

Řešení procesu výměny lapovacího kola s využitím metod průmyslového inženýrství.

Bc.Lucie Antoszková



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Lucie ANTOSZKOVÁ**
Osobní číslo: **M100086**
Studijní program: **N 6208 Ekonomika a management**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**

Téma práce: **Řešení procesu výměny lapovacího kola s využitím metod průmyslového inženýrství**

Zásady pro vypracování:

Úvod

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši v dané oblasti a formulujte teoretická východiska pro zpracování analýzy a návrhu projektu.

II. Praktická část

- Charakterizujte výrobní proces na daném pracovišti.
- Analyzujte proces výměny lapovacího kola.
- Zhodnoťte výsledky analýzy a navrhněte východiska pro řešení.
- Propracujte racionalizaci procesu výměny.
- Zhodnoťte navrhované řešení.

Závěr

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

Seznam odborné literatury:

- [1] Košturiak, J., Frolík Z. Štíhlý a inovativní podnik. 1. vydání Praha: Alfa Publishing 2006. 240 s. ISBN 80-86851-38-9.
- [2] Mašín, I., Vytlačil. M. Dynamické zlepšování procesů: programy a metody pro eliminaci plýtvání. Institut průmyslového inženýrství, 1999. 193 s. ISBN 8090223532.
- [3] Mašín, I., Vytlačil. M. Cesty k vyšší produktivitě. Strategie založená na průmyslovém inženýrství. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. 1996. ISBN 80-902235-0-8.
- [4] Shingo, Shigeo "A Revolution in Manufacturing: The SMED Systém". Portland, Oregon, USA: Productivity Press, 1985, ss.361, ISBN 0-915299-03-8.
- [5] Tuček, D., Bobák, R. Výrobní systémy. Zlín: UTB Zlín FaME Zlín, 2006, 297 s. ISBN 80-7318-381-1.

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Roman Bobák, Ph.D.
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: 24. června 2011
Termín odevzdání diplomové práce: 15. srpna 2011

Ve Zlíně dne 24. června 2011

prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková
děkanka



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

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- odevzdáním bakalářské/diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby¹;
- bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí:
 - bez omezení;
 - pouze prezenčně v rámci Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- na mou bakalářskou/diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3²;
- podle § 60³ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;

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

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

² zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

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

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

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

- podle § 60⁴ odst. 2 a 3 mohou užít své dílo – bakalářskou/diplomovou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské/diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské/diplomové práce využít ke komerčním účelům.

Prohlašuji, že:

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

Ve Zlíně 15. 8. 2011

Lucie Antošová

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

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

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá možností aplikace vybrané metody průmyslového inženýrství ve firmě CeramTec s.r.o. Práce je rozdělena do tří samostatných částí.

V teoretické části jsou uvedena východiska pro část praktickou. V teoretické části se zabývám poznatky z oblasti produktivity, štíhlé výroby a SMED.

Analytická část je zaměřena na představení společnosti, výrobního procesu a zejména na současný postup výměny lapovacího kola.

V projektové části se zabývám návrhy opatření pro zrychlení výměny lapovacího kola a jeho následným zhodnocením.

Klíčová slova:

Lapovací kolo, SMED, interní činnosti, externí činnost, workshop.

ABSTRACT

This master thesis is aimed at application of a chosen method of industrial engineering in CeramTec s.r.o. This thesis is divided into three separate parts.

In theoretic part are mentioned theoretic resources for practical part. In theoretical part of my work. I am dealing with knowledge from the area of productivity, lean manufacturing and SMED.

Analysis involves data about the firm such as exact company's description about industrial process and particularly present process of exchanging the lapping wheel.

The project part deals with propositions of disposals how to speed up the exchange of the lapping wheel and their sequential evaluation.

Keywords:

Lapping wheel, SMED, internal activity, external activity, workshop.

Velmi ráda bych poděkovala panu Doc. Ing. Romanu Bobákovi Ph.D. za cenné rady, připomínky a náměty při vedení mé diplomové práce.

Zvláště bych chtěla poděkovat slečně Ing. Zuzaně Luštkové za poskytnuté informace, připomínky k mé diplomové práci a především za čas, který mi věnovala.

OBSAH

ÚVOD	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	13
2 ŠTÍHLÁ VÝROBA	14
2.1 PRODUKTIVITA A PLÝTVÁNÍ.....	15
2.1.1 Produktivita	15
2.1.2 Faktory ovlivňující produktivitu	15
2.1.3 Plýtvání.....	16
2.1.4 Zvyšování produktivity	17
2.2 STUDIE PRÁCE	18
2.2.1 Studium metod	18
2.2.2 Měření práce.....	19
3 RYCHLÁ ZMĚNA – SMED	20
3.1 TRADIČNÍ PŘÍSTUP KE ZMĚNÁM	20
3.2 PLÝTVÁNÍ PŘI ZMĚNÁCH A SEŘIZOVÁNÍ.....	21
3.3 ZMĚNA PŘÍSTUPU – SYSTÉM SMED.....	23
3.4 KONCEPCE SYSTÉMU SMED	24
3.4.1 Přípravná fáze.....	25
3.4.2 První krok	25
3.4.3 Druhý krok	26
3.4.4 Třetí krok.....	27
3.5 PROGRAM RYCHLÝCH ZMĚN	29
3.6 KONCEPCE NULOVÝCH ZMĚN	30
3.7 PŘÍNOSY SMEDU SPOLEČNOSTI.....	31
II PRAKTICKÁ ČÁST	32
4 PROFIL SPOLEČNOSTI	33
4.1 VÝROBA VE SPOLEČNOSTI	34
4.1.1 Systémová technika.....	34
4.1.2 Strojní technika	35
4.1.2.1 Materiál.....	35
4.1.2.2 Oblasti aplikace.....	35
4.1.3 Odolnost vůči korozi	37
4.1.3.1 Rozdíl v chování SiSiC a SSiC:.....	38
4.1.4 Objem výroby.....	38
4.2 ORGANIZAČNÍ STRUKTURA.....	38
4.3 PERSONALISTIKA	39
5 VYMEZENÍ PROJEKTU	41
6 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	43

6.1	PROJEKTOVÝ TÝM	43
6.2	SOUČASNÁ VÝMĚNA LAPOVACÍHO KOLA – WORKSHOP 1	44
6.2.1	Výměna lapovacího kola	45
6.2.2	Separace interních a externích činností seřizování	45
6.3	KONVERZE INTERNÍCH ČINNOSTÍ NA EXTERNÍ	47
6.4	ZLEPŠENÍ INTERNÍCH ČINNOSTÍ.....	48
6.4.1	Nářadí	48
6.5	ZLEPŠENÍ EXTERNÍCH ČINNOSTÍ.....	48
6.5.1	Vozík na odkapávání lapovacího kola	48
6.6	NÁPRAVNÁ OPATŘENÍ	49
7	WORKSHOP 2.....	52
7.1.1	Separace interních a externích činností seřizování	54
7.1.2	Nápravné opatření WS 2	54
8	WORKSHOP 3.....	57
8.1	SEPARACE INTERNÍCH A EXTERNÍCH ČINNOSTÍ	59
8.2	NÁPRAVNÁ OPATŘENÍ WS 3.....	59
9	POSTUP ZAVÁDĚNÝCH NAVRHOVANÝCH ČINNOSTÍ.....	62
9.1	RIZIKA PROJEKTU	62
9.1.1	Odpor zaměstnanců ke změnám.....	62
9.1.2	Nedodržení jednotlivých kroků projektu.....	62
10	VYHODNOCENÍ ZAVEDENÝCH ZLEPŠENÍ.....	63
10.1	NAVÝŠENÍ PRODUKCE STROJE	63
10.2	SNÍŽENÍ MZDOVÝCH NÁKLADŮ NA VÝMĚNU LAPOVACÍHO KOLA	65
10.3	ZVÝŠENÍ PRUŽNOSTI VÝROBY.....	67
11	STANDARD VÝMĚNY LAPOVACÍHO KOLA.....	70
11.1	ROZDĚLENÍ ČINNOSTÍ STANDARDIZOVANÉHO POSTUPU NA INTERNÍ A EXTERNÍ ČINNOSTI	72
11.2	ZKRÁCENÍ DOBY VÝMĚNY LAPOVACÍHO KOLA	74
11.3	KONTROLA STANDARDU.....	74
	ZÁVĚR	77
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	78
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	80
	SEZNAM OBRÁZKŮ	81
	SEZNAM TABULEK.....	82
	SEZNAM PŘÍLOH.....	84

ÚVOD

Průmyslové inženýrství se stalo v dnešní době uznávaným vědeckým oborem, který se mimo jiné zabývá odstraňováním plýtvání. Cílem průmyslového inženýrství je potom odstranění tohoto plýtvání, zvýšení produktivity a ziskovosti hlavních procesů. Zavádění metod průmyslového inženýrství by se mělo stát trendem pro všechny průmyslové firmy, jenž chtějí obstát v konkurenčním boji.

Jednou z metod průmyslového inženýrství je i metoda SMED, která napomáhá odstraňování plýtvání při výměně lapovacího kola.

Moje diplomová práce je zaměřena na implementaci metody SMED ve firmě CeramTec s.r.o.

Diplomová práce je rozdělena na tři části, a to na teoretickou část, analytickou část a projektovou část.

V rámci teoretické části je prováděna literární rešerše a analýza průmyslového inženýrství a štíhlé výroby. Hlavní teoretické poznatky jsou zaměřeny na metodu průmyslového inženýrství vztahující se k rychlé výměně nástrojů (SMED).

Analytická část mé práce je zpracována ve firmě, analýza firmy. Je zde provedena analýza současného stavu výměny lapovacího kola.

V projektové části jsou pak představena navržená opatření ke snížení potřebného času při výměně lapovacího kola.

Nakonec jsou zde vyčísleny náklady a úspory, kterých jsme dosáhly za pomoci navržených opatření.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Průmyslové inženýrství je interdisciplinární vědní obor, zabývající se projektováním, zaváděním a zlepšováním integrovaných systémů lidí, materiálů, strojů a energií s cílem dosáhnout co nejvyšší produktivity. Pro tento účel využívá speciální znalosti z matematiky, fyziky, sociálních věd a managementu, aby je společně s inženýrskými metodami dále užilo pro specifikaci a hodnocení výsledků dosaženými těmito systémy [6].

Jinými slovy lze říci, že je to obor syntetizující poznatky technických oborů, matematické statistiky a také psychologie a sociologie, který hledá optimální způsob jak zabezpečit produkci statků a služeb vysoké kvality s minimálními náklady a s optimálním využitím všech faktorů vstupujících do výrobního procesu. Smyslem je tedy navrhovat, organizovat a koordinovat součinnost výrobních systémů lidí, materiálů, energií a informací s cílem maximalizovat produktivitu [6].

Dnešní prostředí se vyznačuje svojí turbulentností, dynamikou a globálností. Aplikací metod průmyslového inženýrství se zvyšuje konkurenceschopnost podniku.

Průmyslové inženýrství se rozděluje na klasické a moderní. Klasické vychází ze studia práce a operačního výzkumu.

V dnešní době je však potenciálem pro růst produktivity moderní průmyslové inženýrství. To vychází z praxe světových firem a to především z výrobního systému Toyoty, kde se začaly tyto metody jako první ve své době uplatňovat.

V podnicích se tedy můžeme setkat např. s těmito metodami průmyslového inženýrství:

- 1) Poka – Yoke – program nulových vad,
- 2) TPM – program totálně produktivní údržby,
- 3) SMED – program rychlých změn,
- 4) Simulace výrobních systémů,
- 5) Jidoka - automatizace s lidskou inteligencí, která umožní strojům nebo pracovníkům detekci nenormálního stavu a okamžitě zastavit práci,
- 6) Ergonomie - přizpůsobení pracovních podmínek výkonnostním možnostem člověka aj.[9]

2 ŠTÍHLÁ VÝROBA

Štíhlá výroba (lean manufacturing) je soubor nástrojů a principů, které jsou zaměřeny na výrobní pracoviště, výrobní linky, strojní zařízení a výrobní pracovníky. Cílem štíhlé výroby je dosažení stabilní, flexibilní a standardizované výroby [6].

Koncept je založen na pěti základních principech:

- 1) Přidané hodnotě z hlediska zákazníka,
- 2) Určení proudů hodnot,
- 3) Zamezení plýtvání,
- 4) Plynulý tok výrobků,
- 5) Výroby odvozené od poptávky a směřování k dokonalosti.

Štíhlá výroba je zaměřena na systematickou identifikaci a eliminaci veškerých forem plýtvání procesů nepřidávajících hodnotu a na maximální zeštíhlení, protože zákazník je ochoten platit pouze procesy přidávající hodnotu. Rozhodovací kompetencí je v systému štíhlé výroby tzv. decentralizace. Chce-li podnik uspět na světovém trhu, musí respektovat směr štíhlé výroby, štíhlých procesů a štíhlého myšlení [2,9].

Štíhlý podnik využívá řadu metod a prvků průmyslového inženýrství.

Neumíme říci obecný návod, jak řídit výrobu, jednotlivé firmy mají totiž vlastní specifické skupiny výrobků, lidí, historie a procesů.

Mezi základní prvky štíhlé výroby můžeme zařadit:

- 1) Management toku hodnot – VSM ,
- 2) Týmová práce,
- 3) Rychlá změna – SMED,
- 4) Neustálé zlepšování aj.

2.1 Produktivita a plýtvání

2.1.1 Produktivita

Produktivitou se rozumí míra, která vyjadřuje, jak dobře jsou využity zdroje při vytváření produktů. Jejím nejobecnějším vyjádřením je poměr mezi výstupem z procesu a vstupem potřebných zdrojů do procesu.

Obecný vzorec pro výpočet produktivity je tedy následující:

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

Výstup může být vyjádřen v jednotkách či objemech, jako např. tuny, kusy apod. Pokud výstup nelze individuálně definován, může být pak vyjádřen v peněžních jednotkách ve formě ceny produkce apod.

Vstupy jsou obvykle děleny do několika kategorií, jako např. výrobní zařízení a stroje, materiál, pracovní síla aj. [6]

2.1.2 Faktory ovlivňující produktivitu

Produktivita je přímo i nepřímo ovlivňována celou řadou faktorů. Patří mezi ně například:

- 1) Pracovní postupy a metody,
- 2) Úroveň schopností pracovní síly,
- 3) Systém hodnocení a odměňování,
- 4) Stav národního hospodářství a ekonomiky aj.

Vedle těchto faktorů existuje ještě další řada vlivů. Lze je ještě roztřídit do dvou hlavních skupin a to fyzikálních a psychologických.

Fyzikálními vlivy rozumíme přímé faktory, které mohou produktivitu ovlivnit – využívání času a kapitálů, technologické a materiálové aspekty procesu aj.

Psychologickými faktory pak rozumíme většinou modelové chování zaměstnanců, které ovlivňují produktivitu minimálně stejně velkou měrou jako faktory fyzikální [6].

2.1.3 Plýtvání

V souvislosti s produktivitou je nezbytné dokázat identifikovat neproduktivní prvky a jejich zdroje, tedy plýtvání. A to především o odhalení elementů v procesu, které nepřinášejí přidanou hodnotu (lépe řečeno přidanou hodnotu pro zákazníka).

Největším problémem zvyšování produktivity není plýtvání zjevné, které lze snadno identifikovat a odstranit, ale plýtvání skryté.

To je velmi často představováno činnostmi, které je za současného stavu sice nutné vykonat, ale přitom by mohly být tyto činnosti eliminovány nebo redukovány zlepšením pracovní metody či zdokonalenou organizací. Do kategorie skrytého plýtvání můžeme zařadit činnosti jako je výměna nástrojů, kontrola dílů, transport, vybalování nebo také předávání informací [6].

Plýtvání můžeme rozdělit na sedm druhů:

- 1) Nadvýroba – je často považována za jeden z nejhorších druhů plýtvání, protože vyžaduje dodatečné náklady, místo pro skladování a často i dodatečnou práci na znehodnocených výrobcích, které nebyly prodány,
- 2) Čekání – jedná se o zjevné plýtvání. Do této kategorie patří čekání na materiál, opravu nebo také seřízení stroje,
- 3) Nadbytečná manipulace – zejména pak vícenásobná manipulace je nejčastějším druhem tohoto plýtvání,
- 4) Špatný pracovní postup – může vyvolat potřebu dodatečné práce a spotřeby zdrojů,
- 5) Zbytečné pohyby – toto plýtvání vyplývá z nepotřebných pohybů, které nelze označit za práci zvyšující hodnotu výrobku, toto mnohdy vyplývá ze špatného uspořádání pracoviště,
- 6) Vysoké zásoby – patří sem především nadbytečné zásoby materiálu, hotových výrobků a rozpracované výroby,
- 7) Chyby pracovníků – tyto vedou k plýtvání časem, materiálem, zařízeními, nástroji aj.

K této klasifikaci bývá často ještě přiřazován ještě jeden druh plýtvání a to:

- 8) Nevyužité schopnosti lidí – jedná se o plýtvání tvůrčím potenciálem, schopnostmi či talentem pracovníků [2].

2.1.4 Zvyšování produktivity

Při hledání možností, jak zajistit nezbytný růst produktivity se musí podnik silně koncentrovat na růst a zlepšování čtyř základních faktorů ovlivňujících produktivitu a využití, výkon, kvalitu a metody. Je pak nutné se zaměřit na:

- 1) Vytváření klimatu pro vysokou produktivitu,
- 2) Využívání technik a metod zvyšování produktivity,
- 3) Zlepšování vztahů lidí k práci,
- 4) Odstraňování plýtvání z jednotlivých procesů,
- 5) Posilování vazby „člověk – stroj“,
- 6) Zvýšení rychlosti při vývoji a inovaci [2,6].

Při zvyšování produktivity je potřebné dosáhnout optimálního spojení metod a technik pro zvyšování produktivity s motivací a zainteresovaností pracovníků na rozličných úrovních ve firmě (management, výkonní pracovníci a odbory). Také je potřebné dát do souladu cíle výrobních středisek s celopodnikovými cíly [2].

Klíčovými výrazy dnešní turbulentní doby se stala slova jako vysoká produktivita, nízké náklady, štíhlá výroba, eliminace plýtvání apod. K tomu, aby se význam těchto slov naplnil, musí projít podnik určitými změnami, vůči nimž bude kladen vždy určitý odpor. Pro provedení změn je třeba, aby byly jednotlivcům i týmům k dispozici určité nástroje a funkce, přičemž většina z nich je součástí právě oboru průmyslového inženýrství. To plní úlohu jistého katalyzátoru usměrňujícího a urychlujícího potřebné změny [2,6].

2.2 Studie práce

Cílem studia práce, které se rozvinulo z vědeckého řízení, je docílit optimálního využití lidských a materiálových zdrojů dostupných danému podniku. Hlavním úkolem studia práce je získat informace a tyto potom využít jako prostředek zvyšování produktivity.

Studium práce je opravdovým studiem v nejhlubším slova smyslu. Je přitom založeno na dvou technikách, a to na:

- 1) Studiu metod (Method Study),
- 2) Měření práce (Work Measurement).

Toto rozdělení má pouze formální charakter. Zpravidla se využívají obě tyto techniky současně nebo v kombinaci. Důsledné oddělení by mohlo znamenat snížení přínosů plynoucích ze studia práce. Obě techniky využívají důsledně formálních záznamů, které jsou následně analyzovány s cílem objevit plýtvání všeho druhu. Po této analýze je možno provést příslušná opatření, která by tyto nedostatky eliminovala[6].

2.2.1 Studium metod

Studium metod může být definováno jako technika s jejíž pomocí lze rozložit danou lidskou činnost na elementy a ty následně analyzovat. Pokud tyto elementy nevyhovují tak se buď odstraní nebo jsou zlepšeny. Tím tato technika přispívá k dosažení vyšší produktivity prostřednictvím eliminace zbytečné práce, čekání a ostatních druhů plýtvání. Procedura studia metod je následující:

- 1) Vyberte práci, která má být studována,
- 2) Zaznamenejte veškerá relevantní fakta o současné metodě,
- 3) Prověřte kriticky tato fakta,
- 4) Navrhněte praktičtější, ekonomičtější a efektivnější pracovní metodu s ohledem na všechny související okolnosti,
- 5) Zaveďte tuto metodu jako standardní,
- 6) Udržujte tento standard pravidelnou kontrolou.

Záznamovými prostředky, charakteristickými pro studium metod, jsou zejména:

- 1) Pohybové studie (spaghetti diagram),
- 2) Procesní analýza (diagram toku, diagram člověk – stroj apod.),
- 3) Dotazníky, popisná analýza a kontrolní listy,
- 4) Videozáznamy, fotografie [6].

2.2.2 Měření práce

Čas je fyzikální veličina, která má stále větší význam. Měření práce je účinným nástrojem pro zvyšování produktivity a podstatného snížení nákladů. Měřením práce nazýváme aplikaci technik vytvořených pro určení času potřebného na vykonání specifikované práce kvalifikovaným pracovníkem na definované úrovni výkonu. Výstupem měření práce jsou normy spotřeby času, do kterých se promítá čas, který pracovník s průměrnou úrovní dovedností a úsilí vynaloží na splnění pracovního úkolu na racionálně uspořádaném pracovišti, ze kterého byly vyloučeny veškeré zbytečné úkony. [11,12]

Klíčový význam z hlediska měření práce má přesnost a pracnost použitého postupu měření práce. Z historického vývoje známe následující řadu postupů:

- 1) Hrubé odhady,
- 2) Kvalifikované odhady,
- 3) Využití historických údajů,
- 4) Systémy předem určených časů,
- 5) Časové studie pomocí přímého měření (snímky pracovního dne). [11]

Nejpoužívanější metodou rozboru spotřeby pracovního času je snímek pracovního dne. Jestliže je proveden správně, odhaluje nejen úroveň výkonových norem, ale i rezervy produktivity práce. Musí být proveden tak, aby byl zaměřen na technicko-organizační rezervy (opožděný přísun materiálu, opožděné opravy poruch strojů, čekání na nástroje apod.), tak i na otázku mzdovou. Snímek pracovního dne se vyskytuje v několika obměnách, jedním z nejvýznamnějších je však individuální snímek pracovníka, jež je prováděn vícekrát za sebou. [10]

3 RYCHLÁ ZMĚNA – SMED

SMED - Single Minute Exchange of Die - systematický proces pro minimalizaci časů, prostojů, tj. časů čekání (přípravy) kapacitní jednotky mezi opracováním dvou po sobě následujících různých typů výrobků (výrobních dávek). Seřizování nemusí být čisté výrobní záležitosti. Jestliže se budeme na pojem seřizování dívat z širšího pohledu, pak seřizování může představovat všechny činnosti spojené s přípravou realizace určitého procesu. V tomto případě procesem může být libovolný proces, například zpracování objednávky zákazníka, objednání materiálu, technická příprava výroby apod. [6]

Schopnost firmy dostát zákaznickým požadavkům je spojena s maximální pružností využití výrobních zařízení. Změna rozměru (přetypování) patří k činnostem nepřidávajícím výrobku přidanou hodnotu. Metoda SMED jednoduchou cestou časy přetypování snižuje na minimum a tím zvyšuje akceschopnost výroby [6].

Každé ukončení dosavadní činnosti a zahájení činnosti další vyžaduje vynaložení zvýšeného úsilí. V průmyslové výrobě jsou tímto úsilím: vynaložené náklady a spotřebované zdroje při prostoji strojů.

Pokud chceme náklady a spotřebu zdrojů snižovat, existují pak dvě možnosti, kterými to lze uskutečnit a to jsou:

- 1) Prodlužovat dobu bez změny,
- 2) Zkrátit dobu změny.

První možností je zajistit, co nejméně změn sortimentu a výměn nástrojů. Je chápána jako sdružování výrobních dávek, což ovšem vede k růstu zásob, růstu průběžné doby rozpracovanosti a výrobních nákladů. Vede k dražšímu způsobu výroby a tím ke ztrátě konkurenceschopnosti. Tuto možnost popsal již Adam Smith ve svém díle a je označován jako tradiční [6,12].

3.1 Tradiční přístup ke změnám

Tradiční přístup ke změnám a seřizování je postaven na těchto předpokladech:

- 1) Seřizování je nutným zlem,
- 2) Na výměny a seřizování se nekoncentruje taková pozornost jako na hlavní operace,

- 3) Neexistuje firemní program zaměřený na změny a seřizování (cíle, trénink...),
- 4) Doba změn a seřizování se důsledně neměří a nevyhodnocuje,
- 5) Seřizovat může jen „veterán“ s dostatečně dlouhou praxí a kvalifikací,
- 6) Během seřizování jsou operátoři zaměstnání „náhradní“ práci.

Seřizování strojů a nástrojů včetně jejich výměny obvykle záleží na typu operace a typu zařízení, které je využíváno. Obecně však je možno říci, že se skládá z následujících kroků:

- 1) Příprava a kontrola materiálu i nástrojů (30% času),
- 2) Montáž a výměna nástrojů (5% času),
- 3) Vlastní seřízení rozměrů a polohy nástrojů (15% času),
- 4) Odzkoušení a následné úpravy (50% času).

V podmínkách mnoha podniků znamená realizace tohoto procesu v tradičním pojetí zastavení chodu stroje v průběhu všech čtyř kroků a následné zvýšení výrobních nákladů. S rostoucími potřebami obstát v konkurenčním prostředí je toto tradiční pojetí procesů seřizování a výměny nástrojů podrobováno kritickým pohledům, které ukazují, že je nelze provozovat dle stávajících zvyklostí [6].

Změna světového hospodářství vyvolala trend směřující k malosériové výrobě. Časté změny produktu nutí ke zdokonalení seřizovacích operací a zkrácení doby výměny. Vychází se z rozdělení činností na interní, tyto vyžadují, aby byl stroj vypnutý a činnosti externí, které mohou být vykonány za chodu stroje [6,7].

3.2 Plýtvání při změnách a seřizování

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

- 1) Transport nástrojů po zastavení stroje,
- 2) Hledání dílů a náradí v brašnách a kufřících,
- 3) Drobné opravy na novém nástroji až v průběhu změny,

- 4) Zbytečná chůze pro „něco“,
- 5) Dlouhé čekání u seřízeného stroje na „uvolnění do výroby“,
- 6) Pozorování práce druhého pracovníka (druhá profese),
- 7) Příprava prostoru po zastavení stroje,
- 8) Čas na cigaretu při výměně atd.

Vedle tohoto zjevného plýtvání časem však při změnách a seřizování existuje i mnoho plýtvání skrytého, jako např. utahování šroubů, nastavování pracovních výšek atd. Pokud plýtvání časem při změnách seřizování třídíme podle četnosti nebo spotřeby času, využijeme k tomu často následující čtyři hlavní skupiny (obr. 1) zachycující všechny významné druhy zjevného nebo skrytého plýtvání:

- 1) Plýtvání při přípravě na výměnu,
- 2) Plýtvání při montáži a demontáži,
- 3) Plýtvání při seřizování a doseřizování,
- 4) Plýtvání při rozběhu seřízeného stroje [6,12].

V prvním případě se jedná např. o hledání a nalézání vlastních nástrojů a pomůcek, hledání kontrolních přípravků apod.

Při vlastní montáži a demontáži se plýtvání projevuje povoláním a utahováním šroubů s mnoha závity, odstraňováním a vkládáním podložek, demontáží a montáží skluzů a dopravníků apod.

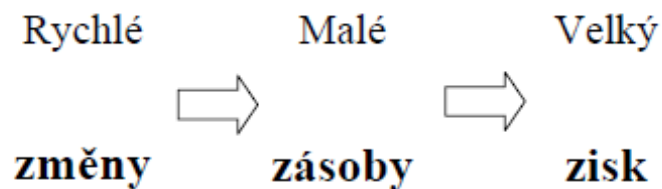
1.	Plýtvání při přípravě na změnu
2.	Plýtvání při montáži a demontáži
3.	Plýtvání při doseřizování a zkouškách
4.	Plýtvání při čekání na zahájení výroby

Obrázek 1 Čtyři druhy plýtvání při výměnách a seřiz

Ve třetím případě je nutno konstatovat, že plýtváním jsou všechny pohyby (často opakovatelné), které jsou potřebné k do seřízení pracovních výšek, umístění nástrojů, do seřízení manipulátorů apod. Tento druh plýtvání je často doprovázen i nadměrným plýtváním materiálem pro zkušební pokusy.

Poslední skupinou plýtvání je tzv. čekání seřízeného stroje na možnost vyrábět. Problematiké je především čekání na pokyn kontrolora kvality, který jediný může rozhodnout o zahájení výroby.

Tento výčet jednotlivých druhů plýtvání dokazuje, že neexistuje žádná potřeba akceptována dlouhou dobu výměn nástrojů a seřizování jako „nutné zlo“ ale naopak je nutné tuto dobu zkracovat. Přínosem rychlých změn jsou malé zásoby a velký zisk (obr. 2) [6,9].



Obrázek 2 Důvody pro rychlé změny

Zdroj: [6]

3.3 Změna přístupu – systém SMED

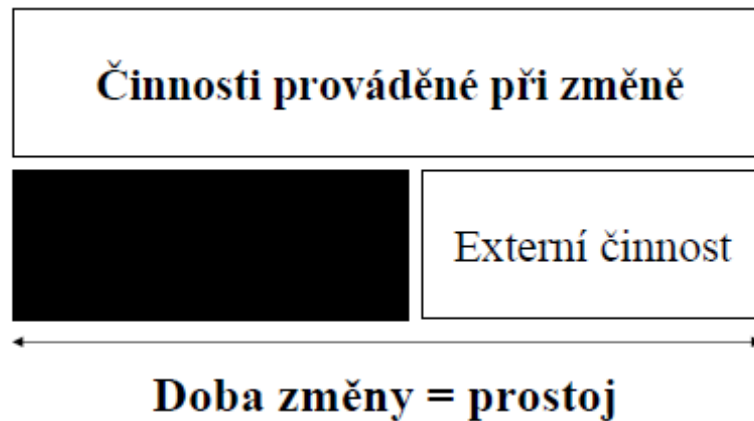
Pomocí systému SMED – výměna nástrojů v čase 1-9 minut přistoupil geniálně k otázce zkracování času pro seřizování a změny významný průmyslový inženýr a jeden z otců proslulého výrobního systému Toyota Shigeo Shingo.

Na základě svých praktických zkušeností konstatuje, že metodika tohoto systému umožňuje pomocí organizačních a technických opatření realizovat v praxi snížení času v průměru na 1/50 původní doby. Jestliže tedy například původní prostoj 4 hodiny redukuje na 4,8 minuty, potom i bez růstu velikosti dávky je poměr doby seřizování k celkovému času extrémně malý.

Zkušenost s výměnou nástroje ve firmě Mazda, kde Shingo řešil problematiku odstranění úzkého místa, jej vedla k formulaci základní myšlenky pozdějšího systému SMED - operace je nutné rozdělovat do dvou základních kategorií (obr.3):

Interní operace (např. vlastní seřizování nástroje, zápustky apod.), které mohou být prováděny pouze v případě zastavení stroje.

Externí operace (např. doprava do skladu, příprava nástroje u stroje, přesun do „přípravné“ pozice apod.), které mohou být provedeny i při chodu stroje [12].



Obrázek 3 Interní a externí seřizování

Zdroj: [6]

Snižování přechodových časů ve výrobě tedy znamená:

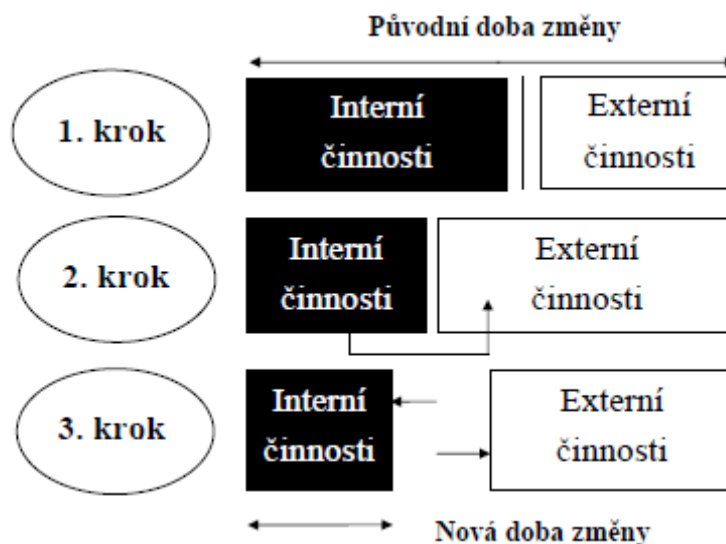
- 1) Snížení průběžné doby výroby a tím zkrácení dodací lhůty výrobků k zákazníkovi,
- 2) Možnost výroby v menších dávkách a s tím spojené snížení skladových zásob,
- 3) Likvidaci ztrát [9].

3.4 Koncepce systému SMED

Vývoj systému SMED trval přes 19 let a představoval hloubkovou analýzu praktických i teoretických aspektů zlepšování procesu výměny nástrojů a využití mnoha praktických zkušeností. Výsledkem všech aktivit však bylo např. v těch nejvýraznějších případech zkrácení výměny lisovacího nástroje na lisu ze dvou hodin na sedm minut nebo zkrácení doby výměny plastikářské formy z téměř sedmi hodin na osm minut.

Základní koncepce systému SMED je vyjádřena následujícími kroky:

- 1) Oddělení operací externího a interního seřizování,
- 2) Konverze interního seřizování na externí,
- 3) Zlepšování jednotlivých činností v rámci externího a interního seřizování.



Obrázek 4 Tři kroky SMED

Zdroj: [6]

3.4.1 Přípravná fáze

V přípravné fázi plánujeme, jak uplatnit systém SMED. Musíme podrobně studovat a analyzovat skutečné provozní podmínky, ve kterých jsou interní a externí operace směřovány. Co může být prováděno, jaké externí seřizování je prováděno jako interní a narůstají tak prostoje strojů. Pro analýzu těchto skutečností je vhodné použít klasické přístupy průmyslového inženýrství (např. studium metod a měření práce) nebo strukturovaný rozhovor s obsluhou strojů a seřizovači. Nejlepší metodou je natočení video záznamu celého postupu přehazování, který je potom vhodné ukázat zainteresovaným pracovníkům. Poskytnutí možnosti pracovníkům vyjádřit se k dané problematice je vždy velmi významným zdrojem námětů pro zlepšení celého procesu [6].

3.4.2 První krok

V prvním kroku, který je při aplikaci metody SMED nejdůležitější, je nutno rozlišit a separovat operace externího a interního seřizování. Bez tohoto rozlišení mohou být veškeré operace brány jako interní a doba, po kterou musí být stroj vypnutý je potom mnohem del-

ší, než je nezbytně nutné. Tímto jednoduchým rozlišením může být čas pro přehození zkrácen o 30 až 50%. Prostředky pro uplatnění prvního kroku jsou především:

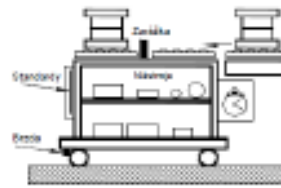
- 1) Vizualní kontrola,
- 2) Efektivní transport.

Zvládnutí této fáze a schopnost separovat externí a interní činnosti je jakousi vstupenkou pro využití metody SMED. Prostředky pro uplatnění prvního kroku jsou uvedeny na následujících obrázcích.



Obrázek 6 Kontrolní panel

Zdroj: [6]



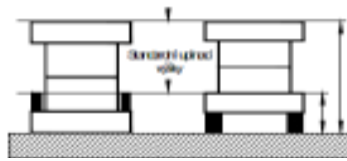
Obrázek 5 Speciální vozík

Zdroj:[6]

Vzhledem k tomu, že je dosaženo významného zkrácení doby seřizování již v prvním kroku metody SMED pokračuje se v druhém kroku, vedoucím k dalšímu zvyšování produktivity při přehazování nástrojů [6].

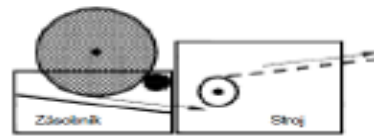
3.4.3 Druhý krok

V druhém kroku dále zvyšujeme produktivitu přehazování. Prostředkem pro další redukci spotřeby času je konverze interních operací na externí. Při hledání možností, jak tuto konverzi provést, analyzujeme možnosti uplatnění procedur, které jsou jinak prováděny po zastavení chodu stroje (např. externí předehřev matric, kontinuální doplňování materiálu, před-seřizování nástrojů apod.). Operace prováděné ve stávajícím stavu jako interní mohou být rovněž konvertovány pomocí prověrky jejich skutečné funkce. V této fázi je především důležité přijmout nové postupy, které nejsou svázány stávajícími zvyklostmi provozu [6].



Obrázek 8 Příklad standardizace

Zdroj: [6]

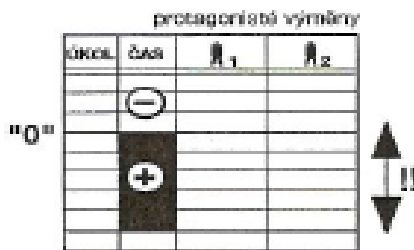


Obrázek 7 Kontinuální doplňování

Zdroj:[6]

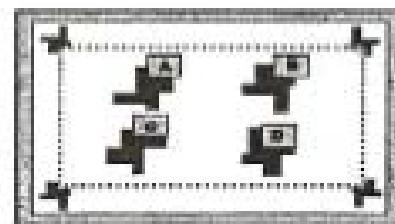
3.4.4 Třetí krok

Třetí krok spočívá v silné koncentraci na jednotlivé operace a jejich detailní analýzu i následné zlepšování. V případě externích operací se zaměřujeme například na procesy přípravy a transportu nástrojů, standardizaci dílů nebo eliminaci činností, v případě interních operací na rychlejší způsoby upevňování nástrojů, zkracování zkušební doby, standardizaci dílů nebo eliminaci činností, příklady jsou uvedeny na následujících obrázcích [6].



Obrázek 10 Paralelní operace

Zdroj:[6]



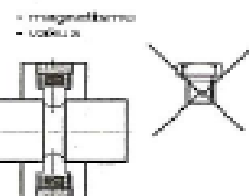
umístění pomocí dorazů

Obrázek 9 Nejmenší násobek

Zdroj:[6]

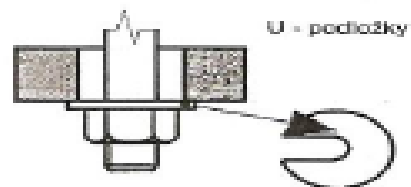
koncept: upevnění a vyjmutí párovič jednoho pohybu je možná např. pomocí:

- upínací
- pružin
- kotvič



Obrázek 11 Metoda jednoho pohybu

Zdroj [6]



Obrázek 12 Upnutí jednou otáčkou

Zdroj:[6]

Redukování interních činností: úplné zlepšení interních činností je následující:

- 1) Implementace paralelních operací – velké stroje často požadují činnosti jak v přední tak i v zadní části stroje. Přehoz o jedné osobě často znamená ztrátu času. Paralelní operace dělí činnosti mezi dva operátory, každý pracuje na jedné straně stroje. Ve dvou (či více) lidech lze provést přehoz za 4 minuty namísto původních 12 díky eliminaci času potřebného na přesuny operátora z jedné strany stroje na druhou.
- 2) Používání rychlých upínadel – u SMED systému jsou šrouby považovány za „nepřítele“, jelikož značně zpomalují interní činnosti. Jejich funkci nahrazují: upnutí jednou otáčkou (využití profilu hrušky, zářezu profilu „U“, spon, podložek „C“ profilu, podélných rýh závitu), metoda jednoho pohybu (vačky a svorky, doraz pružiny, klíny a kuželové závlačky, magnetická či vakuová adheze) a zámkové metody,
- 3) Eliminace seřizování – eliminace zkušebního provozu a seřizování je důsledkem správného nastavení před začátkem každé nové operace stroje.
- 4) K eliminaci seřizování je třeba zdokonalit a standardizovat metody, jimiž byly vykonány předchozí úkoly.

Tři praktické techniky pro eliminaci seřizování jsou:

- 1) Používání vestavených číslicových měř a tvorba standardního nastavení,
- 2) Využívání středových rysek,
- 3) Používání systému nejmenšího společného násobku.
- 4) Mechanizace – měla by být považována za správnou až po všech pokusech provést reorganizaci přehozu pomocí výše uvedených technik. Je to tím, že mechanizace zkrátí čas pouze o pár minut. Nejefektivnější je tedy zavést mechanizaci až poté, co už bylo provedeno vše ostatní v organizaci přehozu, jak bylo jen možné.

Stručně představený systém byl aplikován samotným tvůrcem i jeho následovníky v celé řadě průmyslových podniků. Sám Shingo udává, že průměrná doba seřizování po aplikaci zdokonaleného systému v 90. letech trvá v průměru 2,5% času potřebného před aplikací systému SMED. Další výhody plynoucí z takového radikálního zvýšení produktivity a snížení nákladů jsou potom jednoznačné:

- 1) Zvýšení míry vytížení strojů,

- 2) Snížení průběžné doby výroby,
- 3) Snížení počtu chyb při seřizování a zlepšení jakosti,
- 4) Zvýšení bezpečnosti práce,
- 5) Snížení zásob náhradních dílů a příslušenství,
- 6) Možnost zapojení obsluhy strojů do seřizování apod.

3.5 Program rychlých změn

Při aplikaci metody SMED se v našich podnicích často setkáme s překážkami ve formě konzervativních návyků a dosavadního způsobu práce seřizovačů a údržbářů. Cestou k překonání těchto komplikací a dosažení úspěchu může být tzv. program rychlých změn. Program je založen na skutečnosti, že změny jako takové nepřidávají hodnotu a musí být chápány jako plýtvání. Protože plýtvání je něco, co se snažíme eliminovat, musí být v rámci programu nalezeny cesty jak dobu změn zkracovat. Pro odstranění plýtvání lze využít následující desatero pro rychlé změny:

- 1) Výměna a seřizování je plýtvání,
- 2) Nikdy neříkejte, že je to nemožné,
- 3) Zkrácení doby výměny a seřizování není práce jednotlivce, ale týmu,
- 4) Video záznam postupu je nad všechny argumenty,
- 5) Pro popis postupu výměny používejte standardní jízdní řád,
- 6) Před změnou musí být veškeré pomůcky a nástroje standardně připraveny,
- 7) Při vlastní výměně je v pořádku, pokud se pohybují ruce, ale nepohybují se nohy,
- 8) Šrouby jsou nepřátelé, pokud možno se jim vyhněte,
- 9) Při seřizování používejte stupnice a značky,
- 10) Bez měřeného tréninku se žádný závod nevyhraje.

Významného zkrácení času přehození však nelze dosáhnout jednorázovou akcí za účasti několika málo pracovníků. Proto je program založen na týmové práci. Při realizaci programu je nutné si uvědomit, že doba výměny může být zkrácena buďto zlepšením založeným na nefyzické investici, která nevyžaduje větší nároky na čas a finanční prostředky nebo

naopak zlepšením, které vyžaduje určitý čas a finanční prostředky. Přitom lze často dosáhnout významného úspěchu celého programu již zlepšením založeným na nefyzické investici.

Program rychlých změn dle metodiky Institutu průmyslového inženýrství může mít následující podobu: [6]



Obrázek 13 Program rychlých změn

Zdroj:[6]

3.6 Koncepce nulových změn

Délka prostoje z důvodů seřizování a změn sortimentu trvající do 9ti minut byla donedávna považován za cílovou metu oblasti přehazování. Přesto se v polovině 90. let objevil daleko agresivnější přístup, tzv. koncepce nulových změn (zero changeover). Toto pojetí hovoří o tom, že firma, která chce být konkurenceschopná, musí provádět přehození a seřízení v čase pod 3 minuty. Do tohoto přístupu patří:

- 1) Změna v rozsahu jednoho taktu (hit-to-hit),
- 2) Změna jedním pohybem (one touch exchange),
- 3) Výměna bez dotyku (no touch exchange).

Pravidla pro dosažení tohoto přístupu zní následovně:

- 1) Hledejte cesty, jak provést výměnu bez zastavení stroje,
- 2) Položte si otázku, zda může být výměna zcela eliminována.

Koncepci nulových změn si uvědomuje řada výrobců strojů a zařízení. Jejich snaha se promítla například do oblasti obráběcích strojů. Nová konstrukční řešení tak umožňují výrazné snížení času potřebného pro výměnu nástrojů či změnu materiálu [6].

3.7 Přínosy SMEDu společnosti

SMED mění předpoklad, že pro přetytování je zapotřebí dlouhého času. Pokud lze přetytování provést rychle, je možné jej provádět tak často, jak jen potřeba. To znamená, že firmy mohou vyrábět produkty v menších výrobních dávkách, což přináší mnoho výhod:

- 1) Flexibilita: Společnosti mohou vyhovět měnícím se požadavkům zákazníků bez výdajů na nadměrné zásoby,
- 2) Rychlejší dodání: malé výrobní dávky znamenají kratší a kratší dobu čekání zákazníka,
- 3) Vyšší kvalita: menší zásoby znamenají méně poškození spojených se skladováním. SMED také snižuje zmetkovitost redukcí chyb v přehozu a eliminuje zkušební běh zařízení u nového produktu (rozměru),
- 4) Vyšší produktivita: kratší přehozy redukují prostoje, což znamená vyšší míru produktivity vybavení,
- 5) Jednodušší seřizování má za následek bezpečnější přehozy, s menší fyzickou zátěží a nebezpečím úrazu,
- 6) Méně zásob značí menší nepořádek na pracovištích, což činí produkci samo o sobě snazší a bezpečnější. [7]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 PROFIL SPOLEČNOSTI



Obrázek 14 Foto firmy CeramTec Šumperk

Zdroj: [17]

CeramTec Czech Republic se sídlem v Šumperku je dceřinnou společností německé společnosti CeramTec a kořeny společnosti jsou integrální součástí globální historie technické keramiky. Tato historie zahrnuje více než 115 roků výroby.

V průběhu své úspěšné historie docházelo k různým fúzím a převzetím firem, které zahrnovaly různé segmenty společnosti. Ve stručném shrnutí, mezi jiným American Lava, 3M, General Electric, Rosenthal, Hoechst, Cerasiv, SPK, Ceramaseal, AlSiMag, a Dynamit Nobel byly důležité milníky v různých odvětvích této úspěšné společnosti.

Řešení pro materiály budoucnosti jsou založená na pilířích zkušeností, výzkumu a vývoje: obsáhlé zkušenosti ohledně možností a oblastí aplikace na jedné straně a neustálý výzkum a vývoj orientovaný na využití na druhé straně tvoří základnu. Společnosti koncernu CeramTec Group určují standardy v oblasti vysoce výkonných keramických materiálů. Dnes ještě více než dříve, je CeramTec průkopníkem koncepcí nových řešení pro stále širší a důmyslnější oblasti používání keramických materiálů

Firma se snaží o neustálý vývoj nových materiálů, vysokou kvalitu, soustředění na systémová řešení specifická pro zákazníky a poradenství ohledně aplikací založené na dialogu o celé provozní životnosti výrobků.

Společnost CeramTec, patří ke koncernu Rockwood Holdings Inc. se sídlen v Princetonu, USA. Rockwood Holdings, se zaměřuje na specializované chemické a vysoce výkonné materiály.

4.1 Výroba ve společnosti

Výroba ve společnosti CeramTec Czech Republic s.r.o. byla zahájena v roce 1994, když CeramTec přesunul výrobu technických výrobků na bázi karbidu křemíku (SiC). Od té doby byly SiC materiály neustále dále vyvíjeny. V současné době se vyrábí tři verze materiálu 6– infiltrovaný karbid křemíku, hrubozrný a jemnozrný (SiSiC – ROCAR SiG and ROCAR SiF) a slinovaný karbid křemíku (SSiC – ROCAR S1). Další materiály se nacházejí ve fázi vývoje.



Obrázek 15 Certifikát č. 1

Zdroj: [17]



Obrázek 16 Certifikát č. 2

Zdroj: [17]

Systému kvality managementu CeramTecu Česká republiky byl certifikován dle normy ISO 9001 firmou IQNet a DQS, envirometální systém byl certifikován dle normy EN ISO 14001 by DQS.

Výroba se dělí na strojní techniku (MP) a systémovou techniku (ST).

4.1.1 Systémová technika

Výroba byla rozšířena o druhou výrobní linku pro dokončování těsnících destiček pro sanitární techniku. Těžiště výroby spočívá v broušení, leštění a výstupní kontrole těsnících destiček vyráběných z kysličníku hlinitého. Firma má 19 leštících strojů SP 32' a 4 leštící stroje 48'.

4.1.2 Strojní technika

4.1.2.1 Materiál

CeramTec Czech Republic, se sídlem v Šumperku, vyrábí dvě základní materiálové modifikace z karbidu křemíku (SiC):

infiltrovaný (reaction-bonded) karbid křemíku – hrubozrnný SiSiC (Rocar[®] SiG), jemnozrnný (Rocar[®] SiF)

slinovaný karbid křemíku – SSiC (Rocar[®] S1)

Oba materiály vynikají vysokou teplotní odolností, velmi nízkým koeficientem teplotní roztažnosti, velmi vysokou tvrdostí, ošetrivostí, vysokou korozní odolností, nízkou měrnou hustotou, nepropustností pro plyny a kapaliny, výbornou tepelnou vodivostí, výbornými kluznými vlastnostmi a mezi keramickými materiály vysokou odolností vůči teplotním šokům.

SiC výrobky zvyšují provozní životnost v porovnání s klasickými kovovými materiály a tak prodlužují intervaly údržby a snižují náklady na údržbu.

4.1.2.2 Oblasti aplikace

SiSiC

SiSiC je klasickým materiálem s širokým spektrem uplatnění v aplikacích, kde nejsou vhodné levnější vyspělé materiály (kompozity, grafit, Al₂O₃- korund apod.). Chemická odolnost je omezena do pH = 10. Drsnost neobrobeného materiálu je pod 6,3.

SSiC

SSiC materiál má vyšší užitnou hodnotu, díky vyšší teplotní a chemické odolnosti (v celém rozsahu pH – dle chemické odolnosti). Výrobní náklady jsou vyšší než u SiSiC, proto nalezne uplatnění v nejnáročnějších aplikacích materiálů z karbidu křemíku. Drsnost neobrobeného materiálu je Ra 0,8 až 1,6.

Charakteristické vlastnosti

Tabulka 1 Vlastnosti materiálu SSiC a SiSiC

Charakteristické vlastnosti				
			SSiC	SiSiC
			ROCAR S1	ROCAR
				SiG, SiF
	Jednotky	Měřeno v souladu s		
Všeobecné vlastnosti				
Hustota	g/cm ³	DIN EN 623-3	3,15	3,07
Absorpční schopnost	%		0	0
Plynová propustnost	%		0	0
Mechanické vlastnosti				
Pevnost v ohybu	MPa	DIN EN 843-1	410	340
20°C			-	340
1000°C				
Pevnost v tlaku	MPa	DIN 51067 T1	3500	> 3500
E-modul	GPa		430	340
Tvrдость	HV 10	DINV ENV	2300	1200(Si)
	HV 0,2	843-4		2700(SiC)
	MPa m			
Pevnost v lomu K _{ic}	1/2	DIN 51109	4,4	4
		DINV ENV		
Weibull modul		843-4	> 10	> 14
Poissonova konstanta			0,17	0,17
Hrubost Ra	mm		< 0,04	< 0,02
Tepelné vlastnosti				
Tepelná vodivost				
20 - 100°C	W/mK	DIN EN 821-2	115	120
Koeficient tepelné roztažnosti	10 ⁻⁶ .K ⁻¹	DIN EN 821-1	2,8	3,4
20 - 100°C			3,6	4,1
20 - 400°C			4,1	4,4
20 - 600°C			4,6	4,9
20 - 1000°C				
Tepelná kapacita	J/gK	DINV ENV	0,6	0,7
cp 20 - 100°C		821-3	-	1,3
cp 1000°C				
Dielektrická pevnost	KV/mm	IEC 672 - 1	-	-
Dielektrická konstanta (10 MHz)	eps	IEC 672 - 1	53,5 - 57,8	59 - 455
Součinitel dielektrických ztrát (10 MHz)		IEC 672 - 1	-	-
Max. použitelná teplota	°C		-	-
Oxidující, redukující, neutrální			1500	1350
Bez nabíjení na vzduchu			1800	-
V inertní atmosféře				
Odolnost vůči kolísání teploty	°C	DINV ENV		
		820	350	1100

4.1.3 Odolnost vůči korozi

Tabulka 2 Odolnost vůči korozi

Odolnost vůči korozi SiSiC und SSiC					
<i>Medium</i>	<i>Koncentrace v %</i>	<i>SiSiC 20°C</i>	<i>50°C</i>	<i>SSiC 20°C</i>	<i>50°C</i>
Aceton	Koncentrovaný	+	+	+	+
Chlorid hlinitý	10	+	+	+	+
Kyselina mravenčí	Koncentrovaný	+	+	+	+
Amoniak	Koncentrovaný	+	(+)	+	+
Chlorid amonný	25	+	+	+	+
Fluorid amonný	20	(+)	0	+	+
Dusičnan amonný	50	+	+	+	+
Benzol	Koncentrovaný	+	+	+	+
Kyselina boritá	Studný nasycený roztok	+	+	+	+
Oxid vápenatý	Studný nasycený roztok	+	+	+	+
Kyselina citrónová	50	+	+	+	+
Kyselina chromosírová	Koncentrovaný	+	+	+	+
Trichlorid železa	45	+	+	+	+
Sulfát železa (II)	25	+	+	+	+
Ledová kyselina octová	Koncentrovaný	+	+	+	+
Ethanol	Koncentrovaný	+	+	+	+
Ethylacetát	Koncentrovaný	+	+	+	+
Kyselina fluorovodíková	Koncentrovaný, 40	(+)	0	+	+
Kyselina fluorovodíková-kyselina dusičná	Koncentrovaný, 3:1	0	0	+	(+)
Močovina	Studný nasycený roztok	+	+	+	+
Hydroxid draselný	30	0	0	+	(+)
Hydroxid draselný	20	(+)	0	+	0
Chlorid draselný	Studný nasycený roztok	+	+	+	+

Tabulka 3 Odolnost vůči korozi

Kyselina dusičná	Koncentrovaný, 65	+	+	+	+
Kyselina chlorovodíková	Koncentrovaný, 36	+	+	+	+
Odpařující se kyselina sírová	30 Volná SO3	+	+	+	+
Kyselina sírová	Koncentrovaný, 98	+	+	+	+
Kyselina sírová	50	+	+	+	+
Kyselina siřičitá	5-6 volná SO2	+	+	+	+
Dusičnan stříbrný	10	+	+	+	+
Tetrachlorethylen	Koncentrovaný	+	+	+	+
Chlorid uhličitý	Koncentrovaný	+	+	+	+
Kyselina tetrafluorboritá	Koncentrovaný	(+)	(+)	+	+
Peroxid vodíku	30	+	+	+	+
Kyselina vinná	10	+	+	+	+
Chlorid zinečnatý	60	+	+	+	+
+ Žádná koroze	(+) Možná koroze	0 Koroze se ukazuje			

Zdroj: [17]

4.1.3.1 Rozdíl v chování SiSiC a SSiC:

Hlavním kritériem je hodnota pH: od hodnoty pH cca 10 už není SiSiC odolný vůči korozi, alkalická média napadají křemík.

4.1.4 Objem výroby

V příloze č. 1 je ukázán v excelovském souboru přehled zakázek za poslední měsíc květen 2011. Jedná se o výrobky systémové techniky.

4.2 Organizační struktura

Viz. Příloha č. 2

4.3 Personalistika

Firma má dohromady 310 zaměstnanců. Tito zaměstnanci se dělí na:

Zaměstnanci (310) :

Přímí zaměstnanci

ST – systémová technika

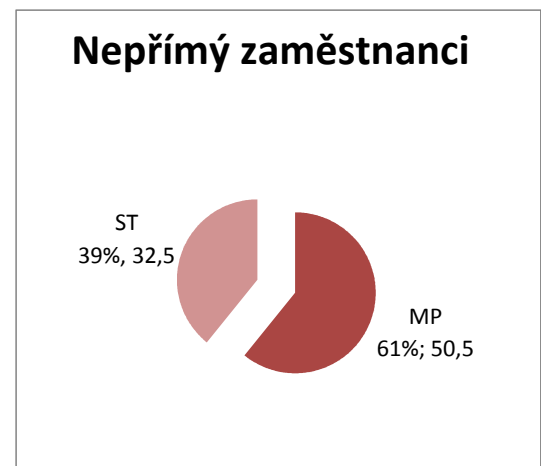
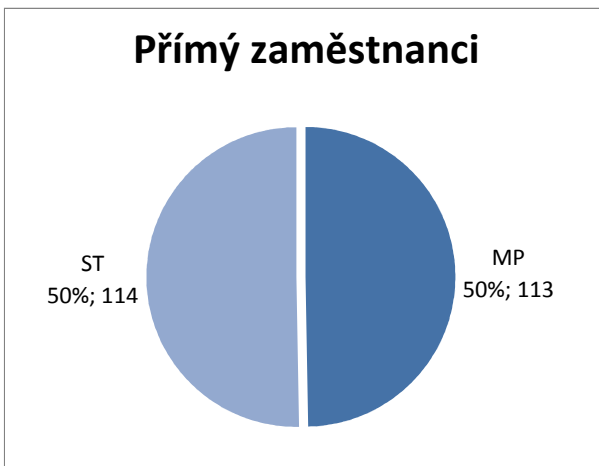
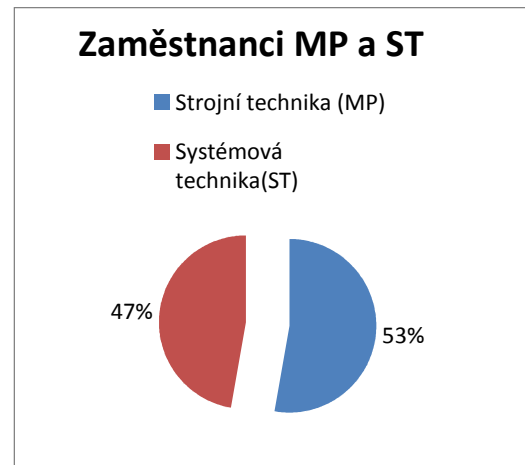
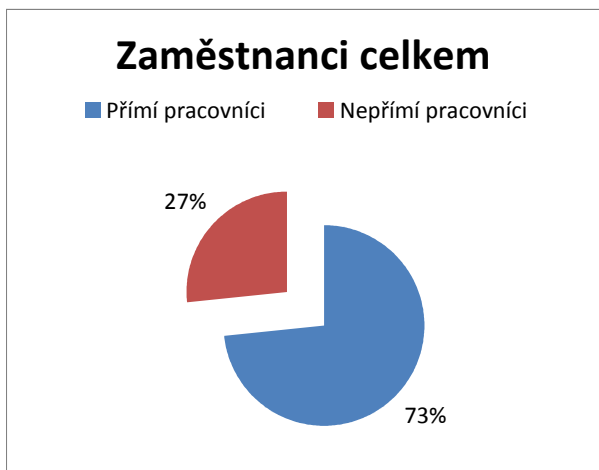
MP – strojní technika

Nepřímí zaměstnanci

ST – systémová technika

MP – strojní technika

<u>Zaměstnanci</u>	Počet zaměstnanců		
Přímí pracovníci	227		
Nepřímí pracovníci	83	MP	113
		MP	ST
		ST	114
		ST	50,5
Strojní technika (MP)	163,5		32,5
Systémová technika(ST)	146,5		



Graf 1 Zaměstnanci

Zdroj: [18]

5 VYMEZENÍ PROJEKTU

Název projektu:

Řešení procesu výměny lapovacího kola s využitím metod průmyslového inženýrství.

Řešení:

V projektu se řeší lapovací kolo umístěné ve stroji leštička SP 32'. Toto lapovací kolo se používá k dosažení extrémně vysokých přesností tvaru, vysoké kvality povrchu, úzkých rozměrových tolerancí a minimálních vůlí dvou vzájemně uložených ploch.

Zadavatel projektu:

Úkol byl zadán jednatelem firmy

Použitý způsob řešení:

Využijeme snímek pracovní činnosti seřizovače, provedeme workshop, na jeho základě zjistíme problémy při výměně lapovacího kola a následně navrhne řešení..

Cíl projektu:

Cílem projektu je snížení časové náročnosti výměny lapovacího kola o 50%.



Obrázek 17 Leštící stroj

Zdroj: [17]



Obrázek 18 Lapovací kolo

Zdroj: [17]

6 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

V této části diplomové práce budu analyzovat současný stav ve firmě CeramTec. Budu řešit problém výměny lapovacího kola

Při analýze stavu využijeme:

- 1) Workshop,
- 2) Video analýza – video záznam,
- 3) Foto analýza,
- 4) Stopky .

6.1 Projektový tým

Pro realizaci navržených opatření bude vytvořen projektový tým. Ten bude zodpovídat za provedení a dodržení časového plánu projektu.

Složení projektového týmu:

- 1) Vedoucí výroby,
- 2) Mistr,
- 3) Vedoucí údržby,
- 4) 2 seřizovači,
- 5) Průmyslový inženýr,
- 6) Asistent průmyslového inženýra

Na řešení případných nově vzniklých potíží a problému se budou podílet všichni členové společně, zodpovědnost za práci projektového týmu bude ale na vedoucím výroby.

Mistr bude zodpovídat za správnost a dodržení termínu provedení technických úprav. A bude zodpovídat za to, že všichni seřizovači budou důkladně seznámeni s činnostmi a že tyto činnosti budou plně ovládat.

Průmyslový inženýr bude dohlížet na průběh realizace a bude zajišťovat koordinaci všech členů týmu.

Mojí úlohou v projektovém týmu bylo pomáhat průmyslovému inženýrovi jako asistentka.

Tým se bude scházet na pravidelných workshopech. Bude řešit případné potíže a odstraňovat možné překážky, a také hodnotit dílčí i celkové výsledky realizace projektu. Realizaci pak uzavře vypracováním závěrečné zprávy.

6.2 Současná výměna lapovacího kola – workshop 1

V této části popíšu, jak probíhá výměna lapovacího kola v současnosti. Snímek činnosti seřizovače při výměně kola.

Leštící stroj je určen k leštění keramických destiček. Strojní čas je 10 až 25 minut záleží na artiklu.

Na stroji lze leštit 4 mřížky současně. Na jedné mřížce může pracovník podle velikosti kusů leštit od 4 do 1500 kusů. Pracovník měří každou jízdu 3 kusy a to z kraje, prostředku a z konce mřížky.

Výměnu má na starost seřizovač. Na každou směnu připadá jeden seřizovač. Ten nemá na starost jenom výměnu lapovacího kola ale i jiné činnosti jako je výměna molitanů, vylívání brusného kalu aj. Seřizovač nemá dobu výměny lapovacího kola návaznou na prémii, a to protože je placen z průměrné prémie leštičů a to tedy znamená, že čím rychleji kolo vymění, tím více práce udělá leštič a tím teda má větší prémie.

Jsou některé věci, které nelze ovlivnit a to můžou být:

- 1) Množství brusného kalu v labyrintu – výměna může trvat déle,
- 2) Nové kolo může téct spojem, a to proto že nejde rozpoznat před výměnou, a to potom znamená, že je nutné kolo vyměnit (stává se tak 1x za měsíc) .

Ve firmě se pracuje na dvousměnný provoz.

Na stroji vyrobí jedna směna 500 000 ks výrobků za týden. Máme dvě směny tedy potom za týden vyrobíme 1 milion těchto výrobků.

Výpočet:

1 směna: 480 minut

- 30 minut přestávka
- 12 minut náběh na začátek a konec směny
- 72,32 minut výměna lapovacího kola

365,68 minut

Tedy za 365,68 minut vyrobíme 100 000 kusů (500 000 kusů za týden/5 pracovních dnů) výrobků.

Leštící kolo se vyměňuje cca 10 – 15x za týden.

6.2.1 Výměna lapovacího kola

Celková výměna kola provedena seřizovačem trvala 1 hodinu 11 minut a 32 sekund.

Pokyn k výměně dává obsluha lapovacího kola – dle zkušeností nebo pomocí změřením pravítkem rovinnosti.

Časy byly zjištěny při prvním workshopu viz. tabulka č. 4 Výměna lapovacího kola.

Workshopu se zúčastnily: vedoucí výroby, mistr, vedoucí údržby, 2 seřizovači a průmyslový inženýr a konal se 30.5.2011

6.2.2 Separace interních a externích činností seřizování

Prvním krokem metody SMED je tedy separace činností na interní a externí. Přičemž je snahou zkrátit dobu výměny nástrojů, tedy čas, který uplyne od čištění lapovacího kola až po úklid pracoviště.

Interní činnosti bych charakterizovala jako ty, které mohou být vykonány pouze, když je stroj vypnutý.

Externí činnosti jsou všechny činnosti, které mohou být vykonány za chodu stroje a to buď před započítáním samotné výměny nástrojů nebo po jejím ukončení. V našem případě to může být čištění šroubů, lepení aj.

Dále tedy uvádím jízdní řád výměny lapovacího kola s rozdělením činností na interní a externí.

Seřizovač přijde ke stroji, vyčistí staré kolo, odstrojí stroj a uvolní z něj kolo. Toto kolo upevní k vozíku a vyčistí šrouby. Vyzdvihne kolo a po obvodu vyčistí za pomoci špachtle. Dočistí povrch a uloží na nachystanou paletu, kterou dá stranou. Přijde ke stroji a opět ho vyčistí, vymění těsnění. Opět následuje vyčištění stroje, utěsnění. Následuje upevnění nového kola k vozíku, toto kolo uloží a upevní na stroji, opět se stroj vyčistí a seřídí a nakonec se provede úklid pracoviště leštičky.

Tabulka 4 Výměna lapovacího kola WS 1 (vlastní)

	Postupný čas	Prováděná činnost	Délka činnosti	Činnost
1	0:00:00			
2	0:00:52	čištění starého kola	0:00:52	interní
3	0:01:13	odstrojení stroje	0:00:21	interní
4	0:04:25	uvolnění kola	0:03:12	interní
5	0:07:27	upevnění k vozíku, <i>čištění šroubů</i>	0:03:02	interní, <i>externí</i>
6	0:09:59	zdvih kola, <i>čištění po obvodu špachtlí</i>	0:02:32	interní, <i>externí</i>
7	0:12:05	dočištění povrchu, uložení na paletu	0:02:06	externí
8	0:12:55	dát kolo stranou	0:00:50	externí
9	0:19:40	čištění stroje	0:06:45	interní
10	0:26:12	výměna těsnění, <i>lepení</i>	0:06:32	interní, <i>externí</i>
11	0:31:40	čištění stroje	0:05:28	interní
12	0:35:49	utěsnění, čištění	0:04:09	interní
13	0:40:00	upevnění nového kola k vozíku	0:04:11	interní
14	0:45:15	uložení a upevnění kola	0:05:15	interní
15	0:46:21	zpět trysky, čištění	0:01:06	interní
16	0:59:32	seřízení	0:13:11	interní
17	1:11:32	úklid	0:12:00	externí

Celková doba výměny	1:11:32
----------------------------	----------------

Zdroj: [17]

V této tabulce je již uvedeno, které činnosti je možné převést z interních na externí činnosti.

A to u položky č.5 upevnění k vozíku a čištění šroubů lze převést na externí činnost. Bod č. 6 a 10 lze též převést na externí činnost, tyto činnosti jsme okamžitě převedli.

Pomocí následujícího grafu uvádím procentuální rozdělení činností seřizovače na interní a externí.

Graf 2 Rozdělení činnosti seřizovače

Zdroj: [18]

Z grafu je tedy patrné, že asi 62 % času výměny kola věnoval seřizovač interním činnostem, externí činnosti mu zabraly 38 %.

Příčemž hlavními prvky externích činností bylo čištění, lepení a úklid.

6.3 Konverze interních činností na externí

Převod operací konaných při odstávce stroje na operace prováděné při fungujícím stroji je druhým krokem metody SMED. Za převod interních činností na externí považuji i jejich

úplné odstranění. Jak jsem již výše uvedla pod tabulkou č.4, lze některé činnosti převést z interních činností na externí.

6.4 Zlepšení interních činností

Pro zlepšení a zkrácení interních činností navrhuji zakoupit aku vrtačku, aku šroubovák na utahování šroubů. Vycházím tak z toho, že se mezi interními činnostmi neustále objevuje odtahování a dotahování šroubů.

6.4.1 Nářadí

V oblasti nářadí je problematická především skutečnost složitého uvolňování a utahování šroubů imbus klíčem. A proto navrhuji nákup aku vrtačky, cenu uvádím pak v tabulce č. Nejedná se o nijak velkou investici, její použití by přitom zkrátilo odtahování a dotahování šroubů a tím i celou výměnu kola.

6.5 Zlepšení externích činností

V následující části práce navrhuji zakoupit pracovní prostředky. Jedná se o záchytnou vanu na kozu, seřizovací přípravek na lapovací stůl, pořízení axálního ložiska na vozík, a to z důvodu, že kolo na vozíku není stabilní. Poklička na zakrytí, jenž zabrání vodě aby zatékala do závitu, předchystání gumiček a šroubů, nutné při lepení těsnících gumiček. Pořízení seřizovacího přípravku, pro snížení času seřízení. Úspory a náklady jsou pak uvedeny v tabulce č. 10.

6.5.1 Vozík na odkapávání lapovacího kola

Při výměně kola dochází k úniku vody z kola na podlahu, proto navrhuji vytvoření záchytné vany na koze.



Obrázek 19 Koza

Zdroj: [17]

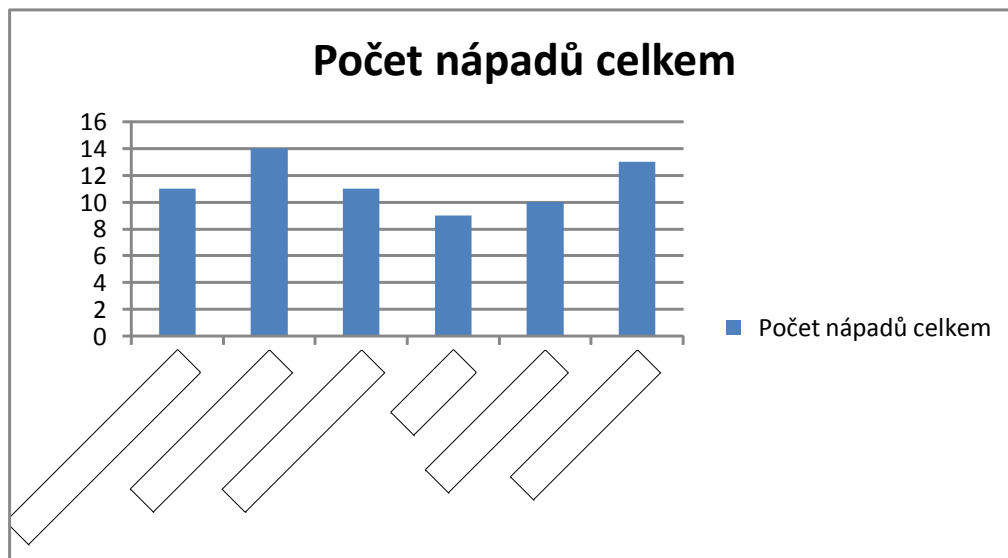
6.6 Nápravná opatření

Ke zjištění nápravných opatření se sešel projektový tým tvořen mistrem, 2 seřizovači, průmyslovým inženýrem, vedoucím výroby a vedoucím údržby.

Na začátku si účastníci zopakovali problémy, jenž byly zjištěny při workshopu č. 1. Všechny tyto problémy byly probrány, jak vznikají, jaký je jejich důvod vzniku. Potom přišla fáze, kdy každý z účastněných vymyslí vlastní nápad, jak problém, co nejlépe vyřešit. Každý pracovník napíše svůj nápad či nápady na kartičku(y), žádný z těchto nápadů nesmí být nějakým způsobem komentován nebo hodnocen, jakýkoliv z těchto nápadů, může vést k jinému nápadu jiného pracovníka.

Každý nápad napsán na kartičce k určitému problému byl přečten a z těchto přečtených nápadů byly vybrány ty nejlepší, tedy nejlepší varianta řešení konkrétního problému. Pro ukázkou uvádím tabulku s počtem nápadů.

pracovník	Počet nápadů celkem
průmyslový inženýr	11
vedoucí výroby	14
vedoucí údržby	11
mistr	9
seřizovač č.1	10
seřizovač. Č.2	13



Graf 3 Počet nápadů WS 1

Zdroj: [18]

Vybrali jsme tedy nejlepší nápad, který navrhl některý z účastníků.

Určíme pracovníka, který bude za nápravné opatření zodpovědný, určíme mu časový úsek, dokdy musí být nápravné opatření uskutečněné a provedeme kontrolu tohoto nápravného opatření.

Tabulka 5 Nápravná opatření WS 1

poklička na zakrytí děr	p.X	6.6.2011
axiální ložisko	p.Y	6.6.2011
předchystané gumičky a šrouby	obsluha	ihned
aku šroubovák na utahování	p.Z	10.6.2011
seřizovací "přípravek" na lapovací stůl	p.A	10.6.2011

Zdroj: [18]

7 WORKSHOP 2

Workshopu číslo 2 se zúčastnili tito pracovníci: vedoucí výroby, mistr, vedoucí údržby, 2 seřizovači a průmyslový inženýr.

Den konání: 25.6.2011

Při tomto workshopu bylo zjištěno, že doba výměny lapovacího kola trvala 42 minut.

Při WS 2 bylo zjištěny tyto činnosti seřizovače a to tedy: seřizovač dojde k leštičce, kde vezme nástroje na vyčištění starého kola. Odstrojí stroj, uvolní kolo a uloží ho na před chystaný vozík, kde toto kolo i upevní. Potom začne čistit stroj, vymění těsnění a vzhledem k tomu, že při této výměně se zašpiní stroj tak ho znova vyčistí. Nové kolo a upevní ho k vozíku, zkontroluje upevnění a uloží ho. Opět přijde na řadu čišťení stroje a nakonec přijde seřízení stroje.

Tabulka 6 Výměna lapovacího kola WS 2

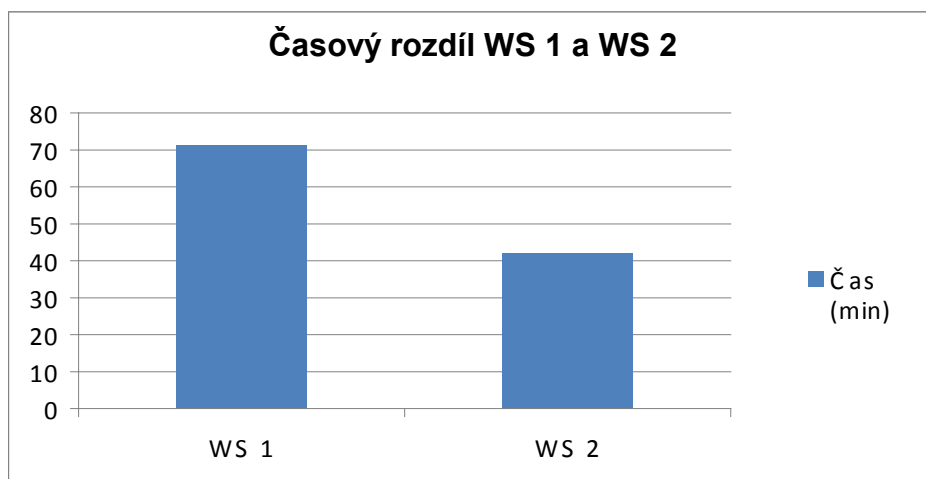
	<i>Postupný čas</i>	<i>Prováděná činnost</i>	<i>Délka činnosti</i>
1	0:00:00		
2	0:00:50	čištění starého kola	0:00:50
3	0:01:11	odstrojení stroje	0:00:21
4	0:04:20	uvolnění kola	0:03:09
5	0:05:02	upevnění k vozíku	0:00:42
6	0:07:00	uložení kola	0:01:58
9	0:15:40	čištění stroje	0:08:40
10	0:18:12	výměna těsnění	0:02:32
11	0:23:40	čištění stroje	0:05:28
13	0:25:00	upevnění nového kola k vozíku	0:01:20
14	0:29:15	uložení a upevnění kola	0:04:15
15	0:31:21	zpět trysky, čištění	0:02:06
16	0:38:32	seřízení	0:07:11
17	0:42:02	úklid	0:03:30
Celková doba výměny			0:42:02

Zdroj: [18]

Z této tabulky je tedy patrné, že jsme zkrátily dobu výměny lapovacího kola z 1 hodiny 11 minut a 32 sekund na 42 minut.

To tedy znamená, že se čas zkrátí o 41,1%.

WS	Čas (min)
WS 1	71,32
WS 2	42,02



Graf 4 Časový rozdíl WS 1 a WS 2

Zdroj: [18]

7.1.1 Separace interních a externích činností seřizování

Činnost	Minuty
Interní činnost	38,72
Externí činnost	3,3



Graf 5 Rozdělení činnosti seřizovače

Zdroj: [18]

Z grafu je tedy patrné, že 92 % času výměny kola věnoval seřizovač interním činnostem, externí činnosti mu zabraly 8 %.

Příčemž hlavním prvkem externí činnosti byl úklid.

7.1.2 Nápravné opatření WS 2

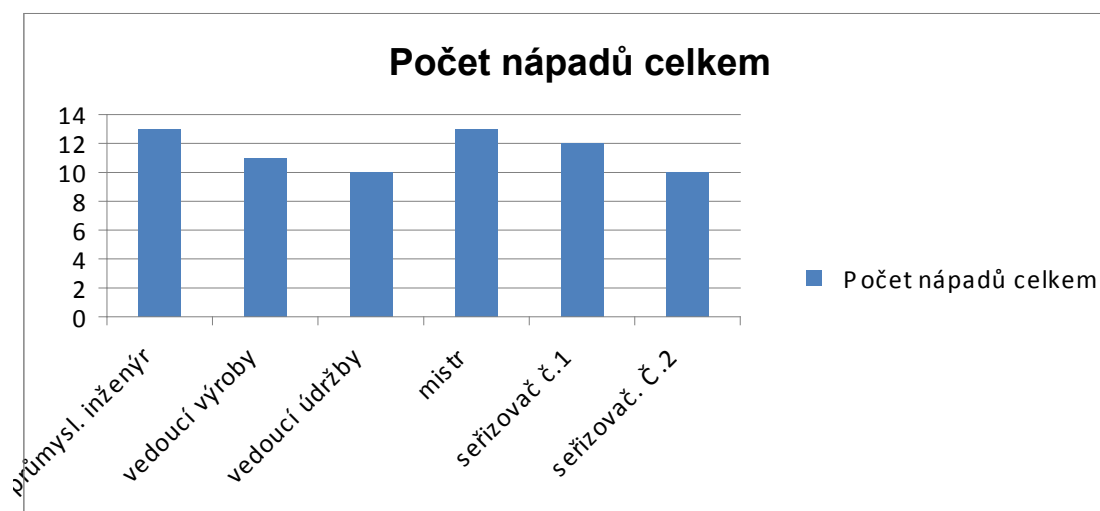
Projektový tým, který je tvořen mistrem, 2 seřizovači, průmyslovým inženýrem, vedoucím výroby a vedoucím údržby se sešel, aby vyřešil problémy, které byly zjištěny při workshopu číslo 2 a zajistil jejich nápravu.

Ze začátku si účastníci zopakovali problémy, které zjistily při workshopu č.2. Každý pracovník si probral vzniklé problémy, jejich důvody vzniku, proč a jestli jde tento problém vyřešit.

Po této fázi přišla fáze, kdy každý z účastněných vymyslí vlastní nápad, jak daný problém, co nejlépe vyřešit. Každý pracovník napíše svůj nápad či nápady na kartičku(y), žádný z těchto nápadů nesmí být nějakým způsobem komentován nebo hodnocen, jakýkoliv z těchto nápadů, může vést k jinému nápadu jiného pracovníka. Snaží se vymyslet co nejvíce nápadu, čím více nápadu tím lépe pro celý projektový tým.

Každý nápad byl napsán na kartičku, ten se vázal k určitému problému. Každá kartička byla přečtena a z těchto přečtených nápadů byly vybrány ty nejlepší návrhy, tedy nejlepší varianta řešení konkrétního problému. Pro ukázkou uvádím tabulku s počtem nápadů, každý pracovník je jiný s počtem návrhů.

pracovník	Počet nápadů celkem
průmysl. inženýr	13
vedoucí výroby	11
vedoucí údržby	10
mistr	13
seřizovač č.1	12
seřizovač. Č.2	10



Graf 6 Počet nápadů WS 2

Zdroj: [18]

Nejlepší nápad, který jsme tedy vybraly ze všech napsaných na kartičkách, jsme potom tedy navrhli jako nápravná opatření.

Za tyto nápravná opatření je vždy někdo zodpovědný, musí na toto nápravné opatření dohlížet, musí zařídit pracovníka, který ho provede a musí být splněn do určitého časového úseku.

Nápravná opatření	Kdo	Do kdy
vyrobít přípravek na uložení šroubů	p.Y	30.6.2011



Obrázek 20 Sady šroubů

Zdroj: [17]

8 WORKSHOP 3

Na zasedání workshopu 3 byli pozváni tito účastníci: vedoucí výroby, mistr, vedoucí údržby, 2 seřizovači a průmyslový inženýr. Tento workshop proběhl 4.7.2011.

Při workshopu 3 jsme zjistili, že doba výměny kola u leštícího stroje SP 32' trvala: 29 minut 04 sekundy.

Při snímkování činnosti seřizovače jsme zjistili, že pracovník provádí tyto úkony: seřizovač přijde ke stroji, kde uvolní kolo a vymění gumičky. Následně vyčistí labyrint a upevní nové kolo nazpět na stroj. Seřídí a zkontroluje seřízení a nakonec uklidí pracoviště.

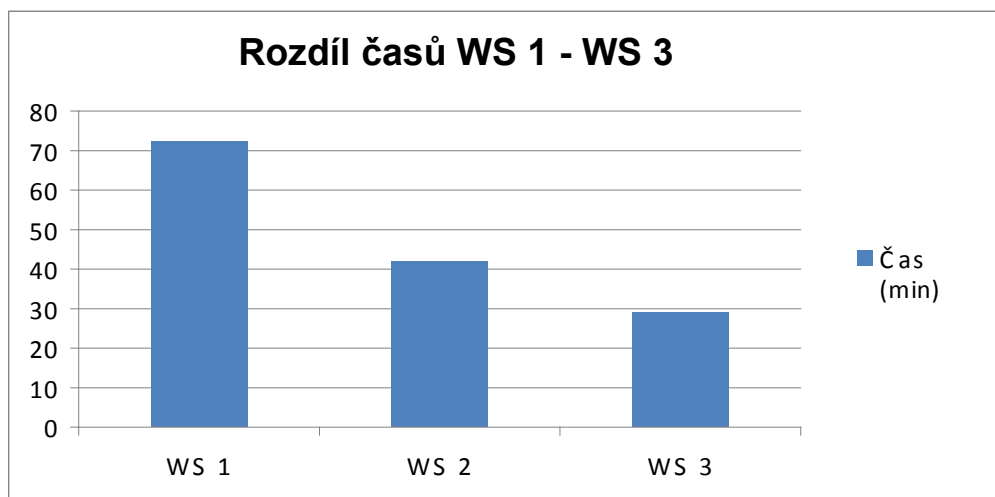
Tabulka 7 Výměna lapovacího kola WS 3

	Postupný čas	Prováděná činnost	Délka činnosti
	0:00:00		
1	0:03:30	uvolnění kola	0:03:30
2	0:06:00	výměna gumiček, mazání	0:02:30
3	0:10:16	čištění labyrintu	0:04:16
4	0:16:05	upevnění nového kola	0:05:49
5	0:25:12	seřizování	0:09:07
6	0:26:09	čištění	0:00:57
7	0:28:30	hledání stěraku	0:02:21
8	0:29:04	úklid	0:00:34
		suma	0:29:04

Zdroj: [18]

Navrhovaný jízdní řád je kratší o 42,28 minut. Tedy jsme dobu činnosti seřizovače zkrátily o 60%. Při workshopu č. 2 jsme zkrátily čas o 41,1% a u třetího workshopu se nám podařilo zkrátit čas o 60 %.

WS	Čas (min)
WS 1	72,32
WS 2	42,02
WS 3	29,04



Graf 7 Rozdíl času WS 1 – WS 3

Zdroj: [18]

8.1 Separace interních a externích činností

Činnost	Minuty
Interní činnost	28,7
Externí činnos	0,34



Graf 8 Rozdělení činností seřizovače

Zdroj: [18]

8.2 Nápravná opatření WS 3

Abychom mohli vytvořit nápravná opatření, tak se musí sejít projektový tým, který je tvořen mistrem, 2 seřizovači, průmyslovým inženýrem, vedoucím výroby a vedoucím údržby.

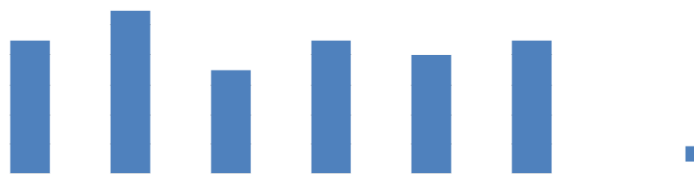
Na začátku jsme si naplánovali den a hodinu konání workshopu, připravili jsme si podklady pro konání workshopu.

Zopakovali jsme si problémy zjištěné při workshopu č. 3, provedli jsme analýzu skutečného stavu.

Každý účastník má za úkol vymyslet nějaké řešení daného problému, který napíše na kartičku. Návrh na kartičce byl přečten a z těchto přečtených návrhů byly vybrány ty nejlepší.

Vypracujeme navržené opatření a jeho realizaci.

Pro ukázkou uvádím graf s počtem nápadů.



Graf 9 Počet nápadů WS 3

Zdroj: [18]

Nejlepší nápad, který jsme tedy vybraly ze všech napsaných na kartičkách, který jsme společně určili jako tedy to nejlepší řešení, jsme potom tedy navrhli jako nápravná opatření.

Za tyto nápravná opatření je vždy někdo zodpovědný, každá osoba má na starost určité činnosti, které musí být splněny do určitého datumu, který jsme společně určily. Každé nápravné opatření musíme zkontrolovat, jestli funguje správně.

Tabulka 8 Nápravná opatření WS 3

Úkoly	Kdo	Do kdy
přípevnit stěrák na úklid vody na zvedák	p.X	18.7.2011
zajistit stříkačku na vazelínu	p.Y	18.7.2011
vyrobit "zvedák na přizvednutí stolu"	p.X+údržba	19.7.2011
měřítka na měření výšky kola	p X	19.7.2011

Zdroj: [17]



Obrázek 22 Pomocný zvedák

Zdroj: [17]



Obrázek 21 Zvedací vozík pro výměnu kola

Zdroj: [17]

9 POSTUP ZAVÁDĚNÝCH NAVRHOVANÝCH ČINNOSTÍ

Postup zavádění navrhovaných řešení uvádím v následujících krocích.

První krok:

Pořízení patřičného nářadí pro zefektivnění výměny lapovacího kola.

Pořízení technického vybavení.

Druhý krok:

Proškolení seřizovačů, obeznámení s novým standardem výměny lapovacího kola

Třetí krok:

Provedení zkušební výměny lapovacího kola.

Vyhodnocení nového postupu výměny lapovacího kola.

Čtvrtý krok:

Případné změny v nově navrhovaném standardu výměny lapovacího kola.

Sbírání námětů a připomínek ze strany projektového týmu.

9.1 Rizika projektu

9.1.1 Odpor zaměstnanců ke změnám

Zavádění jakýchkoliv nových metod, je vždy spojeno s neochotou učit se novým věcem, abychom tomuto riziku zabránili je velmi důležité, abychom důkladně proškolili a seznámili zaměstnance s podstatou projektu.

9.1.2 Nedodržení jednotlivých kroků projektu

Uváděné kroky projektu spolu souvisí a navazují na sebe a proto je nutné toto pořadí dodržovat a tedy nesmí se stát, že z některých kroků bude přeskočen. Proto je důležité vymezení odpovědnosti pracovníka, jenž je za daný krok realizace zodpovědný.

10 VYHODNOCENÍ ZAVEDENÝCH ZLEPŠENÍ

Při dodržení navrhovaného standardu výměny lapovacího kola, vycházející z analýzy pracovní činnosti seřizovače lze tedy čas na výměnu lapovacího kola ze 72,32 minut snížit na 30 minut. Tento čas se promítne především do oblasti kapacit stroje a mzdových nákladů. Na druhé straně jsou s tímto spojené nevelké náklady na nákup nářadí.

10.1 Navýšení produkce stroje

Nejprve se tedy budu zabývat oblastí kapacity stroje, která se zvýší v důsledku snížení času výměny lapovacího kola. K vyjádření využiji způsob výpočtu, jako v kapitole analýza současného stavu.

Potom výpočet vypadá takto:

480 minut (čas směny)

- 30 minut přestávka
- 12 minut čas pro náběh a konec směny
- 30 minut čas výměny lapovacího kola

408 minut

Původní čas využitelný jedné směny byl 365,68 minut, po zavedení standardu se zvýšil čas na 408 minut.

Při času 365,68 minut jsme dokázali na směně vyrobit 100 000 kusů výrobků, při novém čase dokáže směna vyrobit o 11 500 kusů více.

Za týden na jedné směně nám to udělá o 57 500 kusů více, za dvě směny to je potom 115 000 kusů.

Kapacita stroje se tedy navýšila o 11,5 % oproti původnímu stavu.

Pro zřehlednění uvádím tabulku.

Tabulka 9 Produkce stroje

Původní čas(365,68 minut)

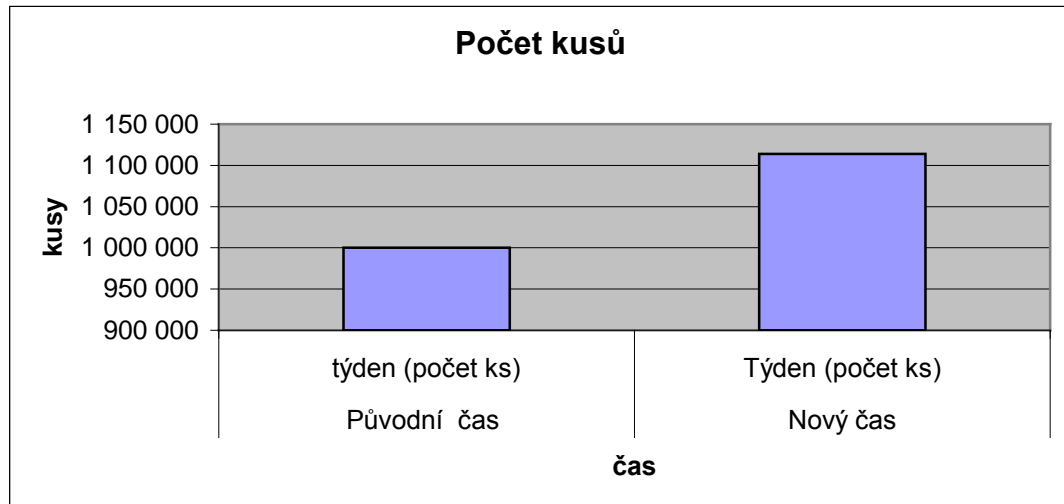
Směna	Den (počet ks)	Týden (počet ks)
1	100 000	500 000
2	100 000	500 000

Nový čas(408 minut)

Směna	Den (počet ks)	Týden (počet ks)
1	111 500	557 000
2	111 500	557 000

Obě směny

Původní čas	Nový čas
týden (počet ks)	Týden (počet ks)
1 000 000	1 114 000



Graf 10 Počet kusů

Zdroj: [18]

10.2 Snížení mzdových nákladů na výměnu lapovacího kola

Při tomto výpočtu beru v úvahu, že mzdové náklady na seřizovače a leštiče jsou vyčísleny na 190 Kč/ hod. Leštič musí být přítomen u stroje vždy, jde tedy o jeho běžnou náplň pracovního dne, tedy obsluhovat tento stroj. Pokud však probíhá výměna lapovacího kola je povinen asistovat seřizovači a přitom vykonávat jiné úkony. A tedy nemohu brát v úvahu jeho mzdové náklady.

U seřizovače je to tedy trochu jinak, po výměně lapovacího kola není seřizovač dále přítomen u stroje, vykonává jinou činnost. A tedy mohu uvažovat o snížení mzdových nákladů na výměnu lapovacího kola.

Výměna lapovacího kola se tedy snížila ze 72,32 na 30 minut, což tedy představuje úsporu 43,32 minut. Pokud se tedy přehazuje 10 – 15x do týdne (budeme brát v úvahu 10x do týdne) a mzdové náklady jsou 190 Kč/hod pak dostáváme tento výpočet:

Tabulka 10 Mzdové náklady

Původní náklady		Nové náklady	
190 Kč/hod		190 Kč/hod	
* 1,205 hod		*0,5 hod	
	228,95 Kč		95 Kč
	228,95*5= 1144,75 Kč/týden		95*5=475 Kč/týden

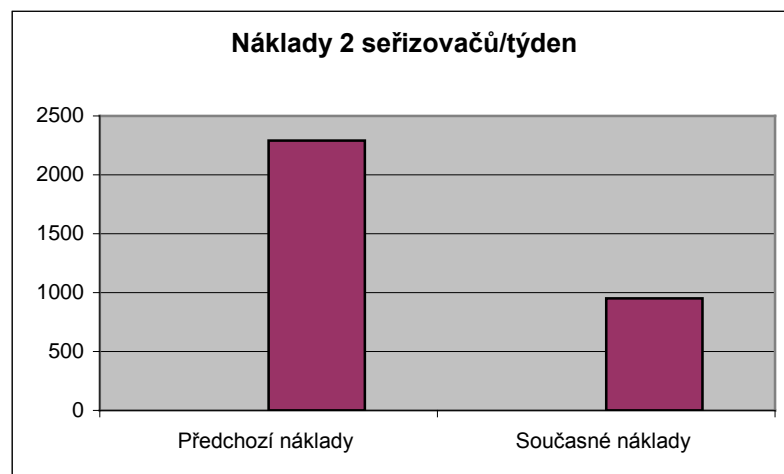
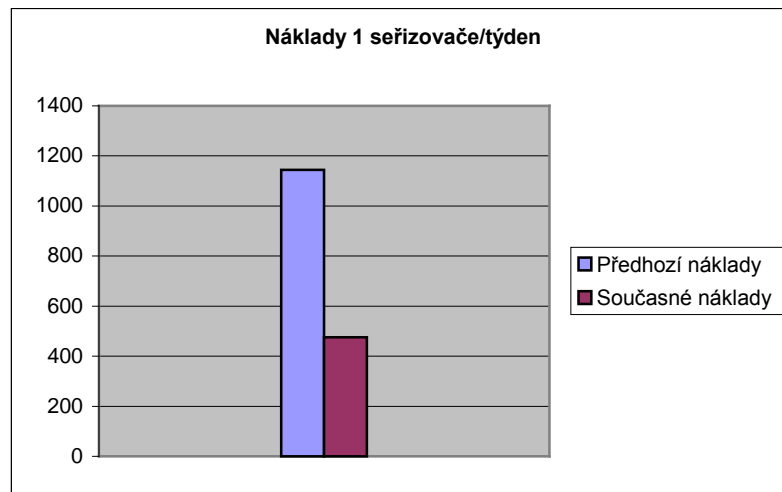
Zdroj: [18]

Ušetříme tedy týdně: 669,75 Kč

Pro dva seřizovače (jeden seřizovač/ jedna směna) pak máme úsporu:

Tabulka 11 Náklady na 2 seřizovače

Předhozí náklady	Současné náklady
pro jednoho seřizovače/ týden	
1 144,75 Kč	475 Kč
Předchozí náklady	Současné náklady
pro 2 seřizovače/ týden	
2 289,50 Kč	950 Kč



Graf 11 Náklady na 2 seřizovače

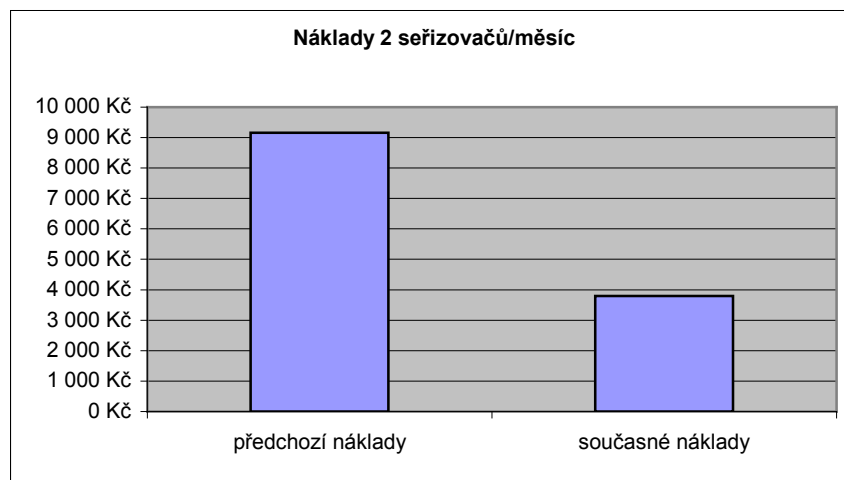
Zdroj: [18]

Úspora dvou seřizovačů je 1 339, 5 Kč.

Měsíční úspora je 5 358 Kč.

Tabulka 12 Náklady seřizovačů na měsíc

2 seřizovači/měsíc	2 seřizovači/měsíc
předchozí náklady	současné náklady
9 158 Kč	3 800 Kč



Graf 12 Náklady 2 seřizovačů/měsíc

Zdroj: [18]

Významná je i ta skutečnost, že jsme ušetřily 42,32 minut času seřizovače, který se může věnovat svým dalším činnostem.

10.3 Zvýšení pružnosti výroby

Pro společnost je zvýšení pružnosti výroby velmi významné, rychleji reaguje na požadavky zákazníka. Výměnu lapovacího kola jsme zkrátily o 60%, z původních 72,32 minut na 30 minut. Také se snížilo plýtvání ve formě utahování šroubů apod.

Náklady na projekt implementace metody SMED a úspory.

Podnik vyčlenil 10 000 Kč na projekt. Toto je pomyslná hranice nákladů, které si společnost nepřeje překročit.

V nákladech projektu nezohledňuji položky spojené s odměnami za rychlou výměnu, interní činnosti aj.

Uvádím tabulku, ve které je výčet všech nezbytných nákladů a dosažených úspor.

V tabulce je uveden nákup aku vrtačky, která zjednodušila složité utahování šroubů a uvolňování pomocí imbus klíčem. Aku vrtačka se osvědčila při utahování šroubů, seřizovači zjednodušila práci a ten se může dříve věnovat další své činnosti.

Úspora času navrhovanými opatřeními je 45 – 50 minut. Náklady činí 5010 Kč, náklady tedy nepřekročily částku 10 000 Kč.

Tabulka 13 Náklady a úspory

Problém	Řešení	Náklady	Úspora min
čištění šroubů	předchystané sady šroubů => přípravek na uložení šroubů	-	2 min
čištění starého kola	využití kozy na odkládání a čištění kola	-	4 min
lepení těsnících gumiček	předchystané těsnění	-	5 min
složité uvolňování a utahování šroubů imbus klíčem	pořídit aku vrtačku	5 tis. Kč	
voda zatíká do závitů	poklička na zakrytí	interní	
kolo na vozíku není stabilní	axiální ložisko na vozík	interní	
při výměně kola dochází k velkému úniku vody z kola na podlahu	záchytná vana na koze	interní	10 min
dlouhé seřizování	seřizovací přípravek	interní	5-10 min
hledání stěraku	připevnit stěrak na konstrukci vozíku	-	2,5 min
mazání labyrintu vazelínou - nutno vazelínu zatlačit	pořízení stříkačky pro aplikaci vazelíny	10 Kč	1,5 min
dlouhé seřizování stolu kvůli špatné výšce kola	pořízení měrky pro měření výšky kola pro výběr optimálního kola	-	5 min
při seřizování stolu si musí pracovník vypomoci vlastním ramenem - ergonomie práce	seřizovací páka	interní	-
rychlost a organizace práce a motivace pracovníka		-	10 min

Zdroj: [17]

11 STANDARD VÝMĚNY LAPOVACÍHO KOLA

V této projektové části práce uvádím standardizovaný postup výměny lapovacího kola. Jedná se o rozdělení činnosti seřizovače, které má provést před započítáním výměny, při samotné výměny a po výměně v určité posloupnosti. Veškeré časy jsou převzaty z časového snímku činnosti seřizovače. Tyto časy nám ukazují, že uvedené časy jsou zvládnutelné a rozdělení činnosti je časově přijatelné. Postup výměny lapovacího kola je doplněn o záchytné a kontrolní časy. Potom tedy seřizovač má představu o tom, zda dodržují a stíhají standard.

Seřizovač tedy musí zachovat následující principy:

- 1) Výměna lapovacího kola nezačne dříve, pokud před započítáním výměny nebude mít nachystány potřebné nástroje,
- 2) Všechny činnosti musí na sebe navazovat,
- 3) Po výměně lapovacího kola musí následovat úklid,
- 4) U všech činnostech musí být měřen čas.

Seřizovač musí dodržovat všechny tyto kroky. Všechny činnosti jsou při výměně lapovacího kola důležité a proto nelze žádné kroky vynechat.

Tabulka 14 Standard výměny lapovacího kola

<u>Cinnosti před započítáním výměny</u>	
Pracovník musí mít nachystáno:	
1	vyčištěné šrouby
2	těsnění
3	čisté lapovací kolo na výměnu
4	veškeré pracovní pomůcky a nástroje
<u>Cinnosti během samotné výměny:</u>	
	max čas min:s
5	odstrojení stroje 0:30
6	uvolnění a vyjmutí kola 4:30
7	čištění stroje 6:00
8	výměna těsnění (je -li potřeba) 1:00
9	uložení nového kola 8:00
10	seřízení 8:00
11	úklid pracovního prostoru leštičky 2:00
<u>Celková maximální doba výměny = CIL</u> <u>30 min</u>	
<u>Cinnosti po ukončení výměny:</u>	
12	úklid pomůcek, vozíku
13	čištění starého kola

Zdroj: [18]

Standard je kratší o 41,32 minut oproti jízdnímu řádu, který jsme zjistily z workshopu 1. Ušetřily jsme tedy 40,71 % času a úspora činí 59,29 %.

11.1 Rozdělení činností standardizovaného postupu na interní a externí činnosti

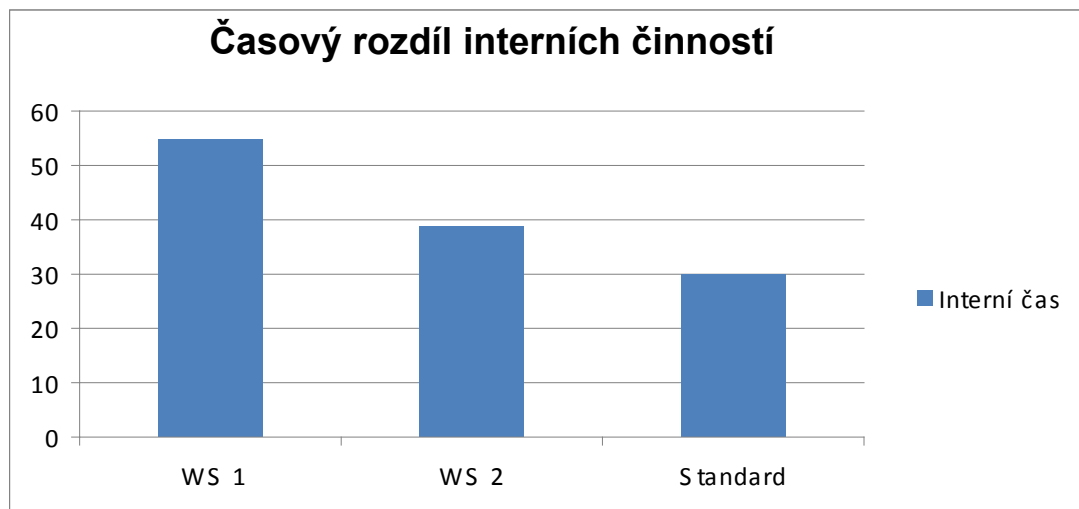
Tabulka 15 Rozdělení činnosti standardu

		Činnost
1	vyčištěné šrouby	Externí
2	těsnění	Externí
3	čisté lapovací kolo na výměnu	Externí
4	veškeré pracovní pomůcky a nástroje	Externí
5	odstrojení stroje	Interní
6	uvolnění a vyjmutí kola	Interní
7	čištění stroje	Interní
8	výměna těsnění (je -li potřeba)	Interní
9	uložení nového kola	Interní
10	seřízení	Interní
11	úklid pracovního prostoru leštičky	Interní
12	úklid pomůcek, vozíku	Externí
13	čištění starého kola	Externí

Zdroj: [18]

Interní činnost trvá 30 minut. Interní činnost standardizovaného postupu je kratší o 24,76 minut zjištěného při workshopu č.1 a oproti zjištěnému času z workshopu č.2 je kratší o 8,72 minut.

WS	Interní čas
WS 1	54,76
WS 2	38,72
Standard	30

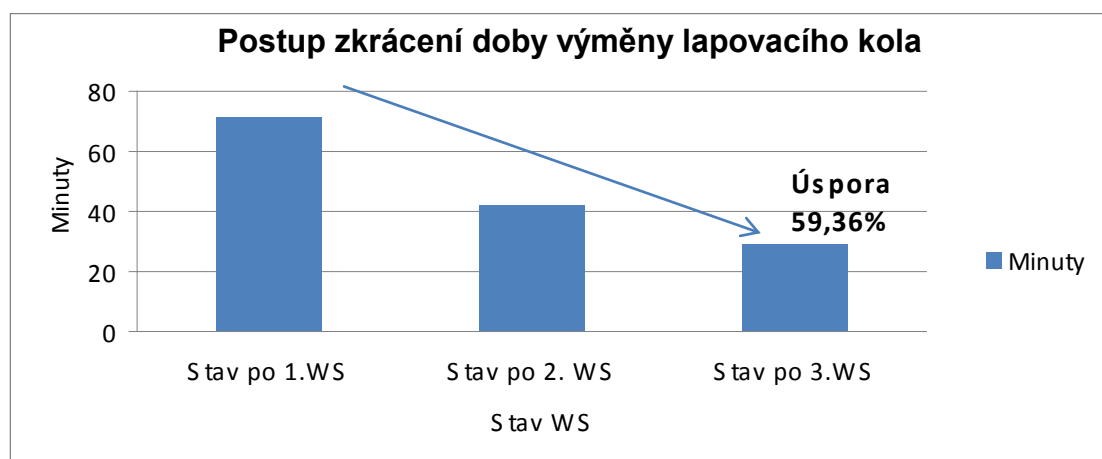


Graf 13 Časový rozdíl interních činností

Zdroj: [18]

11.2 Zkrácení doby výměny lapovacího kola

Stav WS	Minuty
Stav po 1.WS	71,53
Stav po 2. WS	42,03
Stav po 3.WS	29,07



Graf 14 Zkrácení doby výměny lapovacího kola

Zdroj: [18]

Z grafu je patrný časový rozdíl po každém proběhlém workshopu. Zjištěná úspora času potom činí 59,36%.

11.3 Kontrola standardu

Každá výměna lapovacího kola musí být časově měřena a provedena podle daného standardu. Příslušný seřizovač na dané směně měří čas výměny. Každý tento zjištěný čas zapíše do formuláře o výměně kola. Příslušný čas vepíše do tabulky pod svým jménem.

Časová osa je odstupňována po 2 jednotkách. Trvá-li výměna např. 18 minut, zapíše čas do čtverečku s nejbližším číslem (časem), tedy 19.

Trvá-li výměna déle než 30 minut musí pak seřizovač napsat do poznámky důvod, proč, který zavinil, že nebyl dodržen standardizovaný čas výměny kola.

Pokud taková to situace nastane, musí se opět sejít projektový tým a začít řešit, proč tento problém vznikl a jak by se dal odstranit.

Musíme zjistit, kde nastala chyba a to jestli na straně člověka, nástroje či stroje.

Po zjištění, co to zavinilo časovou ztrátu, musíme najít způsob, jak tento problém vyřešit.

Abychom zajistili vyřešení tohoto problému musím se opět sejít projektový tým, který celý problém probere a bude hledat nejvhodnější variantu řešení.

Po najetí nejlepšího řešení, vyzkoušíme ho a změříme časy jednotlivých činností, jestli vyhovují standardu. Pokud ano, zavedeme toto nové opatření.

Tabulka 16 Formulář výměny lapovacího kola SP 32'

Formulář výměny lapovacích kol SP 32'															Týden: 23 2011		
Počet výměn															VYHODNOCENÍ PR. DOSAŽENÝ ČAS		
Směna A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Poznámka - důvod překročení času	
Seřizovač 1	9																
	11																
	13																
	15																
	17																
	19																
	21																
	23																
	25																
	27																
	29																
	31																
Jiný dos.čas																	
Počet výměn															VYHODNOCENÍ PR. DOSAŽENÝ		
Směna B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Poznámka - důvod překročení času	
Seřizovač 2	9																
	11																
	13																
	15																
	17																
	19																
	21																
	23																
	25																
	27																
	29																
	31																
Jiný dos.čas																	
Počet výměn															VYHODNOCENÍ PR. DOSAŽENÝ		
Směna C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Poznámka - důvod překročení času	
Seřizovač 3	9																
	11																
	13																
	15																
	17																
	19																
	21																
	23																
	25																
	27																
	29																
	31																
Jiný dos.čas																	
Dodatek k poznámce - vždy zapsat jméno a číslo výměny																	

Zdroj:[18]

ZÁVĚR

Cílem mé diplomové práce bylo zkrátit čas výměny lapovacího kola u leštícího stroje SP 32' a to jednou z mnoha metod průmyslového inženýrství. Vybrala jsem si metodu rychlé změny SMED.

Tato metoda nevyžaduje pevně daný postup, jenž by byl nutný dodržovat. Snažíme se spíše změnit pohled na snížení časů některých časů v průmyslové výrobě a též se snažíme odprostit od stereotypů.

V teoretické části práce jsem se zaměřila na průmyslové inženýrství, produktivitu, na metodu SMED a na studium práce.

V analytické části jsme představila společnost, její výrobní proces a současný postup výměny lapovacího kola a to za pomoci snímku pracovní činnosti seřizovače.

V projektové části jsem popsala průběh jednotlivých workshopů a navrhnutá opatření, ke kterým jsme došli za pomoci jednotlivých workshopů.

Výsledkem mé diplomové práce pak byl standard výměny lapovacího kola, který při dodržování umožňuje zkrácení výměny kola o více jak o polovinu, přesněji o 60% času oproti původnímu stavu.

Pomocí metody SMED jsme zvýšili kapacitu stroje o 11,5%.

Mzdové náklady jsme snížily týdně na jednoho seřizovače o 1 339,5 Kč.

S využitím metody byly spojené investiční náklady, na tyto náklady firma vyčlenila 10 000 Kč. Tato částka nebyla překročena a ani vyčerpána.

Cíl diplomové práce byl úspěšně splněn, dosáhli jsme úspory času a i nákladů.

Závěrem bych dodala, že zpracování této diplomové práce bylo velkým přínosem. Věřím, že tato diplomová práce pomůže společnosti zvýšit pružnost výroby a získá lepší postavení na trhu oproti konkurenci.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KEŘKOVSKÝ, Miloslav. *Moderní přístupy k řízení výroby*. Praha : C. H. Beck, 2001. 115 s. ISBN 80-7179-471-6.
- [2] KOŠTURIÁK, J., FROLÍK, Z. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha : Alfa Publishing, 2006. 237 s. ISBN 80-968583-1-9.
- [3] KOŠTURIÁK, J., GREGOR, M., a kol. *Jak zvyšovat produktivitu firmy*. Žilina : InForm, 2002. ISBN 80-968583-1-9.
- [4] MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. *Cesty k vyšší produktivitě : Strategie založená na průmyslovém inženýrství*. 1. vyd. Liberec : Institut průmyslového inženýrství, 1996. 254 s. ISBN 80-902235-0-8.
- [5] MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. *Dynamické zlepšování procesů : Programy a metody pro eliminaci plýtvání*. Liberec : Institut průmyslového inženýrství, 1999. 193 s. ISBN 80-902235-3-2.
- [6] MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. *Nové cesty k vyšší produktivitě : Metody průmyslového inženýrství*. Liberec : Institut průmyslového inženýrství, 2000. 311 s. ISBN 80-902235-6-7.
- [7] MAYNARD, H. *Maynard's industrial engineering handbook*. 5th edition. New York : McGraw-Hill, 2001. 2048 s.
- [8] SHINGO, Shigeo. *A Revolution in Manufacturing: The SMED system*. Portland, Oregon, USA: Produktivity Press, 1985. 361 s. ISBN 0-915299-03-8.
- [9] TUČEK, D., BOBÁK, R. *Výrobní systémy*. [s.l.] : Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. 298 s. ISBN 80-7318-381-1.
- [10] VEJDĚLEK, Jiří. *Jak zlepšit výrobní proces*. 1. vydání. Praha : Grada, 1998. 75 s. ISBN 80-7169-583-1.
- [11] VYTLAČIL, M., MAŠÍN, I., STANĚK, M. *Podnik světové třídy : Geneze produktivity a kvality*. Liberec : Institut průmyslového inženýrství, 1997. 276 s. ISBN 80-902235-1-6.
- [12] VYTLAČIL, M., MAŠÍN, I. *Týmová společnost : Podnik v globálním prostředí*. Liberec : Institut průmyslového inženýrství, 1998. 407 s. ISBN 80-902235-2-4.

Internetové zdroje:

[13] *Akademie produktivity a inovací s.r.o* [online]. 2009 [cit. 2011-06-24]. Štíhlá výroba . Dostupné z WWW: <<http://e-api.cz/page/67819.stihla-vyroba/>>.

[14] *Definice průmyslového inženýrství* [online]. [cit. 2011-06-25]. Dostupný z WWW: <<http://www.ipi-lbc.cz/pi.html>>.

[15] ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA, *Průmyslové inženýrství a řízení výroby* [online]. [cit. 2011-07-07]. Dostupný z WWW: <http://www.kip.zcu.cz/kursy/svt/eb/prum_eng/index.html#Průmyslové_inženýrství_a_řízení_výroby_>.

[16] *Single Minute Exchange of Die* [online]. [cit. 2011-07-11]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Single_Minute_Exchange_of_Die>.

Ostatní:

[17] *Firemní materiály*

[18] *Vlastní zpracování*

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Aj.	A jiné.
Apod.	A podobně.
Kč	Korun českých.
Ks	Kus.
Např.	Například.
SMED	Single Minute Exchange of Die.
TPM	Program totálně produktivní údržby.
VSM	Value stream mapping.
WS	Workshop.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Čtyři druhy plýtvání při výměnách a seřiz.....	22
Obrázek 2 Důvody pro rychlé změny	23
Obrázek 3 Interní a externí seřizování	24
Obrázek 4 Tři kroky SMED	25
Obrázek 14 Foto firmy CeramTec Šumperk.....	33
Obrázek 17 Leštící stroj	42
Obrázek 18 Lapovací kolo	42
Obrázek 19 Koza	49
Obrázek 20 Sady šroubů	56
Obrázek 22 Pomocný zvedák.....	61

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Vlastnosti materiálu SSiC a SiSiC.....	36
Tabulka 2 Odolnost vůči korozi.....	37
Tabulka 3 Odolnost vůči korozi.....	38
Tabulka 4 Výměna lapovacího kola WS 1 (vlastní)	46
Tabulka 5 Nápravná opatření WS 1	51
Tabulka 6 Výměna lapovacího kola WS 2.....	52
Tabulka 7 Výměna lapovacího kola WS 3.....	57
Tabulka 8 Nápravná opatření WS 3.....	61
Tabulka 10 Mzdové náklady.....	65
Tabulka 11 Náklady na 2 seřizovače	66
Tabulka 12 Náklady seřizovačů na měsíc.....	67
Tabulka 13 Náklady a úspory	69
Tabulka 14 Standard výměny lapovacího kola	71
Tabulka 15 Rozdělení činnosti standardu.....	72

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Zaměstnanci.....	40
Graf 2 Rozdělení činnosti seřizovače	47
Graf 3 Počet nápadů WS 1.....	50
Graf 4 Časový rozdíl WS 1 a WS 2	53
Graf 5 Rozdělení činnosti seřizovače	54
Graf 6 Počet nápadů WS 2.....	55
Graf 7 Rozdíl času WS 1 – WS 3	58
Graf 8 Rozdělení činností seřizovače	59
Graf 9 Počet nápadů WS 3.....	60
Graf 10 Počet kusů.....	64
Graf 11 Náklady na 2 seřizovače	66
Graf 12 Náklady 2 seřizovačů/měsíc	67
Graf 13 Časový rozdíl interních činností	73
Graf 14 Zkrácení doby výměny lapovacího kola.....	72

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P1.....

Příloha P2

PŘÍLOHA P I: OBJEM VÝROBY

Číslo materiálu	Krát.text materiálu	Zakázka	Mez.termín zaháj.
plochingen		4633	23.5.2011
plochingen		9785	26.5.2011
7641412030000	destička	7814	11.5.2011
7641420130000	destička pohyblivá -AMSTAT	6485	11.5.2011
7641420330000	destička pohyblivá -AMSTAT	5544	2.5.2011
7641420330000	destička pohyblivá -AMSTAT	3528	19.5.2011
7641424250000	protiběžný kroužek KD-NR.75011	30446	26.5.2011
7641426730000	destička pohyblivá -FW-	34	26.5.2011
7641426830000	destička pevná FW-HT-	1260	23.5.2011
7641429130000	destička pevná Al203 ECO	4529	2.5.2011
7645745150000	základní kroužek z rubalitu A1896	9940	20.5.2011
7645745250000	řídící destička z rubalitu A1896	9009	20.5.2011
7645760350000	destička z rubalitu A1896	49750	26.5.2011
7645760450000	destička z rubalitu A1896	49034	9.5.2011
7645760450000	destička z rubalitu A1896	7980	13.5.2011
7645762730000	destička krycí z rubalitu A1986	3368	20.5.2011
7645762750000	destička z rubalitu A1896	64014	23.5.2011
7645762750000	destička z rubalitu A1896	42042	27.5.2011
7645795250000	základní kroužek	9471	26.5.2011
7645796650000	spodní destička z rubalitu A1896	2987	20.5.2011
7645796750000	horní destička z rubalitu A1896	3360	4.5.2011
7645796750000	horní destička z rubalitu A1896	5040	20.5.2011
7645802250000	řídící destička z rubalitu A1896	26772	10.5.2011
7645802350000	přívod - destička z rubalitu A1896	27962	9.5.2011
7645809650000	základní kroužek z rubalitu A1896	2078	4.5.2011
7645813050000	řídící destička z rubalitu A1896	4156	4.5.2011
7645813050000	řídící destička z rubalitu A1896	5544	24.5.2011
7645813950000	ventil z rubalitu A1896	1890	4.5.2011
7645823850000	destička z rubalitu A1896	4410	24.5.2011
7645823850000	destička z rubalitu A1896	5882	30.5.2011
7645851054000	řídící destička z SiC	15876	26.5.2011
7645857750000	základní kroužek z rubalitu A1896 S	51205	12.5.2011
7645857751000	základní kroužek z rubalitu A1896 S hněd	11346	13.5.2011
7645857850000	řídící destička z rubalitu A1896	56474	12.5.2011
7645863250000	základní kroužek z rubalitu	41634	20.5.2011
7645863350000	řídící destička z rubalitu A1896	39028	20.5.2011
7645864650000	základní kroužek z rubalitu A1896	20221	19.5.2011
7645864650000	základní kroužek z rubalitu A1896	40128	25.5.2011
7645865456000	základní kroužek z rubalitu IS 95	32137	3.5.2011
7645865456000	základní kroužek z rubalitu IS 95	39701	4.5.2011
7645865456000	základní kroužek z rubalitu IS 95	86502	5.5.2011
7645865456000	základní kroužek z rubalitu IS 95	37961	5.5.2011
7645865456000	základní kroužek z rubalitu IS 95	41881	25.5.2011
7645865456000	základní kroužek z rubalitu IS 95	74008	26.5.2011
7645865456000	základní kroužek z rubalitu IS 95	97255	27.5.2011
7645865456000	základní kroužek z rubalitu IS 95	61707	30.5.2011
7645865556000	řídící destička z IS 95	43158	2.5.2011
7645865556000	řídící destička z IS 95	97420	3.5.2011
7645865556000	řídící destička z IS 95	54659	5.5.2011
7645865556000	řídící destička z IS 95	61963	5.5.2011
7645865556000	řídící destička z IS 95	97729	25.5.2011
7645865556000	řídící destička z IS 95	212936	26.5.2011
7645875150000	základní kroužek z rubalitu A1896 S	61736	6.5.2011

PŘÍLOHA P2: ORGANIZAČNÍ STRUKTURA

