

# Návrh štíhlého výrobního toku daného výrobku v podniku VOP CZ, s. p.

Bc. Markéta Vájová

---

Diplomová práce  
2013



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: 2012/2013

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Markéta Vájová**  
Osobní číslo: **M110078**  
Studijní program: **N6208 Ekonomika a management**  
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Návrh štihlého výrobního toku daného výrobku  
v podniku VOP CZ, s.p.**

Zásady pro vypracování:

Úvod

### I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši k dané oblasti a formulujte teoretická východiska pro zpracování praktické části.

### II. Praktická část

- Proveďte analýzu současného stavu výrobního toku daného výrobku.
- Zhodnoťte výsledky analýzy a na jejich základě navrhněte zeštíhlení daného výrobního toku.
- Proveďte zhodnocení navrženého zlepšení.

Závěr

Rozsah diplomové práce: cca 70 stran  
Rozsah příloh:  
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

KEŘKOVSKÝ, Miloslav. Moderní přístupy k řízení výroby. Vyd. 1. Praha: C. H. Beck, 2001, xi, 115 s. ISBN 80-7179-471-6.  
KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. ISBN 80-86851-38-9.  
LIKÉR, Jeffrey K. Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2007, 390 s. ISBN 978-80-7261-173-7.  
MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. Cesty k vyšší produktivitě: strategie založená na průmyslovém inženýrství. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1996, 254 s. ISBN 8090223508.  
ROTHER, By Mike a John SHOOK. Learning to see: value-stream mapping to create value and eliminate muda. Version 1.3. Cambridge, Mass: Lean Enterprise Inst, 2003. ISBN 09-667-8430-8.

Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Felicita Chromjaková, Ph.D.  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů  
Datum zadání diplomové práce: 21. června 2013  
Termín odevzdání diplomové práce: 12. srpna 2013

Ve Zlíně dne 21. června 2013

prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková  
děkanka



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

## PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- odevzdáním diplomové 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>;
- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému,
- na mou diplomovou 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 Zveřejnění záverečných prací

(1) Vysoká škola nezávisle 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 odevzdání uchazečem k obhajobě musí být již nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlázení 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 nezahrnuje škola nebo školství či vzdělávací zařízení, aťje-li škola za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu či výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školství či vzdělávacího 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 školství či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělení bez výhradní dílve, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle a sode. Ustanovení § 33 odst. 3 zůstává nedotčeno.

- podle § 60<sup>4</sup> odst. 2 a 3 mohou užít své dílo – diplomovou 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 diplomové 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/diplomové práce využít ke komerčním účelům.

Prohlašuji, že:

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

Ve Zlíně 5. 8. 2013

  
\_\_\_\_\_

<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 Škola dílo:

- (2) Není-li upraveno jinak, může autor školního díla své dílo učit či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školního či vzdělávacího zařízení.
- (3) Škola nebo školní či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výsledků jin dosaženého v souvislosti s učením díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlíží k výši výsledku dosaženého školou nebo školním či vzdělávacím zařízením z učením školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Obsahem mé diplomové práce je rozbor vybraného výrobního procesu daného výrobku a návržení nového materiálového toku s užitím prvků štíhlé výroby. Diplomová práce je rozdělena na část teoretickou, kde jsou pomocí odborné literatury popsány teoretické východiska pro část praktickou. Obsah teoretické části koresponduje s obsahem části praktické. Ta se skládá z podrobného popisu výrobního toku pomocí nástrojů průmyslového inženýra, zhodnocení současného stavu a návrhu nového výrobního toku. V závěru práce jsou vyčísleny náklady na transformaci výrobního procesu a potenciální úspory. Úspěšnost nového návrhu je posouzena na základě stanovených hypotéz.

Klíčová slova: Štíhlá výroba, mapování toku hodnot, materiálový tok, procesní analýza, standardy, vizualizace, analýza pracoviště, plýtvání, efektivita, produktivita, miniaudit, mapování budoucího toku hodnot.

## **ABSTRACT**

The subject of Diploma thesis „A lean production flow proposal of the product in the company VOP CZ, s. p.“, is an analysis of specified production process of the product and propose a new material flow using elements of lean manufacturing. This analysis corresponds to the structure of the work, while the first part indicates the theoretical support. It deals with a problem of production technology, lean manufacturing flow and other relevant theoretical information. This is followed by a practical part, which consists of the production flow described in detail by using the tools of industrial engineering, assess the current state and proposal for a new production flow. In conclusion, there are calculated cost for the transformation of the production process and potential savings. Success of the new proposal is assessed on the basis of the hypotheses.

Keywords: Lean manufacturing, value stream mapping, material flow, process analysis, standards, visualization, analysis of workplace, waste, efficiency, productivity, miniaudit, value stream design.

Touto cestou bych chtěla poděkovat vedoucí své diplomové práce prof. Ing. Felicitě Chromjakové za odborné vedení, cenné rady a připomínky při zpracování mé diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat firmě API, s.r.o. za příležitost podílet se na projektu a za poskytnutí materiálů potřebných pro zpracování této práce. Děkuji také firmě VOP CZ, s. p. za možnost zpracovávat diplomovou práci s využitím interních materiálů.

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

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>11</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>12</b>
<b>1 VÝROBA</b> .....	<b>13</b>
<b>2 VÝROBNÍ TECHNOLOGIE</b> .....	<b>14</b>
2.1 SVAŘOVÁNÍ.....	14
2.1.1 Svařování tavné.....	14
2.1.2 Svařování plamenem.....	14
2.2 OBRÁBĚNÍ.....	14
2.3 DĚLENÍ MATERIÁLU.....	14
2.4 TRYSKÁNÍ.....	15
2.5 LAKOVÁNÍ.....	15
<b>3 ŠTÍHLÝ VÝROBNÍ TOK</b> .....	<b>16</b>
3.1 HLAVNÍ CÍLE:.....	16
<b>4 PROCESNÍ ANALÝZA</b> .....	<b>17</b>
4.1 POUŽÍVANÉ SYMBOLY.....	17
4.2 SPOLEČNÁ PROCESNÍ ANALÝZA.....	18
4.2.1 Procesní analýza produktu.....	18
4.2.2 Procesní analýza operátora.....	19
4.2.3 Procesní analýza člověk – stroj.....	19
<b>5 MATERIÁLOVÝ TOK</b> .....	<b>20</b>
5.1 ČINNOSTI V MATERIÁLOVÉM TOKU.....	20
5.2 PŘEDPOKLADY PRO PLYNULÝ TOK.....	20
<b>6 LAYOUT</b> .....	<b>21</b>
<b>7 VSM (VALUE STREAM MAPPING)</b> .....	<b>22</b>
7.1 AKTIVITY NEPŘIDÁVAJÍCÍ HODNOTU.....	22
7.2 POSTUP MAPOVÁNÍ NEVÝROBNÍCH PROCESŮ.....	22
<b>8 VSD (VALUE STREAM DESIGN)</b> .....	<b>24</b>
<b>9 ANALÝZA PRACOVIŠTĚ</b> .....	<b>25</b>
9.1.1 Snímky pracovního dne.....	25
9.1.2 Momentové pozorování.....	25
9.1.3 Chronometráž.....	25
9.2 SPAGHETTI DIAGRAM.....	26
<b>10 METODA 5S</b> .....	<b>27</b>
10.1 DŮVODY ZAVÁDĚNÍ 5S.....	27
<b>11 VIZUALIZACE</b> .....	<b>28</b>
<b>12 ERGONOMIE</b> .....	<b>29</b>
12.1 PRAKTICKÉ VYUŽITÍ ERGONOMIE:.....	29
12.2 USPOŘÁDÁNÍ A VYBAVENÍ PRACOVNÍHO MÍSTA.....	29
12.3 ZÁSADY USPOŘÁDÁNÍ PRACOVIŠTĚ.....	30
<b>13 PLÝTVÁNÍ</b> .....	<b>31</b>



13.1	DRUHY PLÝTVÁNÍ .....	32
13.1.1	Nadvýroba .....	32
13.1.2	Čekání .....	32
13.1.3	Doprava nebo přemístování, které nejsou nezbytné .....	32
13.1.4	Nadměrné či nepřesné zpracování .....	32
13.1.5	Nadbytečné zásoby .....	32
13.1.6	Zbytečné pohyby .....	33
13.1.7	Vady .....	33
13.1.8	Nevyužitá tvořivost zaměstnanců .....	33
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>34</b>
<b>14</b>	<b>CHARAKTERISTIKA PODNIKU .....</b>	<b>35</b>
14.1	HISTORIE PODNIKU .....	35
14.2	MISE A VIZE PODNIKU .....	36
14.3	ORGANIZAČNÍ STRUKTURA .....	37
14.4	AREÁL PODNIKU .....	38
<b>15</b>	<b>VÝROBNÍ PROGRAM .....</b>	<b>39</b>
15.1	STROJÍRENSKÁ VÝROBA .....	39
15.1.1	Finální celky .....	40
15.1.2	Podvozky .....	41
15.1.3	Lžice a ramena bagrů .....	41
15.1.4	Nádrže .....	42
15.1.5	Masivní svařence .....	42
15.1.6	Výpalky .....	42
<b>16</b>	<b>ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU .....</b>	<b>44</b>
16.1	ZADÁNÍ PROJEKTU .....	44
16.1.1	Popis výrobku .....	46
<b>17</b>	<b>POPIS VÝROBNÍHO TOKU .....</b>	<b>49</b>
17.1	PROCESNÍ ANALÝZA .....	49
17.2	POPIS TECHNOLOGICKÉHO POSTUPU .....	53
17.3	MATERIÁLOVÉ TOKY A JEJICH ZNÁZORNĚNÍ V LAYOUTECH .....	55
17.3.1	Materiálové toky ve výrobních halách .....	59
17.4	VSM (VALUE STREAM MAPPING) .....	61
17.5	ANALÝZA PRACOVNÍKŮ A PRACOVIŠŤ .....	63
17.5.1	Pracoviště svařování .....	63
17.5.2	Pracovník svařování .....	69
17.5.3	Pracoviště obrábění .....	73
17.5.4	Pracovník obrábění .....	78
17.6	ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU .....	80
17.6.1	Štíhlý výrobní tok .....	81
17.6.2	Hypotézy .....	82
<b>18</b>	<b>NÁVRH ŠTÍHLÉHO VÝROBNÍHO TOKU .....</b>	<b>83</b>
18.1	NOVÉ LAYOUTOVÉ USPOŘÁDÁNÍ PRACOVIŠŤ .....	83
18.2	NÁVRH NOVÉHO VÝROBNÍHO TOKU .....	86
18.2.1	Náklady a úspory materiálové toky .....	88

18.2.2	Náklady a úspory manipulační technika .....	89
18.3	VSD (VALUE STREAM DESIGN) .....	90
18.3.1	Náklady a úspory z kapitálu vázaného v zásobách .....	92
<b>19</b>	<b>NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ .....</b>	<b>93</b>
19.1	OBECNÉ PODMÍNKY .....	93
19.2	KONKRÉTNÍ PODMÍNKY PRO VÝROBNÍ TOK .....	93
19.3	CELKOVÉ NÁKLADY A ÚSPORY PRO PODNIK VOP CZ .....	94
19.4	NEPENĚŽNÍ PŘÍNOSY .....	95
<b>ZÁVĚR</b>	<b>.....</b>	<b>96</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b>	<b>.....</b>	<b>97</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK</b>	<b>.....</b>	<b>99</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b>	<b>.....</b>	<b>100</b>
<b>SEZNAM TABULEK</b>	<b>.....</b>	<b>103</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH</b>	<b>.....</b>	<b>104</b>

## ÚVOD

Má diplomová práce nese název Návrh štíhlého výrobního toku vybraného výrobku. Je koncipována do podniku VOP CZ (Vojenský Opravárenský Podnik) v Šenově u Nového Jičína. Tento se zabývá výrobou vojenské a strojírenské techniky.

Má diplomová práce je zpracovávána v rámci projektu pod záštitou Akademie produktivity a inovací se sídlem ve Slaném. Mým úkolem je optimalizovat výrobní proces s využitím metod průmyslového inženýrství a porovnat stav současný s navrhnutým stavem.

Diplomová práce je rozdělena na část teoretickou, kde je stručně popsána terminologie užívaná v praktické části diplomové práce a vztahující se k optimalizaci výrobního toku. Další je část praktická, kde je nejprve zmapován a zhodnocen současný stav a poté navržen výrobní tok s prvky štíhlé výroby. V závěru práce jsou vyčísleny potenciální úspory a náklady.

Zvoleným výrobkem je rameno bagru. Vyrábí se ve firmě již od roku 2008 pro německého zákazníka zabývajícího se výrobou silničních a stavebních strojů. Odbyt výrobků rok od roku mírně stoupal a díky dobrým dodavatelským vztahům je predikce do budoucna velmi pozitivní.

Jde o svařence skládající se ze tří dílů. Jejich celá výroba probíhá v pěti výrobních halách vzdálených od sebe až 300 m. Výrobní proces obsahuje mnoho transportu mezi výrobními halami. Zároveň v procesu existuje četná rozpracovanost a velký objem zásob především v expedičním skladě. Samotná výroba jednoho kusu trvá okolo dvou týdnů, ale výrobky leží na skladě i několik dalších týdnů. Tohle jsou základní problémy, které se budu v rámci diplomové práce snažit vyřešit.

Pro odstranění překážek je prvně velmi důležité pochopit a zmapovat výrobní proces. Celý projekt proto bude trvat téměř pět měsíců. Téměř po celou dobu projektu se budeme pohybovat po výrobním areálu firmy a úzce spolupracovat se všemi zainteresovanými osobami.

Na začátek je ještě důležité říci, že projekt si objednala sama firma VOP CZ. Tudiž počítá s investicí, která se bude týkat přemístění strojních zařízení, přestavby výrobních hal, výstavbou nové haly, nákupem strojů atd.

Na konci analytické části budou stanoveny hypotézy, které budou po navržení štíhlého výrobního toku potvrzeny nebo vyvráceny. Dle tohoto ukazatele bude posouzeno splnění cílů mé diplomové práce.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 VÝROBA

Výrobu lze definovat jako transformaci výrobních faktorů do ekonomických statků a služeb, které pak procházejí spotřebu. (Keřkovský, 2009)

Z čistě ekonomických a společenských hledisek by ve výrobě mělo být cílem dosažení stavu, kdy jsou všechny výrobní zdroje využívány efektivně. Efektivnost výroby je jedním z ústředních pojmů ekonomie a managementu. V širším pojetí znamená efektivnost vyloučení plýtvání s omezenými zdroji (včetně jejich nevyužívání, jsou-li k dispozici) a jejich využití ve výrobě takovým způsobem, který je nejbližší cíli podnikání, za něž je většinou považována tvorba zisku. V podmínkách tržní ekonomiky jsou výrobci do značné míry, zejména díky působení konkurence, motivováni k tomu, aby výrobní faktory využívali co nejefektivněji. (Keřkovský, 2009)

Moderně řízená firma se musí nejen s přehledem potýkat s akutními problémy či permanentními změnami, ale stejně tak musí být zaměřena na budoucnost. (řízení výroby a nákupu, Gustav Tomek, Věra Vávrová, 2009)

Výroba se v rámci svého prostředí, jako předmětu badatelského i praktického zájmu, dostává do specifických problémů, heslovitě můžeme označit jako:

- nefunkční výrobky,
- poruchy strojů a zařízení,
- chybějící či nekvalitní materiál,
- nespolehlivost dodavatelů, subdodavatelů, kooperujících firem,
- nefunkčnost a nepřizpůsobivost vlastních pomocných a obslužných procesů. (řízení výroby a nákupu. (Tomek a Vávrová, 2007)

Výrobní proces je realizován výrobním systémem – je to transformace výrobních faktorů na zboží/službu. Výrobní proces je determinován:

- určením výrobku/služby,
- varetou a množstvím výrobků/služeb,
- použitými technologiemi, uspořádáním a organizací výroby,
- stabilitou výroby a schopností reagovat na poptávku. (Keřkovský, 2009)

## 2 VÝROBNÍ TECHNOLOGIE

Výrobní technologie je souhrn výrobních, služebních prostředků nebo prostředků opravy daného podniku. Patří sem veškeré použité prostředky pro danou práci, týkající se výroby, opravy nebo služby. (Dobrovolný, Mračno, Němec, Vikus a Vilokus, 1972)

### 2.1 Svařování

Svařování rozumíme spojování dvou kovových částí za tepla, které umožní vytvořit v místě svaru slitím stejnorodou hmotu.

#### 2.1.1 Svařování tavné

Svařování, při němž se kov na styčných plochách spojovaných částí taví, mísí v tavné lázni, tuhne a po ochlazení vytvoří svarový spoj.

#### 2.1.2 Svařování plamenem

Při tomto svařování se získává teplota potřebná k ohřevu spalováním hořlavých plynů (nebo par), např. acetylénu, metanu s vodíkem nebo acetylénem, benzínu, benzolu, propanu apod. Tyto plyny se spalují kyslíkem, aby se dosáhlo vyšší teploty než při spalování se vzduchem. (Dobrovolný, Mračno, Němec, Vikus a Vilokus, 1972)

### 2.2 Obrábění

Obráběním měníme tvar materiálu pomocí ručních a mechanizovaných nástrojů nebo jednoduchých strojů. Ručních prací používají v kovovýrobě zámečníci, klempíři, nástrojáři, nožíři a potrubáři a ve značném měřítku dělníci při montáži strojů a strojních zařízení. Těmito operacemi vzniká z materiálu výrobek.

Ruční práce podle účelu rozdělujeme takto: řezání, sekání, stříhání, rovnání, ohýbání, pilování, zaškrabávání, probíjení, vrtání, vystružování, řezání závitů. (Dobrovolný, Mračno, Němec, Vikus a Vilokus, 1972)

### 2.3 Dělení materiálu

Mezi nejpoužívanější technologie patří laserové řezání a řezání plazmou.

Laserové řezání:

- Narozdíl od vrtání a frézování je mnohem rychlejší a také materiálově úspornější (např. společná dělicí spára).
- Laserový řez je vhodný pro výrobky s jednoduchými i složitými vnitřními a vnějšími obrysy tenkých tak silných plechů.

Řezání plasmou:

- Tato technologie řezání používá koncentrovaný elektrický oblouk, který taví materiál účinkem vysokoteplotního paprsku plazmy. Řezat lze všechny vodivé materiály. (Dobrovolný, Mračno, Němec, Vikus a Vilokus, 1972)

## 2.4 Tryskání

Tryskáním (pískováním) výrobky buď čistíme před další povrchovou úpravou (lakováním, metalizováním), nebo přímo upravujeme jejich povrch. Tímto způsobem lze odstranit všechny povrchové nečistoty, jako rez, staré nátěry i slabou mastnou nečistotu.

Tryskání záleží v tom, že prudce vržená zrníčka křemenového písku odštěpují při dopadu na povrch materiálu částice hmoty a povrch stejnoměrně zdrsňují. Čím je materiál houževnatější, tím více vzdoruje působení vrhaných zrn a tím jemněji je otryskán. O otryskávání je třeba vhodného otryskávacího zařízení. V praxi se používá tří soustav zařízení, a to sací, spádové a tlakové. (Dobrovolný, Mračno, Němec, Vikus a Vilokus, 1972)

## 2.5 Lakování

Lakování rozumíme pracovní pochod, při němž se na očištěný výrobek nanáší vrstva laku. Tato vrstva chrání povrch výrobku před korozí a zlepšuje jeho vzhled. Povrchovou vrstvu získáme ponořením výrobku do laku nebo jeho natřením či nastříkáním. Před nanášením laku musíme povrch výrobku očistit a nerovnosti vyrovnat tmelem. (Dobrovolný, Mračno, Němec, Vikus a Vilokus, 1972)

### 3 ŠTÍHLÝ VÝROBNÍ TOK

Štíhlá výroba je souboru nástrojů a principů, kterými se soustředíme na výrobu – výrobní pracoviště, linky, strojní zařízení, výrobní pracovníci. (API, ©2005–2013)

Štíhlé pracoviště je základem štíhlé výroby. Růst dynamiky a komplexnosti problematiky řízení podniku a tím i výroby, vyvolává další prohlubování principů dělby práce. To je dáno zejména vzrůstající technikou a technologickou náročností jednotlivých produktů, potřebou intenzivního výzkumu a vývoje, stejně tak jako rostoucí investiční náročností při současně individualizaci výroby konečných produktů. Proti tomu stejně razantně působí globalizace, která mimo jiné ovlivňuje i vytváření nových přístupů k chování mezi jednotlivými tržními subjekty. (Tomek a Vávrová, 2007)



Obr. 1. Štíhlá výroba (Košturiak a Frolík, 2006)

#### 3.1 Hlavní cíle:






- zvýšení výkonnosti,
- snížení úrazovosti a zatížení organismu,
- zvýšení autonomnosti a možnosti vícestrojové obsluhy,
- zlepšení kvality a stability procesu. (Košturiak a Frolík, 2006)



## 4 PROCESNÍ ANALÝZA

Procesní analýza je jedna ze základních metod pro mapování procesů ve firmě. Procesní analýzu je vhodné použít jak ve výrobě, tak při mapování procesů v nevýrobní sféře. Jedná se o analytickou metodu popisující účinnost a výkonnost kritických operací obsahujících větší podíl přesunu, čekání a překážek. Výstupem je procesní diagram, který je grafickým znázorněním sledu aktivit pomocí symbolů. (API, ©2005–2013)

### 4.1 Používané symboly

-  Operace = grasp, position, preposition, use, assemble, disassemble, search, select, release
-  Transport = reach, move
-  Kontrola = inspect
-  Skladování = hold, avoidable delay, unavoidable delay, rest, plan
-  Čekání = hold

(Pivodová, 2012)

č.	činnost	operace	transport	kontrola	skladování	čekání	vzdálenost (m)	doba trvání(min)	počet pracovníků
1	Vykládka kamionu - příjem zboží	○						0,25	0,5
2	transport		→				10		
3	skladování				△			7669	
4	transport		→				8		
5	skladování				△			456	
6	transport		→				35		
7	soustružení	○						4,7	1
8	transport		→				26		
9	skladování				△			1211	
10	transport		→				10		
11	frézování	○						3,6	1
12	transport		→				12		
13	skladování				△			3456	
14	transport		→				36		
15	montáž	○						5,2	0,5
16	transport		→				2		
17	skladování				△			1456	
18	transport		→				5		
21	skladování				△			457	
22	kontrola (100%)			⊠				1,5	1
	transport		→						
	skladování				△				
	balení, expedice	○							1
	<b>Celkem: - četnost</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>0</b>			<b>5</b>
	- součet času (min)							<b>14740,25</b>	
	- vzdálenost (m)						<b>144</b>		

Obr. 2. Procesní analýza (Pivodová, 2012)

## 4.2 Společná procesní analýza

Popis účinnosti a výkonnosti operací obsahujících vyšší podíl přesunu, čekání a překážek. Graficky jsou znázorněny jednotlivé činnosti pomocí specifických symbolů. Výstupem je suma času, kterou trvá proces, vzdálenosti, které produkt urazí a také doba, na kterou má podnik zásoby a kolik času spotřebovalo čekání. (API, ©2005–2013)

Společná procesní analýza se rozpadá na:

- Procesní analýzu produktu
- Procesní analýzu člověka
- Procesní analýzu člověk-stroj
- Procesní analýzu pro administrativu (API, ©2005–2013)

### 4.2.1 Procesní analýza produktu

Sleduje tok produktu transformačním procesem. Účinná je pro analýzu postupu výroby produktu procházejícího několika technologickými procesy.

Postup procesní analýzy produktu:

1. Předběžná studie
  - objem výroby, popis produktu, standardy kvality, standardy kontroly, organizace pracoviště, procesní toky, materiál

2. Analýza toku (pohybu) produktu
  - Product Flow Chart
3. Záznam všech relevantních informací
  - 5W1H Checklist, Product Process Chart
4. Analýza současného stavu
  - Process Analysis Data Chart
5. Plán zlepšení
  - Process a Data Chart (plán), porovnání
6. Implementace a hodnocení
7. Standardizace (Pivodová, 2012)

#### **4.2.2 Procesní analýza operátora**

Soustředí se na analýzu a zlepšení pohybu operátora. Účinná je pouze v případě, že se operátor při vykonávání pracovní činnosti pohybuje. Principy a postup stejný jako při procesní analýze produktu. (Pivodová, 2012)

#### **4.2.3 Procesní analýza člověk – stroj**

Zaměřuje se na procesy, kde:

- 1 operátor pracuje na 1 stroji,
- 1 operátor pracuje na několika strojích,
- několik operátorů pracuje společně,
- několik operátorů pracuje na 1 stroji,
- několik operátorů pracuje na několika strojích.

Soustředí se na:

- eliminaci prostojů:
  - strojního zařízení v důsledku čekání na úkon operátora,
  - operátora v důsledku čekání na ukončení činnosti stroje nebo na ukončení činnosti předchozího operátora.
- optimalizaci rozložení práce mezi člověka a stroj (mezi operátory).
- optimalizaci počtu strojů na 1 operátora a naopak. (Pivodová, 2012)

## 5 MATERIÁLOVÝ TOK

Materiálový tok je organizovaný pohyb materiálu (surovin, rozpracovaných dílů, výrobků, subdodávek, pomocných materiálů a odpadu), spojující jednotlivé výrobní operace nebo výrobní fáze.

Základní informace o materiálovém toku se získávají z konstrukční dokumentace (charakteristika a norma spotřeby materiálu), z technologické dokumentace (sled operací výrobního postupu) a plánovacích údajů (sériovost a opakovanost výroby).

Cílem je zabezpečit co nejkratší průběžnou dobu výroby a bez zbytečných zásob. V rámci tohoto pilíře se ještě zaměříme na nákup, prodej, plánování a řízení výroby apod.

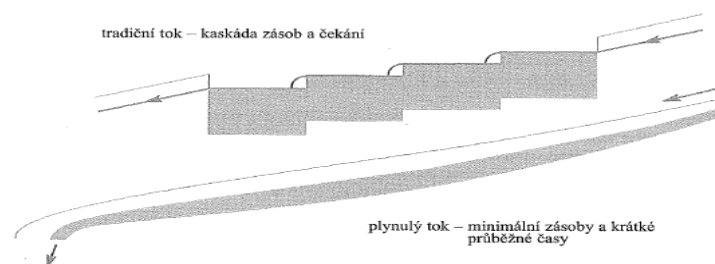
Ve výrobním procesu rozeznáváme v podstatě pět základních druhů činností, jimiž materiál během svého toku výrobou prochází. (API, ©2005–2013)

### 5.1 Činnosti v materiálovém toku

- výrobní operace – materiál mění tvar, upravuje se nebo se sestavuje s jinými materiály a díly (montáž),
- doprava – změna místa pohybem v jakémkoliv směru,
- kontrola – ověřování kvality i kvantity,
- skladování – shromažďování ve skladech všeho druhu,
- prodlení – nepředvídané zdržení, hromadění a čekání. (Melčák, 1999)

### 5.2 Předpoklady pro plynulý tok

- stabilní procesy z hlediska kvality, spolehlivosti a času,
- vyvážené kapacity,
- dobře fungující okolí výroby (logistika, technická příprava výroby, administrativa),
- výroba v malých dávkách. (Košturiak a Frolík, 2006)



Obr. 3. Plynulý výrobní tok (Košturiak a Frolík, 2006)

## 6 LAYOUT

Stručná definice Layoutu podle zní: „prostorové (dispoziční) uspořádání strojů a předmětů na daném prostoru (výrobním provozu, skladu, dílně, apod.).“ Tzn., že pokud budeme mluvit o layoutu výrobního podniku, zahrnujeme zde pojmy jako výrobní buňky, U-buňky, přímý tok, flexibilita pracoviště a mnohé další. (Mašín, 2005)

Plýtvání a nízká produktivita je velmi často způsobena tím, že se podniky nevěnují hledání optimální dispozice jednotlivých pracovišť (layoutu). Tento nedostatek často jednoduše zjistíme tak, že při sledování toku výrobku musíme několikrát přejít příčně a i podélně celým výrobním provozem nebo výrobním areálem. Důvodem pro tyto nesrovnalosti je často živelný rozvoj firmy nebo přílišná orientace na technologické uspořádání provozů. V druhém případě se často jedná o nutnou „historickou“ daň, v druhém případě však jde o zakořeněný zvyk mnoha projektantů a výrobních manažerů, že nejlepší organizace výroby je taková, při které je výroba na strojích stejného druhu řízena jedním pracovníkem v jedné oblasti. Potom si můžeme položit otázku, zda je z prvního pohledu logické uspořádání na základě technologie dostatečně hospodárné. (Košturiak a Frolík, 2006)

Pro práci v týmech je potřebné vytvořit vhodné prostorové i organizační podmínky. Obvykle je potřebné změnit layout a vytvořit výrobní buňky. Takové uspořádání výrazně zjednodušuje a zkracuje materiálové toky, ale zároveň vytváří základní podmínky pro efektivní týmovou práci:

- vlastní teritorium týmu a zodpovědnost za daný proces,
- víceobsluha a střídání práce,
- rozšiřování a obohacování práce,
- tok jednoho kusu místo výrovy v dávce,
- nízkonákladová automatizace. (Košturiak a Frolík, 2006)

## 7 VSM (VALUE STREAM MAPPING)

Hodnotovým tokem rozumíme souhrn všech aktivit v procesech, které vůbec umožňují vlastní transformaci materiálu na konkrétní zboží, jež má hodnotu pro zákazníka. Do hodnotového toku ve výrobním podniku tedy zahrnujeme jak aktivity, které výrobku přidávají hodnotu, tak i aktivity, které hodnotu výrobku nepřidávají. (API, ©2005–2013)

Tato metoda vychází z konceptu štíhlé výroby. Získáváme jím přehled o současném stavu celého procesu, produktu či služby, informačních a materiálových tocích a odhalíme plýtvání, které se následně snažíme odstranit z celého procesního řetězce. (Rother a Shook, 2003)

Cílem této metody je eliminace či redukce aktivit, které nepřidávají hodnotu z komplexních hodnotových toků, zkrácení celkové průběžné doby i snižování celkového počtu transformačních kroků.

Hlavním výstupem mapy VSM (Value Stream Mapping) je tzv. VA-index (Value Added Index Time). Ten vypočítáme jako poměr časů, které nepřidávají hodnotu, a časů, kdy je produktu přidávána hodnota nebo kdy probíhají aktivity, které produkt přibližují zákazníkovi. (API, ©2005–2013)

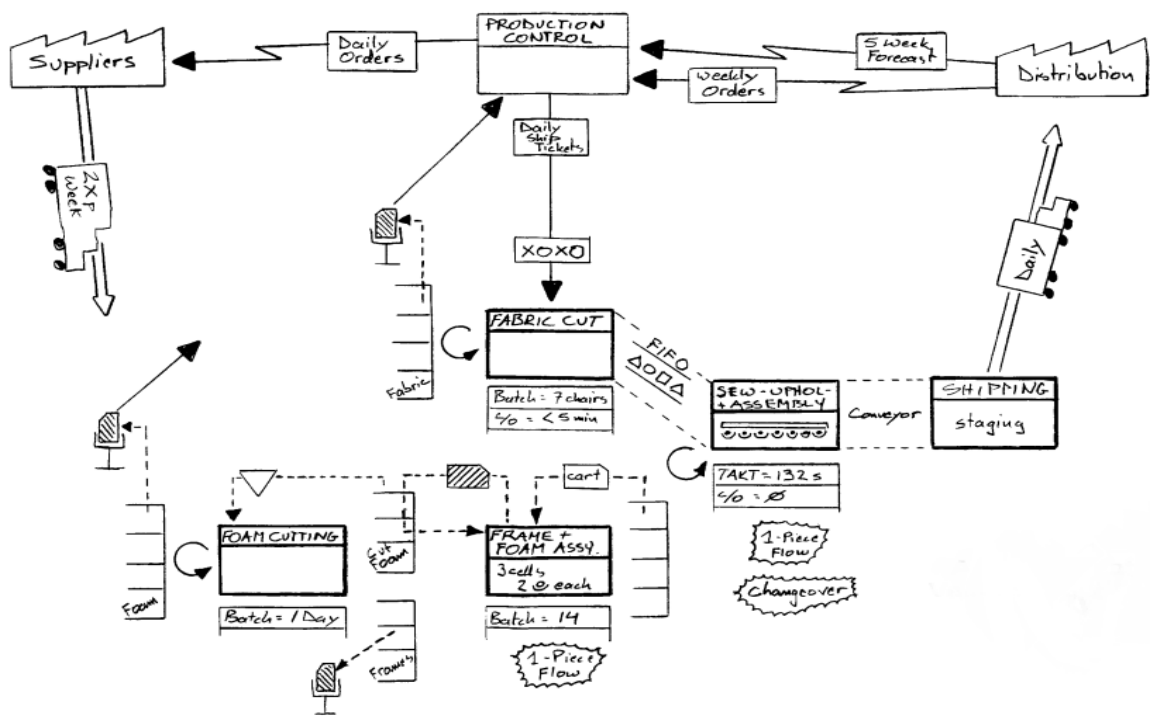
### 7.1 Aktivity nepřidávající hodnotu

- zpracování nabídek a návrhu,
- zpracování konstrukční a technologické dokumentace,
- komunikace v dodavatelském řetězci,
- transport materiálu,
- výrobní plánování,
- činnosti, v kterých se transformují informace,
- výrobní operace, v kterých se transformuje materiál,
- fakturace a provedení finančních operací apod. (Mašín, 2005)

### 7.2 Postup mapování nevýrobních procesů

- Nakreslíme si hrubou skicu procesu pro všechny organizační jednotky.
- Zaznamenáme respektive vypočítáme základní údaje o zákazníkovi.
- Pomocí speciálních ikon nakreslíme základní procesní kroky.
- Zaznamenáme všechna rozhraní a informační toky.

- Zaznamenáme aktuální údaje o interním procesu.
- Zaznamenáme externí, podpůrné či servisní toky.
- Spočítáme údaje pro časovou linku.
- Zakreslíme časovou linku a vypočítáme základní data o hodnotovém toku (celková průběžná doba, VA-index apod.) (API, ©2005–2013)



Obr. 4. VSM mapa (Rother a Shook, 2003)

## 8 VSD (VALUE STREAM DESIGN)

Je třeba si uvědomit dobu taktu na výrobu jednoho výrobku, aby byl uspokojen požadavek zákazníka včas a v požadovaném množství. Jde o podíl mezi disponibilním časem za směnu a požadavkem zákazníka. Ve VSD se snažíme přiblížit všechny cyklové časy procesů k taktu zákazníka. Klademe si otázku, zda se hotové výrobky budou přímo expedovat, nebo se mají uložit do Kanban zásobníku. Pokud nejsou požadavky zákazníka stabilní, zvolíme metodu ukládání do zákaznického Kanban zásobníku, aby nenastala situace, kdy nebudeme mít zákazníkovi co dodat. Velikost této zásoby se dá určit z objednávek (objednávky jsou běžně zadávány nějakou dobu dopředu a frekvence dodávek je známa).

Plynulý materiálový tok lze zavést tam, kde různé procesy vyrábí pouze jeden druh výrobku, cyklové časy by také měly být blízké zákaznickému taktu. Tam, kde není možné zavést plynulý materiálový tok, bude nutné zavést kanbanový systém. Konkrétně se jedná o místa, kde jsou jednotlivé procesy daleko od sebe a nelze je k sobě přiblížit. Systém se osvědčil tehdy, pokud má proces příliš krátkou dobu cyklu a vyrábí pro více procesů.

Jde o proces, ve kterém zavádíme plynulý materiálový tok. Tento proces pak řídí celý hodnotový tok pro danou výrobovou řadu. Jedná se pak většinou o nejslabší článek výroby, který výrobu řídí. Část procesů před tímto článkem bude vyrábět zásobu, a proto aplikujeme princip tahu. Za tímto článkem pak lze bez problémů zavést plynulý materiálový tok, protože všechny procesy jsou výkonnější než úzké místo. (Rother a Shook, 2003)



## 9 ANALÝZA PRACOVIŠTĚ

Pro analýzu pracoviště využíváme metody přímého měření, jež nám poskytují informace o struktuře a využití časového fondu., doby trvání jednotlivých pracovních i nepracovních dějů. Slouží pro účely normování (ale i racionalizaci).

Metodami jsou: snímky pracovního dne, momentové pozorování a chronometrůž. (Pivodová, 2012)

### 9.1.1 Snímky pracovního dne

Metody přímého měření:

- Poskytují informace o struktuře a využití časového fondu.
- Poskytují informace o době trvání jednotlivých pracovních i nepracovních dějů.
- Slouží pro účely normování (ale i racionalizaci).
- Nástroje pro realizaci těchto metod: papír, tužka a stopky (kamera, software).

Používají se různé typy snímků:

- snímek pracovního dne jednotlivce,
- snímek pracovního dne čtyř,
- hromadný snímek pracovního dne,
- vlastní snímek pracovního dne. (Ipaslovakia, © 2013)

### 9.1.2 Momentové pozorování

- Slouží k určení spotřeby času bez časoměrných přístrojů.
- Založeno na teorii pravděpodobnosti a teorii náhodného výběru.
- Reprezentativní počet náhodně vybraných jevů zpravidla vykazuje stejné rozdělení údajů, jaké ve skutečnosti je. (Pivodová, 2012)

### 9.1.3 Chronometrůž

- Slouží ke stanovení doby trvání pracovního děje.
- Poskytuje informace k rozboru pracovního postupu. (Pivodová, 2012)

## 9.2 Spaghetti diagram

Zachycuje pohyb pracovníka v jistém časovém období, kdy se do layoutu pracoviště zachycují jeho veškeré pohyby. Obvykle v půdorysném schématu výrobní plochy, zhotoveném v měřítku, jsou označena místa, kde jsou vykonávány sledované činnosti.

Zjišťuje se jím délka pohybu a určení místa jeho největší koncentrace. Slouží nám také jako podklad pro změny layoutu i v organizaci práce.

Vhodný pro analýzu:

- montáže velkých výrobků,
- pohybů pracovníka obsluhujícího současně několik strojů,
- tam, kde přecházení a pohyb pracovníků představuje značnou část pracovního procesu. (Pivodová, 2012)

## 10 METODA 5S

Metoda 5S označuje 5 základních principů péče o pracoviště. Písmeno „S“ označuje počáteční písmena japonských slov, které tyto principy popisují. (Cox a Doltrat, 2001)

Jednotlivé principy jsou:

- Seiri - definování potřebných pomůcek a zařízení na pracovišti,
- Seiton - odstranění všeho zbytečného z pracoviště,
- Seiso - přesné definování místo pro uložení potřebných položek na pracovišti,
- Seiketsu - udržování čistoty a pořádku na pracovišti,
- Shitsuke - dodržování disciplíny, pořádku, rozvoje a kultury 5S. (Košturiak a Frolík, 2006)



Obr. 5. Kroky 5S (Košturiak a Frolík, 2006)

### 10.1 Důvody zavádění 5S

Nejčastěji se tato metoda zavádí z těchto důvodů:

- velké znečištění v provozech,
- nepořádek a přebytečné věci v provozech,
- skryté abnormality na strojích,
- překážky v toku výroby díky zbytečným věcem a častému hledání,
- apatie lidí k nepořádku, únikům a abnormalitám,
- lepší image společnosti. (Mašín a Vytlačil, 1998)

## 11 VIZUALIZACE

Lidé vnímají zhruba 80% věcí zrakem, tudíž by tomu mělo být přizpůsobeno každé pracoviště. Jak se vyvíjí nové technologie a informační systémy, dochází ke vzkříšení jednoho z nejstarších způsobů komunikace, a sice vizuální komunikace. (Bobák, 2001)

Problém je potřeba na pracovišti zviditelňovat. Jestliže abnormality nelze odhalit, proces výroby nelze řídit. Proto je prvním principem viditelného managementu posvítit si na problémy. Jestliže prvním důvodem existence viditelného managementu je zviditelnit problémy, druhým je pomoci dělníkům i vedoucím zůstat v přímém kontaktu s realitou. Viditelný management je praktickou metodou určování, kdy je vše pod kontrolou a varování v případě, že se objeví abnormalita. Jestliže viditelný management funguje, všichni na pracovišti mohou řídit a zdokonalovat procesy. (Masaaki, 2008)

### Významy vizuálního značení zón

	<b>Červená</b> - Označení místa, které musí zůstat prázdné
	<b>Žlutá</b> - Označení logistické cesty a výrobního zařízení
	<b>Zelená</b> - Označení místa pro uložení vstupního materiálu
	<b>Modrá</b> - Označení místa pro uložení výstupního materiálu
	<b>XXXXX</b> - Označení místa pro kontrolu

Obr. 6. Barevné rozlišení vizualizace (interní materiály, 2013)



Obr. 7. Příklad vizualizace v praxi (vlastní zpracování)

## 12 ERGONOMIE

Ergonomie je vědecká disciplína založena na porozumění interakcí člověka a dalších složek systému. Aplikací vhodných metod, teorie i dat zlepšuje lidské zdraví, pohodu i výkonnost

Komplexně řeší činnost člověka, jeho vazby s pracovním vybavením a pracovním prostředím. Cílem je vždy tyto aspekty působící na jedince na daném pracovišti optimalizovat vzhledem k pracovní zátěži. (Pivodová, 2012)

### 12.1 Praktické využití ergonomie:

- analýza a hodnocení pracovních podmínek a jejich působení na člověka,
- řešení regulace pracovní zátěže z hlediska omezené výkonnosti člověka a řešení pracovních postupů a režimů,
- návrhy úprav a konstrukčního řešení strojů z hlediska optimalizace jejich obsluhy člověkem,
- úpravy pracovního prostředí člověka,
- řešení vývoje a zdokonalování pracovních systémů. (Pivodová, 2012)

### 12.2 Uspořádání a vybavení pracovního místa

Pracovní polohy:

- Základní pracovní poloha
  - Poloha těla, v níž je vykonávána práce při hlavní činnosti v převážné části pracovní doby
- Vedlejší pracovní poloha
  - Poloha těla, v níž jsou vykonávány práce jen po krátkou dobu (např. seřizování, opravy, čištění apod.)

Výhody sedu:

- menší statické zatížení a energetický výdej,
- jemnější a přesnější pohyby,
- odlehčení nohou,
- využívání činnosti nohou,
- větší soustředění,

- odpočinek při mikropauzách.

Výhody stoje:

- možnost střídání poloh,
- vyvinutí větší síly,
- větší dosah končetin,
- možnost střídání pracovišť,
- možnost rychlého úniku,
- větší bdělost.

Nevhodné polohy:

- Dlouhodobý předklon, záklon, úklon, dřep a klek, trvalý stoj na místě, práce s rukama nad hlavou
- Dlouhodobé držení náradí, předmětů, břemen a materiálů v nevhodných polohách (Pivodová, 2012)



Obr. 8. Ergonomické pracovní polohy (Pivodová, 2012)

### 12.3 Zásady uspořádání pracoviště

1. Na pracovišti má být pouze to, co k dané práci nezbytně potřebujeme.
2. Vše, co musíme uchopit pravou rukou, klademe napravo, a vše, co musíme uchopit levou rukou, klademe nalevo.
3. Vše, co potřebujeme častěji, ukládáme blízko.
4. Nářadí vyžadující opatrné zacházení (měřidla) pokládáme na zvláštní poličky nebo desky.
5. Na pracovišti udržujeme pořádek i při práci. (Dobrovolný, Mračno, Němec, Vikus a Vilokus, 1972)

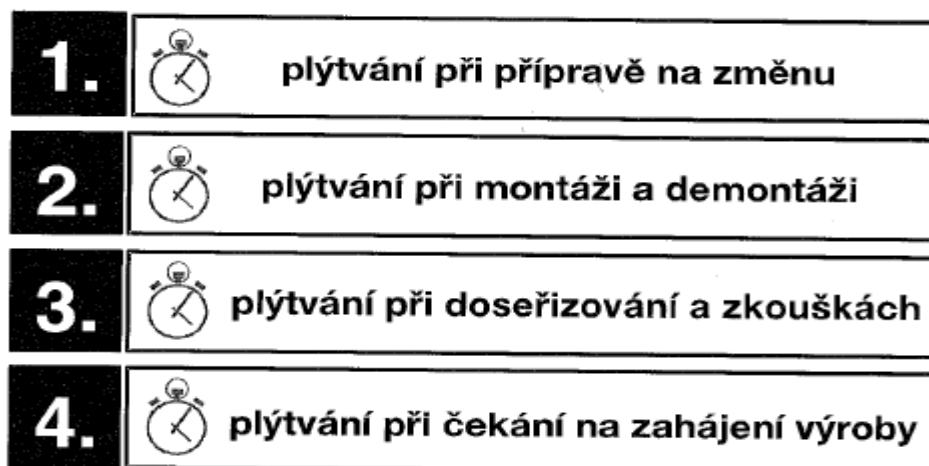
## 13 PLÝTVÁNÍ

Možnost zrychlení výměn vychází z toho, že často už první hrubá analýza pomocí technik průmyslového inženýrství odhalí, jak mnoho se při změnách a seřizování plýtvá. Jedná se zejména o plýtvání časem, o který je potom prostoj stroje či zařízení delší. Jako příklady z praxe můžeme uvést:

- Transport nástrojů pro zastavení stroje
- Hledání dílů a nářadí v brašnách a kufřících
- Drobné opravy na novém nástroji až v průběhu změny
- Zbytečná chůze pro něco
- Dlouhé čekání u seřízeného stroje na uvolnění do výroby
- Pozorování práce druhého pracovníka (druhé práce)
- Příprava prostoru po zastavení stroje
- Čas na cigaretu při výměně atd. (Mašín a Vytlačil, 2000)

Vedle tohoto zjevného plýtvání časem však při změnách a seřizování existuje i mnoho plýtvání skrytého (např. utahování šroubů, nastavování pracovních výšek apod.)

Pokud plýtvání časem při změnách a seřizování třídíme, využíváme k tomu často následující čtyři hlavní skupiny (obrázek) zachycující všechny významné druhy zjevného nebo skrytého plýtvání. (Mašín a Vytlačil, 2000)



Obr. 9. Plýtvání (Mašín a Vytlačil, 2000)

### **13.1 Druhy plýtvání**

Existuje osm významných druhů ztrát, jež nepřidávají hodnotu. Můžeme je vztáhnout nejen na výrobní proces, ale také na vývoj výrobků, přijímání objednávek či administrativní činnosti. (Liker, 2007)

#### **13.1.1 Nadvýroba**

Výroba položek, na něž nejsou objednávky, která vyvolává ztrátu v podobě přezaměstnanosti a skladovacích a dopravních nákladů v důsledku nadměrných zásob.

#### **13.1.2 Čekání**

Dělníci, kteří v podstatě jen dohlížejí na automatizovaná zařízení nebo musí postávat a čekat na další krok zpracovatelského procesu, nástroj, dodávku, součást., popřípadě prostě nemají co dělat v důsledku vyčerpání zásob, četných zpoždění procesu, prostojů a poruch zařízení a kapacitních problémů.

#### **13.1.3 Doprava nebo přemístování, které nejsou nezbytné**

Rozložení pracovního procesu na velkou vzdálenost, vyvolávání potřeby neefektivní přepravy, přesunu materiálů, dílů nebo hotového zboží do skladu a ze skladu či mezi procesy.

#### **13.1.4 Nadměrné či nepřesné zpracování**

Podnikání nepotřebných kroků ke zpracování dílů. Neefektivní zpracování vinou špatných nástrojů a chybného konstrukčního řešení výrobku, které jsou příčinou zbytečných pohybů a způsobují vady. Ztráty vznikají i tehdy, když se poskytují výrobky vyšší jakosti, než je nezbytné.

#### **13.1.5 Nadbytečné zásoby**

Nadbytečné zásoby surovin, rozpracované výroby či hotového zboží bývají příčinou delších průběhových dob, zastarávání, poškození zboží, dopravních a skladovacích nákladů a prodlev. Nadbytečné zásoby také mohou zakrývat problémy, jako jsou nevyváženost výroby, opožděné zásilky od dodavatelů, vady, prostoje zařízení a dlouhé seřizovací časy.



### **13.1.6 Zbytečné pohyby**

Každý ztrátový pohyb, který zaměstnanci musí vykonávat při práci, jako je vyhledávání dílů, nástrojů atd., natahování se pro ně nebo jejich urovnávání či skládání na sebe. Ztrátou je také zbytečná chůze.

### **13.1.7 Vady**

Výroba vadných dílů či jejich úpravy. Opravy, předělovky, vyřazené zmetky, náhradní výroba, kontrola a dohled znamenají ztrátovou manipulaci, ztrátové časy a zbytečné úsilí.

### **13.1.8 Nevyužitá tvořivost zaměstnanců**

Ztráty času, nápadů, dovedností, nových zlepšení a příležitostí k učení v důsledku toho, že je nezájem o zaměstnance nebo jim není nasloucháno. (Liker, 2007)

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 14 CHARAKTERISTIKA PODNIKU

„Má diplomová práce je koncipována do podniku VOP CZ, s. p., celým názvem Vojenský opravárenský podnik CZ. Ze zkratky za názvem firmy je patrné, že se jedná o státní podnik. Taková organizace je specifická tím, že je založena státem nebo jeho organizační složkou, a vzniká zakladatelskou listinou. Podnik VOP CZ byl založen 1. července roku 1989 a jeho zakladatelem je Ministerstvo obrany České republiky. Jak vyplývá ze samotného názvu, společnost se angažuje v oblasti vojenské techniky, dále také strojírenské výroby a vývoje.

Podnik je situován do oblasti Šenov u Nového Jičína a další jeho část se nachází v Bludovicích nedaleko Nového Jičína. Na internetových stránkách organizace se můžeme dočíst hlavní předmět podnikání společnosti: podnik se zabývá především opravami vojenské techniky a strojírenskou výrobou. Na vlastní vývoj navazuje modernizace a výroba vojenské techniky a výroba civilních produktů.“ (VOP CZ, s. p., © 2011)

### 14.1 Historie podniku

„VOP CZ, s. p., je podnik s dlouholetou tradicí vojenské a strojírenské výroby. Jeho vznik se datuje k roku 1946 v Šenově u Nového Jičína pod názvem Vojenský opravárenský závod 025. V té době se podnik zaměřoval pouze na opravu vojenské techniky. V dalších letech se spolu s podnikem rozšiřovala i jeho oblast působnosti. Postupem času se možnosti podniku rozšířily i na vojenskou výrobu. V devadesátých letech podnik postupně zavedl civilní strojírenskou výrobu. V posledním období následovalo rozšiřování výrobních kapacit a technologických možností, kdy se podnik sloučil s VOP-026 Šternberk i se začleněnými výzkumnými ústavami VTÚPV Vyškov, VTÚVM Slavičín a VTÚO Brno. V roce 2012 došlo k přejmenování celého podniku na VOP CZ, s. p.“ (VOP CZ, s. p., © 2011)



Obr. 10. Letecký pohled na podnik VOP CZ (VOP CZ, s. p., © 2011)

## 14.2 Mise a vize podniku

„Podnik vnímá jako své hlavní přednosti a schopnosti:

- Naplňovat potřeby zákazníků na českém i mezinárodním trhu.
- Napomáhat rozvoji regionů, v nichž firma působí, a to především formou podpory zaměstnanosti a ochrany životního prostředí.
- Flexibilně, spolehlivě a inovativně spolupracovat s ministerstvem obrany, ministerstvem vnitra a obchodními partnery v oblasti technického rozvoje pro zajištění bezpečnosti a obrany boje proti terorismu.
- Poskytovat efektivní a kontinuální podporu zabezpečení obranyschopnosti státu a bezpečnosti obyvatelstva prostřednictvím komplexních služeb a produktů v oblasti bezpečnostní a vojenské techniky.
- Podílet se na rozvoji vědy, výzkumu, vývoje, výroby a zkušebnictví speciální a civilní produkce a to na české i mezinárodní úrovni.“ (VOP CZ, s. p., © 2011)

„Dále má podnik také jasně vydefinovány své vize do budoucna:

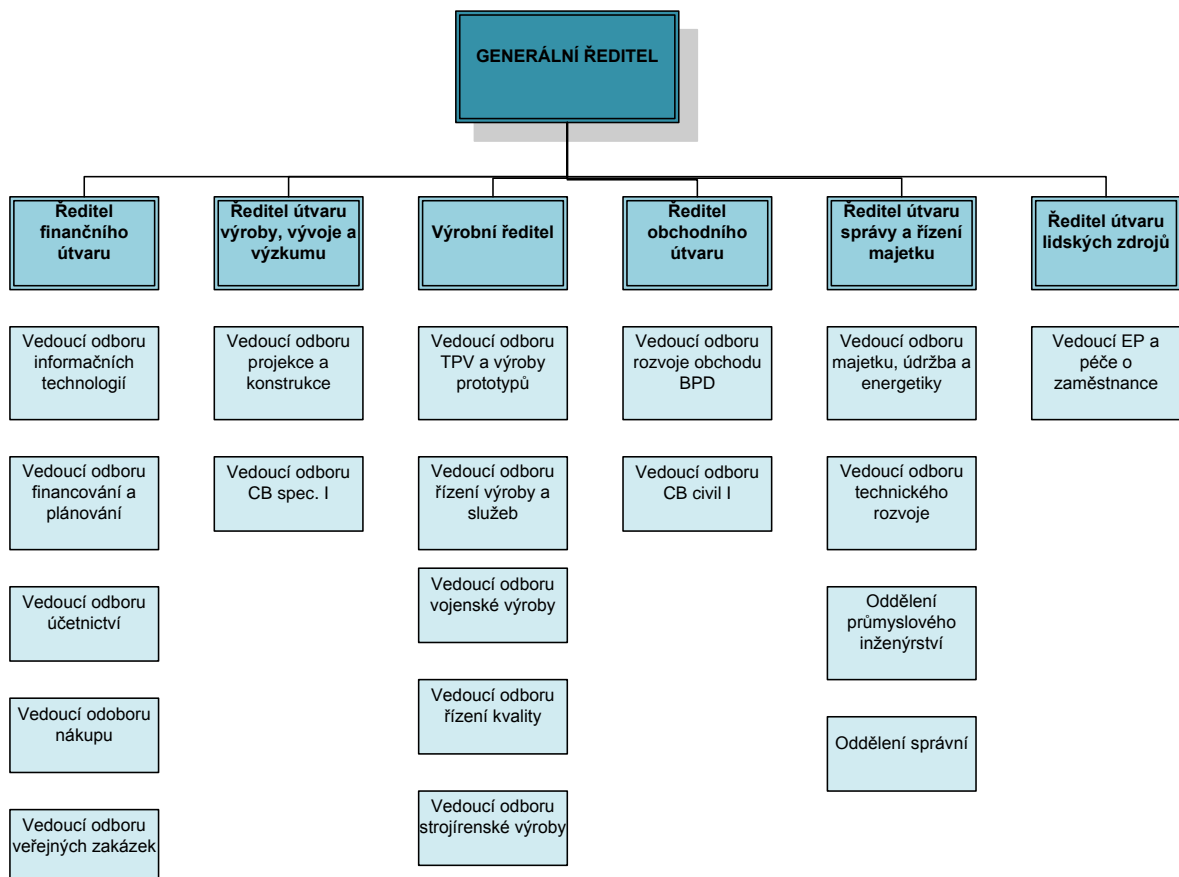
- Být respektovaným, stabilním a moderním podnikem působícím na českém i mezinárodním trhu, jenž aplikuje nejnovější vědecké poznatky formou výzkumu, vývoje, výroby a zkušebnictví.
- Disponovat službami a produkty převyšujícími konkurenci a tím se stát preferovaným obchodním partnerem v oblasti civilní i vojenské výroby.
- Neustále posilovat finanční stabilitu a růst.

- Být žádaným zaměstnavatelem na trhu pracovních sil.
- Zaměstnávat spolehlivé a loajální pracovníky a podporovat jejich profesní a osobní rozvoj.“ (VOP CZ, s. p., © 2011)

### 14.3 Organizační struktura

V roce 2011 proběhl v podniku proces vnitřní restrukturalizace. Počátkem roku 2011 se změnil divizní způsob řízení na procesní způsob řízení napříč celou společností. Vznikly nové útvary a došlo také ke změně ředitelů jednotlivých procesních útvarů. Viz organizační schéma podniku.

„Podnik VOP CZ je v současné době rozdělen do pěti lokalit. Jednotlivé lokality jsou Šenov u Nového Jičína, Šternberk, Vyškov, Slavičín a Brno. Lokalita Šenov u Nového Jičína je považována za stěžejní jednak z pohledu rozlohy, ale i z pohledu objemu výroby.“ (Interní materiály, 2013)



Obr. 11. Organizační schéma podniku (vlastní zpracování)

## 14.4 Areál podniku

Celý areál podniku VOP CZ zaujímá plochu o rozloze 51 000 m<sup>2</sup>. Z toho téměř 32 000 m<sup>2</sup> tvoří výrobní plochy a cca 9 000 m<sup>2</sup> jsou zastavěné skladovací plochy. Výroba je zde rozmístěna celkem do 10 výrobních hal, které jsou vyznačeny na mapě areálu zeleně. Žlutě jsou pak znázorněny skladovací prostory a expedice a červenou barvu mají budovy, kde sídlí vedení podniku a ostatní správní budovy.



Obr. 12. Mapa areálu podniku (Interní zdroje, 2013; vlastní zpracování)

## 15 VÝROBNÍ PROGRAM

„VOP CZ je podnikem, který se profiluje ve třech hlavních sférách: vojenská technika, strojírenská výroba a vývoj. V oblasti vojenské techniky podnik systematicky vytváří podmínky k posílení své pozice jako integrátor a dodavatel moderních vojenských zařízení a systémů převážně pro Armádu ČR a postupně rozvíjí svou činnost i pro zahraniční zákazníky.“ (VOP CZ, s. p., © 2011)

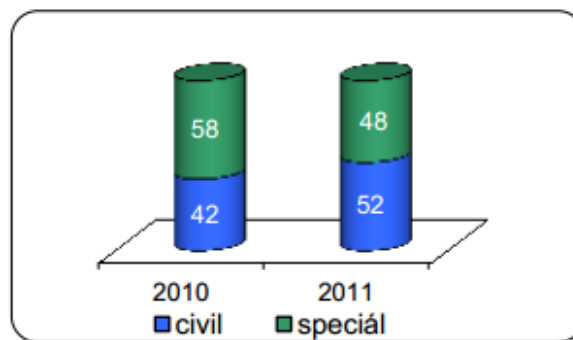
„Podnik je zapojován do mezinárodních projektů výzkumu a vývoje v rámci Evropské obrané agentury EDA a NATO. Podílí se na významných akvizicích Armády ČR a spolupracuje se zahraničními dodavateli, čímž získává nové zkušenosti a schopnosti a posiluje tak své postavení na mezinárodních trzích.“ (VOP CZ, s. p., © 2011)

„Významnou činností je strojírenská výroba nazývaná uvnitř podniku jako civilní výroba. Podnik v této oblasti výroby velmi úspěšně konkuruje na mezinárodním trhu se svařovanými díly a jejich sestavami. Produkce firmy zahrnuje i složitější svařence a finální celky s vysokou náročností na přesnost a to vše díky zkušenosti pracovníků a jejich technologickým schopnostem.“ (VOP CZ, s. p., © 2011)

„Na výzkumu a vývoji pracuje VOP CZ především se svými partnery, mezi které patří Ministerstvo obrany ČR, Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR, Národní bezpečnostní úřad, Asociace obranného a bezpečnostního průmyslu, NATO, EDA a další.“ (VOP CZ, s. p., © 2011)

### 15.1 Strojírenská výroba

Dále bude má práce zaměřena jen na oblast strojírenské výroby. Po dlouhou dobu až do roku 2010 převažovala v podniku výroba vojenské techniky. Hlavními zákazníky ve vojenské sféře jsou Armáda České republiky a vojenské útvary zahraničních států. V roce 2011 došlo k obratu a v procentuálním vyjádření civilní výroba v současné době zaujímá 52% produkce a vojenská výroba (speciál) poklesla na 48%, jak můžeme vypočítat z grafu.



Obr. 13. Poměr civilní a vojenské výroby (Interní materiály, 2013)

V areálu podniku se nachází celkem osm hlavních výrobních hal, kde probíhá samotná výroba. Jednotlivé haly jsou označeny čísly pro snadnější orientaci v areálu. Stroje v jednotlivých halách jsou uspořádány převážně dle technologií. Je to dáno historickým vývojem podniku. Každý nově koupený stroj byl umístěn ke stejným typům již stávajících strojů. Tímto vzniklo technologické uspořádání dílen, které můžeme vidět u mnohých strojírenských podniků.

V podniku je běžný dvousměnný i třisměnný provoz, na většině strojů a pracovištích probíhají osmihodinové směny, na vybraných pracovištích jsou nastaveny směny dvanáctihodinové.

Strojírenská výroba v podniku je rozdělena do několika základních kategorií dle typu výrobků. V následujících kapitolách budou stručně popsány jednotlivé kategorie.

### 15.1.1 Finální celky

„První kategorií jsou finální celky. Jsou to výrobky konstruované na zakázku a takového výrobku je vždy vyrobeno jen pár kusů.“ (VOP CZ, s. p., © 2011)

Některé z finálních celků, které byly vyrobeny v podniku, můžete vidět níže na obrázcích.

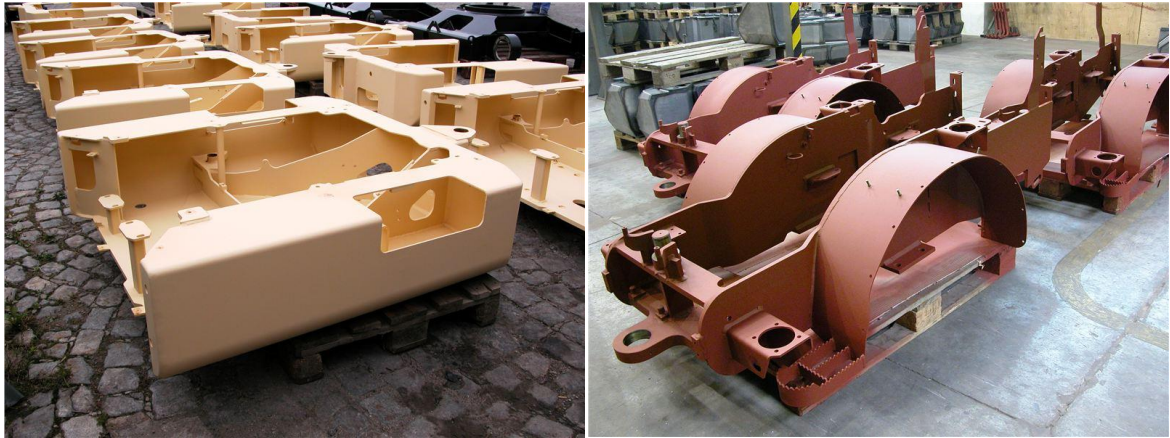


Obr. 14. Finální celky vyrobeny v podniku VOP CZ, s. p.



### 15.1.2 Podvozky

„Další kategorií, která tvoří velkou část výroby, jsou podvozky. Jedná se o základní nosné části stavebních a silničních strojů.“ (VOP CZ, s. p., © 2011)



Obr. 15. Podvozky vyráběné v podniku (VOP CZ, s. p., © 2011)

### 15.1.3 Lžíce a ramena bagrů

„Třetí kategorii tvoří sortiment ramen bagrů a lžic sloužících pro nakládku a manipulaci velkoobjemových sypkých materiálů. Tyto výrobky jsou vyráběny pro přední světové výrobce malých a středních stavebních a silničních strojů. Lžíce a ramena bagrů jsou konstruovány tak, aby vydržely práci v náročných podmínkách kamenolomů, při stavbách silnic a železnic i při využití v dalších oborech jako je zemědělství, zahradnictví a lesnictví.“ (VOP CZ, s. p., © 2011)



Obr. 16. Lžíce a ramena bagrů vyráběných v podniku (VOP CZ, s. p., © 2011)

#### 15.1.4 Nádrže

„Následující kategorii tvoří palivové, hydraulické a olejové nádrže. Nádrže jsou lakované či jinak povrchově upravené dle přání zákazníka.“ (VOP CZ, s. p., © 2011)



Obr. 17. Nádrže vyráběné v podniku VOP CZ, s. p. (VOP CZ, s. p., © 2011)

#### 15.1.5 Masivní svařence

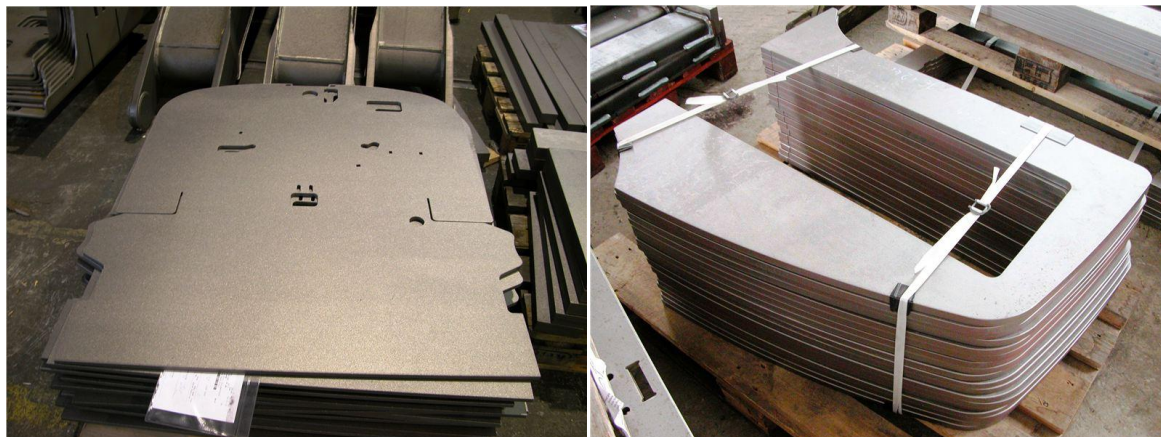
„Firma VOP CZ zaměřuje velkou část své produkce také na výrobu masivních svařenců. Výroba této skupiny výrobků má již ve firmě dlouholetou tradici díky ní může VOP CZ nabídnout i výrobu speciálních svařovaných konstrukcí z masivních plechových dílů, které vyžadují před opracováním speciální tepelnou úpravu.“ (VOP CZ, s. p., © 2011)



Obr. 18. Masivní svařence vyráběné v podniku (VOP CZ, s. p., © 2011)

#### 15.1.6 Výpalky

„Další skupinou výrobků jsou tzv. výpalky. Jsou to díly získané pomocí technologie pálení z tenkých ocelových, hliníkových a nerezových plechů, tlustých ocelových plechů, výpalky z profilů na základě výkresové dokumentace zákazníka.“ (VOP CZ, s. p., © 2011)



Obr. 19. Výpalky vyráběné v podniku (VOP CZ, s. p., © 2011)

## 16 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Podnik VOP CZ působí na trhu již téměř 25 let. Po dlouhá léta byl jeho hlavním zákazníkem Armáda České republiky. Vojenská výroba tedy zaujímala poměrnou část objemu výroby. V posledních letech ale rapidně ubylo zakázek z oblasti vojenské techniky a začal se vyvažovat poměr civilní a vojenské části produkce. Tento poměr se téměř vyrovnal v roce 2010.

Podmínky, za kterých byla vyráběna vojenská technika, ale neuspokojovaly ostatní odběratele. Podniku se doposud dařilo dobře, ale zatím nedocházelo k radikálnímu zapojení metod průmyslového inženýrství s cílem optimalizace. Zákazníci odebírající výrobky z civilní (strojírenské) části se nespokojili s nastavenými pravidly. Začali zvyšovat své požadavky na výrobu. Požadovali nižší cenu, kratší průběžnou dobu výroby a co nejvyšší kvalitu.

Důležitý mezník představuje měsíc březen tohoto roku. Je to přelomové období, kdy končí zakázka na výrobu velkého podílu vojenské techniky, která přinášela významný objem tržeb. Touto skutečností dochází ke změně poměru civilní a vojenské produkce. Civilní část bude nyní tvořit téměř 85% celého objemu výroby.

Pokud si tedy společnost chce udržet své postavení na trhu a chce být i v budoucnu stejně úspěšná, musí se přizpůsobit dnešním trendům a hlavně požadavkům zákazníka. Řešením je co nejvíce zeštíhlit výrobní procesy, odstranit z nich veškeré plýtvání a tím nabídnout zákazníkovi co nejvyšší kvalitu za co nejnižší cenu a co nejkratší dobu výroby.

### 16.1 Zadání projektu

Firma VOP CZ si je vědoma těchto nároků, které jsou na ni kladeny, proto na počátku letošního roku byl spuštěn projekt, který má za úkol optimalizovat hodnotové a materiálové toky v celém podniku. Tento projekt byl zadán formou veřejné zakázky. Ve výběrovém řízení na realizaci zakázky vyhrála firma API – Akademie produktivity a inovací, s. r. o., která má mnoho zkušeností v oblasti průmyslového inženýrství a s aplikací metod průmyslového inženýrství v praxi.

Jedná se o komplexní projekt trvající téměř 5 měsíců. Projekt počítá s přestavbou výrobních hal, přesunem strojů, nákupem nových strojních zařízení a s výstavbou nové haly.

Na začátku projektu bylo vybráno pomocí ABC analýzy osm hlavních výrobních rodin. Všechny tyto výrobky tvoří 20% produkce, ale přináší podniku 80% tržeb. Tyto skupiny

byly seřazeny vzestupně podle obratu za loňský rok. Dalšími vypovídajícími hodnotami jsou počet kusů, které podnik za uplynulé období vyrobil, nebo čas, který strávili pracovníci výrobou všech typů dané výrobní skupiny. Všechna čísla uvedená v tabulce pod textem jsou přepočítána pomocí koeficientu „k“. Stejným způsobem budou uváděny všechny důležité číselné hodnoty v celé diplomové práci.

Tab. 1. Výběr výrobních skupin (Interní zdroje, 2013; vlastní zpracování)

Výrobek	Obrat za rok	Počet vyrobených kusů za rok	Objednací dávka od zákazníka za měsíc	Pracnost v hodinách za rok
A	18 182 958k	19 296k	332k	8 607k
B	13 956 817k	2 202k	275k	4 774k
C	10 533 316k	309k	76k	10 759k
D	7 458 495k	231k	44k	6 730k
<b>Ramena bagru</b>	<b>5 149 311k</b>	<b>331k</b>	<b>71k</b>	<b>5 278k</b>
F	5 147 392k	2 768k	61k	7 573k
G	4 794 554k	13 625k	143k	2 157k
H	3 267 229k	214k	8k	2 272k

V rámci celého projektu byly podrobně řešeny právě tyto vybrané výrobní skupiny.

Mou rolí v projektovém týmu byla pozice juniorkonzultanta. Mým úkolem byla práce na projektu hlavně v prvotní fázi. Jednalo se o podrobné zmapování vybraných výrobků, z nichž jeden byl mimo jiné i rameno bagru. Musela jsem nasbírat pro každý výrobek dostatek informací přímo z výroby. Tzn., že jsem se téměř dva měsíce pohybovala po výrobním areálu firmy a sbírala potřebná data. Dalším úkolem byla analýza nasbíraných dat a zpracování zadaných výstupů. V dalších fázích projektu jsem se pak podílela na tvorbě nových layoutů, materiálových toků a rozvržení výroby do jednotlivých hal.

Výrobek, který byl vybrán pro zpracování této diplomové práce, spadá do výrobní rodiny ramen bagrů. Výrobní skupina přináší podniku pátý nejvyšší roční obrat. Je také na pátém místě při řazení dle počtu vyrobených kusů za rok. Ramena bagrů se vyrábí v podniku VOP CZ již více než 5 let a do budoucna se uvažuje s rozšířením výrobních kapacit. Zákazník uvažuje o zadání požadavku na výrobu nových typů ramen a v příštích letech počítá také minimálně se stejným množstvím odběru již vyráběných typů ramen. Tohle je jeden z hlavních důvodů, proč jsem si zvolila zástupce právě z této výrobní rodiny.

### 16.1.1 Popis výrobku

Zvolený typ výrobku byl vybrán opět na základě ročního obrátu. Obecně se ramena bagrů skládají ze tří částí. Jsou to výložník, mezivýložník a držák lžice. Firma VOP CZ vyrábí celkem devět typů výložníků, pět typů mezivýložníků a osm typů držáků lžice. Z každé kategorie byl vybrán jeden typ s nejvyšším obrátem za uplynulý rok a tyto dohromady tvoří rameno bagru, které bylo zvoleno jako zástupce pro podrobné zmapování jejich výrobního toku.

Tab. 2. Seznam jednotlivých dílů ramene bagru (vlastní zpracování)

Typy jednotlivých dílů	Obrat za rok	Počet vyrobených kusů za rok	Objedací dávka od zákazníka za měsíc	Pracnost v hodinách za rok
<b>Výložník A</b>	564572k	41k	6k	646k
Výložník B	104793k	6k	1k	135k
Výložník C	104464k	5k	1k	132k
Výložník D	175983k	7k	1k	205k
Výložník E	110017k	6k	1k	106k
Výložník F	294033k	11k	1k	226k
Výložník G	556461k	30k	6k	505k
Výložník H	127145k	10k	4k	155k
Výložník I	143226k	4k	1k	135k
<b>Mezivýložník A</b>	580409k	42k	6k	647k
Mezivýložník B	76947k	5k	1k	96k
Mezivýložník C	463171k	28k	5k	430k
Mezivýložník D	114882k	6k	1k	152k
Mezivýložník E	114126k	9k	3k	133k
<b>Držák lžice A</b>	543444k	42k	6k	481k
Držák lžice B	54127k	3k	1k	58k
Držák lžice C	96039k	5k	1k	92k
Držák lžice D	50364k	4k	1k	70k
Držák lžice E	226417k	14k	2k	254k
Držák lžice F	142075k	8k	4k	173k
Držák lžice G	401274k	26k	5k	322k
Držák lžice H	105331k	10k	4k	115k

Všechny tři části ramena jsou vzhledově velmi podobné. Technologie výroby je u všech tří částí naprosto stejná. Ve výrobním procesu se jedná ovšem o tři samostatné výrobky. Každý z nich má svou průvodku a prochází výrobou samostatně, ne pohromadě jako celek. Na konci výrobního procesu, těsně před odesláním zákazníkovi, se balí tyto tři části dohromady a expedují se zákazníkovi jako jeden výrobek. Konečná montáž do finální podoby probíhá až u zákazníka.

Výrobek je poslán zákazníkovi do Německa. Ten se zabývá kompletní výrobou stavebních a silničních strojů.

Všechny části vypadají také vzhledově velmi podobně, jak můžeme vidět na obrázcích níže. Každý z dílů je asi 1,7 metrů dlouhý, 0,3 metrů široký a 0,5 m vysoký. Váha jednoho dílu se pohybuje okolo 200 kg. Materiál, ze kterého jsou všechny díly, je železo.



Obr. 20. Část ramene bagru – výložník (vlastní zpracování)



Obr. 21. Část ramene bagru – mezivýložník (vlastní zpracování)



Obr. 22. Část ramene bagru – držák lžíce (vlastní zpracování)



## 17 POPIS VÝROBNÍHO TOKU

Pro zjednodušení celého popisu výrobního toku bude dále v diplomové práci proveden rozbor jen jednoho ze tří dílů a bude obecně nazýván jako rameno bagru. Každý z dílů má stejný technologický postup.

Nejprve bude popsána výroba jednotlivých komponent, ze kterých se finální díl skládá. Je jich celkem 22 a prochází níže popsanými technologiemi.

- Technologie tryskání: zbavuje materiál povrchových nedokonalostí (např. rzi) Uplatňován buď na začátku výrobního procesu – otryskání tabulí plechu nebo v průběhu procesu, před operací obrábění nebo lakování.
- Technologie dělení materiálu: rozlišujeme pálení pomocí plazmového paprsku a řezání pomocí laserového paprsku. Tento proces probíhá na laserových a pálicích strojích a vstupním materiálem jsou tabule plechu.
- Technologie obrábění: jde o technologický proces, při kterém se z dílu odebírá materiál formou třísek. Obrobek získá požadovaný rozměr, tvar a přesnost. Obrábění probíhá na soustruzích, frézkách, vrtačkách nebo použitím ruční brusky.
- Technologie plošného tváření: do této kategorie spadají operace stříhání, ohýbání, rovnání, ukosování.

Výrobní postupy jednotlivých komponent jsou znázorněny ve schématu technologického postupu níže. Každá z komponent má svou průvodku a technologický postup.

Hotové komponenty jsou převezeny na mezisklad, kde jsou uskladněny. Komponenty nejsou vyráběny s využitím metody just-in-time.

### 17.1 Procesní analýza

Vznik finálního výrobku je dále znázorněn pomocí procesní analýzy.

Tab. 3. Procesní analýza výrobku rameno bagru (vlastní zpracování)

Tok zakázky - Rameno bagru										
č. operace	činnost	název pracoviště, typ stroje	hala	operace	transport	kontrola	skladování	čekání	vzdálenost transportu (m)	způsob transportu
				○	→	◇	△	⊔		
1	Skladování	Mezisklad	č. 12							
2	Transport								160	VZV, P
3	Čekání	Před pracovištěm	č. 79							
4	Stehování, svařování	Svařovací box	č. 79	○						
5	Transport								280	P, RJ
6	Jehení, broušení, rovnání	Svařovací box	č. 79	○						
7	Stehování, svařování	Svařovací box	č. 79	○						
8	Transport								10	J, RJ
9	Čekání	Před pracovištěm	č. 79							
10	Svařování	robot CLOOS	č. 79	○						
11	Čistění, broušení	Zámečnické práce	č. 79	○						
12	Transport								20	RJ, VZV
13	Tryskání	Komorový tryskač	č. 79	○						
14	Transport								20	VZV
15	Rovnění	Rovnáci lis	(č. 37)	○						
16	Broušení, Čistění	Zámečnické práce	(č. 37)	○						
17	Transport								330	VZV, J
18	Čekání	Před pracovištěm								
19	Obrábění	WHQ 13	č. 4	○						
20	Transport								240	VZV, J
21	Svařování, dokompletace	Zámečnické práce	č. 70	○						
22	Lisování	Zámečnické práce	č. 70	○						
23	Transport								170	VZV
24	Kontrola	Pracoviště OTK	č. 79			◇				
25	Transport								170	VZV
26	Lakování	Lakovna	č. 36	○						
27	Transport								230	VZV
28	Skladování	Expediční sklad								
29	Balení	Expediční sklad		○						
30	Expedice									
	<b>Celkem: - četnost</b>			<b>13</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		
	- součet času (min)								<b>74,31k</b>	
	- vzdálenost (m)								<b>1300</b>	

Z analýzy je zřejmé jakými operacemi musí polotovár projít, než vznikne finální výrobek.

Výroba jednoho ramene trvá celkem 14 dnů, samotný proces výroby pak 74,31k min.

Celý proces začíná vyskladněním materiálu a přivezením na halu, kde probíhá výroba. Materiál potřebný na výrobu jednoho ramene je uložen na jedné europaletě, složen na vyhrazené místo. Na toto místo je ale ukládán vstupní materiál i pro jiné druhy výrobků.



Obr. 23. Místo pro ukládání vstupního materiálu (vlastní zpracování)



Obr. 24. Vychystaný materiál na výrobu jednoho ramene (vlastní zpracování)

Rameno bagru má celkem dvě podsestavy, které se nazývají pravá bočnice a levá bočnice. Nejprve jsou zkompletovány a nastehovány bočnice a následně celý finál.

Stehování provádí pracovník ve svařovacích boxech. Svaření ramene probíhá automaticky v polohovadle robota dle předem nastaveného programu. Po svaření je díl odvezen na další pracoviště tryskání, které se nachází na stejné hale.

Po otryskání se může uskutečnit další operace obrábění, jež probíhá opět automaticky dle programu. Po obrobení se polotovár opět přesouvá na jinou halu, kde dojde jen k drobné dokompletaci. Následuje transport do další výrobní haly. Zde je vyraženo sériové číslo (lisování) a výrobek je podroben kontrole na pracovišti OKK (Oddělení kontroly a kvality).



Obr. 25. Oddělení kontroly a kvality (vlastní zpracování)

Po schválení kontrolou může být přemístěn do lakovny. Lakování je poslední proces celé výroby a hotový produkt je odvezen do expedičního skladu. Balení proběhne teprve až cca hodinu před expedicí zákazníkovi.



Obr. 26. Rameno bagru připraveno k expedici zákazníkovi (vlastní zpracování)

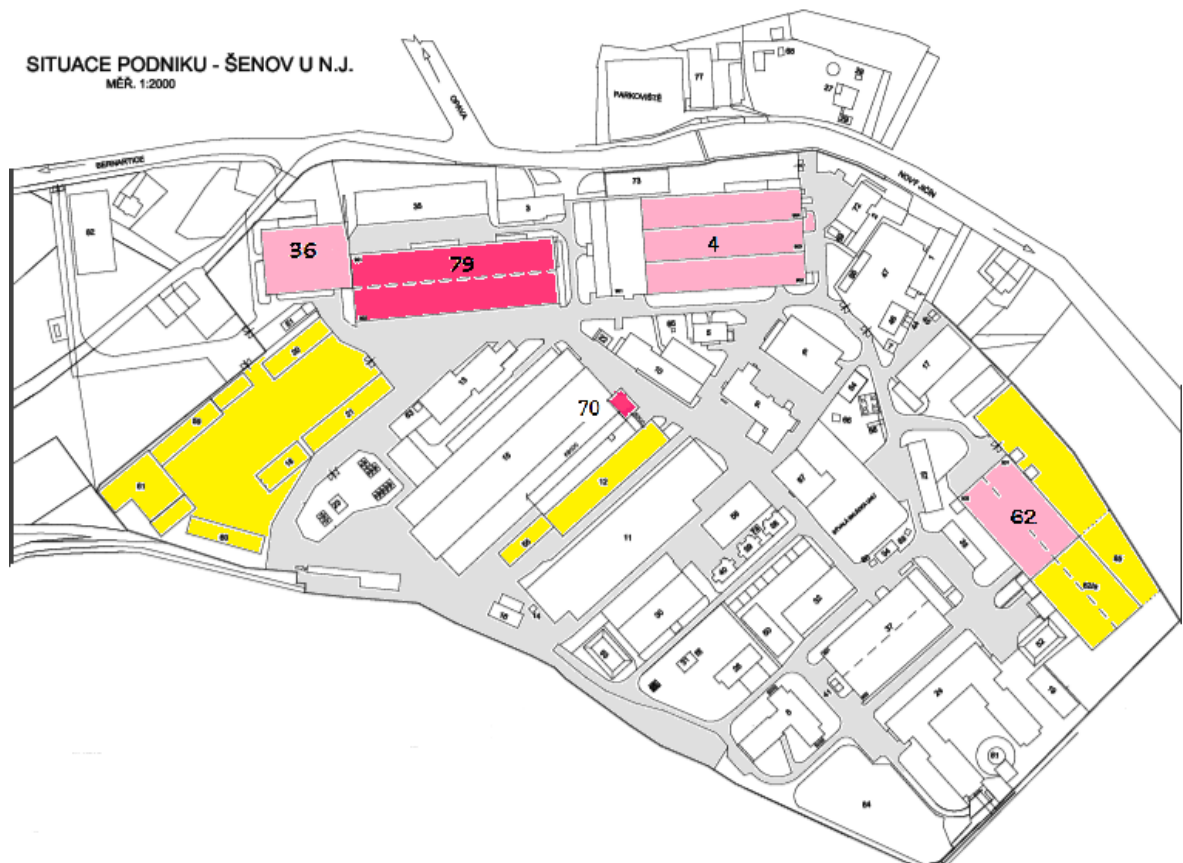
## 17.2 Popis technologického postupu

Jak již bylo řečeno, rameno bagru se skládá celkem z 22 komponent a dvou podsestav, které se svařují do finálního celku. Nejlépe je složení celého výrobku znázorněno ve schématu technologického postupu, který je na obrázku pod textem.



### 17.3 Materiálové toky a jejich znázornění v layoutech

Výroba ramen bagrů se všemi jeho komponenty probíhá celkem v pěti výrobních halách. Jednotlivé objekty jsou vyznačeny na mapě areálu a jsou označeny čísly pro snadnější orientaci.



Obr. 28. Mapa areálu podniku (Interní materiály, 2013; vlastní zpracování)

V následujících tabulkách jsou charakterizovány jednotlivé výrobní haly. Jsou v nich uvedena strojní zařízení využívaná pro výrobu ramene bagru a potřebná manipulační technika.

Tab. 4. Vybavení haly č. 62 (vlastní zpracování)

Hala č. 62	
Strojní vybavení	Pálicí stroj
	Pásová pila
	Pracoviště zámečnických prací
Manipulační technika	P
	VZV

S výrobní halou č. 62 je také spojen sklad vstupního materiálu, který je znázorněn v mapě areálu žlutou barvou.

Tab. 5. Vybavení haly č. 4 (vlastní zpracování)

Hala č. 4	
Strojní vybavení	Laser
	Obráběcí stroj WHQ 13
	Frézovací stroj
	Soustruh
	Ohýbací stroj
	Ukosovací stroj
	Rovnací lis
Manipulační technika	P
	VZV
	J

Hala č. 4 je podle rozlohy zastavěné plochy největší výrobní halou v areálu. Je rozdělena na tři lodě, severní, střední a jižní. Uspořádání strojů je zde především technologické.

Tab. 6. Vybavení haly č. 70 (vlastní zpracování)

Hala č. 70	
Strojní vybavení	Tryskací zařízení
	Pracoviště zámečnických prací
Manipulační technika	P

Další budovou je hala č. 70, kde se nachází jen dvě pracoviště a to tryskání a pracoviště zámečnických prací, kde probíhá dokompletace ramen. Tryskací zařízení, které se zde nachází, slouží pro drobnější materiál. K manipulaci slouží pouze ruční paletový vozík. Žlutý objekt vedle haly č. 70 je mezisklad, kde jsou skladovány komponenty pro výrobu ramen.

Tab. 7. Vybavení haly č. 79 (vlastní zpracování)

Hala č. 79	
Strojní vybavení	Svařovací boxy
	Svařovací robot CLOOS
	Komorový tryskač
Manipulační technika	P
	VZV
	J

Hlavní výroba ramen probíhá v současné době na hale č. 79. Mimo strojní zařízení se na hale nachází pracoviště kontroly a také kancelář mistra, který má výrobu ramen na starosti.



Objekt č. 36 je lakovna, zde se materiál pohybuje mechanicky po kolejnici po celou dobu lakovacího procesu. Poté je ručním jeřábem svěřen a převezen VZV do expedice, která se nachází 200 m od lakovny.

Každá hala má svého manipulanta, který převáží za pomoci VZV materiál ze skladu a výrobky do dalších výrobních hal.

Na následujícím obrázku jsou vykresleny jednotlivé materiálové toky. Černě jsou značeny toky všech komponent. Modrou barvou je vyobrazen tok finálního výrobku.



Obr. 29. Materiálové toky v areálu podniku (Interní materiály, 2013; vlastní zpracování)

V tabulce níže jsou podrobně rozepsány vzdálenosti mezi jednotlivými výrobními halami. Tabulka je rozdělena na výrobu komponent, bočnic a finálního dílu. Řádky stejných barev značí počet komponent, které prochází výrobou. Je jich celkem 22. Vzdálenost, kterou ujedou všechny komponenty, než se dostanou do meziskladu, je 15 480 m. V další části tabulky je červeně zaznačena výroba finálu. Během výrobního procesu urazí finální výrobek vzdálenost 1 300 m. Po sečtení dostaneme celkovou vzdálenost, kterou urazí jeden díl celého ramene bagru, což je 16 780 m. Pokud bychom uvažovali celý výrobek, tedy všechny tři díly ramene bagru, výsledná vzdálenost bude 50 340 m.

Tab. 8. Materiálové toky vzdálenosti (vlastní zpracování)

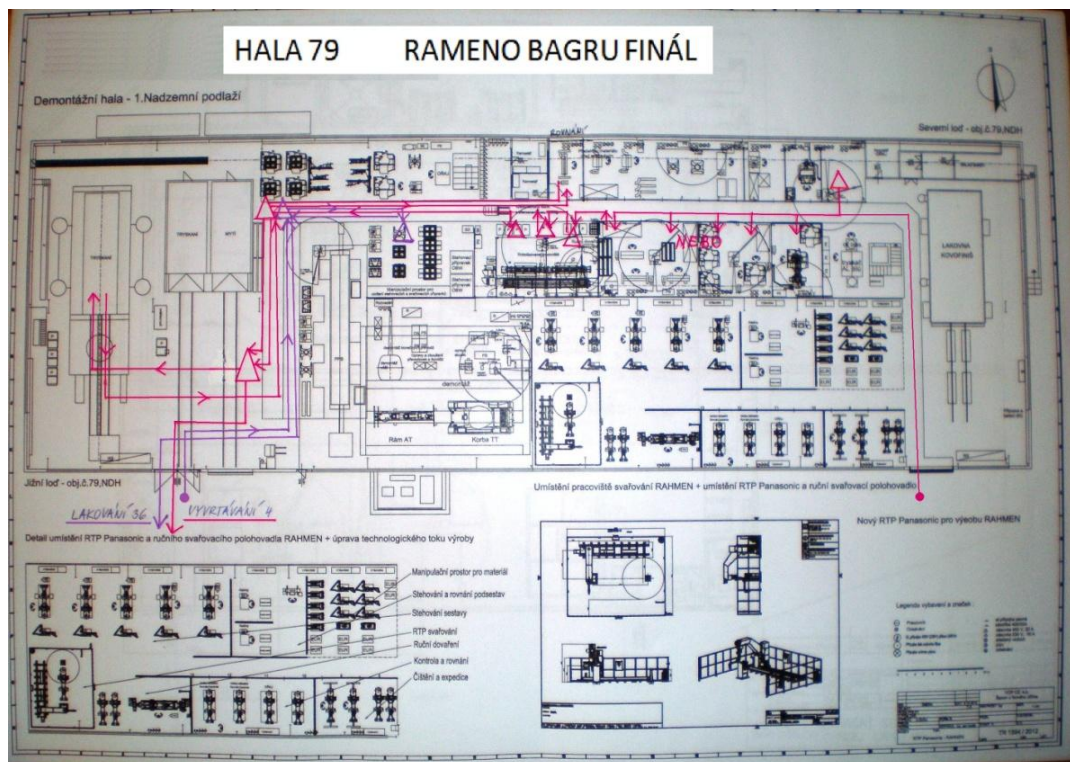
Materiálový tok KOMPONENTY														
HALY	62	370 m	4	220 m								12	7080 m	
HALY	62	370 m	4	330 m	79	160 m					12	2580 m		
HALY	62	310 m								12	620 m			
HALY	62	480 m			79	480 m			62	370 m	4	220 m	12	1550 m
HALY	62	370 m	4	240 m			70	240 m			4	220 m	12	1070 m
HALY	62	480 m			79	330 m					4	220 m	12	1030 m
HALY	62	480 m			79	480 m			62	370 m	4	220 m	12	1550 m
<b>CELKEM</b>												<b>15 480 m</b>		

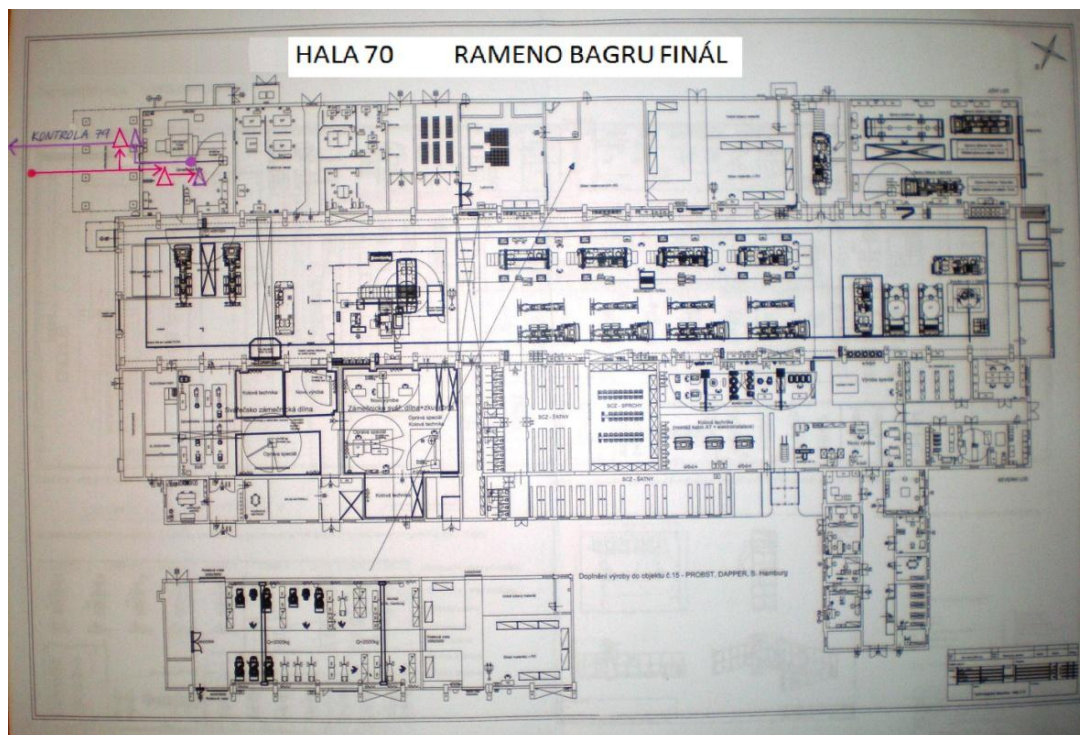
Materiálový tok FINÁL														
HALY	12	160 m	79	330 m	4	240 m	70	170 m	79	170 m	36	230 m	EXP	1 300 m
<b>CELKEM</b>													<b>16 780 m</b>	

### 17.3.1 Materiálové toky ve výrobních halách

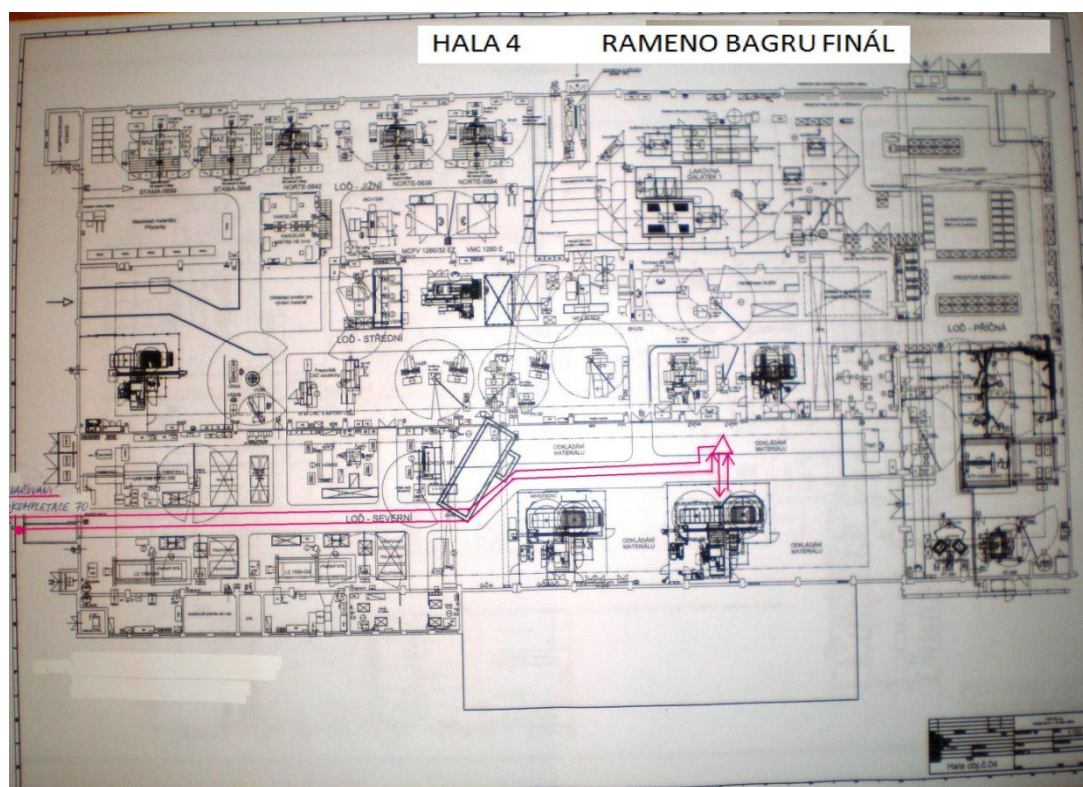
Výrobky a materiál jsou velmi často převáženy nejen mezi halami, ale také v rámci výrobních hal. Níže na obrázcích jsou přesně zakresleny cesty, po kterých se materiál dostává z pracoviště na pracoviště. K jeho přemístování uvnitř hal je využívána manipulační technika jako ruční paletový vozík, vysokozdvizný vozík, ruční jeřáb, centrální jeřáb nebo mechanická kolejnice nacházející se na lakovně. Šipky značí směr toku materiálu a trojúhelníky představují skladovací místa na halách. V nákresech je použita barva růžová, ta značí výrobu finálního ramene od vyskladnění komponent z meziskladu po operaci lisování pouzdra. Fialovou barvou je zaznačen proces začínající kontrolou až po dopravení do expedice. Barevné rozlišení je pouze z toho důvodu, že tento proces je rozdělen na dvě průvodky a výrobky jsou tak vedeny pod jiným výrobním číslem.



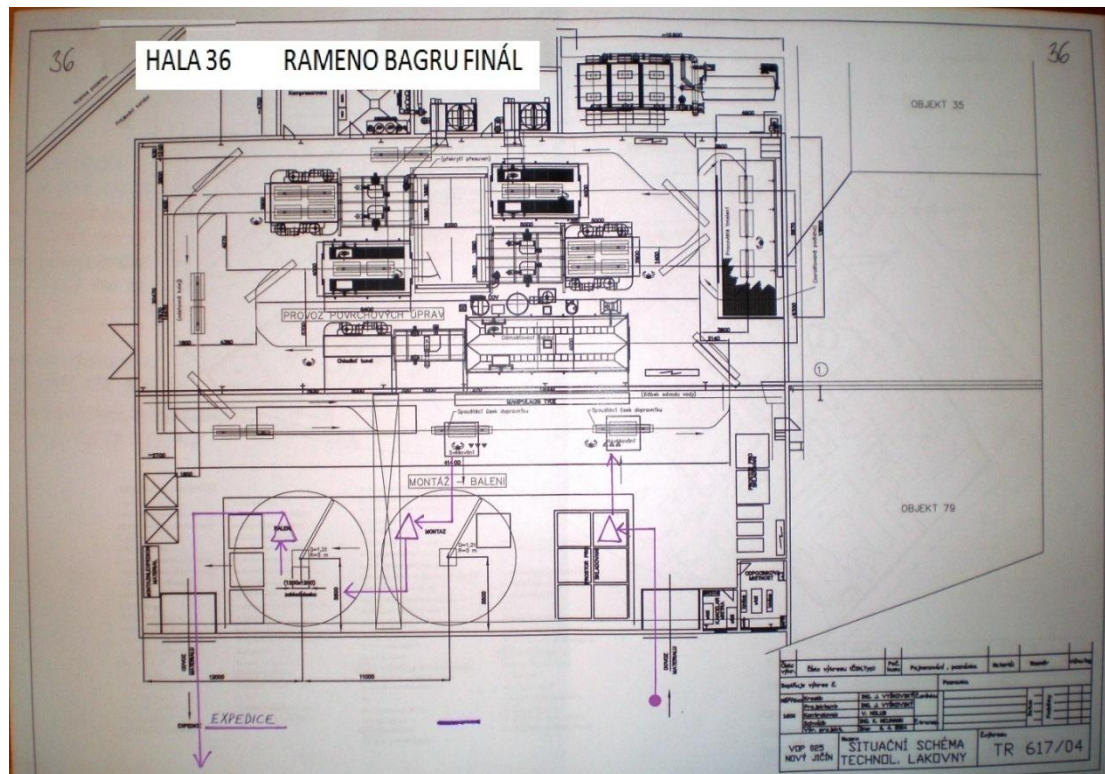
Obr. 30. Materiálové toky hala 79 (Interní materiály, 2013; vlastní zpracování)



Obr. 31. Materiálové toky hala 70 (Interní materiály, 2013; vlastní zpracování)



Obr. 32. Materiálové toky hala 4 (Interní materiály, 2013; vlastní zpracování)



Obr. 33. Materiálové toky hala 36 (Interní materiály, 2013; vlastní zpracování)

## 17.4 VSM (Value stream mapping)

Pro podrobnější zmapování výrobního toku nám slouží VSM mapa neboli mapa hodnotových toků. Jsou v ní zaneseny informace o mezioperačních zásobách, úzkých místech procesu, době výroby a o výši přidané hodnoty. Ve VSM mapě můžeme vidět, kde jsou peníze vázány ve výrobním procesu. VSM mapa pro výrobek ramene bagru je pro lepší přehlednost vložena jako příloha. Celý proces začíná u zákazníka. Ten pomocí systému EDI zadává objednávky. Objednávky se zobrazují plánovači výroby v programu zvaném QAD. Může vidět objednávky už i rok dopředu, pokud jsou vytvořeny.

Na tuto skutečnost musí firma reagovat nákupem potřebného materiálu. Každá koupě materiálu podléhá výběrovému konání. To je většinou vyhlášeno do 2 – 3 dnů po obdržení objednávky, ale zohledňována je také průběžná doba výroby a potřebná časová rezerva. Existují dvě podoby výběrového konání, a to veřejné zakázky a poptávkové řízení.

Veřejná zakázka je zadávána na běžně používaný materiál, kdežto poptávkové řízení je určeno spíše pro atypický materiál. Poptávkové řízení je kratší, trvá průměrně 2 – 5 dní. Po vybrání dodavatele je vytvořen požadavek. Materiál je dodáván v týdenním cyklu.

Systém QAD setřídí objednávky, tvoří výrobní strom dle podobnosti výrobků a dle dat a generuje výrobní příkazy. Navrhne optimální dávku a označí ji statusem „P“ (planned), jak můžeme vidět na VSM mapě nahoře uprostřed. Následně ji plánovač výroby spustí statusem „R“ (released). MRP systém je aktualizován každých 24 hodin. Nacházejí se zde výrobní příkazy naplánovány na 7 dní dopředu a potřebné objednávky až na rok dopředu.

Dalším krokem je samotný tisk výrobních příkazů a fyzické roznesení jednotlivým mistrům, u kterých začíná výroba ramen bagrů. Mistr obdrží výrobní příkaz vždy 4 dny před začátkem výroby. Po jeho obdržení je jeho úkolem rozplánovat výrobu na jednotlivá strojní zařízení dle kapacit. Ten využívá pro rozdělení jednotlivých příkazů systém APS a aplikaci, ve které vzniká Ganttův diagram. Systém APS zohledňuje kapacity strojů a aplikace bere v úvahu časovou osu potřebnou pro splnění výrobního příkazu. Na základě těchto dvou parametrů určí mistr priority výroby.

Výrobní plán vzniká pouze na jeden den dopředu, je odnesen na pracoviště samotným mistrem. Pracovník po jeho splnění ho vyplní a odevzdá opět mistrovi. Ten provede pouze kontrolu se systémem a už nikam nezaznamená vyrobené díly. Nelze tedy téměř dohledat, co se vyrobilo na daném stroji např. před dvěma dny.

Po zhotovení se výrobek dostává do skladu expedice. Do skladu přichází vždy 4 dny před odesláním zákazníkovi. Tyto 4 dny je čas potřebný na objednání nákladního automobilu pro expedici. Ale jak můžeme vidět, ve skladu je momentálně 97 kusů ramen a jen jedno je připraveno na expedici. Jeden z důvodů je nedodržování metody FIFO. Nebo můžeme chybu hledat již v samotném plánování, které tlačí výrobu dál, aby lidé měli práci. Uvolňují se tedy do výroby příkazy, které mají datum dokončení např. až za 2 měsíce, a některé výrobky pak leží ve skladu i 3 měsíce. Viz obrázek.



Obr. 34. Expediční sklad ramen bagru (vlastní zpracování)

V těchto zásobách je vázáno velké množství peněz, které by podnik mohl využít efektivněji. V celém výrobním procesu funguje push systém, tedy tlačení výroby. Mezioperační zásoby se tvoří nejvíce před robotizovaným pracovištěm svařování a před pracovištěm obrábění. Tyto jsou úzkými místy výroby. V mapě VSM dále nalezneme výrobní postup jedné z komponent a celého finálu spolu s cyklovými časy, časy přestaveb, počty pracovníků a směnností. Přidaná hodnota je 74,31k minut. Průběžná doba výroby je téměř 30 dní.

VA index dosahuje velmi nízké hodnoty, a to 0,00182071k.

## 17.5 Analýza pracovníků a pracovišť

Součástí štíhlého výrobního toku jsou samozřejmě čistá a uspořádaná pracoviště, zahrnující prvky ergonomie. Pracoviště, která byla analyzována, jsou dvě. Hlavním důvodem jejich analýzy bylo, že se jedná o úzká místa ve výrobě. Hromadí se zde nejvíce zásob a operace na těchto pracovištích mají nejdelší cyklový čas.

### 17.5.1 Pracoviště svařování

Prvním ze sledovaných pracovišť je svařovací robot CLOOS Nachází se na hale č. 79. Jde o automatický svařovací stroj se dvěma polohovadly. Na pracovišti se nachází dále ruční

jeřáb pro snadnější manipulaci a stůl na dovařování svárů. Jako prvotní zhodnocení byly provedeny miniaudity na pracovišti.

Tab. 9. Miniaudit pořádku a čistoty pracoviště svařovací robot CLOOS (vlastní zpracování)

Miniaudit pořádku a čistoty - pracoviště svařovací robot CLOOS		body
Pracoviště čisté, přehledné a uspořádané.	částečně	1
Na pracovišti se nevyskytují žádné nepotřebné věci.	ne	0
Logistické cesty jsou prázdné a volné.	ano	2
Je dodržován postup dle plánu úklidu.	částečně	1
Jsou zavedeny standardy 5S.	ne	0
<b>počet bodů</b>		<b>4</b>
<b>dosáhnutá výše</b>		<b>40%</b>



Obr. 35. Pracoviště svařovací robot CLOOS (vlastní zpracování)





Obr. 39. Pracovní stůl svařování (vlastní zpracování)



Obr. 37. Pracovní nástroje svařování (vlastní zpracování)



Obr. 38. Nepotřebné věci svařování (vlastní zpracování)



Obr. 36. Pracovní pomůcky svařování (vlastní zpracování)

Z obrázků výše je patrné, že na pracovišti nejsou zavedeny standardy 5S. Nejsou přesně vyznačeny místa pro ukládání nářadí a pomůcek. Na pracovišti je také spousta nepotřebných věcí a osobních věcí pracovníků. Pravidelný úklid probíhá vždy jednou týdně, v pátek, ale není standardizován. Celkově je miniaudit hodnocen jen 4 body z 10, tzn. je splněn pouze na 40%.

Tab. 10. Miniaudit vizualizace pracoviště svařování (vlastní zpracování)

Miniaudit vizualizace - pracoviště svařovací robot CLOOS		body
Všechna nekvalita je vyříděna a označena.	částečně	1
Pomůcky a nástroje jsou označeny.	ne	0
Je snadné nalézt součást nebo díl pro výrobní činnost.	částečně	1
Na pracovišti je zavedena vizualizace v podobě tabule s ukazateli výkonu a produktivity práce.	ne	0
Věci jsou uloženy na definovaných místech.	ne	0
Je jasně a přehledně dán plán výroby a pracovní postup.	ano	2
<b>počet bodů</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>dosáhnutá výše</b>	<b>33%</b>	



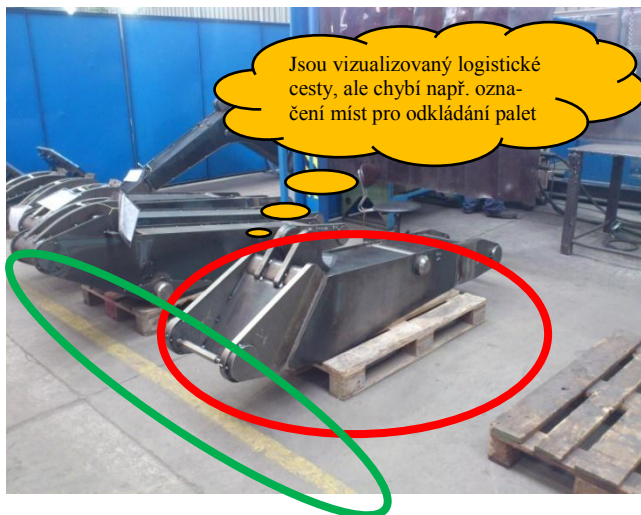
Obr. 41. Pomůcky na pracovišti svařování (vlastní zpracování)



Obr. 42. Nekvalita na pracovišti svařování (vlastní zpracování)



Obr. 40. Tabule na pracovišti svařování (vlastní zpracování)



Obr. 43. Vizualizace na pracovišti svařování (vlastní zpracování)

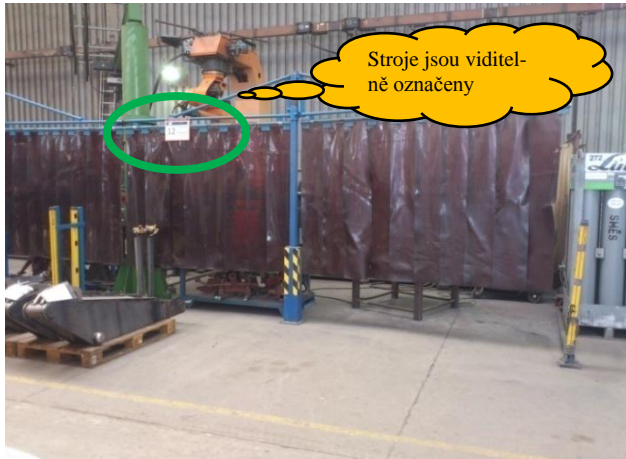


Obr. 44. Vizualizace na hale (vlastní zpracování)

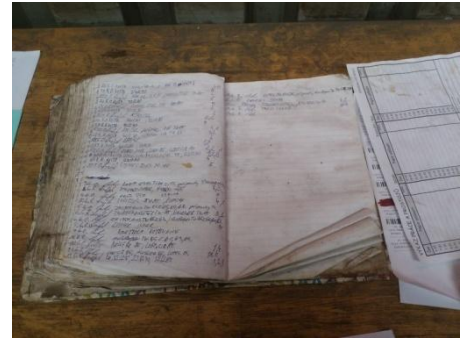
Vizualizace pracoviště představuje potenciál pro zlepšení. Kromě logistických cest a pracovního plánu nebyly doposud standardizovány další objekty. Tabule určené k vizualizaci jsou z velké části nevyužity. Nástroje nemají přesně stanovená místa pro ukládání, proto může být občas jejich nalezení obtížnější a časově náročnější. Celkové hodnocení miniauditů vizualizace dosáhlo jen 33%.

Tab. 11. Miniaudit údržby strojů pracoviště svařovací robot CLOOS (vlastní zpracování)

Miniaudit údržby strojů - pracoviště svařovací robot CLOOS		body
Stroje jsou označené a na první pohled identifikovatelné.	ano	2
Vede se kniha závad a oprav stoje i s časy délky opravy.	částečně	1
Je nastaven a vizualizován proces pravidelné údržby stroje.	ne	0
Pracovník umí provádět drobné opravy a seřízení.	částečně	1
Je zavedena metoda TPM.	ne	0
<b>počet bodů</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>dosáhnutá výše</b>	<b>20%</b>	



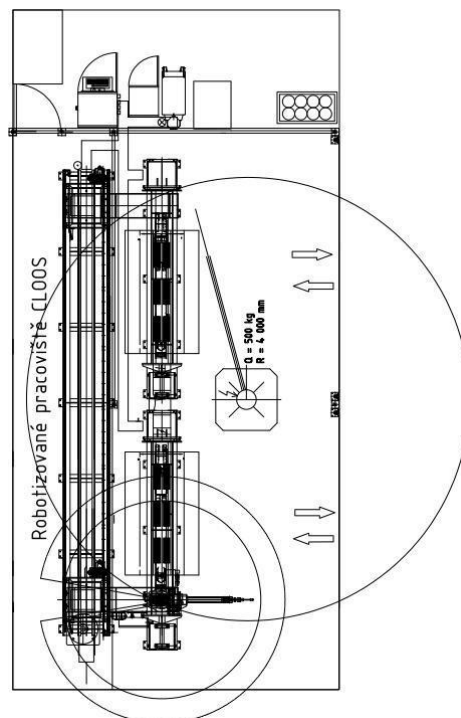
Obr. 45. Označení pracoviště svařování (vlastní zpracování)



Obr. 46. Kniha výroby a závad svařování (vlastní zpracování)

Při miniauditů údržby bylo dosaženo bodového hodnocení 40%. Pracoviště bylo označené a na první pohled identifikovatelné. Do knihy, která je výše na obrázku, operátor zapisuje hlavně výrobu a mimo jiné i poruchy a časy opravy. Co se týče pravidelné údržby je prováděna vždy v pátek, ale není přesně popsána ani vizualizovaná. Pracovník ví, co vše má týdenní úklid zahrnovat, ale není zaveden standard na pracovišti. Není zavedena ani částečně metoda TPM.

Pro lepší představu je na obrázku pod textem znázorněn layout pracoviště svařování a fotografický pohled z výšky.



Obr. 47. Layout pracoviště svařování (vlastní zpracování)

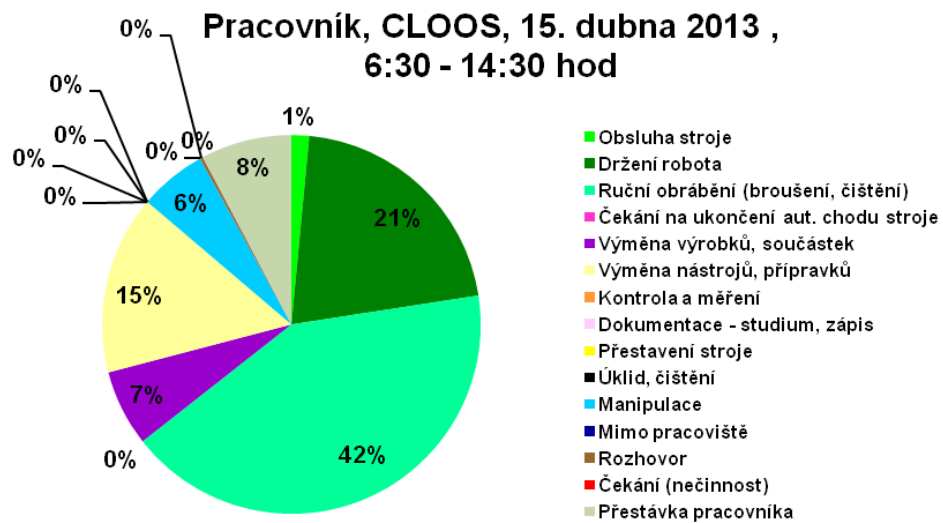


Obr. 48. Pracoviště svařování – pohled z vrchu (vlastní zpracování)

### 17.5.2 Pracovník svařování

Svařovacího robota obsluhuje jeden operátor. Jeho úkolem na tomto místě je upnout svařované rameno do polohovadla, sundat již svařené rameno, nastavit a spustit program svařování a během něho dovařit ručně některé spáry a očistit a obrousit výrobek. S výrobkem manipuluje pomocí ručního jeřábu.

Pro analýzu pracovníka byla využita metoda momentového pozorování. Zaznamenávala se činnost operátora v intervalu jedné minuty a délka pozorování byla osm hodin, tedy jedna směna. Výsledky pozorování jsou čitelné z grafů.



Obr. 49. Analýza činností pracovníka pracoviště svařování (vlastní zpracování)

Největší podíl činností operátora tvoří ruční obrábění, celých 42%. Je to činnost, kterou dělá v překrytém čase. V době, kdy robot svařuje, pracovník dokončuje předchozí rameno bagru. Do ručního čištění spadají procesy broušení, čištění a ruční svařování. Pracovník je v tento moment ohodnocen jak za práci svařovacího robota, tak za ruční obrábění. Tzn., že po dobu cca 3 hodin pobírá dvojitou mzdu, za ruční obrábění a za práci stroje.



Obr. 50. Neergonomická poloha operátora při svařování (vlastní zpracování)

Na obrázku můžeme vidět polohu, ve které pracovník provádí ruční obrábění. Poloha při ručním obrábění je vysoce neergonomická pro operátora a také nebezpečná. Částečným řešením by mohl být optimálně vysoký stůl na svařování nebo jednoduchý přípravek.

Další významnou činností operátora je držení robota. Tato činnost je specifická jen pro tento svařovací stroj. Jde o přidržování automatického ramene robota při spuštěném programu svařování. Pracovník touto činností porušuje předpisy o Bezpečnosti a ochraně zdraví při práci Viz obrázek.

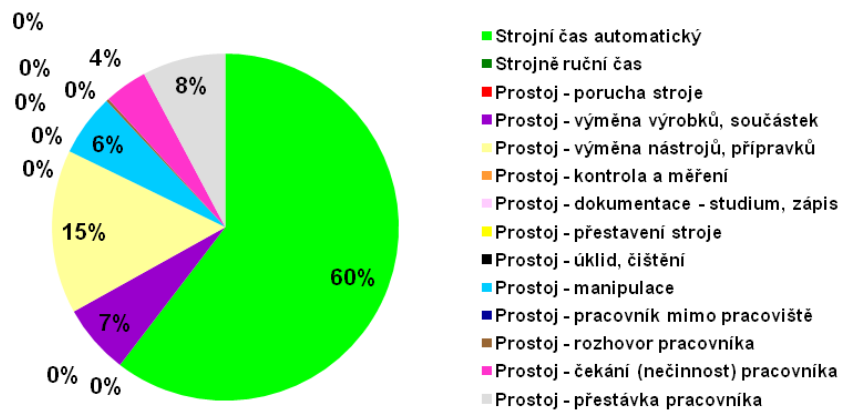


Obr. 51. Držení svařovacího robota (vlastní zpracování)

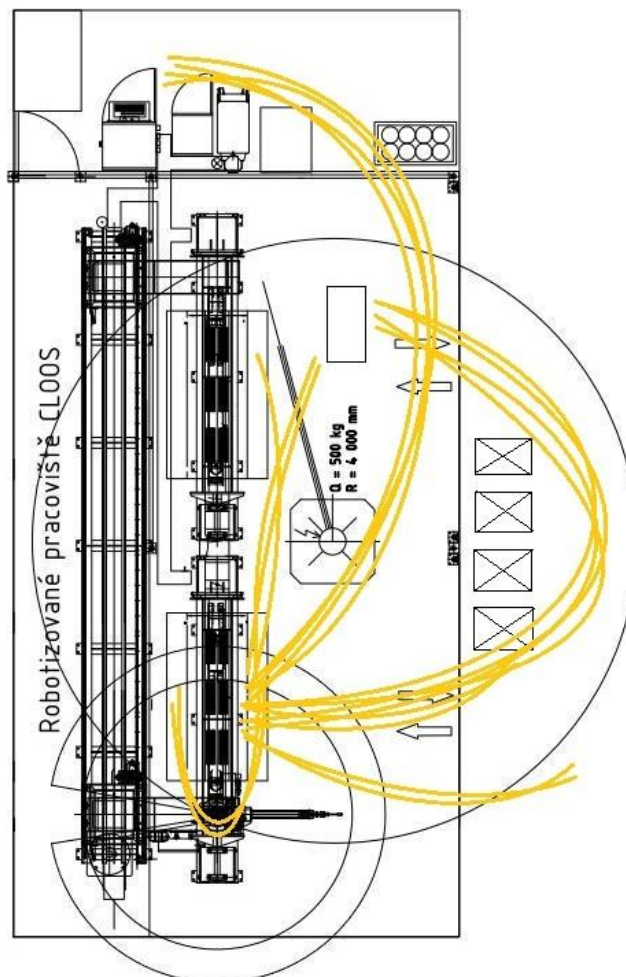
Na druhou stranu má tuto činnost nařízenou od mistra. Důvodem je snížení zmetkovitosti přesnějším svařením spárů. V případě nehody bude ale za vzniklý úraz plně zodpovědný pracovník.

Současně s analýzou pracovníka probíhalo také sledování stroje. Výsledky pozorování můžeme vidět z grafu pod textem. Strojní zařízení je aktivní 60% z celého času osmihodinové směny, tzn., pracuje 4 hodiny a 30 minut. Zbýlých 40% času je stroj zastaven. Důvody prostoje jsou nejčastěji přestavba stroje, výměna výrobku nebo manipulace s výrobkem.

CLOOS, 15. dubna 2013, 6:30 - 14:30 hod



Obr. 52. Analýza stroje pracoviště svařování (vlastní zpracování)



Obr. 53. Spaghetti diagram svařování (Interní materiály, 2013; vlastní zpracování)



Výše na obrázku jsou vyznačeny barevně trasy, kudy se pohybuje pracovník nejčastěji. Je to především cesta, kdy vychází ven ze svařovacího boxu při výměně výrobků. Pracovník musí ukončit program na robotu, jít k němu, sundat z polohovadla svařený kus, odložit ho na palety před boxem. Poté vezme další kus připravený před pracovištěm pomocí ručního jeřábu a upne ho do polohovadla. Poté může spustit program. Další trasou, která je jeho nejčastější, je cesta od polohovadla k svařovacímu stolu. Zde pracovník dovažuje předešlé rameno a zároveň musí chodit kontrolovat proces svařování robotem.

### 17.5.3 Pracoviště obrábění

Druhým úzkým místem v procesu je pracoviště obrábění s CNC strojem WHQ 13. Je umístěno na hale č. 4. Jde o plně automatizovaný stroj obsluhovaný jedním pracovníkem. Jeho náplní práce je upínání a sundávání dílu, průběžná kontrola při spuštěném programu obrábění a případné ruční dokončení produktu. Manipulace probíhá pomocí centrálního jeřábu. Jsou zde zavedeny dvanáctihodinové směny a nepřetržitý provoz. Na začátku analýz proběhl miniaudit také tohoto pracovního místa.



Obr. 54. Pracoviště obrábění (vlastní zpracování)

Tab. 12. Miniaudit pořádku a čistoty pracoviště obrábění (vlastní zpracování)

Miniaudit pořádku a čistoty - pracoviště obráběcí stroj WHQ 13		body
Pracoviště čisté, přehledné a uspořádané.	částečně	1
Na pracovišti se nevyskytují žádné nepotřebné věci.	ano	2
Logistické cesty jsou prázdné a volné.	částečně	1
Je dodržován postup dle plánu úklidu.	částečně	1
Jsou zavedeny standardy 5S.	ne	0
<b>počet bodů</b>		<b>5</b>
<b>dosáhnutá výše</b>		<b>50%</b>



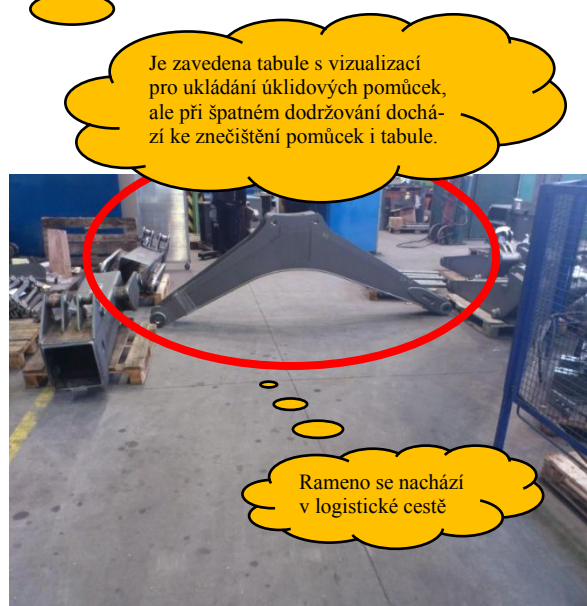
Obr. 55. Pořádek na pracovišti obrábění (vlastní zpracování)



Obr. 56. Hadry na pracovišti obrábění (vlastní zpracování)



Obrázek 58 Pořádek pracoviště obrábění (vlastní zpracování)



Obr. 57. Výrobek v logistické cestě (vlastní zpracování)

Miniaudit pořádku na pracovišti byl hodnocen pěti body z celkových deseti. Na pracovišti se vyskytovaly pouze pracovní věci. Vše bylo uklizeno a uloženo na svém místě. Do logistických cest byly ovšem často odkládány výrobky a tím docházelo ke ztížení manipulace. Úklid probíhal vždy v pátek, ale nebyl standardizován. Pracovníci věděli, co vše mají uklízet a udržovat.

Tab. 13. Miniaudit vizualizace pracoviště obrábění (vlastní zpracování)

Miniaudit vizualizace - pracoviště obráběcí stroj WHQ 13		body
Všechna nekvalita je vytríděna a označena.	částečně	1
Pomůcky a nástroje jsou označeny.	částečně	1
Je snadné nalézt součást nebo díl pro výrobní činnost.	částečně	1
Na pracovišti je zavedena vizualizace v podobě tabule s ukazateli výkonu a produktivity práce.	ne	0
Věci jsou uloženy na definovaných místech.	částečně	1
Je jasně a přehledně dán plán výroby a pracovní postup.	částečně	1
<b>počet bodů</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>dosáhnutá výše</b>	<b>42%</b>	



Obr. 59. Uložení nástrojů pracoviště obrábění (vlastní zpracování)



Obr. 60. Ukládání přípravků pracoviště obrábění (vlastní zpracování)

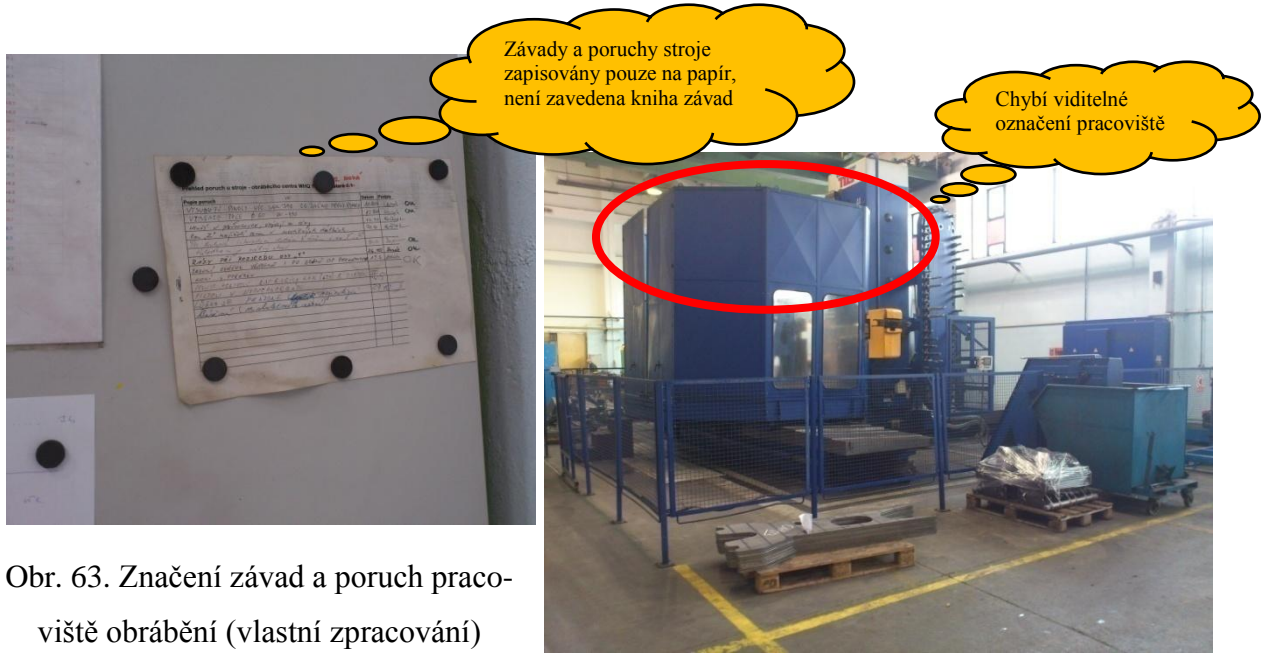


Obr. 61. Plán výroby pracoviště obrábění (vlastní zpracování)

Vizualizace na pracovišti obrábění je splněna jen na 42%. Na pracovišti je vizualizován pouze plán výroby a některé chyby, které mohou nastat v procesu obrábění. Některé pracovní nástroje mají svá daná místa pro ukládání. Ale například ukládání přípravků je řešeno jen uložením vedle stroje, popř. vedle pracoviště. Pracovní nástroje často nejsou jednoduše k nalezení, neboť jsou společné pro čtyři obráběcí stroje a pracovník je často hledá na dalších pracovištích.

Tab. 14. Miniaudit údržby pracoviště obrábění (vlastní zpracování)

Miniaudit údržby strojů - pracoviště obráběcí stroj WHQ 13		body
Stroje jsou označené a na první pohled identifikovatelné.	ne	0
Vede se kniha závad a oprav stroje i s časy délky opravy.	částečně	1
Je nastaven a vizualizován proces pravidelné údržby stroje.	ne	0
Pracovník umí provádět drobné opravy a seřízení.	částečně	1
Je zavedena metoda TPM.	ne	0
<b>počet bodů</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>dosáhnutá výše</b>	<b>20%</b>	

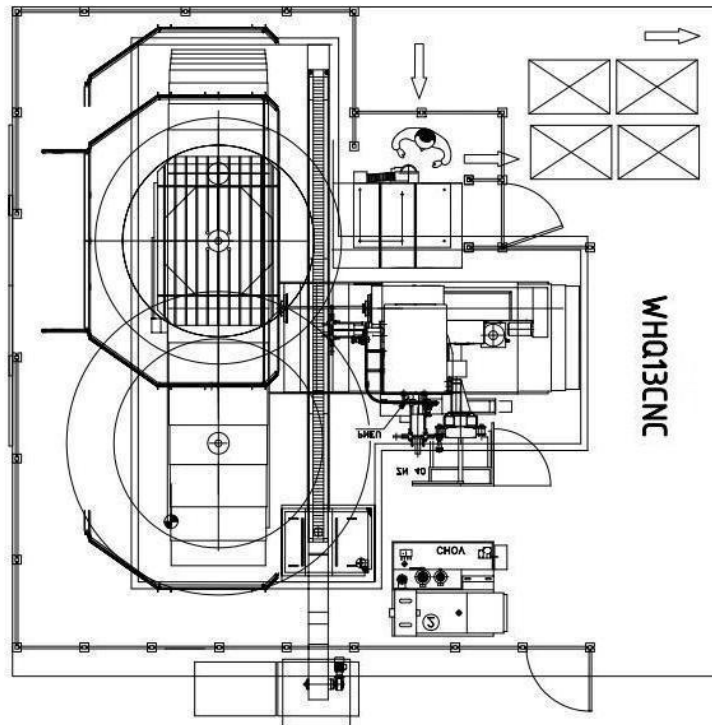


Obr. 63. Značení závad a poruch pracoviště obrábění (vlastní zpracování)

Obr. 62. Chybějící označení pracoviště obrábění (vlastní zpracování)

Pracoviště splňovalo požadavky na údržbu jen z 20%. Na hale chybělo viditelné označení stroje a celého pracoviště, proces pravidelné údržby je prováděn vždy v pátek, ale opět není nijak vizualizován, stejně jako na pracovišti svařování. Pracovník umí opravit strojní zařízení v případě poruchy nástroje, pokud jde o poškození širšího charakteru, je povolán servis. Na pracovišti není zavedena metodika TPM.

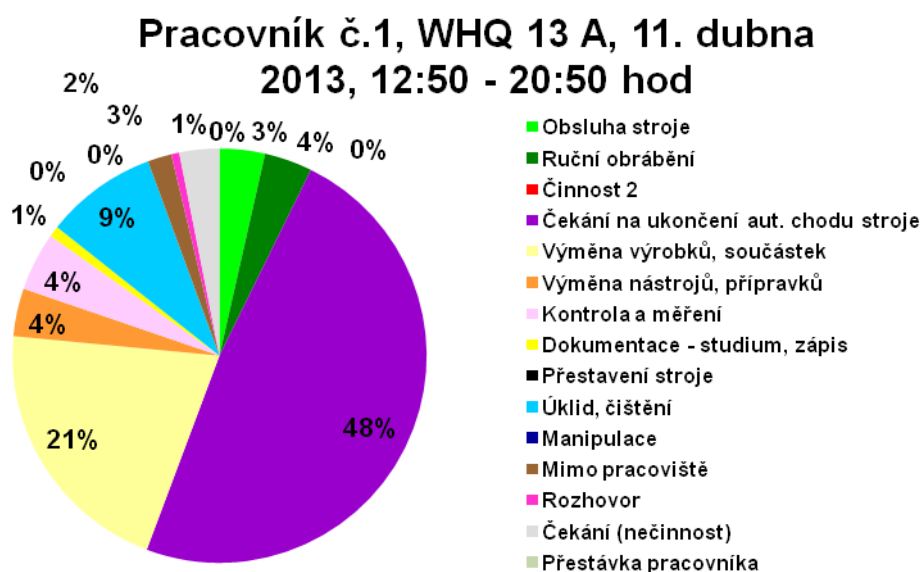
Níže na obrázku je znázorněn layout pracoviště obrábění.



Obr. 64. Layout pracoviště obrábění (Interní materiály, 2013; vlastní zpracování)

#### 17.5.4 Pracovník obrábění

Pro analýzu činností pracovníka bylo také využito metody momentového pozorování. Časový interval byl osm hodin. Na tomto pracovišti probíhá nepřetržitý provoz po dvanácti-hodinových směnách. Pracovní náplní pracovníka je upínání výrobku do stroje, nastavování a kontrola programu obrábění, ruční doobrábění. U stroje se nachází jeden pracovník.

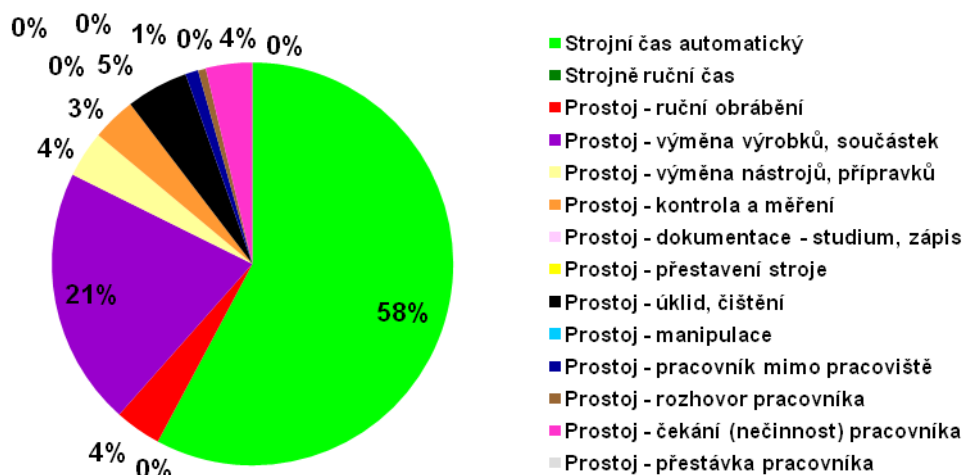


Obr. 65. Analýza činností pracovníka pracoviště obrábění (vlastní zpracování)

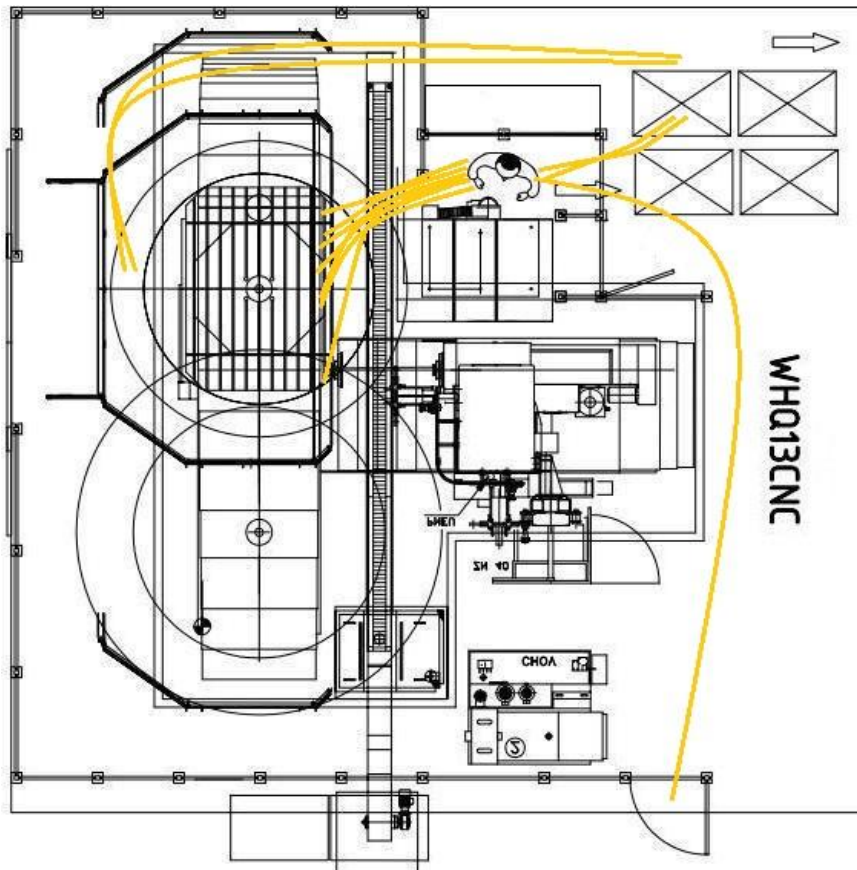
Největší podíl z celku, tj. 48% tvoří čekání na ukončení automatického chodu stroje. Při této činnosti operátor dohlíží na stroj, provádí průběžné kontroly obráběcího programu. Druhým největším podílem je výměna výrobků a součástek, jako jsou nástroje pro obrábění. Je zde zahrnut i čas, kdy operátor neměl požadovaný nástroj na svém pracovišti, ale musel ho hledat na dalších pracovištích obrábění. Potenciální úspory představují činnosti jako ruční obrábění. Tvoří celkem 4% celého času a při pozorování bylo zjištěno, že pracovník tuto činnost provádí při vypnutém stroji. Jde o ruční obrobení výrobku poté, co ho vyndá ze stroje. Tuto činnost by měl provádět až v momentě, kdy upne nový výrobek a zapne obráběcí program. Delší prodlevy byly také způsobeny čekáním na centrální jeřáb, jenž zrovna obsluhuje jiný stroj na hale.

Opět byl společně s pracovníkem sledován i stroj. Níže na obrázku jsou tedy definovány činnosti stroje spolu s procentuálním vyjádřením. Jen 58% celého času směny je stroj zapnutý. Po zbytek času stroj nepracuje, tzn., nevyrábí další výrobky. Nejčastějším důvodem je výměna přípravků a nástrojů, ruční obrábění nebo úklid a čištění.

### WHQ 13 A, 11. dubna 2013, 12:50 - 20:50 hod



Obr. 66. Analýza stroje pracoviště obrábění (vlastní zpracování)



Obr. 67. Spaghetti diagram pracoviště obrábění (vlastní zpracování)

Pracovník se nejčastěji pohybuje v budce u ovládacího panelu stroje. Kontroluje téměř celý program svařování a během něj provádí měření, zda se upnutý výrobek nijak nepohnul. Další častou trasou pracovníka je znázorněna vrchní čára na obrázku. Je to při výměně výrobku, kdy musí za pomoci centrálního jeřábu sundat hotový výrobek a upnout nový. Občas také pracovník chodí mimo pracoviště, například při půjčování nástroje z jiného pracoviště, což znázorňuje nejdelší čára vedoucí směrem ven.

## 17.6 Zhodnocení současného stavu

Výrobní tok ramen bagrů v nynější podobě nelze z pohledu průmyslového inženýra nazývat štíhlým tokem. Po podrobnější analýze byl zjištěn potenciál pro zlepšení materiálového toku a celého výrobního procesu. Je velmi důležité zaměřit se komplexně na průběh celé výroby a ne jen na jednu část. Proto jsou dále popsány definice a podmínky charakterizující štíhlý výrobní tok.





Obr. 68. Současné rozmístění výroby ramene bagru (vlastní zpracování)

### 17.6.1 Štíhlý výrobní tok

Neexistuje přesná definice štíhlého výrobního toku, vždy musí být upravena na daný výrobní podnik. V našem případě jsou kritéria definující štíhlý výrobní tok následující.

Tab. 15. Kritéria štíhlého výrobního toku (vlastní zpracování)

Štíhlý výrobní tok	
Kritérium	Popis
štíhlá pracoviště	uspořádaná a přehledná pracoviště, využití 5S, vizualizace na pracovištích, standardy práce, pracovní postupy, ohled na ergonomii
plynulý tok materiálu	zásobování just-in-time, eliminace mezikladových zásob, osoba manipulanta
kvalifikovaní pracovníci	znalí a motivovaní pracovníci, sami usilující o neustálé zlepšování, umějící provádět drobné opravy.
výrobkově uspořádání strojů	navazující pracoviště, minimální manipulace, výrobní linka pro jeden druh výrobků,

Na základě těchto předpokladů byly zpracovány také předchozí výstupy a analýzy. Jsou to zároveň jednotlivé body, kterým bude věnována pozornost při hledání potenciálu pro zlepšení.

### 17.6.2 Hypotézy

Pro závěrečné zhodnocení diplomové práce je důležité na počátku stanovit hypotézy, kterých chceme dosáhnout. Tyto cíle by měly sloužit pro stanovení úspěšnosti práce.

Tab. 16. Stanovení hypotéz (vlastní zpracování)

Hypotézy	Přínos
Zkrácení toku materiálu o 30%.	Zkrácení délky manipulace s materiálem [m]
Snížení nákladů na manipulaci o 30%.	Zvýšení efektivity manipulace a nižší náklady spojené s manipulací [Kč]
Snížení zásob o 30%.	Nižší rozpracovanost a méně finančních prostředků vázaných v zásobách [Kč]

## 18 NÁVRH ŠTÍHLÉHO VÝROBNÍHO TOKU

Při řešení návrhů nového výrobního toku bude rozdělen samotný výrobní proces na výrobu komponent a výrobu finálu. Toto rozdělení platí pro všechny výrobní skupiny. Za tímto účelem vznikne jedna výrobní hala, v níž se budou vyrábět komponenty pro veškeré výrobky pro celý podnik. Proto se dále v mé diplomové práci zaměřím spíše na optimalizaci výrobního toku finálu, tedy samotné kompletace ramene bagru.

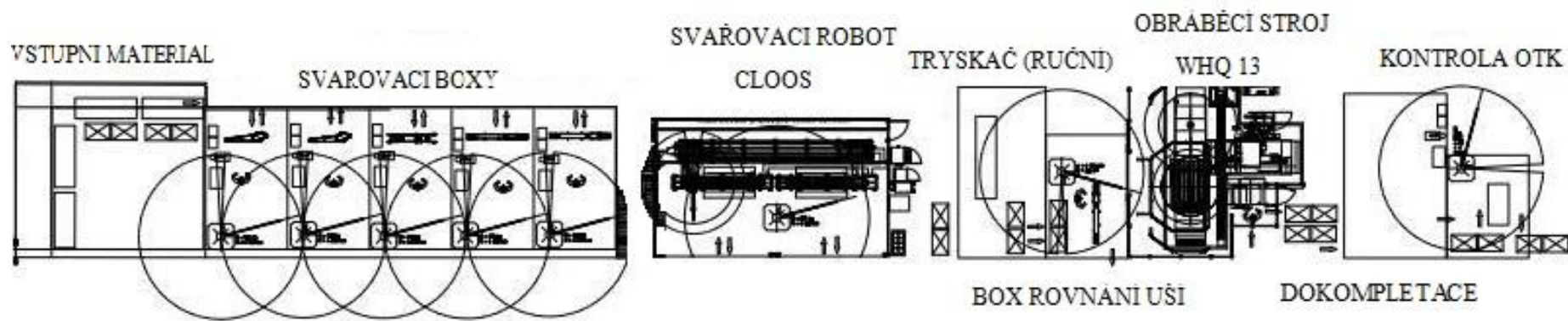
### 18.1 Nové layoutové uspořádání pracovišť

Abychom mohli vytvořit nové uspořádání strojů, musíme nejprve vypočítat dle kapacitního vytížení, které stroje jsou nejvíce využívány pro výrobu všech typů ramen. V podniku je několik strojů stejného nebo podobného typu, proto si můžeme dovést vyčlenit některé pouze na výrobu jednoho popř. dvou typů výrobků. Kapacitní vytížení bylo získáno z dat z informačního systému společnosti pomocí kontingenční tabulky. V příloze je příslušná tabulka, v níž jsou uvedena všechna strojní zařízení využívaná k výrobě celé výrobní rodiny ramen. Dle největšího rozsahu využití byly vybrány stroje, ze kterých bude sestaven výrobní tok.

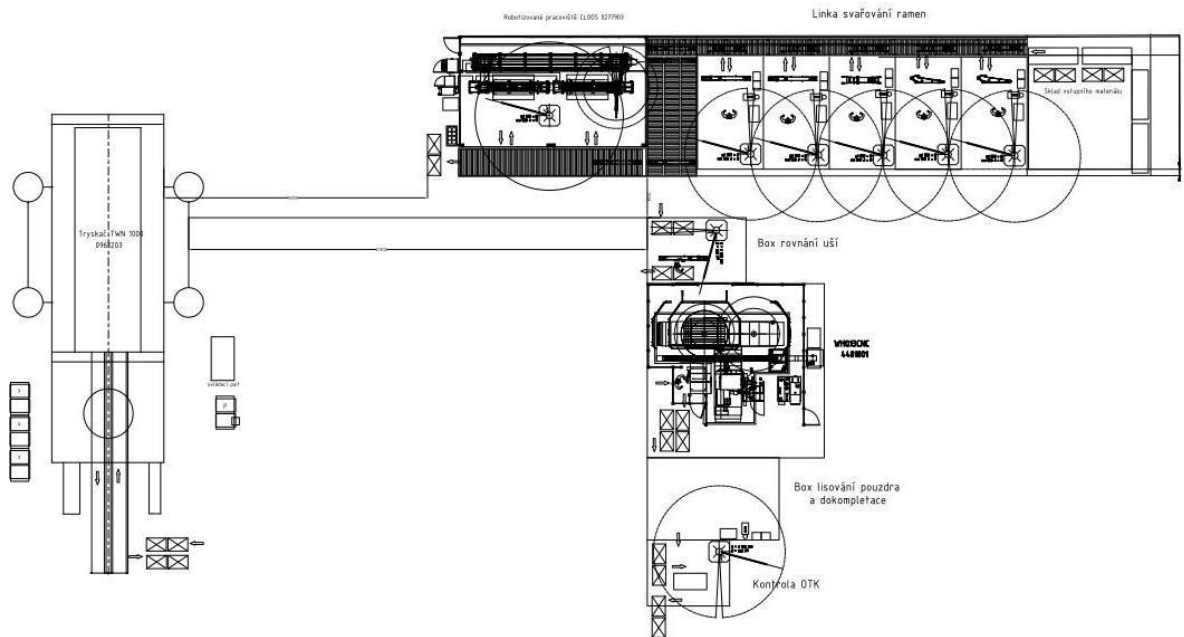
Vybraná strojní zařízení jsou znázorněná v následujícím obrázku. Jsou naskládány do pří-  
mého toku tak, jak probíhá výrobní proces ramen. Na obrázku se nachází svařovací boxy vyhrazené jen pro stehování a svařování ramen, svařovací robot CLOOS, dále pak tryskač, obráběcí stroj WHQ 13, box pro dokompletaci a pracoviště kontroly kvality.

Poté by následovala operace lakování. Hala lakovny je v současné době krátce po rekonstrukci. Je vybavena mechanickou kolejnicí. Tato hala ani samotný proces lakování nebyly předmětem optimalizace.

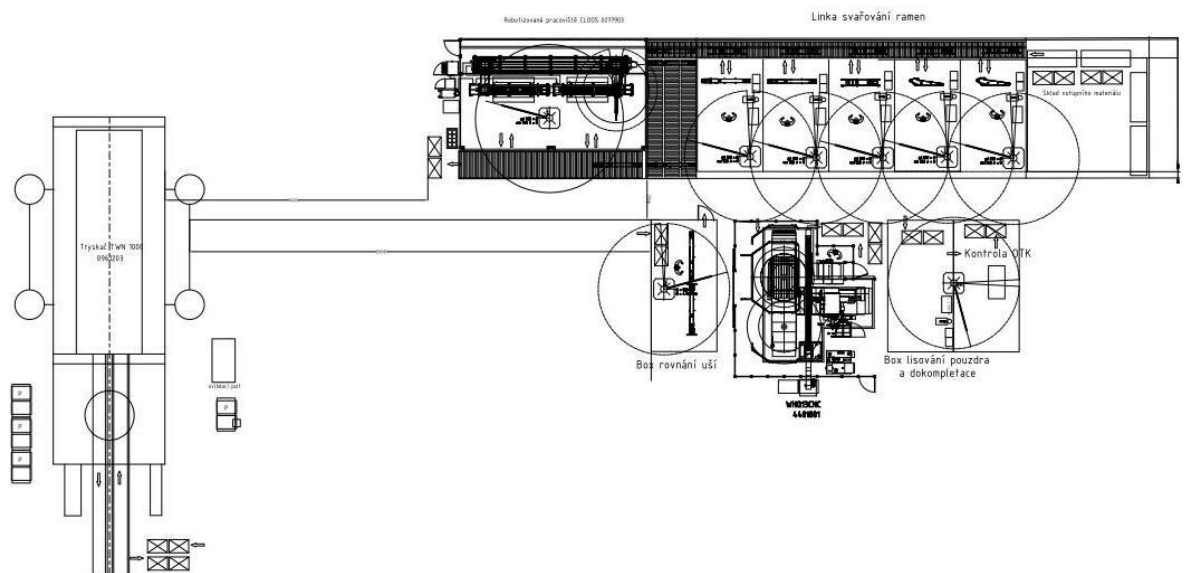
V průběhu optimalizace vzniklo několik návrhů na rozmístění jednotlivých strojů a pracovišť. Některé z nich jsou znázorněny níže na obrázcích.



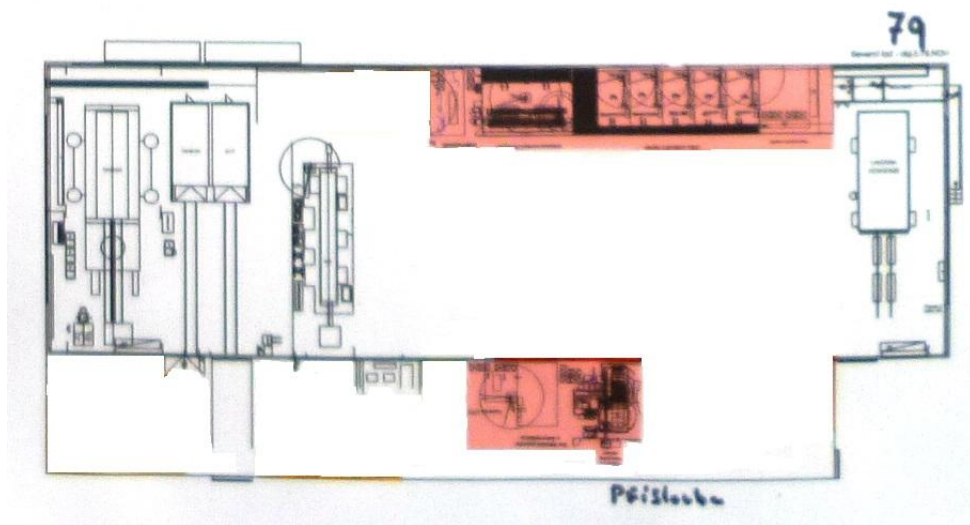
Obr. 69 Přímý výrobní tok (vlastní zpracování)



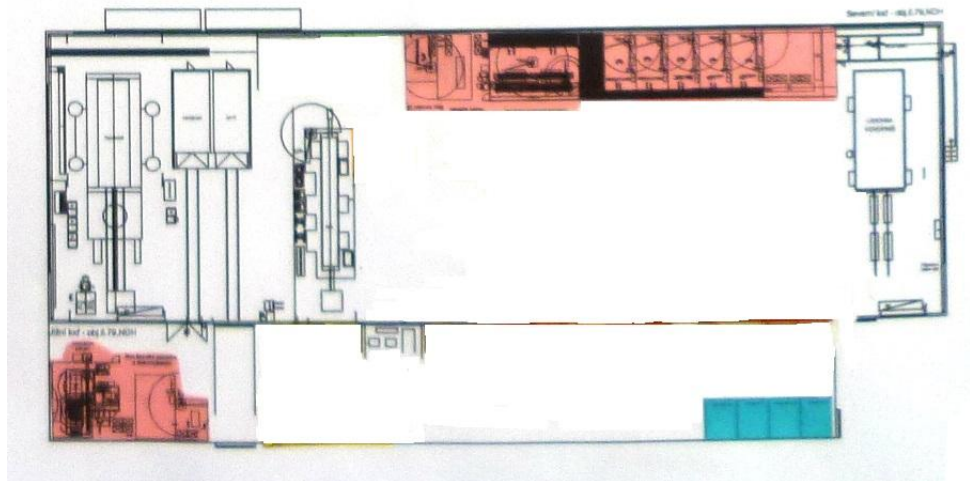
Obr. 70. Optimalizační návrh A (Interní materiály, 2013; vlastní zpracování)



Obr. 71. Optimalizační návrh B (Interní materiály, 2013; vlastní zpracování)



Obr. 72. Optimalizační návrh C umístění na hale (Interní materiály, 2013; vlastní zpracování)



Obr. 73. Optimalizační návrh D umístění na hale (Interní materiály, 2013; vlastní zpracování)

## 18.2 Návrh nového výrobního toku

Po mnohých workshopech a setkáních s mistry a operátory výroby byl vybrán finální návrh výrobního toku. Jedná se o návrh A z výše uvedených možností. Tato varianta je umístěna do výrobní haly číslo 79. Všechna pracoviště budou umístěna do jedné výrobní haly, čímž se sníží potřeba manipulace mezi jednotlivými halami. V tomto návrhu je uvažováno s plynulým výrobním tokem. Na počátku bude sklad vstupního materiálu vyhrazený pouze pro výrobní rodinu ramen. Bude tedy eliminováno ztrácení a záměna materiálu. Tento sklad bude zásobován jedním manipulátem pomocí vysokozdvíhového vozíku.

Hned vedle skladovacího místa bude pět identických svařovacích boxů. V každém z nich bude umístěn ruční jeřáb pro jednoduchou manipulaci, dále pak pracovní stůl, skříňka s pracovním nářadím a pomůckami. Podél svařovacích boxů povede kolejnicová dráha, pomocí níž budou dopravovány nastehované výrobky přímo ke svařovacímu poloautomatu. Zároveň bude dráha sloužit i jako úložiště nastehovaných ramen a ty nebudou pokládány na zem před pracoviště. Takto vyřešena doprava nahradí současný způsob přemístování ramen pomocí centrálního jeřábu. V dnešní době se upouští od centrálních jeřábů a nahrazují je jeřáby ruční nebo jiné flexibilnější způsoby dopravy.

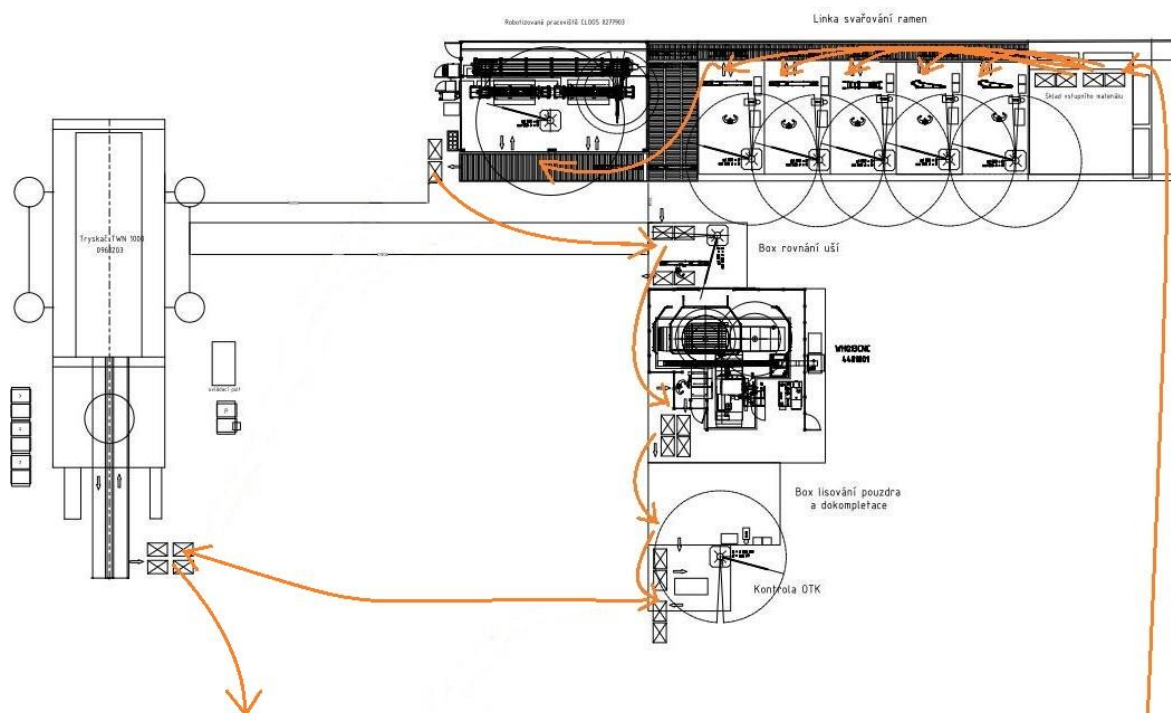
Z pracoviště CLOOS budou výrobky převáženy dále na pracoviště tryskání pomocí VZV. Ponechat současné tryskací zařízení je jedno z možných řešení. Toto zařízení není možné přemístit, proto byl výrobní tok navržen s ohledem na jeho imobilitu. Druhým možným řešením by byl nákup ručního tryskacího zařízení. Tato varianta by byla více flexibilní, ale na druhou stranu více nákladná pro firmu. Příkladně jsme se tedy v návrhu k ponechání současného tryskače.

Po operaci tryskání bude polotovár převezen opět pomocí VZV do boxu rovnání uší. Zde proběhne přeměření a dorovnání dle předepsaných hodnot. Toto pracoviště bude velikostně odpovídat svařovacím boxům.

Dále se pak výrobek posune na vedlejší pracoviště obrábění. To se v současné době nachází ve výrobní hale 4. Bude tedy nutný jeho přesun. K upínání výrobků bude využito současného centrálního jeřábu, jenž se nachází na hale.

Poslední pracoviště nalisování pouzdra se v současné době nachází na hale 70. Jeho přesun však nebude nijak nákladný. Půjde o nově vytvořený box potřebných rozměrů. Jedná se o operaci nalisování pouzdra s využitím jen jednoduchých pracovních nástrojů. Vedle se nachází už jen pracoviště kontroly, ze kterého díl odchází do lakovny. Výrobní tok končí téměř u vrat, které jsou využívány pro odvoz ramen z haly a následný převoz do lakovny.

Celý nově navržený výrobní tok je znázorněn níže na obrázku.



Obr. 74. Štíhlý výrobní tok (Interní materiály, 2013; vlastní zpracování)

### 18.2.1 Náklady a úspory materiálové toky

Je důležité také vyčíslit, na kolik nás přestavba vyjde a porovnat ji s úsporami, které nám přinese. Nejnákladnější položkou při stěhování strojů bude obráběcí stroj WHQ 13. Jeho přesun proběhne mezi halami, tzn. asi o 400 m. Náklady na tento přesun byly zjištěny 1 250 000 Kč. Další nákladnou položkou bude koupě dopravníku. Tento dopravník bude zhotoven na míru. Investovaná částka bude 2 500 000 Kč. Přesunut bude i svařovací stroj CLOOS, tato přestavba v rámci haly je vyčíslena na 150 000 Kč. Je nutné také započíst přesun svařovacích boxů spolu s ručními jeřáby. Přemístění jednoho je vyčísleno na 50 000 Kč. Rozpis všech nákladů na stěhování je níže v tabulce.

Tab. 17. Náklady na stěhování (vlastní zpracování)

Náklady na stěhování strojních zařízení/pracovišť	
Obráběcí stroj WHQ 13	1 250 000 Kč
Svařovací robot CLOOS	150 000 Kč
7 svařovacích boxů a ručních jeřábů	350 000 Kč
Náklady na koupi nového vybavení	
Dopravník	2 500 000 Kč
<b>Náklady celkem</b>	<b>4 250 000 Kč</b>

První z úspor, které nám přinese takto navržený výrobní tok, bude bezesporu zkrácení manipulace s materiálem. Kompletně odpadne převážení polotovaru mezi halami v rámci vý-



roby finálu. Celá výrobní linka bude umístěna v jedné výrobní hale. Výroba komponent bude také probíhat v rámci jedné výrobní haly navržené speciálně jen pro komponenty všech výrobků. V tabulce jsou procentově vyčísleny úspory z přestavby. Pro převoz polotovarů po hale bylo uvažováno plus 100 m.

Tab. 18. Úspora manipulace s materiálem (vlastní zpracování)

Manipulace s materiálem				
	Současný stav	Cíl dle hypotézy snížení o 30%	Navrhovaný stav	Úspora v %
Komponenty	15 480 m	10 836 m	9 020 m	42%
Finál	1 300 m	910 m	560 m	57%
Rameno bagru (jeden díl)	16 780 m	11 746 m	9 580 m	43%
Celý výrobek	50 340 m	35 238 m	28 740 m	43%

Úspora z manipulace při nově navrženém materiálovém toku činí 43%. Hypotéza pro zkrácení materiálových toků byla 30%. Tento cíl byl tedy splněn.

### 18.2.2 Náklady a úspory manipulační technika

S úsporou materiálových toků je spojena také úspora při využívání manipulační techniky při převozu mezi halami. V současné době se využívají tři VZV pro manipulaci s komponenty a dva VZV pro převoz finálu. Při uvažované variantě nového štíhlého výrobního toku by se snížil potřebný počet VZV pouze na tři. Pro přepravu komponent by sloužily dva VZV, jelikož by se pro zvýšení efektivity využívaly speciální přípojné vozíky, viz foto.

Náklady na pořízení přípojných vozíků by byly asi 40 000 Kč. Tyto vozíky by byly využívány pro přepravu všech komponent ramen bagru. Jsou velmi nenáročné na údržbu. Jsou flexibilní a dají se napojovat za sebe a tím snižovat frekvenci jízd VZV.

Po výpočtu z VSD mapy zjistíme, že bude potřeba celkem 30 přípojných vozíků, abychom zajistili plynulé zásobování výrobního procesu. Tento výpočet vychází z údajů o objemu vyrobených ramen za uplynulý rok. Je vypočítán denní požadavek zákazníka a přes funkci maximum vyhledána nejvyšší objednané množství na den. Je to hodnota 13, dále víme, že na přípojné vozíky se vejdou díly celkem pro 3 ramena bagru. To znamená, že na jeden den je potřeba 5 vozíků. Musíme uvažovat týdenní zásobu plus rezervu v podobě několika vozíků při poruše atd. Výsledný počet je tedy celkem 30 přípojných vozíků. Náklady na jejich pořízení jsou vyčísleny níže.



Obr. 75. Připojný vozík k VZV (vlastní zpracování)

Tabulka 19 Náklady manipulační technika (vlastní zpracování)

Náklady na koupi nového vybavení	
Připojný vozík (30 kusů)	1 200 000 Kč

Úspory v manipulační technice jsou tedy promítnuty ve snížení počtu VZV z pěti na tři. Roční náklady na provoz jednoho VZV jsou průměrně 45 000 Kč. Dále se sníží potřeba o dva pracovníky manipulanty, jejichž roční náklady činí 324 000 Kč na jednoho.

Tab. 20. Úspora manipulační technika (vlastní zpracování)

Manipulační technika						
	Současný stav		Cíl dle hypotézy	Navrhovaný stav		Úspora v %
	Počet		snížení o 30%	Počet		
Náklady na údržbu VZV	5	225 000 Kč	157 500 Kč	3	135 000 Kč	40%
Náklady na manipulanta	5	1 620 000 Kč	1 134 000 Kč	3	972 000 Kč	40%

Určený cíl snížení nákladů na manipulační techniku byl o 30%. Výsledná úspora díky optimalizaci je až 40%.

### 18.3 VSD (Value stream design)

V rámci optimalizace byl navržen nový optimalizovaný hodnotový tok za pomoci VSD mapy. Základním pilířem je rozdělení výrobního procesu do tří částí, pro které by byl vytvořen samostatný výrobní plán. V současné době je prováděno plánování výroby denně, jelikož se plánuje každý pracovní krok. Každé pracoviště má tedy svůj denní výrobní plán.

Po jeho dokončení výrobek zůstane ležet na pracovišti, popř. se zaskladní, ale není hned odeslán na novou operaci, protože není dále rozplánován.

Výrobní plán je také v současnosti vygenerován softwarem, jak je již popsáno v mapě současného toku hodnot, a dále upravován mistrem. V návrhu budoucího toku se počítá s generací výrobního plánu na 10 dní dopředu, který nebude nutné upravovat a přeplánovat. Půjde o Kanban, v němž bude nastaveno minimum a maximum.

Tuto skutečnost by měly upravit výrobní buňky. Spojením několika pracovišť vznikne nové samostatné výrobní buňky, pro které bude tvořen výrobní plán. V návrhu se počítá s tvorbou tří výrobních plánů.

Celá výroba bude rozdělena do tří částí. Prvním krokem je dělení materiálu. Tyto operace budou uspořádány celkem do čtyř různých výrobních buněk a týkají se výroby komponent. Viz VSD mapa. Všechny budou umístěny na hale č. 62, která je určena právě pro komponenty. Nachází se zde buňka laser, buňka pálení, buňka řezání a buňka pro obrábění. Jelikož půjde o výrobu komponent pro všechny výrobní rodiny, je pečlivé a správné plánování to nejdůležitější.

Provedenými propočty a kvalifikovaným odhadem byla stanoven lead time celého výrobního procesu na 10 dní. Výroba všech komponent by měla trvat celkem 3 dny místo současných 20 dní. Tento markantní rozdíl způsobí přesné naplánování výroby a včasné zásobování pracovišť. Ve VSD mapě je zanesena přesná výše zásob před každým pracovištěm. Tyto zásoby budou zůstat vždy na přípojných vozíčkách, na kterých budou k pracovišti přivezeny. Vyrobene komponenty budou uskladněny v supermarketu umístěném přímo na hale č. 62. Materiál mezi výrobními buňkami bude převážen pomocí přípojných vozíků zapřažených za VZV a na halách bude posouván pomocí centrálního jeřábu, dopravníku nebo paletového vozíku.

Na finální montáž je potřeba dvou pracovních dnů. Tento počet je vypočítán z kapacit pracovišť a z cyklových časů operací. Na začátku této výrobní buňky je nutná zásoba na tři směny dopředu, což jsou 4 vozíky každý po 3 sadách ramen. Tyto zásoby jsou stanoveny s ohledem na kapacity pracovišť, do kterých je zahrnuta paušální hodnota 30% určená na ztráty. Poslední buňku budou tvořit povrchové úpravy. V procesu lakování zůstává způsob přepravy pomocí mechanické kolejnice. Délka průběžné doby výroby pro tuto buňku byla vyčíslena na 2 dny, ostatně jako je tomu i v současné době.

Nákladní automobil pro expedici hotových kusů bude objednáván vždy dva dny dopředu, tzn., že na skladu by měla ramena ležet maximálně po dobu 2 dnů. Dalšího půl dne je vyhrazeno na jejich zabalení a expedici zákazníkovi.

### 18.3.1 Náklady a úspory z kapitálu vázaného v zásobách

Díky zkrácení průběžné doby výroby se nám snížila rozpracovanost vázaného kapitálu. V současné době je ve výrobním procesu rozpracovanost ve výši 1 500 000Kč. Po optimalizaci a přesném určení potřebného množství zásob před každým pracovištěm se nám tato částka snížila na 750 000Kč. Tento rozdíl představuje úsporu 50%.

Kapitál vázaný ve výrobcích v expedičním skladě dosahuje hodnoty 4 200 000Kč. Tato částka je velmi vysoká a představuje pro firmu velký problém. Jsou to utopené peněžní prostředky, které by firma při uvolnění mohla využít jako investici. Tento problém je zapříčiněn především nevyužíváním metody FIFO ve skladě a také tím, že firma nevyrábí dle požadavků zákazníka, ale vyrábí nepřetržitě. Důvody jsou dva, aby mohla dát lidem práci a aby došlo k vyřízení strojních zařízení. Tento způsob výroby ale stál firmu mnoho peněz, které jsou v současné době vázány v hotových výrobcích.

Optimální výrobní dávka ramen jsou 3 kusy. Tato hodnota je stanovena s ohledem na cyklové časy výroby a s ohledem na časy přestaveb. Průměrný denní požadavek zákazníka je 2,3 ramen. Úzkým místem v procesu je nyní buňka finální svařování, která má průběžnou dobu výroby 3 dny. Optimální množství v expedičním skladu je tedy 6 dílů ramen, které jsou zaznačeny v mapě VSD před operací balení. Dále bychom měli počítat s pojistnou zásobou při nečekaných potížích. Kapitál vázaný ve skladových zásobách by měl tedy dosahovat výše maximálně 180 000Kč. V tomto případě jde o rozdíl přes 4 000 000Kč, které by firma mohla uspořit.

Tab. 21. Úspory z kapitálu vázaného v zásobách (vlastní zpracování)

Zásoby					
	Současný stav	Cíl dle hypotézy snížení o 30%	Navrhovaný stav		Úspora v %
			Opatření		
Zásoby ve výrobním procesu	1 500 000 Kč	1 000 000 Kč	Výrobní tok a	750 000 Kč	50%
Expediční sklad	4 200 000 Kč	2 940 000 Kč	zásobování dle VSD	180 000 Kč	95%

## 19 NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ

V této kapitole budou shrnuty poznatky a postřehy, které jsou nutné pro fungování navrženého štíhlého výrobního toku. A dále doplněny nápady, jež by mohly ještě více zefektivnit proces výroby. V neposlední řadě bude provedeno také vyčíslení potenciálních úspor pro podnik VOP CZ a budou popsány nepeněžní přínosy.

### 19.1 Obecné podmínky

- Uspořádání pracovišť do výrobních buněk.
- Tvorba výrobního plánu na více dní dopředu.
- Zavedení systému řízení FIFO v expedičním skladu.
- Snižit množství zásob v expedičním skladu.
- Výroba komponent dle požadavků zákazníka, ne na sklad.
- Zavedení standardů práce na pracovištích.
- Zavedení metody 5S a vizualizace na všech pracovištích.
- Koupě celopodnikového informačního systému, jenž propojí a bude shromažďovat všechny informace v podniku (např. SAP, Oracle)
- Zlepšení procesu plánování výroby.
- Zavedení metody pull do výrobního toku.

### 19.2 Konkrétní podmínky pro výrobní tok

- Komponenty před pracoviště stehovací boxy budou dodávány dle požadavků mistra; budou dopravovány na místo určené pro sklad vstupního materiálu přesně v požadovanou dobu a v požadovaném množství.
- Na dopravníku před strojem bude zásoba ramen na svaření; pracovník si bude vybírat výrobky, pro které se používá stejný přípravek, aby snížil počty přetypování a zastavování stroje.
- Všechny svařovací a dokončovací boxy jsou navrženy rozměrově s ohledem na co největší úsporu prostoru, ale zároveň s ohledem na ergonomii na pracovišti.
- Na všech pracovištích budou jen nezbytně nutné pracovní prostředky a pracovní prostory.
- Je nutná změna načítání výrobků do systému; až po dokončení operace pracovník načte pomocí čárového kódu na průvodce svou dokončenou operaci. V současné

době se stává, že pracovník si vždy ráno narazí vše, co teprve bude dělat. To pak způsobuje problémy v dohledávání polotovarů.

- Je potřeba změnit systém odměňování na pracovišti svařovací robot.
- Na pracovišti svařování využívat obě polohovadla, čímž se zkrátí čas potřebný pro výměnu výrobku.
- Časté problémy způsobují i přípravky skladované ve venkovních prostorech. Vlivem počasí korodují a při použití nastávají problémy, vnikají prostoje a prodlevy ve výrobě. Nutnost vyhrazení prostor pro skladování přípravků.
- Na pracovišti obrábění pracovník nevyužívá překrytého času; dokončuje výrobek, když stroj stojí. Měl by nejprve upnout nový výrobek, spustit stroj a poté dokončit předchozí.
- Pro obráběcí stroje existují společné obráběcí nástroje; pracovníci si je půjčují a často stráví delší dobu jejich hledáním. Řešením by mohlo být vyrobení takového počtu nástrojů, aby každé pracoviště mělo své vlastní.
- Často dochází k čekání pracovníků způsobené nepřítomností osoby obsluhující centrální jeřáb. Proto by měla být snaha o minimalizaci jeho využívání; nahrazením jinou formou přepravy. A zároveň zlepšit komunikaci mezi pracovníky a obsluhou jeřábu.
- Zahájit sledování celkové efektivity zařízení a jejich poruchovosti. Poté provést analýzy a postupně se snažit navyšovat hodnotu CEZ.
- Dodržování zásobování pracovišť přesně dle mapy VSD.
- Nutná oprava některých průvodek. Častým se stávalo, že nekorespondovala skutečná výroba s výrobou předepsanou na průvodce. Byla využívána jiná pracoviště a materiál byl poté těžko dohledatelný.

### 19.3 Celkové náklady a úspory pro podnik VOP CZ

Po navržení všech změn je důležité vyčíslit jejich finanční stránku. Při srovnání nákladů a úspor se jedná téměř o identické hodnoty. Podstatný rozdíl je ovšem v tom, že nákladová položka bude vydána jednorázově na počátku realizování všech změn. Kdežto úspory jsou roční, tzn., že každý rok touto provedenou změnou ušetříme dalších pět a půl milionu Kč. Můžeme tedy říci, že první rok se nám zaplatí investice do přestavby a nákupu. Od druhého roku dále už nám budou vznikat jen úspory. V případě návratnosti investice do jednoho roku je projekt realizovatelný.

Tab. 22. Vstupní náklady pro navrhovaný stav (vlastní zpracování)

Vstupní náklady pro navrhovaný stav		
Stěhování	Obráběcí stroj WHQ 13	1 250 000 Kč
	Svařovací robot CLOOS	150 000 Kč
	Celkem 7 svařovacích boxů a ručních jeřábů	350 000 Kč
Koupě	Dopravník	2 500 000 Kč
	Přípojné vozíky (30 ks)	1 200 000 Kč
	<b>Celkem</b>	<b>5 450 000 Kč</b>

Tab. 23. Celkové úspory/přínosy navrhovaného stavu (vlastní zpracování)

Celkové úspory/přínosy z navrhovaného stavu		
	Roční údržba VZV	90 000 Kč
	Roční úspory na manipulanta	648 000 Kč
	Snížení rozpracovanosti výroby	750 000 Kč
	Snížení zásob ve skladech	4 020 000 Kč
	<b>Celkem</b>	<b>5 508 000 Kč</b>

#### 19.4 Nepeněžní přínosy

Mimo výše uvedené peněžní úspory jsou očekávány i nepeněžní přínosy pro firmu. Jedná se o přínosy v podobě

- přehledného výrobního procesu
- snížené náročnosti řízení výroby – jasná pravidla
- efektivnějšího plánování
- snadnější identifikace abnormalit
- týmové spolupráce v podniku
- lepší motivace k práci
- včasného plnění zakázek
- přehledného výrobního procesu pro zákazníka
- lepší prezentace podniku pro nové zákazníky
- vyšší spolehlivosti procesů.

## ZÁVĚR

Cílem mé diplomové práce bylo vytvoření návrhu štíhlého výrobního a materiálového toku pro vybraný výrobek, potažmo pro vybranou výrobkovou rodinu. Po podrobné analýze celého výrobního procesu byly stanoveny kritéria pro štíhlý výrobní tok a na základě nich hypotézy ohodnocující úspěšnost práce. Hypotézy pojednávaly o zkrácení materiálového toku, o snížení nákladů na manipulaci a o snížení vázanosti kapitálu v rozpracovanosti a v zásobách. Cíle u všech hypotéz byly nastaveny na 30%, tedy snížit jejich současnou hodnotu téměř o třetinu. Tato hodnota byla odhadnuta v počátcích projektu při mapování současné situace. Díky navrženým změnám byly výsledky vždy vyšší než 30% a tedy i splněny cíle všech hypotéz.

Pro zhotovení návrhu nového výrobního toku byly využity nástroje průmyslového inženýra, stejně jako při mapování současného stavu. Mezi použité metody patří například procesní analýza, která nám přehledně popsala postup výroby. Dále to byly miniaudity vybraných pracovišť, jež ohodnotily a provedly rozbor daných pracovišť. V průběhu projektu bylo provedeno snímkování pracoviště, díky němuž bylo odhaleno plýtvání a vytíženost pracovníka i strojního zařízení. V neposlední řadě byla zhotovena podrobná mapa hodnotových a informačních toků, mapa VSM. Po optimalizaci celého výrobního procesu byla navržena také mapa budoucího toku hodnot, mapa VSD.

V závěru práce se nachází návrhy na zlepšení celého výrobního procesu. Jde o obecné návrhy, které pomůžou firmě zlepšit celý proces řízení výroby a také její konkurenceschopnost a postavení a trhu. V další části jsou to konkrétní postřehy a nápady na zlepšení, jež byly vyzorovány v průběhu analytické části projektu. Tyto postřehy většinou spadají do oblasti ergonomie, bezpečnosti a ochrany zdraví při práci nebo plýtvání.

Změna celého výrobního procesu s sebou nese také finanční stránku. V tomto případě jsou nákladové položky téměř rovny ročním úsporám. Celková nákladovost navrhovaných změn dosahuje stejně jako roční úspory pět a půl milionu Kč. Závěr tedy zní, že návratnost investice z projektu je jeden rok a projekt je realizovatelný.

Vedle finančních úspor hrají důležitou roli i přínosy nefinanční. Realizací navrhovaných změn by firma získala přehlednost a spolehlivost výrobních procesů, snazší a efektivnější řízení a plánování výroby a dokázala by se lépe prezentovat před novými zákazníky. Stala by se moderní firmou se štíhlými procesy a využívající prvky štíhlé výroby.



**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] 5ssystem.info [online]. [cit. 2013-07-24]. Dostupné z: <http://5ssystem.info/>.
- [2] API, ©2005-2012 [online]. [cit. 2013-08-05]. Dostupné z: <http://eapi.cz/>.
- [3] BOBÁK, Roman, 2007. *Výrobní systémy*. 1. vydání. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 80-7318-015-4.
- [4] DOBROVOLNÝ, Bohumil, MRAČNO, Jaroslav, NĚMEC, Karel, VIKUS, Zdeněk, a Josef VILIKUS, 1972. *Základní kvalifikační učebnice strojírenství*. 3. vydání. Praha: ROH. ISBN 24-077-72.
- [5] Ipaslovakia [online]. [cit. 2013-08-06]. Dostupné z: <http://ipaslovakia.sk/>.
- [6] FIALA, Alois, 1996. *Statistické řízení procesů*. 1. vydání. Brno: Inženýrské centrum Brno. ISBN 978-80-02-01897-1.
- [7] GOLDRATT, Eliyahu M a Jeff COX, 2001. *Cíl: Proces trvalého zlepšování*. 2. vydání. Praha: Interquality. ISBN 80-902270-2-0.
- [8] IMAI, Masaaki. 2008. *Řízení a zlepšování kvality na pracovišti*. 1. vydání. Brno: Computer Press, a.s., ISBN 80-251-0850-3.
- [9] IMAI, Masaaki. 2008. *Řízení a zlepšování kvality na pracovišti*. 1. vydání. Brno: Computer Press, a.s., ISBN 80-251-0850-3.
- [10] Interní materiály firmy VOP CZ, s. p., 2013.
- [11] KEŘKOVSKÝ, Miloslav. 2009. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 2. vydání. Praha: C. H. Beck. ISBN 978-80-7400-119-2.
- [12] KOŠTURIÁK, Ján, FROLÍK, Zbyněk a kolektiv, 2006. *Štíhlý a inovační podnik*. 1. vydání. Praha: Alfa Publishing. ISBN 80-86851-38-9.
- [13] LIKER, Jeffrey K., 2007. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. 1. vydání. Praha: Management Press. ISBN 978-80-7261-173-7.
- [14] MAŠÍN, Ivan, 2003. *Mapování hodnotového toku ve výrobě*. 1. vydání. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-9-1.
- [15] MAŠÍN, Ivan, 2005. *Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štíhlé výroby*. 1. vydání. Liberec: Institut technologií a managementu. ISBN 80-903533-1-2.

- [16] MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 1998. *Týmová společnost: Podnik v globálním prostředí*. 1. vydání. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-2-4.
- [17] MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000. *Nové cesty k vyšší produktivitě*. 1. vydání. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-903335-6-7.
- [18] MELČÁK, Miloš, 1999. *Výrobní management*. 1. vydání. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN: 80-214-1393-X.
- [19] PIVODOVÁ, Pavlína, 2012. *Studia metod měření práce: Úvod do ergonomie*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.
- [20] PIVODOVÁ, Pavlína, 2012. *Studia metod měření práce: Studium práce pracovních metod a měření práce*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.
- [21] ROTHER, Mike a SHOOK, John. 2003. *Learning to see: Value-stream mapping to create value and eliminate muda*. 1. vydání. Cambridge: Lean Enterprise Inst. ISBN 0-9667843-0-8.
- [22] TOMEK, Gustav a VÁVROVÁ, Věra, 2007. *Řízení výroby a nákupu*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing. ISBN: 978-80-247-1479-0.
- [23] VOP CZ, s. p. ©2011 [online]. [cit. 2013-08-06]. Dostupné z: [www.vop.cz](http://www.vop.cz).

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

CEZ Celková efektivita zařízení

FIFO First in first out

J Jeřáb (centrální)

P Paletový vozík.

RJ Ruční jeřáb.

VOP Vojenský opravárenský podnik

VSD Value stream design

VSM Value stream mapping

VZV Vysokozdvihný vozík.

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1. Štíhlá výroba (Košturiak a Frolík, 2006).....	16
Obr. 2. Procesní analýza (Pivodová, 2012) .....	18
Obr. 3. Plynulý výrobní tok (Košturiak a Frolík, 2006) .....	20
Obr. 4. VSM mapa (Rother a Shook, 2003) .....	23
Obr. 5. Kroky 5S (Košturiak a Frolík, 2006).....	27
Obr. 6. Barevné rozlišení vizualizace (interní materiály, 2013).....	28
Obr. 7. Příklad vizualizace v praxi (vlastní zpracování).....	28
Obr. 8. Ergonomické pracovní polohy (Pivodová, 2012).....	30
Obr. 9. Plýtvání (Mašín a Vytlačil, 2000).....	31
Obr. 10. Letecký pohled na podnik VOP CZ (VOP CZ, s. p., © 2011).....	36
Obr. 11. Organizační schéma podniku (vlastní zpracování).....	37
Obr. 12. Mapa areálu podniku (Interní zdroje, 2013; vlastní zpracování).....	38
Obr. 13. Poměr civilní a vojenské výroby (Interní materiály, 2013).....	40
Obr. 14. Finální celky vyrobeny v podniku VOP CZ, s. p. ....	40
Obr. 15. Podvozky vyráběné v podniku (VOP CZ, s. p., © 2011).....	41
Obr. 16. Lžice a ramena bagrů vyráběných v podniku (VOP CZ, s. p., © 2011).....	41
Obr. 17. Nádrže vyráběné v podniku VOP CZ, s. p. (VOP CZ, s. p., © 2011).....	42
Obr. 18. Masivní svařence vyráběné v podniku (VOP CZ, s. p., © 2011).....	42
Obr. 19. Výpalky vyráběné v podniku (VOP CZ, s. p., © 2011) .....	43
Obr. 20. Část ramene bagru – výložník (vlastní zpracování) .....	47
Obr. 21. Část ramene bagru – mezivýložník (vlastní zpracování).....	47
Obr. 22. Část ramene bagru – držák lžice (vlastní zpracování).....	48
Obr. 23. Místo pro ukládání vstupního materiálu (vlastní zpracování) .....	51
Obr. 24. Vychystaný materiál na výrobu jednoho ramene (vlastní zpracování) .....	51
Obr. 25. Oddělení kontroly a kvality (vlastní zpracování) .....	52
Obr. 26. Rameno bagru připraveno k expedici zákazníkovi (vlastní zpracování).....	53
Obr. 27. Popis technologického postupu výrobku (vlastní zpracování).....	54
Obr. 28. Mapa areálu podniku (Interní materiály, 2013; vlastní zpracování) .....	55
Obr. 29. Materiálové toky v areálu podniku (Interní materiály, 2013; vlastní zpracování) .....	57
Obr. 30. Materiálové toky hala 79 (Interní materiály, 2013; vlastní zpracování) .....	59
Obr. 31. Materiálové toky hala 70 (Interní materiály, 2013; vlastní zpracování) .....	60

Obr. 32. Materiálové toky hala 4 (Interní materiály, 2013; vlastní zpracování) .....	60
Obr. 33. Materiálové toky hala 36 (Interní materiály, 2013; vlastní zpracování) .....	61
Obr. 34. Expediční sklad ramen bagru (vlastní zpracování).....	63
Obr. 35. Pracoviště svařovací robot CLOOS (vlastní zpracování).....	64
Obr. 36. Pracovní pomůcky svařování (vlastní zpracování).....	65
Obr. 37. Pracovní nástroje svařování (vlastní zpracování).....	65
Obr. 38. Nepotřebné věci svařování (vlastní zpracování) .....	65
Obr. 39. Pracovní stůl svařování (vlastní zpracování).....	65
Obr. 40. Tabule na pracovišti svařování (vlastní zpracování) .....	66
Obr. 41. Pomůcky na pracovišti svařování (vlastní zpracování) .....	66
Obr. 42. Nekvalita na pracovišti svařování (vlastní zpracování).....	66
Obr. 43. Vizualizace na pracovišti svařování (vlastní zpracování) .....	67
Obr. 44. Vizualizace na hale (vlastní zpracování) .....	67
Obr. 46. Kniha výroby a závad svařování (vlastní zpracování).....	68
Obr. 45. Označení pracoviště svařování (vlastní zpracování) .....	68
Obr. 47. Layout pracoviště svařování (vlastní zpracování) .....	68
Obr. 48. Pracoviště svařování – pohled z vrchu (vlastní zpracování) .....	69
Obr. 49. Analýza činností pracovníka pracoviště svařování (vlastní zpracování).....	70
Obr. 50. Neergonomická poloha operátora při svařování (vlastní zpracování).....	70
Obr. 51. Držení svařovacího robota (vlastní zpracování).....	71
Obr. 52. Analýza stroje pracoviště svařování (vlastní zpracování) .....	72
Obr. 53. Spaghetti diagram svařování (Interní materiály, 2013; vlastní zpracování).....	72
Obr. 54. Pracoviště obrábění (vlastní zpracování).....	73
Obr. 55. Pořádek na pracovišti obrábění (vlastní zpracování).....	74
Obr. 56. Hadry na pracovišti obrábění (vlastní zpracování).....	74
Obr. 58. Výrobek v logistické cestě (vlastní zpracování).....	74
Obrázek 57 Pořádek pracoviště obrábění (vlastní zpracování) .....	74
Obr. 61. Uložení nástrojů pracoviště obrábění (vlastní zpracování) .....	75
Obr. 60. Ukládání přípravků pracoviště obrábění (vlastní zpracování).....	75
Obr. 62. Plán výroby pracoviště obrábění (vlastní zpracování) .....	76
Obr. 64. Značení závad a poruch pracoviště obrábění (vlastní zpracování).....	77
Obr. 63. Chybějící označení pracoviště obrábění (vlastní zpracování) .....	77
Obr. 65. Layout pracoviště obrábění (Interní materiály, 2013; vlastní zpracování).....	78

---

Obr. 66. Analýza činností pracovníka pracoviště obrábění (vlastní zpracování) .....	78
Obr. 67. Analýza stroje pracoviště obrábění (vlastní zpracování).....	79
Obr. 68. Spaghetti diagram pracoviště obrábění (vlastní zpracování).....	80
Obr. 69. Současné rozmístění výroby ramene bagru (vlastní zpracování) .....	81
Obr. 70 Přímý výrobní tok (vlastní zpracování) .....	84
Obr. 71. Optimalizační návrh A (Interní materiály, 2013; vlastní zpracování).....	85
Obr. 72. Optimalizační návrh B (Interní materiály, 2013; vlastní zpracování) .....	85
Obr. 73. Optimalizační návrh C umístění na hale (Interní materiály, 2013; vlastní zpracování) .....	86
Obr. 74. Optimalizační návrh D umístění na hale (Interní materiály, 2013; vlastní zpracování) .....	86
Obr. 75. Štíhlý výrobní tok (Interní materiály, 2013; vlastní zpracování) .....	88
Obr. 76. Přípojný vozík k VZV (vlastní zpracování) .....	90

**SEZNAM TABULEK**

Tab. 2. Výběr výrobních skupin (Interní zdroje, 2013; vlastní zpracování).....	45
Tab. 3. Seznam jednotlivých dílů ramene bagru (vlastní zpracování).....	46
Tab. 4. Procesní analýza výrobku rameno bagru (vlastní zpracování).....	50
Tab. 5. Vybavení haly č. 62 (vlastní zpracování).....	55
Tab. 6. Vybavení haly č. 4 (vlastní zpracování).....	56
Tab. 7. Vybavení haly č. 70 (vlastní zpracování).....	56
Tab. 8. Vybavení haly č. 79 (vlastní zpracování).....	56
Tab. 9. Materiálové toky vzdálenosti (vlastní zpracování).....	58
Tab. 10. Miniaudit pořádku a čistoty pracoviště svařování (vlastní zpracování).....	64
Tab. 11. Miniaudit vizualizace pracoviště svařování (vlastní zpracování).....	66
Tab. 12. Miniaudit údržby strojů pracoviště svařování (vlastní zpracování).....	67
Tab. 13. Miniaudit pořádku a čistoty pracoviště obrábění (vlastní zpracování).....	74
Tab. 14. Miniaudit vizualizace pracoviště obrábění (vlastní zpracování).....	75
Tab. 15. Miniaudit údržby pracoviště obrábění (vlastní zpracování).....	76
Tab. 16. Kritéria štíhlého výrobního toku (vlastní zpracování).....	81
Tab. 17. Stanovení hypotéz (vlastní zpracování).....	82
Tab. 18. Náklady na stěhování (vlastní zpracování).....	88
Tab. 19. Úspora manipulace s materiálem (vlastní zpracování).....	89
Tabulka 20 Náklady manipulační technika (vlastní zpracování).....	90
Tab. 21. Úspora manipulační technika (vlastní zpracování).....	90
Tab. 22. Úspory z kapitálu vázaného v zásobách (vlastní zpracování).....	92
Tab. 23. Vstupní náklady pro navrhovaný stav (vlastní zpracování).....	95
Tab. 24. Celkové úspory/přínosy navrhovaného stavu (vlastní zpracování).....	95

## **SEZNAM PŘÍLOH**

**P I VSM (VALUE STREAM MAPPING)**

**P II VSD (VALUE STREAM DESIGN)**



# PŘÍLOHA P I: VSM (VALUE STREAM MAPPING)

