)

Průměr artiklu	Max. otáčky	Testováno	OK	NOK	Komentář (doba trvání)
8	20	50	48	2	8-10 s (nepřesné)
13	20	50	48	2	12-15 s (nepřesné)
8	30	50	49	1	4-6 s
13	30	50	49	1	7-9 s
8	40	50	50	0	4-5 s
13	40	50	50	0	5-6 s
Celkem		300	294	6	

Nejnižší otáčky, tedy 20 otáček/s se vyznačovaly nepřesnou fasetkou. Počet kusů s nepřesnou fasetkou v tabulce není uveden, nejednalo se totiž o zmetky, kusy se musely pouze vrátit zpět k přebroušení a přešetření.

Přestože v kapitole 8.2, Tab. 6 není příliš vysoká zmetkovitost (2,14 % z celkové výrobní zakázky) na pracovišti fasetování, nový stroj vykazuje lepší předpoklady na zlepšení výrobního procesu. Stroj starý byl již opotřebovaný, nevykazoval sice vysokou zmetkovitost, avšak doba trvání byla podstatně delší, a to vlivem malé drsnosti fasetovacího přípravku. Cílem testu bylo osvědčení nového stroje. Nový stroj pracuje s větší přesností a s kratší dobou trvání než ten předchozí.

9 ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU

V úvodu praktické části byl stručně popsán koncern SCHOTT CR, s. r. o. Valašské Meziříčí, bylo popsáno i výrobní portfolio, kterým podnik disponuje a organizační struktura divize Lighting and Imaging. Dále byla popsána montáž jednotlivých pracovišť a náplň práce zaměstnanců.

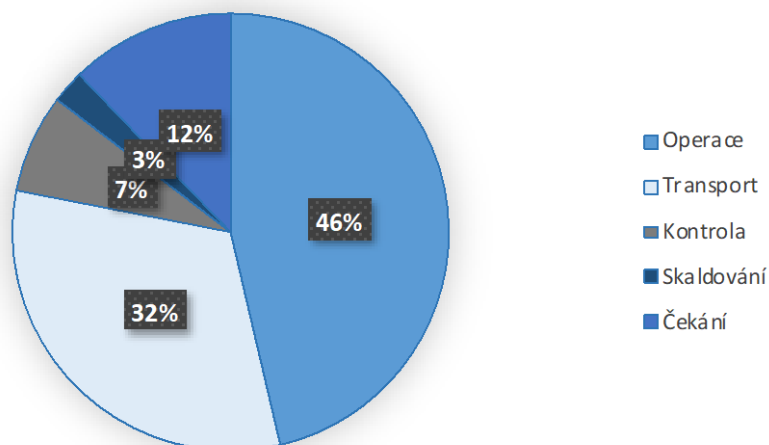
Následovaly analýzy současného stavu pomocí metod uvedených v kapitole 8 této bakalářské práce, vlastních zkušeností a prostředků získaných působením ve firmě. Prvním krokem bylo provedení SWOT analýzy společnosti. Tato metoda zhodnotila silné a slabé stránky, tedy interní a externí faktory, kterými jsou příležitosti a hrozby. Dále bylo představeno pracoviště formou layoutu a také detailní popis montáže dentální tyčinky. Tok materiálu byl doplněn o *Spaghetti diagram*, který podotkl na zbytečné přesuny mezi pracovišti. Tokem materiálu se také zabývala procesní analýza, která byla provedena za účelem zjištění, které činnosti přidávají hodnotu, a které naopak ne.

9.1 Zjištěné nedostatky výrobního procesu

Na Obr. 15 jsou předloženy informace, které byly zjištěny pomocí procesní analýzy. Bylo zjištěno, že největší část procesu tvoří operace, a to 46 %. Nepatrnou a zcela minimální součást zaujímá kontrola a uskladnění. Ovšem další podstatnou část tvoří transport 32 % a čekání 12 % v níž je započítáno i temperování tyčinek, které trvá až 5 h. To probíhá v noci, nelze to tedy považovat za zdržování provozu, je však nutné brát v potaz možný výpadek elektrické sítě, který může narušit plynulý průběh procesu temperování.

Obrázek 15 % podílu činností při výrobě (vlastní zpracování)

% podíl činností ve výrobě



Další čekací prodlevu zaujímá proces broušení a leštění, jelikož se jedná o výrobu v dávkách je takové čekání eliminováno kontrolou dalších výrobků, seřazení strojů nebo mytí a čištění vybroušených a naleštěných kusů.

9.1.1 Nevhodné uspořádání strojů

Stroje jsou uspořádány dílensky, tedy nejsou seřazeny podle technologického postupu. Může se tedy stát, že pracovník musí obrobek přenést z jedné části výrobní haly do druhé, zejména při opravě kusů. S tímto nevhodným uspořádáním souvisí i ergonomie pracovníků. Polotovary nejsou převáženy pomocí vozíku, ale jsou přenášeny ručně do regálů k příslušnému pracovišti. Tento problém může mít za následky pracovní úraz z důvodu špatné stability pracovníka. Jelikož se jedná o velmi křehké zboží ze skla, není vyloučeno ani poškození obrobku. Nevhodné uspořádání strojů zapříčiňuje i vysoký podíl transportu a manipulace uvedený v procesní analýze, tedy 32 % z celkového výrobního procesu.

9.1.2 Vizualizace a organizace skladování

Na výrobních plochách, převážně na stolech a v regálech nejsou označeny místa k odkládání trayů. Tyto traye jsou často na stolech skládány přes sebe, a to s různou formou rozpracovanosti, například tray se zmetky je shromážděn na stejném místě jako rozpracované kusy či kusy na opravu. Takové skladování může zapříčinit nepřehlednost ve výrobě nebo například sesypání a znehodnocení polotovarů.

9.1.3 Nezpůsobilost stroje na ohýbání tyčinek

Proces ohýbání představuje s každou změnou sortimentu důkladné přenastavení stroje, tedy parametrů plamene, který se skládá ze tří vstupních médií, vzduch, plyn a kyslík. Komplexnost nastavení stroje je důležitou příčinou vzniku zmetků.

Kvalita nastavení plamene má vliv na vznik vad a zmetků, ale také na dobu ohřevu, která je ovlivněna průměrem tyčinky. Velikou roli zde hraje i způsobilost obsluhy, protože nastavení parametrů a doba ohřevu se každým kusem mírně liší i v rámci jedné zakázky.

Nový stroj by velmi usnadnil manipulaci s materiálem, nemusela by se příliš detailně kontrolovat kvalita materiálu a zároveň by stačila nižší kvalifikace obsluhy.

10 NÁVRH NA ZLEPŠENÍ VÝROBNÍHO PROCESU

Výroba dentálních tyčinek se oproti jiným výrobám v divizi vyznačuje velkým množstvím oprav. Zefektivnění a optimalizace pracovního postupu může přispět k eliminaci chyb a současně zmetkovosti. Z množství faktorů, které ovlivňují kvalitu a produktivitu výroby byly na základě provedených analýz zjištěny čtyři nedostatky.

10.1 Zabezpečení plynulé temperace

Z procesní analýzy (Kap. 8.3) bylo zjištěno nadměrné čekání, které činilo 17 h z celkové výroby, velkou míru zde zaujímá temperace, což představuje 30 % z celkového čekání. Vzhledem k produkovanému pachu během činnosti je prováděna v noci za nepřítomnosti pracovníků, což zároveň způsobuje ztrátu kontroly nad procesem. Příkladem mohou být mikrovýpadky elektrické sítě, které mohou zapříčinit ukončení temperace nebo její restart. Důsledkem této situace je zvýšené riziko čekání. Restart stroje by byl proveden až začátkem směny, což by způsobilo navýšení čekání o 5 h, tedy o 30 %. Eliminace rizika nekontrolovatelného výpadku elektrické sítě může zajistit *záložní zdroj*, který zabezpečí plynulý průběh temperace a zároveň zavrhne potenciální zvýšení doby čekání, která by mohla nastat při výpadku sítě.

10.2 Štíhlý layout

Analýzou výrobního toku materiálu byl vytvořen nový návrh uspořádání strojů, kde nedochází ke křížení dvou pracovních postupů v pracovním prostoru. Druhým důvodem relayoutu byl nadměrný počet manipulačních operací, procesní analýza zaznamenala necelých 32 %, vytvořením nového uspořádání se manipulace snížila na 26 % a zároveň došlo k úspoře kroků o 14 %. Podrobný návrh je vyobrazený v příloze P III a P VI. Zkoumaným materiálovým tokem jsem došla také k návrhu opatření, týkající se ergonomie pracovníků. Polotovary jsou ve výrobě přenášeny ručně, nikoliv na vozících. Důsledkem špatné stability pracovníka může být jak pracovní úraz, tak znehodnocení skleněného výrobku. S ručním přenášením polotovarů se také pojí špatné skladování na pracovní ploše. Pracoviště s nejvyšším počtem zmetků, tedy oblast fasetování a oblast ohýbání dentálních tyčinek nedisponuje prostornou pracovní plochou, kde dochází k hromadění trayů skládáním na sebe. Opatřením pro bezpečné ukládání polotovaru jsou dané standardy pro ukládání skleněných výrobků, popřípadě zásuvky či plastové zábrany, chránící před sesuvem

materiálu. V příloze P III byly návrhem nového layoutu k pracovištím přidány stoly i regály k přehlednějšímu uložení polotovaru.

10.3 Zhodnocení navrhovaného řešení

Sestavením FMEA analýzy byla zobrazena nejrozšířenější oblast vzniku zmetků a pomocí Ishikawa diagramu byly zvýrazněny nejčastější příčiny tvorby zmetků. Vlivem komplexnosti nastavení a seřízení stroje se nabízejí dvě varianty, jak zjednodušit proces ohýbání tyčinek a také eliminovat zmetky. První možnou variantou je tzv. retrofit stroje a druhou možnou variantou je investice do zcela nového stroje.

10.3.1 Varianta A – retrofit stroje

Náklady spojené s opravou stroje, která je pro eliminaci zmetků nutná, představuje koupi nové upínací hlavy, regulátoru teploty, hnací jednotky, ventilů, hořák a jednotku automatické nastavení směsi. Cena v Tab. 9 zahrnuje ceny součástí i jejich výměnu. Opravou stroje je možno ročně ušetřit 635 600 Kč. Tato částka vychází primárně z úspory zmetků, předpokládá se, že oprava stroje zaručí vyšší přesnost nastavení směsi a obezřetnější práci s materiálem.

Tabulka 9 Investice do opravy stroje a roční úspory
(vlastní zpracování)

Nákladové položky	Cena bez DPH
Upínací hlava	160 000 Kč
Regulátor teploty	245 000 Kč
Hnací jednotka	2 500 000 Kč
Ventily	350 000 Kč
Automatizované nastavení směsi	1 350 000 Kč
Hořák	1 150 000 Kč
Montáž	20 000 Kč
Celkem	5 775 000 Kč
Úspory	Částka
Snížení nákladů na zmetky	635 600 Kč

Odhad doby návratnosti vynaložených nákladů = $5\,775\,000 / 635\,600 = 9,08$ let

Z výpočtu vyplývá, že náklady spojené s opravou ve výši 5 775 000 Kč, se společnosti vrátí za více než 9 let. Nicméně tato investice do nových součástí stroje je přijatelnější než nákup zcela nového stroje.

10.3.2 Varianta B – nákup nového stroje

Vzhledem k tomu, že v tomto roce není plánovaná koupě nového ohýbajícího stroje, varianta B je hrubou kalkulací, která bude předmětem projektu do dalších let a bude zpracována podrobněji. Cena nového Poloautomatického stroje se může pohybovat v rozmezí 10 000 000 až 12 000 000 Kč, záleží na mnoha faktorech a individuálních požadavcích společnosti.

Tabulka 10 Investice do nového stroje a roční úspory
(vlastní zpracování)

Nákladové položky	Cena bez DPH
Poloautomatizovaný stroj na ohýbání dentálních tyčinek	12 000 000 Kč
Celkem	12 000 000 Kč
Úspory	Částka
Snížení nákladů na zmetky	635 600 Kč

Odhad doby návratnosti této investice $12\,000\,000/635\,600 = 18,87$ let

Z výpočtu v Tab. 10 vyplývá, že tato investice se počítá v řádech milionů, jehož návratnost se odhaduje na necelých 19 let. Z tohoto důvodu se společnost zaměřuje na jiné strategické investice v jiných oblastech.

V příloze P VII je zobrazeno finanční zhodnocení investice do ohýbacího stroje. Investicí se předpokládá snížení zmetkovosti je možné z 20 % na 10 %, což je celkem o 1813 zmetkových kusů ročně méně. Cena dentálních tyčinek se v přepočtu pohybuje okolo 400–500 Kč/kus. Jednodušší varianty jsou ohodnoceny 100–200 Kč/kus, oproti tomu komplikovanější výrobky se mohou vyšplhat až na 900 Kč/kus. Investicí do stroje, v tomto případě investicí do opravy se předpokládají úspory v hodnotě 635 600 Kč/rok.

ZÁVĚR

Předmětem této bakalářské práce bylo analyzovat proces ve společnosti SCHOTT, Lighting and Imaging, s.r.o. a navrhnout opatření vedoucí ke zlepšení výrobního procesu. Zefektivnění výrovy a optimalizace výrobního procesu je komplexní disciplínou, která vyžaduje plnou pozornost při testování všech analýz. Hlavním cílem bylo analyzovat současnou situaci ve společnosti a na tomto základě navrhnout opatření vedoucí ke zlepšení celkového procesu.

V teoretické části byly definovány základní pojmy z oblasti řízení výroby, organizace výrobního procesu a produktivity, dále byly zmíněny nástroje vedoucí k optimalizaci a zefektivnění procesu. Poznatky z teoretické části sloužily jako podklad pro zpracování praktické části.

V praktické části byla představena společnost a její výrokové portfolio, byly určeny silné a slabé stránky společnosti v podobě SWOT analýzy a byla zpracována analýza současného stavu kritických oblastí. Pro celkový obraz o průběhu výroby byl vypracován špagetový diagram, sloužící k detailnímu zobrazení materiálového toku. Podstatnou část tvořila také procesní analýza, pomocí které byly zjištěny kritické oblasti čekání ve výrobním procesu a FMEA analýze, která odhalila proces s nejvyšší zmetkovostí. Příčiny této problémové oblasti byly definovány z diagramu příčin a následků a s jejich pomocí bylo navrženo opatření k eliminaci, které by měly vést k zefektivnění výroby.

Z provedení analýz vyplynulo několik nedostatků. Mezi ty největší se řadí vysoká zmetkovost při ohýbání dentálních tyčinek, nedostatečný pracovní prostor na kritických pracovištích, nebezpečný transport polotovarů a nedostatečné opatření proti výpadku elektrické sítě při procesu temperování v noci.

Na tyto oblasti byla zaměřena analytická část, ve které byly jednotlivé návrhy na zefektivnění výroby zpracovány. Veškeré změny je třeba promítnout ve výrobním procesu, z tohoto důvodu byly vytvořeny pouze návrhy na patřičné změny pracovních postupů pro jednotlivé výrobní oblasti, dále také změny v oblasti standardizace a transportu.

Zpracování této bakalářské práce mi umožnilo vytvořit si komplexní obraz o výrobním procesu společnosti SCHOTT, Lighting and Imaging, s.r.o. a o průmyslovém inženýrství obecně, což mi přinese mnoho výhod pro výkon budoucí profese.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BAUMGARDNER, Dwane a Russell SCAFFEDE. 2020, *The leadership roadmap: people, lean, and innovation*. Second edition. New York, NY: Routledge, Taylor & Francis Group, 190 s. ISBN 978-1-138-31504-4.

In: ČEVELOVÁ, Magdaléna. 2011, *SWOT analýza*, Cevelova [online]. [cit. 2020-03-11]. Dostupné z: <https://www.cevelova.cz/proc-swot-analyza/>.

GROS, Ivan. 2016, *Velká kniha logistiky*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 507 s. ISBN 9788070809525.

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, 116 s. ISBN 9788081540585.

CHROMJAKOVÁ, Felicita, David TUČEK a Roman BOBÁK. 2017, *Projektování výrobních procesů pro Průmysl 4.0*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 105 s. ISBN 9788074546808.

CHROMJAKOVÁ, Felicita. *Procesní inovace* [přednáška]. Zlín. Univerzita Tomáše Bati. 21. října 2019.

JANIŠOVÁ, Dana a Mirko KŘIVÁNEK. *Velká kniha o řízení firmy: [praktické postupy pro úspěšný rozvoj]*. Praha: Grada, 2013, 394 s. ISBN 9788024743370.

JANUŠKA, Martin. *Úvod do operativního řízení podniku*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2018, 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. Expert. ISBN 9788024757179.

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

KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. 2012, *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3., dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck, 153 s. C.H. Beck pro praxi. ISBN 9788071793199.

KMOŠEK, Petr. 2018, *Špagetový diagram*. *Kmosek* [online], [cit. 2020-03-23]. Dostupné z: <https://www.kmosek.com/slovník/pojem/spagetovy-diagram/>.

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. 2006, *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 237 s. Management studium. ISBN 8086851389.

KUCHARČÍKOVÁ, Alžbeta. 2011, *Efektivní výroba: využijte výrobní faktory a připravte se na změny na trzích*. Brno: Computer Press, 344 s. ISBN 9788025125243.

MACUROVÁ, Lucie, Kvality ve výrobě a její nástroje [přednáška]. Zlín. Univerzita Tomáše Bati. 10. října 2019.

NENADÁL, Jaroslav. 2016, *Systémy managementu kvality: co, proč a jak měřit?* Praha: Management Press, 302 s. ISBN 9788072614264.

O společnostech SCHOTT v České republice. ©2019. Schott [online]. [cit. 2019-11-08]. Dostupné z: https://www.schott.com/czechia/czech/company/about_local.html.

O společnostech SCHOTT ve Valašském Meziříčí. ©2019. Schott [online]. [cit. 2019-11-08]. Dostupné z: https://www.schott.com/czechia/czech/company/valasskem_mezirici.html

Obchodní jednotky. ©2019. Schott [online]. [cit. 2019-11-08]. Dostupné z: https://www.schott.com/czechia/czech/company/business_units.html

In: ROSER, Christoph. 2018, *Ishikawa diagram*. Allaboutlean [online]. [cit. 2020-04-05]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/fishbone-diagrams-and-mind-maps/>.

SAUER Tomáš, Projekt zefektivnění výrobního procesu ve společnosti Schott Flat Glas CR, s.r.o. Zlín, 2015. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta managementu a ekonomiky. Vedoucí práce Michal Pivnička Ing. Ph.D. Dostupné z: https://stag.utb.cz/portal/studium/prohlizeni_DP_TomášSauer_2015.pdf.

SCHUTTA, James T. c2006, *Business performance through lean six sigma: linking the knowledge worker, the twelve pillars, and Baldrige*. Milwaukee, Wisconsin: ASQ Quality Press, 307 s. ISBN 9780873896580.

SKORKOVSKÝ, Jaromír, 2016. *Produktivita výroby a výkonnost podniku*. *Automa* [online]., 2005(10) [cit. 2020-02-18]. Dostupné z: https://automa.cz/cz/casopis-clanky/produktivita-vyroby-a-vykonnost-podniku-2005_10_30708_553/ ISSN 1210-9592.

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

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

Veřejný rejstřík a sbírka listin. 2019. Justice [online]. [cit. 2019-11-15]. Dostupné z: https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik-firma.vysledky?subjektId=430680&typ=UPLNY_

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
DMAIC	Define – Measure – Analyze – Improve – Control
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
JIT	Just in Time
PDCA	Plan – Do – Check – Act
PI	Průmyslové inženýrství
s.	Strana
s.r.o.	Společnost s ručením omezeným
SWOT	Strengths – Weaknesses – Opportunities – Threats

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Výrobní proces (Keřkovský, Valsa, 2012, s.3)	14
Obrázek 2 Prvky štíhlé výroby (Košturiak, Frolík, 2006, s. 23)	18
Obrázek 3 Štíhlý podnik (Jurová, 2016, s. 245)	20
Obrázek 4 Trojdimenzionální rozměr průmyslového inženýrství (Chromjaková, 2013, s. 6)	24
Obrázek 5 Ishikawa diagram (Roser, 2018)	29
Obrázek 6 Rozložení výroby společnosti SCHOTT celosvětově (Sauer, 2015)	34
Obrázek 7 Ukázka výrobku polymerační lampy v praxi (Demanent, 2020)	36
Obrázek 8 Organizační struktura divize Lighting and Imaging (vlastní zpracování).....	37
Obrázek 9 Temperovaná tyčinka (vlastní zpracování)	42
Obrázek 10 Tok výrobku (vlastní zpracování)	43
Obrázek 11 Sada dentálních tyčinek (vlastní zpracování).....	44
Obrázek 12 Vývojový diagram procesu ohýbání (vlastní zpracování).....	45
Obrázek 13 Schéma příčin a následků – praskání dentálních tyčinek (vlastní zpracování).....	47
Obrázek 14 Špagetový diagram (vlastní zpracování)	50
Obrázek 15 % podílu činností při výrobě (vlastní zpracování)	53

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Porovnání vlastností výrobních procesů dle objemů výroby (vlastní zpracování, Januška, 2018, s. 60).....	17
Tabulka 2 SWOT analýza (vlastní zpracování, Čevelová, 2011).....	30
Tabulka 3 Cíle jednotlivých kroků DMAIC (Svozilová, 2011, s. 90).....	31
Tabulka 4 SWOT analýza společnosti SCHOTT CR, s.r.o. (vlastní zpracování)	39
Tabulka 5 FMEA procesu ohýbání (vlastní zpracování)	46
Tabulka 6 Přehled zmetkovosti (vlastní zpracování, SCHOTT CR, s.r.o., 2020).....	48
Tabulka 7 Shrnutí procesní analýzy (vlastní zpracování).....	49
Tabulka 8 Testování maximálních otáček fasetovacího stroje (vlastní zpracování)	52
Tabulka 9 Investice do opravy stroje a roční úspory (vlastní zpracování)	56
Tabulka 10 Investice do nového stroje a roční úspory (vlastní zpracování)	57

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Procesní analýza

Příloha P II: Špagetový diagram

Příloha P III: Návrh nového layoutu

Příloha P IV: Ukázka nového fasetovacího stroje EATON

Příloha P V: Ukázka zmetků dentálních tyčinek

Příloha P VI: Snížení manipulace a transportu vlivem nového layoutu

Příloha P VII: Snížení nákladů na zmetky – finanční zhodnocení investice do ohýbacího stroje

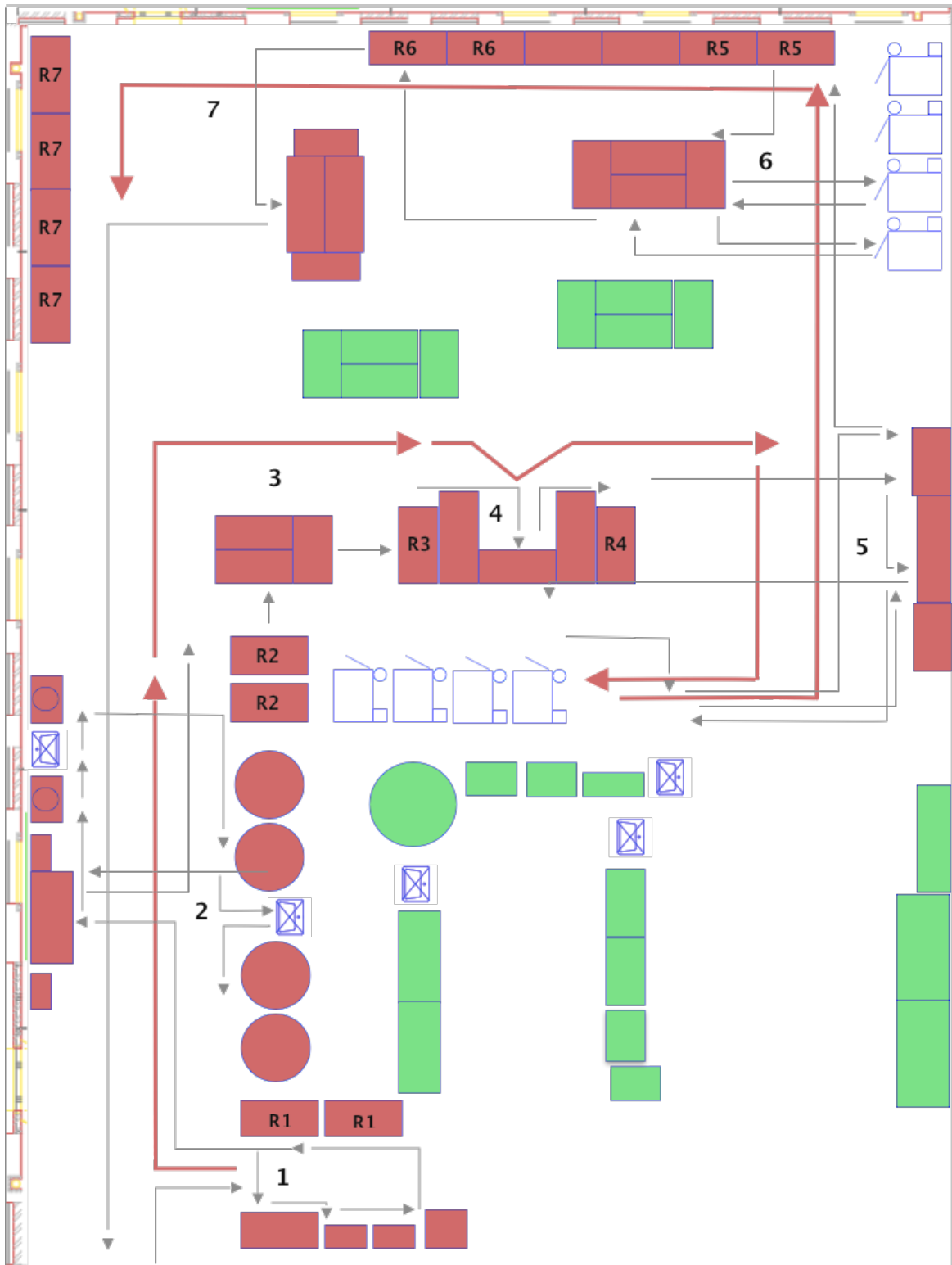
PŘÍLOHA P I: PROCENÍ ANALÝZA

(viz. kapitola 8.3, strana 49, vlastní zpracování)

č. operace	Činnost	Operace	Transport	Kontrola	Skladování	Čekání	Vzdálenost (k)	Doba trvání (min)	Počet pracovníků
1	Dovoz skla ze skladu do regálu		→				36	3	1
2	Transport skla na stůl		→				3	0,5	1
3	Řezání skla	○					3	40	
4	Dokumentace	○						1	
5	Transport - regály broušení		→				16	0,2	
6	Transport z regálu na stůl		→				5	0,5	1
7	Ruční broušení	○					4	10	
8	Mytí	○					1	1	
9	Broušení					●	8	80	
10	Mytí	○					4	1	
11	Leštění					●	2	160	
12	Mytí	○					2	1	
13	Kontrola			■				90	
14	Dokumentace	○						1	
15	Transport - regály fasetování		→				8	0,5	
16	Transport z regálu na stůl		→				2	0,5	2
17	Fasetování	○						840	
18	Kontrola po fasetování			■				10	
19	Dokumentace	○						1	
20	Transport - regály ohýbání		→				4	0,2	1
21	Transport z regálu na stůl		→				5	0,2	
22	Ohýbání	○						2700	
23	Dokumentace	○						1	1
24	Transport - regály temperování		→				9	0,2	
25	Transport z regálu na stůl		→				4	0,2	
26	Temperování	○					8	250	
27	Transport do pece		→				3	5	1
28	Tvrzení v peci					●		300	
29	Mytí a čištění přebytečné barvy	○					5	320	
30	Dokumentace	○						1	3
31	Transport vyvrzených kusů		→				18	0,5	
32	Lepení ferule	○					3	180	
33	Tvrzení v peci					●	4	240	
34	Namočení do lihu	○					4	5	
35	Čištění přebytečného lepidla	○					4	500	
36	Tvrzení v peci					●	4	240	
37	Dokumentace	○						1	
38	Transport - regály finální kontroly		→				12	0,2	
39	Finální kontrola			■			4	420	
40	Dokumentace	○						1	1
41	Uskladnění				▽		54	20	
Celkem		19	13	3	1	5	239	6427	11

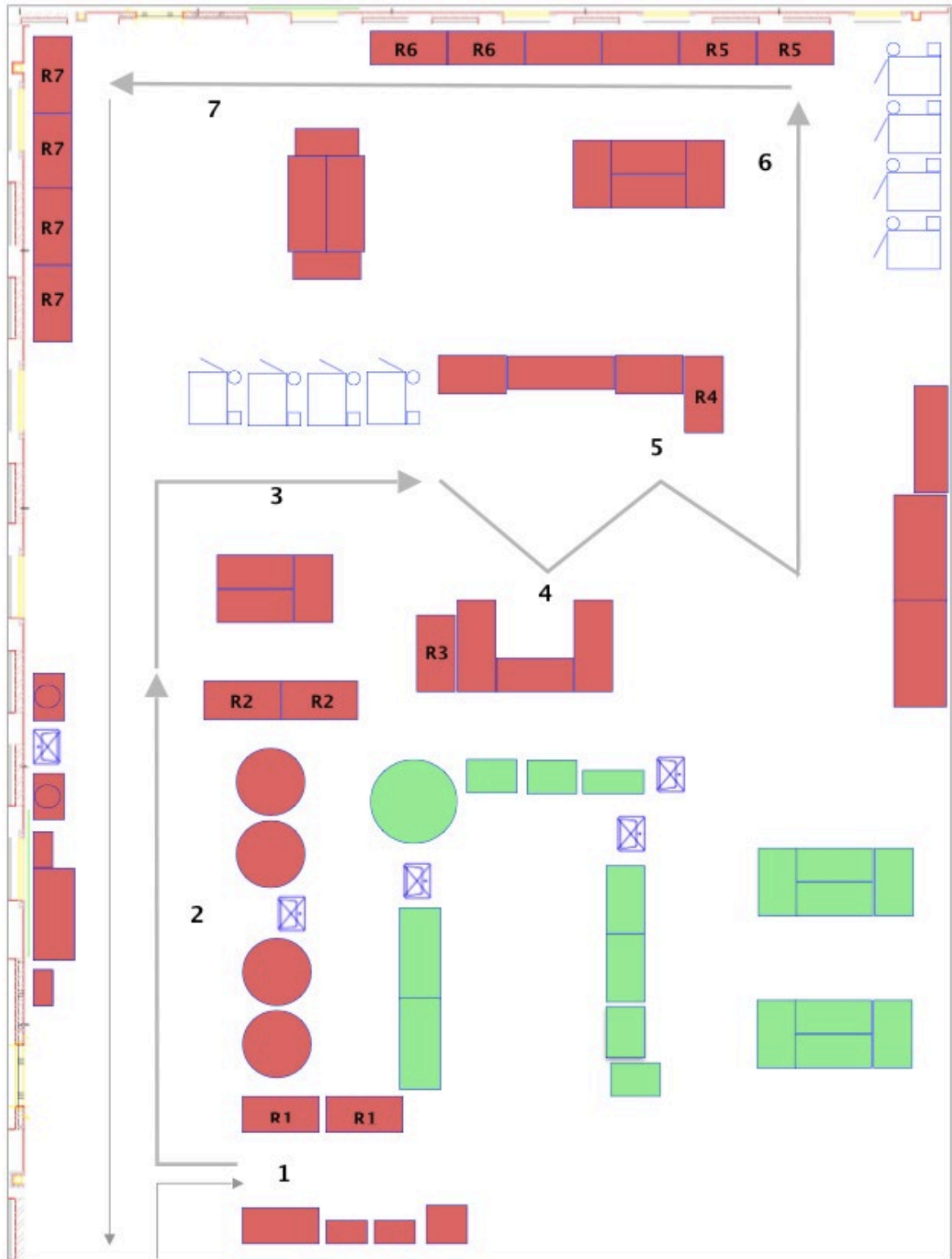
PŘÍLOHA P II: ŠPAGETOVÝ DIAGRAM

(viz. kapitola 8.4, strana 50, vlastní zpracování)



PŘÍLOHA P III: NÁVRH NOVÉHO LAYOUTU

(vit. kapitola 8.4, strana 50, vlastní zpracování)



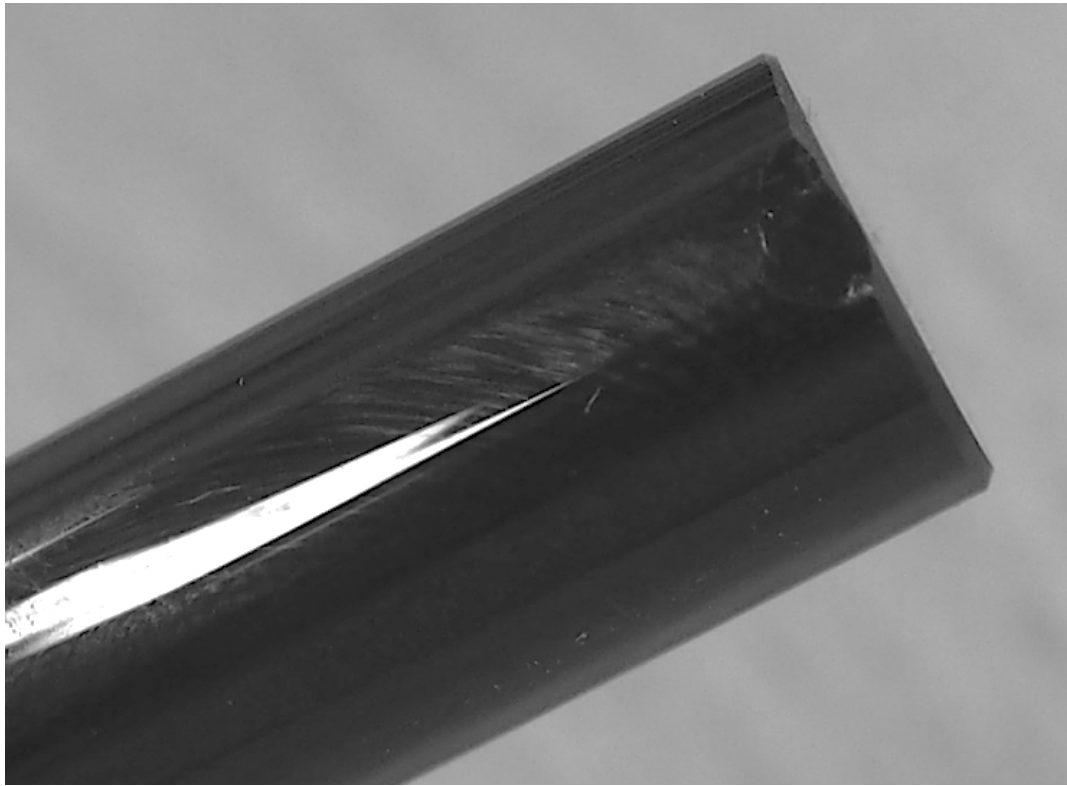
PŘÍLOHA P IV: UKÁZKA NOVÉHO FASETOVACÍHO STROJE EATON

(viz. kapitola 8.6, strana 51, vlastní zpracování)



PŘÍLOHA P V: UKÁZKA ZMETKŮ DENTÁLNÍCH TYČINEK

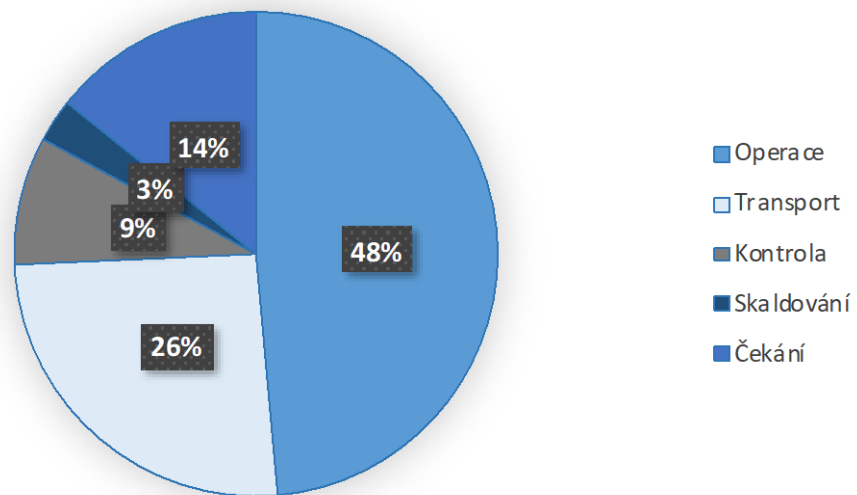
(viz. kapitola 8.2, strana 48, vlastní zpracování)



PŘÍLOHA P VI: SNÍŽENÍ MANIPULACE A TRANSPORTU VLIVEM NOVÉHO LAYOUTU

(viz. kapitola 9.1, strana 53, vlastní zpracování)

% podíl činností ve výrobě



PŘÍLOHA P VII: SNÍŽENÍ NÁKLADŮ NA ZMETKY – FINANČNÍ ZHODNOCENÍ INVESTICE DO OHÝBACÍHO STROJE

(viz. kapitola 10.3, strana 56, vlastní zpracování)

Číslo artiklu	Cena/kus	Před investicí		Po investici	
		Počet zmetků/rok	Celkem	Počet zmetků/rok	Celkem
1268724	200 Kč	270	54 000 Kč	135	27 000 Kč
1425645	400 Kč	432	172 800 Kč	216	86 400 Kč
1245367	100 Kč	108	10 800 Kč	54	5 400 Kč
1245336	900 Kč	124	111 600 Kč	62	55 800 Kč
1534685	400 Kč	703	281 200 Kč	352	140 800 Kč
1489546	400 Kč	46	18 400 Kč	23	9 200 Kč
1361789	400 Kč	336	134 400 Kč	168	67 200 Kč
1602857	500 Kč	257	128 500 Kč	126	63 000 Kč
1457832	100 Kč	428	42 800 Kč	214	21 400 Kč
1457245	200 Kč	372	74 400 Kč	186	37 200 Kč
1376345	400 Kč	296	118 400 Kč	148	59 200 Kč
1258543	500 Kč	253	126 500 Kč	126	63 000 Kč
Celkem		3625	1 273 800 Kč	1812	635 600 Kč