

# Identifikace plýtvání a návrh možností eliminace plýtvání ve vybrané firmě

Tomáš Mackovík

---

Bakalářská práce  
2012



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: 2011/2012

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tomáš MACKOVÍK**  
Osobní číslo: **M090145**  
Studijní program: **B 6209 Systémové inženýrství a informatika**  
Studijní obor: **Řízení výroby a kvality**

Téma práce: **Identifikace plýtvání a návrh možností eliminace plýtvání ve vybrané firmě**

Zásady pro vypracování:

Úvod

### I. Teoretická část

- Proveďte analýzu současných přístupů k zlepšování procesů a metod eliminace plýtvání.

### II. Praktická část

- Popište vybrané procesy ve firmě Přerovské Strojírny.
- Proveďte závěrečné doporučení a návrhy na jejich zlepšení.

Závěr



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

Seznam odborné literatury:

BUDA, Ján a KOVÁČ, Milan. Metodika projektovania výrobných procesov v strojárstve. 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1985. 509 s.  
KLEINOVÁ, Jana. Ekonomické hodnotení výrobných procesů. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 2005. 88 s. ISBN 80-7043-364-7.  
ROLLO, Jan a TICHÁK, Jaroslav. Řízení výrobního procesu. Praha: ČVUT, 1994. 113 s. ISBN 80-0101-187-9.  
TUČEK, David a ZÁMEČNÍK, Roman. Řízení a hodnocení výkonnosti podnikových procesů v praxi. Zlín: 2007. 206 s. ISBN 978-80-228-1796-7.  
VEJDĚLEK, Jiří. Jak zlepšit výrobní proces. 1. vyd. Praha: Grada, 1998. 75 s. ISBN 80-7169-583-1.

Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Felicita Chromjaková, Ph.D.  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů  
Datum zadání bakalářské práce: 2. dubna 2012  
Termín odevzdání bakalářské práce: 18. května 2012

Ve Zlíně dne 2. dubna 2012

prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková  
děkanka



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

## PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- odevzdáním bakalářské/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>;
- bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému,
- na mou bakalářskou/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 Zveřejňování závěrečných prací:

- (1) Vysoká škola nevydělčně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.
- (2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k 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 nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, uče-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

<sup>3</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

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

- podle § 60<sup>4</sup> odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou/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 bakalářské/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 bakalářskou/diplomovou práci zpracoval/a samostatně a použité informační zdroje jsem citoval/a;
- odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 16. 5. 2012

Tomáš Kubík

<sup>4</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

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

## **ABSTRAKT**

Tématem bakalářské práce je identifikace plýtvání a návrh možností eliminace plýtvání ve vybrané firmě. Stěžejní část práce je analýza výrobního procesu pro daný výrobek a návržení zlepšení v oblasti zamezení nebo odstranění plýtvání. V teoretické části jsou popsány činnosti pro realizaci zakázky od technické přípravy až po rozplánování a řízení pomocí nástrojů k dosažení co nejlepšího výstupu. Praktická část obsahuje analýzy nástrojů dané firmy a identifikace plýtvání u výrobního procesu a návrhy na jejich zlepšení.

Klíčová slova:

Výrobní proces, nástroje pro plánování, řízení a zlepšování, procesní analýza, plýtvání, technická příprava

## **ABSTRACT**

Subject of this bachelor thesis is identification of wasting and suggestions how to eliminate wasting in a certain company. The crucial part of the thesis is the analysis of the production process for specific product and suggestion of improvement in the sphere of avoidance of elimination of wasting. In the theoretical part of the thesis there are described activities of execution of the contract from technical preparing to planning and management using the tools in order to achieve the best possible output. The practical part contains analysis of tools of the mentioned company and identification process and suggestions of improvement.

Keywords:

Production process, planning tools, tools for planning, management and improvement, process analysis, wasting, technical preparation

Děkuji vedoucímu mé diplomové práce prof. Ing. Felicitě Chromjakové, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady při zpracování mé diplomové práce.

Děkuji též firmě Přerovské strojírně, že mi umožnila dělat bakalářskou práci v jejich firmě a zejména zaměstnancům za pomoc při shromažďování informací a podporu při práci s podnikovými daty.

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

# OBSAH

<b>ÚVOD .....</b>	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>11</b>
<b>1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....</b>	<b>12</b>
1.1 VÝROBNÍ SYSTÉM .....	12
1.2 VÝROBNÍ PROCES.....	13
1.2.1 Výrobní proces a jeho časový průběh .....	13
1.2.2 Prostorová struktura výrobních procesů .....	14
1.2.3 Základní typy procesů .....	14
<b>2 TECHNICKÁ PŘÍPRAVA.....</b>	<b>16</b>
2.1 KONSTRUKČNÍ PŘÍPRAVA .....	18
2.2 TECHNOLOGICKÁ PŘÍPRAVA .....	19
<b>3 PLÁNOVÁNÍ A ŘÍZENÍ VÝROBY.....</b>	<b>22</b>
3.1 PLÁNOVÁNÍ VÝROBY.....	23
3.1.1 MRP I.....	23
3.1.2 MRP II .....	23
3.1.3 Systém APS .....	24
3.2 ŘÍZENÍ VÝROBY.....	25
3.2.1 Systém PPS .....	25
3.2.2 Systém CIM.....	25
3.2.3 Systém ERP .....	27
3.2.4 Systém SCM.....	27
3.2.5 Systém IMS .....	28
3.3 LOGISTICKÉ TECHNOLOGIE VE VÝROBĚ .....	28
3.3.1 KAIZEN.....	28
3.3.2 LEAN PRODUCTION (štíhlá výroba) .....	28
3.3.3 KANBAN.....	29
3.3.4 OPT.....	30
3.3.5 JIT.....	30
3.3.6 Vytěžovací systém BOA .....	31
<b>4 ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ.....</b>	<b>32</b>
4.1 NÁSTROJE ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ.....	32
4.1.1 Klasické nástroje.....	32
4.1.2 Nové nástroje.....	33
4.1.3 Rozmístění pracovišť .....	34
4.1.4 Další nástroje .....	35
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST.....</b>	<b>37</b>
<b>5 PŘEROVSKÉ STROJÍRNY.....</b>	<b>38</b>
5.1 MANAGEMENT FIRMY.....	39
<b>6 ANALÝZA PRŮBĚHU VÝROBY .....</b>	<b>40</b>



6.1	SVAREK LOŽE.....	40
6.2	PRŮBĚH ZAKÁZKY A REALIZACE VÝROBY STROJÍREN .....	40
6.3	KONSTRUKCE SVAREK LOŽE .....	42
6.4	TECHNOLOGICKÝ POSTUP .....	43
6.5	PROCESNÍ ANALÝZA .....	46
6.6	NÁSTROJE PLÁNOVÁNÍ VE STROJÍRNÁCH.....	48
<b>7</b>	<b>IDENTIFIKACE PLÝTVÁNÍ .....</b>	<b>51</b>
7.1	VYUŽITÍ KAPACIT PRACOVIŠŤ U SVAREK LOŽE.....	51
7.2	USPOŘÁDÁNÍ PRACOVIŠTĚ.....	53
7.3	SKUTEČNÉ ČASY PRACNOSTI.....	54
7.4	PŘÍPRAVNÉ ČASY .....	55
7.5	NEJAKOST, ZMETKOVITOST.....	56
7.6	SKLADOVÁNÍ .....	56
7.7	OSTATNÍ PLÝTVÁNÍ .....	58
<b>8</b>	<b>NÁVRH MOŽNOSTÍ ELIMINACE PLÝTVÁNÍ.....</b>	<b>59</b>
8.1	USPOŘÁDÁNÍ PRACOVIŠTĚ.....	59
8.2	VYUŽITÍ KAPACIT PRACOVIŠŤ .....	60
8.3	PŘÍPRAVNÉ ČASY .....	61
8.4	IDENTIFIKACE KLÍČOVÝCH PLÝTVÁNÍ V ČASECH PRACNOSTI.....	61
8.5	SKLADOVÁNÍ .....	62
8.6	OSTATNÍ PLÝTVÁNÍ .....	62
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>63</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>65</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>67</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>69</b>
	<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>70</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>71</b>

## ÚVOD

V dnešní době finančních krizí a rozsáhlé konkurence ve všech možných oblastech je kladen velký důraz na konkurenceschopnost firmy. Konkurenceschopnost je vlastnost, která umožňuje podniku prosadit se na trhu a tím získat tržní podíl. Za konkurenceschopností stojí rozsáhlý boj o získání nových zákazníků a uchování těch stávajících. Aby se dokázala firma prosadit na trhu, musí se umět orientovat na trhu a případně hledat skulinky k novým možnostem.

Aby byla firma konkurenceschopná a udržovala si zákazníka, musí se zaměřit na produktivitu, spolupráci, vztahy, kvalitu a služby směrem k zákazníkovi. Jinými slovy by se měla zaměřit na zlepšování procesů (úspornost, výkonnost, inovace, kvalita, standardy atd.). K tomuto nám slouží průmyslové inženýrství. Průmyslové inženýrství bylo docela zanedbanou oblastí vzdělání, ale v dnešní době je v České republice stále více rozvíjeno a napomáhá konkurenceschopnosti firmy v dnešním velmi vyrovnaném boji o zákazníky.

Průmyslové inženýrství je oborem, který se zabývá mnohými oblastmi přes interní záležitosti až k externím činnostem. Oblast je velmi široká a jsou zde skulinky na vylepšení a inovování metod a nástrojů průmyslového inženýrství.

Pro správné fungování společnosti a dobrou konkurenceschopnost je důležité se nejen zaměřit na samotnou výrobu, ale i na celou zakázku, tzn. od přijetí zakázky ke zpracování, přes výrobu až dodání k zákazníkovi. K těmto činnostem firmy slouží různé metody a nástroje pro podporu výstupu spokojenosti zákazníka a ziskovost firmy. V teoretické části se budu zabývat právě těmito nástroji. Ze začátku nastíním něco o průmyslovém inženýrství a procesu výroby vůbec. Přejdu k technické přípravě, která je vstupem k výrobě. U výroby popíšu nástroje pro plánování (např. MRP, APS), řízení (např. PPS, CIM) a logistické technologie ve výrobě jako jsou například JIT, KANBAN, LEAN PRODUCTION apod. Teoretickou část zakončím nástroji pro zlepšování procesů.

V praktické části se budu zabývat výrobním procesem pro daný výrobek od konstrukční přípravy až po výrobu. Ze začátku nastíním informace o vybrané společnosti. Zanalyzuji nástroje používané pro rozplánování a řízení zakázek. V hlavní části se budu snažit vyhledat plýtvání z procesu vybraného výrobku. Řídit se budu základními druhy plýtvání (nadprodukce, nadbytečné zásoby, zbytečné pohyby, špatné zpracování, prostoje, doprava). V konečné fázi navrhu snížení nebo odstranění plýtvání.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Průmyslové inženýrství je obor, který se zabývá zlepšováním všech interních vstupů (lidé, stroje, toky materiálu) s pomocí statistických a matematických analýz, softwarovou podporou, managementem plánování a řízení výroby s cílem dosáhnout co největší produktivity. (Fridrisek, 2011)

Hlavním cílem průmyslového inženýrství je navrhovat, plánovat a řídit procesy s dosažením co největší produkce s minimálním plýtváním, utvářet procesy tak, aby efektivně využívalo všech vstupů.

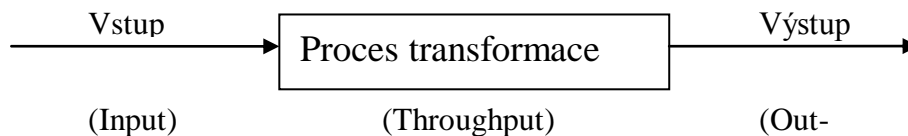
## 1.1 Výrobní systém

Výrobní systém se může chápat jako organizace. Je to systém, který je spojen určitou formou, do kterého spadají různé vstupy. Cílem systému je vyprodukovat určitý výstup. (Černý, 2001).

Systém se skládá z procesů, které se dělí na dílčí vstupní hodnoty. Systém můžeme chápat jako ucelený soubor hlavní činnosti podnikových procesů (Awiszus, 2011)

*Pojem výrobní systém zahrnuje všechny činitele účastníci se procesu výroby: provozní prostory, nezbytná technická zařízení, suroviny, polotovary, energie, informace, pracovníky podílející se na výrobě, rozpracované a hotové výrobky a odpady.* (Keřkovský, 2009, s. 3)

### Proces transformace:



Obr. 1 Proces transformace (Tomek, Vávrová, 2000)

## 1.2 Výrobní proces

*Výrobní proces je cílevědomá činnost, která je organizována za účelem tvorby statků materiální i nemateriální povahy s cílem uspokojit požadavky účastníků trhu- spotřebitelů.* (Heřman, 2001, s. 13)

Proces jsou činnosti, které na sebe navzájem navazují, do kterých vstupují různá aktiva (materiál, lidé, informace...) a mají společný cíl (výroba, zakázka, plánování...). Společným cílem se myslí určitý výstup. (Tuček, Zámečnick, 2007)

Proces je orientován na zákazníka a vytváří pro něj hodnotu. Musí vytvářet hodnotu pro určitého zákazníka, jinak nemá smysl, aby existoval. (Tuček, Zámečnick, 2007).

### Parametry procesu:

- Je spouštěn určitým signálem
- Jeho funkčnost závisí na jeho procedurách a zdrojích
- Všechny procesy mají externí a interní vstupy či dodavatele a všechny procesy mají své zákazníky
- Proces probíhá opakovaně a sekvenčně, lze jej dekomponovat na subprocessy a aktivity
- Každý proces má svého vlastníka (Tuček, Zámečnick, 2007)

Proces může být chápan z několika hledisek nebo být členěn podle několika hledisek.

### 1.2.1 Výrobní proces a jeho časový průběh

Průběh výroby každého výrobku je zaznamenáván časem. Časová stránka je jedním z hlavních faktorů, který se výrobci snaží eliminovat.

Časová stránka je charakterizována nejen spotřebou času na výrobek, ale také samotným průběhem výrobního procesu. Tím se myslí také příprava výroby, tok materiálu apod.

Můžeme rozeznávat průběžný čas výroby dílce, výroby dávky (série, dílce), průběžný čas výroby výrobku. (Trávník, Svoboda, 2008)

Čas dílce se rovná časům potřebných na operace technologické a netechnologické. Operacemi technologickými se rozumí změna vstupů (materiálu...).

Operacemi netechnologickými se rozumí kontrolní operace, řídicí operace apod. (Trávník, Svoboda, 2008)

### 1.2.2 Prostorová struktura výrobních procesů

K tomu, abychom mohli eliminovat čas, musíme také uvážit prostorové uspořádání vstupů podílejících se na určitém procesu - materiál, stroje.

K hlavní prostorové struktuře patří uspořádání pracovišť výrobní jednotky (dílny, provoz apod.). Subjektem uspořádání výrobních jednotek z prostorového hlediska jsou pracoviště a podkladem výrobní postupy jednotlivých výrobků. Důležitým kritériem je délka materiálových toků na pracovišti a dráhy pohybu pracovníků a výrobních prostředků. (Trávník, Svoboda, 2008)

Proces může být dále rozdělen také z technického nebo ekonomického pohledu:

- Technické hledisko: proces se skládá z operací, které jsou účelně propojeny se všemi potřebnými výrobními faktory. Dochází k přeměně především materiálu na hmotné statky.
- Ekonomické hledisko: z ekonomického hlediska má proces (výroba) za cíl uspokojit zákazníka. Nabývá podobu statku, výrobku, služby. (Bobák, 2001)

### 1.2.3 Základní typy procesů

Procesy jsou děleny do tří hlavních skupin:

- Hlavní: jsou takové, při kterých přímo vzniká hodnota k uspokojení externího zákazníka. Představují klíčovou oblast podnikání společnosti. Patří sem např. výroba, prodej, distribuce.
- Řídící: jsou procesy pro zajištění říditelnosti a stabilizace společnosti. Vytváří podmínky pro fungování ostatních procesů tím, že zajišťují řízení a integritu firmy. Jsou to například strategická plánování nebo řízení kvality.
- Podpůrné: tyto procesy pomáhají, dodávají, zajišťují potřebné vstupy pro vykonávání hlavních procesů. Podpůrné procesy bývají ekonomická řízení, řízení lidských zdrojů, IT služby... (Tuček, Zámečník, 2007)

Tab. 1 Základní typy procesů (Tuček, Zámečník, 2007)

Kritérium identifikace procesu	Hlavní procesy	Řídící procesy	Podpůrné procesy
Přidává proces hodnotu?	ano	ne	ano
Prochází proces napříč společnostmi?	ano	ano	ne
Produkuje proces tržby?	ano	ne	ne
Má proces externí zákazníky?	ano	ne	ne

## 2 TECHNICKÁ PŘÍPRAVA

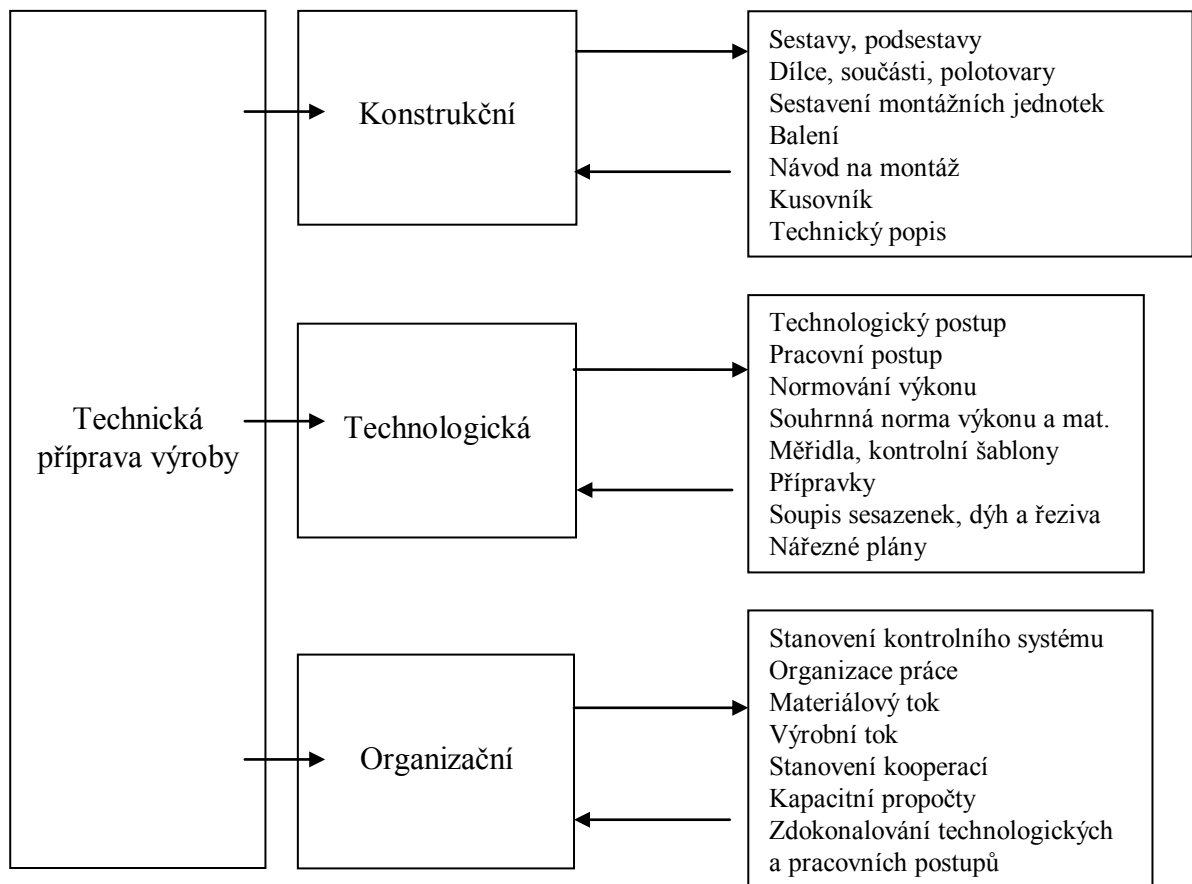
Technická příprava výroby je po přijetí zakázky první částí procesu výrobku. Než-li může jít výrobek do skutečné výroby, musí projít technickou přípravou. Technická příprava výrobku se skládá z konstrukční přípravy, na kterou navazuje technologická příprava.

*Technickou přípravou výroby rozumíme souhrn technických, technologických, technicko-organizačních a technickoekonomických prací a opatření, které jsou podmínkou dobré technické úrovně výrobku, progresivní organizace výroby, optimálních ekonomických výsledků a řádného i včasného zahájení výroby. (Trávník, Svoboda, 2008, s. 36)*

Výstupem technické přípravy výroby je výrobní dokumentace výrobku. Ta zahrnuje:

- výrobní výkresy
- technický popis (podmínka výrobku)
- kusovník
- technicko-hospodářskou normu spotřeby materiálu, času a mezd
- technologický (pracovní) postup
- nářezové plány, soupis sesazenek, přířezů a podle potřeby další podklady (Trávník, Svoboda, 2008)





Obr. 2 Procesy systému managementu technické přípravy výroby (Trávník, Svoboda, 2008)

Výrobní dokumentace pak je podkladem pro:

- nakupování materiálu včetně kooperací
- řízení výrobního procesu
- řízení skladového hospodářství
- plánování a sledování ekonomiky výrobního procesu
- zpracování dokumentace práce
- cenovou tvorbu výrobku
- zajišťování a výrobu nástrojů, přípravků, měřidel a šablon (Trávník, Svoboda, 2008)

Technická výroba je souhrn vzájemně propojených činností a opatření pro zavedení nového výrobku do výroby. Cílem je zpracovat technické, ekonomické a výrobní podklady. (Trávník, Svoboda, 2008)

## 2.1 Konstrukční příprava

V této fázi je již díky zakázce nějaká představa o výrobku. V konstrukční fázi se jedná o tvar, rozměry, konstrukční řešení uzlů, podsestav, sestav, použitý materiál pro výrobek. Správné určením všech parametrů dává výrobku jeho celkovou funkčnost a spolehlivost. (Heřman, 2001)

Díky konstrukci by měl výrobek dosáhnout takových parametrů, aby splňoval reálnost výroby a ekonomický účel. (Heřman, 2001)

Výsledkem konstrukce je konstrukční dokumentace, která se skládá z:

- výkresové dokumentace výrobku
- výkresové dokumentace polotovarů
- výkresové dokumentace montáže a balení
- konstrukční rozpisky (kusovník)
- technického popisu výrobku (Heřman, 2001)

Konstrukční rozpiska (kusovník): obsahuje seznam a množství materiálů včetně jejich rozměrů, přesnosti, drsnosti povrchu, tepelného zpracování i povrchové úpravy, dále také polotovary, dílce a materiál potřebný ke kompletaci výrobku. (Heřman, 2001; Trávník, 2008)

*Výstupem konstrukční přípravy výroby jsou rovněž technické podmínky pro výrobu, provoz, zkoušení a přejímání výrobku, včetně návodu k použití, obsluze, údržbě, příp. k jeho přepravě a uskladnění.* (Heřman, 2001, s. 44)

Dnešní doba se již také hodně zabývá otázkou nejlepší konstrukční přípravy a ekonomickým faktorem. Konstrukční příprava (volba materiálu, kvalita výrobku technologie apod.) by měla být uvážena tak, aby nepřesáhla určité náklady a výrobek plnil hlavní cíl a to výnosnost. Problémem v dnešní době je řešení zlepšení (zdokonalení) výrobku a náklady, které tyto zlepšení vyvolávají. (Heřman, 2001)

Součástí konstrukce je modelování montážních sestav výrobku a skupin pro dílenské a provozní účely. Dílenskými a provozními účely se myslí taková číselná modelace, která se zabývá např. teplotou a tažením při výrobě, pevností konstrukčních částí, zrychlením, spojením konstrukce pro provozní účely (záleží na účelu výrobku). (Awiszus, 2011)

Příklady modelových simulací:

- a) FEM: zabývá se rozložením formy výrobku do bodů elementů. Výstupem je tažení (napnutí), teplota, stupně tváření, spojitost povrchu, průběh síly apod. u výrobku. Důležité je u procesu výroby, neboť potřebujeme znát vlastnosti materiálu, ale také se zjišťuje kvalita při používání FEM. (Awiszus, 2011)
- b) CFD: slouží k problému mechanického proudění a metodám jejich výpočtu. Používá se v letectví, v automobilovém průmyslu, v chemickém průmyslu (chladicí procesy). Výstupem je např. výpočet aerodynamiky povrchu výrobku, u větrných elektráren navrhnutí materiálu, tvaru a sklonu vrtulí tak, aby zachytávaly co nejvíce proudícího vzduchu atd. (Awiszus, 2011)
- c) MKS: simuluje spojení částí výrobku a jejich dynamické a kinematické vlastnosti, např. spojení podvozku u aut (přední a zadní náprava, odpružení, brzdová soustava atd. (Awiszus, 2011)

Ke konstrukci se používají různé softwary. Softwary se mezi sebou liší v používaném odvětví, v možnostech modelových simulací, modelové techniky a jejich kombinace apod.

Příklady konstrukčních softwarů:

- Pro/Engineer
- CATIA
- AutoCAD
- SolidWorks

## 2.2 Technologická příprava

Technologická příprava je soubor činností, které stanovují způsob a postup výroby. Určují, jakým postupem budou provedeny operace, a řeší posloupnost operací s co nejmenšími náklady. (Heřman, 2001)

Technologická příprava musí vycházet z požadavků konstruktéra a skládá se z:

- určení výrobních a montážních dílen
- vypracování výrobních postupů
- stanovení výkonových norem pro jednotlivé operace
- vypracování souhrnné technickohospodářské normy (THN) výkonu a materiálu

- vypracování technologického projektu nové výroby
- určení náradí a přípravků (Trávník, Svoboda, 2008)

Součástí ekonomických hledisek je také zajištění bezpečnosti, hygieny a kultury práce.

Technickohospodářské normy: jsou to normy, které udávají maximální nebo minimální přípustnou mez pro plnění úkolu. Mají hodnotové nebo naturální vyjádření. Technickohospodářské normy jsou zpravidla tříděny do následujících hledisek:

- Podle předmětu normování
  - Normy spotřeby materiálu
  - Spotřeby práce
  - Kapacitní normy
  - Spotřeba energie
  - Výrobní zásoby
- Podle kalkulačního hlediska
  - Normy přímých jednicových nákladů
  - Normy režijních nákladů
- Podle rozsahu spotřeby
  - Normy pro konkrétní části (díl, podsestava, sestava...). Představují např. spotřebu materiálu nebo času na konkrétní část (Heřman, 2001)
  - *Souhrnná technickohospodářská norma představuje agregovaný údaj vznikající z jednotlivých dílčích technickohospodářských norem podle stupně rozpracovanosti výrobku.* (Heřman, 2001, s. 93)

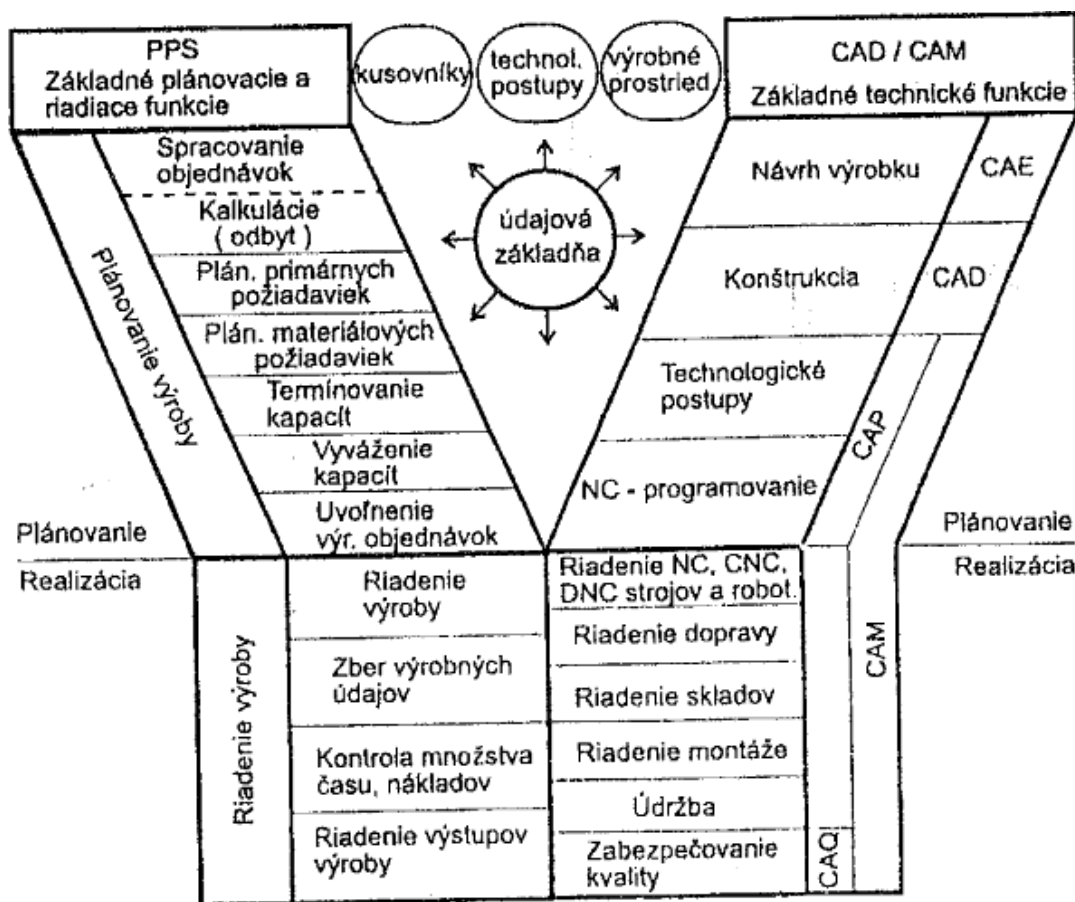
Vypracování výrobních postupů: Rozlišujeme postupy pro výrobu a montáž. Ve výrobním postupu jsou uvedeny pouze technologické postupy. Do tvorby výrobních postupů zahrnujeme:

- prostudování výkresu součástí, výkresů vyššího celku, kusovníku a technických podmínek
- stanovení výchozích rozměrů materiálu, popř. polotovaru
- určení stojů a zařízení
- určení, které součásti budou zajišťovány v kooperaci
- název součástí
- číslo výkresu součástí

- velikost výrobní dávky
- typ stroje
- pracovní třídu
- čas dávkový s přírůžkou času směnového
- čas jednotkový s přírůžkou času směnového
- počet pracovníků provádějících operace
- počet pracovníků provádějících výrobní operace (Trávník, Svoboda, 2008)

### 3 PLÁNOVÁNÍ A ŘÍZENÍ VÝROBY

Model Y Scheera přehledně znázorňuje základní funkce plánování a řízení procesů a technické funkce a úkoly plánování a řízení.



Obr. 3 Y model podle Scheera (Černý, 2001)

Pojem plánování a řízení výroby se zabývá procesem výrobku od zakázky přes výrobní proces až po odbyt. Důležitou částí plánování a řízení výroby je stanovení pohybu materiálu v celém výrobním procesu nebo jeho části. *Základní principy, které můžeme uplatnit při organizaci pohybu materiálu, jsou principy push a pull. Princip push (tlačný) je tak nazýván proto, že materiál je na jednotlivá pracoviště dodáván podle předem stanoveného rozpisu (plánu) bez ohledu na jeho okamžitou skutečnou potřebu. Vytvářejí se tak zpravidla zbytečné zásoby. Při uplatnění pull pracoviště odebírá materiál na základě okamžité potřeby. Materiál se ihned zpracovává.* (Daněk, Plevný a Svoboda, 2005, s. 97-98)

### 3.1 Plánování výroby

Plánování a řízení výroby spolu dohromady neodmyslitelně patří, avšak některé principy a systémy jsou více spjaty s plánováním.

#### 3.1.1 MRP I

MRP I v překladu znamená plánování požadavků materiálu. Byl vyvinut počátkem 60. let v USA. Hlavní funkcí je řízení zásob podle potřeby ve výrobě. Řízení zásob se provádí pomocí hrubého rozvrhu výroby. Hrubý rozvrh výroby znamená, že pro jednotlivé časové intervaly jsou naplánovány počty výrobků, které se musí dokončit. (Tomek, Vávrová, 2000; Keřkovský, 2009)

Výhody:

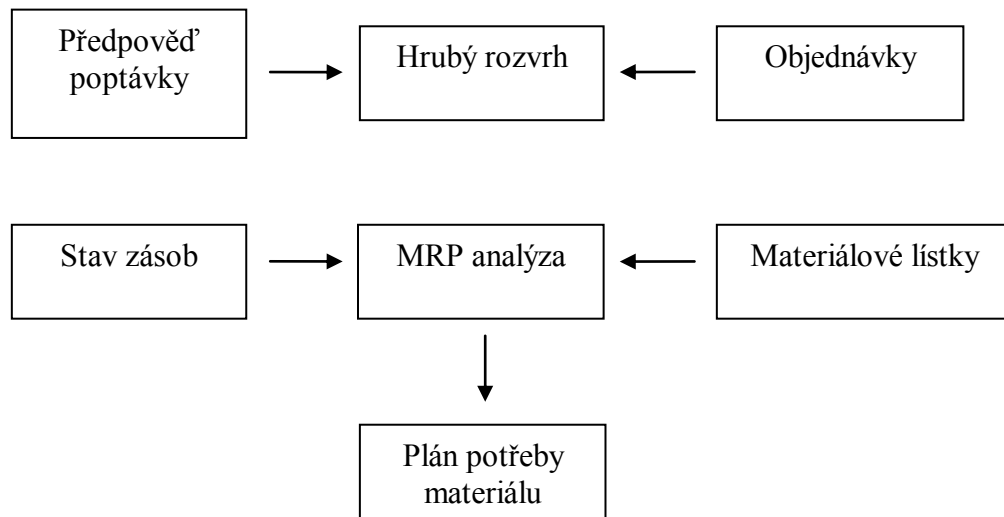
- Zlepšuje výkon výroby
- Zlepšuje řízení výroby
- Umožňuje získat přesnější a včasnější informace
- Umožňuje pracovat s nižší hladinou zásob
- Snižuje míru zastaralosti výrobků
- Zajišťuje vyšší spolehlivost výroby

Nevýhody:

- Neoptimalizuje náklady na pořízení materiálu
- Riziko výpadku nebo zpomalení výroby při nepředvídatelných problémech s dodávkami, je nutno udržovat pojistnou zásobu (Daněk, Plevný a Svoboda, 2005)

#### 3.1.2 MRP II

Oproti MRP I je tento novější systém zdokonalen směrem k těsnějšímu propojení objednávek materiálu s podrobnými rozvrhy výroby a s kapacitními propočty. Výraznou změnou je snížení vázanosti oběžných prostředků. Dá se říci, že systém MRP II je systém MRP doplněný o podrobnější plánování výroby a kapacitní propočty, s vazbou na řízení prodeje. Největším problémem je nepřesnost vstupních dat (odhady pracností plánovaných úkolů a operací) a případné poruchy výrobního procesu. (Keřkovský, 2009)



Obr. 4 Struktura MRP (Keřkovský, 2009)

Existuje již verze MRP III, která je nadstavbou MRP II a umožňuje reagovat na chování dodavatelů, stanovit optimální zásoby, reagovat na výjimečné požadavky apod.

### 3.1.3 Systém APS

Systém APS v překladu znamená zdokonalení plánování výroby. Tyto systémy dokážou plánovat s omezenými kapacitami a umožňují:

- zvyšovat spolehlivost termínů dodávek
- synchronizovat výrobu a nákup s poptávkou
- snižovat úroveň skladových zásob
- snižovat dobu výroby
- zvyšovat propustnost výroby (Daněk, Plevný a Svoboda, 2005)

APS napomáhá vytvořit reálný plán, tzn. od dodávek materiálu přes výrobu až k samotnému zákazníkovi. Zabývá se také teorií úzkých míst. Snaží se nalézt úzká místa a naprogramovat výrobu tak, aby byl na úzkých místech plynulý tok materiálu a výroba se nemusela zpozdít nebo pozastavit. (Daněk, Plevný a Svoboda, 2005)

Činnost APS probíhá ve třech krocích:

1. Shromažďuje požadavky a plánuje zásoby materiálu podle stanovených termínů bez ohledu na kapacitu strojů a plynulost pracovišť.



2. Zde už vyrovnává požadavky a nastavuje kapacitu pracovišť tak, aby byl plynulý tok bez zbytečných zásob materiálu.
3. Probíhá drobná optimalizace plánu. Porovnávají se veškeré dostupné požadavky mezi sebou (dodávky materiálu, výroba komponentů), zohledňuje se dostupnost dalších zdrojů (pracoviště, zaměstnanci, nářadí,...). Stanovuje se velikost výrobních dávek. (Daněk, Plevný a Svoboda, 2005)

## 3.2 Řízení výroby

Pro řízení výroby se vyvinulo několik systémů na podporu řízení. Nejznámějšími jsou PPS, CIM. V poslední době jsou využívány také ERP, SCM a méně známý IMS. Vhodná může být také kombinace těchto systémů.

### 3.2.1 Systém PPS

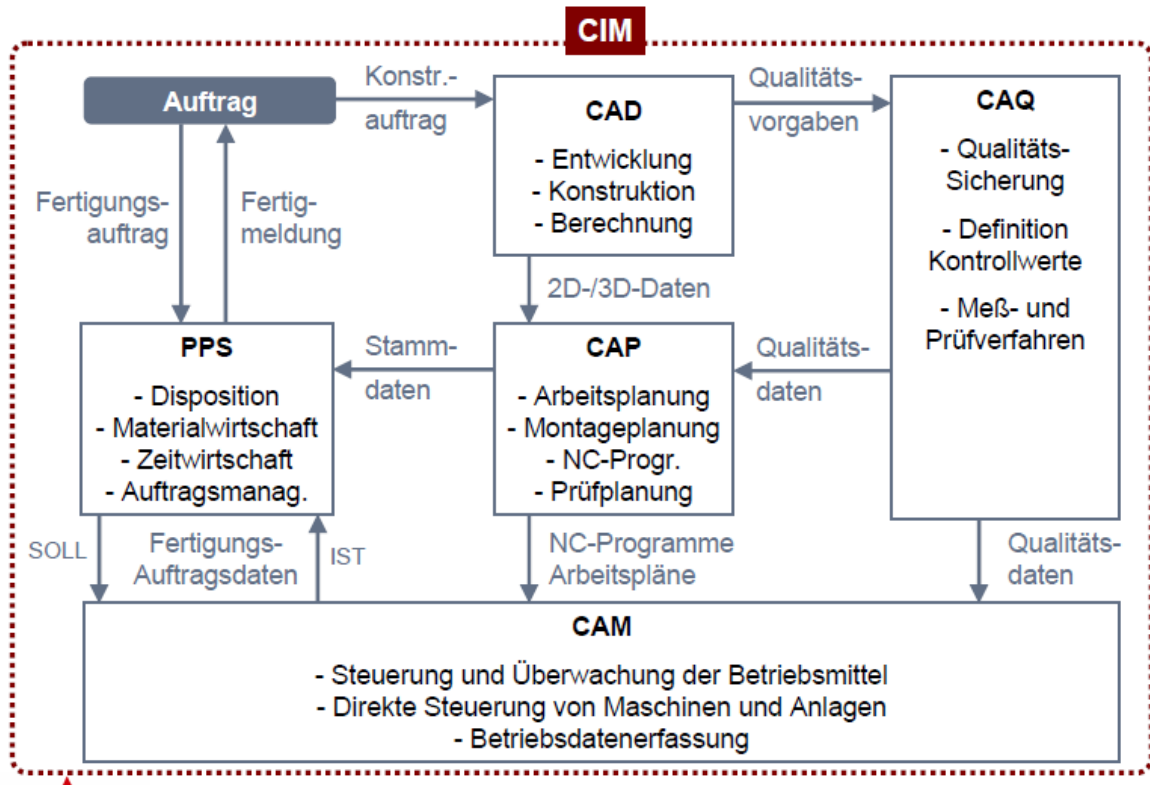
Je to podporovaný systém pro plánování a řízení výroby. Podstatná část systému je zaměřena na plánování.

1. V oblasti plánování:
  - Plánování výrobního programu (jaké výrobky, v jakém počtu a termínu)
  - Plánování potřeby (materiál, komponenty apod.)
  - Plánování termínů a kapacit
2. V oblasti řízení výroby:
  - Dispozice, týkající se zakázky
  - Dohled nad zakázkou (Daněk, Plevný a Svoboda, 2005)

### 3.2.2 Systém CIM

Zkratka je odvozena od anglického názvu Computer Integrated Manufacturing. Tato technologie se snaží zakomponovat do výrobního procesu co nejvíce výpočetní techniky. Zaobírá se kompletně celým systémem výroby a snaží se o jeho zlepšení (snížení nákladů, zvýšení jakosti, zkrácení času při zpracování zakázky...). CIM řeší problematiku ve dvou následujících oblastech:

1. *Technicko-technologické úlohy*: řeší problémy pro oblast vývoje, konstrukce, tvorby technologie, programování NC strojů, projektování výrobních systémů, systémů přemísťování materiálů a komponentů, skladů, jakosti.
2. *Provozně-organizační*: problematika zpracování zakázek, kalkulace, plánování kapacit, materiálů, termínů, řízení výroby, sběru výrobních údajů, kontroly výrobní činnosti, odbytu. (Daněk, Plevný a Svoboda, 2005)



Obr. 5 Koncepte CIM (Hänel, 2011)

CIM... počítačem integrované řízení výroby

CAP... počítačem podporované plánování

CAQ... počítačem podporovaná kontrola jakosti

CAM... počítačem podporované řízení výrobních procesů

PPS pošle zakázku o vyhotovení do oddělení konstrukce. PPS zpracovává potřebu materiálu, management pro tuto zakázku a potřebný čas na vyhotovení. CAD zpracuje vývoj, konstrukci a propočítá potřebné údaje pro výrobek. Předá jej dále k posouzení do oddělení kvality, kde jsou zpracovány postupy pro měření a zkoušení kvality, porovnávají se s kontrolními hodnotami apod. Vše jde do CAP, kde se určí plán výroby, montáže, NC-programování a celkové přezkoušení výrobku. Vše jde dále k CAM, kde se už celý proces řídí a do-

hlíží se na něj. Řídí se stroje a pracoviště a zachytávají se data průběhu výroby a dohlíží se na správnost provedení procesů.

### 3.2.3 Systém ERP

*Systém ERP znamená plánování podnikových zdrojů. Slouží pro základní řízení a správu podniku a pokrývající všechny oblasti podnikového řízení To znamená řízení ekonomiky, obchodu, výroby, řízení kapacit a zdrojů. (Daněk, Plevný a Svoboda, 2005, s. 92)*

#### Oblast výroby

Systém ERP podporuje plánování a řízení výroby od výroby přes montáž až po sklad a výrobu na objednávku zákazníka. Oblast výroby v sobě zahrnuje:

- hlavní výrobní plánování (hlavní výrobní faktory - práce, zařízení, materiál...)
- výroba na sklad (informace o všech položkách na skladě)
- montáž dle objednávky (konfigurace výrobku dle objednávky)
- výroba na objednávku (rozpočet zakázky, řízení zakázky)
- dílenské řízení (funkce na podporu řízení a plánování výroby)
- klasifikace výrobku (klasifikace položek podle tříd nebo charakteristiky)
- systém řízení kvality (podpora řízení kvality jednotlivých komponentů a finálních výrobků) (Daněk, Plevný a Svoboda, 2005)

Dalšími oblastmi ERP systému jsou oblast obchodu, financí a projektů.

### 3.2.4 Systém SCM

Systém SCM řídí tok materiálů od vstupních surovin přes výrobu, sklady, atd., až ke konečnému zákazníkovi. Využívá logistických zásad v podniku. Ve firmách je až 95% ztrátového času, který nevytváří žádnou hodnotu. Tento systém se snaží eliminovat zjednodušením a automatizací procesů, integrací systému, synchronizací informačního toku mezi zákazníky a dodavateli. Mezi základní součásti řešení SCM můžeme řadit oblasti:

- plánování a optimalizace výroby
- plánování odbytu a optimalizace skladových zásob
- efektivita nákupu
- řízení dopravy
- elektronická komunikace se zákazníky a partnery (Daněk, Plevný a Svoboda, 2005)

System lze integrovat s dalšími systémy, podle typu dodavatelů, výroby apod.

### 3.2.5 Systém IMS

*Tento systém je vyšší forma předcházejících systémů řízení výroby. Kromě vlastního plánování a řízení výroby zahrnuje i předcházející a následující části logistického řetězce. To znamená spolupráci s dodavateli i odběrateli. Je založen na vyspělých informačních technologiích. Těchto se využívá všude. Od řízení manipulačních a dopravních zařízení a robotů až po satelitní přenos informací.* (Daněk, Plevný a Svoboda, 2005, s. 107)

## 3.3 Logistické technologie ve výrobě

### 3.3.1 KAIZEN

Kaizen vznikl v Japonsku. Znamená neustálé zlepšování všech, manažerů i dělníků. Filozofie Kaizen předpokládá, že náš způsob života, jak osobní tak pracovní, by se měl neustále pomalými krůčky zlepšovat. Kaizen se zabývá zlepšením faktorů, jakou jsou produktivita práce, absolutní kontrola kvality, aktivity různých kroužků, systém zlepšovacích návrhů, automatizace, průmyslové roboty a pracovní vztahy. (Imai, 2004)

Jednou vlastností je, že se snaží o hromadné zlepšování všech návrhů ze strany zaměstnanců a manažeři tyto návrhy dále zpracovávají a vyhodnocují tak, aby zachovávali standardní kvalitu výstupu. Kaizen se zaměřuje převážně na management, skupiny a jednotlivce, při čemž využívá určitých pomocných nástrojů (např. Paretovy grafy, grafy příčin a následků, sloupcový diagram, stromový diagram, maticový diagram apod.). (Imai, 2004)

### 3.3.2 LEAN PRODUCTION (štíhlá výroba)

*Koncept štíhlé výroby spočívá ve výrobě pružně reagující na požadavky zákazníka a poptávku, která je řízena decentralizovaně, prostřednictvím flexibilních pracovních týmů, při malé hloubce výroby (nízkém počtu na sebe navazujících výrobních stupňů).* (Keřkovský, 2009, s. 75)

Výsledkem snah je zeštíhlení všude tam, kde je to možné. Nejčastěji se to týká:

- redukce složitosti výrobků a výroby
- zmenšení a odstraňování mezioperačních zásobníků a skladů

- zjednodušení výrobních procesů, materiálových a informačních toků (Daněk, Plevný a Svoboda, 2005)

Důležitými principy lean managementu jsou:

- Plánovací princip pull: zakázky se nedonášejí, ale jsou v souladu s principem „do-nes“. Slouží k snížení mezioperačních zásob a zkrácení průběžných dob výroby.
- Princip zamezení plýtvání a optimalizace hodnototvorného řetězce: hlavním smyslem je takové plánování a kontrola, aby se od vstupů až po zákazníka zabránilo plýtvání.
- Princip nepřetržitosti: nepřetržitě znamená neustálé zlepšování. Při dosažení určitého vývoje, kvality, nepřestaneme zlepšovat, ale snažíme se dosáhnout stále lepší úrovně.
- Princip zaměření se na podstatné aktivity a klíčové schopnosti. (Keřkovský, 2009)

### 3.3.3 KANBAN

Kanban lze z japonštiny přeložit jako kartička, která slouží jako informační systém pro řízení toku výrobků. Kartička obsahuje potřebné informace o toku daného předmětu, které dělník potřebuje, aby byla zajištěna plynulost výroby. (Jan Heřman, 2001)

Rozlišují se zpravidla dva druhy kartiček:

- výrobní kanban (vztahuje se k jedné operaci)
- dopravní kanban (cirkulující mezi dvěma po sobě následujícími operacemi) (Heřman, 2001)

*Pracoviště, kterému dochází zásoba součástí určitého druhu, vystaví objednávkový kanban a spolu s prázdným přepravním kontejnerem jej odešle pracovišti, které tyto součásti dodává. To kontejner naplní předepsaným počtem součástí a vrátí jej odběrateli s původním kanbanem. Objednávané množství bývá velmi malé, například 1/10 denní potřeby. O dodávku tak vždy žádá následující pracoviště. Předcházející pracoviště objednávku musí splnit přesně co do množství i času. (Keřkovský, 2009, s. 74)*

Základní pravidla úspěšné činnosti technologie Kanban:

1. Personál následujícího pracoviště musí odebrat materiál z předcházejícího podle karty
2. Vyrábí nebo dodává se jen to, co požaduje karta

3. Nejsou-li na pracovišti žádné karty, nesmí být vyvíjena žádná činnost
4. Karty (fyzické) se pohybují zpět vždy s materiálem
5. Počáteční počet karet se zpravidla postupně musí snižovat na optimální počet (Daněk, 2005)

### 3.3.4 OPT

OPT vznikl v 70. letech v USA. Název technologie znamená optimální výrobní technologie. Zaměřuje se na úzká místa ve výrobě a plynulý tok materiálu celým výrobním procesem. Hlavním přínosem je redukce průběžných dob a celkové zvýšení průchodnosti výrobního systému. Technologie se navrhuje podle výrobního systému (tzn. každá firma má OPT navržen jiným způsobem). (Keřkovský, 2009; Daněk, 2005)

Plánovací algoritmy OPT jsou vybudovány na následujících principech:

- Rozhodující jsou výrobní toky. Snaha odstraňovat úzká místa
- Případné nevyužití některých pracovišť je důsledkem jiných omezení (zejména úzkých míst)
- Rozlišuje se také využití a aktivita pracovišť. Je-li pracoviště aktivní (vyrábí), ale výrobky musí čekat před úzkým místem, není tato aktivita využita.
- Hodina ztráty na úzkém místě je hodina ztráty pro celý systém
- Hodina úspory je fiktivní (opět se bude hromadit před úzkým místem)
- Úzká místa určují výkon celého výrobního systému (Keřkovský, 2009)

### 3.3.5 JIT

Just-in-time je nástroj, který se snaží eliminovat zásoby na co nejnižší míru, případně je zcela vyloučit. Filozofií je vyrábět jen to, co je nutné a v určitém počtu s co nejnižšími náklady, které jsou možné. JIT je orientován na eliminaci ztrát z nadprodukce, čekání, dopravy, udržování zásob a nekvalitní výroby. (Keřkovský, 2009; Daněk, Plevný a Svoboda, 2005)

Přínosy JIT:

- Redukce zásob a rozpracované výroby
- Redukce výrobních a skladovacích prostor
- Kratší průběžné doby, kratší seřizovací časy
- Jednodušší řízení, snížení režijních nákladů

- Zvýšení kvality (Keřkovský, 2009)

### 3.3.6 Vytěžovací systém BOA

Pochází z německého slova Belastungorientierte Auftragsfreigabe. Je to nástroj pro řízení výroby vhodný převážně pro jednostupňovou výrobu. Pro jednotlivá pracoviště jsou určena kapacitní zatížení v rámci plánovacího intervalu. (Bobák, 2001)

*Podstatou vytěžovacího systému je rozvrhnout na pracoviště jen tolik úkolů, kolik jich je schopno v daném plánovacím intervalu splnit. Systém pracuje se stanovením tzv. vytěžovací hranice, určující maximální zásobu rozpracované výroby na pracovišti. (Bobák, 2001, s. 37)*

## 4 ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ

Kvůli vnějším podnětům jsou často firmy nuceny přetvářet svou strukturu pružněji a dynamičtěji. Pomocí přímé komunikace, týmové práce, sjednocení cílů a rozhodnutí, systematickému myšlení a důslednému zavádění nových principů do praxe (rychlost v jednání) jsou podniky schopny zavádět příslušná opatření a kroky k procesním změnám. Jednotlivým pracovníkům by měla být vysvětlena efektivita práce, její význam, a tím je začleňovat do hloubky výroby, zplnomocňovat je a motivovat. (Vytlačil, Mašín, 1999)

Při zlepšování je dobré využít některých pravidel:

- *Když se objeví problém, jděte nejdříve na místo, kde se objevil*
- *Zkontrolujte reálná a pravdivá čísla*
- *Proveďte dočasná opatření na místě*
- *Najděte kořeny problému*
- *Formulujte a standardizujte preventivní opatření (Vytlačil, Mašín, 1999, s. 18.)*

Zlepšování procesů hraje dnes velmi významnou roli. Každý podnik musí v dnešní době zásadně zlepšovat a zdokonalovat procesy, tím zvyšovat produktivitu a jakost, snižovat náklady. (Vytlačil, Mašín, 1999)

V kapitolách plánování a řízení výroby již byly uvedeny podstatné nástroje pro zlepšování procesů. V této kapitole se uvedou některé další nástroje pro zlepšování procesů od časového hlediska, výkonnosti a využití strojů, lidí, zjišťování řešení problémů, rozmístění pracovišť apod.

### 4.1 Nástroje zlepšování procesů

#### 4.1.1 Klasické nástroje

1. Stratifikace: sběr dat, které jsou potřeba k vyhodnocení problému (materiál, čas, pracovník, stroj, prostřední, pracovní postup)
2. Datová tabulka: slouží pro sběr a prezentaci zjištěných údajů.
3. Histogram: na histogram jsou nanášena zjištěná data v časových horizontech.
4. Paretova analýza: slouží k identifikaci prioritních problémů. 20% jevu má za následek 80% příčin.



5. Diagram příčin a následku (Ishikawův diagram): zabývá se nalezením příčiny. Za každou závadu či chybou stojí nějaká příčina. Ishikawův diagram se snaží najít tuto příčinu.
6. Analýza rozptylu a trendu dat: korelačním diagramem se snažíme zjišťovat závislost mezi dvěma proměnnými.
7. Kontrolní (regulační) diagram: graficky se snaží sledovat a regulovat určitou veličinu a tím udržet proces v požadovaném stavu. (Vytlačil, Mašín, 1999; Černý, 2001)

Používání těchto metod má přínosy jako:

- zlepšování informovanosti o procesech
- poskytování informací potřebných k provedení změn
- zlepšení komunikace
- možnost diskuze založené na faktických údajích
- podporu dosažení dohody pro realizaci opatření (Vytlačil, Mašín, 1999)

#### 4.1.2 Nové nástroje

Na rozdíl od klasických nástrojů, kde byl převážně sběr a vyhodnocení číselných údajů, se nové nástroje liší již také flexibilitou a provázaností jednotlivých nástrojů. Při vhodném spojení nástrojů pro daný úkol dosáhneme velmi efektivní analýzy a zpracování nečíselných údajů, spolehlivě určovat priority, efektivně plánovat s respektováním nenadálých situací. (Vytlačil, Mašín, 1999)

Nové nástroje jsou:

1. Afinní diagram: hlavní úlohou je získané údaje vytřídit do klíčových myšlenek a témat a s využitím dalších nástrojů zlepšit proces
2. Relační diagram: využívá sběru dat z afinního diagramu. Snaží se najít logickou souvislost a vazbu mezi problémem a údaji.
3. Stromový diagram: má všestranné využití (navrhnutí plánu, zjištění příčiny...). Konstrukce začíná hlavním cílem, problémem nebo úkolem a člení se podrobněji na elementární cíle, úkoly, problémy, na které se snažíme přijít.
4. Maticový diagram: slouží pro uspořádání velkého počtu údajů (informace, myšlenky, problémy, cíle apod.) a znázorňuje jejich vzájemný vztah. Diagram znázorňuje vazby a nezávislost jednotlivých položek.

5. Diagram maticové analýzy dat: jediný nástroj, který je zaměřen na analýzu číselných údajů (dat). Využívá se v rámci průzkumu trhu pro vývoj a plánování nového výrobku nebo služby.
6. Šipkový diagram: je nástrojem k určení optimální doby pro splnění daného úkolu a pro grafické znázornění průběhu jednotlivých činností.
7. PDPC diagram: je podobný stromovému diagramu. (Vytlačil, Mašín, 1999; Černý, 2001)

#### 4.1.3 Rozmístění pracovišť

*Pracoviště je základem prostorové struktury výrobního procesu. Je to relativně ohraničená část výrobního procesu přizpůsobená pro vykonávání určitého výrobního úkolu (pracovních operací).* (Tuček, Bobák, 2006, s. 234)

Moderní uspořádání pracoviště je pomocí prostorového uspořádání buněk. Pomocí buněk je uspořádáno pracoviště tak, aby zajistilo plynulost výroby, tok materiálu, využití kapacity pracovníků a strojů.

##### 1. Základní analytické metody prostorového uspořádání:

- *Šachovnicová tabulka* - znázorňuje přehled materiálových přesunů za určité časové období
- *Trojúhelníková metoda* - slouží k rozmístění pracovišť a jejich kapacitních možností. Pracoviště s nejintenzivnějšími vazbami budou umístěny vedle sebe a na ně budou navazovat další

Pracoviště	1	2	3
1		2500	800
2	700		500
3	1400	1200	

Obr. 6 Šachovnicová tabulka pro trojúhelníkovou metodu (vlastní zpracování)

- *Metoda souřadnic*- stávající pracoviště se umístí do souřadnicové sítě a podle výpočtu se centrální sklad (pracoviště) umístí podle souřadnic. Vahou výpočtu je zde množství předávaného množství na pracoviště.

Vzorce pro výpočet souřadnic:

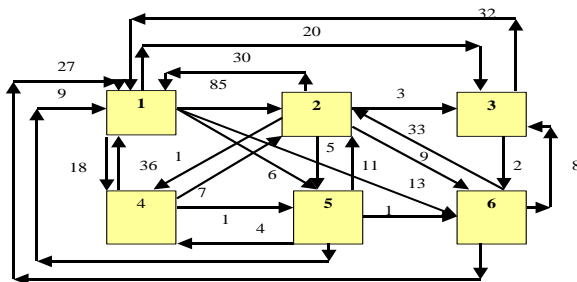
$X = \frac{\sum Xi * Qi}{Qi}$	(1)
-------------------------------	-----

$Y = \frac{\sum Yi * Qi}{Qi}$	(2)
-------------------------------	-----

- *Sankeyův diagram*- znázorňuje průběh materiálového toku mezi objekty za určitou časovou jednotku. (Tomek, Vávrová, 2000)

## 2. Metoda CRAFT:

Je podobná metodám síťové analýzy. Jde o metodu prostorového uspořádání. Cílem je stanovit uspořádání pracovišť tak, aby byla manipulace s materiálem co nejmenší. Se změnou pracovišť se mění vzdálenost mezi nimi. (Tomek, Vávrová, 2000)



Obr. 7 Diagram metody CRAT (Muzikantová, 2012)

## 3. SMED:

*Metoda se soustředí na snižování přechodových časů, tj. doby, která plyne od ukončení posledního kvalitního kusu dané dávky do okamžiku výroby prvního kvalitního kusu další dávky.* (Tuček, 2011, s. 44)

Ve výrobním procesu 95% času nepřidává na hodnotě výrobku. Většina výrobců se zabývá snižováním zbylých 5% času. Metoda SMED se tudíž zaměřuje na oněch 95% času, který nepřidává hodnotu. (Tuček, 2011)

### 4.1.4 Další nástroje

1. 5S - základním charakterem 5S je uspořádání pracovišť, které vychází z 5 japonských slov, které jsou přeloženy jako:

- *Pořádek*- na pracovišti zůstává jen to, co je potřebné
- *Uspořádání*- uložit potřebné předměty tak, aby je mohl každý najít a mít po ruce
- *Čistota*- pracoviště musí zůstat čisté. Právě nečistota může ovlivnit poruchovost strojů
- *Úklid*- po každé práci vše uklidit a dát na své místo
- *Disciplína*- přesné dodržování všech výše uvedených bodů je samozřejmostí.  
(Tuček, 2011)

Cílem je dodržování výše uvedených podmínek. Tím lze přispět k eliminaci plýtvání.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 5 PŘEROVSKÉ STROJÍRNY

Přerovské strojírný se sídlem v Přerově je významným dodavatelem strojů a kompletních závodů pro průmysl výroby stavebních hmot. Déle než 50 let jsou strojírný spojeny s konstrukcí a technologií pro cementárny, vápenky, drtírny a třídírny lomového kamene, šterku a písku a úpravny uhlí a rud. Výrobní provozovny patří mezi nejlépe technicky a technologicky vybavené výrobní základny v České republice s rozsáhlými technologickými možnostmi výroby velkorozměrových rotačních částí, velkorozměrového ozubení, strojního obrábění, svařování a žihání. (interní zdroj)

### Mezi hlavní produkty strojíren patří:

- mlýny pro cementářský a těžební průmysl
- ring motory pro důlní mlýny
- rotační pece
- kladky pro důlní výtahy
- válcové mlýny
- drtiče (interní zdroj)

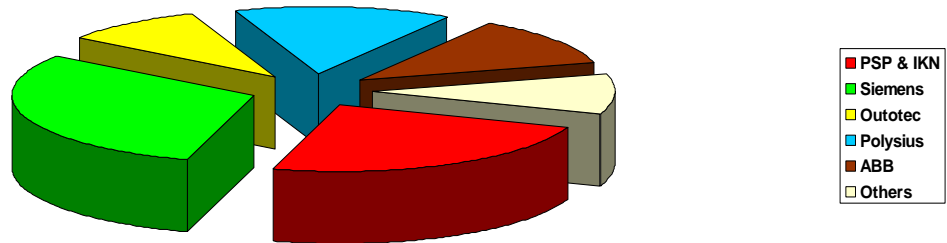
Strojírny mají také zastoupení v Německu, Rusku, na Ukrajině a Slovensku.

### Hlavními dodavateli pro strojírný jsou

- KENOX spol. s r.o. Praha
- Technické služby a.s. Přerov
- Feron, a.s. Praha
- PME, spol. s r.o. Přerov
- PARS Děčín, spol. s r.o. (interní zdroj)

### Certifikáty a ocenění:

- QMS - certifikováno QMS dle ISO 9001
- EMS a OHSAS - aktivní dodržování požadavků na životní prostředí a bezpečnosti práce v souladu s vládními nařízeními České republiky.
- CIP (neustále zlepšování procesu) - založeno na interních a externích auditech a interních nástrojích zlepšování procesu (interní zdroj)

**Struktura zákazníků:**

Obr. 8 Struktura zákazníků (interní zdroj)

Přerovské strojířny dodávají PSP & IKN řůzné výrobky, Siemens velké motory, Outotec mlýny, Polysius také mlýny a ABB kladky.

**5.1 Management firmy****Představenstvo firmy:**

- generální ředitel
- finanční a personální ředitel
- manager internal plant contracting

**Management se skládá z:**

- PC Plant Contracting
- PC Pyro
- PC Comminution
- PC Workshop
- CC

## 6 ANALÝZA PRŮBĚHU VÝROBY

Pro praktické objasnění pojmu identifikace plýtvání a eliminace plýtvání je vhodné si toto plýtvání ukázat na průběhu životnosti výrobku - **lože svarku**, tj. od přijetí objednávky přes výrobu až po samotné skladování.

V analytické části nastíním průběh zakázky a realizaci výroby pro představu fungování a zajišťování hlavních cílů společnosti. Podrobněji se budu zabývat technickým postupem výroby svarku lože. Technický postup rozeberu na konstrukci lože a technologickém postupu jeho výroby, pomocí kterého zanalyzuji průběh vstupů výroby.

### 6.1 Svarek lože

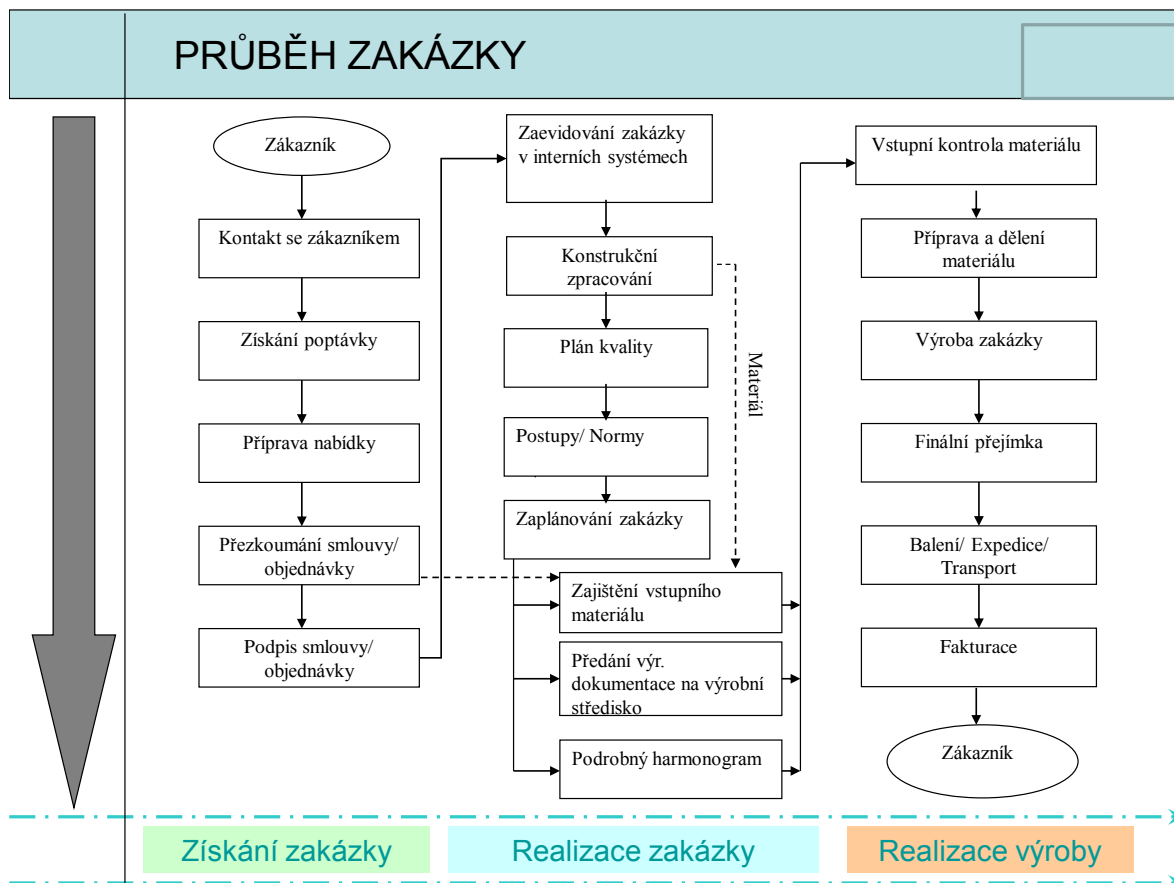
Vybraný výrobek je čelistový drtič DCJ 700x500, který patří k již tradičním středně velkým výrobkům určeným pro primární drcení kameniva o střední pevnosti. Ročně se ve strojárnách vyrábí 20 až 30 kusů těchto výrobků.

Mezi základní části drtiče DCJ patří lože, kyvadlo, hydraulické stavění štěrbin a dílce celkové sestavy. Podskupina lože tvoří základ pro uložení kyvadla a na jedné straně ohraničuje drtící prostor a na straně druhé vytváří opěrné plochy pro vzpěrné desky a upevnění hydraulického stavění. Vzhledem ke složitosti celého výrobku byl v rámci bakalářské práce vybrán dílec s názvem „Lože svarek - č.v. 1033001/1B7“.

### 6.2 Průběh zakázky a realizace výroby strojírny

Průběh zakázky nám představuje životnost cyklu výrobku od prvotní poptávky přes rozplánování a zjištění, zda je firma schopna výrobek vyrobit podle očekávání zákazníka až po konečnou výrobu, fakturaci a dodání zákazníkovi. Na obrázku máme zobrazení průběhu zakázky, kterým se strojárny řídí. Důležitým faktorem je komunikace se zákazníkem, stanovení nabídky, za kterou je firma schopna výrobek realizovat a příprava rozplánování vstupů po samotnou výrobu. Následuje samotná výroba, fakturace a dodání výrobku zákazníkovi.





Obr. 9 Průběh zakázky (interní zdroj)

Pro lepší představu realizace výroby ve strojárnách uvádím podrobnější popis. Systém výroby se skládá z procesů, do nichž vstupují vstupy, které mají na starosti určitá oddělení. Vstupy se v procesech přetvářejí na výstupy, které spravují jiná oddělení. Celý průběh všech procesů na sebe navzájem navazuje a tvoří systém výroby. Zkratky oddělení znamenají:

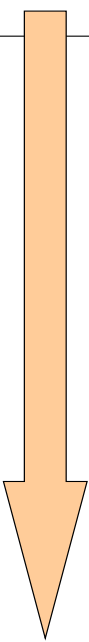

MAWP... nákup

MAPW... plánování výroby

MAW... výroba

MDQC... kontrola kvality

PM... ProjektManagement

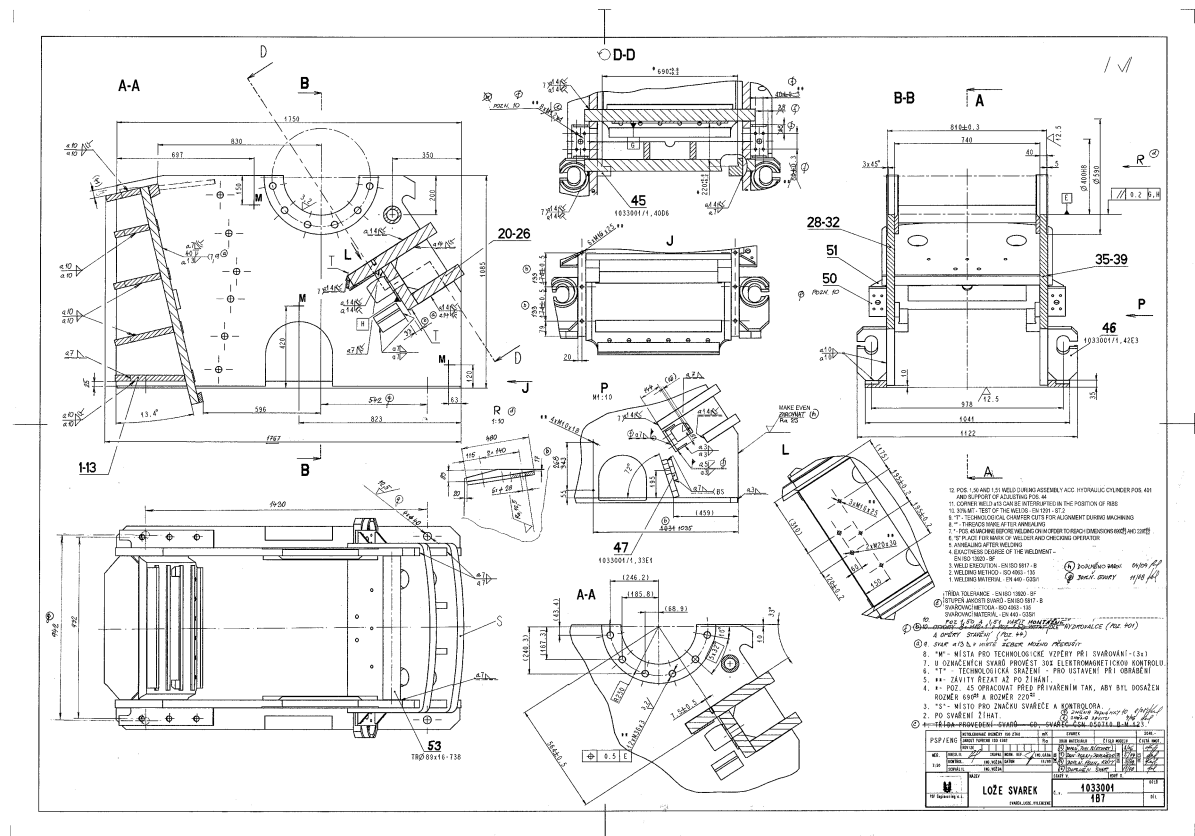
REALIZACE VÝROBY					
	VSTUP	ODP.	PROCES	VÝSTUP	ODP.
	- příjemka materiálu - objednávka - materiálový atest - doklady o shodě s požadavky - výkresová dokumentace - plán kvality	MAWP	VSTUPNÍ KONTROLA MATERIÁLU	- podepsaná příjemka materiálu - založení materiálových atestů a vstupních dokumentů kvality - uvolnění materiálu pro výrobu/další použití	MDQC
	- soupis děleného materiálu - výkresová dokumentace - výdejky pro dělení materiálu - směnový plán - požadavek na materiál - převodky materiálu	MAPW	PŘÍPRAVA A DĚLENÍ MATERIÁLU	- Tvorba pálicích plánů - Dělení materiálu s ohledem na termíny - Předání materiálu na výrobní střediska - Zúčtování výdejek materiálu v systému MAX	MAW
	- Kompletní výrobní dokumentace - materiál	MAPW MAWK	VÝROBA ZAKÁZKY	- příprava výroby - vyčlenění KOO - předání dokumentace pracovníkům - zaznamenání do výrobních plánů a systému MAX	MAW
	- kompletní výrobek po tinařním nářeru - expediční sborník - výrobní dokumentace	MAW	FINÁLNÍ PŘEJÍMKA	- předání výrobku balicí firmě - inspekční protokol zákazníka - Záznamy o shodě požadované zákazníkem	MAW MDQC PM
	- dokumenty a záznamy kvality - balicí podmínky zákazníka - balicí předpis - přepravní náčrtek - Incoterms 2010 podmínky z kontraktu - balicí listy - příkaz k expedici	MDQC PM	BALENÍ/ EXPEDICE/ TRANSPORT	- schválené balicí listy - CMR - přepravní dokumentace - list of origin - celní doklady	PM
	- zaslání faktury zákazníkovi	PM	FAKTURACE	- proplacení faktury zákazníkem	PM
 Realizace výroby					

Obr. 10 Realizace výroby (interní zdroj)

### 6.3 Konstrukce svarek lože

Konstrukce je prvotní příprava pro rozplánování materiálu pro výrobu a samotnou výrobu. Software používaný strojírnami pro návrh 3D a výkresovou dokumentaci je ProEngineer, většinou poslední, aktuální verze - WildFire 5. Software pro výpočet FEM je Ansys, také aktuální verze.

Vytváření kompletního funkčního modelu sloužícímu jako podklad pro výkresovou dokumentaci trvá asi 700 hodin (tyto hodiny nezahrnují práci/čas výpočtu oddělení FEM, ale zahrnují následné korekce/optimalizace na základě výsledků výpočtů FEM). Výkresová dokumentace se tvoří zhruba 1300 hodin. Poté je tato dokumentace předána do výroby (oddělení Technologie). Tyto podklady jsou vytvořeny jen jednou a slouží pro další kusové zakázky výrobku.



Obr. 11 Výkresová dokumentace svarek lože (interní zdroj)

Na výkresové dokumentaci jsou uvedeny nákresy všech částí lože svarku. Číslo 1 -13 představuje čelo přední, 20 -26 čelo zadní, 28 -32 bočnice levá, 35 -39 bočnice pravá, 45 vedení, 46 opěrka, 47 vodítko,

## 6.4 Technologický postup

### Poddíly svarku lože:

Řádek	Číslo dílu	Název	Množství	MTJ
10	1033001/1,1B7	Čelo přední	1,00	ks
20	1033001/1,20C7	Čelo zadní	1,00	ks
30	1033001/1,28D7	Bočnice levá	1,00	ks
40	1033001/1,35D7	Bočnice pravá	1,00	ks
50	1033001/1,40D6	Vedení	2,00	ks
60	1033001/1,42E3	Opěra pružiny	2,00	ks
70	1033001/1,33E1	Vodítko	2,00	ks
80	1033001/1,50E7	Ucho	2,00	ks

90	1033001/1,51E7	Žebro ucha	4,00	Ks
100	1033001/1,53X7	Trubka rozpěrná	1,00	Ks
110	A1819047	TR KR76X4	10,48	Kg
120	A2139910	Drát svařovací 1	3,00	Kg
130	A2139992	Drát svařovací 1,2	31,00	Kg

Postup opracování a výroby lože svarek:

Výroba svarku lože se skládá z výše uvedených dílů, které byly již předtím samostatně opracovány a nyní jsou sestaveny dohromady. Postup výroby:

Č.op	Název	Střed	Trvání op.	Meziop. čas	Kusový č.	Přípravný č.
<b>1</b>	<b>Řezat</b>	2523	0,00 H	0,00 H	7,20 M	0,00 M
	Používá se zde pila kotoučová pro dělení hutního profilového materiálu a trubek. Materiál je upínán mechanicky pomocí svěráků. Obsluhu zabezpečuje jeden pracovník.					
<b>2</b>	<b>Značit</b>	2523	0,00 H	0,00 H	0,00 M	3,00 M
	Značení materiálu provádí pracovník předcházejícího pracoviště po nadělení. Slouží k identifikaci dílce v rámci vyráběné zakázky a identifikaci materiálu. Popis se provádí ručně pomocí značkovače a ražením atestačních značek.					
<b>10</b>	<b>Sestavit</b>	2525	0,00 H	0,00 H	9,75 H	0,25 H
	Zámečnické pracoviště vybavené sestavovací plotnou pro sestavování a stehování svarků. Provádí se zde rovněž úpravy materiálu po dělení, rovnání, odjehlování a další ruční činnosti. Manipulace probíhá pomocí sloupového nebo mostového jeřábu. Sestavování svarků se provádí ve dvojicích.					
<b>20</b>	<b>Svařit</b>	2525	0,00 H	0,00 H	15,85 H	0,15 H
	Svařovací pracoviště vybavené otočným jeřábem pro rychlou manipulaci a zařízením pro ruční svařování drátem v ochranné atmosféře plynu CO <sub>2</sub> a drobnými zařízeními např. pro polohování svarků nebo předeřev.					
<b>30</b>	<b>Žíhat</b>	2525	0,00 H	0,00 H	2,10 H	0,00 H
	Velká vozová plynová žíhací pec pro teplené zpracování převážně svarků. Je umístěna v jiné hale. Vůz o rozměrech 10x10m se naplní dílci se stejným režimem zpra-					

<b>Č. op</b>	<b>Název</b>	<b>Střed.</b>	<b>Trvání op.</b>	<b>Meziop. čas</b>	<b>Kusový č.</b>	<b>Přípravný č.</b>
	cování. V případě menšího naplnění pece se z důvodů snížení nákladů žihá v menších pecích v externích firmách.					
<b>35</b>	<b>Kontrola</b>	2525	0,00 H	0,00 H	0,00 H	0,00 H
	Pracoviště kontroly zabezpečuje 1 pracovník kontroly přímo v prostoru zámečnického pracoviště. Pomocí běžných měřících zařízení provádí vizuální i rozměrovou kontrolu výrobku.					
<b>40</b>	<b>Tryskat</b>	2524	0,00 H	0,00 H	3,00 H	0,15 H
	Tryskání ocelovou drtí na předepsanou drsnost povrchu Sa 2,5. Tryskací medium je unášeno pomocí stlačeného vzduchu, použitá ocelová drť se čistí a recykluje pro další použití.					
<b>50</b>	<b>Upravit</b>	2525	0,00 H	0,00 H	6,85 H	0,15 H
	viz operace 10					
<b>60</b>	<b>Kontrola NDT 2550</b>		0,00 H	0,00 H	2,50 H	0,33 H
	Pracovník kontroluje vnitřní kvalitu svarů nedestruktivní metodou pomocí ultrazvuku. Množství a velikost vnitřních vad nesmí překročit hodnoty předepsané normou. V případě překročení povolených hodnot musí svářeč zjištěné vady opravit.					
<b>70</b>	<b>Rýsovat</b>	2522	0,00 H	0,00 H	2,00 H	0,15 H
	Pracoviště pro prorýsování dílců před opracováním. Dílec se vyrovná pomocí stavitelných opěrek na rýsovací plotnu. Pomocí stojánku, jehly a důlčků pracovník prorýsuje a označí přídavky pro opracování.					
<b>80</b>	<b>Frézovat</b>	2522	0,00 H	0,00 H	12,70 H	2,30 H
	Horizontální vyvrtávačka s průměrem vřetene 160 mm, která se pohybuje ve svislém a otočném směru společně se stojanem stroje. Dílce jsou upínány na otočný stůl o rozměrech 2x2 m. Stroj je řízen pracovníkem ručně pomocí displejů a přepínačů					
<b>90</b>	<b>Kontrola</b>	2522	0,00 H	0,00 H	0,00 H	0,00 H
	Pracoviště kontroly je vybavené pevnou deskou a potřebnými měřidly. Pracují zde celkem 3 pracovníci. V případě větších rozměrů dílců nebo při potřebě kontroly dílce v upnutém stavu provádí pracovníci kontrolu dílce na pracovišti strojního opracování.					

<b>100</b>	<b>Upravit</b>	2525	0,00 H	0,00 H	1,50 H	0,15 H
	viz operace 10					
		<b>Kusový čas</b>		<b>Přípravný čas</b>		<b>Počet operací</b>
<b>Součty za postup:</b>		<b>3382,20 Min</b>		<b>220,80 Min</b>		<b>13</b>

## 6.5 Procesní analýza

Procesní analýzou se rozepisuje celý výrobní postup (tj. od prvního vstupu materiálu po expedici k zákazníkovi). Zobrazuje nám všechny činnosti, které buď hodnotu přidávají nebo nepřidávají, materiálový tok mezi skladem a pracovištěm, potřebný počet zaměstnanců, pracovní časy a přípravné časy. (Dvořáková, 2010)

Tab. 2 Procesní analýza-lože svarek (vlastní zpracování)

č.	Lože svarek činnost	operace	transport	kontrola	skladování	přípravný č.	vzdálenost	doba trvání (h)	p. pracovníků
1	Řezat	○				0		0,12	1
2	Značit	○				0,05		0,05	1
3	Transport		⇨				50	0,14	1
4	Sestavit	○				0,25		10	1
5	Transport		⇨				40	0,05	1
6	Svařit	○				0,15		16	1
7	Transport		⇨				500	1,5	2
8	Žíhat	○				0		2,10	1
9	Transport		⇨				500	1,5	2
10	Kontrola			◇		0		0	1
11	Transport		⇨				170	0,17	1

12	Tryskat	○				0,15		3,15	1
13	Transport		⇒				170	0,2	1
14	Upravit					0,15		7	1
15	Kontrola			◇		0,33		2,83	1
16	Transport		⇒				80	0,14	1
17	Rýsovat	○				0,15		2,15	1
18	Transport		⇒				20	0,1	1
19	Frézovat	○				2,3		15	1
20	Transport		⇒				10	0,1	1
21	Kontrola			◇		0		0	1
22	Transport		⇒				60	0,14	1
23	Upravit	○				0,15		1,65	1
24	Transport		⇒				20	0,05	1
25	Skladování				△				1
č.	Lože svarek činnost	operace	transport	kontrola	skladování	přípravný č.	vzdálenost (m)	doba trvání (h)	p. pracovníků
	<b>Celkem-četnost</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	<b>2</b>				<b>25</b>
	<b>-součet časů</b>					<b>3,68</b>		<b>64,14</b>	
	<b>-vzdálenost</b>						<b>1620</b>		

Z výsledků procesní analýzy je patrné, že materiál (polotovár) je během výroby přesouván 1620 metrů. Tato vzdálenost je udána podle technologického plánu výroby, ale v jednom případě se tato vzdálenost ještě navyšuje o vzdálenost mezi pracovištěm sestavování a sváření, kdy pracovník si pro snadnější manipulaci a sestavování sestaví jen část procesu, dá

tento jeden díl na sváření a poté sestaví zbytek dílu a polotovár je opět předán na sváření. V našem případě je to postupné sestavování bočnice pravé a levé, které se mohou podle technologického plánu dělat naráz nebo pro lepší manipulaci zvlášť. Důležité je se zamyslet nad zkrácením toku výroby mezi pracovišti navrhnutím lepšího uspořádání pracovišť. Bohužel, výrobní proces se skládá z pracovišť, která obsahují těžké stroje ukotvené pevně v zemi (žádná manipulace). Jediná pracoviště, která jdou upravit, jsou zámečnické práce a svařování. Z poměru počtu operací a transportu je patrné, že by byla potřeba navrhnout proces tak, aby se snížil počet transportu.

Výsledný počet potřebných zaměstnanců je zavádějící, neboť podle technologického plánu je zapotřebí na každou operaci 1 pracovník, ale ve skutečnosti některé operace dělají 2 pracovníci. Počet zaměstnanců pro transport je dán tím, jestli je transport prováděn jen jeřábem nebo i pojezdovým vozíkem. Zaháknutí polotovaru na jeřáb provádí sám pracovník na pracovišti.

Celková doba výroby svarku lože trvá 64,14 hodin, tento čas zahrnuje potřebnou dobu výroby 1 kusu. Přípravný čas zahrnuje 3,68 hodin. Tento čas není velký, ale šel by zkrátit přípravou na výrobu už v průběhu výroby předcházejícího výrobku. Doba přesunu není v uvedených časech zahrnuta a vzhledem k celkovému charakteru výroby (kusová adresní výroba) je z hlediska plánování uvažována jako konstantní minimální potřebná hodnota pro přepravu a čekání mezi jednotlivými operacemi (v rámci pracoviště na stejném středisku 4 hod, mezi operacemi v rámci haly mezi různými středisky 8 hod.)

## 6.6 Nástroje plánování ve strojárnách

Rozplánování zakázek a samotné řízení zakázek a k tomu patřící řízení samotných pracovišť je jednou z hlavních součástí dobře fungující společnosti. Pomocí dobrého rozplánování a kontroly se může ušetřit mnoho nákladů, zlepšit a zrychlit výroba, zkvalitnit požadavky k zákazníkovi.

Rozplánování zakázek strojárn řeší pomocí softwaru **Max MRP**.

Hlavní přínosy Max MRP:

- Zlepšení plánování a řízení
- Zlepšení předpovědi pro nákup
- Pomoc při podnikatelských rozhodování



- Dokonalejší řízení velkých kontraktů (zakázek)
- Snižování zásob
- Zkracování průběžných dob
- Pořádek, standardizace, zlepšení kvality vykonávaných činností
- Atd. (S&T CZ s.r.o., 2007-2012)

Strojírny využívají tento software převážně na rozplánování zakázky pomocí technologického postupu, který dostane od technologie. Technologický postup udává pracoviště, počet pracovníků, potřebu materiálu, normy pracnosti a přípravné časy. Tento technologický postup je vepsán do Maxu, který přidělí určité pracoviště podle kapacitních propočtů, které ovlivňují další zakázky a rozplánuje potřebu dodávky materiálu od dodavatele. Kalkulace rozplánování probíhá přes noc, kdy běží PPM proces a ráno je zakázka rozplánovaná.

Nevýhodou Max software je nepřesné propočítávání kapacit pracovišť. Mnohdy jsou pracoviště navržena tak, že pracnost na pracovištích přesahuje kapacitu daného pracoviště (nezohledňuje kapacitu s dodávkami - vznikají úzká místa). K tomuto problému slouží ve strojárnách **APS Preactor**.

**APS Preactor** je zaměřen stejně jako zmiňovaný MRP Max na zvýšení produktivity, snížení zásob, snížení rozpracovanosti materiálu, zlepšení plnění dodávek, dokonalé řízení výroby apod. Preactor podporuje filozofii štíhlé výroby.

Tento software je navržen tak, aby se stávajícími systémy fungoval souběžně a napomáhal jim, nikoli aby je nahradil. Jinými slovy je to nástavbový systém pro pokročilé plánování. Hlavní výhodou, proč strojírny využívají APS Preactor, je integrace s Max MRP se zaměřením na kapacitu strojů, odečítání operací a postupů na pracovištích, a tím přesnější využívání kapacity. Nedochozí vzniku úzkých míst a nedostatečnému využití pracovišť a pracovníků. (Minerva, 2012; vlastní zpracování)

Pro pravidelnou údržbu a řízení strojů (**TPM**), a tím zamezení prostojů z poruch, mají strojírny najatou **externí firmu**, která dělá ve firmě pravidelnou roční údržbu.

**Vizuální management:** vizuální management není veden u pracovníků ve výrobě ale jen u výše postavených. Ve strojárnách jsou vedené pravidelné měsíční schůzky, kterých se zúčastní vedoucí dílny, technologie a konstrukce. Hodnotí se zvlášť cíle a produktivita jednotlivých středisek, ale také jednotlivých pracovníků. Produktivitou se myslí poměr měsíčních

plánů k odhlášeným hodinám pracovníků (výkonnost pracovníků). Výstupem jsou grafy pro různá střediska. Data se získávají a vyhodnocují z Maxu MRP.

Standardy (organizační směrnice) ve strojárnách se dodržují podle certifikované normy **QMS dle ISO 9001**.

Základní hlavička normy ISO 9001 je:

- systém managementu jakosti (požadavky na dokumentaci)
- odpovědnost managementu (osobní angažovanost a aktivita, zaměření na zákazníka, politika jakosti, plánování, odpovědnost, pravomoc a komunikace, přezkoumání managementu)
- management zdrojů (poskytování zdrojů, lidské zdroje, infrastruktura, pracovní prostředí)
- realizace produktů (plánování, procesy týkající se zákazníka, návrh a vývoj, nakupování, výroba, řízení monitorovacích a měřících zařízení)
- měření, analýza a zlepšování (monitorování a měření, řízení neshodného produktu, analýza údajů, zlepšování) (Briš, 2011)

## 7 IDENTIFIKACE PLÝTVÁNÍ

V této kapitole se budu snažit identifikovat všechny druhy plýtvání při výrobě svarku lože. Plýtvání je činnost, která nepřidává žádnou hodnotu. Mezi plýtvání patří méně či více zbytečné procesy. V zásadě máme 7 základních druhů plýtvání:

- **Plýtvání způsobené nadprodukcí:** Vzniká z výroby produktů ve větším množství, než zákazník požaduje, může to být dáno vyšší produktivitou práce dělníků, zmetkovost apod.
- **Plýtvání způsobené nadbytečnými zásobami:** Skladování dílů, materiálů atd.
- **Plýtvání způsobené opravami a zmetky:** Vznik nekvalitních zmetkových výrobků.
- **Plýtvání způsobené zbytečnými pohyby:** Přesun dělníka od výrobní linky do skladu pro materiál nebo k výdejně materiálů, pohyby paží montážního dělníka apod.
- **Plýtvání způsobené špatným zpracováním:** Špatné rozmístění výrobní linky, náročná technologie kontroly kvality, vznik otřepů z nespolehlivé pily atd.
- **Plýtvání způsobené prostoji (čekáním):** Kvůli čekání nelze pokračovat ve výrobním procesu (porucha stroje, nedostatek materiálu, nerovnoměrná výroba, potřeba informací atd.)
- **Plýtvání v oblasti dopravy:** Vzdálenost skladiště od pracovišť, vzdálenost mezi jednotlivými pracovišti. (Trilogiq, 2012)

Pro svarek lože se budu převážně zabývat plýtváním v oblasti dopravy, nadbytečnými zásobami materiálu a dílů pro svarek, opravami a zmetky, zbytečné pohyby zaměstnanců a prostoji. Nadprodukcí se nelze zabývat, jelikož svarek lože je kusová výroba.

### 7.1 Využití kapacit pracovišť u svarek lože

Při srovnání skutečné kapacity strojů a využití kapacity strojů můžeme zjistit procentuální využití pracoviště a tudíž i jeho prostoje z důvodů čekání na materiál, nemoci pracovníků, opravy a údržby stroje atd. Pomocí zjištěných údajů můžeme navrhnout lepší využití stroje a tím plynulejší a rychlejší výrobu.

Údaje o využití kapacit pracovišť svarku lože:

Tab. 3 Využití kapacit pracovišť (vlastní zpracování)

Číslo opracování	Pracoviště	Pracovníci	Kapacita (145 hod)	Vytížení (hod)	Rozdíl
1-05611	Okružní pila	1	145	256	-111
2-09221	Značení	0	0	40	-40
10,50,100-94205	Zámečnické práce	25	3673	1687	1986
20-27505	Svařování	5	741	644	97
30-17391	Žíhací pec	3	435	171	264
35,90-98635	Kontrola	0	0	0	0
40-61564	Tryskat	2	290	272	18
60-86810	Nedestruktivní zkoušky	9	1307	1307	0
70-94122	Rýsování	2	290	395	-105
80-48282	Horizontka	7	1047	742	305

Vytížení pracovišť udává odhlášené časy pracovníků na konkrétním pracovišti. Čísla mohou být nepřesná, neboť odhlašování pracovníků z jednotlivých pracovišť se nekontroluje. U kontrol je uvedeno 0 pracovníků, neboť ta čísla operací nejsou ve své podstatě pracoviště, mají charakter režijních a nejsou ze strany technologie normovány. U značení tuto činnost dělá zámečník, který si připravuje materiál ke zpracování.

Červená čísla udávají přetížení pracoviště. Černá zase ukazují nevyužití celé kapacity pracovišť z důvodů nerovnoměrné skladby výrobků nebo různých prostojů (poruch nebo údržby strojů, čekání na dodávku materiálu, úzká místa, nemoc pracovníků apod.).

#### **Efektivnost jednotlivých pracovišť:**

$efektivnost = \frac{SVP}{kapacita}$	(3)
--------------------------------------	-----

Okružní pila značení = 204%

- Zabezpečuje ten samý pracovník, proto počítám dohromady

Zámečnické práce = 46%

Svařování = 87%

Žihání = 40%

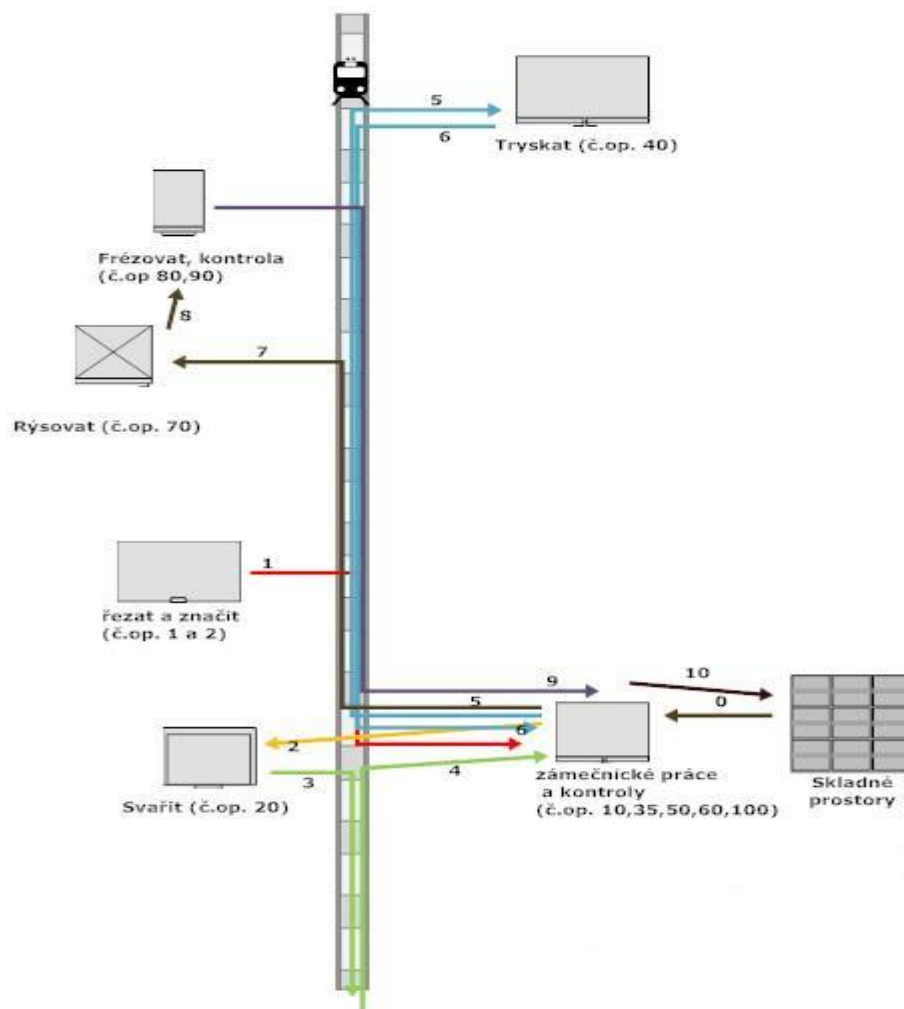
Tryskání = 94%

Rýsování = 136%

Horizontka = 71%

U vytížení nad 100% vidíme zúžená místa a tím neplynulost výroby.

## 7.2 Uspořádání pracoviště



Obr. 12 Původní uspořádání pracoviště (vlastní zpracování)

Na obrázku máme popsané uspořádání pracovišť pro svarek lože. Jednotlivé šipky a čísla u šipek udávají postupný tok montáže svarku lože. Většina toku prochází právě přes středisko zámečnických prací. Tok montáže protéká dohromady osmi pracovišti o celkové délce 1620 metrů a časem 4,07 hodin. Nejdelší tok, který nám zabírá největší časovou ztrátu, je přesun ze svařovacího střediska na žíhací pec, která je umístěna v druhé hale. Druhou největší ztrátou z přenosu polotovaru nám dává zámečnické středisko, kde probíhá 6 operací. Dráha mezi zámečnickým střediskem a svařováním je v reálu větší, neboť pro snazší sestavování se sestaví část výrobku a poté jde na sváření a opět na zámečnické středisko, kde se sestaví zbytek a jde opět na sváření. Dráha uprostřed jsou koleje, po kterých jezdí vozík. Dráhy mimo koleje jsou zabezpečovány jeřáby.

### 7.3 Skutečné časy pracnosti

Tab. 4 Časy pracnosti (vlastní zpracování)

č. opracování	Popis pracoviště	Plánovaný přípravný čas	Plánovaný kusový čas	Plánovaný celkový čas	pracovník	Odhlášený přípravný čas	Odhlášený kusový čas	Odhlášený celkový čas	Rozdíl celkem
1	Řezat	0	0,12	0,12	1	0,12	0,12	0,12	0
2	Značit	0,05	0	0,05	1	0,05	0	0,05	0
10	Sestavit	0,25	9,75	10	5	0,25	9,78	10,03	+0,03
20	Svařit	0,15	15,85	16	4	0,15	16	16,15	+0,15
30	Žíhat	0	2,1	2,1	1	0	2,22	2,22	+0,11
35	Kontrola	0	0	0	-	-	-	-	-
40	Tryskat	0,15	3	3,15	1	0,15	3,22	3,37	+0,22
50	Upravit	0,15	6,85	7	1	0,15	5,03	5,18	-1,82
60	Kontrola	0,33	2,5	2,83	1	0,01	0	0,01	-2,82
70	Rýsovat	0,15	2	2,15	2	0,15	0	0,15	-2

80	Frézovat	2,3	12,7	15	2	2,3	12,67	14,97	-0,03
90	Kontrola	0	0	0	-	-	-	-	-
100	Upravit	0,15	1,5	1,65	1	0,15	1,5	1,65	

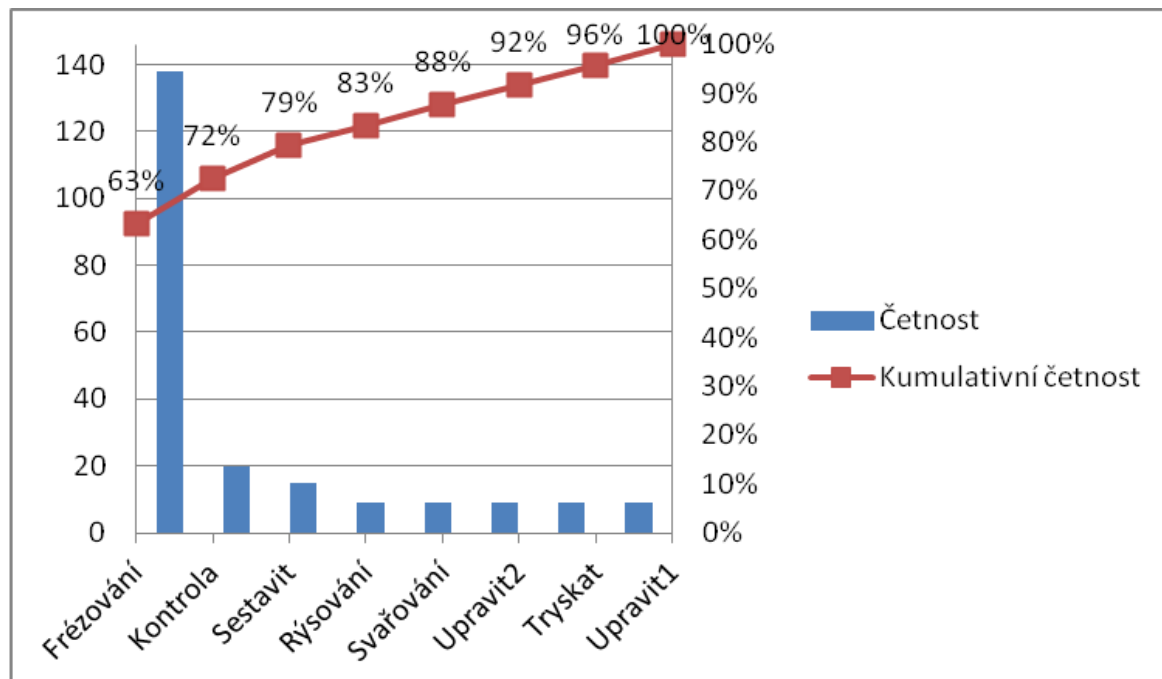
#### 7.4 Přípravné časy

U mnoha operací vstupují do výroby také přípravné časy, které ne mnoho, ale přece jen zdržují výrobu. Mělo by se zaměřit na rozpitvání vstupů v přípravném čase a pokusit se některé tyto vstupy vykonávat již při předešlé operaci.

Přípravné časy u jednotlivých pracovišť:

- **Sestavit (10 op.):** sestavování probíhá na zámečnickém pracovišti. Do přípravného času vstupuje prostudování technické dokumentace, příprava pracovních pomůcek.
- **Svařování (20 op.):** ruční svařování, u kterého je potřeba prostudovat si technickou dokumentaci, příprava svařovacího agregátu včetně cívky s drátem a vyčištění hubice, oblečení do ochranného oděvu.
- **Tryskat (40 op.):** tryskání ocelovou drtí, zde zahrnuje přípravný čas prostudování technické dokumentace, doplnění tryskacího média, oblečení do ochranného oděvu.
- **Upravit (50 op.):** zámečnické práce, u kterých je potřeba při přípravě prostudovat technickou dokumentaci a připravit pracovní pomůcky pro danou činnost.
- **Kontrola (60 op.):** přípravný čas u nedestruktivní kontroly pomocí ultrazvuku spočívá v prostudování technické dokumentace a přípravě nástrojů pro měření, přípravě očištění dílce.
- **Rýsování (60 op.):** rýsování dílců před opracováním. Přípravný čas zahrnuje prostudování technické dokumentace a nachystání rýsovacích pomůcek.
- **Frézování (80 op.):** horizontální vyvrtávačka. Přípravný čas: prostudování technické dokumentace, montáž a demontáž stolu, ustavení kostek a úhelníků, vychystání nástrojů a výrobních pomůcek, vychystání měřidel.
- **Upravit (100 op.):** viz předešlé upravit.

Z Paretovy analýzy je zřejmé, že nejvíc bychom se měli zaměřit na operaci frézování, kde dochází k největším ztrátám při přípravě operací.



Obr. 13 Paretova analýza četnosti přípravných časů (vlastní zpracování)

## 7.5 Nejakost, zmetkovitost

Každá nekvalita, případně zmetkovitost představuje jednak nutné vícenáklady na jejich odstranění, ale také časové zdržení v průběhu výroby a tím způsobené vícenáklady z důvodů prostojů pracovníků, odstraňování nevyužití kapacit apod. V případě svarků lože např. firma, ve snaze snížit výrobní náklady, zadala v roce 2010 výrobu lože v externí kooperaci a ve dvou případech byl dodán vadný kus, který sice dodavatel opravil na vlastní náklady, ale došlo ke zdržení cca 1 měsíc. V dnešní době se již celá výroba koná ve firmě strojírně a nedochází k žádným vadám.

## 7.6 Skladování

Skladování je jedno z hlavních příčin plýtvání. Strojírny jsou převážně kusová výroba těžkého strojírenství. Jeden díl se skládá z mnoha podsestav, které se skládají z mnoha dílů, které se opět skládají z několika poddílů. Ukončená výroba poddílů musí čekat na začátek výroby dílu a musí být zatím někde uskladněna. Podle technické rozpisky by měla výroba určitého výrobku na sebe navzájem navazovat (např.: ukončení operace poddílu 20. května, začátek operace dílu 20. května). Ve skutečnosti je jeden poddíl zpracován dřív než druhý a musí



čekat. V jiných situacích jsou poddíly vyráběny zároveň s dílem tak, že určitý poddíl je vyráběn dřív kvůli potřebě tohoto poddílu na výrobu dílu.

### **Svarek lože:**

Celkový čas výroby svarku lože na výrobu je cca 65 hodin. Výrobek není ale vyráběn v kuse a plánovaná výroba trvá měsíc. Z tohoto důvodu váže lože svarek na sebe náklady v podobě skladování a efektivnosti výroby.

Tab. 5 Konstrukční rozpiska (vlastní zpracování)

Konstrukční rozpiska		
	<b>Plánovaný začátek</b>	<b>Plánovaný konec</b>
Svarek lože	14. 2. 2012	12. 3. 2012
<b>Poddíly</b>		
Čelo přední	15. 12. 2011	26. 12. 2011
Čelo zadní	15. 12. 2011	26. 12. 2011
Bočnice levá	21. 12. 2011	26. 12. 2011
Bočnice pravá	21. 12. 2011	26. 12. 2011
Vedení	20. 12. 2011	26. 12. 2011
Opěra pružiny	21. 12. 2011	26. 12. 2011
Vodítko	21. 12. 2011	26. 12. 2011
Ucho	20. 12. 2011	26. 12. 2011
Žebro ucha	22. 12. 2011	26. 12. 2011
Trubka rozpěrná	22. 11. 2011	26. 12. 2011

Z tabulky je patrné, že vyrobené poddíly musí být skladovány, než dojde jejich montáž na svarek lože.

Při rozhovoru se zaměstnancem jsem si ověřil, že se díly společně s materiálem skladují na otevřené ploše u zámečníků. Dochází k nepřehlednosti a přeplněnosti pracoviště. Zaměstnanec mnohdy musí hledat správné díly a potřebný materiál.

## 7.7 Ostatní plýtvání

Dalo by se nalézt mnoho dalších operací, které přispívají k plýtvání. Po konzultaci s vedoucím dílny a pracovníkem jsou u svarku lože největší problémy s prostoji u **přípravy materiálu a s naplněním žíhací pece**.

Materiál se nedodává do haly k opracování pro potřeby jednoho výrobku, ale plánuje se následovně: př.: Materiál (např. železná roura o průměru 10 cm) je tento den potřeba k výrobě svarku lože. Materiál se dodá pro všechny výrobky, které se dělají z tohoto materiálu (např. až za dva měsíce). Největší problém je, že pracovníci se zdržují s přípravou tohoto materiálu pro výrobky, které nejsou potřeba, a výroba potřebného výrobku stojí na čekání vstupu dalšího materiálu, který není připraven, neboť zaměstnanci pořád nařezávají nepotřebné kusy. Příklad: do výroby svarku lože je potřeba železná tyč a dráty. Zaměstnanci celý den řezou železnou tyč, ale na pracovišti výroby svarku lože se čeká na dodání nastříhaného drátu.

Žíhací pec je jednou z operací výroby svarku lože. Pec je umístěna ve vedlejší hale. Je to obrovská pec, je již provoz stojí mnoho nákladů. Je zapínána pouze, pokud je její objem zcela naplněn. K problému dochází, musí-li svarek lože čekat na další výrobky.

Jelikož jsou strojírny kusová výroba, není potřeba striktně dodržovat plánované časy. Tudíž se prostoje z čekání na materiál nebo na žíhací pec neřeší. Prostoje z čekání nejsou vedeny, a proto bohužel nemohu určit přesné prostoje. Pracoviště se může pustit zatím do výroby jiného výrobku. Většina výrobku se dělá s předstihem, jinak než je plánováno, pro případ nečekaných událostí.

## 8 NÁVRH MOŽNOSTÍ ELIMINACE PLÝTVÁNÍ

### 8.1 Uspořádání pracoviště

Pro eliminaci plýtvání v podobě přesunu materiálu použiji souřadnicovou metodu. Většina pracovišť je pevně zakotvena v zemi a není možno s nimi hýbat. Zaměřím se na přesun sváření a zámečnických prací se skladovacími prostory.

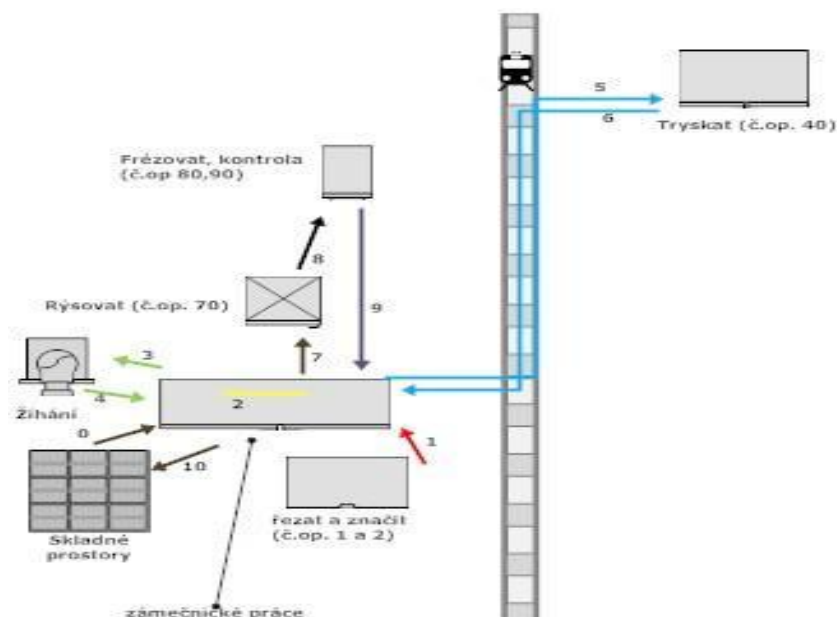
Jelikož se svářecí prostory skládají pouze z pomocných ploch pro bezpečné sváření, daly by se přemístit přímo k zámečnickému středisku a nahradit skladové prostory. Skladový prostor je pouze otevřená plocha vedle zámečnických prací, neboť před nějakým časem se zrušil mezisklad a všechny materiál je skladován u zámečníků. Pro souřadnicovou metodu budu počítat s přemístěním sváření, zámečnickými pracemi jako s jedním pracovištěm a navržením normálního meziskladu. Navrhnu také umístění menší žihací pece do haly.

**Pro zjištění lepšího uspořádání pracovišť beru v potaz pouze výrobek lože svarek.**

Výpočet:

$$X = \frac{7,93 + 4,69 + 4,45 + 4,25 + 8,07}{5} = 5,878$$

$$Y = \frac{0,98 + 2,16 + 3,6 + 5,78 + 7,33}{5} = 3,97$$



Obr. 14 Návrh pracoviště (vlastní zpracování)

U výpočtu jsem každému pracovišti určil polohu.

Se sloučením zámečnického pracoviště a svařováním se nám zkrátí materiálový tok mezi nimi a přenesením tohoto nového pracoviště se nám změní 90% materiálových toků. Přenesením menší žihací pece se nám nejdelší materiálový tok zkrátí na minimum. Navržením tohoto plánu se ulehčí přemísťování polotovarů díky použití pouze jeřábu. Přenášení z jeřábu na vozík a opět na jeřáb zabírá zaměstnancům mnoho času a je potřeba více zaměstnanců při upevňování než u použití pouze jeřábu.

## 8.2 Využití kapacit pracovišť

Červeně vyznačená pracoviště z předešlé identifikace znázorňují přetížení pracoviště.

U **rýsování** dochází k přetížení proto, že stejní pracovníci pracující na horizontce a obstarávají také rýsování. Řešením by bylo najmout pracovníka přímo na rýsování, nebo zaučit dalšího pracovníka, který by vypomáhal s rýsováním. Dalším důvodem přetížení může být pouze jedna rýsovací plotna. Řešením by bylo navrhnout další rýsovací plotnu na víc.

U **okružní pili a značení** by mělo být zavedeno stejné opatření jak u rýsování.

**Nevyužité kapacity (prostoje)** se mohou odstranit zaučením pracovníků na více pozic, vyřešením přetížení předchozích pracovišť (zrušením úzkých míst), zavedením pracovníků na údržbu strojů. V případě nedostatku práce na pracovišti snížit počet pracovníků převedením na jinou činnost.

Ve strojárnách se skutečné časy zapisují podle odhlášení pracovníků z operace. Některé skutečné časy mohou být zkresleny. Pro tyto případy by měla být zavedena na každém pracovišti kontrolní norma, kterou by se měl řídit každý pracovník, aby nedocházelo ke zkresleným údajům. Co se týče přímo odhlašování časů, měla by být zavedena kontrola. Příklad: Na každém pracovišti by mohl být přístroj pro zaznamenávání začátku a konce práce nebo pracovník, který by obcházel pracoviště a zajišťoval tuto činnost.

Pozornost by se měla zaměřit na konstantní hodnotu pro přepravu a čekání mezi operacemi. Lepším plánováním by se snížila doba prostoje (přesun a čekání), zvýšilo by se využití kapacit a výroba by byla plynulejší.

### 8.3 Přípravné časy

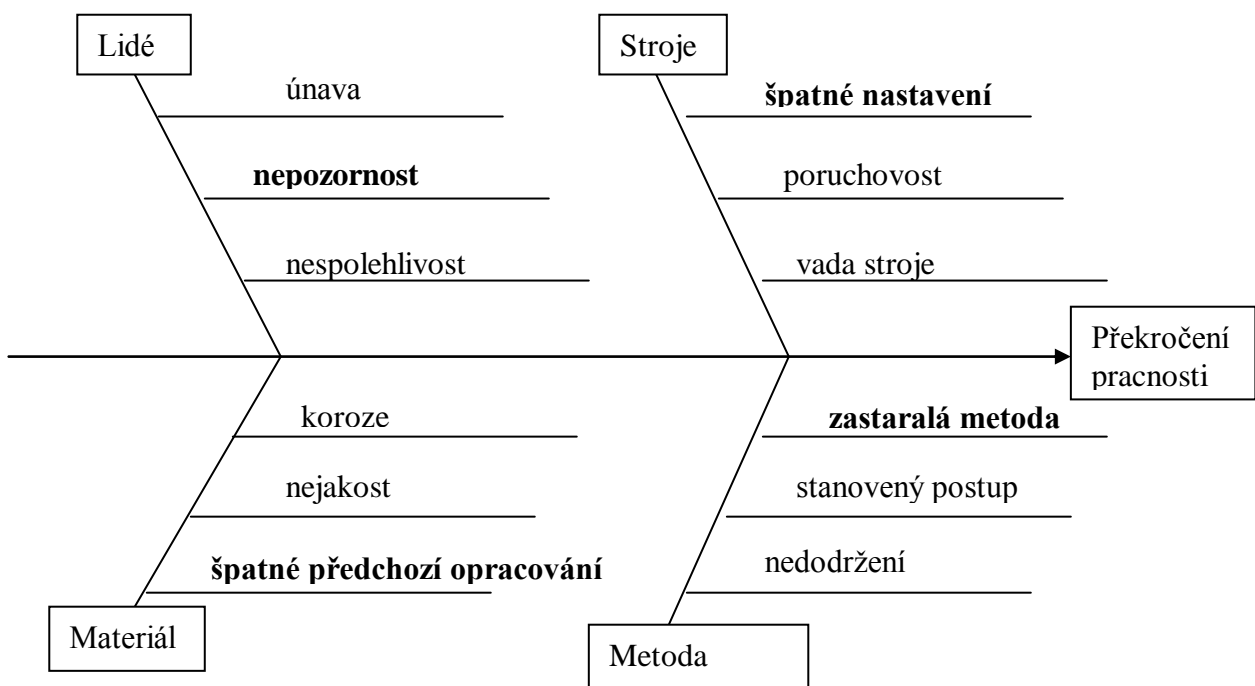
U většiny přípravných časů vstupuje činnost prostudování technické dokumentace a příprava pomůcek. Tyto činnosti by se daly spojit dohromady u všech výrobků na daném pracovišti. Pracovník by měl mít při příchodu na pracoviště potřebnou dokumentaci pro bezproblémovou realizaci pracovního výkonu, rovněž i pracovních pomůcek. Základem by bylo ušetření pohybu k výdejně pomůcek. Pracoviště by se mělo navrhnout tak, aby si pracovník mohl všechny potřebné věci přehledně uspořádat a měl je vždy po ruce.

Mnohdy se stává, že po přečtení technické dokumentace pracovník zjistí, že věc, kterou potřebuje, už není k sehnání (materiál není připraven, nářadí je právě půjčeno nebo rozbito apod.).

### 8.4 Identifikace klíčových plýtvání v časech pracnosti

U třech pracovišť se zjistila skutečná pracnost menší než normovaná, a to s razantním rozdílem. Vhodné by bylo porovnat tato opracování s předešlou výrobou a navrhnout nový technologický plán. Lože svarku jsou dlouhou dobu vyráběna a pracovníci mají zkušenosti s výrobou (kontroly nezaberou tolik času, výroba by se mohla urychlit...)

Oproti tomu některá pracoviště překračují naplánované limity. Každé pracoviště by mělo zavést standardizaci výroby a normy pro výrobu.



Obr. 15 Ishikawův diagram na tryskání (vlastní zpracování)

Ishikawův diagram znázorňuje možnosti překročení pracovní u pracoviště tryskání. Firma by se měla zaměřit na možnosti příčiny překračování pracovní uvedené v Ishikawě diagramu. Nejčastějším důvodem překročení normovaného času pracovní může být u lidského faktoru nepozornost, u stroje špatné nastavení (např. opracování drsnosti povrchu), u materiálu špatné předchozí opracování, díky němuž by nemohl být materiál zpracován a u metod zastaralá metoda (zlepšením metody by se mohla výroba urychlit a zlepšit kvalita opracování).

## 8.5 Skladování

U svarku lože by bylo vhodné naplánovat výrobu tak, aby nedocházelo k přerušované výrobě a tím k zrychlení výroby a zbytečnému skladování. Polotovary vstupující do montáže svarku lože jsou vyráběny s velkým předstihem a dochází ke skladování. Návrhem by bylo zavedení JIT (lepší dodávání materiálu pro polotovary a tím kratší přechod z výroby polotovarů na montáž svarku).

Při dodání materiálu na pracoviště je zpracován všechny materiál a poté skladován na ploše u zámečnicků (všechny bez rozdílu potřeby). Aby nevznikaly prostoje z hledání správného dílu, bylo by vhodné zřídit mezisklad a zavést Kanban.

## 8.6 Ostatní plýtvání

Strojírny se zaměřují na slučování dílců pro výrobu, tak aby bylo možné maximálně využít daný polotovar. Snížení nákladu manipulací s materiálem a využití odpadu a minimalizaci přípravných času u pracoviště opracování materiálu. Návrhem by bylo nákladově vyčíslení nynější metodu a novou metodu se zavedením dodávání v potřebném množství buď ze skladu pomocí Kanban nebo přímo od dodavatele pomocí JIT. Nebude docházet k takovému zatěžování pracoviště.

U žihací pece bych doporučil zavést přímo v hale menší pec, která by byla více a častěji využívána z důvodu menších nákladů.

## ZÁVĚR

U společnosti Přerovské strojírný jsem se zabýval problematikou využívání nástrojů průmyslového inženýrství a jejich dopadem na výrobní procesy a vznik plýtvání.

Celou praktickou práci jsem rozvrhl do tří hlavních částí: analýza průběhu výrobku, identifikace plýtvání a návrhy na snížení plýtvání.

V první řadě jsem udělal popis firmy. Popsal jsem produkty, dodavatele, zákazníky a management firmy. V první z hlavních částí jsem se zabýval analýzou průběhu výroby svarku lože + popis lože svarku. Pro představu jsem nastínil průběh zakázky a realizace výroby ve strojírnách, které jsem podložil obrázky. Pro analýzu výroby svarku lože chyběla v neposlední řadě konstrukční rozpiska a popis práce konstruktérů, kterou jsem čerpal z podkladů firmy. Z nich jsem vypsals hlavní údaje (software pro konstrukci, kusové časy, přípravné časy a popis pracoviště). Pro získání přehlednějších informací jsem použil procesní analýzu, která mi ukázala přesuny výrobku, počet operací, počet pracovníků, celkový čas pracnosti a přípravné časy. Popsal jsem plánování zakázek, které se dělají podle MRP Max softwaru, který je podporován APS Preactorem. Strojírny využívají také ISO 9000, podle kterého udává standardy ve firmě.

V druhé hlavní části jsem identifikoval plýtvání. Zaobíral jsem se plýtváním u využívání kapacit, uspořádáním pracoviště, skutečnými časy pracnosti a přípravnými časy, skladováním a ostatními plýtváními jako příprava materiálu a naplnění žíhací pece. Pro identifikaci jsem použil informace ze strojíren. U kapacit a časů pracnosti jsem vycházel z tabulek a porovnával jsem normované časy se skutečnými časy. Podlahový plán jsem využil při analýze uspořádání pracoviště a skladování. Přípravné časy jsem zanalyzoval rozborem vstupů do přípravy.

V poslední stěžejní části jsem navrhoval možnosti zlepšení procesu snížením plýtvání. Navrhl jsem nové uspořádání pracoviště, pomocí Ishikawi jsem rozepsal příčiny překročení pracnosti časů. U kapacit strojů bylo zapotřebí vyřešit nevyužití kapacit nebo přetížení. Navržením lepšího plánování jsem se snažil snížit dobu skladování u polotovarů čekajících na opravování. Přípravné časy by se daly snížit ušetřením pohybu z obstarávání pomůcek ke všem operacím dohromady. Žíhací pec byla navržena menší a na středisku výroby lože svarku spolu s meziskladem, který chyběl a materiál překážel na zámečnickém středisku.

V teoretické části jsem popsal technickou přípravu, plánování a řízení výroby a nástroje k tomuto sloužící. Jako posledního tématu v teoretické části jsem se věnoval nástrojům pro zlepšování procesů.



**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

AWISZUS. *Modellierung und Simulationsmethoden*. Chemnitz, 2011.

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

BRIŠ, Petr. *Principy norem ISO řady 9000:2008*. Zlín, 2011.

ČERNÝ, Jaromír. *Řízení a organizace výroby: příklady a případové studie*. Vyd. 2., nezměn. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2001, 82 s. ISBN 80-731-8036-7.

DANĚK Jan, Miroslav Plevný a Jaroslav SVOBODA. *Výrobní a logistické systémy*. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 2005, 165 s. ISBN 978-807-0434-161.

DVOŘÁKOVÁ, Iva. *Projekt zvýšení výkonnosti úseku kompostování společnosti X-Y, s.r.o.* Zlín, 2010. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati, Fakulta Managementu a ekonomiky, Ústav průmyslové inženýrství a informačních systémů.

FRIDRIŠEK, David. *Využití logistických prvků ve skladování plastových výrobků*. Zlín, 2011. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati, Fakulta Managementu a ekonomiky, Ústav průmyslové inženýrství a informačních systémů.

HÄNEL, Thomas. *Grundlagen der Rechnerunterstützung im Maschinenbau*. Chemnitz, 2011.

HEŘMAN, Jan. *Řízení výroby: příklady a případové studie*. Vyd. 1. Slaný: Melandrium, 2001, 167 s. C.H. Beck pro praxi. ISBN 80-861-7515-4.

IMAI, Masaaki a Jaroslav SVOBODA. *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2004, 272 s. ISBN 80-251-0461-3.

INTERNÍ ZDROJ. Přerovské strojírny

KEŘKOVSKÝ, Miloslav. *Moderní přístupy k řízení výroby: příklady a případové studie*. 2. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2009, 137 s. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7400-119-2.

MUZIKANTOVÁ, Jitka. *Prostorové plánování: Optimální umístění skladu*. Zlín, 2012.

ŘEPA, Václav a Ivan MAŠÍN. *Podnikové procesy: procesní řízení a modelování*. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2007, 281 s. ISBN 978-80-247-2252-8.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Jak zvýšit konkurenční schopnost firmy: příklady a případové studie*. Vyd. 1. Praha: C.H. Beck, 2009, 240 s. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7400-098-0.

TRÁVNÍK, Arnošt a Jaroslav SVOBODA. *Organizace a řízení výrobního provozu*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008, 165 s. ISBN 978-80-7375-190-6.

TUČEK, David a Roman BOBÁK. *Výrobní systémy: procesní řízení a modelování*. Vyd. 2. uprav. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, 298 s. ISBN 80-731-8381-1.

TUČEK, David a Roman ZÁMEČNÍK. *Řízení a hodnocení výkonnosti podnikových procesů v praxi*. Zvolen: TU vo Zvolene, 2007. ISBN 978-80-228-1796-7.

TUČEK, David. *Zlepšování procesů a vybrané nástroje PI*. Zlín, 2011.

VYTLAČIL, Milan a Ivan MAŠÍN. *Dynamické zlepšování procesů: programy a metody pro eliminaci plýtvání*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1999, 193 s. ISBN 80-902-2353-2.

Www.minerva-is.eu. *Minerva* [online]. 2012 [cit. 2012-05-10]. Dostupné z: <http://www.minerva-is.eu/aps-preactor.html>

Www.sntcz.cz. *SaT Consulting. Integration. Outsourcing* [online]. 2007-2012 [cit. 2012-05-10]. Dostupné z: [http://www.sntcz.cz/solutions\\_services/21130.cz.php](http://www.sntcz.cz/solutions_services/21130.cz.php)

Www.trilogiq.cz. *Trilogiq. 7 druhů plýtvání (muda)* [online]. 2012 [cit. 2012-05-12]. Dostupné z: <http://trilogiq.cz/filosofie-stihle-vyroby/7-druhu-plytvani-muda/>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

FEM	Finite-Elemente-Methode
CFD	Computational Fluid Dynamics
MKS	Mehrkörpersimulation
MRP	Plánování požadavků materiálu
APS	Zdokonalení plánování výroby
PPS	System pro plánování a řízení výroby
CIM	Počítačem integrované řízení výroby
CAP	Počítačem podporované plánování
CAQ	Počítačem podporovaná kontrola kvalita
CAM	Počítačem podporované řízení výrobních procesů
ERP	Plánování podnikových zdrojů
SCM	System pro činnost řízení dodavatelského řetězce
IMS	Inteligentní systém pro činnost řízení dodavatelského řetězce
OPT	Řízení úzkých míst
JIT	Just-in-time (právě v čas)
BOA	Vytěžovací systém
CRAFT	Computerized Relative Allocation of Facilities Technique
SMED	Single Minute Exchange of Die
5S	Five S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke)
a.s.	Akciová společnost
PC	Profit centrum
CC	Cost centrum
MAWP	Nákup
MAPW	Plánování výroby

---

MAW	výroba
MDQC	Kontrola kvality
PM	ProjektManagement
MTJ	Měrná jednotka
Č.op	Číslo operace
Střed	středisko
PPM	Process Performance Management
QMS	System řízení jakosti
EMS	System enviromentálního managementu
CIP	Neustále zlepšování procesů
OHSAS	System bezpečnosti a ochrany zdraví při práci
č.v.	Číslo výkresu

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1 Proces transformace.....	12
Obr. 2 Procesy systému managementu technické přípravy výroby.....	17
Obr. 3 Y model podle Scheera .....	22
Obr. 4 Struktura MRP .....	24
Obr. 5 Koncepce CIM .....	26
Obr. 6 Šachovnicová tabulka pro trojúhelníkovou metodu .....	34
Obr. 7 Diagram metody CRAFT .....	35
Obr. 8 Struktura zákazníků .....	39
Obr. 9 Průběh zakázky.....	41
Obr. 10 Realizace výroby.....	42
Obr. 11 Výkresová dokumentace svarek lože.....	43
Obr. 12 Původní uspořádání pracoviště.....	53
Obr. 13 Paretova analýza četnosti přípravných časů .....	56
Obr. 14 Návrh pracoviště.....	59
Obr. 15 Ishikawův diagram na tryskání .....	61
Obr. 16 Podlahový plán .....	72
Obr. 17 Horizontální vyvrtávačka .....	74
Obr. 18 Nedestruktivní kontrola.....	74
Obr. 19 Přeprava pojezdovým vozíkem.....	75
Obr. 20 Pracoviště rýsování .....	75
Obr. 21 skladování materiálů u zámečníků .....	76
Obr. 22 Pracoviště svařování .....	76
Obr. 23 Zámečnické práce .....	77
Obr. 24 Žihací pec .....	77

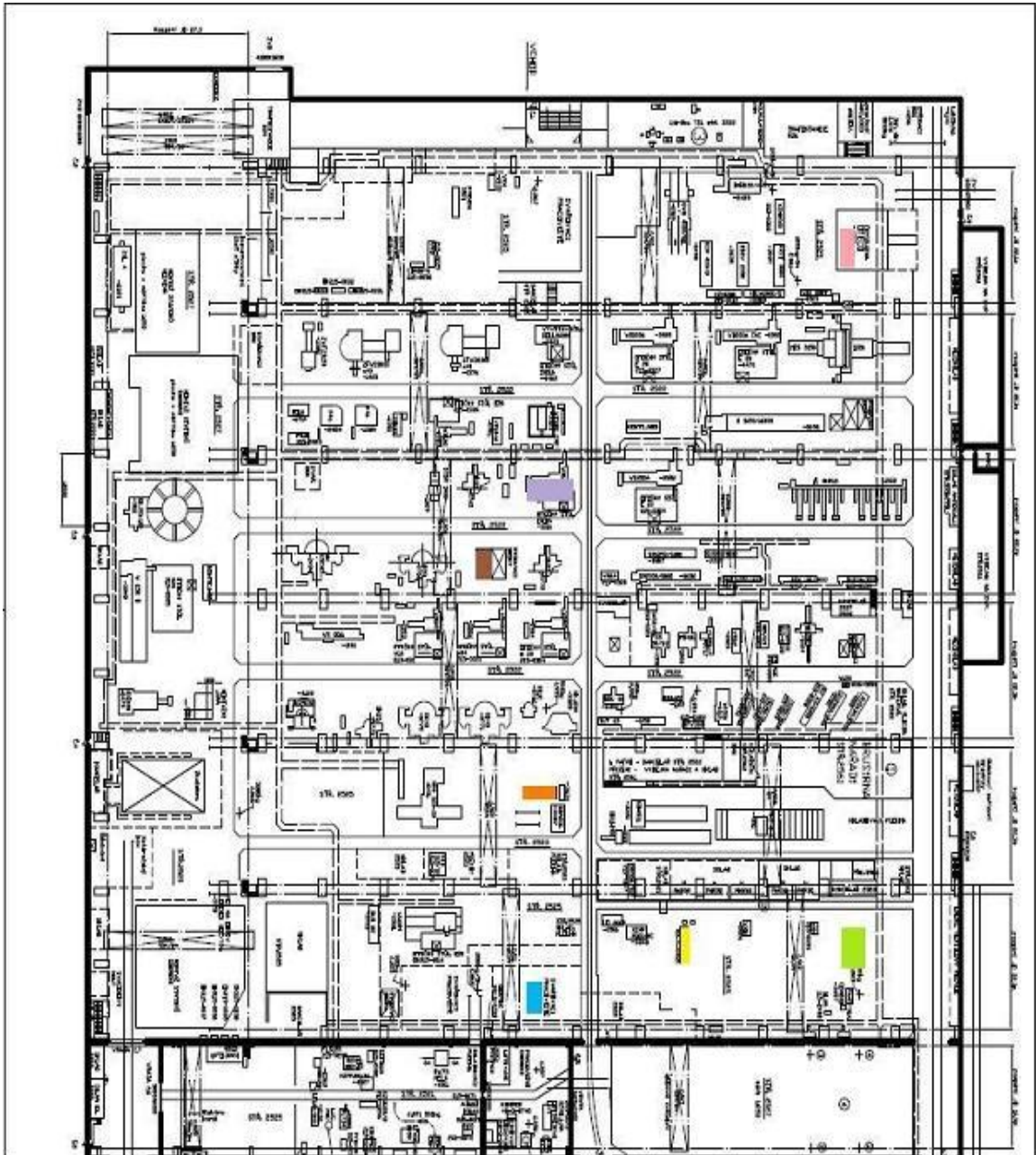
**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1 Základní typy procesů .....	15
Tab. 2 Procesní analýza-lože svarek .....	46
Tab. 3 Využití kapacit pracovišť .....	52
Tab. 4 Časy pracnosti .....	54
Tab. 5 Konstrukční rozpiska .....	57

## SEZNAM PŘÍLOH

- P I            Podlahový plán s vyznačenými pracovištěm
- P II            Fotky pracovišť a střediska

## PŘÍLOHA P I: PODLAHOVÝ PLÁN S VYZNAČENÝMI PRACOVIŠTĚMI



Obr. 16 Podlahový plán (interní zdroj; vlastní zpracování)

Zelená barva...sklad lože svarku

Žlutá barva...zde probíhají zámečnické práce (č. op. 10 sestavit, 50 upravit a 100 upravit) a kontroly (kontrola č. op. 35 a 60)

Modrá barva...svařování (č. op. 20)

Oranžová barva...řezání a značení (č. op. 1 a 2)



Hnědá barva...rýsování (č. op. 70)

Fialová barva...frézování (č. op. 80) a kontrola (č. op. 90)

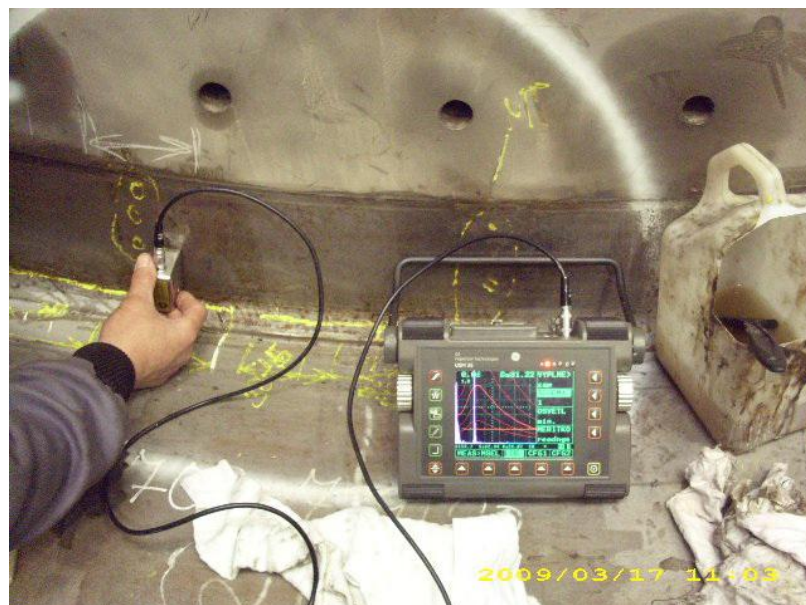
Růžová barva...tryskání (č. op. 40)

Žihání probíhá na jiné hale.

## PŘÍLOHA P II: FOTKY PRACOVIŠŤ A STŘEDISKA



Obr. 17 Horizontální vyvrtávačka (interní zdroj)



Obr. 18 Nedeštruktivní kontrola (interní zdroj)



Obr. 19 Přeprava pojezdovým vozíkem (interní zdroj)



Obr. 20 Pracoviště rýsování (interní zdroj)



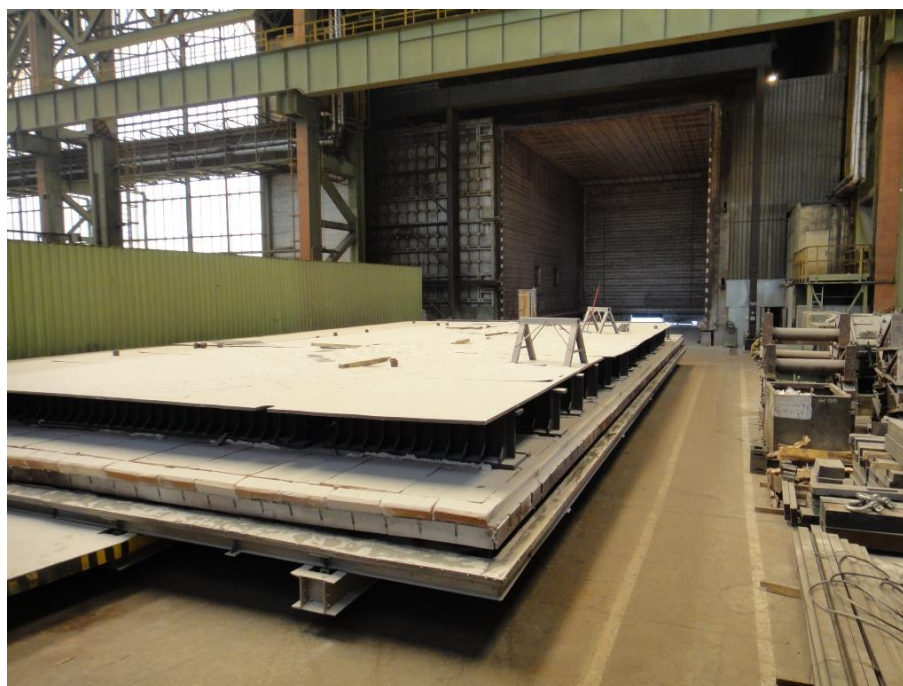
Obr. 21 skladování materiálů u zámečníků (interní zdroj)



Obr. 22 Pracoviště svařování (interní zdroj)



Obr. 23 Zámečnické práce (interní zdroj)



Obr. 24 Žihací pec (interní zdroj)