

# **Optimalizace vybraného výrobního procesu Kovárny VIVA a.s.**

Lukáš Holý

---

Bakalářská práce  
2014

 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: 2013/2014

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lukáš Holý**  
Osobní číslo: **M11971**  
Studijní program: **B6209 Systémové inženýrství a informatika**  
Studijní obor: **Řízení výroby a kvality**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Optimalizace vybraného výrobního procesu Kovárny VIVA a.s.**

Zásady pro vypracování:

### Úvod

#### I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši v oblasti optimalizace pracoviště ve společnosti Kovárna VIVA a. s.

#### II. Praktická část

- Na vybraném pracovišti provedte analýzu současného layoutu metodami průmyslového inženýrství.
- Navrhněte vhodná opatření pro optimalizaci daného výrobního procesu, především z pohledu zvýšení míry využití a ergonomie.
- Navrhněte vhodná opatření k odstranění zjištěných nedostatků. Provedte ekonomické zhodnocení.

### Závěr

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

Seznam odborné literatury:

GILBERTOVÁ, Sylva. Ergonomie: Optimalizace lidské činnosti. 1.vyd. Praha: Grada Publishing, 2002, 239 s. ISBN 80-247-0226-6.  
KOŠTURIAK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. 1. vyd. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. ISBN 80-868-5138-9.  
Liker, Jeffrey K. The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. 1st ed. New York: McGraw-Hill, 2004, 330 s. ISBN 0-07-139231-9.  
MAREK, Jakub a SKŘEHOT, Petr. Základy aplikované ergonomie. 1. vyd. Praha: VÚBP, 2009, 118s. Bezpečný podnik. ISBN 978-80-86973-58-6.  
MAŠÍN, Ivan; VYTLAČIL, Milan. Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štíhlé výroby, 2005. 1. vyd. Liberec: Institut technologií a managementu, 2005, 99s. ISBN 80-903533-1-2.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Dobroslav Němec**  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů  
Datum zadání bakalářské práce: **22. února 2014**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **16. května 2014**

Ve Zlíně dne 22. února 2014

  
prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková  
děkanka



  
prof. Ing. Felicita Chromjaková, Ph.D.  
ředitel ústavu

# PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

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<sup>1</sup>;
- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému;
- na mou 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<sup>2</sup>;
- podle § 60<sup>3</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;

---

<sup>1</sup> zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací:

- (1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.
- (2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.
- (3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

<sup>2</sup> 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, § 35 odst. 3:

- (3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

<sup>3</sup> 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, § 60 Školní dílo:

- (1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

- podle § 60<sup>4</sup> odst. 2 a 3 mohou užít své dílo – bakalářskou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům.

Prohlašuji, že:

- jsem bakalářskou práci zpracoval/a samostatně a použité informační zdroje jsem citoval/a;
- odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

14.5.2014

<sup>4</sup> 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, § 60 Školní dílo:

- (2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.
- (3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlíží k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Cílem této bakalářské práce je optimalizace vybraného výrobního procesu společnosti Kovárna VIVA a.s. Práce je rozdělena do dvou částí – na část teoretickou a část praktickou.

Teoretická část práce obsahuje literární rešerši se zaměřením na vlastnosti výrobního systému a procesu, zavádění konceptu štíhlé výroby a ergonomie práce. V úvodu praktické části je představena společnost Kovárna VIVA a.s. společně s její historií, vývojem tržeb a ukázkami výrobního portfolia. Závěr praktické části je věnován specifikaci problémů a návrhy na jejich zlepšení společně s finančním zhodnocením.

**Klíčová slova:** Výrobní proces, štíhlá výroba, ergonomie, 5S, 3D modely

## **ABSTRACT**

The aim of this bachelor thesis is to optimization of selected production process in Kovárna VIVA a.s. The thesis is divided into two parts - theoretical and practical.

The theoretical part includes a literature search focusing on the characteristics of the production system and process, implementing of lean manufacturing and ergonomics. In the introduction to a practical part company VIVA is introduced together with its history, development of sales and demonstrations of the product portfolio. Conclusion of the practical part is devoted to the specification of problems and suggestions for their improvement together with the financial evaluation.

**Keywords:** Manufacturing Process, Lean Production, Ergonomics, 5S, 3D models

Rád bych tímto využil příležitosti a poděkoval, celému vedení společnosti Kovárna VIVA a.s., pracovníkům technické přípravy výroby a také operátorům ve výrobě, za pomoc při zpracování mé bakalářské práce. Poděkování patří Ing. Jakubovi Vašířovi za poskytnutí cenných a užitečných rad.

Dále také děkuji Ing. Dobroslavu Němcovi za vedení bakalářské práce.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>11</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>12</b>
<b>1 VÝROBNÍ SYSTÉM</b> .....	<b>13</b>
1.1 VÝROBNÍ PROCES .....	14
1.2 STRUKTURA VÝROBNÍHO PROCESU.....	14
1.2.1 Věcné hledisko výrobního procesu .....	14
1.2.2 Časové hledisko výrobního procesu.....	15
1.2.3 Hledisko prostorového a organizačního uspořádání .....	16
1.3 TYPY VÝROB .....	17
1.3.1 Projekt (Project) .....	17
1.3.2 Kusová výroba (Unit/Batch production).....	17
1.3.3 Sériová výroba (Repetitive production) .....	18
1.3.4 Hromadná výroba (Continuous processing).....	18
<b>2 KONCEPT ŠTÍHLÉ VÝROBY</b> .....	<b>19</b>
2.1 HISTORIE ŠTÍHLÉ VÝROBY .....	19
2.2 PRINCIPY LEAN MANAGEMENTU .....	19
2.2.1 Plánovací princip Pull .....	20
2.2.2 Princip nepřetržitosti .....	20
2.2.3 Princip zaměření se na klíčové schopnosti a podstatné aktivity .....	21
2.2.4 Princip zamezení plýtvání a optimalizace hodnototvorného řetězce ..	21
2.3 ELIMINACE PLÝTVÁNÍ .....	22
2.3.1 Druhy plýtvání .....	22
2.4 PRVKY ŠTÍHLÉ VÝROBY .....	23
2.4.1 Metoda 5S .....	23
2.4.2 Vizualizace a standardizace .....	24
2.4.3 KAIZEN .....	26
2.4.4 TPM – Total Productive Maintenance .....	27
2.4.5 Štíhlý layout .....	28
2.5 VYUŽITÍ 3D MODELAČNÍHO SOFTWARE GOOGLE SKETCHUP.....	28
<b>3 ERGONOMIE PRÁCE</b> .....	<b>30</b>
3.1 HISTORIE ERGONOMIE .....	30
3.2 DEFINICE ERGONOMIE .....	30
3.2.1 Základní oblasti ergonomie .....	32
3.3 ERGONOMIE PRÁCE .....	32
3.3.1 Hluk.....	33
3.3.2 Osvětlení .....	33
3.3.3 Práce ve stoje.....	34
3.3.4 Práce v sedě.....	34
3.4 METODA RULA .....	35
3.4.1 Pozorování vybrání části těla k posouzení .....	36
3.4.2 Ohodnocení držení těla .....	36
3.4.3 Vhodná opatření .....	37
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>38</b>



<b>4</b>	<b>CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI KOVÁRNA VIVA A.S.....</b>	<b>39</b>
4.1	ZÁKLADNÍ INFORMACE.....	39
4.2	HISTORIE.....	40
4.3	VÝVOJ TRŽEB.....	41
4.4	VÝVOJ PRODUKCE.....	41
4.5	FIREMNÍ FILOZOFIE 4Z.....	42
4.5.1	Zákazník.....	42
4.5.2	Zaměstnanec.....	42
4.5.3	Zodpovědnost.....	42
4.5.4	Zlepšování.....	42
4.6	LAYOUT A ROZLOŽENÍ BUDOV.....	43
4.7	VÝROBNÍ PROGRAM.....	43
4.7.1	Produkty.....	44
4.7.2	Výroba.....	45
4.7.3	Vývoj a výroba nástrojů.....	45
4.7.4	Kvalita.....	45
4.8	VÝROBNÍ PROCES.....	46
4.8.1	Přejímka a dělení materiálu.....	46
4.8.2	Kování.....	46
4.8.3	Tepelné zpracování.....	46
4.8.4	Kalibrace.....	46
4.8.5	Obrábění.....	47
4.8.6	Povrchové úpravy.....	47
<b>5</b>	<b>PRACOVÍŠTĚ VÝSTUPNÍ KONTROLY FLUX.....</b>	<b>48</b>
5.1	CHARAKTERISTIKA PRACOVÍŠTĚ.....	49
5.2	POPIS PRÁCE.....	50
5.3	ANALÝZA PRACOVÍŠTĚ.....	52
5.3.1	Miniaudit.....	52
5.3.2	Pořádek a vizualizace na pracovišti – audit 5S.....	54
5.3.3	Hlavní nedostatky.....	55
5.4	ERGONOMICKÉ FAKTORY.....	57
5.4.1	Ergonomický audit.....	57
5.4.2	Intenzita osvětlení.....	58
5.4.3	Hluk.....	60
5.5	VÝPOČET METODOU RULA.....	60
5.5.1	Pohyby pracovnice.....	61
5.5.2	Hodnocení výsledků pro pravou a levou stranu těla.....	61
<b>6</b>	<b>SPECIFIKACE PROBLÉMŮ LINKY A NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ.....</b>	<b>63</b>
6.1	DOPADOVÝ ROŠT/SKLUZ.....	63
6.1.1	Specifikace problému.....	63
6.1.2	Navrhované řešení.....	64
6.1.3	Finanční zhodnocení návrhu.....	65
6.2	DOPRAVNÍK.....	65
6.2.1	Specifikace problému.....	65
6.2.2	Navrhované řešení.....	66

6.2.3	Finanční zhodnocení návrhu .....	67
6.3	ZASTARALÉ ČELISTI STROJE .....	68
6.3.1	Specifikace problému .....	68
6.3.2	Navrhované řešení .....	69
6.3.3	Finanční zhodnocení návrhu .....	70
6.4	PŘEVOD JEDNOTLIVÝCH POZIC VÝKOVKŮ .....	70
6.4.1	Současný stav .....	70
6.4.2	Navrhovaný stav .....	71
6.5	CELKOVÉ ZHODNOCENÍ .....	72
<b>ZÁVĚR .....</b>		<b>74</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>		<b>75</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>		<b>77</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>		<b>78</b>
<b>SEZNAM TABULEK .....</b>		<b>80</b>

## ÚVOD

*„Lidé se obávají neznáma. Jest pravda, že každé opuštění starého znamená nejistotu - skok do tmy. Avšak kdo chce pomoci sobě a jiným, musí opustit dobré, aby mohl vybojovat lepší. Nesmí držeti pevně vrabce v hrsti jen proto, že je lepší než holub na střeše. Bez odvahy ke změně není zlepšení, a tak není ani blahobytu!“*

*Tomáš Baťa 1932*

Ačkoliv samotné řemeslo kování má tradici sahající několik tisíc let před započítáním letopočtu, stále je tendence jej zdokonalovat. V dnešní, neustále se zrychlující době s probíhající globalizací nastává boj mezi jednotlivými průmyslovými organizacemi v důsledku nelídné konkurence. Firma musí být schopna flexibilně reagovat na přání zákazníka, jelikož zákazník v dnešní době je alfa a omega každého podniku. Pokud chce firma získat zákazníka, zpravidla mu musí nabídnout dvě věci – dobrou cenu a kvalitu. Tyto atributy jdou ruku v ruce s dnešní dobou, a pokud chce podnik dosahovat vysokých kvalit je potřeba kvalitního zázemí a kvalitní práce. Cena je další faktor, kterým musí firma zákazníka uspokojit, aby si vybral právě ji, a proto je snaha o neustálé zlepšování procesů a snižování nákladů.

Společnost Kovárna VIVA a.s. má v dnešní době jasno ohledně rostoucí konkurence a její snaha o zlepšování a zefektivňování procesů je neustálá, proto je tématem této práce optimalizace daného výrobního procesu.

Teoretická část práce je zpracována ve formě literární rešerše zaměřující se na popis výrobního systému jako takového a strukturalizaci výrobního procesu. Další prostor je zaměřen na prvky štíhlé výroby a jejich využití při optimalizaci výrobních procesů. Poslední kapitola teoretické části se věnuje pracovnímu prostředí a ergonomií pracovního místa. Ke zpracování bylo použito zejména tuzemské literatury, jelikož úroveň českých publikací zabývajících se problematikou průmyslu dosahuje vysokých kvalit.

Praktická část práce se v samotném úvodu zabývá charakteristikou celé společnosti, jsou zde uvedeny všechny potřebné informace od předmětu podnikání, ekonomických ukazatelů, historie, zaměstnanecké politiky až po výrobní program společnosti. Srdce celé praktické části tvoří analýza a snaha o optimalizaci pracoviště výstupní kontroly FLUX. Je zde řešeno několik problémů se stávající linkou, která potřebuje inovovat. V závěru práce je důraz na stávající problémy a návrhy na jejich zlepšení či odstranění. Práce je zakončena finančním zhodnocením všech návrhů a porovnáním s velikostí přínosů, které tyto návrhy přináší.

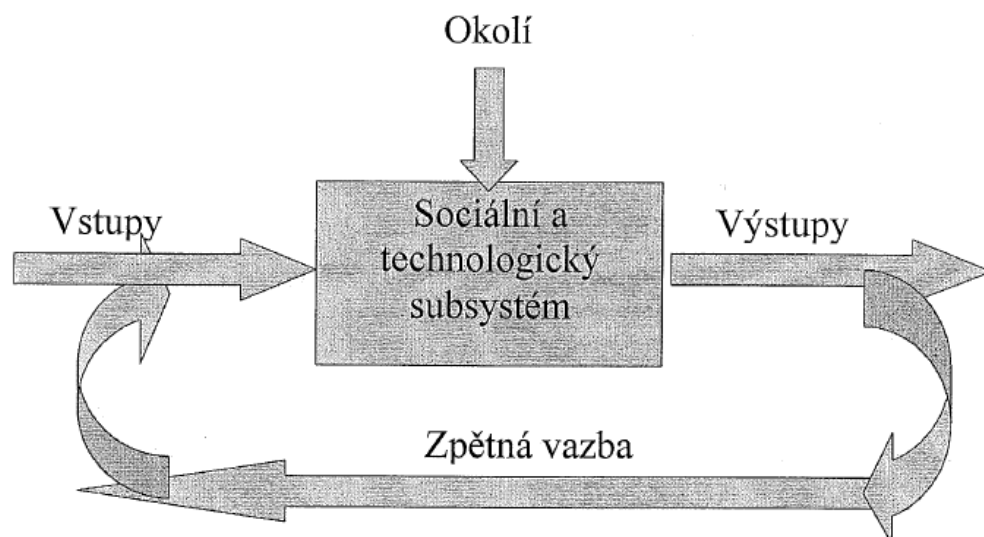
## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 VÝROBNÍ SYSTÉM

Výrobním systémem je myšleno soubor technik průmyslového inženýrství, metod štihlé výroby a nástrojů managementu. Samotnou výrobu je pak možno definovat jako transformační proces výrobních faktorů na ekonomické statky či služby, které se dále spotřebovávají. Statky jsou považovány za hmotné komodity a služby za nehmotné. Konkurence, zákazníci, dodavatelé, banky, právní prostředí – to vše tvoří okolí výrobního systému. Výrobní faktory jsou zdroje, které jsou ve výrobním procesu přetvářeny a dělí se na čtyři hlavní skupiny:

- práce – zahrnuje lidské zdroje, které se uplatňují ve výrobním procesu,
- půda – veškeré přírodní zdroje (orná půda, lesy, nerostné suroviny, apod.),
- kapitál – představuje výrobní faktory vznikající průběhem výroby a jsou dále uplatňovány v dalších výrobních procesech,
- informace – vlastnost odstraňující neznalost uživatele, ve výrobním prostředí mohou být jak technického tak i procesního charakteru. (Tuček a Bobák, 2006, str. 12-15; Keřkovský, 2009, str. 1-2; Heřman, 2001, s. 6)

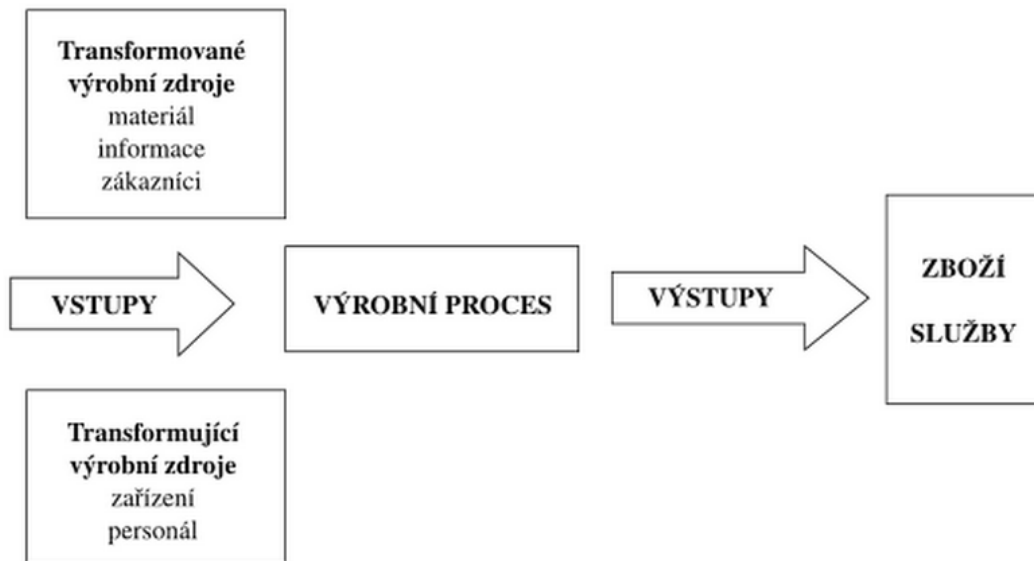
Flexibilita je jednou ze základních charakteristik výrobního systému, díky ní je podnik schopen vyrábět širokou škálu výrobků v libovolném pořadí a množství. (Tuček a Bobák, 2006, str. 12-15; Keřkovský, 2009, str. 1-2; Heřman, 2001, s. 6)



Obrázek 1 – výrobní systém (Tuček a Bobák, 2006, str. 13)

## 1.1 Výrobní proces

Výrobní proces se zabývá transformací řady vstupů do těch výstupů, které jsou požadovány na trhu. Proces obsahuje dvě hlavní sady zdrojů a to transformující výrobní zdroje, které mohou být například budovy, stroje, počítače a transformované zdroje, což mohou být suroviny, komponenty, informace, atd.



Obrázek 2 – schéma výrobního procesu (Keřkovský, 2009, str. 3)

Každý výrobní proces zahrnuje řadu odkazů ve výrobním řetězci. V každém stupni výrobního procesu se přidává hodnota. Přidaná hodnota je atribut výrobku, za který je zákazník ochoten zaplatit. Přidaná hodnota tedy není jen o výrobě, ale zahrnuje i marketingového proces, včetně reklamy, propagace a distribuce. Pro podniky je důležité identifikovat procesy, které hodnotu přidávají a vyvarovat se těm, které ne, aby bylo možné zlepšovat procesy ve prospěch podniku. (Business Case Studies, © 1995-2014)

## 1.2 Struktura výrobního procesu

Struktura výrobního procesu může být rozdělena věcné, časové a prostorové struktury ve výrobním procesu. (Keřkovský, 2009, str. 11)

### 1.2.1 Věcné hledisko výrobního procesu

Při zkoumání věcné struktury výrobního procesu z pohledu řízení výroby se hlavně jedná o výrobní profil a výrobní program. (Keřkovský, 2009, str. 11)

- 1) **Výrobní profil** – je označován jako výrobní možnosti podniku a je určen výrobními kapacitami.
- 2) **Výrobní program** - je souhrnem výrobků, které podnik vyrábí a zprostředkovává na trh. Je potřeba, aby se celý výrobní program zakládal na důkladné analýze tržního prostředí a požadavků zákazníků. (Keřkovský, 2009, str. 11)

Podle toho jakým způsobem vynaložená práce přispívá k transformaci vstupních materiálů a surovin ve finální výrobek se rozděluje výrobní proces na technologický a netechnologický. (Keřkovský, 2009, str. 11)

- 1) **Technologický proces** – výrobní proces přímo spjatý s výrobou daného výrobku.
- 2) **Netechnologický proces** – je nejčastěji charakterizován jako pomocný nebo obslužný, příkladem mohou být doprava rozpracované výroby mezi jednotlivými navazujícími procesy, kontrola kvality apod. (Keřkovský, 2009, str. 11)

Fáze výroby jsou dílčími částmi výrobního procesu.

- 1) **Předzhotovovací fáze** – je příprava a zpracování původních surovin určených ke spotřebě ve výrobním procesu.
- 2) **Zhotovovací fáze** – je podstatou výrobního procesu, kdy výrobky dostávají konečnou podobu.
- 3) **Dohotovující fáze** - je označována také jako konečná vzhledová fáze, kdy dochází k finální ochranné úpravě a expedici výrobku. (Bobák, 2001, str. 12)

### 1.2.2 Časové hledisko výrobního procesu

Z pohledu řízení výroby zahrnuje časové hledisko výrobního procesu především tyto aspekty.

- **Časové uspořádání** – v předpokládaných termínech je nutno stanovit průběh výroby a především realizovat na vybraných pracovištích. Tyto termíny musí mít logickou posloupnost.
- **Výrobní a dopravní dávky** – termín používaný zejména ve strojírenském prostředí, kdy je skupina součástí zadávána do výroby společně. V průběhu výroby se výrobní dávky dělí na dopravní dávky, jenž jsou skupinami součástí dopravovaných mezi jednotlivými operacemi najednou.
- **Průběžné doby výroby** – patří zde montáže výrobku a jeho součástí a je to doba potřebná na uskutečnění určité části pracovního procesu.

- **Směnnost** – vyjadřuje potřebný počet pracovních směn k uskutečnění výroby, k dosažení maximální výrobní kapacity je zapotřebí nejvyšší směnnosti.
- **Využití výrobních kapacit** – ovlivňuje ekonomiku výrobního procesu.
- **Prostoje pracoviště** – se označuje jako doba, při které dané pracoviště neprovádí pracovní úkon. Prostoj může nastat z důvodu poruchy stroje, nedostatku práce, špatného plánování či dalších organizačních důvodů. K plnému využití výrobní kapacity je potřeba prostoje co nejvíce minimalizovat.
- **Nedokončená výroba** – rozpracovanost výroby je vyjádřena peněžní hodnotou, která je držena ve výrobních zdrojích v průběhu výroby. Stabilita výrobního systému je zajištěna minimalizací rozpracované výroby při zachování určitého počtu rezerv. (Keřkovský, 2009, str. 13-14)

### 1.2.3 Hledisko prostorového a organizačního uspořádání

V souvislosti s upořádáním prostorovým a organizačním je potřeba řešit dva základní aspekty – materiálový tok a uspořádání pracoviště.

**Materiálový tok** – důležité faktory rozhodující o správnosti materiálového toku jsou rychlost, vzdálenost a plynulost přepravy. (Keřkovský, 2009, str. 13)

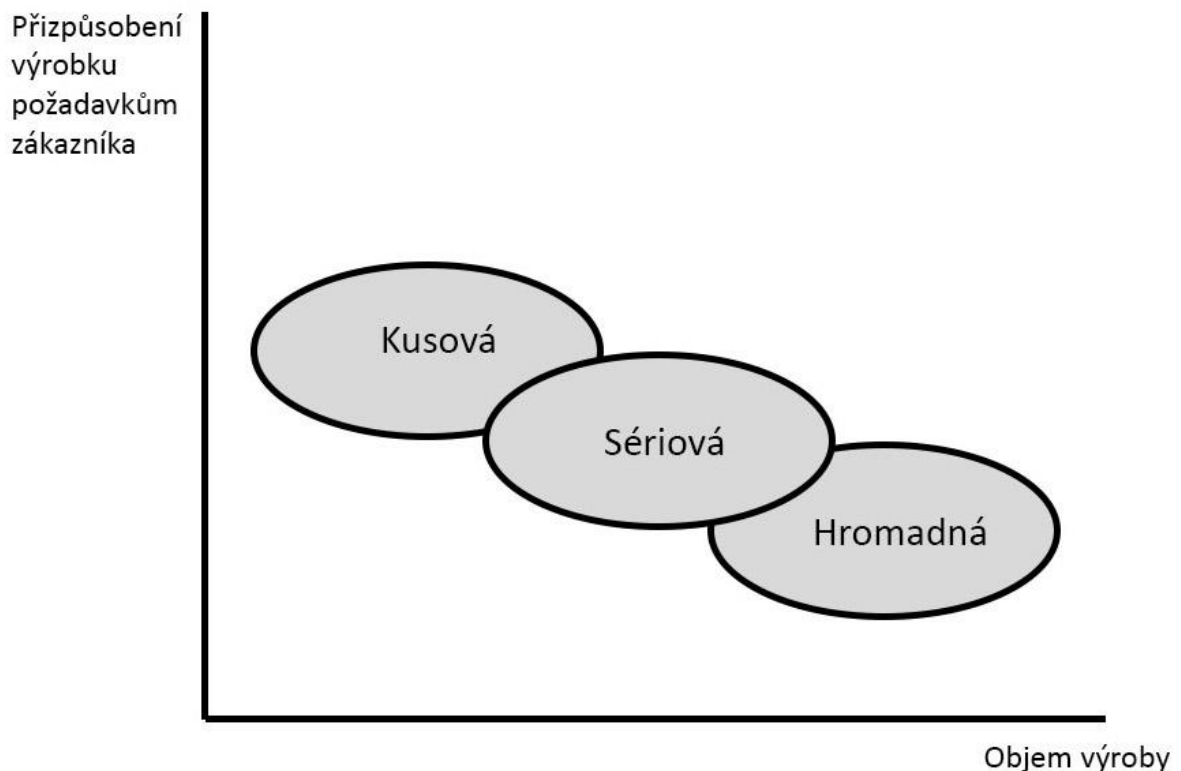
#### Uspořádání pracoviště:

- **S pevnou pozicí výrobku** – transformující výrobní zdroje jsou přesouvány do místa výroby podle aktuální potřeby a transformované se v průběhu procesu zpracování nepohybují.
- **Technologické uspořádání pracoviště** – vytváření podobných skupin strojů, kdy pracoviště nebývají seřazena podle technologického postupu výrobku, ale rozpracovaná výroba se přesouvá mezi těmito pracovišti.
- **Buňkové uspořádání** – pracoviště je uspořádáno do skupin připomínající buňky za účelem uskutečnění výrobního procesu na jednom místě bez zbytečného transportu výrobku.
- **Předmětné uspořádání** – seřazení částí pracoviště za účelem minimálního přesunu výrobku. Pracovníci se obvykle pohybují kolem geometrické linie vzájemně propojených stanic a jednotlivá pracoviště jsou vybavené na míru danému pracovnímu procesu, tudíž se na nich provádí jednoduché úkoly. Tímto uspořádáním se zvyšuje míra produktivity. (Keřkovský, 2009, str. 13-14)



### 1.3 Typy výrob

Stupeň standardizace má významný vliv na způsobu organizování výroby a rozsahu jejího výstupu. Typy výrob se pohybují od úplně těch unikátních, jako například výroba vesmírného dalekohledu, až po ty hromadné. Zaměření pozornosti na produktivitu přináší velké výhody a zvýrazní ztráty. (Kavan, 2002, str. 22)



Obrázek 3 – přizpůsobení výroby požadavkům zákazníka (Keřkovský, 2009, str. 10)

#### 1.3.1 Projekt (Project)

Projekt je soubor výrobních činností, které vedou k unikátnímu výrobku nebo cíle. V dnešní době mají projekty velký rozsah unikátních činností a zpravidla jsou opakovány zřídka nebo vůbec. Příkladem může být vývoj unikátního výrobku, stěhování zařízení z jedné haly do druhé apod. (Kavan, 2002, str. 23)

#### 1.3.2 Kusová výroba (Unit/Batch production)

Kusovou výrobou je produkován určitý typ výrobků nebo služby v menších množstvích než u hromadné výroby. Tento typ výroby je používám v průmyslu, ve kterém je příslušný výrobek vytvořen krok za krokem pomocí několika pracovních stanic, jsou vyráběny různé

kusové výroby. Výroba letadel je typickým příkladem tohoto druhu výroby. (Kavan, 2002, str. 23)

### **1.3.3 Sériová výroba (Repetitive production)**

Sériová neboli opakovaná výroba se zabývá opakovanou produkcí jednoho a toho samého výrobku nebo služby. Schopnost dosáhnout nejvyššího stupně efektivnosti dává sériové výrobě pokročilý stupeň standardizace. V sériové výrobě je nasazen určitý počet specializovaných zařízení, včetně dílčí pružné automatizace. (Kavan, 2002, str. 23)

### **1.3.4 Hromadná výroba (Continuous processing)**

Tento typ výroby je nejčastěji využíván pro výrobu uniformních výrobků a služeb. Nevýhodou je téměř nulová flexibilita, a proto jenom sebemenší chyba v technické dokumentaci může znamenat obrovské finanční ztráty. Hromadná výroba je charakteristická pro své předemné uspořádání v procesu – Flow shop. Nejčastěji je výrobním zařízením montážní linka s vysoce specializovaným zařízením a automatizací. (Kavan, 2002, str. 23)

## 2 KONCEPT ŠTÍHLÉ VÝROBY

Na poli výrobního odvětví je důležité snažit se získávat strategické výhody. V dnešním stále více se rozvíjejícím a dynamičtější světě je potřeba, aby nabyté výhody odpovídaly výrobní filozofii. Převážně v automotive průmyslu, ale i v ostatních průmyslových odvětvích je snaha o zavádění tzv. lean production neboli štíhlé výroby. (Keřkovský, 2009, str. 65)

### 2.1 Historie štíhlé výroby

Koncepce pojmu štíhlé výroby se datuje do 50-60 let 20. století, kde se ve firmě Toyota poprvé vyskytl. Poprvé potřebovalo prostředí, v němž probíhala hromadná výroba, vysokou úroveň flexibility. Úkolem bylo zajistit mnohem lepší kvalitu výrobku v hromadné výrobě v závislosti na spolupráci s dodavateli, zákazníkem a zároveň docílit méně lidského úsilí, prostoru, kapitálu a času. V tehdejší Toyotě bylo heslo dohnat Ameriku během tří let, jelikož v tehdejší Japonsku nebyla tak velká poptávka, aby se metody hromadné výroby ze zámoří vyplatily, byl Japonci vytvořen koncept štíhlé výroby, který spočíval především na výrobu pružně reagující, která je řízena decentralizovaně. (Liker, 2004, str. 3-7)

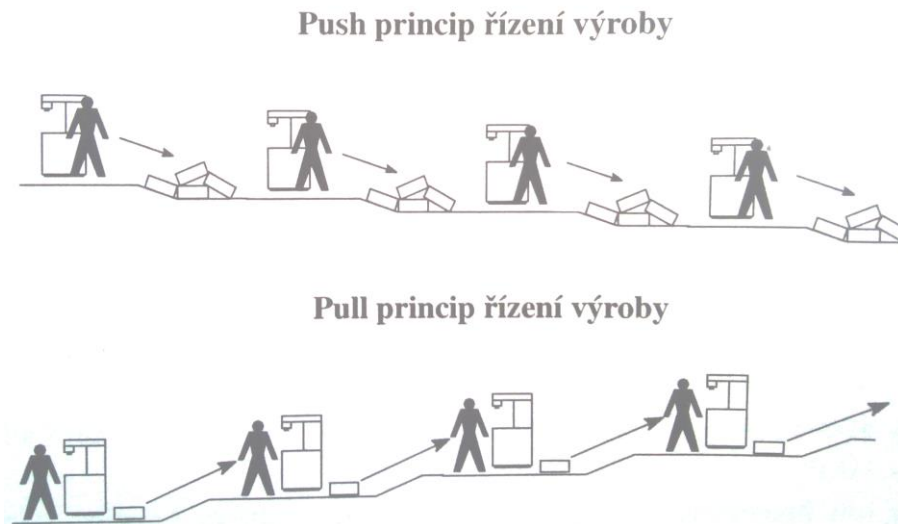
Vedení společnosti Toyota přišlo na to, že řada jednoduchých inovací může podniku poskytnout kontinuitu jak v procesním toku, tak i v nabídce produktů. Proto se vrátili k originální myšlence Henryho Forda a vynalezli Toyota Production System. Tyto zásadní změny dokázaly zvýšit produktivitu dvakrát až třikrát oproti stávajícímu stavu a tím dát budoucím vývoji výroby nový směr. (Lean Company, © 2006; Liker, 2004, str. 3-7)

### 2.2 Principy lean managementu

Celý tento soubor metod, nástrojů a principů nám pomáhá soustředit se na výrobu a to zejména na výrobní pracoviště, linky, strojní zařízení a výrobní pracovníky. Tento způsob řízení výroby je označován jako revoluční. Každý zaměstnanec musí pociťovat zodpovědnost za kvalitu a průběh výroby. Důležité je každý z principů neustále zdokonalovat a zlepšovat. Smyslem celé koncepce je změnit způsob myšlení lidí v oblasti řízení a organizace, zejména poskytovat nástroje a prostor ke zlepšování jejich práce určené pro výrobní, nevýrobní a obslužné procesy. (API s.r.o., © 2005 – 2012)

### 2.2.1 Plánovací princip Pull

U principu Pull je dáván důraz na význam „dones“ na rozdíl od principu Push, který se spíše vyznačuje heslem „protlač“. Každý pracovník je zodpovědný za zajištění potřebných náležitostí pro další navazující proces. Největší výhodou tohoto systému plánování a řízení je markantní snížení nákladů, jelikož se zkracují časy průběžné výroby a snižují se množství mezioperačních zásob. (Tuček, Bobák, 2001, str. 225)



Obrázek 4 – Push a Pull principy (Keřkovský, 2009, str. 66)

Tempo výroby by mělo být udáváno velikostí poptávky, to znamená, že opravdový tah může vzniknout zájmem kupujících a tudíž kvalitními výrobky. Celý princip pramení ve schopnosti podniku podílet se na vývoji a konstrukci nových a moderních produktů. (Keřkovský, 2009, str. 66; Tuček, Bobák, 2001, str. 225; Kavan, 2002, str. 386)

### 2.2.2 Princip nepřetržitosti

Nepřetržitost je chápána jako neustálé zlepšování v podniku, jedině tak je podnik schopen držet krok s konkurencí a udržet se na poli výrobního odvětví. Důležitým aspektem je schopnost předvídat přání zákazníka a poté jej realizovat. Tento proces je nepřetržitý a nikdy by nemělo dojít k jeho zastavení. Hlavní chyby, kterých se podnik může dopouštět, jsou přerušování nebo zastavování procesu zlepšování v dobách, kdy je na vrcholu své výrobní produktivity. Toto pochybení se může vymstít v budoucích letech fungování podniku, jelikož se přestává klást důraz na zlepšování metod pro snižování nákladů či zvyšování produktivity a satisfakce zákazníka. (Keřkovský, 2009, str. 66; Tuček, Bobák, 2001, str. 225)

### 2.2.3 Princip zaměření se na klíčové schopnosti a podstatné aktivity

Alfou i omegou tohoto principu je zaměření se nato, jak stále vynikat oproti konkurenci. V zásadě je důležité posuzovat klíčových aktivit štíhlého managementu na všech úrovních hodnototvorného řetězce.

Výkony, které nespádají do klíčových je možno zajistit pomocí outsourcingu dodavatelů. Právě tito dodavatelé mají tyto výkony jako klíčové a proto nesmí být využití outsourcingu chápáno jako vzájemná konkurence společností. Zdali využít či nevyužít outsourcing je strategickým rozhodnutím, u kterého by mělo být zohledněno několik podmínek:

- Výroba a služby, které jsou obstarávány partnery pomocí outsourcingu, nesmí spadat do hlavních činností firmy, která je využívá.
- Dodavatelé musí být schopni zpracovat výrobek nebo vykonat službu v adekvátní či lepší kvalitě za stejnou nebo kratší dobu s optimálními náklady.
- Podnik využívající služby outsourcingu se nesmí dostat zbytečné závislosti na svých dodavatelích. (Keřkovský, 2009, str. 68-69)

### 2.2.4 Princip zamezení plýtvání a optimalizace hodnototvorného řetězce

Tento princip je zaměřen na optimalizaci daného procesu a zároveň na co možná největší uspokojení potřeby zákazníka. Z pohledu zákazníka je potřeb dbát na hodnoty, které je ochoten zaplatit. Hodnoty, jenž nevytváří pro zákazníka žádný užitek jsou chápány jako skryté plýtvání. Skryté plýtvání je tedy možno odhalit i ve správě a managementu a nejenom ve výrobním prostředí. Těmto zbytečným hodnotám se podnik může vyvarovat omezením následujících aktivit:

- provádění nekvalitní práce,
- vícenásobná evidence dokumentů a datových souborů,
- zbytečné skladování dílu potřebných k dalším činnostem,
- dlouhé logistické komunikace v podniku. (Keřkovský, 2009, str. 66-69; Tuček, Bobák, 2001, str. 225)

## 2.3 Eliminace plýtvání

Nejčastější formou plýtvání je mrhání zdroji při tvorbě přidané hodnoty a produktu ve výrobní firmě. V dnešní době je plýtvání problémem a plýtvá se ve velkém. Opakem plýtvání je práce s nárůstem hodnoty, avšak musí to být činnost, za kterou je zákazník ochoten zaplatit. Ve výsledku je to cokoliv, co nepřidává hodnotu finálnímu produktu nebo nepodporuje potřeby podnikání. Se stále častějším a nákladnějším plýtváním je možnost se setkat nejenom ve výrobě, ale především v administrativním prostředí, kde je plýtvání způsobeno přehnanou administrací a byrokratickými činnostmi. (Mašín a Vytlačil, 2000b, s. 44-45)

### 2.3.1 Druhy plýtvání

- Nejčastěji se mluví o osmi druzích plýtvání ve výrobním procesu:
- Nadvýroba
- Čekání
- Zbytečná manipulace
- Špatný postup
- Zásoby a rozpracovanost
- Zbytečné pohyby
- Chyby a vady
- Špatné využití lidí

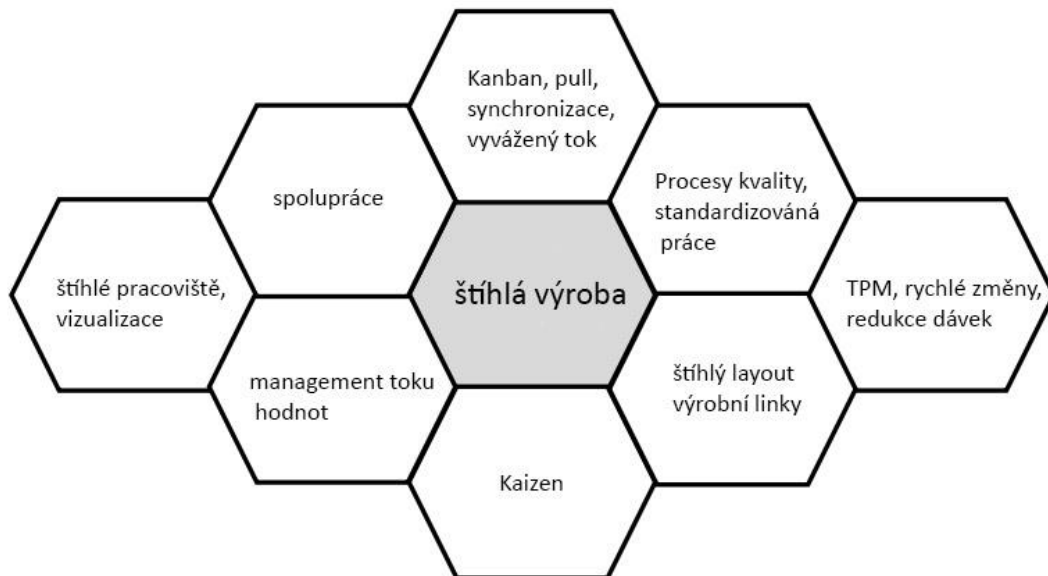
Plýtvání zjevné je vzhledem k produktivitě snadno odhalitelným, naopak je potřeba zaměřit se na skryté plýtvání, k němuž dochází při činnostech, které nejsou nutné vykonávat při za současného stavu, avšak mohou být omezeny nebo eliminovány. Do těchto činností patří například výměna nástrojů, kontrola a transport dílů či předávání nosičů informací.

Tabulka 1 – typické hodnoty plýtvání (Košturiak a Frolík, 2006, str. 23)

oblast plýtvání	ukazatel	hodnota	příčina plýtvání
produktivní využití zařízení	OEE/Cez	30-50 % Cíl: 85 %	poruchy, čekání na materiál, přestavování zařízení, práce při snížených rychlostech, nekvalita
produktivní využití pracovníka	procento činností, které přidávají hodnotu	30-40 % Cíl: 70 %	zbytečné pohyby, hledání strojů, materiálů a informací, čekání, nedodržování pracovní doby
podíl plýtvání na průběžné výrobě	VA index	30-50 % Cíl: 70 %	zásoby, čekání ve skladech, velké dávky, poruchy, chybějící komponenty, nefungující zásobování

## 2.4 Prvky štíhlé výroby

Prvky štíhlé výroby pomáhají k odstranění osmi druhů plýtvání, tyto prvky jsou navzájem propojeny a ovlivňují se.



Obrázek 5 – prvky štíhlé výroby (Košturiak a Frolík, 2006, str. 23)

### 2.4.1 Metoda 5S

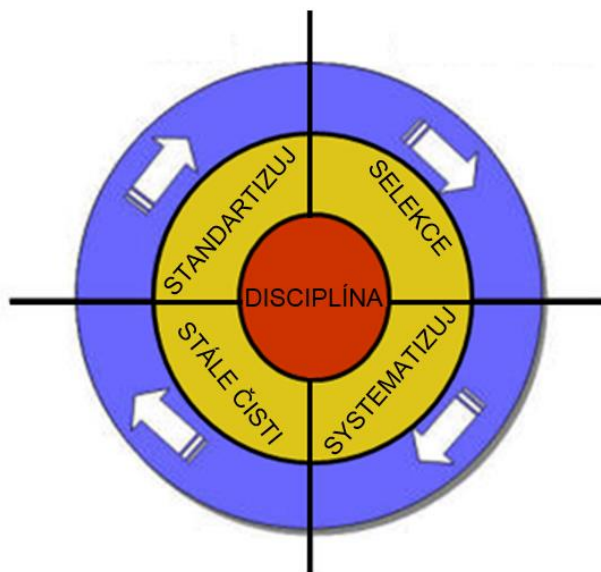
Znakem štíhlého pracoviště je zejména pořádek. Na pracovišti by se nemělo nacházet nic, co na něj nepatří v rámci výrobního procesu. Metoda byla zformována jako součást Toyota Production System a značení 5S je odvozeno od pěti japonských slov:

1. **Seiri (Selekce)** – vyhodit všechny odpadky a vytřídit nesouvisející věci z pracoviště
2. **Seiton (Systematizovat)** - Vše musí být umístěno na správném místě pro rychlé a snadné použití
3. **Seiso (stále čistit)** – čistit své pracoviště, chovat ke svému pracovišti jako by to bylo jeho vlastní
4. **Seiketsu (standardizovat)** - Standardizovat způsob, jak dodržovat předešlé pokyny
5. **Shitsuke (disciplína)** - zajistit neustálé zlepšování kroků 1 – 4, disciplína je pravidelně kontrolovaná a je vyžadována po všech členech týmu. (API s.r.o., © 2005 – 2012a)

Metoda 5S zjednodušuje pracovní prostředí, redukuje plýtvání a činnosti, které nepřinášejí podniku žádnou hodnotu. Zlepšuje kvalitu výsledného produktu, produktivitu a bezpečnost práce. Důležitým prvkem této metody je, že výsledek použití jde vidět okamžitě. Každý pracovník by se měl ke svému pracovišti chovat jako k vlastnímu a z toho plyne disciplína, jenž musí být dodržována, aby nedošlo k úpadku. Všechny tyto faktory zlepšují image společnosti a zvyšují konkurenční schopnost. Ke správnému docílení výsledků je potřeba školit všechny nové zaměstnance bez rozdílu funkce. Výsledky 5S se nejčastěji vyhodnocují pomocí auditů. (Kocurek a Střelec, © 2012)

#### Přínosy 5S pro operátory:

- příjemnější pracovní prostředí,
- snadnější orientace na pracovišti,
- snížení prostojů a zvýšení produktivity,
- usnadnění komunikace se spolupracovníky.



Obrázek 6 - diagram 5S (interní materiály)

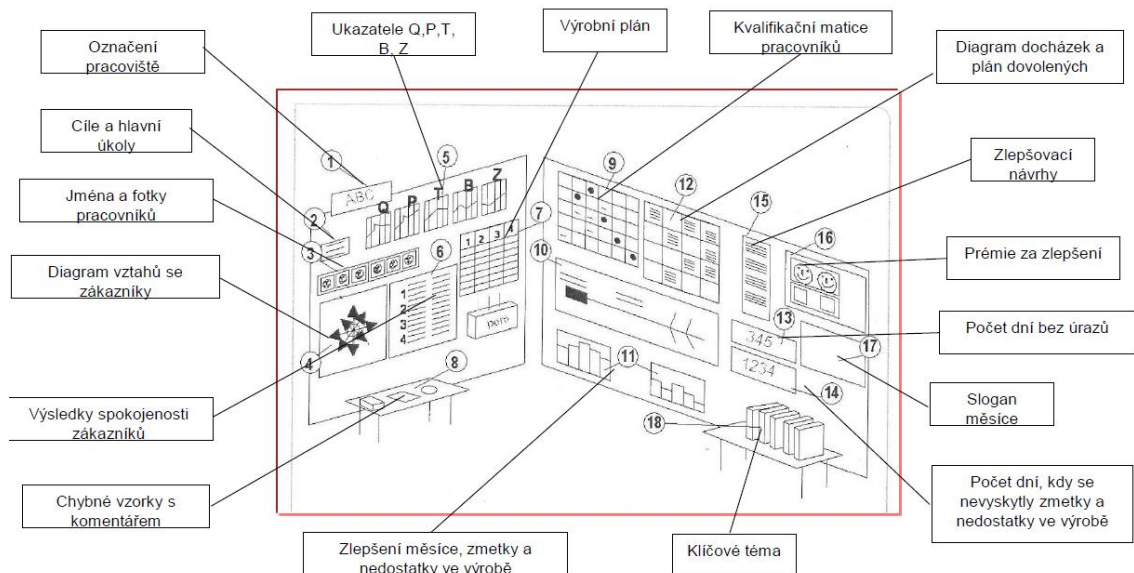
#### 2.4.2 Vizualizace a standardizace

Vizualizace je důležitá k tomu, aby pracovníci byli schopni poznat cíle, vykonávané úlohy a své kompetence. Zaváděním vizualizací na pracovišti je každý člen pracoviště okamžitě schopen identifikovat nesrovnalosti a abnormality v pracovních procesech. Zamezí se tak špatné informovanosti a tím zamezení komunikačního šumu. Vizualizované pracoviště musí



být jasně uspořádané a organizované a k tomu je potřeba všechny výrobní procesy jednoznačně popsat a definovat, proto je těsně spjata se zaváděním metody 5S. Mezi vizualizační prvky patří například:

- standardy vykonávané činnosti,
- technologické postupy,
- mazací plány,
- standardy úklidu a čištění,
- kontrolní karty,
- podlahové značení, layouty,
- označení nekvality, vstupu a výstupu materiálu. (API s.r.o., © 2005 – 2012b)



1. Obrázek 7 – ukázka vizualizace na pracovišti (API s.r.o., © 2005 – 2012c)

Standardizováním všech pracovních postupů je dbáno na kvalitu a bezpečnost práce. Podnikové standardy musí být stručné a jasně srozumitelné pro operátory na pracovišti, jednoduchost zajistí, aby byl pracovník schopen najít kýženou instrukci. Jednoznačnost zase zajistí, aby pracovník prováděl tu samou operaci stejně při každém opakování a tím nedošlo k neshodám. (Debnár, © 2005 – 2012)

Při postupu vytváření standardů pracoviště je potřeba vybrat proces a ten upřesnit z hlediska začátku a konce. Následuje přiřazení a popis pracovního místa a zařízení, jež je používáno. Definování podprocesů hlavního procesu je důležité kvůli vytvoření operačního standardu, kterým se pracovník řídí pomocí kritických bodů v jeho činnosti a postupu odstraňování

abnormalit. Po vytvoření standardu je důležitá jeho vizualizace na pracovišti, příprava a trénink pracovníků a kontrola dodržování onoho standardu. (Košturiak, 2009, str. 89)

#### Standardy se využívají v případech:

- zvýšení úrovně kvality,
- potřeby zvýšit stabilizaci procesu,
- redukce nekvality v úzkém místě výrobního procesu,
- zvyšování spokojenosti zákazníka. (Košturiak, 2009, str. 89)

#### 2.4.3 KAIZEN

Je jedním z nejdůležitějších pojmů japonského managementu. Slovo KAIZEN je možno vysvětlit jako neustálé zdokonalování, které se týká všech bez rozdílu na funkci (kai = změna, zen = dobře). KAIZEN znamená pravidelné zlepšování osobního, rodinného, pracovního a společenského života, podporuje zvýšení zisku, zlepšuje zásady a potřeby na pracovišti a nutí lidi přijímat změny a jak je sami navrhovat. Správným způsobem motivace tento systém umožňuje zaměstnancům přemýšlet o problémech a možnosti zlepšení na pracovišti, z čehož vyplývá i snižování nákladů společnosti. KAIZEN jakožto celistvý systém zahrnuje další spoustu metod zobrazených na obrázku níže, celý tento systém se nazývá KAIZEN deštník. (Imai a Vytlačil, 2004, str. 15-22; Tuček a Bobák, 2006, s. 266-274)



Obrázek 8 - Kaizen deštník (Tuček a Bobák, 2006, s. 270)

#### 2.4.4 TPM – Total Productive Maintenance

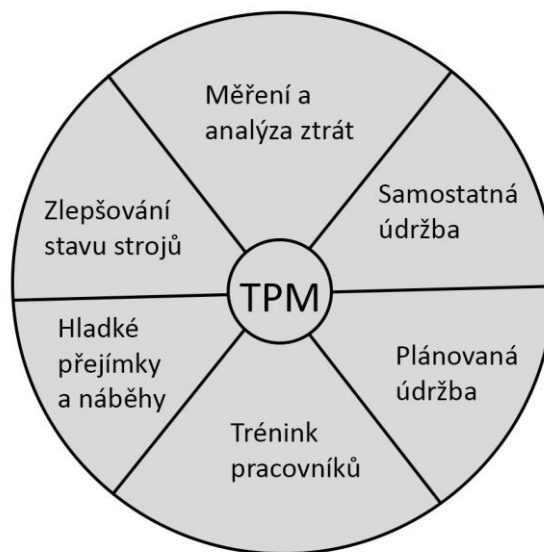
TPM neboli totální produktivní údržba je obvykle spojena s pojmem SMED (Single Minute Ex-change of Die). Cílem metody TPM je zvýšení produktivity tím, že omezíme dobu prostojů a doby potřebné k údržbě strojů a zařízení. Metoda je zaváděna k předejití tzv. šesti velkých ztrát:

- neplánované prostoje způsobené poruchami strojů,
- čas potřebný k seřízení a nastavení parametrů stroje,
- ztrácení rychlosti průběhu výrobního procesu,
- důsledky procesních chyb způsobené nejakostí,
- snižování výkonu při náběhu výrobního procesu. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 237-240)

TPM má tendenci maximalizovat efektivitu stroje a musí být podporována manažery, techniky, operátory i údržbáři, tudíž zahrnuje každého jednotlivce zaměstnaného ve výrobní společnosti. TPM je založeno na třech hlavních principech:

- udržení optimálních podmínek,
- včasného rozpoznání abnormality,
- rychlé odezvy na abnormalitu. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 237-240)

K eliminování šesti velkých ztrát je potřeba změnit postoje lidí a rozšířit jejich kompetence, jelikož pouze zvýšením kompetencí a motivací můžeme dosáhnout maximální efektivity využití strojů. Pro splnění tří základních podmínek, které jsou změny stavu strojů a zařízení, změny postojů a myšlení a změny na pracovišti je potřeba mít podporu systematického programu pro zavádění TPM. (Mašín a Vytlačil, 2000, str. 45-57)



Obrázek 9 – Šest bloků TPM (Mašín a Vytlačil, 2000, str. 58)

#### 2.4.5 Štíhlý layout

Štíhlý layout popisuje pomyslnou rovnováhu a logiku mezi optimálním tokem materiálu, zásobováním materiálu a oblastí určenou pro pohyby jak operátorů, tak i techniky. Design linky by měl přijmout princip JIT a umožňovat maximální produktivitu, krátkou dobu cyklu, vysoce kvalitní a efektivní týmovou práci a komunikaci. Kvalitně uspořádaný layout vytváří ideální podmínky pro:

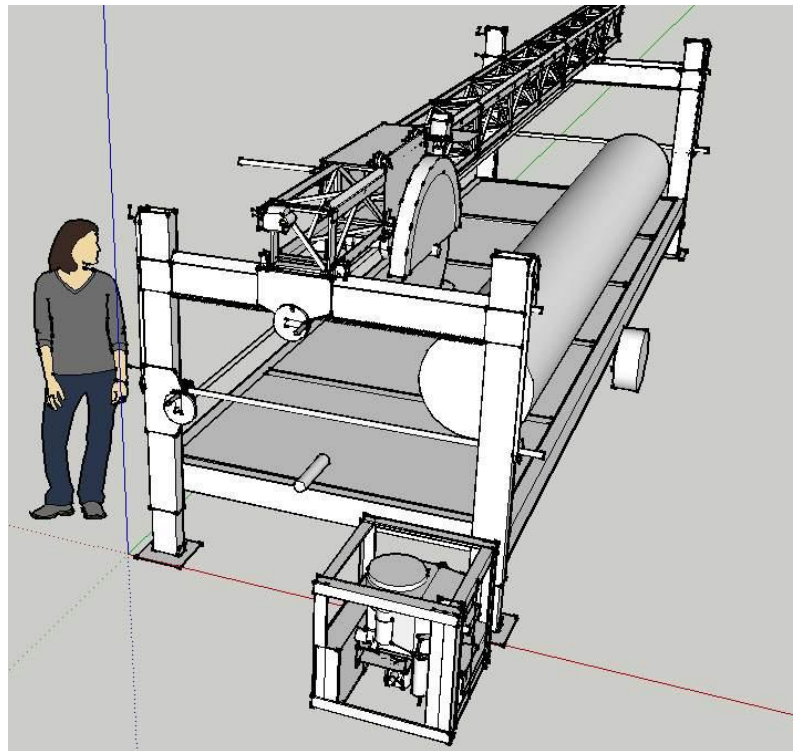
- odpovědný týmu pro proces,
- job rotation – rotace pracovních pozic zaměstnanců,
- tok jednoho kusu – způsob výroby, kdy výrobek prochází jednotlivými operacemi výrobního procesu bez přerušování,
- nízké náklady na automatizaci. (Košturiak a Frolík, 2006, str. 25-26; Tuček a Bobák, 2006, s.. 228; API s.r.o., © 2005 – 2012b)

#### 2.5 Využití 3D modelačního softwaru Google SketchUp

Google SketchUp je jednoduchý 3D modelovací nástroj. Uživatel je schopen namodelovat 3D objekty v přesných architektonických mírách pomocí malé škály nástrojů, které jsou user-friendly. Vytvořené projekty je možné umístit do Google Earth nebo publikovat na uložišti zvaném 3D Warehouse, kde má přístup každý uživatel tohoto programu. Je to silný nástroj pro vytváření, prohlížení a modifikaci 3D myšlenky ve formě 3D modelu, na který

se lze snadno dívat ze všech stran a proto je ideální v případě modelování a navrhování layoutů či nových částí linky. (Google, © 2014)

Ve většině 3D projektech bude potřeba, aby se model transformoval do souboru kreseb. Layout v aplikaci SketchUp Pro umožní přidat pohledy modelu stránek, možnost vybrat nastavení tloušťky čar, přidat kóty, popisky a různorodou grafiku. Možnost exportu do PDF, obrázku či souboru ve formátu CAD není výjimkou. (Google, © 2014)



Obrázek 10 - ukázka modelu (Google, © 2014)

### 3 ERGONOMIE PRÁCE

Ergonomie je interdisciplinární vědní systémový obor, jenž se zabývá činností člověka při práci a je vazbami s technikou a prostředím. Cílem tohoto vědního oboru je optimalizace psychickofyzické zátěže a zajištění rozvoje osobnosti člověka. (Chundela, 2001, s. 7)

#### 3.1 Historie ergonomie

Pokud se na ergonomii zaměříme v tom nejširším pojetí, tak si uvědomíme, že její základy lze vysledovat v podstatě od počátku lidstva. Pochopitelně nelze mluvit o ergonomii tak, jak je známa dnes, ale i malá úprava pracovního nástroje, aby lépe pasoval do ruky uživatele, nebo úprava obydlí pro zvýšení komfortu obyvatel může být do jisté míry chápána jako ergonomická. (Marek a Skřehot, 2009, s. 6)

Ergonomie blízká dnešní době se začala uplatňovat mnohem později a to na přelomu 14. a 15. století. Pro tuto dobu bylo typické předávání zkušeností a dovedností z otce na syna. Posléze došlo k rozvoji mistrovských škol, kde roli otce jakožto učitele měl mistr, který předával znalosti tovaryšům. To vedlo k oborovému rozvoji jednotlivých dovedností. V průběhu času se výroba vyvíjela a na pracovníky byly kladeny daleko vyšší nároky, zejména v dobách průmyslové revoluce, kdy se zaváděla centralizovaná výroba a majitelé továren se snažili nahnat vysoké zisky tím, že bylo naplno využíváno lidské kapacity bez ohledu na zdraví a fyzických schopností zaměstnanců. (Marek a Skřehot, 2009, s. 6)

To časem vedlo k názorům, že pro takové pracovní výkony je potřeba náležitě upravit jak pracovní prostředí, tak i pracovní režimy. Tento přístup se později stal základem tzv. vědeckého řízení a organizace práce zavedený Fredericem Taylorem koncem 19. století. Typickým znakem přelomu 20. a 21. století je v oblasti ergonomie rozvoj IT jako výpočetní technika, automatizace a jiné pokročilé technologické systémy. Nyní je důraz kladen především na pracovní pohodu pracovníku a bezpečnost práce. (Marek a Skřehot, 2009, s. 6)

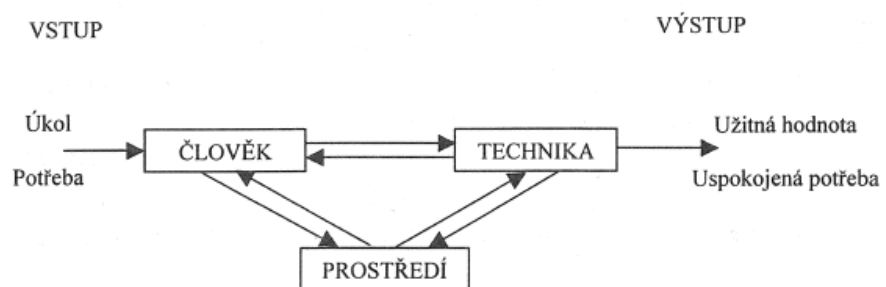
#### 3.2 Definice ergonomie

Ergonomie představuje multidisciplinární obor, který se komplexně zabývá činností člověka, jeho vazby s pracovním vybavením (např. se strojem, náradím atd.) a pracovním prostředím. Úkolem ergonomie je pak tyto oblasti optimalizovat v ohledu na pracovní zátěž. Oficiální znění definice podle ČSN EN 614-1: 2006 (83 3501) je: „*Ergonomie (studium lidských činitelů) se zabývá studiem vzájemných vztahů (interakcí) mezi lidmi a dalšími*

*prvky systému. Ergonomie aplikuje teoretické poznatky, zásady, empirická data a metody pro navrhování zaměřené na optimalizaci pohody osobo a celkovou výkonnost systému.*“ (Marek a Skřehot, 2009, s. 8)

Ergonomii je možno rozdělit dle její definice do těchto částí:

- **Interdisciplinárnost** – ergonomie je propojena s vědomostmi z široké škály ostatních věd, mezi tyto vědy patří jak vědy technického typu jako kybernetika, IT, statistika, tak i vědy humanitního rázu jako například antropologie či psychologie.
- **Komplexnost** – tuto část je potřeba chápat jako propojení všech hladin a prvků subsystému. Komplexnost se dělí na prostorovou, časovou a problémovou část a hlavním atributem je zkombinování a analyzování těchto tří hladin a nutnost řešit je jako systém.
- **Technika** – je používána k tvorbě nových hodnot a uspokojování potřeb. Do šuplíku techniky patří nejen výrobní stroje, ale i nářadí a spotřebiče.
- **Prostředí** – zahrnujeme do něj všechno, co daný subjekt ergonomického zkoumání obklopuje a ovlivňuje jeho chování. Jsou zde zahrnovány nejen fyzikální faktory v podobě světla, tepla, hluku apod., ale i pracovní zatížení, organizace a bezpečnost práce nebo sociální podmínky.
- **Optimalizace psychické a fyzické zátěže** – znamená dosáhnout optimální míry zatížení člověka, zdraví a bezpečnosti na pracovišti. Důležitou složkou je docílení maximální efektivity člověka. (Chundela, 2001, s. 7)



Obrázek 11 – Systém člověk, technika, prostředí (Chundela, 2001, s. 13)

### 3.2.1 Základní oblasti ergonomie

- **Fyzická ergonomie** – hlavní pole působnosti této oblasti je vliv pracovních podmínek a pracovního prostředí na zdraví člověka. V oblasti fyzické ergonomie jsou uplatňovány poznatky jak z anatomie, tak i třeba z antropometrie, biomechaniky, fyziologie apod. Zabývá se problematikou pracovních činností, zejména pracovních poloh, při kterých se manipuluje s břemeny, dále opakovatelnými činnostmi a onemocněními vznikajícími profesionálním zaměřením. Důležitá je poloha pohybového aparátu, vliv a uspořádání pracovního místa – zejména jeho bezpečnost.
- **Kognitivní ergonomie** – též nazývaná jako psychická, zaměřuje se na psychologické aspekty pracovních úkonů. Patří zde proces rozhodování, vznik psychické zátěže, interakce člověka a umělé inteligence či práce s počítačem.
- **Organizační ergonomie** – je zaměřena sociotechnické systémy a jejich optimalizaci. Patří zde lidský systém propojený s komunikací, týmovou prací, sociálním klimatem, směnovou prací apod. (Gilbertová a Matoušek, 2002, str. 15-16)

### 3.3 Ergonomie práce

Ergonomie práce je důležitá nehledě na to, jaký typ práce děláme. Pokud se podíváme na ergonomii práce v kanceláři, bude mít podobné prvky jako třeba ve výrobě či na jiném pracovišti. Pokud nám to pracovní doba dovolí, nejdůležitějším prvkem je po každých dvou hodinách nepřetržité práce si udělat přestávku alespoň na 10 minut. Může se stát, že v případě monotónní práce nemůžeme využít každé takové přestávky, proto je důležité aspoň na 1 až 2 minuty změnit styl práce a odpočinout si.

Další důležitý prvek ergonomie je zajistit optimální hodnoty faktorů v pracovním prostředí. Patří zde zejména snížení hladiny hluku emitovanou používaným zařízením. Při práci v kanceláři je to méně jak 45 dB a snížení dozvuků na méně jak 0,75 s. Problémy s únavou očí jsou spojeny také s blikáním, míháním a bzučením umělého osvětlení. Dalším aspektem spojeným s pracovním prostředím je teplota, která by měla být zajištěna v rozmezí 20 až 28 bez rozdílu ročních období a vertikální teplotní rozdíl mezi úrovní temena hlavy a kotníků by měl být 3 °C. Čisté pracovní ovzduší s tím spojené je samozřejmostí, nesmí tedy obsahovat žádné toxické látky či závadné pachy. S tím je spojena relativní vlhkost vzduchu, ta by se měla pohybovat mezi 40 – 70 %. (EU-OSHA, © 2011)



### 3.3.1 Hluk

Neustálý rozvoj techniky, nástup mechanizace a automatizace způsobuje stále stoupající hladinu zvuku. Hlukem je označován zvukový jev, který vyvolává v uších kmitání a mnohdy rušivý či nepříjemný zvukový vjem. Měření zvuku se provádí pomocí zvukoměru a jeho jednotkou je 1 dB. Existují tři základní charakteristiky zvuku:

- **hlasitost** – intenzita daná amplitudou,
- **výška** – daná frekvencí neboli kmitočtem,
- **barva** – daná harmonickými kmity. (Chundela, 2001, str. 93-94)

Nepříznivé vlivy hluku se dělí do tří stupňů.

- **Obtěžující vliv** – člověk začíná vnímat nepříjemné pocity a může si stěžovat na dané podmínky práce. Ačkoliv nemá vliv na produktivitu práce, projevuje se narušením pracovní pohody.
- **Rušivý vliv** – tato intenzita hluku již ovlivňuje pracovní činnost člověka a klesá jak produktivita, tak i jakost práce.
- **Škodlivý vliv** – může způsobit patologické změny lidského organismu, které je možno zjistit lékařským vyšetřením. Tento stupeň vlivu je nejvíce škodlivý a zřetelně se projevuje na výkonu pracovníka. (Chundela, 2001, str. 93-94)

### 3.3.2 Osvětlení

Vhodné osvětlení je jednou ze základních podmínek práce, jelikož většina vykonávané práce je kontrolována zrakem. Až 90 % informací je člověkem vstřebáno pomocí zrakového vjemu. Jednotkou osvětlení je lux, což odpovídá osvětlení 1 kandely z 1 metru. Pro měření intenzity osvětlení se používají luxmetry. Druhy osvětlení se dělí na 3 typy. (Chundela, 2001, s. 81)

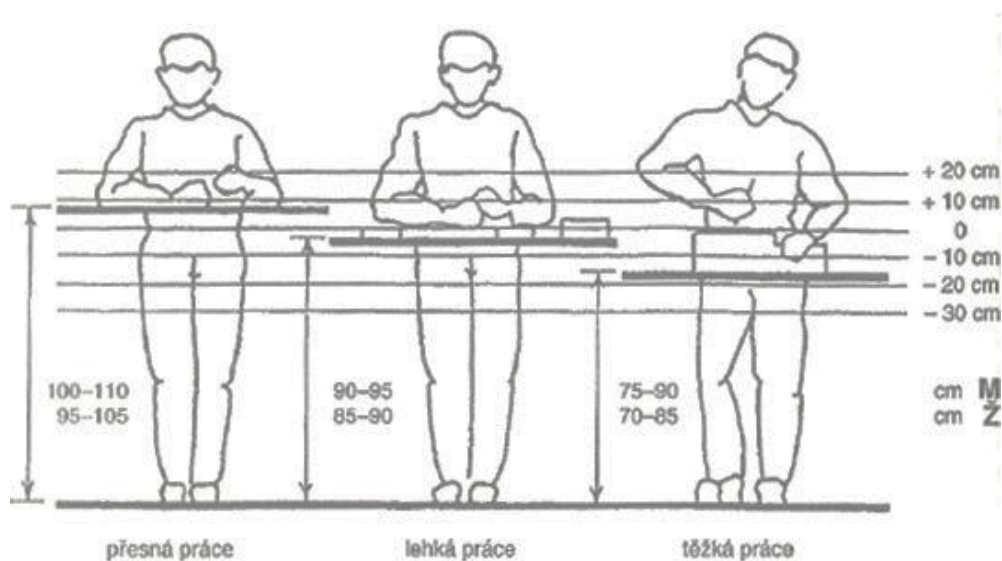
- **Denní** – označováno také jako přirozené osvětlení. Jeho hlavní nevýhodou je kolísavost intenzity osvětlení během různých ročních období. Výhodou denního osvětlení je jeho bezplatnost.
- **Umělé** – jedinný způsob jak na pracovišti zajistit trvalé světelné podmínky. V praxi je nejčastější kombinace přirozeného a umělého osvětlení
- **Sdružené** – kombinace dvou předešlých. (Chundela, 2001, s. 81)

Tabulka 2 – třídy prací s potřebným osvětlením (Chundela, 2001, s. 83)

Třída	Požadavky na osvětlení	Velikost kritického detailu (mm) ze vzdálenosti		Osvětlení (lx)
		350 mm	1000 mm	
1	mimořádné	0,1	0,3	nad 5000
2	velmi vysoké	0,1 až 0,2	0,3 až 0,6	2000 až 5000
3	vysoké	0,2 až 0,4	0,6 až 1,2	600 až 2000
4	průměrné	0,4 až 0,8	1,2 až 2,3	250 až 600
5	malé	0,8 až 1,5	2,3 až 4,4	100 až 250
6	velmi malé	1,5 až 3,0	4,4 až 8,8	25 až 100

### 3.3.3 Práce ve stoje

Práce ve stoje je nejčastěji se vyskytující pracovní polohou. Ve většině případů není problém s tím, že je pracovní úkon vykonáván ve stoje, ale jakým způsobem a jaký časový úsek daná osoba stojí. Práce ve stoje se uplatňuje v těch odvětvích, kde je práce v sedě nemožná kvůli váze a manipulaci předmětu s ní spojených – větší rozsahy pohybů, vynaložení vyšší svalové síly. (Gilbertová a Matoušek, 2002, str. 121-129)



Obrázek 12 – doporučené výšky pracovních poloh (Gilbertová a Matoušek, 2002, str. 112)

### 3.3.4 Práce v sedě

Monotónní práce bývá často doprovázena příznaky únavy očí a pocitem únavy se související pracovní polohou vsedě. Tento styl práce dominuje po většinu pracovní doby v kanceláři.

Na kvalitu a komfort mají vliv vhodné nastavení sedadla a pracovního stolu, estetika interiéru, pořádek a nečistota. Špatné způsoby sezení mohou vést ke zdravotním potížím jako např.: ochabnutí zádoových svalů, zatížení krčního svalstva, špatnému prokrvování dolních končetin, znemožnění hlubokého dýchání atd. (Gilbertová a Matoušek, 2002, str. 127)



Obrázek 13 – způsoby sezení (Gilbertová a Matoušek, 2002, str. 127)

### 3.4 Metoda RULA

Rapid Upper Limb Assessment (RULA) je metoda vyvinutá doktorkou Lynn McAtamney a profesorem E. Nigelem Corlettem k použití v ergonomických vyšetřováních pracovišť, kde vzniká časté opotřebení horních končetin související s prací. RULA nástroj posuzující biomechanické a posturální zatížení na celé tělo, se zvláštním zřetelem na krk, trup a horní končetiny. Posouzení výsledků metody RULA vyžaduje relativně málo času na dokončení a vyhodnocení.

Výsledky se zanáší do formuláře, na kterém je uvedena úroveň intervence potřebné ke snížení rizika zranění v důsledku fyzického zatížení na pracovníka. Na obrázku níže je ukázka jednotlivých pohybů pravé horní části těla. (Osmond Ergonomics, © 2014)

Pravá strana:						
Pravá horní část končetiny						<input type="checkbox"/> Rameno je zvednuté <input type="checkbox"/> Paže je unášena <input type="checkbox"/> Naklání nebo podpora hmotnosti ramene
Pravá dolní část končetiny						<input type="checkbox"/> Práce přes středovou osu těla nebo do strany
Pravé zápěstí						<input type="checkbox"/> Zápěstí je ohnuto od střední čáry Select if wrist is bent away from midline
Otáčení pravého zápěstí			Síla a zátěž na pravé straně paže	<b>VYBER JENOM JEDNU MOŽNOST:</b> <input type="checkbox"/> Žádný odpor <input type="checkbox"/> méně než 2 kg přerušované zátěže nebo síly <input type="checkbox"/> 2-10 kg přerušované zátěže nebo síly <input type="checkbox"/> 2-10 kg statická zátěž <input type="checkbox"/> 2-10kg opakované zátěže nebo síly <input type="checkbox"/> 10kg nebo více přerušované zátěže nebo síly <input type="checkbox"/> 10kg statická zátěž <input type="checkbox"/> 10kg nebo více přerušované zátěže nebo síly <input type="checkbox"/> Rychlé nahromadění síly nebo šok		
Použití svalstva	<input type="checkbox"/> Držení těla je převážně statické, např. držel po dobu delší než 1 minutu nebo opakoval více než 4 krát za minutu					

Obrázek 14 – ukázka posuzování ohybu jednotlivých částí pravé paže (Osmond Ergonomics, © 2014)

### 3.4.1 Pozorování vybraní části těla k posouzení

Představuje okamžik v pracovním cyklu, kdy je důležité pozorovat držení těla při plnění úkolů. V některých případech, kdy je pracovní cyklus dlouhý nebo jsou prováděny různé typy postojů, je vhodné, aby se vyhodnocovalo v pravidelných intervalech rozdělených do částí. (Osmond Ergonomics, © 2014)

### 3.4.2 Ohodnocení držení těla

Na začátku fáze ohodnocování je důležité, aby se rozhodlo, která strana těla se bude hodnotit. Hodnocení bývá rozděleno na pravou a levou stranu těla, ale je možno hodnotit obě strany těla naráz. Skóre držení těla každé části těla se vyhodnocuje buď pomocí posuzovacího listu, nebo softwaru. Boduje se v závislosti na úhlu ohybu vybrané končetiny. K vypočítání finálního skóre je potřeba provést úpravy nevhodných až kritických výsledků. (Osmond Ergonomics, © 2014)

### 3.4.3 Vhodná opatření

Celkové vypočítané skóre lze přirovnat k výsledkům u hodnotícího listu. Nesmí se zapomenout, že lidské tělo je složitý a adaptivní systém a tak list nabízí další vodítka k dalším výpočtům podrobnějších částí pohybů. Ve většině případů tato příručka slouží jako pomůcka k účinnému a efektivnímu rozpoznání všech identifikovatelných rizik – další šetření by měly vést k podrobnějším zkoumání pohybu. Po dosažení finální hodnoty je možno určit případná opatření. (Osmond Ergonomics, © 2014)

- **1-2** – držení a postoje těla jsou přijatelné
- **3-4** – potřeba provedení podrobnější analýzy pohybu, změna pracovního pohybu je možná.
- **5-6** – potřeba provedení podrobnější analýzy pohybu, je nutno změnit pracovní výkon z hlediska ergonomie co možná nejdříve.
- **7 a více** – nutná okamžitá změna pohybů, hrozí riziko zranění. (Osmond Ergonomics, © 2014)

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 4 CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI KOVÁRNA VIVA A.S.

Kovárna VIVA a.s. je jedna z předních českých průmyslových společností specializující se na výrobu zápusťkových výkovků, jenž mohou být z legovaných, mikrolegovaných, uhlíkových či konstrukčních ocelí. Hmotnost jednotlivého výkovku leží především v rozmezí mezi 0,10-20 kg.



Obrázek 15 – současné logo společnosti (interní materiály)

### 4.1 Základní informace

<b>Název společnosti:</b>	Kovárna VIVA a.s.
<b>Datum zápisu:</b>	27. října 1992
<b>Sídlo:</b>	Zlín, Vavrečkova 5333, PSČ 76001
<b>IČ:</b>	46978496
<b>Právní forma:</b>	akciová společnost
<b>Předmět podnikání:</b>	Kovářství, podkovářství Obráběčství Výroba, obchod a služby neuvedené v přílohách 1 až 3 živnostenského zákona
<b>Akcie:</b>	10 ks kmenové akcie na jméno v listinné podobě ve jmenovité hodnotě 5 000 000,- Kč. K převodu listinné akcie na jméno je nutný předchozí souhlas valné hromady.
<b>Základní kapitál:</b>	50 000 000,- Kč, splaceno 100 % (interní materiály)

## 4.2 Historie

Společnost Kovárna VIVA a.s. byla založena v roce 27. 10. 1992. Její kořeny, ale sahají už do roku 1932, kdy byla součástí známého závodu Baťa.



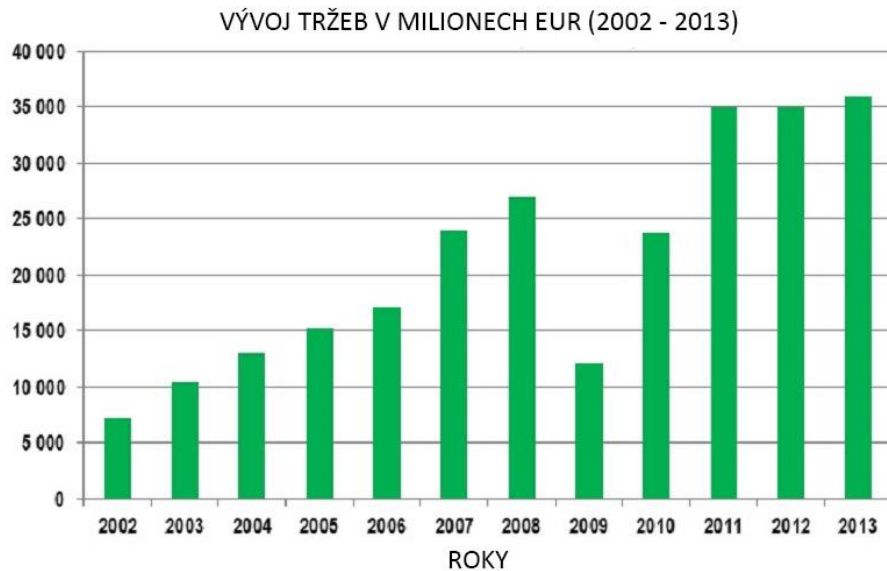
Obrázek 16 – původní logo v roce 1992 (interní materiály)

1992	založení společnosti Kovárna VIVA Zlín. 36 zaměstnanců, 3 tvářecí linky
1993	získání prvního zahraničního zákazníka, první CNC stroj
1995	ve společnosti pracuje 53 zaměstnanců, projekt Poclain Hydraulics
1997	značné investice do modernizace a nákupu nových výrobních zařízení
1998	projekt Linde
2002	projekt ZF Boge Elastmetal, mechanizace výroby výkovků pro automotive
2003	získání certifikace ČSN EN ISO 9001 a 14 001
2004	investice do oblasti měření a kontroly (3D přístroje, laboratoř, magnetoflux)
2005	projekt Scania
2006	projekt ZF Sachs AG
2007	tvářecí linky 1000 t a 1600 t
2008	vznik společnosti VIVA a. s., druhá linka pro tváření s vřetenovým lisem
2010	projekt TRW (interní materiály), investice do nové haly
2011	ve společnosti pracuje 260 zaměstnanců
2013	vznik centrální dílirny a centrálního expedičního (interní materiály)



### 4.3 Vývoj tržeb

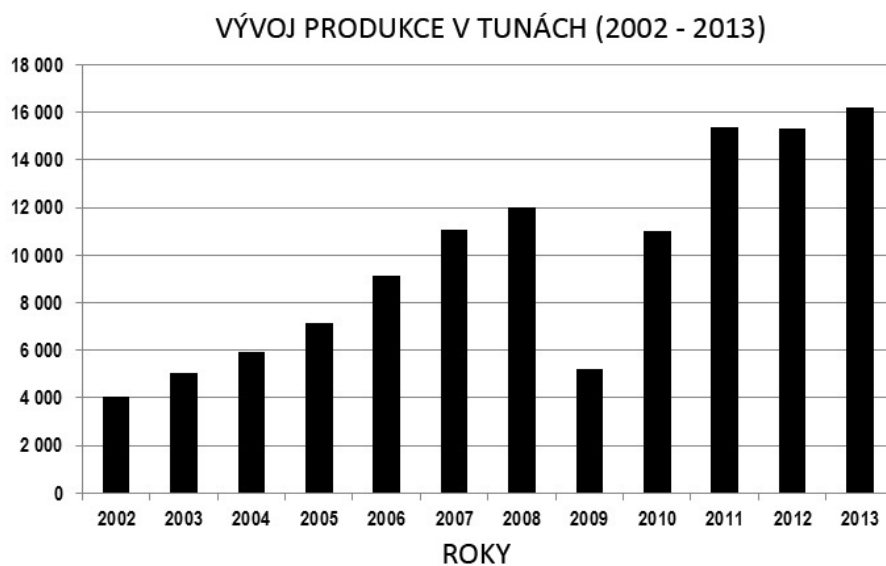
Od roku 2002 je vidět stálý nárůst tržeb. Rok 2009 byl zlomový kvůli celosvětové hospodářské krizi, ale po překonání tohoto období můžeme vidět opět stoupající trend.



Obrázek 17 – vývoj tržeb 2002 – 2013 (interní materiály)

### 4.4 Vývoj produkce

Zlomový rok 2009 měl dopad i na vývoj produkce, která zaznamenala pokles, ale dále můžeme vidět opět rostoucí tendenci množství vyrobených výkovků v tunách.



Obrázek 18 – vývoj produkce v tunách 2002 – 2013 (interní materiály)

## 4.5 Firemní filozofie 4Z

Vizí Kovárny VIVA a.s. je vyrábět výjimečné a technicky dokonalé výrobky. Je důležité být pro zákazníky silným partnerem s dobrými vztahy založenými na důvěře. Dlouhá prosperita je zajištěna rozvojem zaměstnanců, neustálým zlepšováním procesů a zdokonalování vnitřního i vnějšího prostředí společnosti.



Obrázek 19 – filozofie 4Z (interní materiály)

### 4.5.1 Zákazník

Hodnota, která přináší prostředky a znalosti, díky nimž se může společnost rozvíjet. Zákazník je partnerem, kterému je nasloucháno a vycházeno vstříc. Důležitá je vždy spokojenost na obou stranách.

### 4.5.2 Zaměstnanec

Úsilí o to, aby zaměstnanec své práci rozuměl a uměl ji předat dál. Důležité je, aby chápal význam svojí práce. Společnost vytváří dobré pracovní podmínky a staví zaměstnance do vzájemné spolupráce. Motivační programy společnosti jsou samozřejmostí.

### 4.5.3 Zodpovědnost

Každý ručí za sebe a za své jednání, proto je důležité, aby princip zodpovědnosti přijímali všichni jako vnitřní závazek, na který se druzí mohou spolehnout. Kvalita je ve všech a na všech úrovních.

### 4.5.4 Zlepšování

Neustále je potřeba hledat cesty jak neplýtvat a vyrábět jednodušeji, levněji a rychleji. Potřeba zlepšovat se je nezbytnou součástí každého zaměstnance.

#### 4.6 Layout a rozložení budov

Na obrázku níže jsou oranžovou barvou vyznačené budovy ve vlastnictví společnosti. Budova 74 slouží jako administrativní centrála, hlavní výrobní procesy probíhají v ostatních budovách a to v budově 83, 73, 72, 82, 92 a 95. Budova 87 a její okolí slouží ke skladování a následnému dělení materiálu od dodavatelů.



Obrázek 20 – rozložení budov Kovárny VIVA a.s. v areálu Svít (interní materiály)

#### 4.7 Výrobní program

Roční výrobní kapacita společnosti je přes 20 000 tun, což je zhruba 7 500 000 kusů výkovků za rok. Série mohou být vyráběny od 300 do 1 000 000 kusů.

Ohledně materiálu je společnost schopna použít všechny druhy materiálů včetně mikrolegovaných ocelí a její největší dodavatel je Třinecké železářny Moravia Steel, jenž vlastní 50 % společnosti. Materiál je dodáván ve formě ocelových tyčí různých tloušťek a délek.

Obrábění výkovku a povrchová úprava jsou dalšími procesy, které společnost komponuje do svého výrobního programu. U obrábění je to použití moderních CNC strojů a u povrchové úpravy jsou to všechny obvyklé metody, barvení, zinkování, tryskání apod. Na konci každého procesu se provádí kontrola výkovků – zejména jejich fyzikálních vlastností, zjišťování, zda nemá výkovek povrchové praskliny pomocí vizuální kontroly na pracovišti FLUX

a v neposledním případě moderní metalografická laboratoř pro zkoumání tvrdosti a chemického složení materiálu.

#### 4.7.1 Produkty

- **Automotive**



Obrázek 21 – výkovky použité v odvětví automotive (interní materiály)

- **Vysokozdvížné vozíky**



Obrázek 22 – výkovky použité do vysokozdvížných vozíků (interní materiály)

- **Hydraulika**



Obrázek 23 – výkovky použité v hydraulických zařízeních (interní materiály)

- **Ostatní**



Obrázek 24 – ukázka ostatních výkovků (interní materiály)

#### 4.7.2 Výroba

Kovárna VIVA a.s. vlastní moderní výrobní kovací linky a tvářecí stroje se systémem kontroly při tváření každého jednotlivého výkovku. Pro ohřev se používá jen indukční způsob ohřívání, díky němuž je docíleno kontrolované teploty.

#### 4.7.3 Vývoj a výroba nástrojů

K zdokonalení vývoje je používána celá řada softwarových programů jako např.: CAD/CAM, TeamCenter (seznamy a správa technické dokumentace), Forge (simulace tvářecího procesu) apod.

K výrobě nástrojů patří samozřejmě použití kvalitních CNC strojů s technologií HSC, jsou používány kvalitní vakuově kalené materiály s nitrídaným povrchem.

#### 4.7.4 Kvalita

Firma je držitelem tří certifikátů a to ČSN-EN ISO 9001, ekologického certifikátu ČSN-EN ISO 14001 a TS 16949, který je určen pro automotive odvětví. Kovárna VIVA disponuje moderními metodami pro kontrolu kvality a jakosti ve výrobě. Kontrola probíhá od začátku při nákupu a převzetí materiálu, dále jsou výkovky kontrolovány v průběhu celé výroby a v neposlední řadě na konci celého procesu při výstupní kontrole, finální inspekci a konečnou expedici. Vyrábí se zde bezpečnostní díly, proto je vybavenost příslušnou technikou a organizací všech procesů samozřejmostí.

Laboratoře obsahují mikroskopy pro měření rozměrů (2x - 3D CNC Zeiss, 1x 3D Axiom), moderní Struers tvrdoměr k metalografickým potřebám, spektrometru Belec pro měření chemického složení materiálu, magnatest a magnetoflux pro odhalování vrypů, prasklin a vrypů na finálních produktech.

## 4.8 Výrobní proces

### 4.8.1 Přejímka a dělení materiálu

Jednotlivé ocelové tyče od dodavatelé jsou transportovány z nákladních automobilů na sklad, ze kterého se pomocí portálového jeřábu dostávají k dělení materiálu, kde se nachází pilky (kotoučové, pásové) a nůžky, kterými se materiál dělí na požadované délky.

### 4.8.2 Kování

Do kovací linky putuje nadělený materiál, kde je induktorem nahříván na příslušnou teplotu. Po nahřátí je polotovar několikrát vpěchován do ocelové zápustky. Po dosažení kýženého tvaru putuje na ostřihovací lis, kde se provádí ostřih, výronek nebo děrování výkovku. Kování obstarávají svislé, vřetenové kovací lisy a buchary.



Obrázek 25 – ohřev naděleného materiálu pomocí induktoru (interní materiály)

### 4.8.3 Tepelné zpracování

Pro dosažení různých mechanických vlastností výkovku se dávky kalí, popouští či žihají.

### 4.8.4 Kalibrace

Pomocí kalibračních kolenových lisů se provádí kalibrace, zdali výkovek má příslušné atributy v pořádku, zejména tvarové odchylky. Firma disponuje dvěma kalibračními lisy a celá kontrola se provádí za studena.



#### 4.8.5 Obrábění

Pokud se zákazník přeje, Kovárna Viva a.s. má k dispozici několik obráběcích linek, kde se provádí třískové obrábění – tvarování výkovek, vrtání otvorů apod.



Obrázek 26 – obráběcí centrum Trimill Speed 1110 (interní materiály)

#### 4.8.6 Povrchové úpravy

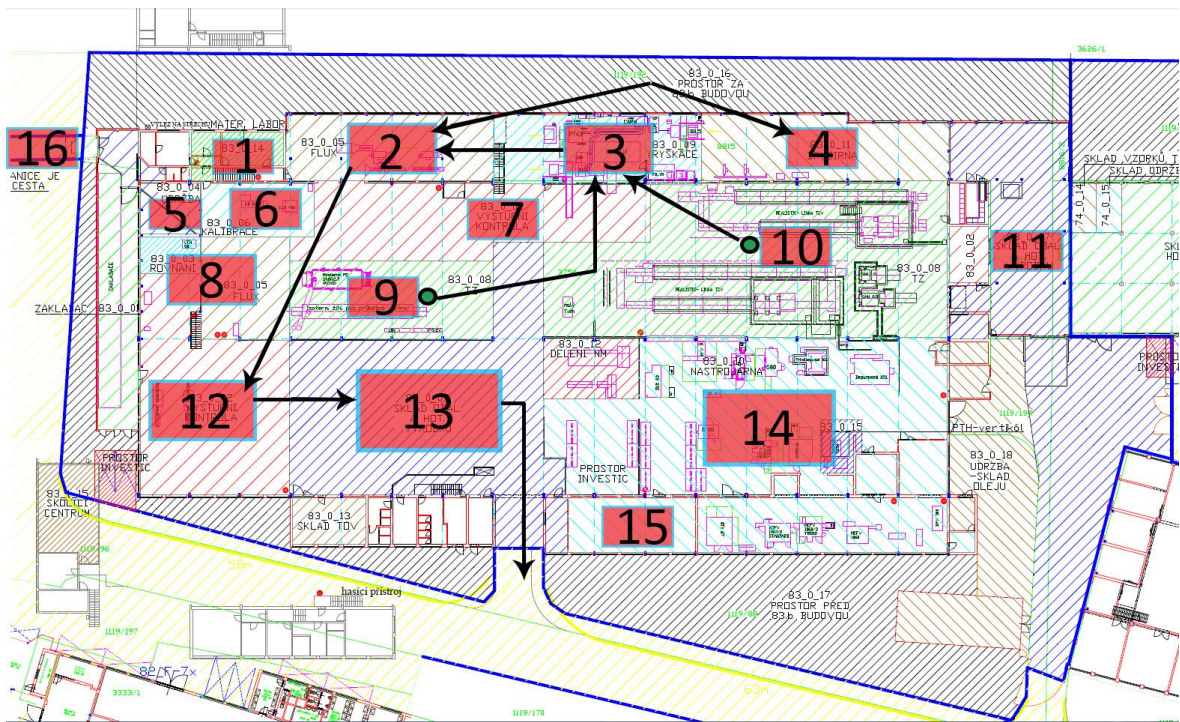
Železo je od přírody kov náchylný ke korozi, a proto se provádí povrchové úpravy. Mezi nejčastější patří pískování, barvení, zinkování a niklování.



Obrázek 27 – příklad povrchově upraveného výkovku (interní materiály)

## 5 PRACOVIŠTĚ VÝSTUPNÍ KONTROLY FLUX

Toto pracoviště se nachází v 83. budově areálu Svit. Budova je propojena s vedlejší 92. budovou zastřešeným průjezdným krčkem. Pracoviště se zabývá 100% vizuální kontrolou výkovek. V 83. budově není povinnost nosit bezpečnostní helmu a ochranné brýle na rozdíl od dalších budov společnosti, kde je riziko úrazu vyšší.

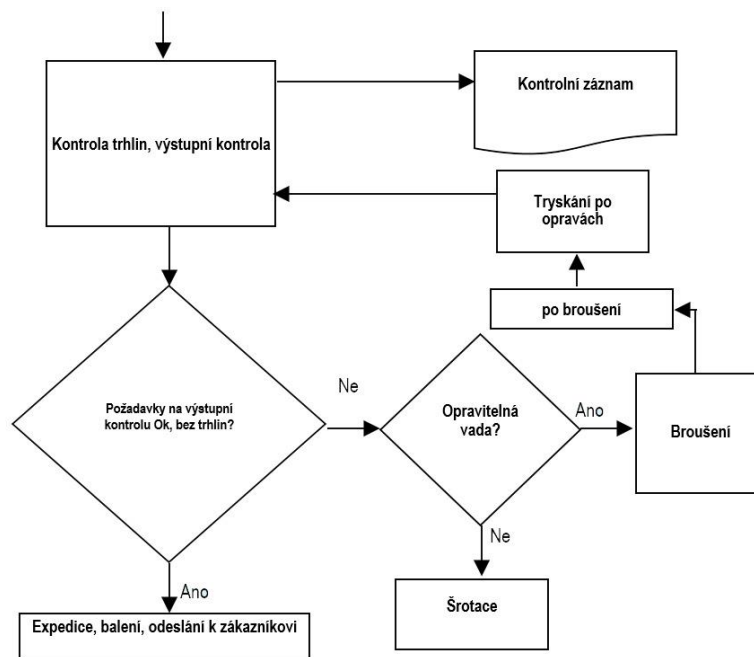


Obrázek 28 – prostorové uspořádání a materiálový tok 83. budovy (vlastní zpracování)

### Popis jednotlivých částí 83. budovy:

- |                                      |                                    |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Metallografická laboratoř         | 9. Izotermická žihací pec          |
| 2. Pracoviště výstupní kontroly FLUX | 10. Elektrické pece Realistic      |
| 3. Tryskání                          | 11. Sklad obalů a hotových výrobků |
| 4. Brusírna                          | 12. Výstupní kontrola              |
| 5. Údržba                            | 13. Sklad obalů a hotových výrobků |
| 6. Kalibrace                         | 14. Nástrojárna                    |
| 7. Výstupní kontrola po tryskání     | 15. Kancelář mistrů                |
| 8. Rovnání                           | 16. Průjezdný krček do 92. budovy  |

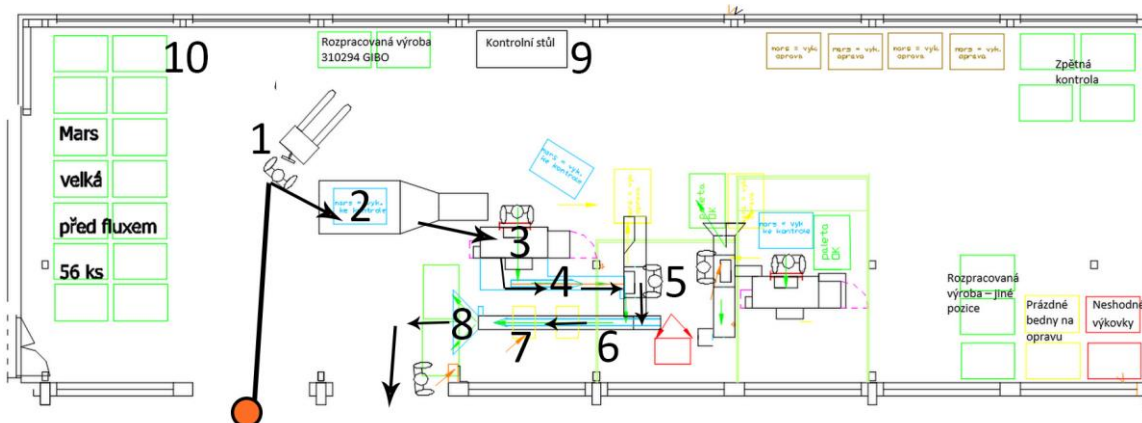




Obrázek 29 – flow diagram procesu výstupní kontroly Flux (interní materiály)

## 5.1 Charakteristika pracoviště

Tohle pracoviště se skládá ze dvou samostatných linek. Každá samostatná linka určená pro magnetizaci je obsluhována jedním pracovníkem. Od prvního stroje vede dopravník do tzv. temné komory, kde pracovník zkoumá pod ultrafialovým světlem, jestli na výkovku nejsou trhliny. V případě druhé linky tuto práci kontrolora vykonává sám operátor, který výkovky pod ultrafialovým světlem sleduje přímo u linky. Na tomto pracovišti se kontrolují výkovky různých typů, tudíž není pracoviště specifikováno pouze pro jeden typ. Na ranní směně zde pracují 3-4 zaměstnanci v závislosti na obtížnosti projektu.



Obrázek 30 – layout a materiálový tok pracoviště FLUX (interní materiály)

**Popis jednotlivých částí na pracovišti:**

1. Manipulace s paletovým vozíkem
2. Násypka
3. Magnetoflux
4. Dopravník 1
5. Temná komora
6. Dopravník 2
7. Demagnetizační okruh
8. Třídící klapka
9. Kontrolní Stůl
10. Skladovací prostory

**5.2 Popis práce**

Stroj primárně slouží jako prostředek k magnetizaci výkovku a jeho oplachu speciální směsí. Pro každý typ výkovku, kde záleží na jeho velikosti a hmotnosti, je nastavena jiná hodnota míry magnetizace. V případě nastavení vyšší magnetizace než je potřeba může dojít k jiskření a poškození výkovku.

Toto pracoviště je rozděleno do dvou operací:

1. Operace A – oplach, obsluha magnetického defektoskopu
2. Operace B – kontrola trhlin pod ultrafialovým světlem v temné komoře

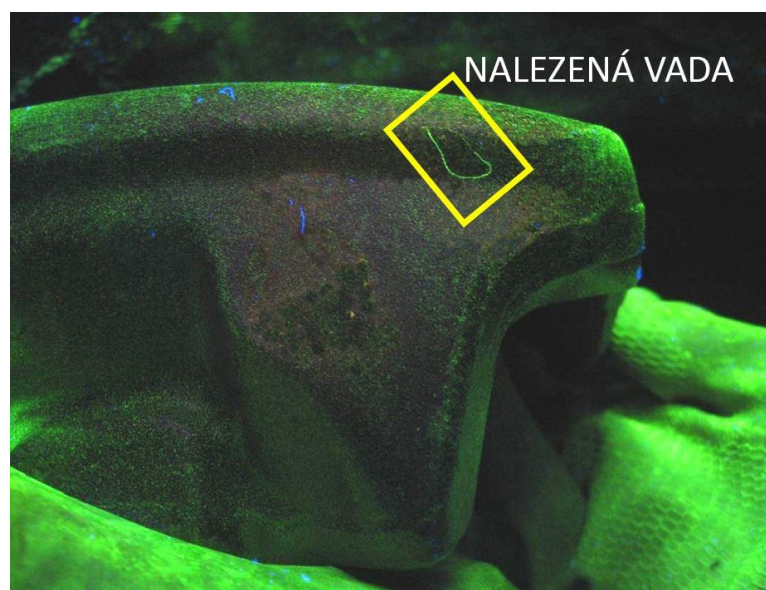
Pracovník musí mít k dispozici bednu s výkovky, kterou si sám přistaví pomocí elektrického paletového vozíku. Z této bedny se bere výkovek, který je umístěn do čelistí (prizmat) strojek chodu stroje je potřeba musí sepnout dvě tlačítka, které jsou umístěny mimo dosah stroje, aby se zabránilo zranění. Jak můžeme vidět na obrázku níže, po stisknutí tlačítek stroj pevně sevře výkovek do svých čelistí a proběhne proces magnetizace.



Obrázek 31 – sevření výkovku v čelistech stroje (vlastní zpracování)

Na konci magnetizace se spustí ze sprch suspenze, která výkovek osprchuje ze všech potřebných stran ke kontrole. Tato tekutina obsahuje malé částičky z magnetizovatelného kovu a je vidět pod ultrafialovým světlem v zelené barvě (Operace A).

Po osprchování výkovku stroj zastaví tok emulze a rozevře své čelisti, nejčastěji prudkým výhozem, aby výkovek bezpečně spadl na rošt, po kterém sjede na pohybuující se dopravník. Dopravníkem se produkt dostane až do temné komory, kde pracovník provádí vizuální kontrolu výkovku.

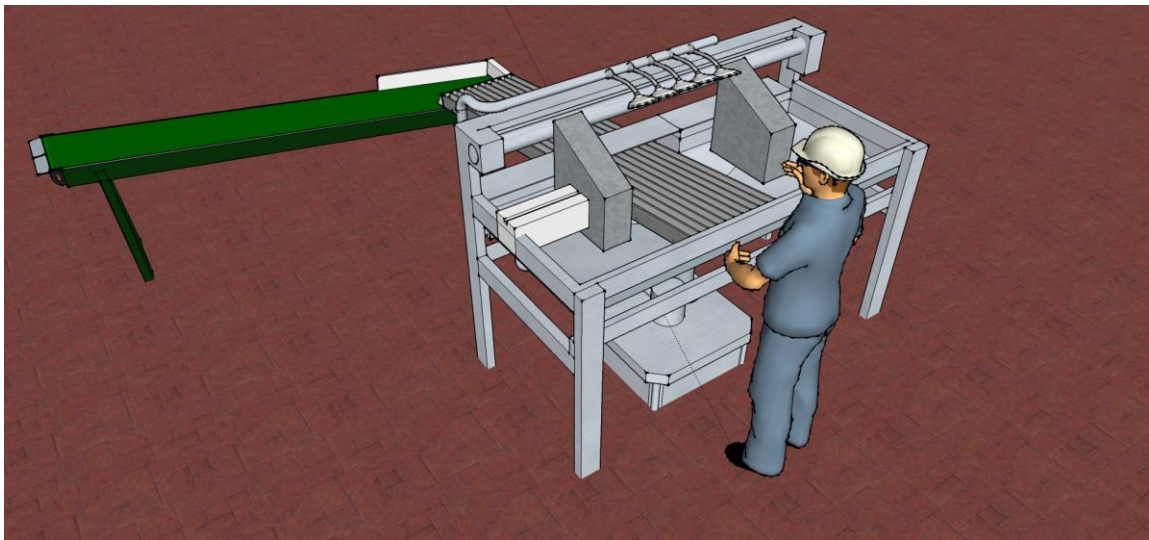


Obrázek 32 – ukázka vizuální kontroly pod UV světlem (vlastní zpracování)

V případě existující vady se zmagnetizované částčky kovu nahromadí a utvoří značení, podle kterého je pracovník povinen poznat kaz na výkovku. Pokud toto značení výkovek obsahuje, pracovník označí tuto vadu barevnou tužkou a posune ho do bedny neshodných výkovků, které se posléze opraví broušením a znovu podstupují tuto kontrolu (Operace B).

Pracovník je povinen nosit speciální ochranné brýle, které šetří zrak. Po určitém časovém úseku se obsluha stroje střídá s pracovníkem v temné komoře, aby nedošlo k velké únavě očí. Při každém střídání je pracovník povinen nechat oči adaptovat na nové prostředí a to v délce pěti minut, před začátkem pracovního úkonu.

V případě nezjištění žádných závad, výkovek putuje po dalším dopravníku přes demagnetizační okruh, který jej zbaví magnetických vlastností a následně padá do připravené bedny určené k dalším procesům. Toto zařízení musí být kontrolováno na začátku každé směny.



Obrázek 33 –model stroje magnetického defektoskopu (vlastní zpracování)

### 5.3 Analýza pracoviště

Pracoviště bylo analyzováno pomocí auditové části a měřeními pro zjištění ergonomických prvků. Miniaudit byl uskutečněn v rámci workshopu ve společnosti Kovárna VIVA a.s.

#### 5.3.1 Miniaudit

Byl proveden miniaudit pracoviště v rámci optimalizace a zjištění hlavní chyb pracoviště. Celý miniaudit byl rozdělen na 3 části: pořádek a čistota, vizualizace a údržby strojů a pracovišť. V rámci miniauditů, který proběhl na tomto místě, byly zjištěny určité nedostatky.

Tabulka 3 - pořádek a čistota pracoviště (vlastní zpracování)

Hodnotit body: ano (2) - částečně (1) - ne (0)	
Mini audit pořádku a čistoty na pracovišti	Odpovědi
Pracoviště je čisté, přehledné a uspořádané	1
Na pracovišti se nevyskytují žádné nepotřebné věci	2
Logistické cesty jsou prázdné a volné	1
Je dodržován postup dle plánu úklidu	1
Jsou zavedeny standarty 5S	2
Počet bodů	7
Procentuální úroveň (body/10*100)	70 %

Tabulka 4 - vizualizace na pracovišti (vlastní zpracování)

Hodnotit body : ano (2) - částečně (1) - ne (0)	
Miniaudit vizualizace na pracovišti	Odpovědi
Nekvalita je vytříděna	1
Pomůcky a nástroje jsou označeny	2
Je snadné nalézt součást nebo díl pro výrobní činnosti	2
Vizualizace v podobě tabule s ukazateli výkonu a produktivity	2
Je jasně a přehledně dán plán výroby a pracovní postup	1
Počet bodů	8
Procentuální úroveň (body/10*100)	80 %

Tabulka 5 – údržba strojů a pracoviště (vlastní zpracování)

Hodnotit body: ano (2) - částečně (1) - ne (0)	
Miniaudit údržby strojů a pracoviště	Odpovědi
Stroje jsou označené a na první pohled identifikovatelné	2
Vede se kniha závad a oprav stroje i s časy délky opravy	1
Je nastaven a vizualizován proces pravidelné údržby stroje	0
Pracovník umí provádět drobné opravy a seřízení	1
Je zavedena metoda TPM?	0
Počet bodů	4
Procentuální úroveň (body/10*100)	40 %

Průměr výsledků jednotlivých kategorií je 63 %, očekávaný cíl byl 75 %.



## 5.3.2 Pořádek a vizualizace na pracovišti – audit 5S

Tabulka 6 – audit 5S (vlastní zpracování)

<b>1S - selekce/třídění</b>	
Zaskládaný únikový východ - porušení BOZP (-3 %)	0
Zaskládaný hasicí přístroj, hydrant (-3 %)	0
Nejsou používány předepsané ochranné prostředky - porušení BOZP (-3 %)	0
Na pracovišti se nachází nevytříděný odpad (-2 %)	-2%
Na pracovišti se nachází poškozené nářadí (-2 %)	0%
Na pracovišti se nachází nepotřebné věci (-1 %)	-1%
Pracuje se na stroji bez krytů (-3 %)	0%
<i>Komentář: Dodělat ochranu sběrnice rozvaděče při vjezdu proti poškození od VZV; vytřídít poškozený ventilátor (zajistit opravu)</i>	
<b>2S - Systematizovat</b>	
Palety jsou nevhodně stahované (-5 %)	0
Palety jsou přeplněné (-3 %)	0
Nejsou dodržována základní pravidla pro práci s chemickými látkami (-3 %)	0
Nářadí není vráceno na určené místo (-1 %)	-1%
Na pracovišti se nachází neoznačený polotovár, výkovky, obrobky (-1 %)	-1%
<b>3S - stále čistit</b>	
Neprovedené čištění pracovního prostoru (-5 %)	0
Neprovedený záznam o čištění stroje (-1 %)	-1%
Únik olejí, který není řešen/hlášení údržbě (-3 %)	0
Na pracovišti se nachází nálepky, které nesouvisí s pracovištěm (-1 %)	0
Kontrolní měřidla nejsou čisté nebo nevhodně skladovány (-2 %)	0
<i>Komentář: pokusit se navrhnout způsob sbírání kapaliny u fluxu</i>	
<b>4S - standardizovat</b>	
Pracovníci používají nadměrně znečištěný oděv (-1 %)	0
Pracovníci používají poškozené ochranné prostředky (-1 %)	0
Chybí standardy na pracovišti - návodky, pokyny (-4 %)	0
Na pracovišti je neplatná výrobní dokumentace (-4 %)	0
Na pracovišti se nachází nekalibrovaná měřidla (-2 %)	0
<i>Komentář: Obnovit vizualizaci skladování na podlaze; ověřit platnost požárního řádu</i>	
<b>5S - disciplína</b>	
Konstruktivní a pozitivní přístup (+2 %)	0
Zrealizování zlepšení nad rámec předchozích doporučení (+3 %)	0
Nesplněné realizovatelné připomínky z předchozího auditu (-3 %)	0

Po odečtení 6 % z původních 75 % při očekávaného cíle dostáváme výsledek 69 % dodržení 5S na pracovišti. Cílem bylo dosáhnout alespoň 75 %.

Společnost má zájem na tom, aby metoda 5S byla zavedena v co největší míře, ačkoliv pořádek a vizualizace jsou složky plýtvání složitě vyčíslitelné. Kontrolní stůl na pracovišti je opatřen popisky, které značí uložení jednotlivých pomůcek. Vedle kontrolního stolu jsou na stěnách situovány nástěnky s různými vizualizacemi a návodkami pro správný pracovní postup.



Obrázek 34 – příklad zavedení metody 5S (vlastní zpracování)

### 5.3.3 Hlavní nedostatky

Byly shledány menší nedostatky v podobě špatně odložených rukavic, otevřeného kobercového nože položeného na roli balicího papíru a chybějící plastový kryt od pojistek. Další větší nedostatky byly následující.

- **Neoznačené logistické cesty**

Logistické cesty jsou důležité k vyvarování se případným úrazům, aby bylo jasné, kde je možné provádět manipulaci s elektrickým paletovým vozíkem, kde se uskladní bedny s výkovky apod.

- **Neoznačené místo pro zmetky**

Dalším z nedostatků je nedostatečně označené místo pro zmetky a rozpracovanou výrobu. Místo na podlaze určené pro zmetky by mělo být označeno červenou barvou, žlutá barva by měla být použita pro skladovací bedny s výrobou, která se musí opravit.

Důležité je docílit toho, aby zkontrolované kusy padaly do označených beden. V tomto případě bylo zjištěno, že byla označena pouze vstupní bedna, ze které se výkovky braly ke kontrole.

- **Paletový vozík**

V průběhu miniauditů bylo zjištěno, že pracovníci nechávají paletový vozík na místě, kterým vede logistická cesta skrz pracoviště. V takovém případě je nutno označit místo na podlaze, kam se má vozík odkládat a řádně ho popsat. Pokud je takové opatření zavedeno, ulehčí to například i hledání tohoto zařízení v případě, že jej někdo potřebuje – je mu známo, kde ho má najít.

- **Plán výroby a pracovní postup**

V průběhu auditů bylo zjištěno, že při rozepisování denního plánu daných zakázek by měla být zadána na tabuli nejenom zakázka, ale taky počet kusů této zakázky. Tímto si může zaměstnanec zkontrolovat, zdali byly všechny výkovky zkontrolovány a jestli nějaké nechybí.

Dále pak dát důraz na každodenní kontrolu demagnetizačního zařízení. Z plánů kontrol jednotlivých částí linky bylo zjištěno, že demagnetizační zařízení není kontrolováno každý den na začátku směny, jak to uvádí pracovní postup. Zavedení metody TPM je možno tento nedostatek eliminovat, bohužel zatím tato metoda zavedena na pracovišti není. V případě zavedení TPM by bylo nutné zpracovat instrukce k definicím technických požadavků na zařízení, dále pak vypracování checklistů pro značení abnormalit, které by nám další údržby stroje ulehčily.



Obrázek 35 – odložený vozík, neoznačená výroba, neoznačené logistické cesty (vlastní zpracování)



## 5.4 Ergonomické faktory

Ergonomie je důležitým faktorem v Kovárně VIVA a.s., pracovníci musí pracovat s různými hmotnostmi výkovků od těch lehčích až po výkovky, které mohou vážit až 20 kg. Na stanici Flux pracují převážně ženy, a proto z ergonomického hlediska nemohou zvednout tolik co muži. V případě kontroly výkovků se počítá jeden zdvih výkovku. Pokud pracovnice bere z bedny 110 výkovků o hmotnosti 4 kilogramů nazvedá tak za vyskládání jedné bedny je kumulativní hmotnost 440 kilogramů.

Tabulka 7 – ergonomické normy (interní materiály)

Typ manipulace	Muži	Ženy
Občasné zvedání a přenášení	max. 50 kg	max. 20 kg
Časté zvedání a přenášení (časté = delší než 30 min za pracovní dobu)	max. 30 kg	max. 15 kg
Práce v sedě	max. 5 kg	max. 3 kg
Energetický výdej maximálně	8 MJ	5,4 MJ
Kumulativní hmotnost	max. 10 000 kg	max. 6 500 kg
Tlak nebo tah pomocí bezmotorového prostředku	310N/280N	250N/220N

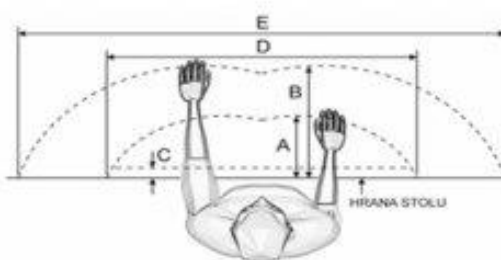
### 5.4.1 Ergonomický audit

Ve firmách se pro analýzu ergonomie pracoviště využívají různé typy formulářů. Je třeba daný formulář upravit tak, aby odpovídal povaze pracoviště. Sledujeme hlavně zóny dosahu pracovníka, ať už při práci vsedě či ve stoje. Při auditu je takový formulář vyplňován zodpovědným pracovníkem, který sleduje, jestli dispozice pracoviště spadají do tolerančního rozmezí, které je určeno zásadami ergonomie.

### I. Hodnocení zón dosahu pro práci vsedě

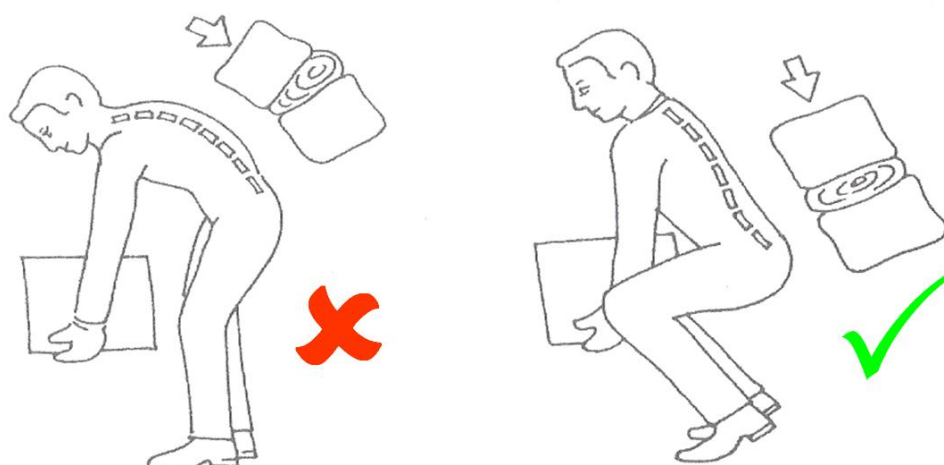
Pracoviště:  
Název práce (popis práce):  
Datum:  
Hodnocení provedl:

Hodnocené kritérium	Doporučovaný rozměr	Skutečný rozměr	Přijatelné
A. Doporučený dosah dopředu	30 cm		
B. Doporučený dosah dopředu	46 cm		ANO – NE
C. Minimální vzdálenost pro provádění práce	2,5 – 10 cm		ANO – NE
D. Doporučený dosah do stran	102 cm		ANO – NE
E. Rozšířený dosah do stran	152 cm		ANO – NE



Obrázek 36 – hodnocení zón dosahu pro práci v sedě (interní materiály)

Na obrázku výše je ukázka formuláře při práci v sedě, který se využívá při ergonomickém auditu v Kovárně VIVA a.s. Až 50% poškození páteře v průmyslu je způsobeno nesprávnou manipulací s břemeny.



Obrázek 37 – manipulace s břemeny (interní materiály)

#### 5.4.2 Intenzita osvětlení

Hodnoty osvětlení pro následující tabulku vychází z doporučení v normě ČSN EN 12464-1.

Tabulka 8 – Tabulka doporučených hodnot pro osvětlení pro různá pracoviště (interní materiály)

Typ prostoru	Typ pracoviště	min. intenzita osvětlení [lux]	pzn. příklad pracoviště
Komunikace	Komunikace bez VZV	100	chodby mezi kancelářemi
	Komunikace s VZV, schodiště, nakládací rampy	150	např. kom. v obrobně VIVA ZP
Sklady	Sklady	150	
	Sklady s trv. pohybem osob	200	
	Expedice, balírny	300	
Výroba	Volné kování	200	
	Zápustkové kování	300	U kovacích lisů a ostř. lisů
	Svařování	500	
	dělení mat.	350	při dělení NM a HM
	Kontrola, kontrolní stoly	750	při kování, kalibraci
	Kontrola, při dělení NM, HM	500	
	Výroba náradí	750	
	Montáže-střední mechanici	300	
	Brusírna	500	
	<b>Vizuální kontrola, výstupní kontrola, kontrola jakosti</b>	<b>1000</b>	<b>vizuální kontrola, FLUX</b>
Kanceláře	Kopírování, zakládání dok.	300	
	Pc pracoviště, zasedačky	500	
	Archivy	200	
	Recepce	300	

Měření bylo provedeno digitálním luxmetrem nastaveným v rozmezí 0 – 2500 lux s odchylkou  $\pm 0,5$  %. Naměřené hodnoty u pracovních a kontrolních míst jsou v normě. Osvětlení skladovacích míst a komunikací by mělo být intenzivnější, ačkoliv je viditelnost na první pohled dobrá.

Tabulka 9 – měření intenzity osvětlení (vlastní zpracování)

Flux	Pracovní prostor	kontrolní prostor 1	kontrolní prostor 2	Komunikace	Skladovací prostory
Hodnota [Lux]	1000	1700	1000	30	50

### 5.4.3 Hluk

Hluk vyprodukovaný výrobními zařízeními je ve společnosti těžce ovlivnitelným faktorem. Zaměstnanci jsou povinni nosit ucpávky do uší tam, kde zvuková hranice přesahuje povolený limit pro práci bez ochrany sluchu.

Tabulka 10 – hlukové limity (interní materiály)

Hlukové pásmo	Rozmezí [dB]	Specifikace
1.	30-35 dB	Ticho.
2.	35-65 dB	Mluvená řeč, televize, kapající voda, tikot budíku.
3.	65-90 dB	Snižování koncentrace, zpomalení reakcí, vznik civilizačních chorob. Snížování pracovního výkonu o každý decibel nad 70dB o 1%.
4.	90-120 dB	OHROŽENÍ – snižuje ostrost sluchu, vzniká profesionální poškození sluchu.
5.	Nad 120 dB	AKUTNÍ NEBEZPEČÍ – vážné poruchy centrálního nervového systému, ztráta sluchu během velmi krátké doby.

Nad 85 dB je nutno používat chrániče sluchu. Hluk na pracovišti Flux byl měřen digitálním měřičem hluku s rozsahem 30-130 dB s přesností  $\pm 1,4$  dB. Naměřené hodnoty odpovídaly normám pro práci s chrániči sluchu v průměru kolem 55 dB.

### 5.5 Výpočet metodou RULA

K výpočtu je používána metoda zvaná RULA, která nám okrajově sdělí, zdali pracovník pracuje v rámci ergonomie správně. Používá se bodovací tabulka, kdy se ohodnotí pohyby pracovníka body od +1 do +3 v souvislosti na úhlu zakřivení částech těla jakou je např. ramena, ruce, zápěstí, krk. Tyto body se poté vyhodnotí v tabulce, kde dle kategorie počtu

dosažených bodů zjišťujeme, zdali je práce přijatelná, potřeba požadavku na další změny či na úplné zastavení práce.

### 5.5.1 Pohyby pracovnice

Pracovnice koná 2 základní pohyby:

1. Otočení se o 90-180° od čela stroje a uchopení výkovku do jedné nebo obou rukou v závislosti na váze výkovku.
2. Otočení se zpět do výchozí pozice a uložení výkovku do prizmat stroje.



Obrázek 38 – pohyby pracovnice (vlastní zpracování)

### 5.5.2 Hodnocení výsledků pro pravou a levou stranu těla

V případě bodování nulou je pohyb bez problému. Skóre jedna až dvě naznačuje, že postoj je přijatelný, pokud se příliš často neopakuje ve statických polohách, které trvají dlouho dobu. Skóre tři až čtyři naznačuje, že je třeba další šetření a změny mohou být požadovány. Skóre pět až šest naznačuje provedení vyšetřování polohy výkonu a jsou nutné změny. Skóre sedm nebo více naznačuje, aby byla činnost okamžitě zastavena.

#### Detail výsledků – rozsahy pohybu jednotlivých částí těla:

1. Nadloktí: -20° až 20° (+1), vzhledem k narovnanému trupu.
2. Spodní část ramene: 60° až 100° (+1), vzhledem k narovnanému trupu.
3. Zápěstí je rovné (+1).

4. Otáčení zápěstí/předloketní rotace v polovičním rozsahu (+1), statické nebo opakované zatížení silou 2-10 kg (+2).
5. Horní část ramene je  $-20^{\circ}$  až  $20^{\circ}$  (+1), vzhledem k narovnanému trupu.
6. Dolním rameni je 60 až 100 (+1), vzhledem k narovnanému trupu.
7. Krk je  $10^{\circ}$  až  $20^{\circ}$  v ohybu (+2)
8. Žádné kroucení těla (+0).
9. Žádné ohýbání se bokem (+0).
10. Trup je vzpřímený (+1)
11. Nohy a chodidla jsou rovnoměrně vyvážené nebo podporovány (+1), statické nebo opakované zatížení silou 2-10 kg (+2).

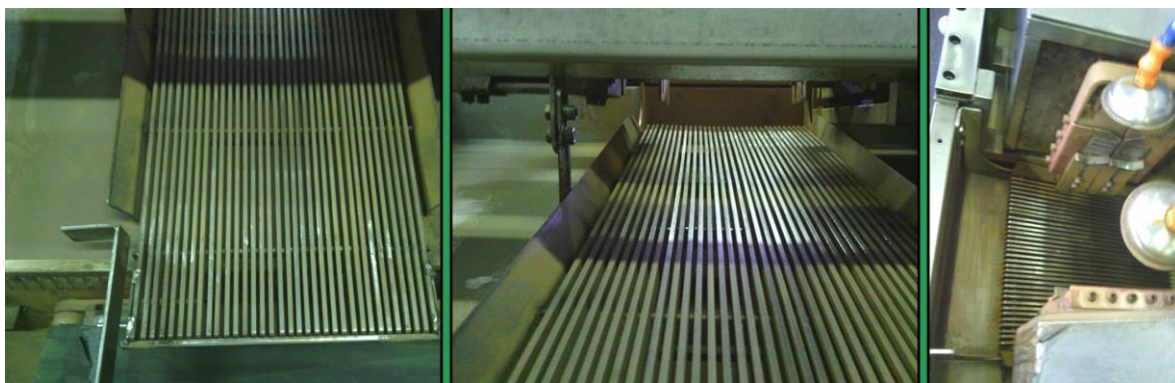
**Výsledek hodnot stran (levá/pravá ) : 2/2**

Výsledek interpretuje, že riziko vzniku kumulativních traumatických těžkostí je relativně nízké. Hodnoty byly vypočítány pomocí algoritmu RULA na stránce [www.rula.co.uk](http://www.rula.co.uk), která slouží k výpočtům jednotlivých úhlových zatížení různých typů končetin a částí těla.

## 6 SPECIFIKACE PROBLÉMŮ LINKY A NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ

### 6.1 Dopadový rošt/skluz

Po procesu magnetizace a osprchování je výkovek vyhozen na dopadový rošt, po kterém klouže směrem na dopravník.



Obrázek 39 – dopadový rošt/skluz (vlastní zpracování)

#### 6.1.1 Specifikace problému

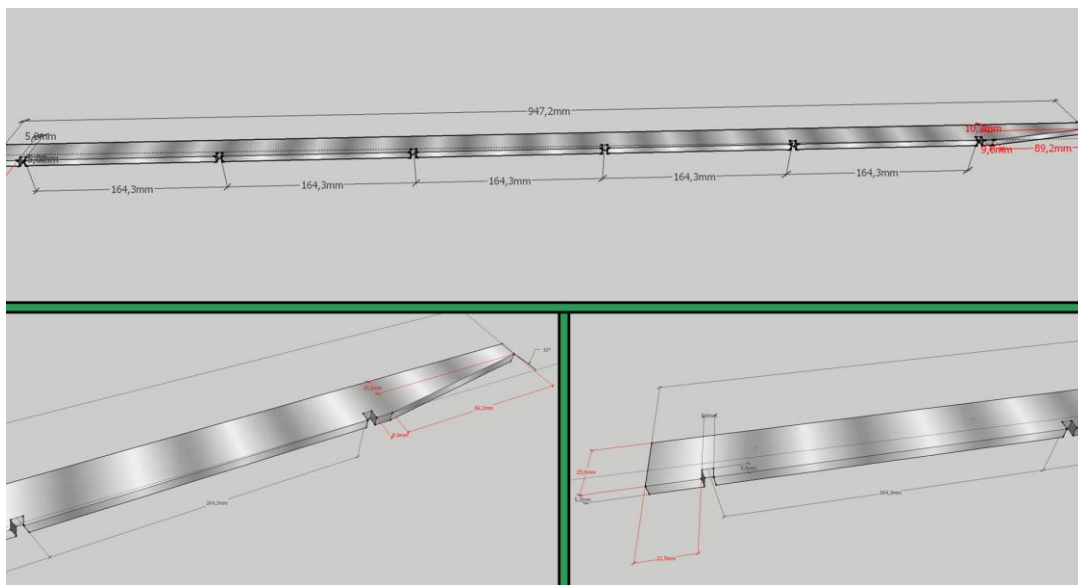
Skluz u prvního stroje není uzpůsoben na pády až 20 kilových výkovků, hrozí riziko poničení kovového dopadového roštu a znehodnocení indikací na výkovku. Skluz je za svoji dobu používání poničený, jednotlivé kovové pražce mají tendenci vypadávat a celá konstrukce nepůsobí bytelně.

Skluz není dostatečně široký - zvýšené kraje roštu, určené k zabránění pádu výkovku mimo skluz, zavazí posuvným čelistem v případě jejich nastavování na typ výkovku větších rozměrů. Kvůli nízkému umístění prizmat dochází k jejich zablokování o kraje roštu. Šířka původního skluzu je 300 mm. Následující části navrhovaných řešení byly namodelovány pomocí programu Google SketchUp PRO.



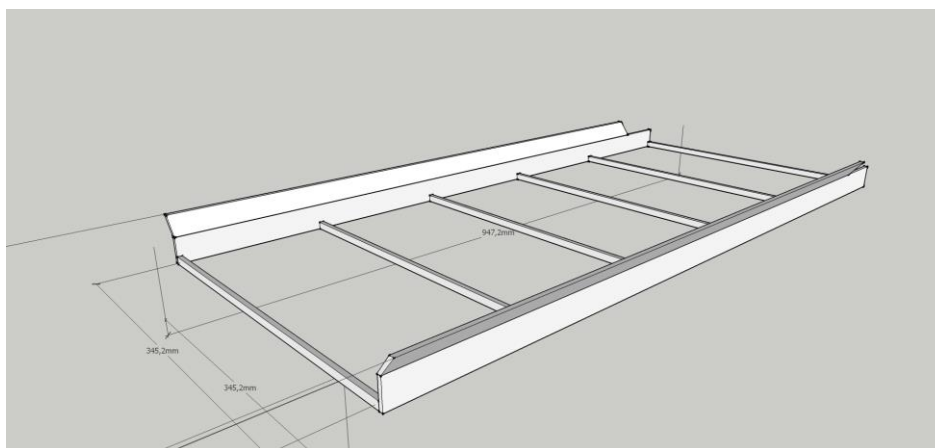
### 6.1.2 Navrhované řešení

Nejprve je potřeba navrhnout nový typ skluzu/roštu, kvůli jeho opotřebení a zastaralé konstrukci. Dále je nutné namodelovat jednotlivý pražec, přičemž musíme zachovat délku původního pražce. Pražec obsahuje 6 zářezů, díky kterým bude držet na pevné ocelové konstrukci. Tímto řešením je docíleno možnosti měnit jednotlivé pražce, pokud se poničí nebo opotřebují. Jedna strana musí být zkosená pod úhlem  $10^\circ$ , aby se docílilo hladkého přechodu na plochu dopravníku.



Obrázek 40 – model pražce (vlastní zpracování)

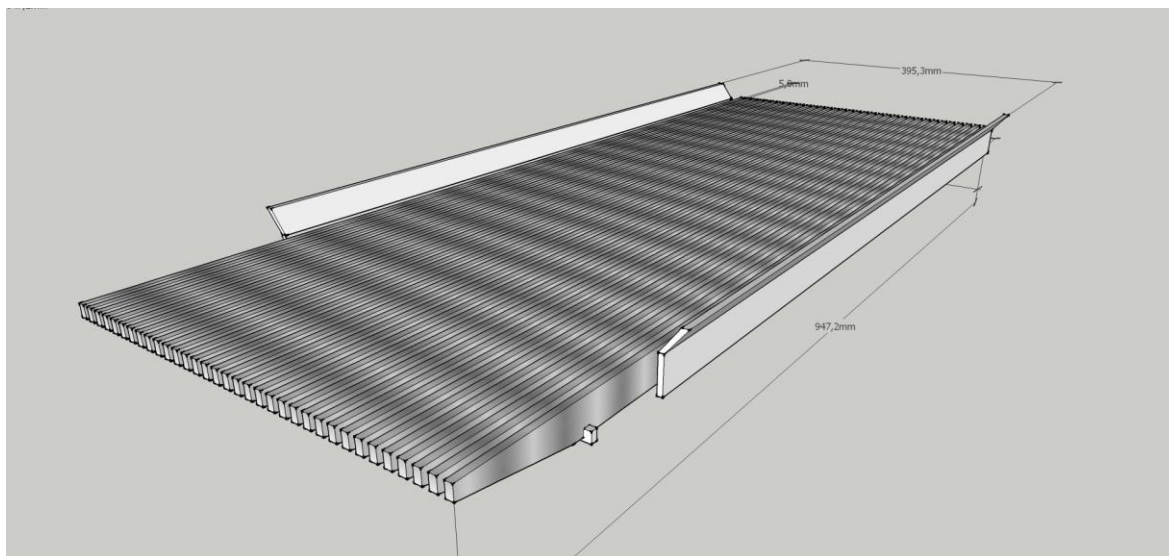
Původní rošt obsahoval 34 pražců. Tento počet je zachován i u nového roštu s tím, že mezery mezi jednotlivými pražci jsou větší, čímž je docíleno větší šířky pražce. Ocelová konstrukce obsahuje boční mantinely proti skluzu výkovku mimo rošt. Konstrukce se skládá ze dvou mantinelů propojených šesti tyčemi.



Obrázek 41 – konstrukce roštu/skluzu (vlastní zpracování)



Následně jsou jednotlivé pražce nasazeny vedle sebe do konstrukce a utvoří tak finální skluz pro magnetoflux. Je tak docíleno celkové šířky 395 mm, což je o 95 mm delší než původní. Pokud budou započítány odchylky, výsledný rozměr bude 400 mm, což zajistí hladký skluz i výkoveků o větších rozměrech.



Obrázek 42 - model roštu/skluzu (vlastní zpracování)

### 6.1.3 Finanční zhodnocení návrhu

Rošt i pražce budou vyrobeny přímo ve společnosti v rámci pracovní náplně údržby.

- Odhadovaná cena materiál celkem: 7 455 Kč
  - Cena materiálu: 105 Kč / kg
- Odhadovaná hmotnost: 51 kg pražce, 21 kg konstrukce
- Odhadovaná cena práce: 7 200 Kč
- **Náklady celkem 14 655 Kč**

## 6.2 Dopravník

Po sjetí z roštu dopadá výkovek na dopravník, kterým je transportován do temné komory k další kontrole.

### 6.2.1 Specifikace problému

Hlavní nevýhodou dopravníku je jeho šířka, která se po krátké vzdálenosti stává ještě menší z důvodu zakrytí dopravníku, aby se do temné komory dostalo co nejméně světla. U některých typů výkoveků by mohl nastat problém v zaklesnutí v zúžené části.

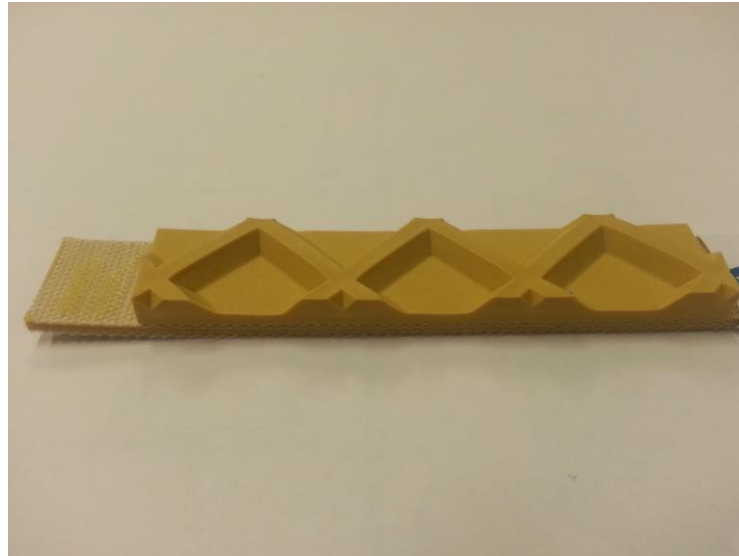
Dopravník díky hladkému povrchu pásu občas způsobuje lehké smazání indikací na výkovku, je proto nutné udržet výkovek v co možná nejmenším kontaktu s povrchem, který může tyto indikace ovlivnit. Pás je za svou dobu působnosti značně opotřeben a je potřeba ho vyměnit, obsahuje vrypy od pádu výkovků, jeho tloušťka se značně zmenšila a pro předejití přetrhnutí či jiného defektu do budoucna je nutné jej vyměnit. Původní šíře pásu je 200 mm. Rychlost či průměr válců dopravníku vyhovuje dosavadním podmínkám. Důležité je zachovat hřídelový pohon dopravníku na pravé straně ve směru chodu dopravníku.



Obrázek 43 – dopravník (vlastní zpracování)

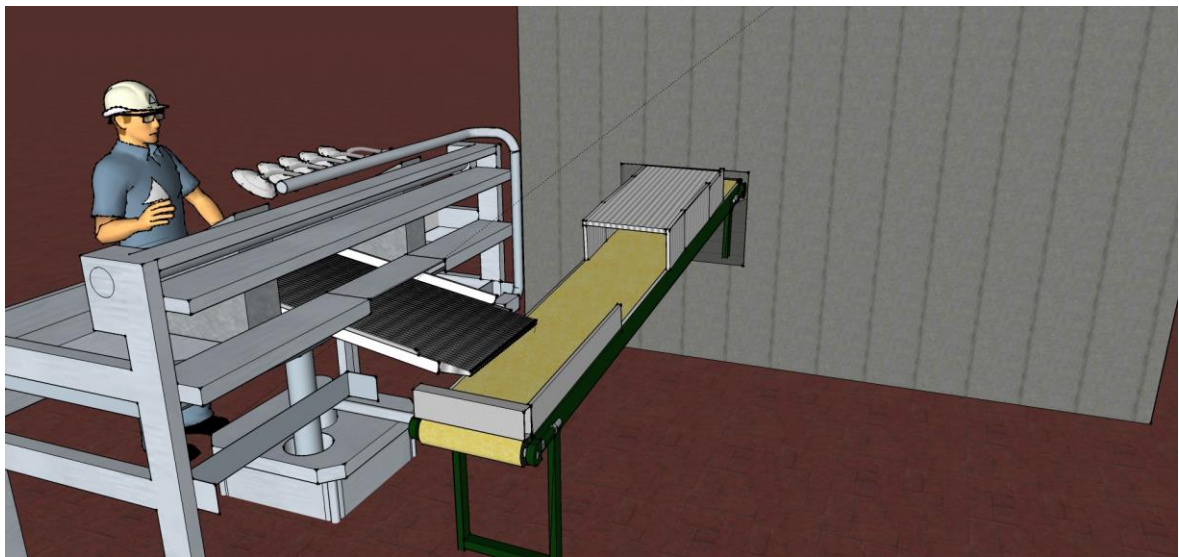
### 6.2.2 Navrhované řešení

Šíře pásu dopravníku musí dosahovat alespoň 260 mm. Nový typ materiálu určený pro pás na dopravníku je odolný proti dopadům těžkých výkovků. Redukuje dopadovou rychlost a zabraňuje dalšímu klouzání díky protiskluzovému povrchu. Kosočtvercové žebrování povrchu dopravníku dopomáhá ovlivnit menší mazání indikací na výkovku při cestě do temné komory. Navzdory své tloušťce je pás ohebný a zvládne se ohýbat kolem válců, které mají průměr nad 90 mm.



Obrázek 44 – nový typ pásu (vlastní zpracování)

Na obrázku níže je vidět model pracoviště s novým typem dopravníku vytvořený v programu Google SketchUp. Začátek dopravníku je osazen dvěma svařenými deskami ve tvaru písmena L, které zabraňují vypadnutí výkovku při sjezdu ze skluzu.



Obrázek 45 – model linky s novým typem dopravníku (vlastní zpracování)

### 6.2.3 Finanční zhodnocení návrhu

O výrobu a dodání dopravníku se stará společnost Alutec K & K, a.s., jenž je ověřeným dodavatelem výrobních zařízení do Kovárny VIVA a.s.

- Šířka pásu: 260 mm
- Průměr válců: 96 mm

- Osová rozteč: 2600 mm
- Rychlost dopravníku: 3-30 m/min
- Hřídel pro pohon na konci dopravníku vlevo/vpravo
- **Cena dopravníku: 29 885 Kč včetně DPH**

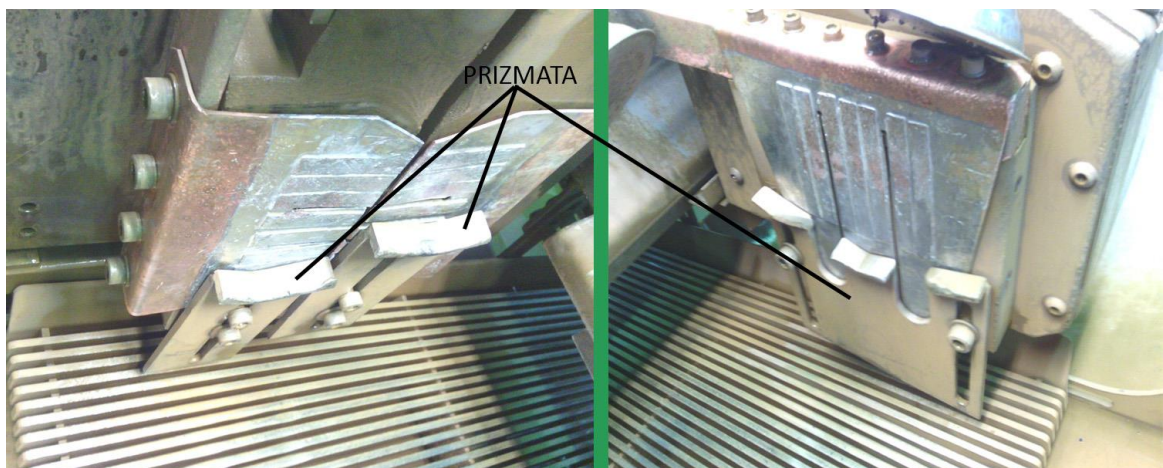
### 6.3 Zastaralé čelisti stroje

Čelisti neboli prizmata stroje slouží ke správnému uchycení výkovku tak, aby se kovové části dotýkaly magnetizačních stěn, ale přitom musí být výkovek ve stabilní poloze, aby v případě sepnutí stroje výkovek nevyskočil pryč.

#### 6.3.1 Specifikace problému

Tyto prizmata jsou už opotřebovaná, některé nové atypické tvary výkovků neudrží při uložení do čelistí a mají tendenci padat před sepnutím stroje. Jak je vidět na obrázku níže, tyto části jsou výškově nastavitelné.

Levá strana prizmat je rozdělena na dvě nastavitelné části. Nastavování prizmat při změně typu výkovku potom probíhá v delším čase, než by bylo, pokud by prizma bylo vcelku podobně jako na pravé straně.



Obrázek 46 – prizmata pro uchycení výkovku (vlastní zpracování)

Největší problém stávajících prizmat je nedostatečně široká dosedací plocha, na které výkovek drží. U kulatých typů okrajů některých výkovků dochází ke sjíždění a hrozí riziko pádu výkovku.

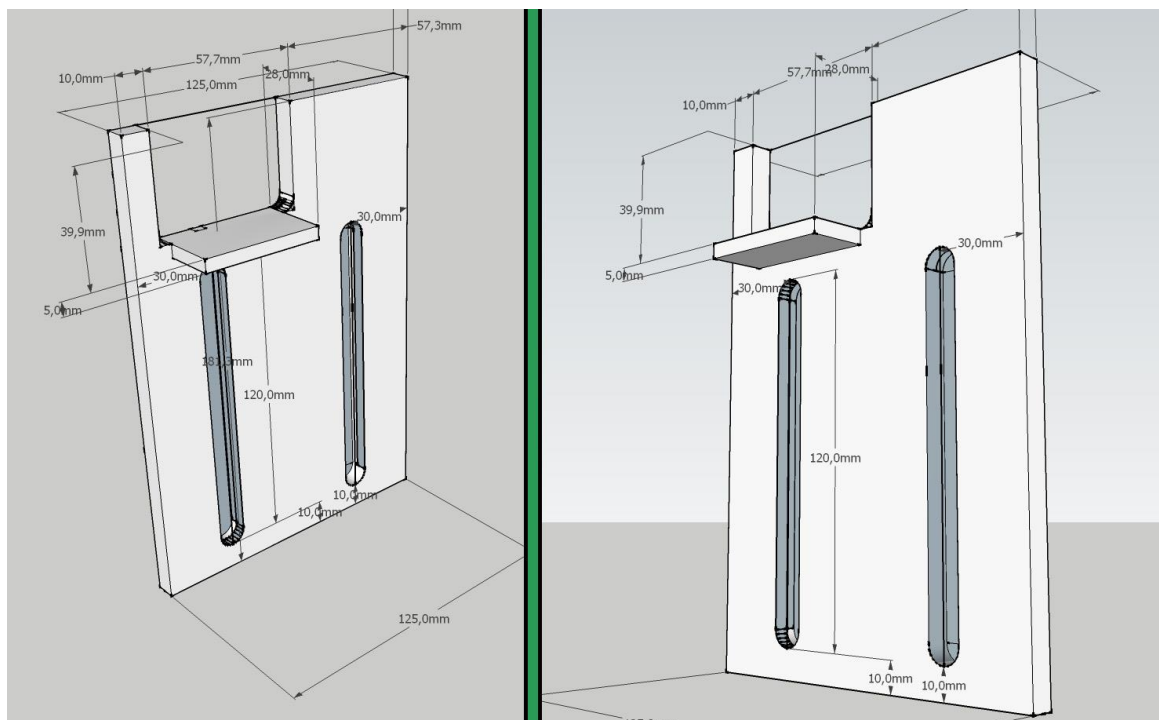


### 6.3.2 Navrhované řešení

Prizmata byla namodelována tak, aby byla zachována rozteč děr šroubů, kterými jsou prizmata připevňována na přítlačné ramena magnetofluxu 2. Díky novému typu prizmat je možno převést některé typy výkovků, které bylo předtím možné kontrolovat pouze na magnetofluxu pro 1 pracovníka. Převedením různých typů výkovků na magnetoflux pro 2 pracovníky získáme úsporu v závislosti na počtu výkovků kontrolovaných za rok.

- **Levé prizma**

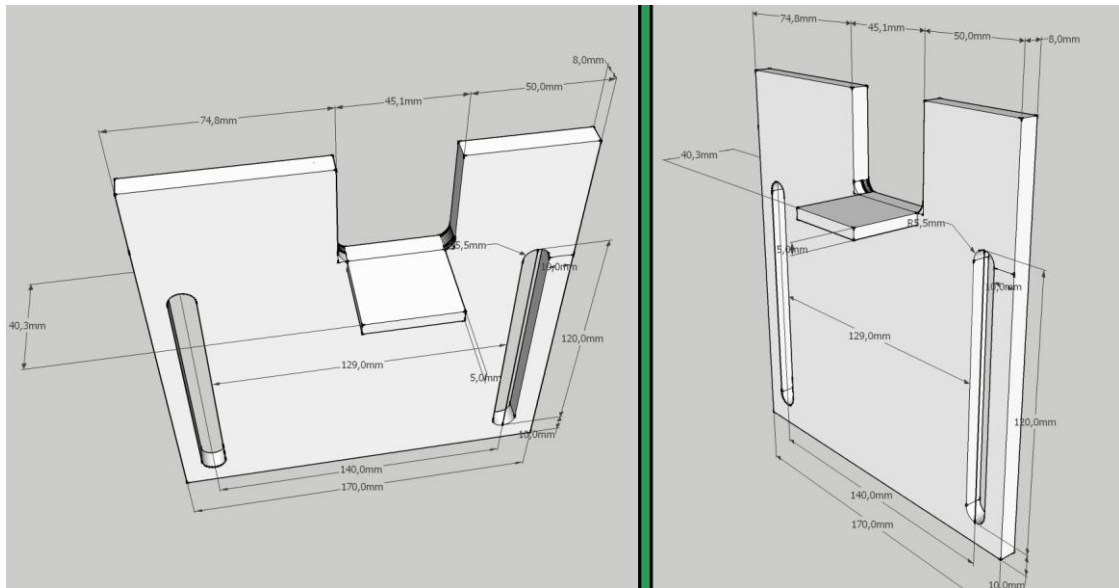
Levé prizma má rozdílné rozměry než pravé a bylo primárně vytvořeno pro typ výkovku s číslem 16204. Rozteč 2 hlavních děr pro upevnění má odlišné od pravého prizmatu. Nejprve byl vyroben dřevěný model prizmat, pomocí kterého se testovalo držení výkovku v nových čelistech.



Obrázek 47 – model levého prizma (vlastní zpracování)

- **Pravé prizma**

Model pravého prizma je odlišný od toho levého. Rozteče děr jsou větší než u levého a pozice díry s podstavcem není stejná jako u předešlého prizmatu z důvodu polohování výkovků, které nemají vodorovný profil, ale uhýbají do strany. Pevná délka roztečí zajistí rychlejší výměnu (SMED) pokud budou různá prizmata určené pro různé typy výkovků.



Obrázek 48 – model pravého prizma (vlastní zpracování)

### 6.3.3 Finanční zhodnocení návrhu

Prizmata budou vyrobeny přímo ve společnosti v rámci pracovní náplně údržby.

- Odhadovaná cena materiál celkem: 1 786 Kč
  - Cena materiálu: 105 Kč / kg
- Odhadovaná hmotnost: 1,5 kg levé prizma, 1,7 kg pravé prizma
- Odhadovaná cena práce: 1 300 Kč
- **Odhadovaná cena celkem: 3 086 Kč**

## 6.4 Převod jednotlivých pozic výkovků

Díky přechozím navrhovaným řešením je možno převést jednotlivé pozice výkovků z magnetofluxu 2 pro jednoho pracovníka na linku magnetofluxu 1, kde pracují 2 pracovníci.

### 6.4.1 Současný stav

Nejprve je potřeba vypočítat jednotlivé náklady na typ pozice výkovku u magnetofluxu 2. Zde je hodinová sazba rovna 390 Kč nebo 590 Kč v závislosti na tom, zdali je ke kontrole určitého typu výkovku potřeba dvou pracovníků.

**Výpočet současných nákladů:**

$$\text{Současné náklady (A01)} = \frac{\text{množství za rok} * \text{TAC stroj 2}}{3600} * \text{hodinová sazba} \quad (1)$$

$$\text{Současné náklady} = \frac{24000 \cdot 48}{3600} * 390 = 124\,800 \text{ Kč} \quad (2)$$

**Výpočet nákladů na 1 kus:**

$$\text{náklady na 1 kus (A01)} = \frac{\text{Současné náklady}}{\text{Množství za rok (ks)}} \quad (3)$$

$$\text{náklady na 1 kus (A01)} = \frac{124\,800}{24000} = 5,20 \text{ Kč} \quad (4)$$

Tabulka 11 – původní stav nákladů u jednotlivých výkvošků (vlastní zpracování)

číslo výkvošku	Množství za rok (ks)	Počet operátorů	TAC stroj 2 (sec)	Hodinová sazba současná	Současné náklady	Náklady na 1 ks
A01	24000	1	48	390 Kč	124 800 Kč	5,20 Kč
A02	24000	2	14	590 Kč	55 067 Kč	2,29 Kč
A03	25000	2	14	590 Kč	57 361 Kč	2,29 Kč
A04	4900	1	44	390 Kč	23 357 Kč	4,77 Kč
A05	10000	2	14	590 Kč	22 944 Kč	2,29 Kč
A06	3850	1	42	390 Kč	17 518 Kč	4,55 Kč
<b>Celkem</b>					<b>301 046 Kč</b>	

#### 6.4.2 Navrhovaný stav

Po převodu dostupných typů pozic na magnetoflux 1, kde obsluhují pouze 2 pracovníci, dostáváme nové hodnoty nákladů z důvodů snížení TAC stroje. Snížení je tak výrazné, že zvýšená hodinová sazba nemá zásadní vliv na velikost nákladů.

**Výpočet nákladů po převodu:**

$$\text{Náklady po převodu (A01)} = \frac{\text{množství za rok} \cdot \text{TAC stroj 1}}{3600} * \text{hod sazba po změně} \quad (5)$$

$$\text{Náklady po převodu} = \frac{24000 \cdot 20}{3600} * 590 = 78\,666 \text{ Kč} \quad (6)$$

**Výpočet nákladů na 1 kus:**

$$\text{náklady na 1 kus (A01)} = \frac{\text{Náklady po převodu}}{\text{Množství za rok (ks)}} \quad (7)$$

$$\text{náklady na 1 kus (A01)} = \frac{78\,666}{24000} = 3,28 \text{ Kč} \quad (8)$$

Tabulka 12 – stav nákladů po převodu (vlastní zpracování)

číslo výkovku	Množství za rok (ks)	Počet operátorů	TAC stroj 1 (sec)	Hodinová sazba po změně	Náklady po převodu	Náklady na 1 ks
A01	24000	2	20	590 Kč	78 666 Kč	3,28 Kč
A02	24000	2	12	590 Kč	47 200 Kč	1,97 Kč
A03	25000	2	12	590 Kč	49 167 Kč	1,97 Kč
A04	4900	2	20	590 Kč	16 061 Kč	3,28 Kč
A05	10000	2	12	590 Kč	19 667 Kč	1,97 Kč
A06	3850	2	25	590 Kč	15 774 Kč	4,10 Kč
<b>Celkem</b>					<b>226 536 Kč</b>	

V tabulce výše můžeme vidět, že celkové náklady se oproti původnímu stavu snížily.

#### Celkové hodnoty přínosu v Kč za rok:

Tabulka 13 – tabulka celkových přínosů v Kč (vlastní zpracování)

číslo výkovku	Přínos Kč/ks	Množství za rok (ks)	Přínos Kč/rok
A01	1,92 Kč	24000	46 134 Kč
A02	0,33 Kč	24000	7 867 Kč
A03	0,33 Kč	25000	8 194 Kč
A04	1,49 Kč	4900	7 296 Kč
A05	0,33 Kč	10000	3 278 Kč
A06	0,45 Kč	3850	1 743 Kč
<b>Celkem</b>			<b>74 511 Kč</b>

## 6.5 Celkové zhodnocení

Pokud zhodnotíme finanční prostředky potřebné k optimalizaci linky, tak je to především cena materiálu a cena práce. Celkové náklady na zhotovení nového dopadového roštu jsou **14 655 Kč**. Celkové náklady na zhotovení nových prizmat jsou **3 086 Kč**. Investice do nového dopravníku k lince by byla ve výši **29 885 Kč**.

Celková výše nákladů potřebná k provedení návrhů optimalizace linky je **47 626 Kč**.

Tyto náklady bude podnik schopen zaplatit v podobě přínosů, které přinese převod jednotlivých pozic z magnetofluxu 2 ke zpracování na magnetoflux 1. Tyto přínosy jsou ve výši **74 511 Kč** pouze za první rok produkce.



$$\text{Zhodnocení} = \text{Přínosy} - \text{Náklady} = 74\,511 - 47\,626 = +26\,885 \text{ Kč} \quad (9)$$

**Navrhované změny ušetří společnosti Kovárna VIVA a.s. první rok 26 885 Kč.**

Úsporu v dalších letech zatím není možné přesně určit z důvodu neznámého počtu budoucích pozic výkovků. Je potřeba mít na paměti, že těchto 7 typů převodu výkovků není finálních a v případě zrealizování návrhu je možnost testovat další typy výkovků a tím dosáhnout dalších převodů jednotlivých pozic a dalších úspor.

## ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo optimalizovat výrobní proces výstupní kontroly FLUX společnosti Kovárna VIVA a.s., specifikovat a navrhnout případná řešení problémů. Diverzifikace celého výrobního portfolia. Toto pracoviště mi bylo přiděleno oddělením průmyslového inženýrství ve společnosti v rámci náplně mé praxe.

V teoretické části jsem se zaměřil na výrobní systém a výrobní proces. Popsal jsem zavádění konceptu štíhlé výroby od její historie přes eliminaci plýtvání až po jednotlivé prvky, které se dají v praxi využít. V samotném konci teoretické části se zaměřuji na ergonomické faktory na pracovišti, zvláště pak na vyhodnocování pohybů pomocí ergonomické metody RULA.

V praktické části jsem se zaměřil na charakteristiku a popis práce pracoviště výstupní kontroly. Podrobná analýza pracoviště spočívala v mém každodenním kontaktu s jeho pracovníky a zejména zkoumáním částí stroje po dobu cca šesti měsíců. Při každé směnové přestávce jsem měl možnost být na pracovišti a v době jeho nečinnosti zkoušet různé návrhy a vylepšení.

Největším nedostatkem celého pracoviště byl právě zmíněný magnetoflux 2, kde řada částí tohoto stroje byla zastaralá či nevhodná pro optimalizaci celého procesu. Pro zjednodušení a prezentaci jednotlivých návrhů jsem zpracoval 3D modely jednotlivých částí s okótovanými rozměry. Poté následovala kontrola pracovníků a jejich práce z hlediska ergonomie. V průběhu testování se postupně dařilo dostat na linku nové typy výkovků a tím šetřit firmě náklady. Nejnákladnější investicí bude zakoupení nového typu dopravníku a výroba nového padacího roštu, ale výsledky dokazují, že po převodu pouhých šesti typů výkovků z magnetofluxu 1 na magnetoflux 2 přinese úsporu desetitisíce korun ročně. Pokud tento trend bude uplatňován i u dalších typu výkovků, dosáhne úspora v budoucnu podstatně vyšších částek.

Realizací těchto opatření se dosáhne synergického efektu, jelikož jsou jednotlivé nedostatky vzájemně propojeny. Vedení společnosti Kovárna VIVA a.s. přijalo mé návrhy a momentálně jsou v realizaci, proto považuji výsledky této práce za přínosné.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o. *5S* [online]. © 2005 – 2012a [cit. 2014-05-11]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68391.5s/>

API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o. *Štíhlá výroba - používané metody a nástroje* [online]. © 2005 – 2012b [cit. 2014-05-11]. Dostupné z: <http://e-api.cz/article/70487.stihla-vyroba-8211-pouzivane-metody-a-nastroje/>

API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o. *Vizuální pracoviště* [online]. © 2005 – 2012c [cit. 2014-05-11]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68421.vizualni-pracoviste/>

BOBÁK, Roman. *Výrobní systémy*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2001, 170 s. ISBN 80-731-8015-4.

BORDÁS, Robert. Historie LEAN. *Lean Company* [online]. 2006 [cit. 2014-05-11]. Dostupné z: <http://www.leancompany.cz/historie.html>

Business Case Studies, © 1995-2014. *Business Case Studies: Production process*. [online]. [cit. 2014-05-11]. Dostupné z: <http://businesscasestudies.co.uk/business-theory/operations/production-process.html#axzz31EFvTsDb>

DEBNÁR, Petr. API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o. *Vizuální management* [online]. © 2005 - 2012 [cit. 2014-05-11]. Dostupné z: <http://e-api.cz/article/69650.vizualni-management/>

EU-OSHA. In: *Nepodceňujte rizika v kanceláři* [online]. © 2011 [cit. 2014-05-12]. Dostupné z: [https://osha.europa.eu/fop/czech-republic/cs/publications/files/Rizika\\_v\\_kancelari.pdf](https://osha.europa.eu/fop/czech-republic/cs/publications/files/Rizika_v_kancelari.pdf)

GILBERTOVÁ, Sylva. *Ergonomie: Optimalizace lidské činnosti*. 1.vyd. Praha: Grada Publishing, 2002, 239 s. ISBN 80-247-0226-6.

OSMOND ERGONOMICS. *RULA - Rapid Upper Limb Assessment* [online]. © 2014 [cit. 2014-05-12]. Dostupné z: <http://www.rula.co.uk/>

GOOGLE. *Google SketchUp: 3D modeling for everyone* [online]. © 2014 [cit. 2014-05-11]. Dostupné z: <http://sketchup.google.com/intl/en/>

HEŘMAN, Jan. *Řízení výroby*. Vyd. 1. Slaný: Melandrium, 2001, 167 s. ISBN 80-861-7515-4.

- CHUNDELA, Lubor. *Ergonomie*. 1.vyd. Praha: ČVUT, 2001, 171 s. ISBN 80-010-2301-X.
- IMAI, Masaaki. *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2004, vi, 272 s. ISBN 80-251-0461-3.
- KAVAN, Michal. *Výrobní a provozní management*. 1.vyd. Praha: Grada Publishing, 2002, 424 s. ISBN 80-247-0199-5.
- KEŘKOVSKÝ, Miloslav. *Moderní přístupy k řízení výroby*. Vyd. 1. Praha: C. H. Beck, 2001, xi, 115 s. ISBN 80-717-9471-6.
- KOŠTURIÁK, Ján; FROLÍK, Zbyněk. *Štíhlý a inovativní podnik*. 1. vyd. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. ISBN 80-868-5138-9.
- LIKER, Jeffrey K. *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. New York: McGraw-Hill, 2004, 330 s. ISBN 0-07-139231-9.
- MAREK, Jakub a SKŘEHOT, Petr. *Základy aplikované ergonomie*. 1. vyd. Praha: VÚBP, 2009, 118s. Bezpečný podnik. ISBN 978-80-86973-58-6.
- MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000b, 311 s. ISBN 80-902-2356-7.
- MAŠÍN, Ivan; VYTLAČIL, Milan. *Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štihlé výroby*. 1. vyd. Liberec: Institut technologií a managementu, 2005, 99s. ISBN 80-903533-1-2.
- MAŠÍN, Ivan; VYTLAČIL, Milan. *TPM: Management a praktické zavádění*. 1. vyd. Liberec: Institut technologií a managementu, 2000a, 246s. ISBN 80-902235-5-9.
- STŘELEK, Jiří; KOCOUREK, Jaromír. *Vlastní cesta. 5S - pořádek na pracovišti* [online]. 23. 04. 2012 [cit. 2014-05-11]. Dostupné z: <http://www.vlastnicesta.cz/metody/5s-poradek-na-pracovisti/>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

3D	Trojdimenzionální prostor
CAD	Populární software pro 2D a 3D projektování a konstruování
FLUX	Pracoviště výstupní kontroly s magnetofluxem a kabinkou s UV světlem pro odhalování trhlin na výkvcích
JIT	Just-in-Time
SMED	Single Minute Exchange of Dies
TAC	Čas taktu
TPM	Total Productive Maintenance
RULA	Rapid Upper Limb Assessment – ergonomická metoda posuzování zatížení
VZV	Vysokozdvíhový vozík

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – výrobní systém (Tuček a Bobák, 2006, str. 13) .....	13
Obrázek 2 – schéma výrobního procesu (Keřkovský, 2009, str. 3).....	14
Obrázek 3 – přizpůsobení výroby požadavkům zákazníka (Keřkovský, 2009, str. 10).....	17
Obrázek 4 – Push a Pull principy (Keřkovský, 2009, str. 66) .....	20
Obrázek 5 – prvky štíhlé výroby (Košturiak a Frolík, 2006, str. 23).....	23
Obrázek 6 - diagram 5S (interní materiály) .....	24
1. Obrázek 7 – ukázka vizualizace na pracovišti (API s.r.o., © 2005 – 2012c)....	25
Obrázek 8 - Kaizen deštník (Tuček a Bobák, 2006, s. 270) .....	26
Obrázek 9 – Šest bloků TPM (Mašín a Vytlačil, 2000, str. 58).....	28
Obrázek 10 - ukázka modelu (Google, © 2014).....	29
Obrázek 11 – Systém člověk, technika, prostředí (Chundela, 2001, s. 13) .....	31
Obrázek 12 – doporučené výšky pracovních poloh (Gilbertová a Matoušek, 2002, str. 112).....	34
Obrázek 13 – způsoby sezení (Gilbertová a Matoušek, 2002, str. 127) .....	35
Obrázek 14 – ukázka posuzování ohybu jednolitých částí pravé paže (Osmond Ergonomics, © 2014) .....	36
Obrázek 15 – současné logo společnosti (interní materiály) .....	39
Obrázek 16 – původní logo v roce 1992 (interní materiály).....	40
Obrázek 17 – vývoj tržeb 2002 – 2013 (interní materiály).....	41
Obrázek 18 – vývoj produkce v tunách 2002 – 2013 (interní materiály) .....	41
Obrázek 19 – filozofie 4Z (interní materiály).....	42
Obrázek 20 – rozložení budov Kovárny VIVA a.s. v areálu Svit (interní materiály) .....	43
Obrázek 21 – výkovky použité v odvětví automotive (interní materiály) .....	44
Obrázek 22 – výkovky použité do vysokozdvíhových vozíků (interní materiály) .....	44
Obrázek 23 – výkovky použité v hydraulických zařízeních (interní materiály) .....	44
Obrázek 24 – ukázka ostatních výkovků (interní materiály).....	45
Obrázek 25 – ohřev naděleného materiálu pomocí induktoru (interní materiály).....	46
Obrázek 26 – obráběcí centrum Trimill Speed 1110 (interní materiály).....	47
Obrázek 27 – příklad povrchově upraveného výkovku (interní materiály).....	47
Obrázek 28 – prostorové uspořádání a materiálový tok 83. budovy (vlastní zpracování) .....	48

Obrázek 29 – flow diagram procesu výstupní kontroly Flux (interní materiály) .....	49
Obrázek 30 – layout a materiálový tok pracoviště FLUX (interní materiály).....	49
Obrázek 31 – sevření výkovku v čelistech stroje (vlastní zpracování).....	51
Obrázek 32 – ukázka vizuální kontroly pod UV světlem (vlastní zpracování) .....	51
Obrázek 33 – model stroje magnetického defektoskopu (vlastní zpracování) .....	52
Obrázek 34 – příklad zavedení metody 5S (vlastní zpracování) .....	55
Obrázek 35 – odložený vozík, neoznačená výroba, neoznačené logistické cesty (vlastní zpracování) .....	56
Obrázek 36 – hodnocení zón dosahu pro práci v sedě (interní materiály) .....	58
Obrázek 37 – manipulace s břemeny (interní materiály).....	58
Obrázek 38 – pohyby pracovnice (vlastní zpracování) .....	61
Obrázek 39 – dopadový rošt/skluz (vlastní zpracování).....	63
Obrázek 40 – model pražce (vlastní zpracování).....	64
Obrázek 41 – konstrukce roštu/skluzu (vlastní zpracování).....	64
Obrázek 42 - model roštu/skluzu (vlastní zpracování) .....	65
Obrázek 43 – dopravník (vlastní zpracování).....	66
Obrázek 44 – nový typ pásu (vlastní zpracování).....	67
Obrázek 45 – model linky s novým typem dopravníku (vlastní zpracování).....	67
Obrázek 46 – prizmata pro uchycení výkovku (vlastní zpracování) .....	68
Obrázek 47 – model levého prizma (vlastní zpracování) .....	69
Obrázek 48 – model pravého prizma (vlastní zpracování) .....	70

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 – typické hodnoty plýtvání (Košturiak a Frolík, 2006, str. 23) .....	22
Tabulka 2 – třídy prací s potřebným osvětlením (Chundela, 2001, s. 83).....	34
Tabulka 3 - pořádek a čistota pracoviště (vlastní zpracování).....	53
Tabulka 4 - vizualizace na pracovišti (vlastní zpracování).....	53
Tabulka 5 – údržba strojů a pracoviště (vlastní zpracování) .....	53
Tabulka 6 – audit 5S (vlastní zpracování) .....	54
Tabulka 7 – ergonomické normy (interní materiály).....	57
Tabulka 8 – Tabulka doporučených hodnot pro osvětlení pro různá pracoviště (interní materiály).....	59
Tabulka 9 – měření intenzity osvětlení (vlastní zpracování).....	59
Tabulka 10 – hlukové limity (interní materiály).....	60
Tabulka 11 – původní stav nákladů u jednotlivých výkolků (vlastní zpracování) ....	71
Tabulka 12 – stav nákladů po převodu (vlastní zpracování) .....	72
Tabulka 13 – tabulka celkových přínosů v Kč (vlastní zpracování).....	72