

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
**FAKULTA STROJNÍ**

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: 2301T007 Průmyslové inženýrství a  
management

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Akademický rok 2011/2012

Bc. Jindřich ZÁVODNÝ

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
**FAKULTA STROJNÍ**

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: 2301T007 Průmyslové inženýrství a  
management

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Racionalizace pracovišť ve výrobním podniku Precision Castparts CZ  
S.r.o.

Autor: **Bc. Jindřich ZÁVODNÝ**

Vedoucí práce: **Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.**

Akademický rok 2011/2012

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2011/2012

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jindřich ZÁVODNÝ**  
Osobní číslo: **S11N0030K**  
Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**  
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství a management**  
Název tématu: **Racionalizace pracovišť ve výrobním podniku  
Precision Castparts CZ s. r. o.**  
Zadávací katedra: **Katedra průmyslového inženýrství a managementu**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Úvod
2. Představení společnosti
3. Teoretická východiska
4. Návrh opatření
5. Realizace opatření
6. Závěr

Rozsah grafických prací: **2 - 5 výkresů**

Rozsah pracovní zprávy: **50 - 70 stran**

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

1. **KOŠTURIAK, J., FROLÍK, Z.** *Štíhlý a inovativní podnik*. Alfa, 2006.  
ISBN 80-86851-38-9
2. **HALEVI, G.** *Handbook of Production Management Methods*.  
Butterworth-Heinemann, 2001.

Vedoucí diplomové práce:

**Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.**

Katedra průmyslového inženýrství a managementu


Konzultant diplomové práce:

**Ing. Antonín Miller**

Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Datum zadání diplomové práce: **19. září 2011**

Termín odevzdání diplomové práce: **25. května 2012**

  
Doc. Ing. Jiří Staněk, CSc.  
děkan





Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Plzni dne 1. listopadu 2011

## **Prohlášení o autorství**

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

**V Plzni dne:** .....

.....  
**podpis autora**

## ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

<b>AUTOR</b>	Příjmení Závodný	Jméno Jindřich		
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	2301T007 „Průmyslové inženýrství a management“			
<b>VEDOUCÍ PRÁCE</b>	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Edl, Ph.D.	Jméno Milan		
<b>PRACOVIŠTĚ</b>	ZČU - FST - KPV			
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<del><b>BAKALÁŘSKÁ</b></del>	<b>Nehodící se škrtněte</b>	
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Racionalizace pracovišť ve výrobním podniku Precision Castparts CZ s.r.o.			

<b>FAKULTA</b>	strojní	<b>KATEDRA</b>	KPV	<b>ROK ODEVZD.</b>	2012
----------------	---------	----------------	-----	------------------------	------

### POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	85	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	74	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	0
---------------	----	---------------------	----	--------------------------	---

<p style="text-align: center;"><b>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</b></p> <p><b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b></p>	<p>Práce se zabývá racionalizací pracovišť ve výrobním podniku. Soustředí se na analyzování a využití metod štíhlé výroby ve výrobním podniku. Aplikuje teoretická východiska na reálnou situaci v podniku.</p>
<p style="text-align: center;"><b>KLÍČOVÁ SLOVA</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</b></p>	<p style="text-align: center;">Štíhlá výroba, 5S, výrobní podnik, metody průmyslového inženýrství, racionalizace pracovišť</p>

## SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

<b>AUTHOR</b>	Surname Závodný	Name Jindřich	
<b>FIELD OF STUDY</b>	2301T007 “Industrial Engineering and Management“		
<b>SUPERVISOR</b>	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Edl, Ph.D.	Name Milan	
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST - KPV		
<b>TYPE OF WORK</b>	<b>DIPLOMA</b>	<b>BACHELOR</b>	<b>Delete when not applicable</b>
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Racionalization of workplaces in manufacturing company Precision Castparts CZ s.r.o.		

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	Industrial Engineering and Management	<b>SUBMITTED IN</b>	2012
----------------	------------------------	-------------------	---------------------------------------	---------------------	------

### NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

<b>TOTALLY</b>	85	<b>TEXT PART</b>	74	<b>GRAPHICAL PART</b>	0
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

<b>BRIEF DESCRIPTION</b>  <b>TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b>	This thesis deals with racionalization of workplace in manufacturing company. It primarily focuses on analyzing and subsequent use of lean productions method. It applies theoretical principles to real situations.
<b>KEY WORDS</b>	Lean produciton, 5S, methods of industrial engineering, Rationalization of workplaces

## **Poděkování**

Především bych chtěl velmi poděkovat vedoucímu práce Doc. Ing. Milanu Edlovi, Ph.D za poskytnuté rady, vedení a vstřícný přístup po celou dobu mé práce. Dále také Bc. Jiřímu Veselému MBA a Romanu Horoškovvi za cenné rady. Děkuji také svým rodičům, přítelkyni a přátelům za poskytnutou podporu.

Bc. Jindřich Závodný



## Obsah

1	Úvod.....	1
2	Představení společnosti .....	2
2.1	Prohlášení o záměru.....	3
2.2	Sídlo a logo společnosti.....	3
2.3	Zařízení a produkty společnosti.....	4
2.4	Společnost z pohledu politiky jakosti .....	6
2.4.1	ISO 9001:2008 .....	6
2.4.2	AS9100.....	6
2.5	Zákazníci .....	6
2.6	Precision Castparts Corporate .....	7
2.6.1	Přesné lití.....	7
2.6.2	Výkovky.....	7
2.6.3	Spojovací materiály.....	8
2.6.4	Historie Precision Castparts Corporate .....	9
2.7	Wymen Gordon .....	9
2.7.1	Historie Wyman – Gordon .....	10
3	Teoretická východiska.....	11
3.1	Prvky štíhlého podniku.....	12
3.1.1	Just in Time .....	12
3.1.2	Jidoka .....	13
3.1.3	Poka-yoke.....	14
3.1.4	Kaizen.....	14
3.1.5	Cykly PDCA a SDCA .....	15
3.1.6	Management toku hodnot.....	16
3.1.7	Management úzkých míst.....	17
3.1.8	Muda.....	18
3.1.9	Metoda 5S .....	20
4	Návrh opatření.....	27
4.1	5S meeting .....	28
4.2	PDCA.....	29
4.3	Předběžný plán projektu .....	30
4.4	5S – Třídění a Uspořádání.....	30
4.4.1	Pracoviště č.1 – MC 01 a MC02 .....	31
4.4.2	Pracoviště č.2 – MC 03 a MC 04 .....	35
4.4.3	Pracoviště č.3 – MC 32 a MC 33 .....	37
4.4.4	Pracoviště č. 4 – MC 09 a MC 10 .....	39
4.4.5	Pracoviště č. 5 – MC 39 a MC08 .....	42
4.4.6	Pracoviště č.6 – MC 37 a MC 12 .....	45
4.4.7	Pracoviště č.7 - MC 13 a MC 14.....	48
4.4.8	Pracoviště č.8 - MC 17 a MC 36.....	49
4.4.9	Pracoviště č.9 – MC 15 a MC 16 .....	51
4.4.10	Pracoviště č. 10 – MC 25 a MC 26 .....	54
4.5	5S Úklid.....	56
4.6	Standardizace.....	57
4.7	Uchování.....	58

4.8	Předběžná cenová kalkulace .....	60
5	Zhodnocení .....	62
5.1	Neměřitelné ukazatele .....	62
5.2	Měřitelné ukazatele.....	62
5.2.1	Časové ukazatele .....	62
5.2.2	Finanční ukazatele.....	70
5.3	Shrnutí .....	70
Závěr.....	Závěr.....	71

## Seznam obrázků

Obrázek 1 Zjednodušený organizační diagram .....	2
Obrázek 2: Sídlo společnosti [3] .....	3
Obrázek 3 Logo společnosti .....	3
Obrázek 4 CNC - Schiess.....	4
Obrázek 5 Morando [5]                      Obrázek 6 Mazak [6] .....	4
Obrázek 7 NDT [7] .....	5
Obrázek 8 Produkty [8]      Obrázek 9 Produkty [8] .....	5
Obrázek 10 Produkty [8] .....	5
Obrázek 11 Štíhlý a inovativní podnik [21] .....	11
Obrázek 12 Poka-yoke [24].....	14
Obrázek 13 Kaizen [25] .....	14
Obrázek 14 PDCA [27] .....	16
Obrázek 15 Příklad vizuálního řízení [30] .....	23
Obrázek 16 Nástroje skladované podle pořadí použití [30] .....	23
Obrázek 17 Zlepšení na pracovišti [30] .....	24
Obrázek 18 Zjednodušený layout haly .....	28
Obrázek 19: Jednotlivé kroky cyklu PDCA implementace metody 5S .....	29
Obrázek 20 Pracoviště č.1 .....	31
Obrázek 23 Pracoviště č.1 - Otočná plošina .....	32
Obrázek 21 Pracoviště č.1 - židle .....	32
Obrázek 22 Pracoviště č.1 - stůl.....	32
Obrázek 24 Pracoviště č.1 - Nové uspořádání .....	33
Obrázek 26 Upravení plošiny .....	34
Obrázek 27 Deska na měřidla .....	34
Obrázek 25 Deska na nářadí.....	34
Obrázek 28 Pracovní plošina č.2 - MC 03 a MC 04 .....	35
Obrázek 29 Prac.plošina č.2 - stůl .....	35
Obrázek 30 Prac.plošina č.2 .....	35
Obrázek 31 Pracoviště č.2 - Nové uspořádání .....	36
Obrázek 32 Sestava .....	36
Obrázek 33 Pracoviště 3 .....	37
Obrázek 35 Pracoviště č.3 - Stůl č.2 .....	38
Obrázek 36 Pracoviště č.3 - Nové uspořádání .....	38
Obrázek 34 Pracoviště č.3 - Stolek .....	38
Obrázek 37 Pracoviště č.4 .....	39
Obrázek 38 Pracoviště č.4 - Regál .....	40
Obrázek 39 Pracoviště č.4 - Nové uspořádání .....	41
Obrázek 40 Pracoviště č.5 - MC 39 a MC08 .....	42
Obrázek 41 Pracoviště č.5 – Stůl      Obrázek 42 Pracoviště č.5 - MC 08 .....	42
Obrázek 43 Pracoviště č.5 – Regál      Obrázek 44 Pracoviště č.5 - MC39 .....	43
Obrázek 45 Pracoviště č.5 – Nové uspořádání .....	43
Obrázek 46 Pracoviště č.5 - Návrh stolku .....	44
Obrázek 47 Pracoviště č.5 - Návrh stolku č.2 .....	44
Obrázek 48 Pracoviště č.5 - Nový stolek č.2      Obrázek 49 Pracoviště č.5 - Nový stolek č.1 .....	45
Obrázek 50 Pracoviště č.6 - MC 37 a MC12 .....	45

Obrázek 51 Pracoviště č.6 – Stůl	Obrázek 52 Pracoviště č.6 – Regál	46
Obrázek 53 Pracoviště č.6 – Regál č.2		46
Obrázek 54 Pracoviště č.6 - Nové uspořádání		47
Obrázek 55 Pracoviště č.7 - MC 13 a MC 14		48
Obrázek 56 Pracoviště č.7 - Nové uspořádání		49
Obrázek 57 Pracoviště č.8 - MC 17 a MC 36		49
Obrázek 58 Pracoviště č. 8 - Nové uspořádání		50
Obrázek 59 Pracoviště č.8 - Schod		50
Obrázek 60 Pracoviště č.8 - Regály		51
Obrázek 61 Pracoviště č.9 - MC 15 a MC 16		51
Obrázek 62 Pracoviště č.9 - Fotografie		52
Obrázek 63 Navrhovaná sestava		52
Obrázek 64 Pracoviště č.10 - Nové uspořádání		53
Obrázek 65 Pracoviště č.10 - MC 25 a MC 26		54
Obrázek 66 Měřidla a skřín		55
Obrázek 67 Šuplíky		55
Obrázek 68 Pracoviště č.10 - Nové uspořádání		56
Obrázek 70 Špony		57
Obrázek 69 Únik chladicí kapaliny		57

## Seznam tabulek

Tabulka 1 Plán implementace metody 5S	30
Tabulka 2 Rozhodovací tabulka	41
Tabulka 3 Formulář 5S	59
Tabulka 4 Soupis vybavení	60
Tabulka 5 Cenová kalkulace	61
Tabulka 6 Naměřené hodnoty současného stavu	64
Tabulka 7 Počet setupů za rok	65
Tabulka 8 Počet setupů za rok	66
Tabulka 9 Počet obroběných dílů	67
Tabulka 10 Počet měření za rok	67
Tabulka 11 Naměřené hodnoty po zavedení metody 5S	68
Tabulka 12 Souhrnná tabulka – celkový ušetřený čas za rok	69
Tabulka 13 Shrnutí	70

## Seznam grafů

Graf 1 Reakce zaměstnanců	29
---------------------------	----

## Seznam zkratk a symbolů

Symbol	Jednotka	Název
CNC	-	Computer numeric control
CMM	-	Coordinate measuring machine
CZ	-	Česká republika
ESH	-	Earned standard hours
GBP	-	Great Britain Pound
ISO	-	International Organization for Standardization
ITP	-	Industrial de Turbo Propulsores
JIT	-	Just in Time
Kč	-	Koruna česká
NADCAP	-	National Aerospace and Defense Contractors Accreditation Program
NDT	-	Nondestructive testing
OEM	-	Original Equipment Manufacturer
PCC	-	Precision Castparts Corporate
PDQ	-	Pricing, On-time Delivery, and Superior Quality
UAV	-	Unmanned aerial vehicle
USA	-	United States of America
WG	-	Wymen – Gordon
3D	-	Three dimensional

## 1 Úvod

V současné době, kdy světová ekonomika upadá, bojují firmy jak s velkou konkurencí, která panuje na trhu, tak se samotnou existencí. Každá firma se snaží udržet svého stávajícího zákazníka a hlavně také získat nového zákazníka, který bude společnosti přinášet další zisk. Řešení jak tohoto výsledku mohou firmy dosáhnout je jednoduché, stačí zákazníkovi nabídnout ty nejkvalitnější produkty a služby za co nejnižší cenu na trhu. Společnost, která chce být jedničkou na poli svého působení se tak musí soustředit na všechny důležité faktory, které ovlivňují finální podobu výrobku. Všechny činnosti vedoucí k finálnímu produktu musí fungovat a navazovat na sebe s co nejmenší časovou ztrátou. Vedení společnosti musí nastavit takovou vizi a strategii podniku, která bude udávat směr pro následující období. Avšak ve skutečném světě se situace na trhu dynamicky mění a tak vyhrává společnost, která dokáže co nejefektivněji reagovat a adaptovat se na probíhající změny. Pokud se zamyslíme nad tím, co tvoří úspěšný podnik, zjistíme, že podnik není jen o managementu a zaměstnancích v kanceláři, ale o všech zaměstnancích dané společnosti. Každý pracovník se určitou měrou podílí na výsledku, kterého firma dosáhne. V současnosti se většina firem soustředí na metody štíhlé výroby, které pomáhají podniku v neustálém zlepšování. Tyto metody se využívají v mnoha oblastech. Tato práce se zabývá metodami štíhlé výroby a jejich přenesení do reálné situace v podniku.

## 2 Představení společnosti

„Precision Castparts CZ s.r.o. (dále PCC CZ) je výrobní závod, založený v roce 2000 společností Wyman-Gordon se sídlem v North Grafton, Massachusetts, USA, která tvoří divizi kovárny společnosti Precision Castparts Corporate (dále PCC) se sídlem v Portland, Oregon, USA. Závod je tzv. projektem na „zelené louce“, umístěným v Plzni v průmyslové zóně Borská pole. Hlavním výrobním programem je CNC obrábění a ultrazvukové zkoušení rotačních dílů pro letecký a energetický průmysl.

**Velikost závodu:**

5 400 m<sup>2</sup>

**Počet zaměstnanců:**

164

**Zpracovávané materiály:**

Titanové a niklové slitiny, slitiny oceli

**Strojní vybavení:**

28 CNC soustruhů

16 ultrazvukových poloautomatických tanků CMM, PDQ

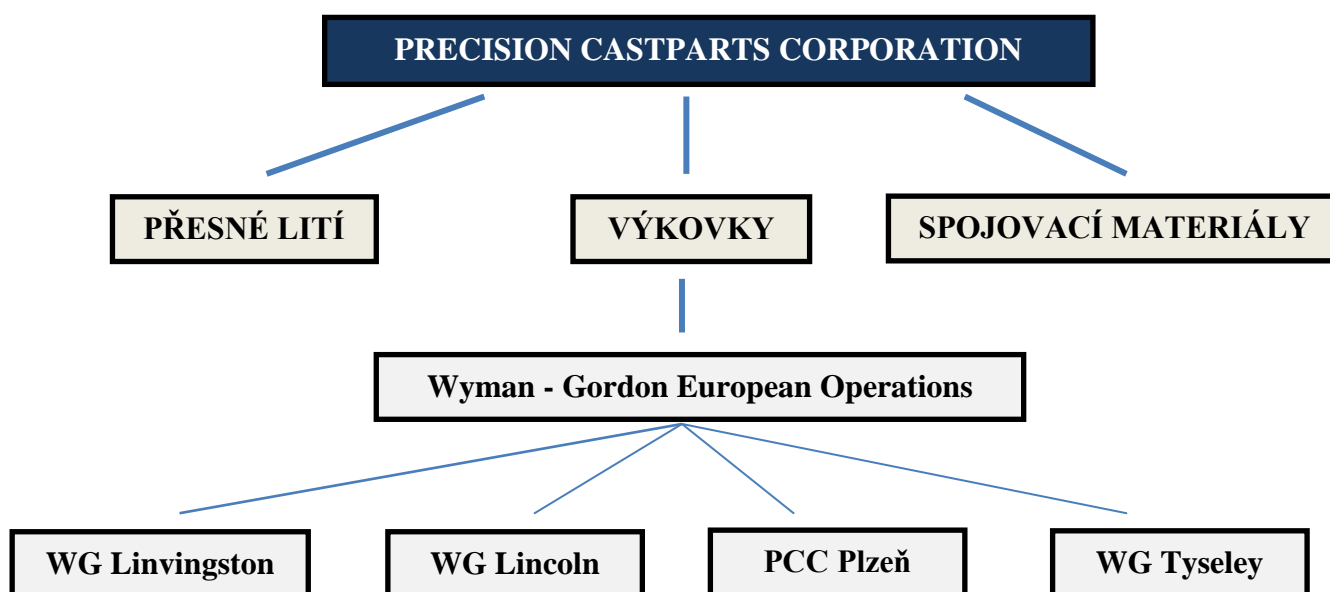
**Hlavní procesy:**

Obrábění rotačních dílů o průměru 150 – 1500 mm, max výška 800 mm

Nedestruktivní zkoušení rotačních dílů imerzní ultrazvukovou metodou

Rozměrová kontrola dílů pomocí PDQ a 3D měřicího zařízení CMM“ [1]

V roce 1999 PCC odkoupila společnost Wyman-Gordon, která se zaměřuje na kování, lisování a protlačování pro letecký a energetický průmysl. Společně pak v roce 2000 postavili pobočku v Plzni na Borských polích. PCC CZ je v současné době součástí Evropské divize kováren, pro lepší pochopení uvádíme organizační diagram.



Obrázek 1 Zjednodušený organizační diagram

## 2.1 Prohlášení o záměru

„Jsme výrobním zařízením, které usiluje o dokonalost. Naším cílem je uspokojovat a předcházet veškeré požadavky zákazníků v nejvyšší kvalitě, ve včasných dodávkách a v konkurenčních cenách.

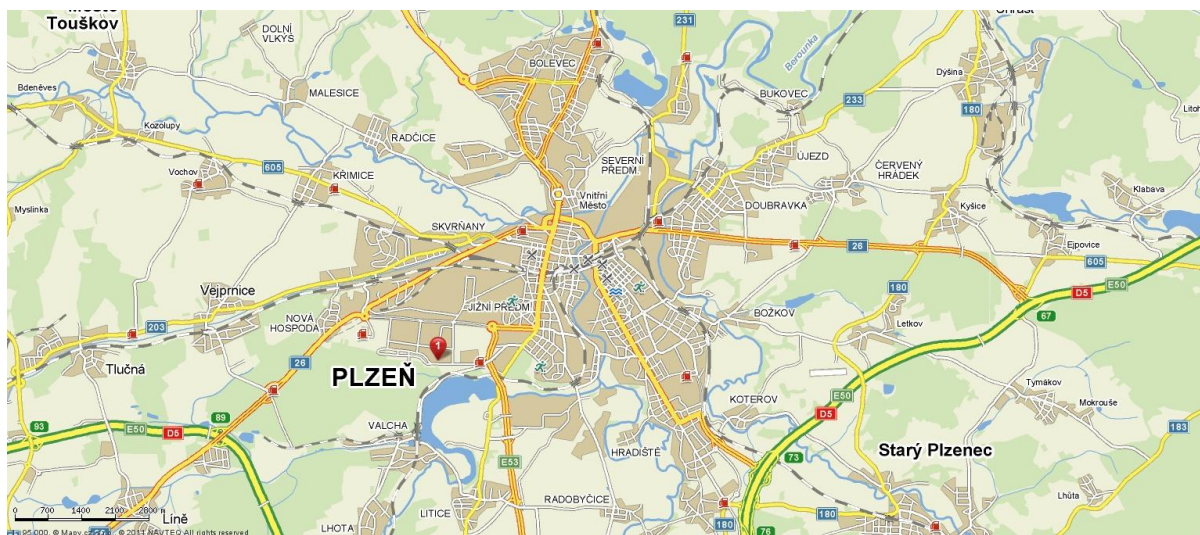
Členové našeho týmu sdílejí společnou vizi neustálého zlepšování při dodržování všech pravidel a vytvoření organizace světové třídy nyní i v budoucnu.

Výše zmíněná vize je založena a podpořena politikou jakosti, která jasně vede naše cestu k úspěchu“ [2]

## 2.2 Sídlo a logo společnosti

Adresa:

Univerzitní 36  
301 00 Plzeň  
Česká republika



Obrázek 2: Sídlo společnosti [3]



Obrázek 3 Logo společnosti[8]



## 2.3 Zařízení a produkty společnosti

PCC CZ se zabývá výrobou součástek do leteckého a energetického průmyslu. Z hlediska výroby se společnost zaměřuje na tři hlavní procesy. Za prvé na obrábění rotačních součástí, za druhé na nedestruktivní testování a za třetí na rozměrovou kontrolu. Na obrázcích můžeme vidět ukázkou některých CNC strojů – Schiess, Morando, Mazak a NDT zařízení.



Obrázek 4 CNC – Schiess [4]



Obrázek 5 Morando [5]



Obrázek 6 Mazak [6]



Obrázek 7 NDT [7]

Ukázky z některých výsledných produktů můžeme vidět níže.



Obrázek 8 Produkty [8]



Obrázek 9 Produkty [8]



Obrázek 10 Produkty [8]

## 2.4 Společnost z pohledu politiky jakosti

„Management společnosti Precision Castparts CZ s.r.o. se plně hlásí k principu, že každý zaměstnanec společnosti se podílí na odpovědnosti za jakost. Cílem společnosti je prosazovat neustálé zlepšování systémů managementu jakosti včetně všech dalších hledisek podnikání a dosažení úplné spokojenosti svých zákazníků. Celkovou odpovědnost za kvalitu nese vrcholové vedení společnosti. Jmenovaným představitelem společnosti s pravomocemi a odpovědnostmi za shodu s požadavky ISO 9001:2000, AS9100 a specifickými požadavky zákazníků je manažer kvality. Společnost Precision Castparts CZ s.r.o. si hodlá nadále udržovat mezinárodní pověst dodavatele kvalitních obrobků, které bezesbytku splňují požadavky zákazníků.“[9]

Jednotlivé normy jsou uvedeny níže.

### 2.4.1 ISO 9001:2008

Společnost PCC CZ vlastní certifikát Systému managementu kvality ISO 9001:2008 od společnosti Lloyd's Register Quality Assurance. ISO 9001 se zaměřuje na činnosti, které ovlivňují spokojenost zákazníka a plnění jeho požadavků a očekávání. Certifikace vychází z procesního řízení s důrazem na dosažení cílů, neustálé zlepšování a větší zapojení vrcholového vedení. Systém managementu jakosti zahrnuje činnosti Obrábění a nedestruktivní zkoušení výkovků pro letecký a energetický průmysl.[10]

### 2.4.2 AS9100

Tato norma je založena na základech ISO 9001, který je rozšířen a doplněn o speciální požadavky leteckého průmyslu. Těžiště normy spočívá ve zvýšeném důrazu na spolehlivost, bezpečnost a dodržování zákonných požadavků na výrobky, popř. služby v leteckém odvětví. Certifikát AS9100 je určen pro užití v organizacích provádějících návrh, vývoj a výrobu leteckých, vesmírných a obráběných produktů či v organizacích zajišťujících následnou podporu, včetně poskytování údržby, náhradních dílů nebo materiálu pro jejich vlastní produkty. [11]

Mezi další normy patří jednotlivé normy zákazníků.

## 2.5 Zákazníci

Mezi zákazníky PCC CZ patří přední světové značky v leteckém a energetickém průmyslu.

- Rolls Royce
- MTU Aero Engines
- Siemens
- GE energy
- Kawasaki
- ITP – Industria de Turbo Propulsores, S.A.
- Snecma
- Volvo
- Pratt & Whitney Canada

## 2.6 Precision Castparts Corporate

Precision Castparts Corp. je světový výrobce složitých kovových komponentů a výrobků, poskytuje také vysoce kvalitní odlitky a výkovky pro použití v leteckém, energetickém, automobilovém a vojenském průmyslu. Vedení společnosti působí již od roku 1949 ve městě Portland, státu Oregon ve Spojených Státech Amerických. PCC se dělí na tři hlavní divize, kterými jsou Přesné lití, Výkovky a Spojovací materiály. Ředitel a předseda společnosti je Mark Donegan. [12]

### 2.6.1 Přesné lití

Tato divize se zaměřuje na přesné lití vysoce kvalitních odlitků pro letecké motory, plynové turbíny, letecké konstrukce, včetně největšího rozměru pro odlitky na světě. Divize má sídlo ve městech Beachwood a Clakmas. Tato divize zaměstnává 7 300 zaměstnanců, kteří pracují po 37 zařízeních rozmístěných po celém světě. Divize se dělí na dvě skupiny.

#### a) Konstrukce

PCC Konstrukce se specializují na niklové superslitiny, titan, nerez oceli a hliníkové přesné lití pro letecký průmysl, pozemní turbíny, zdravotnictví a vojenské výzbroje. Mezi komponenty pro letecký a energetický průmysl patří například statory, difuzory, tělesa kompresoru, palivové trysky, sací potrubí, ložisková tělesa, tepelné štíty a dveře letadel. Ve zdravotnictví je to například umělý kloub, protézy a endoprotézy. Z komponentů pro vojenský průmysl je to například, zavěšení podvozku, podvozek pro UAV a protiraketové kryty a struktury.

Divize dodržuje následné certifikáty kvality

- ISO 9001:2000
- ISO 14001
- AS9001
- NADCAP

#### b) Profil křídla

PCC Profil křídla je hlavní výrobce odlívání profilů křídel pro letecký průmysl a plynové turbíny. Tyto stacionární a rotační lopatky jsou použity v oblastech letadel a motorů, kde teplota překračuje 1300°C. Komponenty jsou dodávány všem hlavním OEM plynových turbín. Velikosti komponentů se pohybují od několika centimetrů až do jednoho metru. Hmotnost od několika gramů po 130 kilogramů. [13]

### 2.6.2 Výkovky

Tato divize je významným dodavatelem výkovků, kroužků, forem a surového materiálu pro letecký, energetický a vojenský průmysl. Díky důrazu na vysokou kvalitu, nízké náklady a včasné dodání se společnost stala globálním lídrem ve výrobě slitiny niklu, titanu, nerezové oceli a výkovků pro plynové turbíny. Na celém světě je rozmístěno 43 zařízení, které zaměstnávají 5 300 zaměstnanců po celém světě. Vedení divize je umístěno do měst

Houston a Beachwood. 27 továren, z toho výrobní síť zahrnuje více než tucet kováren. Divize se dělí na dvě skupiny. [14]

#### **a) Letecký průmysl a plynové turbíny**

Tato skupina dodává výkovky, pouzdra a kroužky pro všechny hlavní aplikace leteckých motorů. Díky rozmanitosti produktů, velikosti a materiálu může společnost uspokojit všechny požadavky zákazníků. Mezi typické výkovky patří disky kompresorů a turbín, hřídele a náboje ventilátorů pro kritické rotační aplikace. Společnost dodává také podložky, cívky, spirály a těsnění přírub. Vyrábí také prášky niklu a izotermické výkovky, které jsou použity v nejteplejších částech motorů. Mezi značky patří společnosti Wyman – Gordon, Carlton Forge, McWilliams Forge, Tru-Form a Special Metals Corporation. Sloučení těchto značek tak nabízí nejkompexnější zdroj výrobků pro naše zákazníky. Největší hydraulický lis v Severní Americe je lis společnosti Wyman – Gordon pro 50 000 tun, díky kterému je možné produkovat největší monolitické výkovky pro letecký průmysl. Komponenty mají uplatnění pro komerční letadla Airbus A320,A330,A340,A350, dále pro Boieng 737, 777 a 787. Společnost také podporuje vojenské letadla typu F/A-18 Hornett, F-15 Eagle, C-17 Globemaster, V-22 Osprey, H-60 Black Hawk a F-35 Lightning. [15]

#### **b) Energetická skupina**

Energetická skupina poskytuje kompletní zajištění materiálů pro elektrické elektrárny, elektrárny na zemní plyn a ropu, rafinerie a chemické procesy a průmyslové trhy. Skupina se zaměřuje na slitiny na bázi niklu, titanu, nerezové oceli, uhlíkové a legované oceli pro ingoty. Vyrábí potrubí, armatury, výkovky, trubky, plechy, dráty, tyče v široké škále velikostí. Mezi komponenty se řadí také vysoce kvalitní válcované, tažené a kované tyče, bezešvé trubky, tenkostěnné trubky a svařované trubky. Energetická skupina se skládá z několika společností : Wyman Gordon, Hackney Ladish, Special Metals Corporation, Western Australian Speciality Alloys, KLAD a PCC Rollmet. [16]

### **2.6.3 Spojovací materiály**

Divize Spojovací materiály je jedním z předních výrobců spojovacích materiálů, systémů, kovových součástek a sestav pro letecký průmysl, dopravu, energetický průmysl a průmyslové trhy. Divize se zaměřuje také na výrobu nástrojů, monitorovacích systémů pro plynové turbíny a systémy pro domácnosti. Divize sídlí ve městě Jenkintown, státě Pennsylvania a zaměstnává 5 500 zaměstnanců v 34 zařízeních po celém světě.

#### **a) Spojovací materiály**

Skupina Spojovací materiály se zaměřuje na navrhování a výrobu vysoce výkonných spojovacích materiálů s vysokou pevností, které jsou určeny pro kritické aplikace a drsné prostředí. Začátky skupiny sahají k založení společnosti SPS Technologies v roce 1903, od té doby Spojovací materiály staly jedničkou na trhu v oblasti kritických komponent, vytváření nových materiálů, návrhů a výrobních postupů pro letecký průmysl. Skupina vyrábí produkty také pro automobilový průmysl, vojenský a dále pro průmyslové stroje.

### **b) Konstrukční spojovací materiály**

Skupina výrobků konstrukčních prvků zahrnuje design, testování a zvyšování únavové životnosti dílů pro stavební a montážní potřebu. Konstrukční spojovací materiály se vyrábí v šesti závodech na třech kontinentech.

### **c) Mechanické prostředky**

Skupina navrhuje a vyrábí širokou škálu kapalinových rozvodů, vnitřní a vnější koncovky, brzdové těsnění a komplexní instalační nástroje pro všechny typy kapalinových systémů. Dále nabízí i systém zamykání v letadlech, vzpěry pro interiéry letadel, čepy, pojistné kroužky a další komponenty pro podvozky letadel.

### **d) Strojírenské produkty**

Skupina se zaměřuje na monitorovací systémy pro průmyslová zařízení, systémy pro kontrolu stočného pro domácnosti, dále na výrobu zdravotnických prostředků, celulózy a papíru. [17]

## **2.6.4 Historie Precision Castparts Corporate**

- 1949 – Joseph Cox, president a vlastník Oregon Saw Chin založil oddělení na odlévání
- 1953 – protože se oddělení dařilo, byla založena společnost Precision Castparts Corporate
- 1962 – zakoupena pec na odlévání odlitků o hmotnosti až 450 kg, tato událost vedla k uzavření smluv s několika leteckými společnostmi
- 1967 – uzavřena smlouva s General Electric pro součástky k motoru TF39
- 1968 – společnost se stala akciovou společností s nabídkou 120 000 akcií, započala výroba z titanu, niklu
- 1985 – odkoupena slévárna od společnosti Messier Fonderie d'Arudy ve Francii
- 1999 – odkoupení společnosti Wymen-Gordon – výkovky
- 2003 – odkoupení společnosti SPS Technologies – spojovací materiály
- 2006 – odkoupení společnosti Special Metals
- 2008 - odkoupení společnosti Carlton
- 2011 – odkoupení společnosti Tru-Form [18]

## **2.7 Wymen Gordon**

Společnost Wymen – Gordon je světovým lídrem v oblasti návrhu, výroby, montáže a integrace komplexních kovových dílů a výrobků ve světě. Zabývá se výrobou pro zdravotnický, letecký, energetický průmysl. Tato společnost má hlavní sídlo v Houstonu, státě Texas a patří pod společnost PCC. Zaměstnává 2 576 zaměstnanců.

Hlavní trhy: Vzdušný prostor, energetický průmysl, ropa a zemní plyn, zdravotnictví, automobilový průmysl, vlaky, zpracování potravin, jaderná energetika

Wyman Gordon pokrývá širokou škálu výrobků, od komponentů, které se vejdou do jedné ruky až po největší výkovek na světě. Výrobky jsou vytvořeny z titanu, niklové oceli, prášku a hliníkových slitin. Wymen – Gordon vlastní 16 zařízení po celém světě, z toho jsou 4 v Evropě. Mezi evropské operační středisko patří tyto zařízení. [19]

#### a) **WG Livingston**

WG Livingston se zaměřuje na rotační části pro vojenské, civilní a průmyslové aplikace plynových turbín. Dále na hřídele pro plynové turbíny, výkovky pro vojenské a civilní letadla, rozdělovače, ventily a bezešvé trubky pro energetický průmysl. Zařízení má rozlohu 44 375 m<sup>2</sup> a zaměstnává 223 zaměstnanců. Kapacity zařízení jsou – výkovky až 14 tun, průměr rotačních částí do 2 metrů, lis do 30 000 tun, tepelné zpracování, obrábění, mechanické testování a ultrazvukové zkoušení. Bezešvé trubky až do průměru 1 metru.

#### b) **WG Lincoln**

WG Lincoln se zaměřuje na rotační části pro vojenské, civilní a průmyslové aplikace plynových turbín. Zařízení má rozlohu 16 725 m<sup>2</sup> a zaměstnává 65 zaměstnanců. Kapacity zařízení jsou – výkovky do 1 tuny.

#### c) **PCC Plzeň**

PCC Plzeň je pobočka v Plzni, která se zabývá CNC obráběním a ultrazvukovým testováním pro letecký a energetický průmysl.

#### d) **WG Tysley**

WG Tysley je nová pobočka, která byla postavena v roce 2010 na území Anglie. [8]

### **2.7.1 Historie Wyman – Gordon**

- 1883 – založena společnost WG ve městě Worcester
- 1946 – postaveno zařízení v Graftonu
- 1988 - postavení zařízení na přesné lití – WG Carson City a WG San Leandro
- 1990 – postaveno zařízení WG- Grotton, WG Franclin, WG Tilton
- 1994 – postaveno zařízení WG – Brighton, WG Houštin, WG Livingston
- 1999 – odkoupeno společností PCC
- 2000 – postaveno zařízení W-G Lincoln
- 2000 – postaveno zařízení PCC Plzeň
- 2001 – postaveno zařízení WG Cleveland [18]



### 3 Teoretická východiska

V této kapitole jsou uvedena teoretická východiska průmyslového inženýrství pro lepší pochopení řešení celé práce. V následujících stránkách jsou proto vypsány metody na zlepšování výroby a lepší fungování podniků, které se v současné době snaží zaměřit na snižování nákladů a výrobních časů a zvyšování produktivity a příjmů. Většinou se v praxi mluví o tzv. štíhlém podniku.

Co vůbec znamená pojem štíhlý podnik? Štíhlý podnik je takový podnik, který dělá jen takové činnosti, které jsou potřebné. Tyto činnosti dělá správně, napoprvé a pokud možno rychleji než konkurence a přitom levněji než ostatní. Avšak štíhlost podniku je o zvyšování produktivity společnosti tím, že vyprodukuje více než ostatní, vyrobíme vyšší přidanou hodnotu než ostatní, či všechny podnikové procesy a činnosti dokážeme zvládnout za méně času. Být štíhlý znamená dělat přesně to, co chce zákazník, vydělávat víc peněz, vydělávat je s vynaložením menšího úsilí a vydělávat je rychleji.

Klasická definice štíhlé výroby je podle publikace Štíhlý a inovativní podnik od Jána Košturiaka, Zbyňka Frolíka a kolektivu následující:

„Štíhlá výroba znamená vyrábět jednoduše v samořizované výrobě. Koncentruje se na snižování nákladů přes nekompromisní úsilí po dosažení perfekcionismu. Ke každému dni ve výrobě patří principy kaizen aktivit, analýza toků a systémy kanban. Toto úsilí vtahuje do změn všechny pracovníky podniku – od vrcholového managementu až po pracovníky ve výrobě.“ [20]

Štíhlá výroba není jen snižování nákladů. Záleží hlavně na zvyšování přidané hodnoty pro zákazníka. O přidané hodnotě pro zákazníka rozhoduje právě zákazník, protože sám zákazník si udává v jakém množství, kvalitě, termínu a ceně koupí výsledný výrobek či službu. Většina podniků dokáže tyto požadavky splnit, ale jen menší množství z nich to dokáže splnit s minimálním plýtváním.



Obrázek 11 Štíhlý a inovativní podnik [21]



## 3.1 Prvky štíhlého podniku

Výše, bylo uvedeno, co všechno znamená štíhlý podnik. Na obrázku č. 9 je znázorněno, že štíhlý podnik není jen o štíhlé výrobě, ale také o štíhlé administrativě, štíhlém vývoji a štíhlé logistice. Ve všech těchto kategoriích využíváme metody a nástroje štíhlého podniku, které jsou vypsány níže.

### 3.1.1 Just in Time

Just in time zkráceně JIT je jedna z neznámější manažerských metod v moderním světě. Tato metoda vznikla v 70. letech 19. století, v japonské automobilce Toyota. Důvodem byla nepružnost výroby a nízká schopnost reakce v důsledku velkých sérií. V 80. letech minulého století byla systémově koncipována v USA a poté přenesena do Evropy. V současné době tuto metodu používá mnoho převážně průmyslových podniků na celém světě, jak v oblasti zásobování, tak i v oblasti výroby a distribuci.

Český překlad anglického Just in Time znamená „právě v čas“. Z tohoto názvu již dokážeme odvodit samotný cíl této metody. Hlavním cílem metody JIT je vytvoření ideálního vztahu mezi dodavatelem a odběratelem, který bude zaručovat téměř nulové zásoby u odběratele.

Metoda tedy spočívá v uspokojení potřeby po materiálu či dílu do výroby nebo po již hotovém výrobku v distribučním řetězci v přesně stanovených termínech. Dodavatel by tak měl dodávat výrobky či materiál přímo do výroby.

Pomocí tohoto systému na sebe mohou články v dodavatelském řetězci navazovat jen s minimální pojistnou zásobou.

Pokud chceme úspěšně uplatnit metodu JIT musí být splněny následující předpoklady:

- Zákazník je hlavním článkem dodavatelského řetězce. Dodavatel se mu má přizpůsobit a sladit svojí činnost s potřebami zákazníka. Dodavatel má garantovat zákazníkům požadovanou kvalitu materiálu, má mu poskytovat informace důležité pro plánování výroby. Dále musí zajistit, že při dodávkách vytvoří přepravní jednotky, které budou snadno procházet všemi manipulačními místy.

- přeprava materiálu či dílů musí být zajišťována spolehlivým dopravcem. Spolehlivost a přesnost je většinou ceněna více než její rychlost. Přeprava musí vyhovovat tímto předpokladům

- krátká a spolehlivá doba přepravy
- spolehlivá komunikace během přepravy
- nižší počet dopravců s dlouhodobou zkušeností
- správně volené dopravní prostředky a zařízení pro manipulaci s materiálem

Dodavatele by měli splňovat následující podmínky:

- dodavatel musí být z blízké vzdálenosti
- časté dodávky při malém množství

- zásoby mohou být umístěny u dodavatelů
- při menším množství dodavatelů dodává každý jednotlivce velké množství materiálu či dílů. Z toho vyplývá zvyšování ziskovosti a snižování nákladů

Firmy, které využívají tuto metodu, se specializují hlavně na eliminování času a prostojů. Cílem je co nejrychleji reagovat na změny v potřebách zákazníků. Díky úspoře času během celého dodavatelského řetězce dochází k zrychlení obratu kapitálu, zvyšuje se výkon řetězce a flexibilita při maximálním uspokojování zákazníka.

Při spolupráci s dodavatelem využívá metoda dvě strategie:

### **Emancipační strategie**

- dodavatel není schopen flexibilně reagovat na požadavky zákazníka, proto udržuje vysoký počet skladových položek
- díky výrobě větších sérií se snižují výrobní náklady, ale na druhou stranu rostou skladovací náklady
- tuto variantu volí především dodavatelé, kteří mají dlouhé výrobní časy, vysoké náklady na přestavbu výrobní linky

### **Synchronizační strategie**

- dodavatel je schopen pružně reagovat na požadavky zákazníka
- výroba dodavatele a požadavky zákazníka jsou sladěny, díky tomu nevznikají zásoby
- pokud chceme zvolit tuto variantu, musíme ale zabezpečit vysokou kvalitu informačního toku mezi dodavatelem a zákazníkem
- oproti předchozí variantě jsou zde nízké skladovací náklady, ale na druhou stranu zas vyšší výrobní náklady [22]

### **Základní znaky JIT**

1. „Vysoká úroveň kvality
2. Hladký výrobní tok
3. Nízké zásoby
4. Malé výrobní dávky
5. Rychlé a levné seřizování
6. Účelné rozmístění strojů
7. Preventivní opravy a údržby strojů
8. Neustálé zdokonalování“ [23]

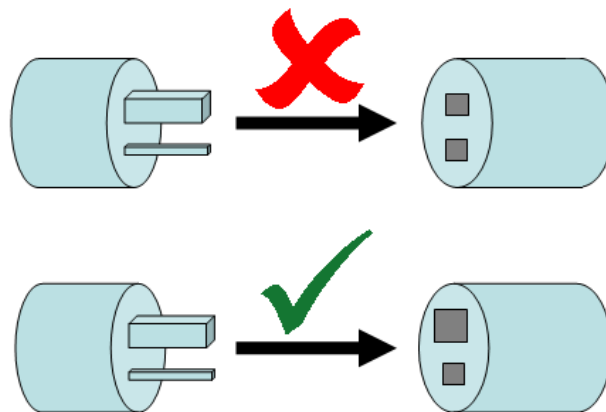
### **3.1.2 Jidoka**

Chyby, zmetky a závady jsou vždy nejhorším plýtváním. Zdroje a energie, které by mohly být využity na proces, který přidává přidanou hodnotu pro zákazníka, jsou využity na proces odstranění závady, který žádnou přidanou hodnotu pro zákazníka nepřidává. Metodu Jidoka byla navržena společností Toyota, jako metoda, která navrhuje a zařizuje procesy tak, aby se v případě jakéhokoliv problému zastavily. Problém tak bude odhalen včas a nenastane situace, kdy se například vyrobí spousta vadných výrobků. Problém je odhalen hned na

začátku a je následně řešen od jeho počátku. Příklad z praxe je takový, že jakýkoliv zaměstnanec, který objeví chybu, může zastavit výrobní linku, aby se nadále nevyráběly špatné výrobky. Zastavení procesu výroby či jakéhokoliv jiného procesu nutí pak pracovníky k zlepšení procesu, aby se již daná chyba neopakovala. Jidoka může existovat jak v lidské podobě, tak v mechanické podobě. Mechanická podoba je v podstatě nahrazení lidské síly technikou, která sleduje výrobní proces a v případě výskytu chyby, tento proces zastaví. [22]

### 3.1.3 Poka-yoke

Poka-yoke znamená zabránění chybám a neshodám ve výrobě či jakémkoliv procesu. Většinou je tato metoda založená na konstrukčním či elektronickém opatření, které zabrání vytvoření chyby. Zaměstnanec podniku či každý člověk, obecně dělá chyby, a proto je tato metoda pojmenovávána také jako „blbuvzdornost“. Na obrázku je uveden jednoduchý příklad poka-yoke.



Obrázek 12 Poka-yoke [24]

### 3.1.4 Kaizen

Slovo Kaizen je složeno ze dvou japonských slov a to sice KAI, které znamená změna a ZEN, což znamená lépe. Dohromady toto slovo znamená změna k lepšímu. Kaizen je metoda neustálého zlepšování a tato metoda je základní podnikovou filozofií.

Filozofie této metody se využívá v životě pracovním, ale i osobním. Člověk by se měl podle této metody zaměřovat na neustálé zdokonalování. Kaizen se vyvinul v Japonsku a nadále se rozšířil v USA.



Obrázek 13 Kaizen [25]

Všechny činnosti v podniku můžeme rozdělit do dvou kategorií. Za prvé to jsou činnosti udržovací a za druhé činnosti zlepšovací. Udržovací činnosti zajišťují plynulé plnění zadaných cílů pomocí dodržování standardů. Zlepšovací činnosti nám však umožňují zvyšovat výkonnost. Tyto dvě kategorie jsou vzájemně propojené.

Kaizen je postaven na dvou slovech:

**Zlepšování** – zlepšovat můžeme cokoliv, kvalitu, náklady, produktivitu, lepší plnění termínů

**Neustálé** – v dnešním světě se vše neustále mění, trhy, výrobky, požadavky zákazníků, nic není stanoveno pevně

Kaizen je často spojován s inovacemi, ale v těchto dvou termínech je rozdíl. Kaizen znamená neustálé zlepšování po malých krocích, kdežto inovace znamená radikální změnu. Kaizen není jen záležitostí top managementu, ale dotýká se všech zaměstnanců v podniku.

#### **Zásady systému kaizen:**

- pozornost se musí věnovat každému byt' jen sebemenšímu zlepšení
- kaizen není jen záležitostí top managementu, ale všichni zaměstnanci se mohou zúčastnit procesu zlepšování
- než zavedeme jakékoliv zlepšení, musíme nejdříve přesně analyzovat daný problém a následné pozitivní či negativní dopady na stávající situaci
- management firmy má dva úkoly, první je vytvoření standardů a druhý je udržování těchto standardů
- řešení problémů řešit na pracovních schůzkách týmů, které vede moderátor. Důležité je v tomto případě příprava na schůzky a vedení schůzky
- podávat aktuální informace všem v podniku, informovat o změně procesu
- kaizen musí mít silnou podporu ve vedení podniku
- motivovat pracovníky, kteří tak budou mít spoluúčast na výsledném úspěchu, motivovat jak materiálně, tak finančně [20]

### **3.1.5 Cykly PDCA a SDCA**

Metoda PDCA slouží jako metoda, která je vhodná pro řešení jakéhokoliv problému či zlepšení. Autorem této metody je W.Edwards Deming, proto často bývá nazývána jako Demingův Cyklus. Prvky této metody jsou čtyři základní kroky, které jsou obsaženy jako začáteční písmena v názvu metody PDCA.

#### **Čtyři základní kroky metody:**

##### **1. P – Plan (Plánuj)**

- celý cyklus začíná přípravou plánu, získáváme informace o problému a definujeme ho. V tomto kroku by měly být také rozepsány činnosti, které povedou k vyřešení daného problému

##### **2. D – Do (Dělej)**

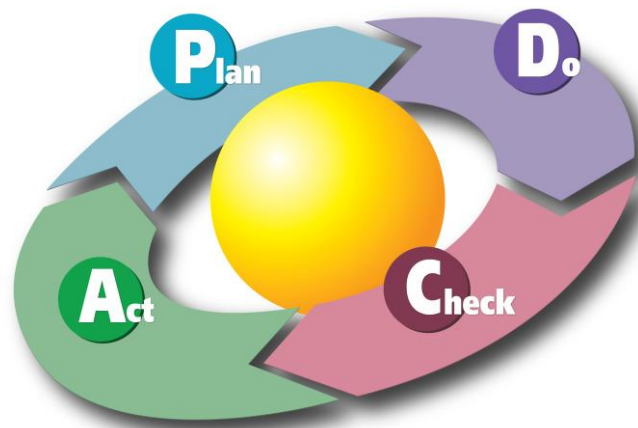
- druhým krokem cyklu je zavedení činností, které byly definovány v prvním kroku

##### **3. C – Check (Kontroluj)**

- v tomto kroku se kontroluje funkčnost zavedení zlepšení, kontroluje se, zda-li byl problém skutečně vyřešen

##### **4. A – Act (Jednej)**

- pokud dojde k situaci, kde se výsledek odlišuje od požadovaného stavu a problém není zcela nebo vůbec vyřešen, musíme hledat příčinu problému. Vypracuje se nový plán, který se aplikuje na odstranění této příčiny. Pokud jsou všechny problémy vyřešeny, pak můžeme udělat poslední krok, a tím je zavedení všech zlepšení do systému.[26]



Obrázek 14 PDCA [27]

Podobným cyklem jako je cyklus PDCA je cyklus SDCA. Než začneme praktikovat cyklus PDCA, musí být všechny probíhající procesy ustáleny ve výrobním či jakémkoliv jiném procesu. Proto nejdříve musíme zavést cyklus s názvem SDCA. Cyklus je podobný jako předchozí, akorát s rozdílem prvního kroku. První krok se nazývá Standardizace. Vysvětlení celé zkratky je tedy Standardize – Do – Check – Act . Pokud se v procesu stane nějaká abnormální událost, musíme zjistit, proč se tato událost stala. Bylo problémem nedodržení standardu? Byl vůbec standard nastaven? Teprve poté, co se standart nastaví a je v daném procesu udržován, je možné využít cyklus PDCA.

Cyklus SDCA je tedy pro standardizaci a stabilizaci procesů, oproti tomu cyklus PDCA tyto procesy zdokonaluje. [28]

### 3.1.6 Management toku hodnot

Management toku hodnot neboli anglicky Value Stream Management, zkráceně VSM je nástroj pro analýzu plýtvání ve všech procesech, ať už ve výrobě, logistice nebo administrativě. Všemi procesy proudí tok hodnot, které zvyšují a nezvyšují hodnotu. A právě procesy, které nepřidávají hodnotu, je třeba odstranit. Nejdříve je nutné vytvořit mapu toku hodnot, která nám pomůže zanalyzovat stávající procesy a dodá nám ucelený přehled na celou řešenou situaci. Díky této analýze odhalíme plýtvání, které se následně snažíme odstranit.

#### **Kde se tato metoda využívá:**

- pokud zavádíme výrobu nového výrobku
- pokud plánujeme změny u nějakého výrobku
- pokud plánujeme nové procesy
- pokud chceme zlepšit či opravit stávající procesy

#### **Výhody metody:**

- snížení velikosti ploch
- díky zmapování lépe pochopíme celý průběh procesu

- pomocí odstranění plýtvání zjednodušíme celý systém řízení
- zredukujeme výrobní dávky[28]

Hlavním cílem tohoto nástroje je vypočtení VA-Indexu tkz. Value Added Index Time. Tato hodnota znázorňuje poměr časů, které nepřidávají hodnotu a které přidávají hodnotu.

#### **Postup zavádění metody:**

- 1) Nakreslíme si hrubou mapu procesů
- 2) Zakreslíme informace o zákazníkovi
- 3) Nakreslíme základní kroky procesů
- 4) Zaznamenáme procesy a informační toky
- 5) Zaznamenáme údaje o interním procesu
- 6) Spočteme všechny údaje pro časovou linku
- 7) Nakreslíme časovou linku a následně vypočteme údaje o hodnotovém toku[29]

### **3.1.7 Management úzkých míst**

Management úzkých míst bývá většinou nazýván Teorií omezení nebo zkratkou TOC z anglického Theory of Constraints. Tato metoda je založena na tvrzení, že každý proces má své slabé místo, které omezuje celý systém a zabraňuje mu tak ve využití maximální výkonnosti. Jako příklad se většinou uvádí rčení: Řetěz je tak slabý, jako jeho nejslabší článek. Tato metoda se zaměřuje na hledání těchto úzkých míst a následně má opravit tato úzká místa.

#### **Teorie omezení má tři základní body:**

##### **1) Průtok (Throughput)**

- průtok je množství peněz, které je výstupem z výrobního systému či celého podniku za nějaké období. Průtok spočítáme, pokud odečteme od hodnoty prodeje za určité období hodnotu, která představuje variabilní náklady na daný produkt. Tento průtok můžeme sledovat na jakékoli časové bázi

##### **2) Investice / zásoby**

- je to množství peněz, které nám „leží“ v celém systému. Jsou to jak peníze ukryté v zásobách materiálu, rozpracované výrobě, tak i peníze na pomocné prostředky ve výrobě

##### **3) Provozní náklady**

- provozní náklady je hodnota, kterou je nutné nepřetržitě vkládat do celého výrobního systému, aby mohl fungovat a měnit tak zásoby na průtok, čili investice na průtok

#### **TOC je tvořeno pěti kroky:**

##### **1) Identifikace úzkého místa**

- nejdříve je nutné určit úzké místo, které nám brání plně využívat celý systém. Často bývá úzké místo nalezeno v hromadění vysokých zásob či dlouhých výrobních časech

##### **2) Rozhodnutí jak úzké místo využít**

- ve druhém kroku se snažíme co nejvíce využít nalezené úzké místo

### 3) Podřídít vše danému rozhodnutí

- třetí krok je většinou nejdůležitější a netěžší. Pokud jsme rozhodli o maximálním využívání úzkého místa, musíme tomuto rozhodnutí vše podřídít.

### 4) Odstranění omezení

- v tomto kroku hledáme řešení, jak nalezené omezení odstranit. Ve většině případů se jedná o investici času, zdrojů a peněz.

### 5) Pokračování

- v posledním kroku se vracíme zpátky na začátek k prvnímu kroku. Zjišťujeme, jestli se úzké místo nepřesunulo na jiný typ omezení a tímto tak dochází k neustálému zlepšování [20]

## 3.1.8 Muda

Muda znamená v japonštině plýtvání či odpad. Práce jako taková se skládá z několika kroků či procesů, kde je na začátku celého aktu zdroj v podobě informace či suroviny a na konci je hotový výsledný produkt nebo služba. V procesu výroby či v jakémkoliv jiném procesu je produktu přidávána hodnota. Zdroj každého procesu hodnotu buď přidávají nebo nepřidávají a právě aktivity, které hodnotu nepřidávají, představuje muda.

Podle publikace Gemba Kaizen - Taiichi Ohno klasifikoval muda na pracovišti do těchto sedmi kategorií

- „1. Muda nadprodukce
2. Muda zásob
3. Muda oprav a zmetků
4. Muda pohybu
5. Muda zpracování
6. Muda čekání
7. Muda dopravy“

### 3.1.8.1 Muda nadprodukce

Muda nadprodukce je většinou způsobena obavou vedoucího výrobní linky, který se bojí problémů, jako jsou zmetky, nedostatek dělníků, poruchy strojů a proto ho tyto problémy nutí vyrábět víc než je nutné. V podstatě se vyrábí pouze pro jistotu. Muda nadprodukce vychází z předstihu výroby před výrobním plánem. V rámci procesu výroby a využívání systému „právě včas“ je tento předstih před výrobním plánem považován za ještě větší prohřešek než zpoždění výroby. Když vyrábíme větší množství, než je požadováno, ohromně tím plýtváme. Plýtvání se projevuje spotřebou materiálu, lidskými silami či energiemi, dále plýtváme i výrobní kapacitu, manipulační prostředky a v neposlední řadě také administrací.

Nadprodukce vychází z těchto postupů či předpokladů:

- v procesu se vyrábí tolik produktů, kolik je možné, aniž by se bral ohled na rychlost, jakým může fungovat následující výrobní operace

- pokud se poskytne obsluze výrobních strojů neomezená volnost práce
- každá linka či výrobní pracoviště se motivuje k zvyšování produktivity
- pokud se zvyšuje poměr vyrobených dílů, bez nutnosti oprav
- pokud se umožní pracovišti vyrábět víc, než je požadováno, z hlediska volných kapacit

### 3.1.8.2 Muda zásob

Mezi zásoby patří jak hotové výrobky, tak rozpracované výrobky, součástky, díly a všechny tyto komponenty nepřidávají žádnou hodnotu. Zásoby nám zvyšují provozní náklady na skladování a zabírají tak místo, při využívání dalších zařízení jako jsou sklady, dopravníky, vysokozdvizné vozíky. Zásoby však vyžadují i plýtvání lidskou silou, která tyto sklady musí řídit. Pokud máme nadbytečné množství zásob, nevzniká nám žádná přidaná hodnota. Na výrobky či rozpracovanou výrobu sedá prach a s časem klesá jejich kvalita. V ojedinělém případě může dojít také k poškození vlivem pohromy, požáru, či další náhodné události. Tyto nadměrné zásoby jsou důsledkem nadprodukce. Zásoby by se tak měli udržovat v co nejmenší požadované míře. Zásoby můžeme také přirovnat k hladině vody, která zakrývá skutečné problémy. Pokud je hladina zásob vysoká, může se stát, že nikdo nevidí či neřeší problémy, jako jsou prostoje a kvalita produktu a tímto se ztrácí příležitost k jakémukoliv zlepšení. Na druhou stranu nižší hladina zásob nám pomáhá zjistit problémy ve výrobě.

### 3.1.8.3 Muda oprav a zmetků

Opravy a zmetky vyžadují opravy a často přerušují výrobu. Někdy se zmetky musí vyhodit a to nám způsobuje velké plýtvání práce a zdroji. V současném moderním světě a velkovýroby mohou výrobní linky, které produkují výrobky velkou rychlostí, vyrobit velké množství špatných výrobků. Než si toho obsluha či kdokoliv ze zainteresovaných všimne, může tato škoda nabrat ohromných rozměrů. Zmetky nám mohou také poškodit drahé výrobní zařízení, či upínací prostředky. U vysokorychlostních výrobních zařízení je tak potřeba asistence lidské síly, který v případě objevení poruchy, výrobu zastaví. Lidskou sílu však můžeme nahradit ochranným mechanismem, který v případě vadného produktu objeví chybu a následně zastaví výrobu. Do mudy oprav a zmetků však patří také složité papírování a administrace. Pokud je dokumentace od zákazníka či odběratele neúplná nebo dokonce chybná, dochází tak k plýtvání času a čekání na správnou informaci. Proto by potřebná dokumentace měla být co nejsrozumitelnější a měly by se odstranit všechny nepotřebné procesy.

### 3.1.8.4 Muda pohybu

Pohyb, který nepřidává hodnotu, je neproduktivní. Zaměstnanec během chůze nepřidává žádnou hodnotu. Proto by veškerá práce, která nepřidává hodnotu, měla být odstraněna. Pokud zaměstnanec potřebuje přenést jakoukoliv věc z místa na místo je to muda. Tato muda však může být odstraněna jiným a lepším uspořádáním pracoviště. Obsluze stroje trvá práce, která skutečně přidává hodnotu většinou pouze několik sekund, zbytek pohybu je již plýtvání. Pokud chceme omezit mudu pohybu, musíme si uvědomit, jaké úkony zaměstnanec dělá nejčastěji a kolik vteřin tyto úkony trvají. Poté se snažíme toto plýtvání odstranit přeuspořádáním pracoviště či různými pomocnými plochami a držáky.



### 3.1.8.5 Muda zpracování

Nevhodně zvolená technologie či nevhodné provedení vede k muda zpracování výrobku. Muda nastává například, když lis provádí neproduktivní úder a celé situaci se dá předejít. K mudě zpracování dochází často také při neschopnosti časového sladění jednotlivých procesů. Zaměstnanec může také zpracovávat výrobek v jemnější kvalitě než je nutné.

### 3.1.8.6 Muda čekání

Muda čekání je nejčastější muda ve většině firem. Jedná se jak o čekání na informace, tak na materiál či na hotový výrobek. Zaměstnanec na výrobním pracovišti může čekat na předchozí operaci a tak jeho činnost nepřidává žádnou hodnotu. Dalším případem je také to, že na pracovišti může chybět instrukce, podle které se má daná operace provádět. Proto je nutné všechny procesy časově zkoordinovat a naplánovat tak, aby na sebe co nejlépe navazovaly.

### 3.1.8.7 Muda dopravy

Doprava má několik druhů, ať už je to doprava pomocí vozíků, vysokozdvizných vozíků či dopravního pásu. Samotná doprava je nezbytnou součástí každého výrobního procesu. Avšak doprava výrobků, rozpracované výroby a materiálu nepřidává žádnou hodnotu. Během dopravy může dojít také k poškození dopravovaného výrobku. Muda dopravy by tak měla být odstraňována v co největší míře a měla výsledná doprava by měla být pouze nezbytná na dopravení výrobku k výrobnímu pracovišti, či k jinému požadovanému místu. Mudu dopravy můžeme odstranit také přeskupením výrobních pracovišť.

## **Další typy muda:**

Mezi další typy muda můžeme zařadit také muda času. S muda času se setkáváme denně, je to v podstatě plýtvání časem. K plýtvání času dochází nejen ve výrobním úseku ale i v administraci. Další muda je v podstatě cokoliv co nepřidává hodnotu a tak je seznam muda prakticky nekonečný. A protože odstraňování muda nic nestojí, je tak odstranění muda jeden z nejlepších kroků, jak zlepšit fungování firmy. [28]

## **3.1.9 Metoda 5S**

Metoda 5S je jedním ze způsobů jak zlepšovat kvalitu výrobního procesu. Název 5S je zkratka prvních písmen japonských slov, které vedou kroky k lepšímu a výkonnějšímu pracovišti. Těchto 5 kroků si nyní uvedeme

- Seiri – Třídění
- Seiton – Uspořádání
- Seiso – Vyčištění
- Seiketsu – Standartizace
- Shitsuke – Uchování

Při zavedení 5S v západních společnostech se můžeme setkat s anglickými ekvivalenty japonských pěti S, které jsou označovány jako 5S nebo 5C.

- Sort - Clear out
- Straighten - Configure
- Scrub – Clean and check
- Systemize - Conform
- Standardize – Custom and practice [28]

Nyní si těchto pět kroků uvedeme v podrobnějším výkladu.

### 3.1.9.1 Seiri (Roztřídit)

První krok, roztřídit, obsahuje roztřídění všech objektů na pracovišti do dvou skupin. Za první, je to skupina – nepotřebné a za druhé – potřebné. Úkolem je odstranit všechny nepotřebné objekty z pracoviště. Na pracovišti lze v průběhu výrobního procesu nalézt mnoho věcí a některé z nich nejsou k vykonávanému úkolu zapotřebí. Pracoviště tak bývají často plné nepotřebných věcí, které se jen odkládají na různé poličky, desky, podlahy a nevrací se na svá místa, pokud tedy bývají svoje určité místo. Mezi nepoužívané věci patří například různé upínače, nástroje, formy, díly, police, krabice, rukavice, nepotřebná dokumentace a další věci. [28]

Problémy, které můžeme díky třídění odstranit, jsou např. následující:

- a. Přehlnutý podnik či pracoviště, ve kterém se obtížně pohybuje a pracuje
- b. Nastává ztráta času hledáním nástrojů či materiálu
- c. Nepotřebné předměty zabraňují plynulému toku výroby
- d. Náklady na nepoužívané stroje a nářadí

První krok Seiri obvykle začíná označováním červenými štítky. Operátor, zaměstnanec či člen řešitelského týmu 5S dostanou svazek červených štítků, kterými následně označí všechny objekty, které jim budou připadat nepotřebné a zbytečné. Štítky by však měly být označeny i objekty, u kterých není zcela jasné, zda jsou potřebné či nepotřebné. Varovný červený štítek by měl vyvolat tři základní otázky:

- Je tento předmět potřebný?
- Pokud ano, je potřebný v takovém množství?
- Pokud je zapotřebí, je nutné, aby byl umístěn právě zde?

Červené štítky mohou obsahovat různé informace, zda-li je označen polotovar, nářadí, polička atd., vždy by však měl obsahovat datum označení a jméno osoby, která štítek vytvořila. Vždy by měl také obsahovat důvod, proč byl tento štítek vytvořen.

Proces označování štítky by měl proběhnout v co nejkratším časovém úseku, aby nedošlo k případům, že pracovníci budou danou věc jednou za měsíc potřebovat. Po předem určené době je nutné vzít všechny označené věci a rozhodnout co s nimi nadále udělat. Uvedeme příklad několika způsobů, jak s takovými věci naložit: [30]

- Vyhodit
- Prodat jiným společnostem
- Vrátit předměty dodavateli
- Uklidit předměty do jiné části firmy

Na konci první kroku 5S by se měli všichni zainteresovaní zaměstnanci, manažeři, ředitel a vedoucí provozů sejít a podívat se na hromadu nepotřebných věcí, rozpracovaných výrobků a dalších položek, které byly označeny. Krok Seiri se může použít také u zaměstnanců v kanceláři.

### 3.1.9.2 Seiton (Nastavení pořádku)

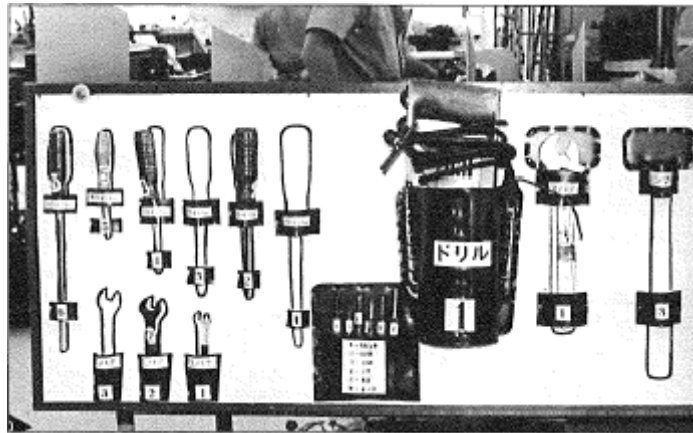
Poté co proběhl první krok Seiri, bylo z pracoviště odstraněno vše nepotřebné a na místě zůstal pouze minimální počet potřebných věcí. Pokud však tyto věci nejsou ihned po ruce nebo je mu člověk hledat, jsou tyto věci k ničemu. Proto následuje druhý krok 5S, kterým je Seiton neboli Nastavení pořádku či Srovnání.

Seiton znamená věci srovnat a uložit podle jejich použití, aby jejich nalezení zabralo co nejkratší úsek času a minimální úsilí. Abychom dosáhli tohoto efektu, musí mít každá položka své označené místo, název a počet. Aby kdokoliv kdo přijde na pracoviště, mohl snadno najít a použít potřebné objekty. Uspořádání objektů by mělo odstranit následující problémy: [28]

- Hledání potřebných věcí a následná ztráta času.
- Zbytečný pohyb po pracovišti či firmě.
- Frustrace zaměstnanců při hledání.
- Nebezpečné situace způsobené nahromaděnými nástroji, nářadím atd.

Místo pro danou položku by mělo být vybráno z několika hledisek. Za prvé musíme brát v úvahu četnost použití dané položky. Například nejčastěji používané položky by měly být v regálu umístěny v úrovni loktů, aby daný pracovník nemusel při jejich používání vynakládat tolik energie. Těžké a objemné věci by naopak neměly být umístěny do horních poloh.

Druhý krok metody 5S je základním bodem standardizace. Pracoviště totiž musí být před zavedením standardizace a nastolením pořádku uspořádané. Uspořádání nástrojů a objektů nás přivádí k pojmu vizuální řízení. Podle publikace 5S pro operátory je vizuální řízení „jakékoli komunikační zařízení užívané v pracovním prostředí, které nám okamžitě říká, jak by měla být práce provedena“ [30] Vizuální řízení používáme k názornému předvedení, kam předměty patří, kolik předmětů patří na dané místo atd. Pokud zavedeme toto vizuální řízení, zjistíme, že existuje jen jedno místo pro umístění každého předmětu. Během několika vteřin tak můžeme zjistit, jaké předměty na pracoviště patří.

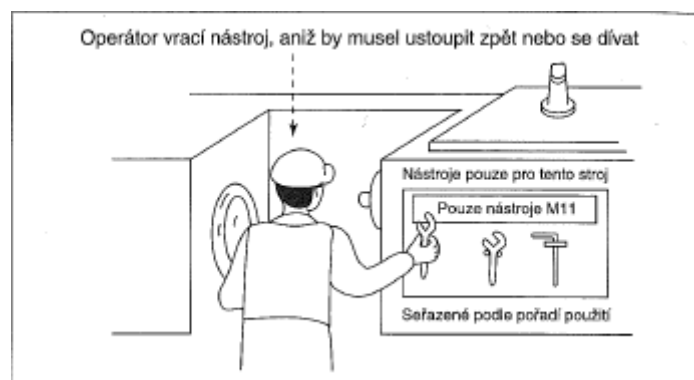


Obrázek 15 Příklad vizuálního řízení [30]

Pro nastavení pořádku na pracovišti uvádíme následující kroky.

Prvním krokem je nalézt nejlepší umístění nástrojů, přípravků či forem. Nástroje se totiž od materiálu liší tím, že musí být po každém použití vráceny na své místo.

Předměty by se na pracovišti měly umístit podle četnosti jejich použití. Často používané předměty, umístit blíž k místu použití a zřídka používané předměty umístit mimo místo použití. Předměty, které se používají společně, umístit na jedno společné místo a uskladnit je podle četnosti používání. Často se také využívá princip zavěšení nástrojů na naviják, nástroje se tak po použití sami automaticky vrátí na své správné místo. Nástroje můžeme skladovat také podle funkce nebo produktu. Funkční skladování znamená skladovat nástroje s podobnými funkcemi společně. Pokud však skladujeme nástroje podle produktů, skladujeme tak společně všechny nástroje, které využíváme pro stejný produkt. Produktové skladování nástrojů se tak hodí především pro opakovanou výrobu, kdežto funkční skladování nástrojů pro dílenskou výrobu.

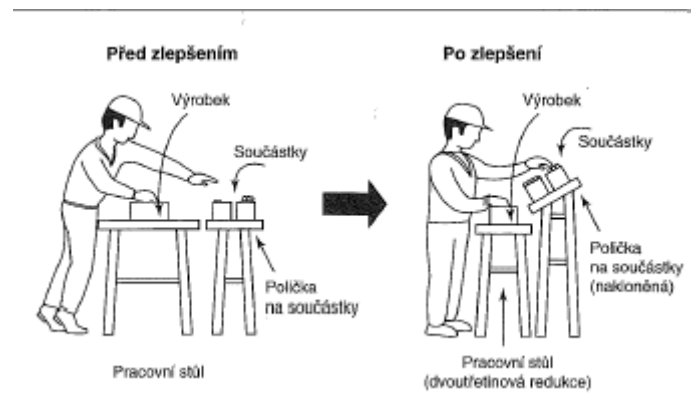


Obrázek 16 Nástroje skladované podle pořadí použití [30]

Druhým krokem je rozhodnout o nejlepším umístění součástek, nástrojů a strojů z hlediska plýtvání zbytečnými pohyby. Tím je myšleno především plýtvání časem, energií a úsilím pracovníků, kteří musí pohybovat tělem a končetinami více, než je nutné pro provedení operace.

Z následného obrázku č. 15 je vidět zlepšení ve vyhledávání součástek provádění montážní práce. Na levé části obrázku před zlepšením můžeme vidět, že stůl byl příliš široký a tak se pracovník musel natahovat, aby dosáhl na potřebné věci. Stojan na součástky byl daleko od pracovníka a na rovné policiče se dané součástky vyhledávaly. Na pravé části

obrázku můžeme vidět pracoviště po zlepšení. Rozměry stolu byly zmenšeny a polička na součástky byla nakloněna směrem k pracovníkovi. Díky tomuto vylepšení může pracovník vyhledávat potřebné součástky rychleji a snadněji.



Obrázek 17 Zlepšení na pracovišti [30]

Třetím krokem v nastavení pořádku je krok, který pomůže s identifikací předmětů. Pokud máme rozhodnuto o nejlepších umístěních, musíme tyto místa řádně označit, aby byla viditelná pro všechny.

K identifikaci co kam patří, můžeme využít štítky, které nalepíme na regály a potřebná místa. Štítky mohou sloužit jako ukazatelé znázorňující, kam předměty patří. Dále to mohou být také ukazatelé, jaké konkrétní předměty do těchto míst patří. Další možností, která nám pomáhá identifikovat umístění předmětů na podlahách a chodbách, jsou nátěry. Nátěry používáme k vytvoření dělicích čar, které oddělují oblasti pro chůzi pracovníků na hale, od provozních oblastí. Při aplikaci nátěrů musíme brát v potaz také šířku dělicí čáry, která by měla být 5-10 cm a dále také barvy nátěru. Barvy by měly být dobře viditelné a zářivé. Typy oddělovacích čar mohou být následující, umístění vysokozdvíhových vozíků, směr pohybu pracovníků v uličce, znázornění otevírání dveří, označení pracovišť, oblastí a zařízení. [30]

### 3.1.9.3 Seiso (Vyčistit)

Třetí krok z pěti S znamená vyčistit a uklidit pracoviště. Zdůrazňuje především odstranění špíny z pracoviště a celé firmy. Cílem třetího kroku je tedy přeměnit špinavé pracoviště na čisté místo, kde bude každý pracovník rád pracovat. Vše musí být udržováno v nejlepším stavu, aby to mohlo být připraveno k použití. Společnost by měla úklid hluboce zakořenit do denních pracovních návyků, aby byly nástroje, zařízení a pracovní oblasti vždy připraveny k použití. Společnosti by tak měli přejít od úklidů na konci roku k nepřetržitým úklidům.

Problémy, kterým se můžeme vyhnout při aplikaci třetího kroku:

- Úniky oleje a chladicích kapalin mohou způsobit uklouznutí a zranění
- Nečistota může zakrýt trhlinu či různé poruchy
- Časté mytí slouží i jako kontrola strojů a nástrojů
- Prach a špína způsobuje depresivní prostředí a snižuje morálku
- Neodklizené špony se mohou dostat do výrobních operací a způsobit tak různé defekty
- Špinavé displeje měřidel ovládacích panelů mohou zapříčinit špatnou čitelnost

Pokud se ve firmě zavede úklid do každodenní činnosti pracovníků, neslouží úklid jen jako úklid, ale také jako kontrola. Pracovník tak zároveň s úklidem zkontroluje nástroje a stroje a zjistí, zda-li nehrozí nějaká porucha, či problém. Při provádění úklidu je dobré si stanovit kroky této činnosti. Krokem č. 1 je stanovit jaké stroje, zařízení, přípravky, nástroje a měřidla budou kontrolovány. Krok č. 2 obsahuje přiřazení úkolů pracovníkům. Ti, kteří provádějí úklid a tím i kontrolu, by měli být ti, co stroj obsluhují. Občas je možné zapojit do úklidu/ kontroly také supervizory. Krok č. 3 stanovuje metody úklidu/ kontroly. Je důležité vypsát seznam kontrolovaných položek. Krok č. 4 obsahuje samotný úklid/kontrolu podle předchozích seznamů. Poslední krok č. 5 znamená opravu problémů. Vyskytují se dva přístupy k opravě problémů. První přístup je okamžitá oprava, kterou provádí operátor okamžitě po zjištění problému. Operátor však musí znát své schopnosti a musí rozhodnout, zda-li je v jeho silách provést opravu. Druhý přístup je požadovaná oprava. Tato oprava znamená, že je problém příliš obtížný na to, aby ho operátor opravil vlastními silami. V takové situaci musí dát operátor vědět oddělení údržby nebo mistrovi. [30]

### 3.1.9.4 Seiketsu (Standardizovat)

Seiketsu neboli Standardizace je čtvrtý krok z 5S. Tento krok se odlišuje od třech předchozích, protože se jedná o metodu, která se používá při zachování prvních třech kroků. Standardizace je tedy v podstatě výsledek, který existuje jen tehdy, pokud jsou a zachovány předchozí tři kroky. Standardizace tak spojuje třídění, nastavení pořádku a čištění do jednoho celku. Pokud však standardizaci nezavedeme dobře, může docházet k několika problémům. Podmínky se totiž začnou vracet do původního stavu, který nevyhovoval 5S. Nářadí a součástky se válí různě po pracovišti a hale. Místa, kde se skladují nástroje, jsou neuspořádaná a musí se znova uklízet.

Při zavedení standardizace bychom měli postupovat podle následujících bodů.

#### Bod č. 1 – Přidělení zodpovědnosti předchozím 3S

Pokud jsme úspěšně zavedli předchozí 3S, musíme určit, kdo je za jaké činnosti zodpovědný. Když pracovníkům nepřidělíme jasné úkoly třídění, nastavení pořádku a čištění, nebudou mít tyto činnosti velký smysl.

#### Bod č. 2 – Začlenění povinností 3S do pravidelných činností

Plnění všech třech povinností musí být pravidelné. Nestačí je vykonávat pouze tehdy, pokud pracovníci vidí, jak se jejich pracovní podmínky zhoršují. Proto, aby se kroky 5S staly pravidelnými činnostmi, slouží dva přístupy.

##### a) Vizuální 5S

S pomocí vizuálního přístupu je úroveň 5S vidět na první pohled. Hlavní náplní vizuálního přístupu je, aby byl kdokoliv schopen rozlišit na první pohled to, co jsou normální podmínky a co jsou nenormální podmínky.

##### b) 5S v pěti minutách

Pojem 5S v pěti minutách znamená, že se operátoři budou zabývat všemi kroky 5S pravidelně a vždy v určitém časovém rozmezí.

### **Bod č.3 – Kontrola úrovně zachování 3S**

Poté co přidělíme jednotlivé kroky 3S do každodenních pracovních činností, musíme vyhodnotit, jak dobře jsou všechny tři kroky udržovány. Pro tento účel stačí vytvořit jakýkoliv kontrolní seznam. Hodnotitel následně oboduje úroveň třídění, nastavení pořádku a čištění na předem nastavené škále. [30]

#### **3.1.9.5 Shitsuke (Zachování)**

Pátý a poslední krok 5S se nazývá Shitsuke neboli zachování či udržování. Název tohoto posledního kroku se v různých literaturách a firmách liší, ale princip je stejný. V tomto kroku udržujeme předchozí kroky 5S a dbáme na vysokou disciplinovanost. Zavedené kroky se na pracovišti musí udržovat, aby nedošlo k opětovnému porušování. Ke kontrole dodržování všech kroků se používají různé typy kontrol, např. návštěvy managementu ve výrobním úseku, audity a hodnocení plnění standardů 5S. Všichni zaměstnanci by tak měli být seznámeni se zásadami 5S, nejlépe tak, aby tyto zásady přešly do návyků pracovníků.

#### **Mezi další metody průmyslového inženýrství patří např.:**

- Komplexní řízení jakosti (TQM)
- Six Sigma
- Tok jednoho kusu (One-piece flow)
- Kanban
- Benchmarking
- Vizuální management
- SMED
- Kritický řetěz (CC)
- MRP
- Týmová práce

## 4 Návrh opatření

Jak již bylo uvedeno výše, společnost PCC CZ se zaměřuje na tři hlavní procesy. Jsou to procesy obrábění rotačních dílů, nedestruktivní zkoušení rotačních dílů imerzní ultrazvukovou metodou a rozměrová kontrola dílů. Nejdříve tedy bylo nutné seznámit se s pracovním prostředím a poznat všechny hlavní procesy, které se ve společnosti vyskytují.

Po zmapování prostředí bylo zástupci vedení firmy rozhodnuto, že se daný projekt bude zaměřovat na výrobní pracoviště obrábění rotačních dílů tzv. plošiny. Cílem celého projektu bude tedy racionalizace a standardizace pracoviště s využitím metody 5S a ostatními metody průmyslového inženýrství. Racionalizace pracovišť se nebude týkat strojů Dorries, Doosan 34A,34B a 38. A v poslední řadě strojů Doosan 40-43, které se na výrobní halu teprve instalují.

Výběr metody pro racionalizaci a standardizaci pracovišť byl ulehčen tím, že ve společnosti byla z části zavedena metoda 5S. Tato metoda však nebyla plně využívána a dodržována. Vedení společnosti tak rozhodlo o prohloubení a větší uplatnění této metody.

Při zmapování prostředí výrobní haly bylo nalezeno několik oblastí:

### 1. Logistika

- tato oblast slouží pro skladování a balení či rozbalování importovaných a exportovaných dílů

### 2. Kvalita

- druhou oblastí je oblast kvality, která obsahuje tři stanoviště

**a) Mark off** – na tomto stanovišti se importované díly orýsují a vyznačí se na nich pozice upnutí pro CNC stroje. Na tomto stanovišti se také kontroluje vhodnost výkovku, zda z daného výkovku půjde obrobít požadovaný tvar, jeho přídavky a nedostatky

**b) DIM (IC)** – je stanoviště pro měření a výstupní kontrolu obrobených dílů

**c) Hard Stamp** – po úspěšném změření obrobeného dílu putuje díl na stanoviště Hard Stamp, kde se na něj narazí požadované označení

### 3. NDT – oblast NDT obsahuje nedestruktivní testování obrobených či neobrobených dílů

### 4. CNC – oblast CNC zabírá ve výrobní hale největší plochu, je tvořena 27 CNC stroji a 3 manuálními soustruhy

### 5. Údržba – tato oblast slouží pro zaměstnance údržby, ve které jsou skladovány jednotlivé nástroje pro opravu používaného zařízení

### 6. Set up – oblast Set Up slouží pro přípravu výroby, je zde skladováno velké množství upínek, nástrojů, klíčů, šroub, matic a ostatních komponent, které jsou potřebné pro výrobu

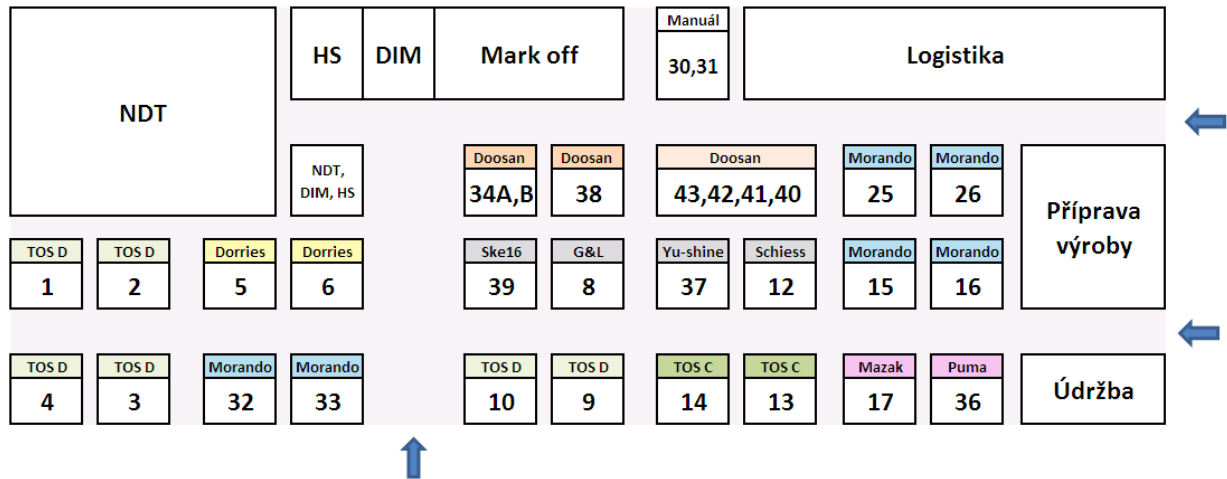
### Další údaje nalezené při zmapování prostředí:

- výrobní hala se rozděluje na dvě lodě
- oblast CNC tvoří většinou dvojice strojů, které obsluhuje jeden zaměstnanec
- na hale se vyskytuje několik stejných skupin strojů
- kusová výroba
- nepřetržitý provoz – 4 pracovní týmy
- denní a noční směny operátorů



- manipulace s díly je prováděna pomocí mostových jeřábů

Pro lepší pochopení rozložení jednotlivých oblastí byl přiložen zjednodušený layout haly viz obrázek č. 18.



Obrázek 18 Zjednodušený layout haly

## Řešitelský tým

- Bc. Jindřich Závodný – diplomant, datový analytik
- Bc. Jiří Veselý MBA - Operations manager
- Roman Horoško – Production Supervisor

Řešitelský tým se skládal z diplomanta, který předkládal a vypracovával návrhy na zlepšení, vytvářel standardy, dohlížel na plnění úkolů. Dále byly v týmu také dva zástupci managementu, kteří měli za úkol schvalování či zamítnutí jednotlivých návrhů. Konzultovali s vedením firmy požadavky na standardizaci pracovišť a kontrolovali činnost diplomanta.

### 4.1 5S meeting

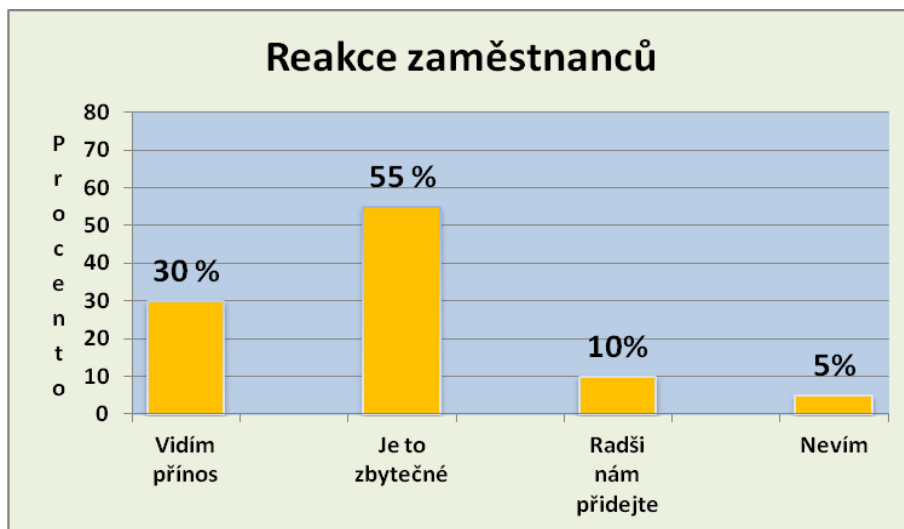
Při implementaci každé změny je důležitá komunikace a informovanost zaměstnanců a všech, kterých se bude tento projekt týkat. Meeting bylo nutné připravit tak, aby se všem zaměstnancům dostalo základních znalostí o metodě 5S. Meeting měl za cíl, přesvědčit zaměstnance o užitečnosti metody 5S a přimět všechny zaměstnance ke spolupráci na celém projektu.

Je však všeobecně známo, že většina lidí se ke změnám staví poměrně negativně. Proto bylo třeba vtáhnout zaměstnance do celého projektu a dát jim tak najevo, že celý tento projekt není jen nesmyslný nápad vedení.

Meetingu pro metodiku 5S se postupně zúčastnily všechny 4 týmy, které tak byly seznámeny se základními poznatky a využitím v praxi. Nejčastější reakce na zavádění metody 5S do praxe jsou znázorněny v grafu č. 1.

Z grafu je možné odečíst, že většina reakcí byla většinou negativní, ale našly se i dobré připomínky a nápady. Zaměstnanci tak prokázali, že nad zaváděním metody 5S přemýšlejí a

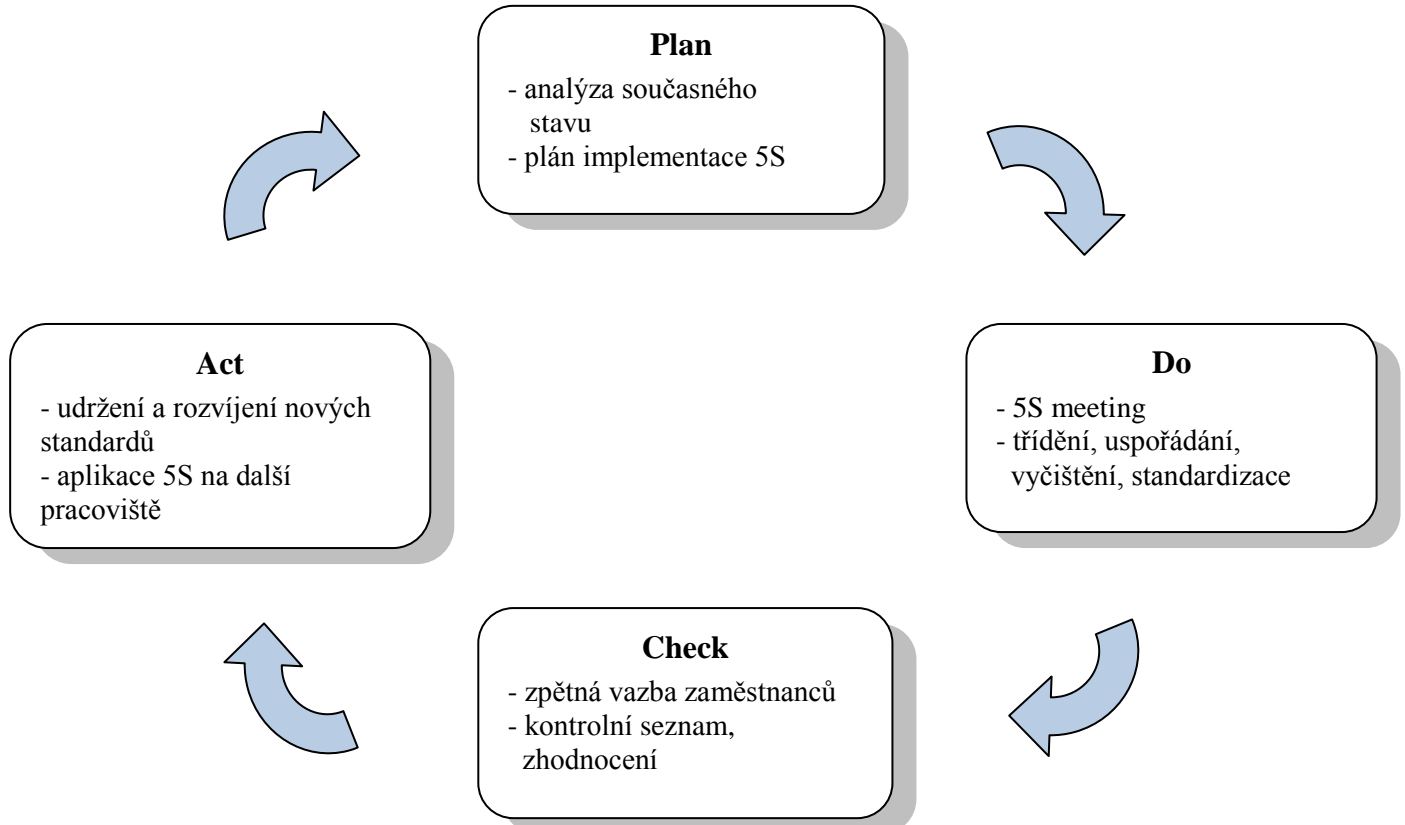
zkoušejí vymyslet nové způsoby, jak své pracoviště vylepšit a ulehčit si tak svoji každodenní práci.



Graf 1 Reakce zaměstnanců

## 4.2 PDCA


V teoretické části práce byla uvedena metoda PDCA, která je součástí neustálého zlepšování filozofie kaizen. Tato metoda byla využita při implementaci 5S. Níže uvedený obrázek zobrazuje jednotlivé kroky cyklu PDCA.



Obrázek 19: Jednotlivé kroky cyklu PDCA implementace metody 5S

### 4.3 Předběžný plán projektu

Plánování je důležitý krok každého procesu. Plán by měl určit co je cílem procesu, stanovit jednotlivé kroky, které vedou k dosažení cíle a nastavit, kdy má být daný cíl dosažen. Plán implementace 5S, který je uveden v tabulce 1 uvádí, v jakých termínech by jednotlivé kroky měly být splněny.

		2011								2012							
		1.tyden	2.tyden	3.tyden	4.tyden	5.tyden	6.tyden	7.tyden	8.tyden	9.tyden	10.tyden	11.tyden	12.tyden	13.tyden	14.tyden	15.tyden	16.tyden
<b>I.Fáze</b>	<b>Příprava</b>																
	Školení																
	Analýza pracovišť																
<b>II.Fáze</b>	<b>Realizace</b>																
	Vytvoření nového uspořádání																
	Konzultace se zaměstnanci																
	Zpracování návrhů zaměstnanců																
	Odsouhlasení změn vedením																
	Odsouhlasení změn zaměstnanců																
	Měření časů před implementací 5S																
	Předběžná kalkulace																
	Poptávka po vybavení																
	Zámečnické práce																
	Realizace změn - vybavení																
	Vytvoření standardů a formuláře																
<b>III.Fáze</b>	<b>Zhodnocení projektu</b>																
	Zavedení a hodnocení formulářů																
	Měření časů po implementaci 5S																
	Vyhodnocení projektu																

Tabulka 1 Plán implementace metody 5S

Po vytvoření předběžného plánu a určení dílčích cílů mohla začít implementace metody 5S.

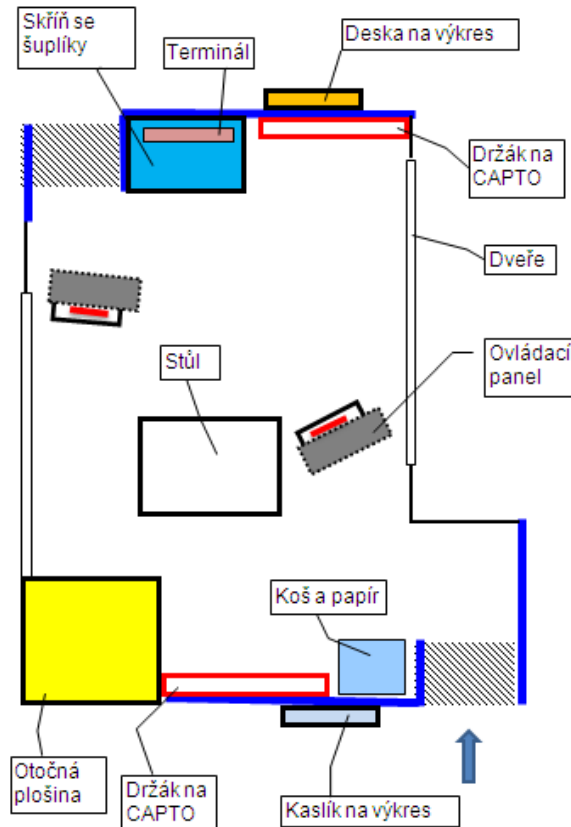
Tato metoda se aplikovala na každé CNC pracoviště zvlášť, protože skoro každé pracoviště bylo jedinečné.

### 4.4 5S – Třídění a Uspořádání

Pro lepší přehlednost a lepší orientaci v zavádění jednotlivých kroků 5S budeme postupovat v kroku č. 1 Roztřídění a kroku č. 2 Uspořádání pracoviště po pracovišti. Následné kroky č. 3 Čištění, č. 4 Standardizaci a č. 5 Uchování uvedeme po všechny pracoviště najednou.

#### 4.4.1 Pracoviště č. 1 – MC 01 a MC02

Pracoviště č. 1 se skládá ze strojů TOS Hulín, které jsou označeny jako MC 01 a MC02. Tyto stroje jsou propojeny plošinou, na které je umístěno nářadí a potřebné věci pro výrobu. Nyní si uvedeme schéma pracovní plošiny, díky kterému lépe pochopíme celou situaci.



Obrázek 20 Pracoviště č.1

#### 1. Třídění

První krok metody 5S se zabývá tříděním věcí na potřebné a nepotřebné. Na výše uvedené pracovní plošině byly zjištěny tyto přebytečné věci. Stůl, který je umístěn uprostřed plošiny, zbytečně zabírá místo a ztěžuje tak pohyb operátorovi. Dále mu také ztěžuje práci při manipulaci s dílem. Proto je nutné tento stůl odstranit. Na obrázku č. 22 je vidět skutečná podoba tohoto stolu. Z obrázku vyplývá, že čím více bude poliček a prostoru k odkládání na pracovní plošině, tím víc věcí se na tyto prostory uloží. Na plošině byly také nalezeny dvě přebytečné židle. Bylo zjištěno, že zaměstnanci si půjčují židle z oddělení NDT, avšak vypůjčenou židli již nevrátí. Na židli, která se nachází na obrázku č.22 byl dokonce nalezen brusný kotouč.



Obrázek 22 Pracoviště č.1 - stůl



Obrázek 21 Pracoviště č.1 - židle

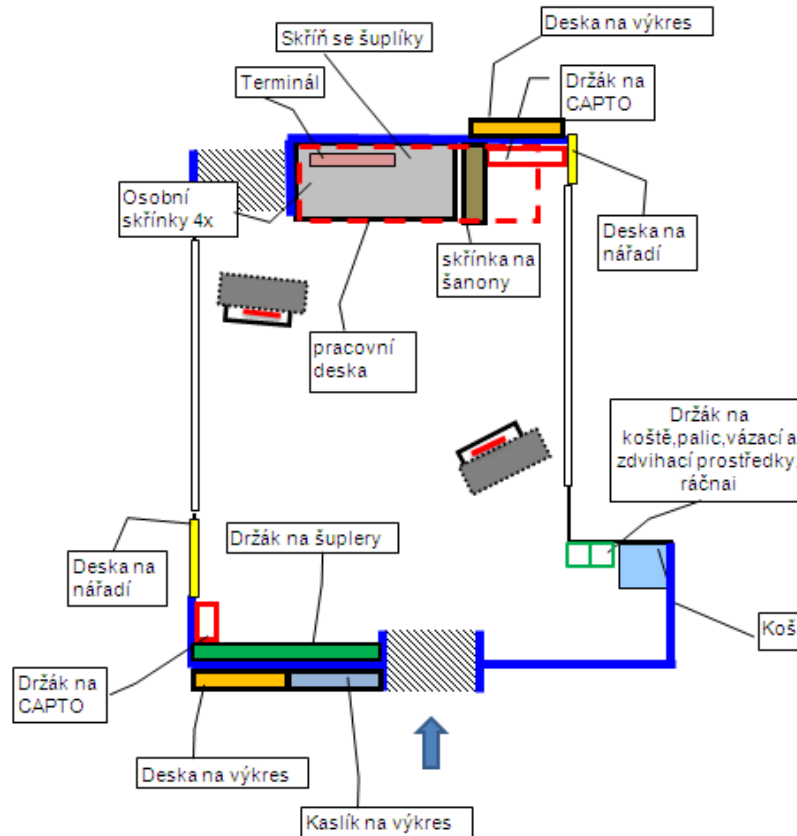


Obrázek 23 Pracoviště č.1 - Otočná plošina

Další přebytečnou věcí na této plošině je otočná plošina pro skladování obrobků či neobrobků. Tato plošina však sloužila pouze jako odkládací prostor pro vázací a upínací prostředky.

## 2. Uspořádání

Po přezkoumání celé situace na pracovní plošině MC 01 a MC 02 a prodiskutování návrhů s operátory, kteří pracují na tomto pracovišti, bylo rozhodnuto o následující podobě celého pracoviště.



Obrázek 24 Pracoviště č.1 - Nové uspořádání

Z původní pracovní plošiny byla odstraněna modrá skříň se šuplíky, ve které se nacházel velký nepořádek. Ve skříni mělo být uspořádáno a uskladněno všechno nářadí, avšak toto nářadí bylo rozházeno v šuplíkách. Některé šuplíky byly prázdné, některé obsahovaly akorát nepotřebné věci jako např. lahve od pití, hrnečky, časopisy. Z plošiny byl také odstraněn stůl, který překážel v manipulaci s dílem.

Na obrázku č. 21 můžeme vidět desky na nářadí, které se zavěsí po stranách jednotlivých strojů. Zde bude zavěšeno jednotlivé nářadí. Výhody v tomto závěsném systému jsou následující. Za prvé má pracovník všechno nářadí ihned po ruce, za druhé je závěsný systém přehledný a zaměstnanec tak nemusí hledat dané nářadí v šuplíku. Systém závěsných desek je tak velkou výhodou oproti původnímu uspořádání. Za třetí se zkrátila délka, kterou musí pracovník ujit od stroje pro nářadí. Pokud jsme tedy zkrátili délku, kterou musí pracovník ujit, zredukovali jsme tedy i plýtvání času.

Na pracoviště byly také nově přidány 4 osobní skříňky, které slouží pro každého pracovníka z daného týmu. Každý tým má tak jednu osobní skříňku, ve které si může uchovávat mobilní telefon, hrneček a všechny ostatní věci. Vedle osobních skříněk byl navržen regál, který slouží pro odkládání šanonů a jeřábových deníků. Nad osobními



skříňkami a jsou umístěny dva šuplíky, které budou sloužit pro skladování zbylého nářadí, které se používá jen zřídka. A nad celou touhle sestavou je umístěna pracovní deska.

Z pracoviště byla odstraněna také otočná plošina, která sloužila již pouze jako odkládací místo. Pracoviště bylo také zkráceno. Po zkrácení plošiny vzniknul větší prostor pro skladování palet. Posledním zlepšením je také popsání kaslíků na výkresy. Kaslík je rozdělen na dvě části. Každá část tak byla popsána číslem stroje. Zaměstnanec, který připravuje a vydává výrobní dokumentaci, tak umístí dokumentaci pro daný stroj do kaslíku, který je označen daným číslem stroje. Pracovník má pak jasný přehled o tom, jaká výrobní dokumentace patří pro daný stroj.



Obrázek 25 Deska na nářadí

Další podstatná změna je vidět ihned při porovnání starého a nového stavu. V původním stavu má plošina schody napravo, v novém uspořádání se schody přemístily na prostřední část pracovní plošiny. Pozice schodů byla vyměřena podle umístění palet před pracovištěm.

Na obrázku č. 25 můžeme vidět otočnou desku na nářadí, která byla připevněna podle plánek pracovišť. Obrázek č. 26 znázorňuje úpravu pracovní plošiny a umístění schodů doprostřed pracoviště. Na obrázku č. 28 je znázorněna deska na měřidla.



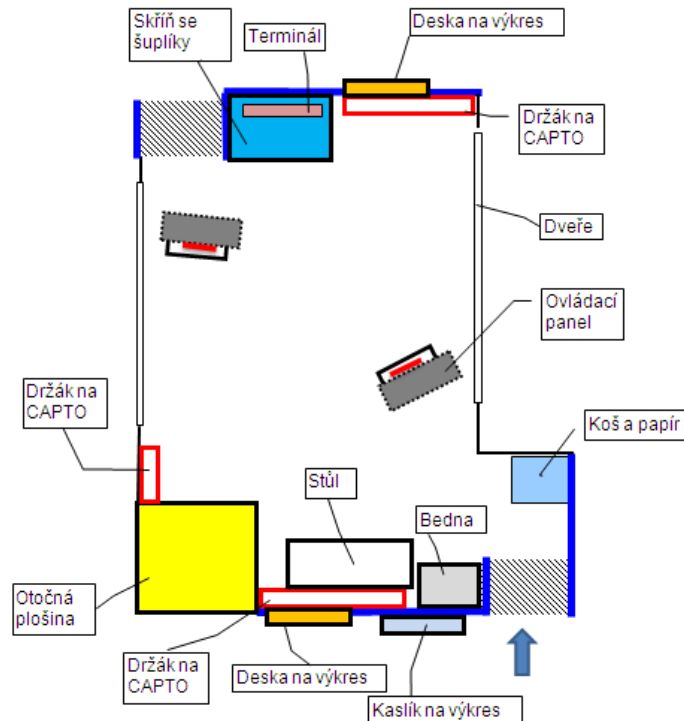
Obrázek 26 Upravení plošiny



Obrázek 27 Deska na měřidla

#### 4.4.2 Pracoviště č. 2 – MC 03 a MC 04

Pracoviště č. 2 je téměř identické jako předešlé pracoviště. Skládá se také ze strojů TOS Hulín.



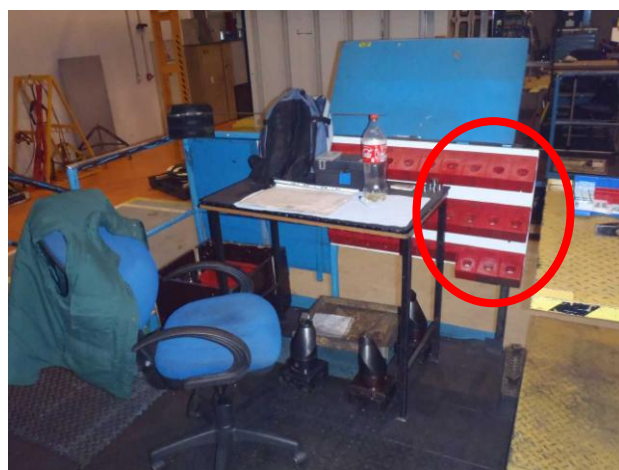
Obrázek 28 Pracovní plošina č.2 - MC 03 a MC 04

#### 1. Třídění

Z obrázku č. 25 je patrná identická podoba s předchozí plošinou. Na této plošině byla opět zjištěna jedna přebytečná židle. Dále je patrné z obrázku č. 27, že otočná plošina slouží pouze pro odkládání měřidel a nástrojů. Na obrázku č. 26 jsou v červeném kolečku vidět nevyužívané držáky nástrojů CAPTO. Dále také nepotřebný stůl.



Obrázek 30 Prac.plošina č.2



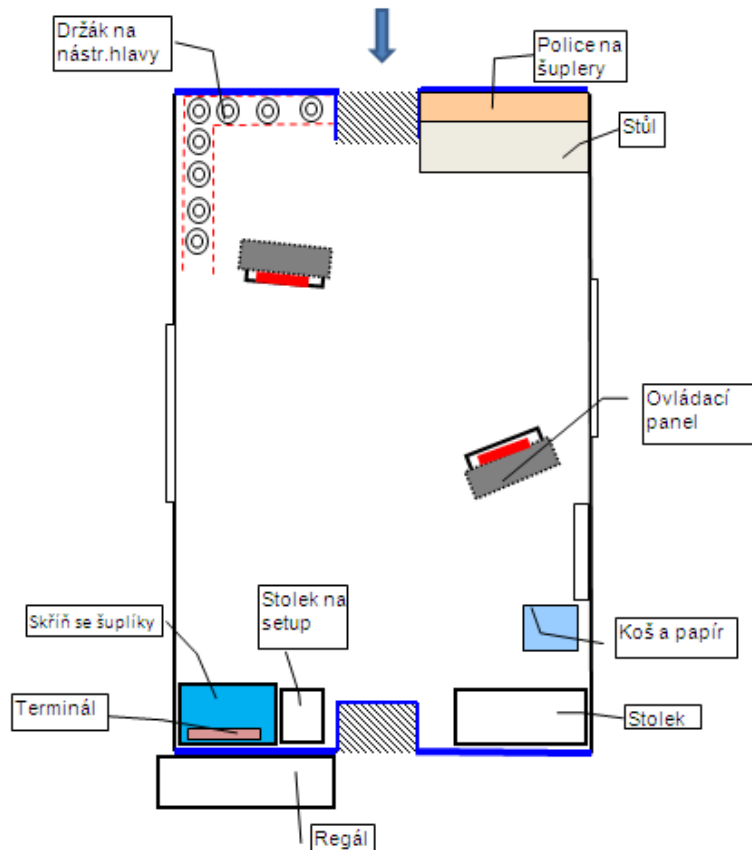
Obrázek 29 Prac.plošina č.2 - stůl





### 4.4.3 Pracoviště č. 3 – MC 32 a MC 33

Pracoviště č. 3 je tvořeno ze dvou strojů Morando. Jedná se tedy o jinou podobu pracovní plošiny než v předchozích dvou případech.



Obrázek 33 Pracoviště 3

Na této plošině byly opět nalezeny dvě židle. Jedna židle tak byla přebytečná. Mezi další nepotřebné věci se řadí stolek, který je vidět na obrázku č. 30, na který se pouze odkládaly další nepotřebné věci. Stůl, který je na obrázku č. 31 umístěn vpravo nahoře, slouží jako odkládací prostor pro vše možné. Nachází se na něm jak měřidla, tak nářadí. V červeném kolečku je na obrázku také zvýrazněn testovací kroužek, který má být ihned po vyjmutí odnesen na určité místo. Na stole se také nachází zaměstnancův osobní mobilní telefon.



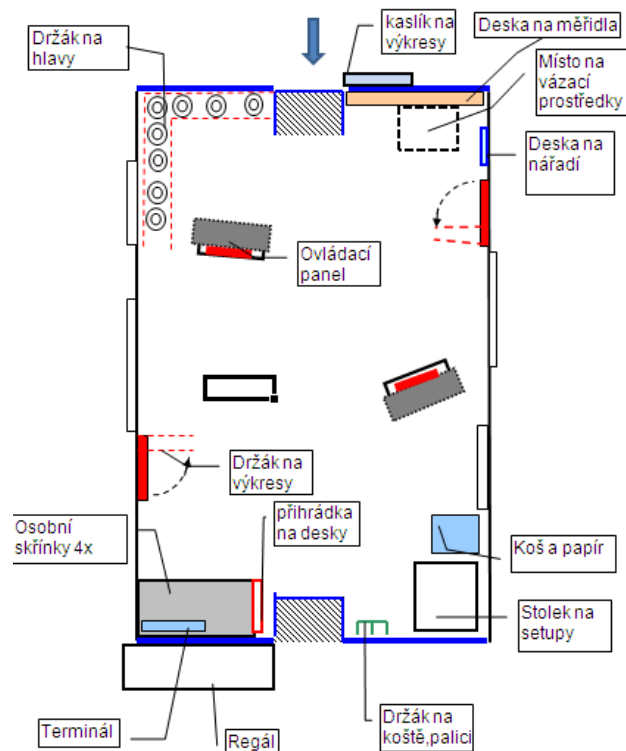
Obrázek 35 Pracoviště č.3 - Stůl č.2



Obrázek 34 Pracoviště č.3 - Stolek

## 2. Uspořádání

Na pracovišti č. 3 byly provedeny tyto změny. Byl přenesen kaslík na výkresy, který byl původně umístěn na sloupu mimo pracovní plošinu. Nová pozice kaslíku je hned na zábradlí tohoto pracoviště. Zaměstnanec tak ušetří čas, který musel vynaložit na přinesení výrobní dokumentace. Dále byl také navržen držák na výkresy, který bude umístěn vedle dveří každého stroje. Držák je na pantech a tak si zaměstnanec v případě potřeby může natočit výkres podle potřeby. Ušetřil se tak další čas. V původním případě totiž zaměstnanec při měření musel podstoupit tyto kroky. Vlézt do stroje, změřit obrobek, vylézt ze stroje a zkontrolovat naměřenou hodnotu s výkresem. Díky novému návrhu pracoviště však pracovník natočí výkres směrem do stroje, vlezte do něj, změří hodnotu a zkontroluje jí pouze pohledem na výkres.

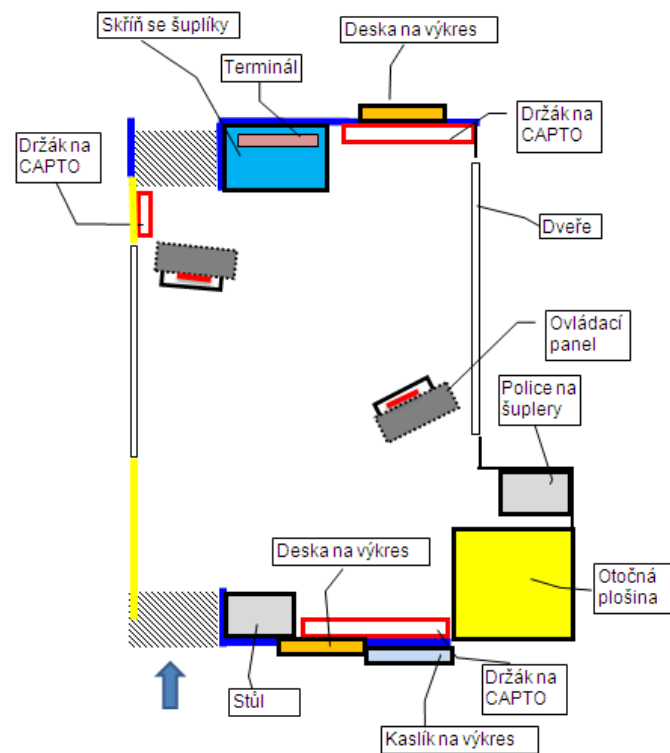


Obrázek 36 Pracoviště č.3 - Nové uspořádání

Pomocí tohoto zlepšení bylo odstraněno další plýtvání časem. Následovaly další zlepšení jako umístění 4 osobních skříňek, desky na nářadí a desky na měřidla. Vše bylo navrženo tak, aby pracoviště měla pokud možno jednotný vzhled. Z pracoviště byl také odebrán větší stůl, který na pracovišti pouze zabíral místo.

#### 4.4.4 Pracoviště č. 4 – MC 09 a MC 10

Pracoviště č. 4 tvoří dvojice strojů TOS Hulín, je to tedy podobná pracovní plošina jako v případě č. 1 a č. 2.



Obrázek 37 Pracoviště č.4

#### 1. Třídění

Na tomto pracovišti byla nalezena také otočná plošina, která však svému účelu slouží málo kdy. Regál a police na šuplery a nástroje, které jsou vidět na obrázku č. 34 není využívány a tak na pracovišti akorát zabírá místo. Nástroje a měřidla odkládá operátor na stůl, kde se všechny věci hromadí.



Obrázek 38 Pracoviště č.4 - Regál

## 2. Uspořádání

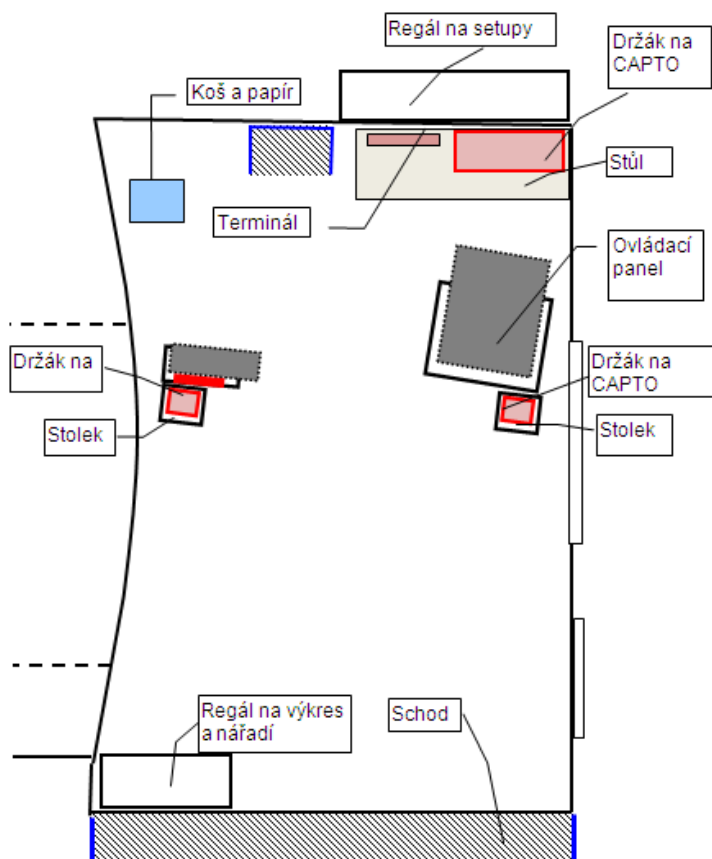
Pracoviště č. 4 je tvořeno stejnými stroji jako pracoviště č. 1 a č. 2, proto byla snaha uspořádat pracoviště stejně jako tyto dvě předchozí. První úprava na této pracovní plošině se týkala zámečnických prací. Vepředu byla zkrácena z důvodu zvětšení prostoru pro více palet a na zadní straně byla prodloužena. Na tomto pracovišti jsou totiž stroje umístěny blíže k sobě a tak vzniknul větší prostor v zadní části, kde rozšíření nikomu a ničemu nevadí. Další úpravou byla úprava schodů. Schody se přemístily z levé strany na prostřední část plošiny, aby byl zachován koncept z pracoviště č. 1 a č. 2.





#### 4.4.5 Pracoviště č. 5 – MC 39 a MC08

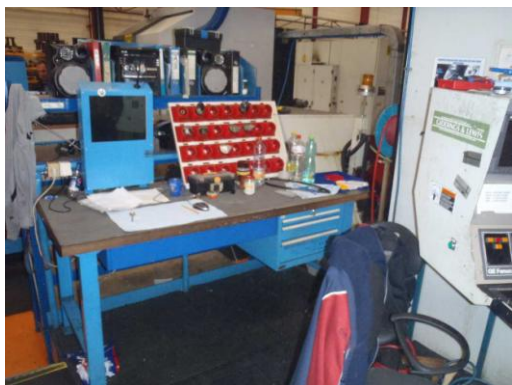
Pracoviště č. 8 je tvořeno jedním strojem Giddings & Lewis a jedním novým strojem TOS Hulín SKE16.



Obrázek 40 Pracoviště č.5 - MC 39 a MC08

#### 1. Třídění

Na pracovišti byl nalezen regál obrázek č. 37, který však nebyl plně využíván. Z hlediska přebytečných věcí to bylo na této plošině vše.



Obrázek 41 Pracoviště č.5 – Stůl



Obrázek 42 Pracoviště č.5 - MC 08

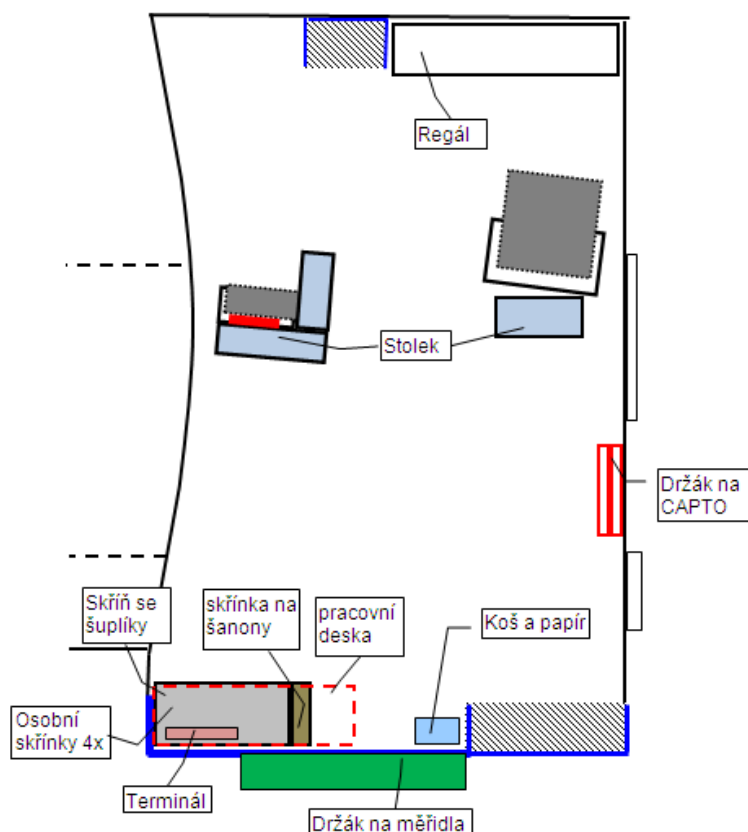


Obrázek 43 Pracoviště č.5 – Regál



Obrázek 44 Pracoviště č.5 - MC39

## 2. Uspořádání



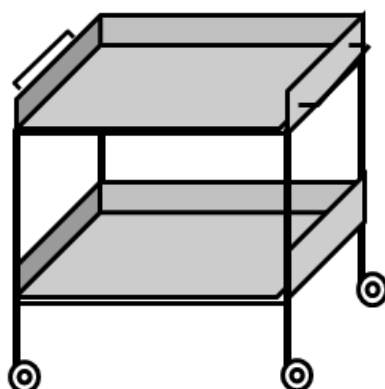
Obrázek 45 Pracoviště č.5 – Nové uspořádání

Na tomto pracovišti byly navrženy následující změny. Byl zúžen schod, který byl v původním stavu přes celou vstupní stranu pracovní plošiny. Další změnou bylo přidělení

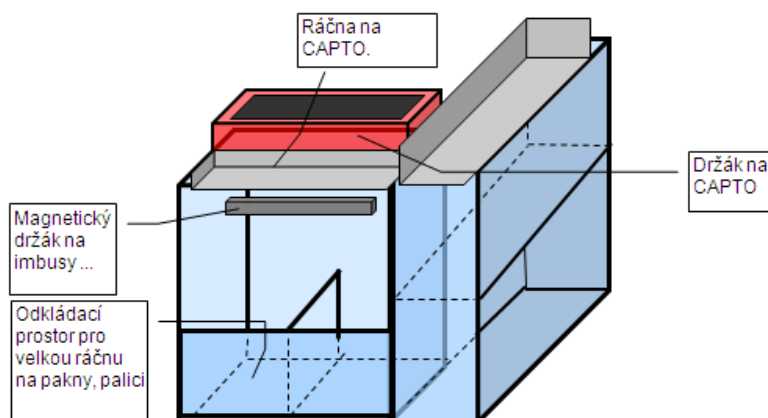


držáků nástrojů CAPTO na stěnu stroje MC 08, zaměstnanec měl tak nástroje ihned po ruce a nemusel se pro ně ohýbat na malý stolek (obrázek č. 38). Z hlediska ergonomie tak došlo k velkému zlepšení. Pod ovládací panel MC 08 byl vyroben, který sloužil jako odkládací prostor pro různé upínky, závitové tyče, šrouby a ostatní nářadí. Návrh stolku je znázorněn na obrázku č. 39.

Další pomůckou, která byla navržena pro tuto pracovní plošinu, byl stolek pod ovládací panel stroje MC 39. Původní stav je vidět na obrázku č. 37, na fotce je vidět pouze jakási „trojnožka“, na které je umístěno několik držáků nástrojů. Pomocí návrhů a připomínek pracovníků byl vytvořen nový návrh stolku, který je vidět na obrázku č. 42. Na tomto stolku je umístěn magnetický držák pro imbusové klíče, dále držáky na CAPTO nástroje, ráčna na CAPTO nástroje a dále odkládací prostory pro tzv. pakny a palici.



Obrázek 46 Pracoviště č.5 - Návrh stolku



Obrázek 47 Pracoviště č.5 - Návrh stolku č.2

Na toto pracoviště byla také dodána sestava osobních skříněk, regálů, šuplíků a pracovní desky. Změněna byla i pozice terminálu, který je na druhé straně oproti původnímu stavu.



Obrázek 48 Pracoviště č.5 - Nový stolek č.2

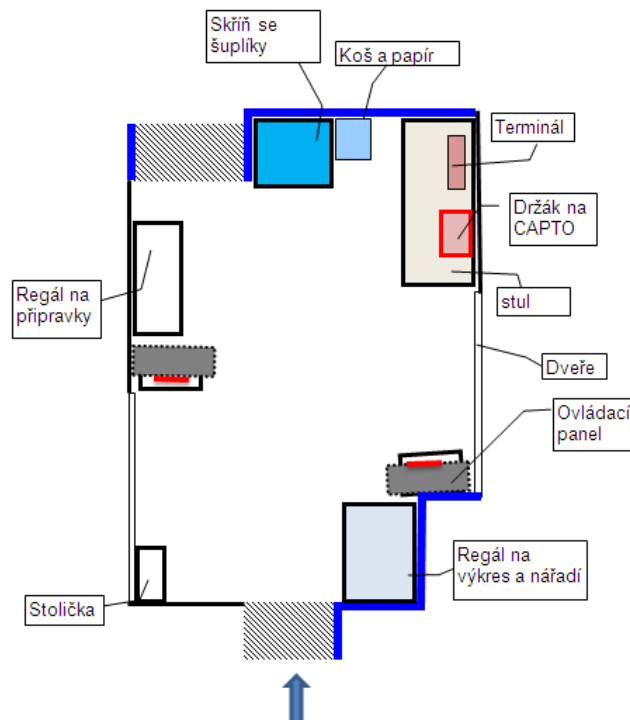


Obrázek 49 Pracoviště č.5 - Nový stolek č.1

Na obrázku č. 41 a č. 42 můžeme vidět finální podobu nových stolků.

#### 4.4.6 Pracoviště č. 6 – MC 37 a MC 12

Pracoviště č. 6 se skládá ze strojů Yu-shine a Schiess. Tyto dva stroje jsou tak ve výrobní hale jediní svého druhu.



Obrázek 50 Pracoviště č.6 - MC 37 a MC12

## 1. Třídění

Na pracovišti č. 6, bylo po prozkoumání zjištěno, že stůl na, kterém je umístěn terminál a držák nástrojů, je zbytečný. Na stole, viz obrázek č. 47, se totiž hromadí nepořádek, různé nářadí a slouží jen jako odkládací místo. Jako další v pořadí bylo zjištěno, že ani skříň se šuplíky není na pracovišti vhodná a akorát zabírá místo. V šuplíkách se totiž hromadí pouze nepořádek a při hledání potřebné věci je nutné prohledat všechny šuplíky. Proto tato skříň byla označena jako nepotřebná. Třetí a poslední věc, která byla označena jako nepotřebná, je regál, který je vidět na obrázku č. 48. Na tomto regál byla umístěna pouze výkresová dokumentace a dvě posuvná měřidla.



Obrázek 51 Pracoviště č.6 – Stůl



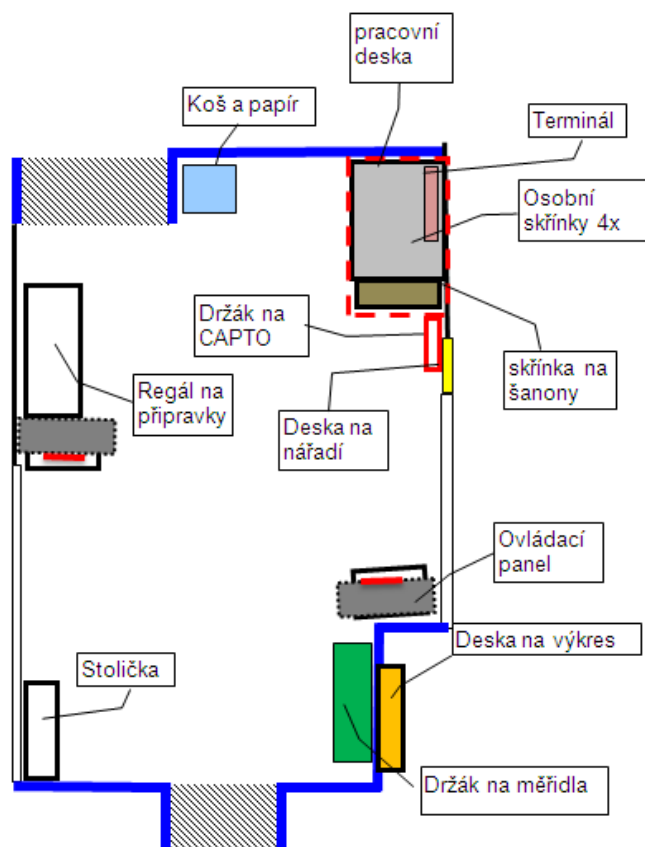
Obrázek 52 Pracoviště č.6 – Regál

Dalším problémem byl regál, který byl přetížen. Bylo na něm umístěno více materiálu a nářadí než pro co byl dimenzován. Regál je vidět na obrázku č. 44.



Obrázek 53 Pracoviště č.6 – Regál č.2

## 2. Uspořádání

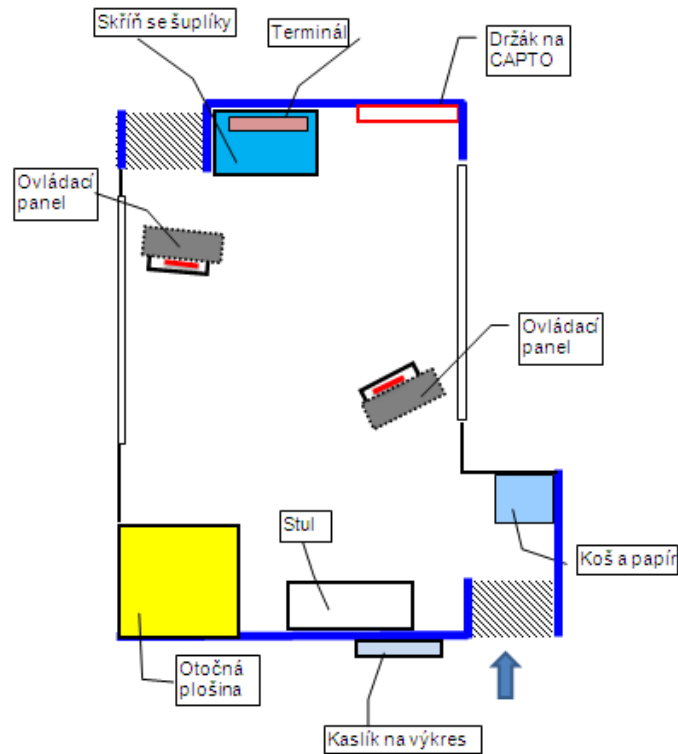


Obrázek 54 Pracoviště č.6 - Nové uspořádání

Na tomto pracovišti byly provedeny následující změny. Bylo doděláno zábradlí na levé straně schodů. Schody byly také zkráceny. Po zkrácení schodů se nyní před pracoviště č. 6 může umístit o jednu paletu více, než při původní stavu. K plošině se také přidělalo zábradlí z hlediska bezpečnosti. Přetížený regál byl nahrazen novým regálem, který má vyšší nosnost než původní. Byl odstraněn stůl, na jehož místo byla umístěna sestava s osobními skříňkami, pracovní deskou a šuplíky. Na stroj č. 12 byla přidělena deska na nářadí, na které se tak zavěsilo všechno potřebné nářadí a bylo blíže ke dveřím stroje. Vedle desky se také umístil otočný držák na výkres, jako na pracovišti č. 3. Při měření obrobku tak bylo odstraněno plýtvání časem. Vyřešen byl také problém s umístěním měřidel. Na měřidla byla opět pořízena deska s úchyty.

#### 4.4.7 Pracoviště č. 7 - MC 13 a MC 14

Pracoviště č. 7 je tvořeno dvěma stroji TOS Hulín. Toto pracoviště je stejné jako pracoviště č. 4, proto zde uvádíme pouze schéma pracoviště před a po úpravě.



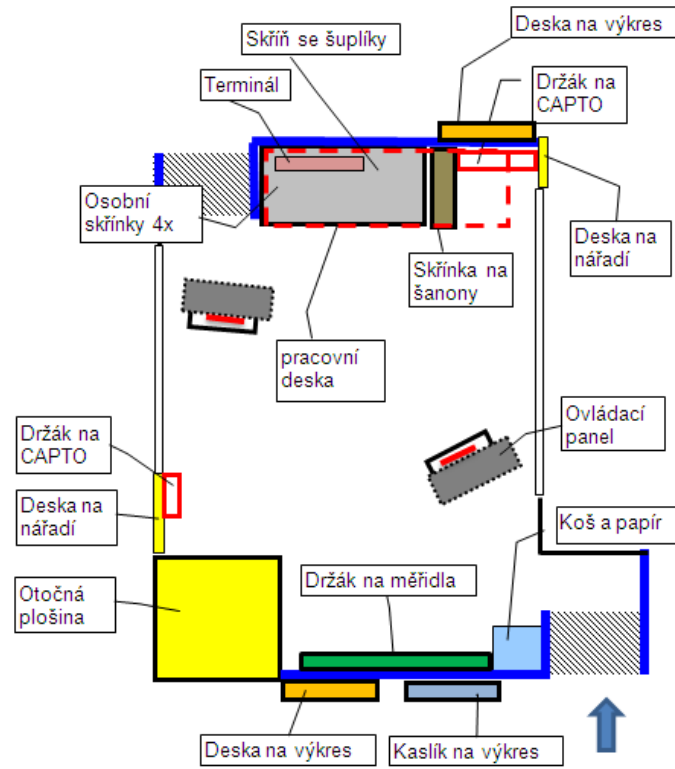
Obrázek 55 Pracoviště č.7 - MC 13 a MC 14

#### 1. Třídění

Na tomto pracovišti byly opět nalezeny dvě židle, proto byla jedna židle odstraněna. Z hlediska náradí či nepořádku bylo toto pracoviště v pořádku.

#### 2. Uspořádání

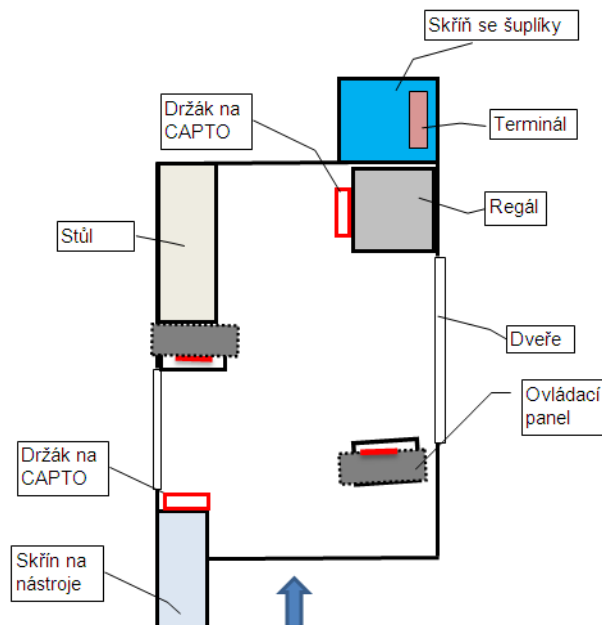
Na tomto pracovišti byla ponechána otočná plošina, která plně slouží pro skladování dílů. Oproti předchozím pracovním plošinám se stroji TOS Hulín, byly schody po odhlasování pracovníků ponechány na pravé straně. Ostatní zlepšení bylo navrženo jako u předchozích plošin z důvodu standardizace.



Obrázek 56 Pracoviště č.7 - Nové uspořádání

#### 4.4.8 Pracoviště č. 8 - MC 17 a MC 36

Na tomto pracovišti jsou umístěny také dva stroje. První je stroj Mazak a druhý Puma. Tyto stroje nemají na rozdíl od předchozích vyvýšenou pracovní plošinu.



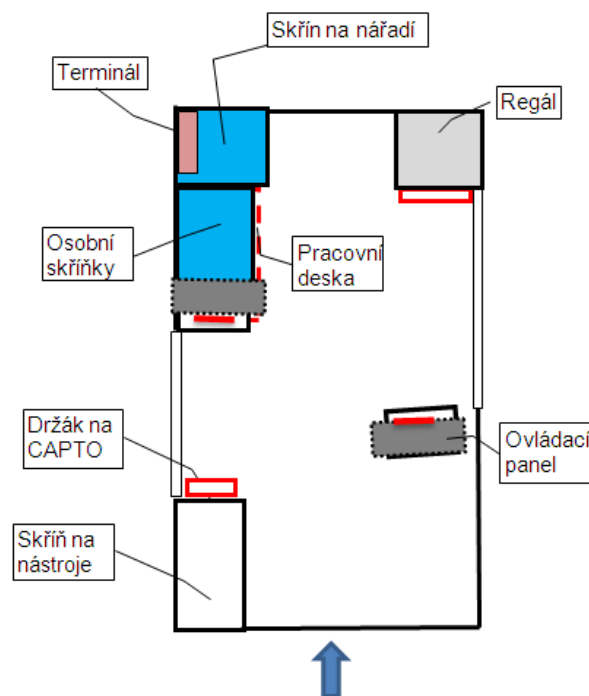
Obrázek 57 Pracoviště č.8 - MC 17 a MC 36

## 1. Třídění

Toto pracoviště neobsahovalo skoro žádné věci, které by byly přebytečné. Jediný nález byl tak v šuplíkách ve skříni, kde se nacházela složená deka, na které operátoři na nočních směnách spali.

## 2. Uspořádání

Nový návrh tohoto pracoviště se v podstatě moc nelišil od původního. Pracovní plošina byla prodloužena až ke skříni, protože zde z hlediska bezpečnosti hrozil úraz viz obrázek č. 55.



Obrázek 58 Pracoviště č. 8 - Nové uspořádání



Obrázek 59 Pracoviště č.8 - Schod



Další úpravou je přidání osobních skříněk a pracovní desky na plošinu. Skříň s nářadím na pracovní plošině zůstala, z hlediska velkého počtu náradí a nástrojů pro tyto dva stroje. Zaměstnanci, kteří pracují na této plošině, podali požadavek na nový regál, který by byl umístěn za pracovní plošinou. Dva stávající regály, které jsou vidět na obrázku č. 56, jsou totiž přeplněné a nesou více závaží, než na které jsou dimenzovány.

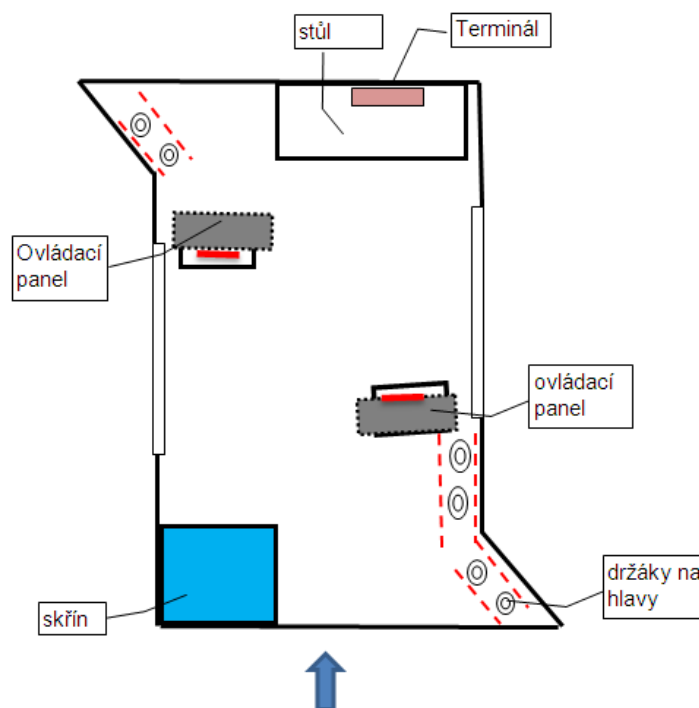


č.

Obrázek 60 Pracoviště č.8 - Regály

#### 4.4.9 Pracoviště č. 9 – MC 15 a MC 16

Pracoviště č. 9 je tvořeno dvěma stroji Morando.



Obrázek 61 Pracoviště č.9 - MC 15 a MC 16



## 1. Třídění

Toto pracoviště bylo v nejlepším stavu. Vše bylo na svém místě a nikde se nic neválelo. Důvodem proč je toto pracoviště tak vzorné je, že na něm dělají starší operátoři, kteří jsou ve firmě již delší dobu a tak si své pracoviště tzv. „vypilovali“. Tento návyk pak požadovali a předali i ostatním operátorům z jiných týmů, kteří na tomto pracovišti pracují.

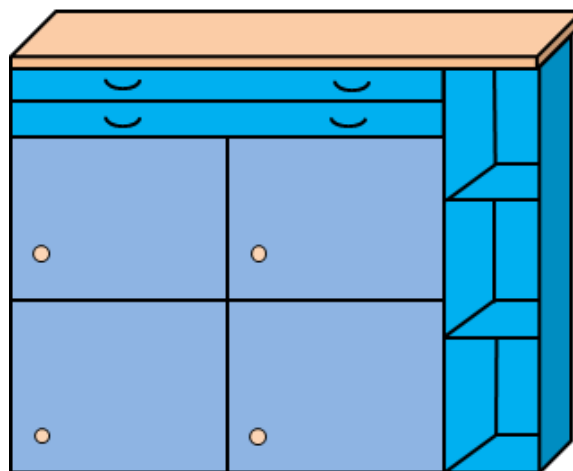


Obrázek 62 Pracoviště č.9 - Fotografie

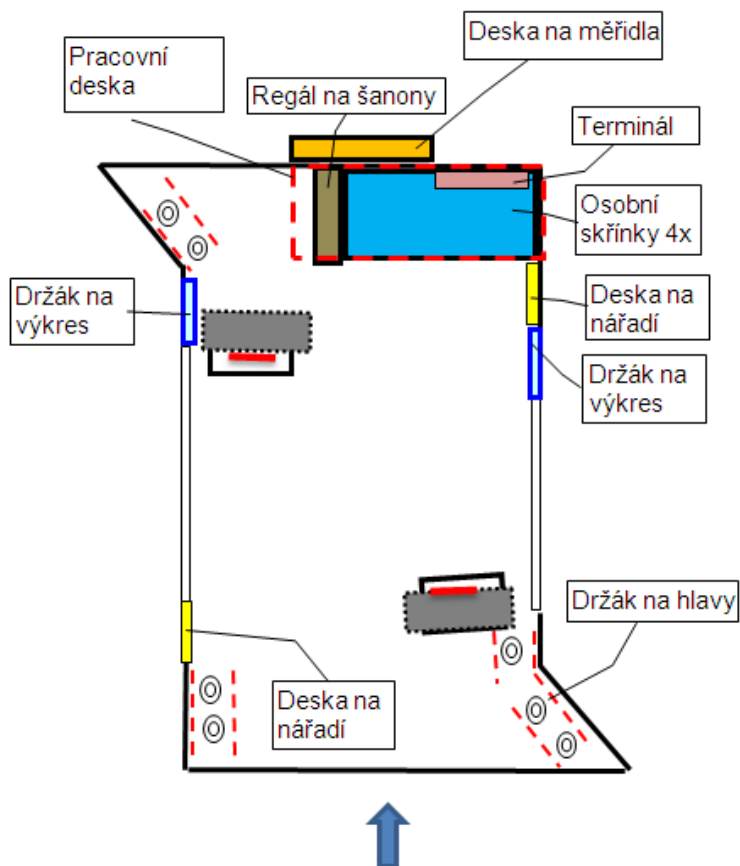
## 2. Uspořádání

Pracoviště č. 9 bylo jedno z nejlépe udržovaných pracovišť. Na tomto pracovišti totiž pracovali dva starší a dva mladší zaměstnanci. Problém, který nastal při představování nového návrhu a diskuzi o umístění nových zlepšení, byl následující. Starší zaměstnanci byli proti jakékoliv změně na pracovišti. Za dobu svého působení v této společnosti a na tomto stroji, si jednotlivé věci přizpůsobily podle své potřeby. Avšak po delší diskuzi s těmito pracovníky byl nalezen kompromis. Pracoviště č. 10 půjde na řadu se změnami jako poslední.

Na obrázku č. 59 je znázorněna sestava čtyř osobních skříněk, na kterých jsou umístěny dvě šuple a nad tím je pracovní deska. Vpravo je umístěn regál na šanony a broušené šrouby.



Obrázek 63 Navrhovaná sestava

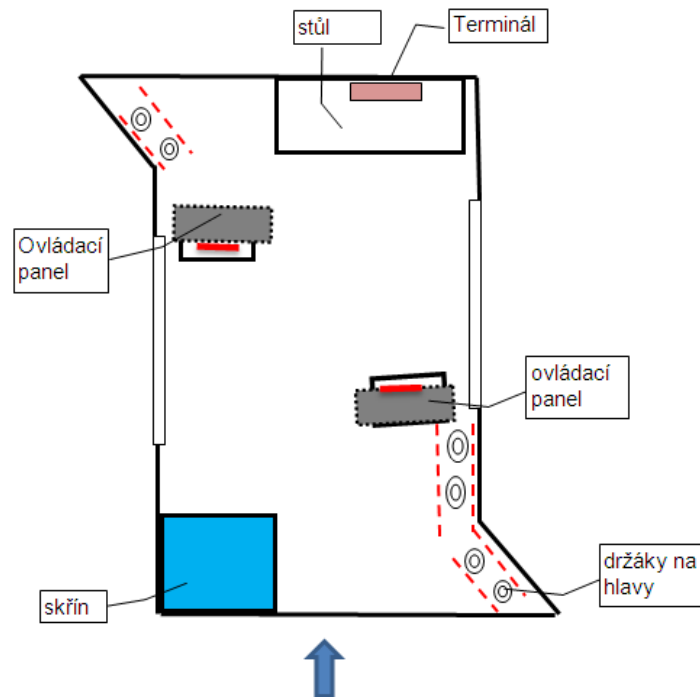


Obrázek 64 Pracoviště č.10 - Nové uspořádání

Úpravy na této plošině jsou téměř stejné jako na pracovišti č. 3. Byly přidány 4 osobní skříňky, pracovní deska a regál na šanony. Za tuto sestavu byl umístěn držák na měřidla. Na stěny strojů byly umístěny desky na držení nástrojů a držák výkresů. Odstraněna byla velká modrá skříň se šuplíky.

#### 4.4.10 Pracoviště č. 10 – MC 25 a MC 26

Pracoviště č. 10 je téměř stejné jako pracoviště č. 9. Je tvořeno také dvěma stroji Morando.



Obrázek 65 Pracoviště č.10 - MC 25 a MC 26

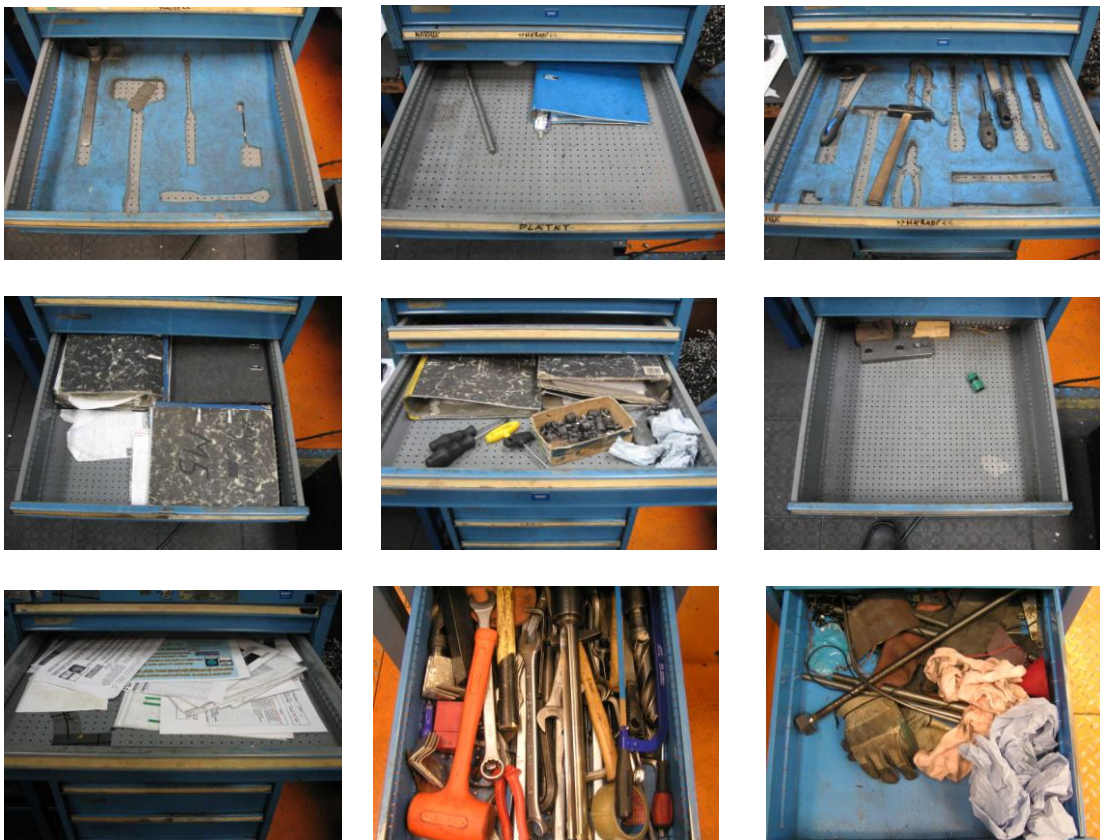
#### 1. Třídění

Toto pracoviště je stejné jako předešlé, ale s tím rozdílem, že je na něm větší nepořádek. Na stole bylo nalezeno několik měřidel z jiného pracoviště. V šuplíku ve skříni, byly vázací prostředky, součástky na setup, které patří do oblasti přípravy výroby. Prázdné plastové lahve, noviny a časopisy.



Obrázek 66 Měřidla a skřín

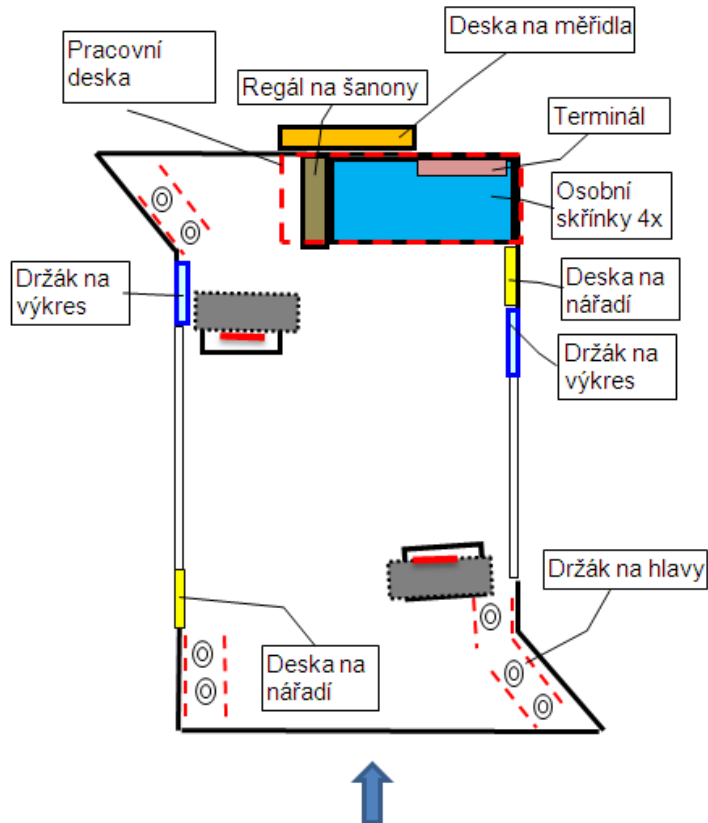
Na obrázku č. 62 je znázorněno současné odkládání měřidel a skřín se šuplíky. Zaměstnanci měřidla odkládají na stůl či skřín, avšak hrozí nebezpečí upadnutí měřidla a jeho následné poškození. V následujících obrázkách je jasně vidět, že skřín neslouží svému účelu, zabírá místo na pracovní plošině a slouží pouze jako sklad nepořádku



Obrázek 67 Šuplíky

## 2. Uspořádání

Pracoviště č. 10 je zrcadlově otočeno jako pracoviště č. 9, proto byl použit stejný návrh jako na pracovišti č. 9. Jedinou změnou byla oprava pracovní plošiny. Na pracovišti byl promáčknut plech na podlaze a tak byl tento plech vyměněn, aby se nadále plošina nepropadala.

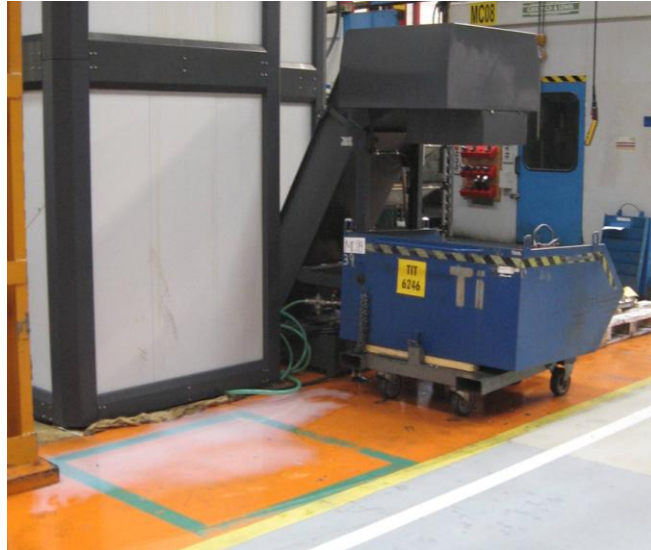


Obrázek 68 Pracoviště č.10 - Nové uspořádání

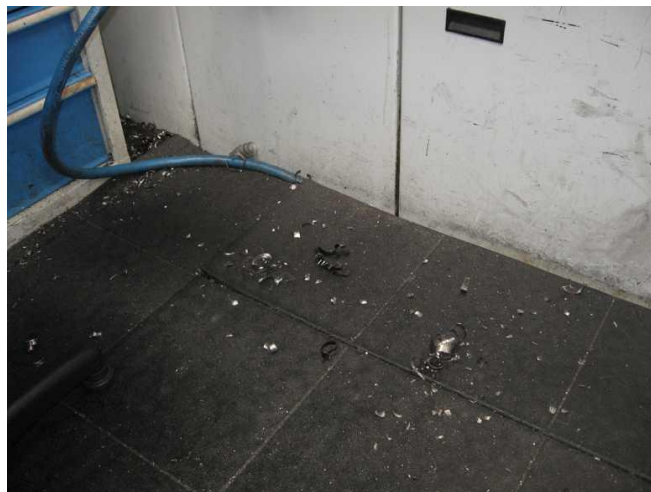
## 4.5 5S – Úklid

Třetím krokem metody 5S je úklid pracoviště. Tento krok se zaměřuje na odstranění špíny a nepořádku na pracovišti a v celé firmě. Na každém pracovišti by tak měl být udržován pořádek. Pracoviště neznamená pouze území na pracovní plošině, ale také okolo pracovní plošiny. Zaměstnanec, který pracuje na daném pracovišti, by tak měl dbát na nepřetržitý úklid na svém pracovišti. Jedním z příkladů je únik chladicí kapaliny na obrázku č. 65. Chladicí kapalina unikne mimo pracovní plošinu a rozlije se na uličce, kde chodí ostatní zaměstnanci. Po úniku tak hrozí uklouznutí zaměstnance a nebezpečí úrazu. Dalším příkladem je odkládání nářadí na jakémkoliv místě na pracovní plošině. Každé nářadí či pracovní pomůcka má své předem určené místo, na kterém se musí po použití odkládat. Nebezpečí hrozí také při neuklizených šponách na pracovišti viz obrázek č. 66.





Obrázek 69 Únik chladicí kapaliny



Obrázek 70 Špony

## 4.6 Standardizace

Čtvrtým krokem metody 5S je standardizace. Jak už bylo napsáno výše, standardizace je výsledek, který existuje pouze tehdy, pokud jsou zachovány předchozí tři kroky. Ke standardizaci byl využit vizuální management, který sloužil jako návod pro správné použití metody 5S.

Ve předchozím stavu bylo obtížné kontrolovat, zda je všechno nářadí na svém místě. Velké skříně s šuplíky obsahovaly nepořádek a dohledat zde potřebné nářadí bylo časově náročné. V nově navrženém stavu je však nářadí uchyceno na deskách, které visí na stranách stroje. Nářadí je tedy přehledně uspořádané a je hned na první pohled vidět, jaké nářadí chybí. Pro kontrolu byla tato deska s nářadím vyfocena a fotografie byla umístěna na stroji, aby bylo jasné jaké nářadí má na desce být. Fotografie byla pořízena také pro desku s měřidly. Zaměstnanec si tak během chvilky zkontroluje pohledem při nástupu do práce, zda je na jeho pracovišti vše v pořádku, či jestli chybí některé vybavení pracovní plošiny.

## **4.7 Uchování**

Všechny předchozí kroky jsou téměř k ničemu, pokud se nebudou nadále uplatňovat. Zavedené kroky se tak musí na pracovištích udržovat a nesmí docházet k opětovnému porušování. Pro kontrolu udržování těchto kroků, byl vytvořen 5S formulář, který je vyplěn a následně vyhodnocován auditorem. Tyto formuláře jsou vybírány a po dané periodě vyhodnoceny a jsou z nich vyvozeny určité výsledky a rozhodnutí, jak případné problémy napravit. Formulář je znázorněn na tabulce č. 3.

5S AUDIT		Audit. oblast: .....		Datum: .....		
		Auditor: .....				
5S	Charakteristiky 5S	Úroveň	Komentář	Počet problémů	Známka	
<b>5S</b> <b>SORT</b> <b>(NEPOTŘEBNÉ PŘEDMĚTY VYHOZIT)</b>	<b>Pouze potřebné nástroje a materiály</b> Jsou přítomné nějaké nepotřebné nástroje, pomůcky, vybavení, materiály...? Nepotřebné předměty na svislých plochách, strojích, nástěnkách...? Nepotřebné předměty v uličkách, na schodech, rozích, pracovních stolech? Nepotřebné díly přítomny?			5 < 3 - 4 2 1 žádný	5 4 3 2 1	
	<b>Místo pro všechno, všechno má své místo</b> Není zřejmé místo pro danou věc Vybavení není na své správném místě Uličky, pracovní plocha, umístění nářadí nejsou určeny Věci nejsou po jejich použití odkládány na své místo					
	<b>Úklid a udržování cest v náležitém stavu</b> Podlaha, svislé plochy, schody nejsou zbavené nečistot a mastnoty Vybavení není na své správném místě Čistící prostředky nejsou snadno dostupné					
	<b>Čáry, nálepky, značky... nejsou čisté a nepoškozené</b> Existují jiné problémy s úklidem a čistotou spojené?					
	<b>Udržování a sledování prvních tří kategorií</b> Nezbytné informace nejsou dostupné a viditelné Některé standardy nejsou zřejmé a viditelné Nejsou dostupné kontrolní listy pro provádění úklidu a udržování pořádku Kolik položek není možné umístit do 30 vteřin?					
<b>STANDARTIZACE</b> <b>(STANDARDIZACE)</b> <b>SUSTAIN</b> <b>(UDRŽIVANOST)</b>	<b>Setrvání v dodržování pravidel</b> Kolik pracovníků neprošlo 5s školením? Kolikrát v uplynulém týdnu nebylo 5s provedeno? Kolikrát nebyly osobní věci náležitě uklizeny? Kolikrát nebyly pomůcky dostupné?					

Tabulka 3 Formulář 5S



## 4.8 Předběžná cenová kalkulace

Po navržení nového uspořádání pro každou pracovní plošinu, byla sepsána předběžná cenová kalkulace. Na internetu bylo nalezeno několik společností, od kterých by dané vybavení plošin mohlo být pořízeno. Všechno vybavení pro plošiny bylo sepsáno do následující tabulky.

Pracoviště č.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Položka</b>										
Osobní skříňky	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2
Skříň na šanony	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
Děr.deska na náradí	2	2	2	0	2	2	0	0	2	2
Držáky na náradí (sada)	2	2	2	0	2	2	0	0	2	2
Pracovní deska	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Deska na výkres	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Děr.deska na měřidla MC1x2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Děr.deska na měřidla -zbytek	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1
Držáky na šuplery (sada)	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
Skříň se šuplíky	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
Držák na koště	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0
Držák na palici	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0
Držák na ráčny,vaz.prostř.	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0
Držák na výkresy	0	0	2	0	0	1	0	0	2	2
Regál pod panel	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Židle Techno Profi Plus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2

Tabulka 4 Soupis vybavení

Po sepsání požadovaného vybavení pro jednotlivé pracoviště, bylo toto vybavení nalezeno na internetu či jednotlivých nabídkových katalozích. Jednotlivé položky z každého pracoviště byly sečteny a následně k nim byla přiřazena cena. Celková cena za vybavení pracovišť je vidět v oranžovém poli. Předběžná cena je tedy 285 280 Kč.

Plošina	SUMA	Kč/ks	Cena celkem
<b>Položka</b>			
Osobní skříňky	18	4 190 Kč	75 420 Kč
Skříň na šanony	9	4 000 Kč	36 000 Kč
Děr.deska na náradí	14	990 Kč	13 860 Kč
Držáky na náradí (sada)	14	1 630 Kč	22 820 Kč
Pracovní deska	10	2 000 Kč	20 000 Kč
Deska na výkres	3	1 000 Kč	3 000 Kč
Děr.deska na měřidla MC1x2	1	1 790 Kč	1 790 Kč
Děr.deska na měřidla -zbytek	8	990 Kč	7 920 Kč
Držáky na šuplery (sada)	9	1 630 Kč	14 670 Kč
Skříň se šuplíky	9	4 000 Kč	36 000 Kč
Držák na koště	6	150 Kč	900 Kč
Držák na palici	6	150 Kč	900 Kč
Držák na ráčny,vaz.prostř.	5	150 Kč	750 Kč
Držák na výkresy	7	1 000 Kč	7 000 Kč
Regál pod panel	2	7 000 Kč	14 000 Kč
Židle Techno Profi Plus	11	2 750 Kč	30 250 Kč
<b>Vybavení plošin</b>			<b>285 280 Kč</b>

Tabulka 5 Cenová kalkulace

Do cenové kalkulace bylo potřeba zahrnout i zámečnické práce. Výše jsme se dozvěděli, že pracoviště byla různě zkracována, prodlužována a byla měněna pozice schodů. Cena zámečnických prací byla odhadnuta na 40 000 Kč. Celková předběžná cena investice do racionalizace pracovišť je tedy 325 280 Kč.

## 5 Zhodnocení

Každá investice či každý projekt musí být po realizaci následně zhodnocen. Cílem tohoto projektu byla racionalizace pracovišť ve společnosti PCC CZ.

Po realizaci návrhů a změn je nutné zjistit, jaký byl přínos tohoto projektu. Přínosy racionalizace pracovišť můžeme vyjádřit pomocí dvou ukazatelů – neměřitelné a měřitelné.

### 5.1 Neměřitelné ukazatele

Neměřitelné ukazatele jsou ty ukazatele, které nejdou jednoduše změřit a vyjádřit čísly. Mezi přínosy tak patří. Před zavedením metody 5S docházelo k častému hledání jednotlivých náradí na pracovišti. Zaměstnanec, který potřeboval určité náradí a nemohl ho na svém pracovišti najít, si došel na jiné pracoviště a zde si dané náradí vypůjčil. Vypůjčené náradí však již po použití nevrátil na své místo. Pomocí metody 5S se tomuto problému zamezilo. Zaměstnanec, který přebírá pracoviště je povinen zkontrolovat stav a vybavení své pracovní plošiny a následně vše zaznamenat. Zaměstnanci si tak musí při konci své pracovní doby zkontrolovat, zda je vše na svém místě a v naprostém pořádku.

Stejný problém nastával i s měřidly, které se různě půjčovaly a poté je musel zaměstnanec hledat a nastávaly zbytečné prodlevy ve výrobě. Dalším přínosem je kultura prostředí. Je všeobecně známo, že se člověk cítí lépe v uklizeném a uspořádaném prostředí. Zaměstnanec díky tomuto pocitu pak může odvádět kvalitní výkony. Šikovně uspořádání náradí má vliv i na zdraví zaměstnanec. Jedná se o odstranění nedostatků na pracovišti, které mohou způsobit zranění při práci. Společně se zavedením pořádku na pracovišti byla zvýšena i bezpečnost a ochrana zdraví při práci. Pomocí držáků na náradí umístěných na rámu stroje, nemusí operátor vylézat ze stroje pro jednotlivé náradí, ale může jen natáhnout ruku pro potřebné náradí. Bylo tak zamezeno důvodům vzniku jednotlivých úrazů.

V neposlední řadě je kultura pracovního prostředí na pracovišti dobrý ukazatel, pro potenciální zákazníky společnosti, kteří jsou ve výrobní hale na prohlídce. Zákazník vidí, že na pracovištích je udržován pořádek, vše je na svém místě a jsou tak nastaveny podmínky pro úspěšnou výrobu součástí.

### 5.2 Měřitelné ukazatele

Mezi měřitelné ukazatele patří ty ukazatele, které můžeme změřit a po zpracování naměřených dat můžeme vyvodit patřičné výsledky. Jedná se tak o časové ukazatele, které můžeme pomocí stopek či různých měřidel změřit a dále o finanční ukazatele.

#### 5.2.1 Časové ukazatele

Abychom získali výsledky, bylo nutné analyzovat situaci před a po racionalizaci pracovišť.

Nejdříve jsme se tedy zaměřili na analýzu současného stavu, ve kterém jsme měřili jednotlivé časy činností. Měření časů probíhalo za pomoci stopek. Měření se provádělo na každém

pracovišti zvlášť a s každým pracovníkem. Jak již bylo řečeno výše, na každém stroji se střídají čtyři pracovníci. Proto se u každého pracovníka změřila daná činnost desetkrát a z naměřených hodnot byl vypočítán průměr, který byl brán jako výsledná naměřená hodnota.

Pro ujasnění uvádíme jednotlivé zkratky:

**Tk – čas potřebný pro vyzvednutí klíče [s]**

- Počátek činnosti je skříně s nářadím, konec operace je u dveří každého stroje, kdy je zaměstnanec nahnut k obrobku.

**Tn – čas potřebný pro vyzvednutí dalšího nářadí [s]**

- Tyto časy byly měřeny na pracovišti č. 1, kde bylo další nářadí umístěno na stolku uprostřed pracovní plošiny. Počátek činnosti je tedy uchopení nářadí u stolku a konec operace je opět u dveří stroje, kdy se zaměstnanec nahne k obrobku

**Tv – čas potřebný pro zkontrolování výkresu [s]**

- Čas potřebný pro zkontrolování výkresu, byl změřen pouze na pracovištích se stroji Morando. Jednalo se tak o pracoviště č. 3,9,10 a na stroji MC 12. Počátek činnosti nastává při změření obrobku měřidlem, konec operace nastává přečtením hodnoty na výrobním výkresu.

**Td – čas potřebný k vyzvednutí dokumentace [s]**

- Tento údaj byl měřen na pracovištích č.3 a č. 6. Počátek činnosti nastává při uchopení výrobního výkresu do ruky a konec činnosti nastává dosažení pozice středu na pracovní plošině.

**Tu – celkový ušetřený čas [s]**

**T1 – čas prvního měření [s]**

**T2 – čas prvního měření [s]**

Naměřené hodnoty byly sepsány na papír a následně upraveny do počítačové podoby a přehledné tabulky č. 3.

Průměr	Operator																																											
	Měření č.1				Měření č.2				Měření č.3				Měření č.4				Měření č.5				Měření č.6				Měření č.7				Měření č.8				Měření č.9				Měření č.10							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
MC01	3,9	3,8	3,9	4	3,9	3,8	3,9	4	4	3,8	4	3,9	4	3,9	3,8	3,9	3,9	3,8	3,9	3,8	3,9	3,8	3,9	3,8	3,9	3,8	3,9	4	3,8	3,9	4	3,8	3,9	4	3,8	3,9	4	3,9						
MC02	3,3	3,3	3,2	3,4	3,4	3,3	3,3	3,3	3,4	3,3	3,3	3,2	3,2	3,4	3,3	3,2	3,2	3,4	3,3	3,2	3,2	3,4	3,3	3,3	3,2	3,4	3,3	3,3	3,2	3,4	3,3	3,3	3,2	3,4	3,3	3,4	3,3	3,2	3,4					
MC03	3,9	3,8	3,9	3,9	3,7	4,1	3,8	3,9	4	4,1	3,8	3,9	4	3,9	3,8	3,9	4	3,9	3,8	3,9	3,9	3,9	3,8	3,9	4	3,9	3,9	3,9	4	3,8	3,9	3,9	3,9	4	3,8	3,9	3,9	4	3,8					
MC04	4,1	4,1	4,2	4,1	4	3,9	4,3	4,2	4,1	4	4,1	4,2	4,1	4,1	4	4,2	4,1	4,1	4,2	4,1	4,1	4,2	4,1	4,1	4,1	4,2	4,1	4,1	4,2	4,2	4,1	4,1	4,1	4,2	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1					
MC05	5,8	5,9	5,8	5,7	5,7	5,8	5,9	5,8	5,8	5,8	5,9	5,8	5,8	5,7	5,9	5,8	5,9	5,8	5,7	5,8	5,7	5,8	5,7	5,8	5,7	5,8	5,8	5,7	5,8	5,8	5,7	5,8	5,8	5,7	5,8	5,8	5,7	5,8	5,8	5,7	5,9			
MC06	5,2	5,1	5,3	5,3	5,1	5,2	5,3	5,1	5,2	5,2	5,3	5,3	5,3	5,3	5,2	5,2	5,3	5,3	5,3	5,2	5,1	5,1	5,2	5,2	5,1	5,1	5,2	5,2	5,1	5,1	5,2	5,2	5,1	5,1	5,2	5,2	5,1	5,1	5,2	5,1	5,1			
MC07	3	2,9	3	3,1	2,9	2,8	3	3,1	3,2	3,1	3,1	3,2	3	2,9	2,8	3,1	3	3,1	3	3,1	2,8	2,9	3	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	2,9	2,9	2,9	3	2,9	2,9	2,9	3	3,1	2,9	3,1	3,1	2,9	3,1		
MC08	1,6	1,7	1,6	1,7	1,5	1,6	1,5	1,6	1,6	1,6	1,5	1,7	1,6	1,5	1,6	1,7	1,6	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,5	1,5		
MC09	9	9	9,1	9,1	8,9	9,3	8,9	9	9	9,1	8,9	9,1	9	9,1	8,9	9,1	8,9	9,1	8,9	9,1	8,9	9,1	8,9	9,1	8,9	9,1	8,9	9,1	8,9	9,1	8,9	9,1	8,9	9,1	8,9	9,1	8,9	9,1	8,9	9,1	8,9	9,1		
MC10	4,1	4,2	4,1	4,1	4	4,1	4	4,2	4,3	4	4,1	4	4,2	4,1	4	4,2	4,1	4,1	4,1	4,1	4	4,2	4,1	4,1	4	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1		
MC11	1,6	1,5	1,6	1,5	1,8	1,6	1,6	1,5	1,7	1,7	1,5	1,6	1,6	1,5	1,6	1,7	1,6	1,6	1,5	1,6	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,5	1,5	
MC12	9	8,9	9,2	9	9,1	9	8,9	9	9	9,1	8,9	9,1	9	9,1	8,9	9,1	8,9	9,1	8,9	9,1	8,9	9,1	8,9	9,1	8,9	9,1	8,9	9,1	8,9	9,1	8,9	9,1	8,9	9,1	8,9	9,1	8,9	9,1	8,9	9,1	8,9	9,1		
MC13	3,1	3,2	3,1	3	3,2	3,1	3	3,1	3,1	3	3,2	3,1	3	3,2	3,1	3	3,2	3,1	3	3,2	3,1	3	3,2	3,1	3	3,2	3,1	3	3,2	3,1	3	3,2	3,1	3	3,2	3,1	3	3,2	3,1	3	3,2	3,1		
MC14	3,3	3,4	3,3	3,3	3,2	3,3	3,4	3,3	3,1	3,4	3,3	3,4	3,3	3,3	3,4	3,2	3,3	3,3	3,4	3,3	3,3	3,4	3,3	3,3	3,4	3,3	3,3	3,4	3,3	3,3	3,4	3,3	3,3	3,4	3,3	3,3	3,4	3,3	3,4	3,3	3,4	3,3	3,4	
MC15	5,1	5,1	5	5,2	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1		
MC16	2,5	2,6	2,5	2,6	2,7	2,4	2,4	2,6	2,5	2,5	2,4	2,3	2,6	2,5	2,4	2,5	2,7	2,4	2,7	2,5	2,4	2,6	2,5	2,6	2,5	2,6	2,5	2,6	2,5	2,6	2,5	2,6	2,5	2,6	2,5	2,6	2,5	2,6	2,5	2,6	2,5	2,6		
MC17	4	4	4,1	4	3,9	4	3,9	4	4,1	4	4,2	4	4,1	4	4,2	4	4	4	4,2	4,1	4	4	4,2	4,1	3,9	4,1	4	4,2	4	3,9	4	4	4,2	4,1	3,9	4	4	4,2	4,1	3,9	4	3,9	4,1	
MC18	6,5	6,4	6,6	6,5	6,6	6,5	6,3	6,4	6,5	6,6	6,5	6,5	6,6	6,5	6,4	6,5	6,5	6,5	6,6	6,5	6,5	6,5	6,6	6,5	6,5	6,5	6,6	6,5	6,5	6,6	6,5	6,5	6,6	6,5	6,5	6,6	6,5	6,5	6,6	6,5	6,6	6,5	6,7	
MC19	4,9	5	4,8	4,7	4,8	4,9	5	4,9	4,8	5	4,9	4,8	5	4,9	4,8	5	4,9	4,7	5	4,9	4,7	5	4,8	4,9	4,7	4,8	5	4,8	4,9	4,8	5	4,8	4,9	4,8	5	4,8	4,9	4,8	5	4,8	4,9	4,8	5	
MC20	6,5	6,4	6,4	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,4	6,7	6,6	6,6	6,6	6,5	6,5	6,6	6,7	6,5	6,4	6,5	6,4	6,4	6,5	6,6	6,6	6,4	6,5	6,6	6,6	6,4	6,5	6,7	6,6	6,4	6,5	6,6	6,6	6,4	6,5	6,6	6,6	6,4	6,5	6,4
MC21	2,2	2,1	2	2,2	2,4	2,3	2,2	2,1	2,2	2,2	2,3	2,1	2,2	2,2	2,1	2,3	2,2	2,3	2,1	2,2	2,4	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	
MC22	5,5	5,5	5,4	5,3	5,5	5,6	5,5	5,4	5,6	5,5	5,4	5,3	5,5	5,7	5,7	5,6	5,3	5,5	5,6	5,4	5,6	5,5	5,5	5,6	5,4	5,5	5,5	5,6	5,4	5,5	5,5	5,6	5,4	5,5	5,5	5,6	5,4	5,5	5,5	5,6	5,4	5,5	5,6	5,7
MC23	5,2	5,2	5,1	5,2	5,1	5,3	5,2	5,1	5,3	5,2	5,1	5,3	5,2	5,3	5,2	5,2	5,3	5,1	5,2	5,2	5,1	5,2	5,2	5,1	5,2	5,1	5,2	5,1	5,2	5,1	5,2	5,1	5,2	5,1	5,2	5,1	5,2	5,1	5,2	5,1	5,2	5,1	5,2	
MC24	2,1	2,2	2,1	2	2,2	2,1	2	2,2	2,1	2	2,2	2,1	2	2,2	2,1	2	2,2	2,1	2	2,2	2,1	2	2,2	2,1	2	2,2	2,1	2	2,2	2,1	2	2,2	2,1	2	2,2	2,1	2	2,2	2,1	2	2,2	2,1	2	
MC25	1,2	1,3	1,2	1,1	1,3	1,3	1,1	1,2	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,4	1,1	1,2	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,2	1,3	1,2	1,3	1,2	1,3	1,2	1,3	1,2	1,3	1,2	1,3	1,2	1,3	1,2	1,3	1,2	1,3	1,2	1,3	
MC26	4	4	4,2	4,2	3,9	4	4,1	4	4,2	3,9	4	4,1	4	4,2	4	4,1	4	4,1	4	4,2	4	4	4,1	4	4	4,1	4	4	4,1	4	4	4,1	4	4	4,1	4	4	4,1	4	4	4,1	4	4	
MC27	2	1,9	2	2	1,9	2,2	2	2,1	1,9	1,9	2,1	2	2	2,1	2,1	2	1,9	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
MC28	3	3	2,9	3,1	3	3	3	2,9	3,1	3,1	3	2,8	2,9	3	3,1	3	3,2	3,1	3,1	3	3,2	3,1	3,1	3	2,8	2,9	3	3,1	3	3,2	3,1	2,8	3	3	3,2	3,1	2,8	3	3	3,2	3,1	2,8	3	
MC29	1,9	1,8	2	1,8	1,9	2	1,9	2,1	1,9	2	2	1,9	1,8	1,8	1,9	2,1	1,9	1,9	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	

Tabulka 6 Naměřené hodnoty současného stavu

Po změření jednotlivých hodnot bylo nutné zjistit, kolikrát jsou tyto činnosti prováděny.

Pro čas  $T_k$  a  $T_n$  bylo nutné zjistit kolikrát ročně jsou jednotlivé pomůcky využívány. Proto byla z interního informačního systému společnosti získána data, vypovídající o tomto problému. Ze systému byly vyfiltrovány jednotlivé stroje, na kterých se dělal daný počet setupů za rok 2009 až 2011. Z hodnot za jednotlivé roky byl následně vypočítán průměr. S touto výslednou hodnotou se pak počítalo dále.

MC	Počet setupů za rok			Průměr
	2009	2010	2011	
1	208	227	184	207
2	216	246	213	225
3	189	204	208	201
4	147	204	220	191
32	101	187	180	156
33	125	155	173	151
39	0	0	*	138
8	84	85	120	97
10	212	251	273	246
9	259	254	254	256
37	74	129	301	168
12	131	145	183	153
14	170	230	218	206
13	148	255	220	208
17	157	201	189	183
36	147	169	223	180
15	219	265	296	260
16	223	280	281	262
25	214	235	269	239
26	219	210	272	234

Tabulka 7 Počet setupů za rok

Jelikož je stroj MC 39 novější a nebylo možné získat data z jednotlivých roků, byl postup určení průměru následující. Stroj je v provozu od data 26.8.2011 až po datum, kdy byl tento údaj zjišťován, tedy 26.3.2012. Pokud spočítáme počet dní mezi těmito daty, dostaneme číslo 213. Z informačního systému společnosti bylo zjištěno, že za tuto dobu bylo připraveno 86 setupů.

Počet setupů za den = Počet setupů za dobu provozu / Počet dní provozu

Počet setupů za den =  $86 / 213 = 0,404$

Pokud chceme zjistit, jaká je průměrná hodnota počtu setupů za rok, musíme hodnotu 0,404 vynásobit počtem pracovních dnů. Po odečtení nepracovních dnů bylo zjištěno, že stroj je v provozu celkem 340 dní. Proto je řešení následující.

Počet setupů za rok = Počet setupů za den \* Počet pracovních dní = 0,404 \* 340 = 138

Výpočtem tak bylo zjištěno, že na stroji MC 39 se udělá průměrně 138 setupů za rok.

Pro čas  $T_d$  bylo nutné zjistit, kolikrát ročně vyzvedává pracovník výrobní dokumentaci. Tento údaj však můžeme odečíst z tabulky č. 4. Počet setupů totiž odpovídá počtu výkresů za rok, které musí zaměstnanec vyzvednout z kaslíku.

Pro poslední čas  $T_v$  bylo však potřebné zjistit, kolikrát musí zaměstnanec zkontrolovat naměřenou hodnotu s výrobní dokumentací. Pro výpočet těchto hodnot bylo postupováno následovně. Nejdříve bylo důležité spočítat, kolikrát zaměstnanec měří jednotlivý díl. Měření se však liší na prvním díle v dávce a na dalších dílech v dávce. Na prvním díle v dávce se provádí tři měření:

1. Měří se nájezd na začátku
2. Druhé měření obsahuje kontrolu první špony podle programu, ověří se, zda je správně nastaven stroj
3. Dalším údajem ke změření je vnitřní a vnější průměr

Na každém díle se provádí ještě výsledné měření po dokončení operace. Pokud chceme zjistit počet měření na prvním díle za rok, musíme zjistit, kolik setupů se na daném stroji připravovalo. Tento údaj je znázorněn v tabulce č. 5.

MC	Počet setupů za rok			Průměr
	2009	2010	2011	
32	101	187	180	156
33	125	155	173	151
12	131	145	183	153
15	219	265	296	260
16	223	280	281	262
25	214	235	269	239
26	219	210	272	234

**Tabulka 8 Počet setupů za rok**

Poté musíme zjistit, kolik dílů bylo obrobena na jednotlivém stroji.

MC	Počet obrob.dílů
32	318
33	272
12	305
15	828
16	878
25	755
26	892

Tabulka 9 Počet vyrobených dílů

Nyní již máme zjištěny všechny potřebné hodnoty pro výpočet počtu měření na jednotlivých strojích. Všechny hodnoty byly přehledně uspořádány do tabulky č. 5. Počet měření na jednotlivých strojích se vypočítal následovně.

MC	Průměr/setup/rok	Měření na 1.ks	Počet obrob.dílů	Počet měření/rok
32	156	3	318	786
33	151	3	272	725
12	153	3	305	764
15	260	3	828	1608
16	262	3	878	1664
25	239	3	755	1472
26	234	3	892	1594

Tabulka 10 Počet měření za rok

Počet měření za rok = (měření na 1. kuse \* Průměrná hodnota setupů za rok) + Počet vyrobených dílů

Po zjištění kolikrát se jednotlivé činnosti prováděly a zavedení metody 5S bylo měření opakováno, viz naměřené hodnoty v tabulce č. 8





Všechny zjištěné hodnoty jsou následně sepsány do jedné společné tabulky č. 9, ve které vypočteme celkový ušetřený čas za rok.

		T1[s]	T2[s]	Rozdíl	Rozdíl* 2	Počet operací/rok*	Tu [s]	Tu[m]
MC01	Tk	3,9	2,2	1,7	3,4	207	703,8	12
	Tn	3,3	2,2	1,1	2,2	207	455,4	8
MC02	Tk	3,9	2,2	1,7	3,4	225	765	13
	Tn	4,1	2,2	1,9	3,8	225	855	14
MC03	Tk	5,8	2,4	3,4	6,8	201	1366,8	23
MC04	Tk	5,2	2,4	2,8	5,6	191	1069,6	18
MC32	Tk	3	1,8	1,2	2,4	156	374,4	6
	Tv	1,6	0	1,6	3,2	786	2515,2	42
	Td	9	2,2	6,8	13,6	156	2121,6	35
MC33	Tk	4,1	2	2,1	4,2	151	634,2	11
	Tv	1,6	0	1,6	3,2	725	2320	39
	Td	9	2,2	6,8	13,6	151	2053,6	34
MC39	Tk	3,1	1,5	1,6	3,2	96	307,2	5
MC08	Tk	3,3	1,1	2,2	4,4	97	426,8	7
MC09	Tk	5,1	1,3	3,8	7,6	256	1945,6	32
MC10	Tk	2,5	1,5	1	2	246	492	8
MC37	Tk	4	2	2	4	168	672	11
	Td	6,5	3,5	3	6	168	1008	17
MC12	Tk	4,9	1,8	3,1	6,2	153	948,6	16
	Td	6,5	3,5	3	6	153	918	15
	Tv	2,2	0	2,2	4,4	764	3361,6	56
MC13	Tk	5,5	2,2	3,3	6,6	208	1372,8	23
MC14	Tk	5,2	2,2	3	6	206	1236	21
MC15	Tk	2,1	1,5	0,6	1,2	260	312	5
	Tv	1,2	0	1,2	2,4	1608	3859,2	64
MC16	Tk	4,2	2	2,2	4,4	262	1152,8	19
	Tv	1,2	0	1,2	2,4	1664	3993,6	67
MC25	Tk	4	1,6	2,4	4,8	239	1147,2	19
	Tv	2	0	2	4	1472	5888	98
MC26	Tk	3	1,9	1,1	2,2	234	514,8	9
	Tv	1,9	0	1,9	3,8	1594	6057,2	101
							<b>Celkem</b>	<b>847</b>

Tabulka 12 Souhrnná tabulka – celkový ušetřený čas za rok

Z tabulky vyplývá, že celkový ušetřený čas je 847 min za rok. Po převodu na hodiny je celkový čas 14,11 h. Pomocí metody 5S je tedy ušetřeno 14,11 hodin za rok. Tato hodnota může být převedena do procesů, které přidávají přidanou hodnotu.

## 5.2.2 Finanční ukazatele

Po zjištění časových ukazatelů můžeme získané hodnoty převést na finanční ukazatele. Proto nyní zjistíme, jaká je návratnost investice do metody 5S. Pokud vezmeme v potaz, že Precision Castparts CZ s.r.o. má plně vytíženou výrobní kapacitu a musí své zakázky subkontraktovat, můžeme výslednou hodnotu přepočítat na následující finanční ukazatel.

Nejdříve musíme uvést známé hodnoty.

$$1 \text{ ESH} = 1 \text{ Earned standard hours} = 1 \text{ standardní hodina}$$

Standardní hodina je ta hodina, za kterou je firma placena. Avšak musíme brát v potaz, že

$$1 \text{ reálná hodina} = 1,2 \text{ ESH}$$

Nyní tak můžeme přepočítat ušetřené hodiny na standardní hodiny

$$14,11 * 1,2 = 16,932 \text{ ESH / rok}$$

Pokud 1 ESH subkontraktu stojí v současné době 60 GBP, můžeme poté vypočítat, že

$$16,932 * 60 = 1015,92 \text{ GBP / rok}$$

Podle Kurzovního lístku České národní banky[31] je 1 britská libra rovna 30,740 korun českých

Nyní převedeme výslednou hodnotu na české koruny

$$1015,92 * 30,74 = 31229,38 \text{ Kč / rok}$$

Z výše uvedené rovnice vyplývá, že díky implementaci metody 5S se za rok ušetří 31 229 Kč.

## 5.3 Shrnutí

Pro přehlednost byly zjištěné a vypočtené hodnoty zaznamenány v tabulce č. 12.

<b>Ušetřený čas</b>	<b>14, 11 h/rok</b>
<b>Celková investice</b>	<b>325 280 Kč</b>
<b>Návratnost investice</b>	<b>31 229 Kč/rok</b>
<b>Investice splacena za</b>	<b>10 let a 154 dní</b>

Tabulka 13 Shrnutí

## **Závěr**

Předložená diplomová práce nejprve seznamuje se společnostmi, ve které je práce vypracovávána. Dále se soustředí na teoretická východiska z oblasti štíhlé výroby. Jednotlivé metody průmyslového inženýrství rozepisuje dopodrobna a vytváří tak potřebný základ pro pochopení praktické části práce.

Pro praktickou část práce byla zvolena metoda 5S, která byla ve společnosti z části zavedena, avšak její využívání a dodržování všech postupů bylo sporadické. Nejprve byl tedy vypracován předběžný plán společně s určením pracovišť, na kterých bude metoda realizována. Dále byla provedena analýza současného stavu. Po provedení analýzy přišlo na řadu vyhodnocení. Z tohoto kroku vzešly nové návrhy pracovních plošin, které byly konzultovány jak s operátory CNC strojů, tak s vedením společnosti. Po vypracování návrhů bylo objednáno potřebné vybavení a byly také provedeny navržené úpravy pracovišť. Navrzení zbylých kroků metody 5S probíhalo souběžně se zhotovením úprav a vybavením pracovišť. V současné době ještě probíhají poslední úpravy a změny. Posledním krokem práce bylo zhodnocení navržených a realizovaných změn. Konečné vyhodnocení celé práce ukázalo, že díky zavedení metody 5S bylo dosaženo ušetření 14,11 h za rok v nevýrobních procesech. Celková návratnost investice do metody 5S je 31 299 Kč za rok. Výhody zavedení metody 5S nejsou jen měřitelné ukazatele, ale také neměřitelné ukazatele. Po zavedení této metody bylo zamezeno ztracení jednotlivého náradí, ničení měřidel, byl zaveden pořádek na pracovištích a s tím také hlavně bezpečnost na pracovištích. Kultura pracovního prostředí byla zvýšena a díky tomu působí pracoviště velmi kultivovaně na potenciální zákazníky při prohlídkách výrobní haly. Zavedení metody 5S bylo tak velkým přínosem pro společnost Precision Castparts CZ s.r.o.

## Seznam literatury

- [1] O firmě. :: *Precision Castparts CZ s.r.o.* :: [online]. 2000 [cit. 2012-03-24]. Dostupné z: <http://www.precast.cz/?p=1&lan=cz>
- [2] Úvod. :: *Precision Castparts CZ s.r.o.* :: [online]. 2000 [cit. 2012-03-24]. Dostupné z: <http://www.precast.cz/?p=0&lan=cz>
- [3] *Mapy.cz* [online]. 2011 [cit. 2011-10-28]. Univerzitní 36. Dostupné z WWW: [http://www.mapy.cz/#q=Univerzita%20Plze%C3%AD%2036&t=s&x=14.743231&y=49.752997&z=7&d=addr\\_11178680\\_0\\_1&c=14-23-27-28-29-30](http://www.mapy.cz/#q=Univerzita%20Plze%C3%AD%2036&t=s&x=14.743231&y=49.752997&z=7&d=addr_11178680_0_1&c=14-23-27-28-29-30)
- [4] Fotogalerie. :: *Precision Castparts CZ s.r.o.* :: [online]. 2000 [cit. 2012-03-24]. Dostupné z: [http://www.precast.cz/upload/14\\_p.jpg](http://www.precast.cz/upload/14_p.jpg)
- [5] Fotogalerie. :: *Precision Castparts CZ s.r.o.* :: [online]. 2000 [cit. 2012-03-24]. Dostupné z: [http://www.precast.cz/upload/13\\_p.jpg](http://www.precast.cz/upload/13_p.jpg)
- [6] Fotogalerie. :: *Precision Castparts CZ s.r.o.* :: [online]. 2000 [cit. 2012-03-24]. Dostupné z: <http://www.precast.cz/upload/9.jpg>
- [7] Fotogalerie. :: *Precision Castparts CZ s.r.o.* :: [online]. 2000 [cit. 2012-03-24]. Dostupné z: [http://www.precast.cz/upload/10\\_p.jpg](http://www.precast.cz/upload/10_p.jpg)
- [8] PRECISION CASTPARTS CZ S.R.O. *01 Představení společnosti*. Plzeň, 2011.
- [9] PRECISION CASTPARTS CZ S.R.O. *Politika jakosti*. Plzeň, 2011.
- [10] LRQA Česká republika a Slovensko - Certifikace a školení - ISO 9001:2008. *LRQA Česká republika a Slovensko - Certifikace a školení* [online]. 2011 [cit. 2012-03-24]. Dostupné z: [http://www.lrqa.cz/standards\\_a\\_schemata/standards\\_a\\_schemata/10154-iso-90012008.aspx](http://www.lrqa.cz/standards_a_schemata/standards_a_schemata/10154-iso-90012008.aspx)
- [11] NQA - *The leading assessment, verification and certification body*. *NQA Home Page* [online]. 2012 [cit. 2012-03-24]. Dostupné z: <http://www.nqa.com/cz/atozservices/article.asp?SECTION=151&ARTICLE=142>
- [12] Company overview. *Precision Castparts Corp.* [online]. 2011 [cit. 2012-03-24]. Dostupné z: [http://www.precast.com/overview/culture\\_and\\_values/](http://www.precast.com/overview/culture_and_values/)
- [13] INVESTMENT CAST PRODUCTS. *Precision Castparts Corp.* [online]. 2011 [cit. 2012-03-24]. Dostupné z: [http://www.precast.com/operations/investment\\_cast\\_products/](http://www.precast.com/operations/investment_cast_products/)
- [14] FORGED PRODUCTS. *Precision Castparts Corp.* [online]. 2011 [cit. 2012-03-24]. Dostupné z: [http://www.precast.com/operations/forged\\_products/](http://www.precast.com/operations/forged_products/)

- [15] AEROSPACE/GAS TURBINE GROUP. *Precision Castparts Corp.* [online]. 2011 [cit. 2012-03-24]. Dostupné z: [http://www.precast.com/operations/forged\\_products/aero\\_gas\\_turbine\\_group/products/](http://www.precast.com/operations/forged_products/aero_gas_turbine_group/products/)
- [16] PCC ENERGY GROUP. *Precision Castparts Corp.* [online]. 2011 [cit. 2012-03-24]. Dostupné z: [http://www.precast.com/operations/forged\\_products/pcc\\_energy\\_group/products/](http://www.precast.com/operations/forged_products/pcc_energy_group/products/)
- [17] FASTENER PRODUCTS. *Precision Castparts Corp.* [online]. 2011 [cit. 2012-03-24]. Dostupné z: [http://www.precast.com/operations/fastener\\_products/](http://www.precast.com/operations/fastener_products/)
- [18] History. *Precision Castparts Corp.* [online]. 2011 [cit. 2012-03-24]. Dostupné z: <http://www.precast.com/overview/history/>
- [19] Wyman-Gordon. *Wyman-Gordon* [online]. © 2001 - 2011 [cit. 2012-03-24]. Dostupné z: <http://www.wyman-gordon.com/>
- [20] JÁN KOŠTURIÁK, Zbyněk Frolík a kolektiv. *Štíhlý a inovativní podnik*. 1.vydání. Praha: Alfa Publishing, 2006. ISBN 80-86851-38-9.
- [21] Štíhlý a inovativní podnik. *Štíhlý a inovativní podnik - API - Akademie produktivity a inovací s.r.o.* [online]. © 2005 - 2012 [cit. 2012-03-24]. Dostupné z: <http://e-api.cz/upload.cs/6/60e90994-s-3-stihly-podnik-1.jpg>
- [22] JAROMÍR ŘEZÁČ. *Moderní management: Manažer pro 21.století*. Vydání první. Brno: Computer Press,a.s., 2009. ISBN 978-80-251-1959-4.
- [23] EDL, Milan. ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI. *Metody průmyslového inženýrství: Just in Time*. Plzeň, 2010.
- [24] Poka-yoke. *Free-logistics.com* [online]. 2011 [cit. 2012-03-24]. Dostupné z: <http://t3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSTmUpq5S9KtiCG80ocZ2qhH1nHIW6y8NbAWR0iF4ZaPOpyL3ojmsKWvOnzPA>
- [25] Small Changes = Big Improvement: *6 Kaizen Techniques to Improve Your Writing*. *Kdpaine.blogs.com* [online]. 2011 [cit. 2012-03-24]. Dostupné z: <http://kdpaine.blogs.com/.a/6a00d83451658a69e2016760754be5970b-800wi>
- [26] PDCA cyklus - Metody Kvalita - Systém kvality (ISO) - Metody - Poradenství a poradce pro každého. *Poradenství a poradce pro každého - vlastnicesta.cz* [online]. (c) 2006-2009 [cit. 2012-03-24]. Dostupné z: <http://www.vlastnicesta.cz/metody/metody-kvalita-system-kvality-iso/pdca-cyklus/>
- [27] PDCA - Wikipedia, the free encyclopedia. *Wikipedia, the free encyclopedia* [online]. 2011 [cit. 2012-03-24]. Dostupné z: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7c/PDCA-Cycle.png>
- [28] MASA AKI IMAI. *Gemba Kaizen: Řízení a zlepšování kvality na pracovišti*. Vydání první. Brno: Computer Press, a.s., 2005. ISBN 80-251-0850-3.

[29] VSM - API - Akademie produktivity a inovací s.r.o. *API - Akademie produktivity a inovací s.r.o.* [online]. © 2005 - 2012 [cit. 2012-03-24]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68265.vsm/>

[30] VÝVOJOVÝ TÝM VYDAVATELSTVÍ PRODUCTIVITY PRESS. *5S pro operátory: 5 pilířů vizuálního pracoviště*. První vydání. Brno: Productivity Press, New York, 2009. ISBN 978-80-904099-1-0.

[31] Kurzy devizového trhu - Česká národní banka. Česká národní banka [online]. 2003-2012 [cit. 2012-05-03]. Dostupné z: [http://www.cnb.cz/cs/financni\\_trhy/devizovy\\_trh/kurzy\\_devizoveho\\_trhu/denni\\_kurz.jsp](http://www.cnb.cz/cs/financni_trhy/devizovy_trh/kurzy_devizoveho_trhu/denni_kurz.jsp)

