

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

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

Diplomová práce

Zkracování přestavovacích časů na svařovacím systému

Autor: **Bc. Pavel KÁBELE**

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

Konzultant: **Doc. Ing. Michal ŠIMON, Ph.D.**

Akademický rok 2014/2015

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

AUTHOR	Příjmení Bc. Kábele	Jméno Pavel	
STUDIJNÍ OBOR	2301T007 Průmyslové inženýrství a management		
VEDOUcí PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Edl, Ph.D.	Jméno Milan	
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST - KPV		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Zkracování přestavovacích časů na svařovacím systému		

FAKULTA	Strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZDÁNÍ	2015
----------------	---------	----------------	-----	--------------------------	------

POČET STRÁNEK (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	91	TEXTOVÁ ČÁST	73	GRAFICKÁ ČÁST	10
---------------	----	---------------------	----	--------------------------	----

STRUČNÝ POPIS ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Práce se zabývá redukcí přestavovacích časů automatické svařovací linky ATEC. Teoretická část této práce je věnována literárním poznatkům z oblasti průmyslového inženýrství a popisu metody SMED. V analytické části je provedena analýza přestavovacích časů a vytvoření nového pracovního postupu. V závěru je na základě výsledků analýz vypočteno technicko-ekonomické zhodnocení.
KLÍČOVÁ SLOVA	Produktivita, štíhlá výroba, SMED, interní činnost, externí činnost, ztrátová činnost

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Bc. Kábele	Name Pavel	
FIELD OF STUDY	2301T007 Industrial engineering and management		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Edl, Ph.D.	Name Milan	
INSTITUTION	ZČU - FST - KPV		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Shortening the change over time for the welding system		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KPV	SUBMITTED IN	2015
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	91	TEXT PART	73	GRAPHICAL PART	10
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	Diploma thesis aims to reduce changeover time for automatic welding line ATEC. Theoretical part of thesis is dedicated to knowledge from industrial Engineering and SMED method. Analytical part of thesis contains analyses of changeover time and design of new workflow. Last part of diploma thesis provides technical and economical assessment of new workflow.
KEY WORDS	Productivity, lean production, SMED, external activity, internal activity, loss activity

Obsah

Seznam tabulek	9
Seznam obrázků	10
Seznam zkratk	12
Úvod	14
1 Produktivita výroby	15
1.1 Vymezení produktivity	15
1.2 Faktory ovlivňující produktivitu	15
1.2.1 Produktivita a plýtvání	16
1.2.2 Druhy plýtvání	16
1.3 Zvyšování produktivity	17
2 Štíhlá výroba	18
2.1 Metody průmyslového inženýrství	21
2.2 Základní metody[5]	21
2.2.1 Jednokusový tok a takt	22
2.2.2 Kanban	23
2.2.3 Jidoka, andon, 5P, POKA-YOKE	23
2.3 Komplexní metody[5]	24
2.3.1 Just-in-time (JIT)	25
2.3.2 Standardizace	25
3 SMED	26
3.1 Co je to SMED	26
3.2 Historie SMED	26
3.3 Vývoj SMED	26
3.3.1 Přestavovací čas	27
3.3.2 Přestavení stroje	27
3.4 Funkce a význam metody	27
3.4.1 Plýtvání při změnách (výměnách) a seřizování	28
3.4.2 Třídění plýtvání	28
3.5 Tradiční přístupy	29
3.6 Funkce – koncepce metody SMED	30
3.6.1 Nutnost provedení důkladného záznamu přestavovacího procesu	31
3.6.2 Oddělení (rozlišení) operací externího a interního seřizování	31
3.6.3 Převod interního seřizování na externí	31

3.6.4	Zkracování obou typů operací organizačními a technickými opatřeními	32
3.6.5	Koncepce nulových změn	33
3.7	Význam metody SMED.....	33
3.7.1	Popis výhod	34
3.7.2	Popis nevýhod	34
3.7.3	Přínosy metody SMED.....	34
4	Charakteristika výrobního systému	35
4.1	O podniku	35
4.1.1	Postavení společnosti na trhu	35
4.1.2	Historie vývoje v Kermi:[17]	36
4.1.3	Organizační struktura KERMI s.r.o. Stříbro	36
4.1.4	Produkty vyráběné v Kermi s.r.o.	37
4.2	Popis pracoviště.....	38
4.3	Popis druhů výrobků.....	41
5	Analýza procesu	42
5.1	Důvody zavedení SMED	42
5.2	Popis procesu	42
5.2.1	Části svařovacího stroje	42
5.2.2	Popis malé výměny	46
5.2.3	Popis velké výměny	46
5.2.4	Kontrola výrobku	47
5.3	Hodnocení aktuálního stavu	47
5.3.1	Malá výměna	48
5.3.2	Velká výměna.....	50
5.4	Vyhodnocení aktuálního stavu	53
5.4.1	Malá výměna	53
5.4.2	Velká výměna.....	55
5.4.3	Pozorované druhy plýtvání.....	59
6	Vytvoření nového pracovního postupu	60
6.1	Nový pracovní postup malé výměny	60
6.2	Nově navržený pracovní postup malé výměny.....	61
6.3	Nový pracovní postup velké výměny	63
6.4	Nově navržený pracovní postup velké výměny.....	63
7	Zavedení nového pracovního postupu.....	65

7.1	Školení pracovníka	65
7.2	Řízená přestavba – velká	68
7.3	Řízená přestavba – malá	70
7.4	Návrhy na zlepšení	72
8	Technicko – ekonomické zhodnocení	73
8.1	Výpočet uspořeného času u malé výměny	73
8.2	Strojní náklady při malé výměně	75
8.2.1	Výpočet strojní hodinové sazby (původní)	75
8.2.2	Výpočet strojní hodinové sazby (nové)	76
8.3	Roční úspora nákladů u malé výměny	78
8.4	Výpočet uspořeného času u velké výměny	79
8.5	Strojní náklady při velké výměně	81
8.5.1	Výpočet strojní hodinové sazby (původní)	81
8.5.2	Výpočet strojní hodinové sazby (nové)	82
8.6	Roční úspora nákladů u velké výměny	84
8.7	Splnění cílů práce	85
8.7.1	Rizika projektu	85
8.7.2	Ekonomické přínosy projektu	85
8.7.3	Neekonomické přínosy	85
	Závěr	86
	Citovaná literatura	87
	Přílohy	i

Seznam tabulek

<i>Tabulka 5-1 Analýza času malé výměny ze dne 30. 1. 2015</i>	48
<i>Tabulka 5-2 Vyhodnocení náměru malé výměny ze dne 30. 1. 2015</i>	48
<i>Tabulka 5-3 Analýza času velké výměny ze dne 14. 1. 2015</i>	52
<i>Tabulka 5-4 Vyhodnocení náměru malé výměny ze dne 14. 1. 2015</i>	56
<i>Tabulka 6-1 Sestavení nového pracovního postupu malé výměny</i>	61
<i>Tabulka 6-2 Návrh pracovního postupu malé výměny</i>	62
<i>Tabulka 6-3 Návrh pracovního postupu velké výměny</i>	63
<i>Tabulka 7-1 Nově navržený pracovní postup malé výměny</i>	66
<i>Tabulka 7-2 Nově navržený pracovní postup velké výměny</i>	67
<i>Tabulka 7-3 Analýza řízené přestavby - velká</i>	69
<i>Tabulka 7-4 Analýza řízené přestavby - malá</i>	71
<i>Tabulka 8-1 Hodnoty pro výpočet úspory času</i>	73
<i>Tabulka 8-2 Hodnoty pro výpočet úspory nákladů – malá výměna</i>	75
<i>Tabulka 8-3 Hodnoty pro výpočet strojních nákladů u malé výměny</i>	77
<i>Tabulka 8-4 Hodnoty pro výpočet úspory nákladů - malá výměna</i>	78
<i>Tabulka 8-5 Hodnoty pro výpočet úspory času u velké výměny</i>	79
<i>Tabulka 8-6 Hodnoty pro výpočet úspory nákladů – velká výměna</i>	81
<i>Tabulka 8-7 Hodnoty pro výpočet strojních nákladů u velké výměny</i>	83
<i>Tabulka 8-8 Hodnoty pro výpočet úspory nákladů - velká výměna</i>	84

Seznam obrázků

<i>Obr. 2-1 Štíhlá výroba.....</i>	18
<i>Obr. 2-2 Systém výroby firmy Toyota – dům podle Fujio Cha[3]</i>	21
<i>Obr. 3-1 Celkový průběh času přestavení</i>	27
<i>Obr. 3-2 Schéma 3z</i>	30
<i>Obr. 3-3 Jednotlivé kroky metody</i>	31
<i>Obr. 3-4 Prostředky pro zkrácení časů přetypování [1]</i>	33
<i>Obr. 3-5 SMED v praxi[20]</i>	34
<i>Obr. 4-1 Kermi s.r.o.[16]</i>	35
<i>Obr. 4-2 Divize koncernu AFG[16]</i>	36
<i>Obr. 4-3 Organizační struktura firmy</i>	37
<i>Obr. 4-4 Ukázka sortimentu Kermi[18]</i>	38
<i>Obr. 4-5 Rozbor pracoviště.....</i>	40
<i>Obr. 4-6 Druhy hlavových čel</i>	41
<i>Obr. 4-7 Topný radiátor[18].....</i>	41
<i>Obr. 5-1 Svařovací automat ATEC[19]</i>	43
<i>Obr. 5-2 Detail ovládací jednotky[19].....</i>	43
<i>Obr. 5-3 Propouštěcí mechanismus na zásobníku</i>	44
<i>Obr. 5-4 Mechanický manipulátor (výkyvná jednotka).....</i>	45
<i>Obr. 5-5 Forma elektrody</i>	46
<i>Obr. 5-6 Základní deska - levá.....</i>	46
<i>Obr. 5-7 Část layoutu s označením lisů, brusek a pil</i>	47
<i>Obr. 5-8 Graf analýzy ze dne 30. 1. 2015 – Rozbor časů činností.....</i>	49
<i>Obr. 5-9 Graf analýzy ze dne 30. 1. 2015 – Procentuální vyjádření</i>	50
<i>Obr. 5-10 Graf analýzy ze dne 14. 1. 2015 – Rozbor časů činností.....</i>	51
<i>Obr. 5-11 Graf analýzy ze dne 14. 1. 2015</i>	51
<i>Obr. 5-12 Procentuální podíl časů činnosti po eliminaci ztrát – výměna 27. 11. 2014.....</i>	53
<i>Obr. 5-13 Procentuální podíl časů činnosti po eliminaci ztrát – výměna 9. 12. 2014.....</i>	54
<i>Obr. 5-14 Procentuální podíl časů činnosti po eliminaci ztrát – výměna 30. 1. 2015.....</i>	54
<i>Obr. 5-15 Vyhodnocení náměrů malých výměn vč. eliminace ztrát. časů</i>	55
<i>Obr. 5-16 Vyhodnocení náměrů velkých výměn vč. eliminace ztrát. časů</i>	57
<i>Obr. 5-17 Procentuální podíl časů činnosti po eliminaci ztrát – výměna 6. 11. 2014.....</i>	57
<i>Obr. 5-18 Procentuální podíl časů činnosti po eliminaci ztrát – výměna 14. 1. 2015.....</i>	58

Obr. 5-19 Procentuální podíl časů činnosti po eliminaci ztrát – výměna 6. 2. 2015..... 58

Seznam zkratk

MTM	Methods -Time Measurement
MOST	Maynard Operation Sequence Technique
FIFO	First In, First Out
SMED	Single Minute Exchange of Die
5S	Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke
TPM	Total Productive Maintenance
OPF	One Piece Flow
TOC	Theory of Constraints
t_{apu}	Čas původní výměny
t_{ap}	Čas původní výměny na den
t_{anu}	Čas výměny po nově navrženém postupu
t_{an}	Čas výměny po nově navrženém postupu na den
t_u	Čas úklidu pracoviště na směnu dle normy
T	Doba směny
PS	Poruchovost stroje
Ph	Počet pracovních hodin za rok
C	Cena 1ks výrobku
t_c	Norma směnového času
K_c	Koeficient přírážky směnového času
t	Jednotkový čas přestavby
T_{pc}	Celkový čas přestaveb ročně
DCHSp	Doba chodu stroje původní
DCHSn	Doba chodu stroje nová
UČ	Uspořený čas
T_{vp}	Využitelný časový fond původní
T_{vn}	Využitelný časový fond nový
Ss	Základní plocha stroje
cs	Reprodukční cena stroje

tž	Doba životnosti
rs	Roční úroková sazba
Ns	Náklady na m ² za rok
cp	Cena proudu
P	Maximální výkon svařovací linky
Vv	Výkonové využití
F	Faktor nákladů na opravy stroje
KA	Kalkulované odpisy
KZ	Kalkulované úroky
KR	Prostorové náklady
KE	Náklady na energii
KI	Náklady na opravy
SHSp	Strojní hodinová sazba původní
SHSn	Strojní hodinová sazba nová
Nč	Norma času
SNp	Strojní náklady původní
SNn	Strojní náklady nové
Ú	Úspora nákladů
ÚVNp	Úplné vlastní náklady původní
ÚVNn	Úplné vlastní náklady nové
C	Cena 1 ks výrobku
Zp	Původní zisk
Zn	Nový zisk
RP	Roční úspora nákladů

Úvod

V dnešní dynamicky se rozvíjející době se celá řada výrobních i nevýrobních podniků stále více, kromě rozšiřování nabídky a zkvalitnění sortimentu, zaměřuje na snižování nákladů. Právě díky snižování výrobních nákladů mohou mnohem lépe využívat své postavení na trhu. Získání zákazníků v dnešním konkurenčním nabitém průmyslu je stále těžší, a proto díky tomu, že společnost dokáže snížit své náklady na výrobu, získává na svou stranu i nové zákazníky.

Z důvodu zasažení většiny podniků světovou finanční krizí, která vypukla v roce 2008 a způsobila ztrátu akcií a zisků největším světovým firmám, se tyto výrobní podniky snaží najít cesty, jak zmíněnou situaci vyřešit. Hlavní myšlenkou je nesoustředit jen na výrobu, která by pokryla náklady a mzdy pracovníkům, ale vytvářet i zisk a díky tomu se dál rozvíjet.

Podniky se začínají orientovat na štíhlou výrobu, resp. na štíhlé procesy, které právě vedou ke zmiňovanému snižování nákladů. Nutné snižování nákladů však není způsobeno situací uvnitř podniku, ale je zapříčiněno i neustálým tlakem silně rostoucí konkurence.

Společnost Kermi s.r.o. je právě jedním z těchto výrobců, kteří se snaží najít úzká místa ve výrobě, a právě proto zde byla diplomová práce vytvořena, aby výsledky pomohly zdokonalit proces a zkrátit neproduktivní čas, respektive neproduktivní čas změnit na čas produktivní.

Práci je možné rozdělit do čtyř částí. První, teoretická část, je věnována literární rešerši se zaměřením na štíhlou výrobu a metody související s danou problematikou. Konkrétně metodou SMED, ke které jsou zde formulována teoretická východiska pro zpracování analýzy.

V druhé, analytické části, je provedeno analyzování a zhodnocení současného stavu na svařovacích automatech a vydefinování cílů projektu. Po vyhodnocení získaných záznamů a poznatků, je ve třetí části zpracován návrh zavedení výsledků získaných analýzou SMED. Závěrečná část popisuje technicko-ekonomické zhodnocení, na základě získaných výsledků aplikování metody SMED.

Cílem celé práce je odzkoušet metodu SMED v praxi. Ve výše uvedené firmě docílit zkrácení obou typů operací, a to jak organizačními, tak i technologickými opatřeními a tím úspěšně implementovat metodu SMED v podniku.

1 Produktivita výroby

Průmyslové inženýrství je obor, který se již od svého vzniku zabývá právě zvyšováním produktivity. V případě produktivity se jedná se o značně používaný a probíraný pojem. Hlavním důvodem je převážně významnost tohoto parametru, který popisuje stav jakékoliv ekonomické jednotky, ekonomického útvaru nebo celého národního hospodářství. Dalším důvodem aplikace metod průmyslového inženýrství je stále nízká úroveň produktivity tuzemských podniků a tím i celé národní ekonomiky. Snaha dosáhnout co možná nejvyšší produktivity je stále výraznější, a to především z důvodu rostoucí konkurence. Vysoká produktivita je všeobecně chápána jako rozhodující faktor, který umožní podnikům přežít v rámci evropského a světového trhu. V souvislosti s požadavkem na vysokou kvalitu, která je chápána jako integrální součást definice produktivity, je dobré si uvědomit, že úspěch při zvyšování produktivity zajišťuje hlavně dosažení vysoké kvality při nejnižších nákladech. Z toho vyplývá, že právě řízení produktivity se stává hlavní strategií pro mnoho podniků a firem. Postupem času jsou neustále hledány nové cesty a směry jak produktivitu výroby, práce, energií, kapitálu či materiálu zlepšit. Právě docílení této snahy nutí podniky k zavádění moderních metod, strategií a nástrojů, jež využívá právě obor průmyslového inženýrství.[1]

1.1 Vymezení produktivity

Produktivitou se rozumí hodnota vyjadřující, jakou měrou jsou využity dostupné zdroje při vytváření hodnot produktů. Jejím nejobecnějším vyjádřením je poměr mezi výstupem z procesu a vstupem potřebných zdrojů do procesu. Obecný vzorec pro výpočet produktivity je tedy následující:

$$\text{Produktivita} = \frac{\text{Výstup}}{\text{Vstup}}$$

Přičemž výstup může být vyjádřen v množství, jednotkách či objemech, jako např. tuny, kusy, litry apod. V jiném případě, kdy výstup není možné individuálně definovat, je možné výstup vyjádřit v peněžních jednotkách ve formě ceny produkce apod. Vstupy jsou obvykle děleny do několika různých kategorií, jako například pracovní síla, výrobní zařízení a stroje, materiál nebo kapitál. [1]

Produktivita je v nejširším slova smyslu rozdělena do různých úrovní, ke kterým jsou jednotlivé vstupy a výstupy vztahovány. Tyto úrovně představují národní produktivitu, produktivitu týmu nebo jednotlivce. Znalostí problematiky a faktorů ovlivňující produktivitu, ať už na úrovni podniků, útvarů nebo organizačních jednotek, za účelem zvyšování produktivity se zabývá průmyslový inženýr nebo manažer. Vyšší produktivita pak lze chápat jako větší množství výstupu než je množství vstupů neboli dosažení více cílů se stejnými zdroji.[1],[2]

1.2 Faktory ovlivňující produktivitu

Produktivita je přímo i nepřímo ovlivňována celým spektrem faktorů. Patří mezi ně například:

- Stav ekonomiky a národního hospodářství
- Výrobní postupy a metody
- Strojní zařízení, především jeho kvalita a stav

- Systém hodnocení a odměňování pracovníků
- Úroveň znalostí metodologie průmyslového inženýrství
- Infrastruktura (internet, mobilní síť, telefonní síť, dopravní komunikace)
- Schopnosti a znalosti pracovníků

Kromě výše uvedených faktorů, které ovlivňují produktivitu práce, existuje ještě celá řada různých vlivů. Při nejobecnějším pojetí je možné je rozdělit do dvou hlavních směrů. Těmito směry jsou fyzikální a psychologické vlivy. Příkladem fyzikálních vlivů mohou být přímé faktory, které ovlivňují produktivitu, patří sem např. časové využití, materiálové a technologické aspekty nebo využití vlastního kapitálu. Jako psychologické faktory jsou uvažovány aspekty lidského chování (zaměstnanci), které se podílejí na ovlivnění produktivity práce stejnou měrou jako vlivy fyzikální. [1]

1.2.1 Produktivita a plýtvání

V souvislosti s produktivitou, jejím zvyšováním a zlepšováním výrobních procesů je nutné správně umět odhalit neproduktivní vlivy a jejich zdroje, tedy plýtvání. Jedná se zejména o identifikaci elementů v procesu, které nepřinášejí žádnou přidanou hodnotu výrobku či službě, přesněji řečeno přidanou hodnotu pro zákazníka. Pro zvyšování produktivity se jako největší problém jeví plýtvání skryté. Namísto od zjevného plýtvání, které je možné snadno odhalit a eliminovat, je skryté plýtvání obsaženo v činnostech, které je nutné provést, aby byl daný úkol splněn. Doba trvání těchto činností by přitom mohla být odstraněna nebo zkrácena zlepšením pracovní metody nebo zdokonalením organizace. Pro představení skrytého plýtvání, se jako příklad dají uvést takové činnosti, jakými jsou např.: Kontrola dílů či kontrola práce, výměna a seřizování nástrojů, doprava materiálu po výrobní lince, transport, předávání informací nebo vybalování materiálu.[1]

1.2.2 Druhy plýtvání

Klasifikace plýtvání je rozdělena do osmi druhů, mezi které patří:[1],[2]

- 1) **Nadvýroba** – Je často brána, jako jeden z nejhorších druhů plýtvání, protože vyžaduje náklady, které jsou vynaloženy na místo pro skladování a často i dodatečnou práci na výrobcích, které nebyly zpeněženy.
- 2) **Čekání** – Jedná se o zjevné plýtvání. Do tohoto druhu plýtvání patří čekání na materiál, opravu či přenastavení stroje, čekání na uvolnění do výroby, a také pozorování automatické výrobní linky operátorem.
- 3) **Nadbytečná manipulace** – Zejména pak vícenásobná manipulace je nejčastějším druhem tohoto plýtvání.
- 4) **Špatný pracovní postup** – Může vyvolat potřebu dodatečné práce a spotřeby dodatečných zdrojů a úprav v posloupnosti operací.
- 5) **Vysoké zásoby** – Patří sem především nadbytečné zásoby materiálu, hotových výrobků a rozpracované výroby ve skladech.

- 6) **Zbytečné pohyby** – Toto plýtvání vyplývá z nepotřebných pohybů, které nelze označit za práci, která výrobku přidává hodnotu. Toto plýtvání často vyplývá z nevhodně uspořádaného pracoviště.
- 7) **Chyby pracovníků** – Chyby vedou k plýtvání časem, materiálem, zařízeními, nástroji atd.

K těmto druhům plýtvání bývá často přiřazována ještě jedna kategorie a tou je:

- 8) **Nevyužití schopností lidí** – jedná se o plýtvání potenciálem pracovníků, jejich schopnostmi, znalostmi, tvořivostí a talentem.

1.3 Zvyšování produktivity

Při hledání možností, jak zajistit nezbytný růst produktivity se musí podnik silně koncentrovat na růst a zlepšování čtyř základních faktorů ovlivňujících produktivitu. Jsou to faktory - využití, výkon, kvalita a metody výroby. Při hledání zdrojů, které umožní růst produktivity v podniku, je vhodné se obrátit zejména na:

- Vytváření klimatu pro vysokou produktivitu
- Využívání techniky a metod vedoucí ke zvyšování produktivity
- Zlepšování vztahů pracovníku k práci
- Odstraňování plýtvání v jednotlivých procesech
- Posilování vazby „člověk – stroj“
- Zvýšení rychlosti při vývoji a inovaci[1]

Pro neustálé zvyšování produktivity práce je potřeba dosáhnout optimálního spojení metod a technik, s motivací a zaujetím pracovníků do procesu na rozličných úrovních ve firmě (management, výkonní pracovníci, odbory). Navyšování produktivity je nutné skloubit s cíli výrobních útvarů a s cíli celé organizace. Právě v dnešní době se klíčovými výrazy pro organizaci stala slova, jakými jsou: nízké náklady na výrobu, štíhlá výroba, vysoká produktivita, eliminace druhů plýtvání, plánování výroby apod. Aby se mohl význam těchto pojmů naplnit, musí podnik projít změnami, proti kterým bude vždy kladen odpor. Změny, které je nutné provést, doprovázejí nástroje a funkce určené pro jednotlivé pracovníky i týmy. Tyto nástroje jsou součástí oboru průmyslového inženýrství. Tento obor plní úlohu, při které se jednotlivé změny urychlují a usměrňují za účelem dosažení cíle. Hlavními realizátory metod průmyslového inženýrství jsou průmysloví inženýři, kteří jsou povahou své profese zaměřeni na hledání řešení v oblastech, jako je snižování nákladů nebo zvyšování produktivity a kvality. Pokud by ovšem veškeré tyto nástroje pro zvyšování produktivity byly využívány pouze průmyslovými inženýry, nenastal by v podniku žádný přínos. V souvislosti se zvyšováním produktivity je nezbytné, aby se tyto nástroje a myšlenky snažily pochopit a naučit pracovníci uvnitř celé organizace napříč jednotlivými odvětvími [1, 2]

2 Štíhlá výroba

Samotná štíhlá výroba (lean manufacturing) je popsána v desítkách knih. Autoři knihy [3] definují - na základě zkušeností z implementace principů štíhlé výroby v desítkách podniků - prvky štíhlé výroby následovně (viz **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**).

Obr. 2-1 Štíhlá výroba

Prvky štíhlé výroby vedou k eliminaci následujících forem plýtvání, které se v určité míře vyskytují v každém výrobním systému: [3]

Nadvýroba

Výroba většího množství výrobků, než potřebuje daný proces.

Nadbytečná práce

Nadbytek práce, spotřeby času, materiálu a výrobních prostředků.

Zbytečný pohyb

Zbytečné pohyby pracovníka, nadměrné fyzické zatížení.

Zásoby

Nadbytečné zásoby materiálu, hotových výrobků a rozpracované výroby.

Čekání

Čekání na materiál, stroj, informace, sledování práce stroje.

Opravování

Opravování chyb vede k plýtvání časem, materiálem, stroji, nástroji apod.

Doprava

Nadbytečná přeprava, skladování, manipulace.

Nevyužité schopnosti pracovníků – největší plýtvání ve firmě

Významným plýtváním je nevyužití schopností a potenciálu zaměstnanců.

Mezi základní cíle štíhlé výroby tedy patří:[2]

1. Odstranění plýtvání

Snaha eliminovat činnost, které nepřidávají hodnotu.

2. Spolehlivé výrobní zařízení

Volba robustních konstrukcí zařízení, která vychází ze získaných zkušeností a vědecko-technického pokroku.

3. Způsobitý výrobní proces

Způsobitost procesu se pravidelně hodnotí. Trendy a nahodilé příčiny jsou analyzovány a odstraněny po dohodě týmu, který tvoří inženýr kvality, technolog a technik údržby.

4. Plynulý tok (continues flow)

Jedná se o zajištění plynulého přísunu materiálu do výroby, odebírání rozpracované výroby mezi jednotlivými pracovišti a expedice hotových výrobků určených k vývozu.

5. Tok jednoho kusu (one piece flow)

Konstrukce jednotlivých výrobních nebo kontrolních zařízení musí vycházet ze snahy o optimální vybalancování linky. Pro balancování linky je vhodné využít výpočtových programů, např. analýzu MTM nebo MOST. Výsledkem této snahy je výrobní linka bez úzkých míst.

6. Minimalizace zásob

Eliminaci množství zásob je možné docílit použitím vhodných metod, jako je například Just-in-Time, FiFo, apod.

7. Snižování počtu nehod

Zabráněním toho aby pracovník použil špatný způsob na provedení práce nebo se zdržel při nesprávném postupu, eliminuje metoda Poka-Joke.

8. Snižování výrobního času

Již při konstrukčním návrhu nového výrobního zařízení je úkolem technika zvážit implementaci prvků automatizace. Technické prostředky automatizace jsou při vhodném použití významně schopny snížit výrobní takt a odstranit potenciální úzká místa zařízení, resp. montážní linky.

9. Minimalizace kontrolních pracovišť

Kontrolní pracoviště nepřidávají výrobku hodnotu. Východiskem může být řešení výrobního zařízení společně s kontrolním.

10. Kanban

Zefektivnění výroby a vyšší produktivity lze docílit implementací kanbanových karet uvnitř podniku.

11. Standardizace výroby

Standardizací výroby rozumíme sjednocení pracovních postupů shodných výrobních linek, pravidelné školení apod.

12. Vizualizace pracovišť

Využitím fotografií k jednoznačnému vysvětlení jednotlivých kroků pracovního postupu, popř. fotografií typů neshod potenciálně se vyskytujících na daném pracovišti operátorovi dopomůže k lepšímu pochopení výrobní operace. Jsou zde zahrnuty také přesně definované pozice ručních nástrojů, nářadí a výměnných přípravků.

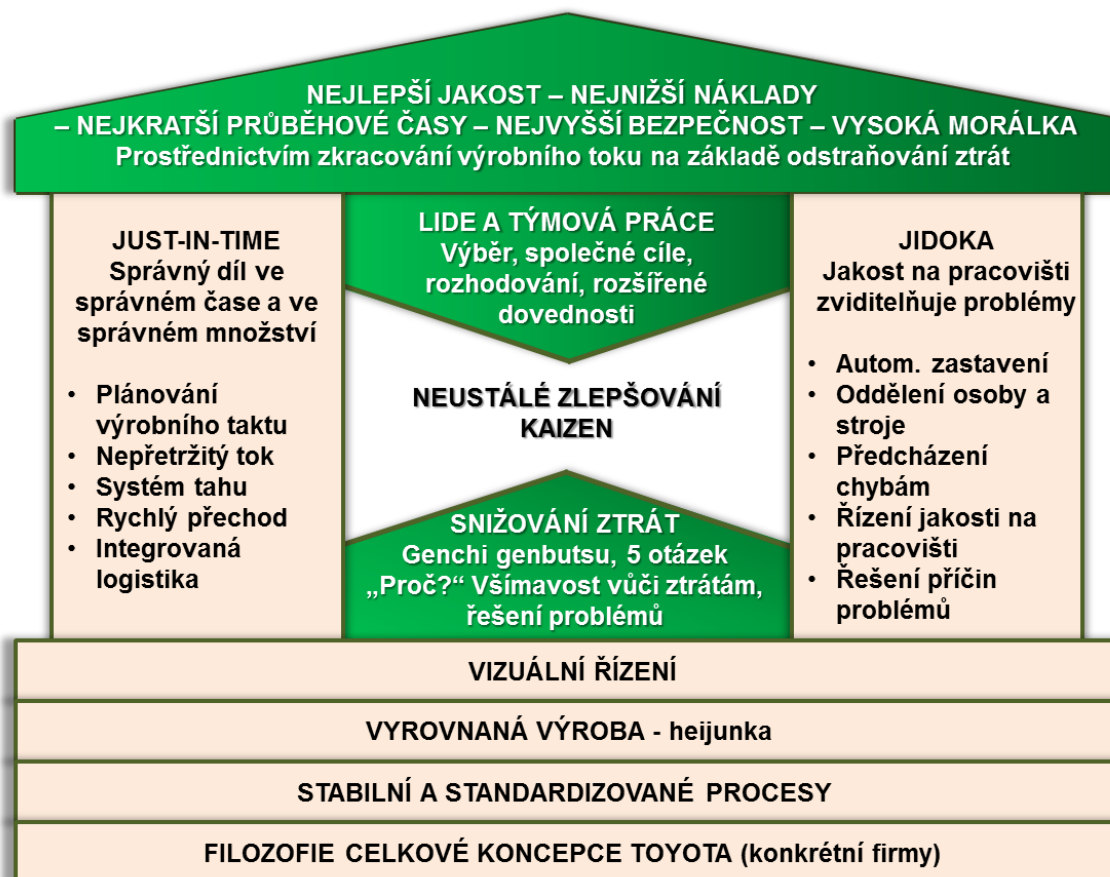
13. Rychle výměnné přípravky (SMED – Single Minute Exchange of Die)

Očekává se, že výměna přípravku při změně výrobku nebo na počátku montáže bude provedena v minimálním čase (nejlépe do jedné minuty). Po řádném ustavení přípravku v pracovní pozici nejsou přípustné jakékoli vůle v jeho uložení. Přípravek musí být konstruován tak, že jde založit do stroje pouze jedním způsobem. Pro složitější aplikace (více SMED přípravků na jednom stroji) je nutné použít kódování, senzorickou detekci pro jejich správnou identifikaci.

14. Týmová práce

Jedná se o stálý tým výrobních pracovníků, techniků a pracovníků oddělení kvality, kteří přispívají neustálým zlepšováním procesu k vyšší efektivitě výroby. Klíčem k úspěšnému implementování prvků štíhlé výroby jsou motivovaní a zainteresovaní pracovníci, tzn. vhodně zvolení lidé (s potřebným vzděláním), proškolení, s obecným povědomím o štíhlé výrobě. Vývoj a optimalizování výrobních prostředků je vhodné provádět ve spolupráci s obsluhou výrobních zařízení a pracovníky údržby.

Důležité je určení a zplnomocnění vedoucích projektů, vytvoření vhodného „ovzduší“ pro zkoušení nových výrobních postupů a potřeba předvedení a obhájení pilotního projektu.



Obr. 2-2 Systém výroby firmy Toyota – dům podle Fujio Cha[3]

2.1 Metody průmyslového inženýrství

Samotné metody je možné dle pohledu Ing. Otakara Ježka rozdělit na dvě základní skupiny, ve kterých jsou obsaženy různé metody průmyslového inženýrství. Tyto skupiny představují metody základní a metody komplexní.

2.2 Základní metody[5]

Tyto metody jsou zaměřeny na určitou, většinou úzkou skupinu problémů produkčního systému a představují "nejlepší praxi" při jejich řešení, přínos těchto metod není vždy dosažitelný různým postupem. Většinou každá z těchto metod vyžaduje určitý přístup k dané metodě, aby bylo dosaženo požadovaného výsledku. Výsledkem jejich užití mohou být hmatatelná zlepšení procesu. Jedná se většinou o jednoduché metody, které první užitečné výsledky přinášejí v krátké době a jsou zpravidla velmi dobře vyhodnocovány. Jsou základem pro zlepšování procesů. Při zavádění průmyslového inženýrství se mají využívat jako první v řadě a jsou to:

- Jednokusový tok
- Kanban
- SMED
- Jidoka
- POKA –YOKE

- MOST
- 5 S
- TPM
- Projektové řízení
- Průmyslová moderace
- Standardizace
- Vizualní řízení

2.2.1 Jednokusový tok a takt

OPF jak je v některých případech zkracováno One Piece Flow znamená v doslovném překladu tok jednoho kusu. Obecně se jedná o způsob kontinuálního průchodu výrobku přes jednotlivé výrobní procesy bez čekání, přerušování a tím pádem i plýtvání. Tento způsob průchodu materiálu výrobním systémem je alternativou ke klasickému vyrábění v dávkách. OPF umožňuje dosáhnout skutečné just-in-time výroby. Cílem této metody je vytvoření kontinuálního toku materiálu ve výrobě, udržení množství rozpracovaných dílů na co nejnižší hodnotě, zvýšení kvality výroby a zrychlení výroby dílů. Dalším důležitým efektem zavedení OPF je, že v případě kdy se odhalí nekvalita již během výroby, tak se může tento kus vyloučit z výrobního cyklu a nemusí se tak do zmetku vkládat finance (v podobě dalších výrobních operací). One piece flow tedy spadá do oblasti synchronizace toků.

Princip fungování této metody je nejlépe viditelný z porovnání výroby v dávkách a OPF na následujících dvou obrázcích. Výroba tohoto produktu se skládá ze tří operací, kdy na každém pracovišti trvá výroba jednoho kusu jednu minutu. Jak je vidět, v tomto případě je výrobní cyklus naprosto vyvážený a takt je na všech pracovištích stejný. Pro OPF je právě vyrovnání taktu na jednotlivých pracovištích klíčové. Při výrobě v dávkách pro takovýto výrobek bude trvat 21 minut, než bude vyroben první kus a 30 minut než bude vyrobena celá dávka. Tím je vytvořené ztráta čekáním (plýtvání) na každé operaci. U OPF je výroba mnohem rychlejší - První kus je vyroben za 3 minuty a všechny kusy jsou hotovy za 12 minut. Eliminací prostojů a čekání byla výroba zkrácena o 18 minut, což je čas výroby další jeden a půl dávky. (tedy v tomto velmi idealizovaném případě). [4],[6],[7]

Přínosy jednokusového toku jsou:

Přínosy zavedení této metody je možné shrnout do následujících bodů:

- Snížení rozpracovanosti výroby.
- Snížení průběžné doby výroby.
- Rychlejší identifikace nekvality - Pokud je použito pravidlo "udělám jeden, přesunu jeden" můžu rychleji identifikovat nekvalitu a tím šetřit práci, zkracovat čas výroby a šetřit finance.
- Redukce výrobních ploch - Snížením počtu rozpracovaných dílů a shlukováním Pracovišť můžeme ušetřit místo, které může být použito k jiným účelům.
- Identifikace úzkého místa procesu.
- Stabilnější výrobní proces.

- Zvýšení flexibility - Ve spojení například s metodou SMED je možné zvýšit rychlost přetypování a následného rychlejšího vyrábění potřebných dílů, tím pádem můžeme výrobu daných kusů zadávat do výroby později a zároveň šetřit skladové zásoby.
- Zvyšuje bezpečnost - Průzkumy ukazují, že přílišné přetěžování je hlavním zdrojem zranění na pracovištích. Tím, že se výrobní systém převede na OPF se sníží množství potřebných pohybů a eliminuje se potřeba zvedání těžkých palet.

Takt, který je nepochybně spjat s tokem, znamená základní rytmus jednokusového toku. Ne všechny operace, které se v procesu objevují, trvají stejně dlouhou dobu. TPS chápe takt jako poptávku zákazníků po zboží. Tedy vyrábět takovou rychlostí, aby zákazník byl vždy a včas obslužen ale nedopouštět se nadvýroby.

2.2.2 Kanban

Tato metoda byla původně vyvinuta firmou Toyota Motors v padesátých letech min. století (1947). Zasloužil se o to japonský vedoucí montážní dílny společnosti Toyota Motors Taiichi Ohno (1912-1990). Význam slova KANBAN je možné v překladu vysvětlit jako sloučení dvou japonských slov, slova KAN- karta a BAN- signál. Význam bývá často ztotožňován s metodou Just in Time, což není tak úplně správně.[8]

Skutečný jednokusový tok pracuje s nulovou úrovní zásob. Kanban se využívá tam, kde není možné, aby procesy navazovaly přímo na sebe, např. z důvodu, že procesy jsou od sebe příliš vzdálené nebo průběhové doby operací jsou značně odlišné. Celý systém pak funguje následovně: kanbany v omezeném počtu obíhají mezi následným (montáž) a předchozím (výroba dílů) výrobním procesem. Tedy kanban je předmět (většinou karta) nebo signalizace, která označuje, že pojistná zásoba je pod kritickou úrovní a je třeba ji doplnit. Je to řízení výroby pomocí tahu. Např. když automobilka díl spotřebuje, je kanban odeslán zpět k výrobcí dílů. Ten díky kanbanu ví, který díl automobilka spotřebovala, což je pro něj zároveň signál, aby díl nebo přepravku dílů poslal do automobilky.[8],[9]

KANBAN karty jsou různé, podle využití v různých regulačních okruzích a podle funkcí, které mají plnit. Při aplikaci počítačů v řízení se dnes častokrát už nevyužívají klasické KANBAN karty, ale jako nosič informace slouží například přímo paleta a běžným způsobem přenosu informace jsou například čárové kódy. Jak bude signál vyjádřen, se odvíjí od problematiky s ním spojené a není až tak podstatný. Důležité je nastavit čas, kdy k signálu kanban má dojít.[9]

2.2.3 Jidoka, andon, 5P, POKA-YOKE

Defekty, závady a poškození jsou nejhorším způsobem plýtvání, protože energie, která musí být vynaložena na jejich opravu, nepřináší žádnou přidanou hodnotu na výrobku. Proto Toyota vyvinula koncept zvaný jidoka neboli navrhování zařízení a procesů tak, aby se zastavily v okamžiku výskytu jakéhokoliv problému.

Původ jidoky sahá až do roku 1902, kdy Sakichi Toyoda vynalezl mechanismus, který vypne automatický tkalcovský stav ve chvíli, kdy bylo zjištěno zlomené vlákno. Jidoka je založena na principu okamžitého přerušování výrobního procesu v případě výskytu procesní abnormality, nikoli na principu následného zkoumání údajů o kvalitě [10].

Používaný přístup je takový, že každé výrobní zařízení je vybaveno mechanismem, který zjišťuje odchylky a následně automaticky zastaví zařízení. Poté toto zařízení signalizuje

praporkem nebo světlem se zvukovým doprovodem, že je potřeba řešit problém s jakostí. Tomuto systému signalizace se říká andon. Tato okamžitá signalizace a následné řešení jakosti či problému hned u zdroje šetří čas a peníze. Tím je zabráněno ztrátám a produktivita roste. Andon je někdy také nazýván jako „systém zastavení linky v pevně daném úseku“. Systém jidoka také umožní, aby u každého stroje nemusel vždy stát operátor, hlídající proces. Jeden operátor může obsluhovat několik strojů, protože chyby se automaticky detekují a proces se zastaví, aby se příčina mohla odstranit. [10],[11],[12]

Při řešení problému je pak vhodné řídit čtyřmi klíčovými kroky a to:

1. Jdi se osobně přesvědčit, co se stalo
2. Proveď rozbor celé situace
3. Využijvej jednokusového toku a nástroje andon k odhalení problému
4. Pětkrát si polož otázku „Proč?“

5P - Položením otázky „Proč?“ pětkrát za sebou má za následek zjištění nejhlubší příčiny problému. Jde o týmový nástroj, který udržuje koncentraci na řešení daného problému. S odstraňováním ztrát a chybně prováděných úkonů souvisí pojem POKA-YOKE.[13]

Poka Yoke [13] je levné, vysoce spolehlivé zařízení, které se využívá v systému Jidoka. V doslovném překladu znamená Poka – neúmyslná chyba a Yoke – zmenšení, z čehož plyne, že Poka – Yoke znamená zmenšení neúmyslné chyby. Neboli, je to systém, který má za úkol starat se o minimalizaci neúmyslných chyb a chyb způsobených nepozorností tzn., že průběh výroby je uzpůsoben tak, aby nebylo možné jednu výrobní operaci provést více různými způsoby.

Podle systému Poka – Yoke jsou například různé zástrčky a konektory vhodně barevně a tvarově odlišeny, tudíž jednu zástrčku mohou vsunout pouze do konkrétní zásuvky a pouze jedním, správným směrem.

2.3 Komplexní metody[5]

Komplexní metody, jinak také nazývané jako zastřešující metody mají nejdůležitější schopnost a tou je jejich schopnost spojovat základní metody do, zaměřených na zpravidla širší oblast problematiky průmyslového podniku. Využití těchto metod v "začátečnické" firmě je velmi složité, naopak je nutné, aby pracovníci dané firmy již měli ve zlepšování produkčního systému něco za sebou. Mezi komplexní metody patří:

- Trvalé zlepšování procesů
- Just-In-Time (JIT)
- Kaizen,
- Týmová práce
- Nová montáž
- Six sigma
- Štíhlé pracoviště
- TOC – Teorie omezení

2.3.1 Just-in-time (JIT)

S jednokusovým tokem souvisí pojem Just in Time, který je někdy překládán jako „právě v čas“. Jde spíše o filosofii a přístup k samotné výrobě, než o nějaký soubor zásad. Cílem systému „Právě včas“ je odstranit všechny aktivity, které při procesu nepřidávají hodnotu a vytvoření zeshlíhleného, dostatečně flexibilního výrobního systému, aby reagoval na výkyvy v zákaznických objednávkách.

Příkladem JIT metody jsou supermarket, ve kterých pracovníci doplňují zboží, až když je na polici volné místo – signál, že je poptávka po zboží. Na polici je tak malé pojistné množství výrobku, které je pravidelně kontrolováno a doplňováno pracovníkem, který je bere ze skladu. V případě, že zákazník zboží nechce, zůstane na polici a nedoplňuje se. To je podstata systému JIT – doplňovat nebo vyrábět to co chce zákazník a jen tehdy když to chce. [13]

2.3.2 Standardizace

Taichi Ohno o standardizaci řekl:

„Listy s popisem standardního výkonu pracovních činností a informace v nich obsažené tvoří významné prvky systému výroby firmy Toyota. Má-li osoba, která pracuje ve výrobě, vyhotovit popis standardizovaného výkonu pracovní činnosti tak, aby mu rozuměli i ostatní pracovníci, musí být nejprve přesvědčen o jeho významu... Vysoká efektivnost výroby je udržovaná díky tomu, že se předchází opakovanému výskytu vadných výrobků, provozních chyb a nehod, a že se využívá nápadů našich pracovníků. To vše je možné jen díky nenápadnému listu standardního výkonu práce.“ [4]

Henry Ford se ke standardizaci vyjádřil již v roce 1926 takto:

„Dnešní standardizace... je nezbytným základem, z něž budou vycházet zítřejší zlepšení. Když budete o „standardizaci“ uvažovat jako o tom nejlepším, co znáte dnes, ale co zítra musí být vylepšeno – někam to dotáhnete. Pokud ale budete na standardy myslet jako na omezení, veškerý pokrok se zastaví.“ [14]

Standardizace je tedy základním pravidlem pro neustálé zlepšování a zvyšování kvality. Výsledek by měl být společným úsilím pracovníků na konkrétním místě a jejich nadřazených.

Popis standardizované práce by měl být součástí každého výrobního zařízení a měl by se nacházet na takovém místě, aby na něj bylo dobře vidět. Pokud by mělo dojít k novému postupu výroby a byly vytvořeny nové standardy, je firmou vytvořen zkušební tým, který zkoumá odlišnosti od původního postupu a po uplynutí zkušební doby aktualizuje vyvěšené standardy.

3 SMED

Variabilita a individualizace výroby vedly v posledních letech k tomu, že prakticky každý podnik musí vyrábět ve stále menších dávkách a stále častěji musí měnit zakázky. Klíč k pružnosti a malým výrobním dávkám je v redukci času na přestavení zařízení místo složitých vzorců na výpočet optimálních dávek, který byl hojně využíván v osmdesátých letech ve snaze amortizovat náklady na seřízení prostřednictvím zvyšování výrobních dávek, aniž by podniky usilovaly o jiný způsob výrazného snižování nákladů spojených se změnami. Obrovské rezervy v přestavování zařízení jsou ve standardizaci a v platformách výrobků nebo unifikaci materiálu a komponentů.

Rychlé změny jsou systematickým procesem minimalizace časů přestavby pracoviště mezi výrobou dvou po sobě jdoucích různých typů výrobků neboli výrobních zakázek. Nejznámější metodou pro rychlé změny je SMED.

3.1 Co je to SMED

Metoda SMED (Single Minute Exchange of Die = volně přeloženo jako výměna raznice (v širším slova smyslu nástroje) v jednociferném minutovém řádu - v čase 1 až 9 minut). Vznikla při zkoumání přestavovacích časů velkých lisů. Jejím autorem je jeden z otců výrobního systému Toyota a významný průmyslový inženýr Shigeo Shingo. Jedná se vlastně o metodologii zkracování a standardizace přestavovacích procesů. Označil ji jako „revoluci ve výrobě“. Umožnila přechod k malodávkové výrobě.

Důsledky má SMED také pro stabilizaci kvality výrobního procesu, pro niž je správné a standardizované seřízení strojů a výrobních zařízení velmi důležitým faktorem. Kromě názvu SMED se v literatuře zažil i název Quick Changeover, tedy rychlá výrobová změna.

3.2 Historie SMED

Počátky nového přístupu k problematice seřizování a výměny nástrojů můžeme hledat už v roce 1950. Shigeo Shingo řešil problematiku odstranění úzkého místa ve výrobním systému jednoho závodu firmy MAZDA, které způsobily tři lisy.

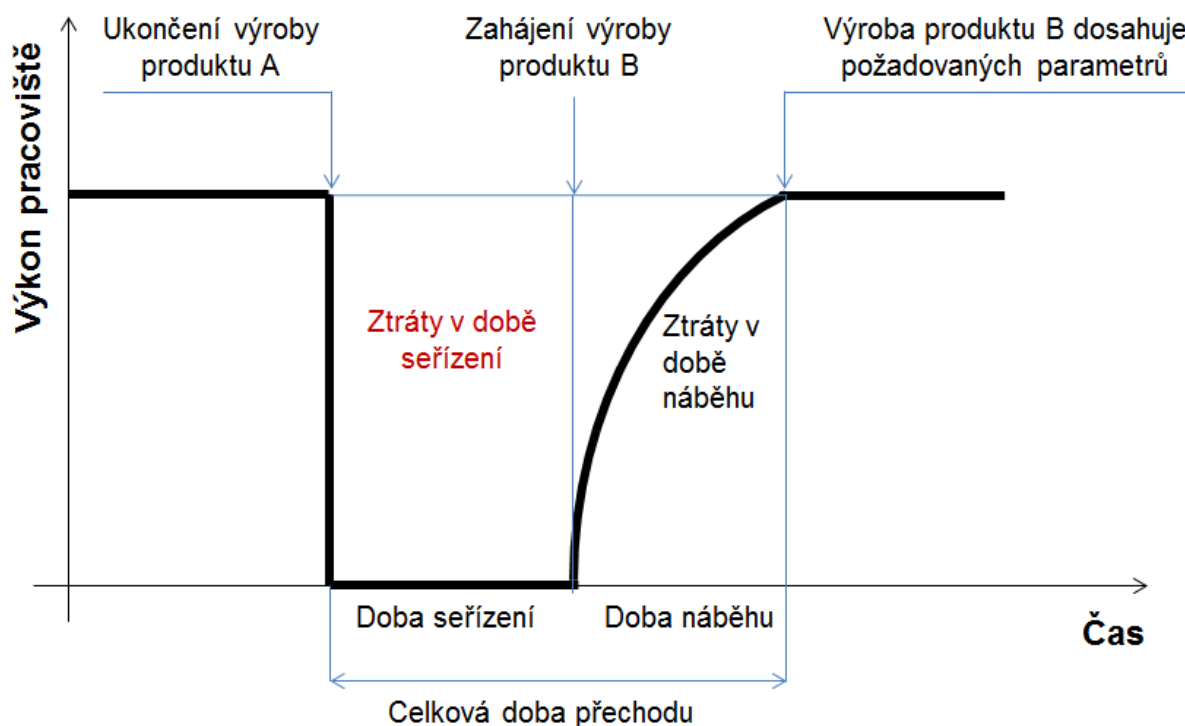
Nedosahovaly podle provozních pracovníků potřebné kapacity. Procesní analýza ukázala, že při výměně nástroje na 800 tunovém lisu ztrácí obsluha čas například tím, že pro připevnění nástroje hledá šroub po celém provozu. Následně si ho musela zapůjčit ze sestavy jiného stroje. Až poté mohla pokračovat v práci. Podobné příhody lze v podmínkách naší výroby spatřit každý den.

3.3 Vývoj SMED

Vývoj systému SMED trval Shingovi přes devatenáct let. Představoval hloubkovou analýzu praktických a teoretických aspektů zlepšování procesu výměny nástrojů a využití mnoha praktických zkušeností. Reagoval na požadavek štíhlé výroby při minimalizaci výrobních dávek a jejich střídání. To bylo totiž ekonomicky neúnosné při dlouhých **přestavovacích časech**, které jsou někdy označeny jako časy potřebné na přípravu a zakončení výrobní dávky.[1]

3.3.1 Přestavovací čas

Přestavovací čas je obecně definován jako doba, která uplyne mezi dokončením posledního dobrého kusu výrobní dávky produktu A a časovým okamžikem, kdy výroba následující dávky produktu B dosáhne požadovaných parametrů, jak kvalitativních tak i výkonových (viz **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**).



Obr. 3-1 Celkový průběh času přestavení

3.3.2 Přestavení stroje

Přestavení stroje, eventuálně výrobní linky, chápe autor této metody jako proces, který se skládá z celé řady dílčích operací. Tyto operace musí být jednoznačně definovány a standardizovány.

Nesmí jít o žádnou zvláštní činnost ponechanou osobním dovednostem kvalifikovaných pracovníků – v našem případě seřizovačů, ale o proces, který by měli zvládnout i operátoři. Je to hlavně z toho důvodu, aby:

- byli při přestavení stroje využiti
- přestavovali dané stroje perfektně pro umožnění normálního průběhu zpracovatelských operací
- rozuměli co nejlépe ovládání a funkci strojů, které obsluhují
- okamžitě a přiměřeně reagovali na vznikající abnormality

3.4 Funkce a význam metody

Tato metoda je založena na zdůraznění skutečnosti, že změny jako takové nepřidávají výrobku žádnou hodnotu a musí být proto chápány jako **plýtvání**.

3.4.1 Plýtvání při změnách (výměnách) a seřizování

Často už i první hrubá analýza pomocí technik, které používá průmyslové inženýrství, odhalí, jak mnoho se při změnách a seřizování plýtvá. Jde zejména o plýtvání časem, který představuje prodloužení prostoje stroje či výrobního zařízení. Plýtvání můžeme rozdělit na zjevné a skryté.

Příklady zjevného plýtvání z praxe

Zde jsou uvedeny pro představu příklady zjevného plýtvání v podmínkách našich podniků:[1]

- hledání dílů a náradí ve skříňkách, brašnách či kufřících,
- příprava prostoru po zastavení stroje,
- drobné opravy na novém nástroji až v průběhu změny,
- transport nástrojů po zastavení stroje,
- zbytečná chůze „někam a pro něco”,
- dlouhá doba čekání u seřizovaného stroje na „uvolnění do výroby”,
- pozorování práce druhého pracovníka,
- čas na cigaretu nebo na povídání si s kolegy při výměně, atd.

Plýtvání skryté

Vedle zjevného plýtvání časem existuje i velké množství plýtvání skrytého.[1] Například se jedná o:

- utahování šroubů,
- nastavování pracovních výšek,
- nastavování dorazů, atd.

3.4.2 Třídění plýtvání

Plýtvání časem při změnách a seřizování třídíme tak, že k tomu často využíváme následující čtyři hlavní skupiny, které zachycují všechny významné druhy zjevného i skrytého plýtvání:[1]

1. Plýtvání při přípravě na změnu (výměnu)

První případ poukazuje například na plýtvání způsobené hledáním a nalézáním vlastních nástrojů a pomůcek, hledání kontrolních přípravků, na kontrolu specifikací a výrobních postupů v době výměny atd.

2. Plýtvání při montáži a demontáži

Plýtvání při montáži a demontáži se projevuje u povolování a utahování šroubů, demontáží a montáží přípravků a dopravníků, pozorování a čekání pracovníků jeden na druhého apod.

3. Plýtvání při do-seřizování a zkouškách

Ve třetím případě se jedná o všechny pohyby, které jsou spojené se seřizováním pracovních výšek, do-umístění nástrojů, do-seřizení manipulátorů atd.

4. Plýtvání při čekání na zahájení výroby

Čtvrtá skupina zahrnuje například dobu čekání na „toho pravého”, který může rozhodnout o tom, zda je stroj připraven a je možné vyrábět. Bohužel v našich podmínkách trvá někdy i několiknásobek doby vlastní změny.

Výčet a rozdělení plýtvání dokazuje, že není potřeba akceptovat dlouhou dobu výměn nástrojů a seřizování jako „nutné zlo“, ale naopak se pokusit o to tuto dobu zkracovat.

Ke zkracování a eliminaci této doby nám může pomoci „desatero IPI“ pro eliminaci plýtvání při rychlých změnách, které říká:[1]

1. *Plýtváním jsou veškeré výměny i seřizování.*
2. *Pojem „to je nemožné“ neexistuje.*
3. *Na zkracování dob výměny a seřizování se podílí celý tým nikoli jednotlivci.*
4. *Videozáznam je nad vše.*
5. *Užívej standardního jízdního řádu pro popis postupu výměny.*
6. *Nástroje a pomůcky musí být před změnou připraveny.*
7. *Pohyb rukou přivlastní výměně je v pořádku, nikoli ale pohyb nohou.*
8. *Vyhýbej se šroubům.*
9. *Při seřizování používej stupnice a značky.*
10. *Žádný závod nevyhraješ bez pořádného tréninku.*

3.5 Tradiční přístupy

Tradiční přístup vychází z těchto předpokladů:

seřizování = nutné zlo,

koncentrace především na hlavní operace, výměny a seřizování jsou vedlejší,

absence programu pro změny a seřizování v podniku,

nedůsledné náměry a vyhodnocování při výměnách a seřizování,

pro seřizování je určena jen osoba, která má dostatečně dlouhou praxi,

operátoři se nevěnují jen seřizování, vykonávají paralelně jinou činnost.

Obecně se čas potřebný pro seřizování strojů a výměnu nástrojů skládá z následujících složek:

50% je potřeba na odzkoušení a případné úpravy,

30% zabere příprava, kontrola materiálu a nástrojů,

15% se stráví polohováním a seřizováním nástrojů,

5% spotřebuje montáž a výměna nástrojů.

Realizace tradičního pohledu znamená zastavení chodu stroje, což vede k růstu výrobních nákladů. Aby mohl podnik obstát mezi konkurencí, nemůže si takové zdržení dovolit. Proto je tradiční pohled podroben kritice, jelikož jej již nelze ve stávajícím pojetí nadále provozovat. [1]

Tento negativní dopad seřizování minimalizuje zvýšením velikosti vyráběné dávky. Rozloží tak náklady na seřizování na velký počet vyráběných kusů. Jinak řečeno, zvýšení počtu kusů v dávce při aplikaci tradičního přístupu povede k relativně velkým úsporám času a nákladů.

V současnosti je tradiční přístup změn a seřizování ohrožen, jelikož je potřeba pružně reagovat na poptávku trhu. V reakci na to musíme zavádět výrobní systémy, které jsou založeny na produkci výrazně menších dávkách a zakázkách. Proto je potřeba výrazně

snižovat časy na seřizování a výměny. Je to systematický proces, který minimalizuje vznikající časové prodlevy při přestavbách pracoviště mezi výrobou dvou po sobě následujících různých typů výrobků. [3]

Proč tedy rychleji vyměňovat a seřizovat?

Odpovědí může být následující schéma:



Obr. 3-2 Schéma 3z

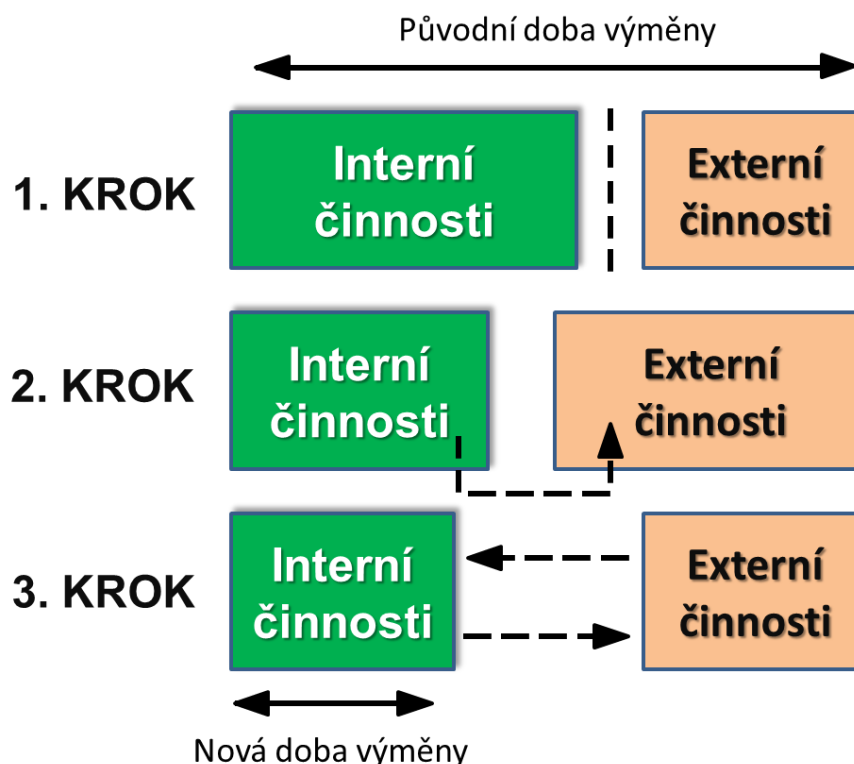
3.6 Funkce – koncepce metody SMED

Zkušenost s výměnou nástroje ve firmě MAZDA vedla Shinga k vyslovení za základní myšlenky pozdějšího systému SMED – operace seřizování je nutné rozdělovat do dvou základních skupin:

- **interní operace** (například vlastní seřizování matrice, nástroje, zápusťky apod.), které mohou být prováděny *pouze v případě zastavení stroje*
- **externí operace** (například doprava do skladu, příprava nástroje u stroje apod.), které mohou být provedeny *i při chodu stroje*

Základní koncepce systému SMED:

1. Nutnost provedení důkladného záznamu přestavovacího procesu
2. Oddělení (rozlišení) operací externího a interního seřizování
3. Převod interního seřizování na externí
4. Zkracování obou typů operací organizačními a technickými opatřeními



Obr. 3-3 Jednotlivé kroky metody

3.6.1 Nutnost provedení důkladného záznamu přestavovacího procesu

V této fázi se plánuje, jak uplatnit metodu SMED. Studují se a analyzují skutečné provozní podmínky, v kterých se interní a externí operace směšují (co zde může být řešeno jako externí seřizování, je prováděno jako interní a narůstají prostoje strojů => narůstají prostoje strojů!). Je zde vhodné uplatnit jak klasické přístupy průmyslového inženýrství (například studium metod a měření práce), tak i strukturovaný rozhovor s obsluhou strojů a seřizovači. Ale nejlepší metodou je natočení video záznamu daného postupu seřizování stroje. Natočený záznam je pak vhodné (po skončení celého procesu výměny a seřizování) ukázat všem zainteresovaným pracovníkům. To, že mají pracovníci provozu možnost se vyjádřit k problematice je vždy velmi významným zdrojem námětů pro zlepšování celého procesu (problémy se nejlépe řeší tam, kde vznikají). [1]

3.6.2 Oddělení (rozlišení) operací externího a interního seřizování

Zde je nutné rozlišit a separovat operace externího a interního seřizování. Pokud se zeptáte kteréhokoli pracovníka, tak s vámi bude souhlasit, že přípravu nástrojů a jejich údržbu je možné provádět i při chodu stroje. Nicméně autor metody uvádí, že se to v praxi často děje naopak. Provedeme-li analýzu, kolik dílčích interních operací je možné vykonávat jako externí, potřeba času pro interní seřizování může být zkrácena o 30 až 50 %. Schopnost separovat externí a interní seřizování je jakousi vstupenkou pro využití možností metody SMED.

3.6.3 Převod interního seřizování na externí

Další prostředek ke zvyšování produktivity (aby byly splněny „japonské“ nároky) je konverze (převod) co největšího počtu interních operací na externí. Zde se při hledání

způsobu, jak tuto konverzi provést, analyzují možnosti uplatnění procedur (činností), které jsou jinak prováděny po zastavení chodu stroje (například kontinuální doplňování materiálu atd.). Pomocí prověrky jejich skutečné funkce mohou být rovněž často konvertovány na externí i operace prováděné dosud ve stávajícím stavu jen jako interní. Zde je ale nutné přijmout nové postupy, které nejsou svázány stávajícími návyky a zvyklostmi v provozu. Zde jde hlavně o to, aby byli operátoři a seřizovači dostatečně seznámeni s těmito novými postupy a je byli sami schopni aplikovat do výrobního postupu.

3.6.4 Zkracování obou typů operací organizačními a technickými opatřeními

Tento krok spočívá v silné koncentraci na jednotlivé operace. Jedná se o jejich detailní analýzu s cílem jejich následného zlepšování. Zkracování obou typů operací je prováděno organizačními a technickými opatřeními.

V případě externích operací se jedná například o procesy přípravy a transportu nástrojů. U interních se zaměřujeme na rychlejší způsoby upevňování nástrojů (např. instalací rychlospojek, klasické šrouby nahradíme bajonetovými apod.), zkracování zkušební doby, standardizaci dílů atd.

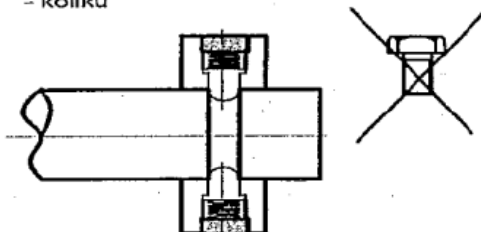
Systém SMED byl aplikován autorem a jeho nástupci v celé řadě průmyslových podniků. Sám Shingo uvádí, že průměrná doba seřizování po aplikaci zdokonaleného systému v 90. letech trvá v průměru 2,5 % času potřebného před aplikací metody SMED. Z takového radikálního zvýšení produktivity a snížení nákladů na výrobu jsou potom jednoznačná tato zlepšení:

- snížení průběžné doby výroby
- zvýšení míry vytíženosti strojů
- snížení chyb při seřizování
- zlepšení jakosti
- zvýšení bezpečnosti práce
- možnosti výroby v menších dávkách a tím snižování skladových zásob
- likvidaci ztrát, snižování nákladů a zvyšování produktivity
- atd.

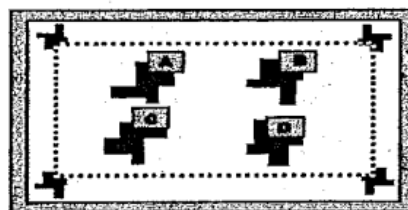
Metoda jednoho pohybu

Koncepce zajištění objektů pomocí jednoho pohybu je možná např. pomocí:

- upínek
- pružin
- kolíků
- magnetismu
- vakua

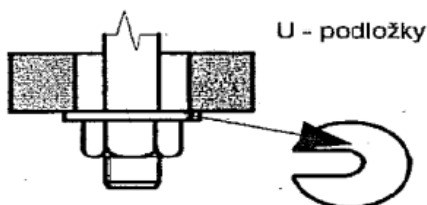


Princip nejmenšího společného násobku



umístění pomocí dorazů

Upnutí jednou otáčkou



Paralelní operace

protagonisté výměny

ÚKOL	ČAS	Ř ₁	Ř ₂
	⊖		
"0"	+		

Obr. 3-4 Prostředky pro zkrácení časů přetypování [1]

3.6.5 Koncepce nulových změn

V polovině 90. let se objevuje cíl ještě daleko agresivnější, tzv. koncepce „nulových změn“ (zero changeover). Tato koncepce říká, že firma, která chce být konkurenceschopná, musí umět provádět výměnu a seřizování v čase pod 3 minuty! Konečnou vizí podniku, který chce tohoto času dosáhnout je skutečná „nulová změna“. Pro dosažení tohoto cíle se můžeme řídit následujícími pravidly:

- hledat cesty, jak provést výměnu bez zastavení stroje
- položení si otázky, zda je možné, aby byla výměna úplně eliminována

Význam této koncepce si uvědomila řada výrobců strojů a zařízení. V 90. letech se jejich snahy projevily rozšířením koncepcí známých již dříve například z oblasti obráběcích strojů.

3.7 Význam metody SMED

Význam metody SMED je hlavně v eliminaci časů změn. Respektive je tato metoda založena na programu rychlých změn. Jedná se zde vlastně o to, aby byla radikálně snížena doba času výměny a seřizování nástrojů.

Musíme mít ale na paměti, že radikálního zkrácení nelze dosáhnout jednorázovou akcí za účasti jednoho nebo pár vybraných pracovníků. Lze zde například užít **program rychlých změn**. Tento program je založen na týmové práci. Využívá k tomu principy dynamického zlepšování procesů včetně průmyslové moderace.



Obr. 3-5 SMED v praxi[20]

3.7.1 Popis výhod

Do popisu výhod metody SMED patří například přímý přístup. Metoda, která byla vyvinuta průmyslovým inženýrem Shigeo Shingem, se příkládá k přímému přístupu za účelem zlepšení existujícího stavu. Metoda snadno získá a zvýší redukci přestavovacích časů až o 90%. Jako další výhodou SMED je velmi malá počáteční investice, která naopak přináší velké výkony. Uplatnění metody v průmyslových podnicích je velmi flexibilní a lze ji využít na všechny druhy průmyslového odvětví. Přínos je patrný i při zlepšení technologických a výrobních podmínek. Díky kratšímu času výměny získáme kratší prostoje stroje. To znamená, že se nám u stroje zvýší vytíženost. Převodem interních časů na externí ze zkrátí přestavovací čas a pomocí vylepšení, která s sebou metoda SMED přináší, jako například různé formy a rychlejší utahovávky, se sníží i riziko chyb při uchycení a následné seřízení nástroje.

3.7.2 Popis nevýhod

Použití metody SMED je zbytečné pokud se nejedná o organizovaný postup práce. V organizovaném postupu se dají vytvářet nové změny, ale v neorganizovaném se těžko hledá správný postup výměny. Zároveň je použití metody SMED zbytečné tam, kde stroj dosahuje velmi malých prostojů nebo kde zrychlení výměny způsobí spíše prostoje stroje.

3.7.3 Přínosy metody SMED

Hlavním přínosem uplatnění systému SMED může být snížení času seřízení na 2,5 % z původní hodnoty, uváděné před zavedením programu rychlých změn. Mezi další výhody patří snížení průměrné doby výroby, zvýšení bezpečnosti práce nebo zvýšení míry vytížení strojů. Aplikace metody SMED také umožní zapojit obsluhu stroje do procesu seřizování a povede ke zlepšení organizace, pořádku i komunikace ve výrobním procesu. [3]

4 Charakteristika výrobního systému

Praktická část této diplomové práce byla prováděna ve firmě Kermi, s.r.o., která tuto problematiku zadala.

4.1 O podniku

V následující kapitole bude uveden stručný přehled informací o firmě Kermi s.r.o., ve které se nachází skupina pracovišť, přesněji svařovacích linek, která jsou předmětem optimalizace. Tato část diplomové práce byla zpracována na základě interního spisu[15], který byl zpracován jednatelem firmy, panem Alexanderem Kaißem.

4.1.1 Postavení společnosti na trhu

Společnost Kermi s.r.o., je výrobní závod v oblasti topné a sanitární techniky. Arbonia-Forster-Holding je akciová společnost se sídlem v Arbonu ve Švýcarsku, která je kótována na SIX Swiss Exchange. Společnost AFG se pyšnila kupříkladu v roce 2010 obratem, který činil okolo 27 miliard CZK a v současnosti zaměstnává kolem 5.800 pracovníků. Divize topné a sanitární techniky je jednou, z pěti divizí Arbonia-Forster-Holding AG. Tato divize vytvořila v roce 2010 obrat okolo 10,5 miliard CZK a zaměstnávala okolo 2.600 zaměstnanců.

Divize topné a sanitární techniky Arbonia-Forster-Holding AG je vedoucím evropským prodejcem radiátorů, plošných vytápěcích těles a chladících zařízení nebo sprchových koutů. Tyto produkty jsou následně uvedeny na trh pod značkami Kermi, Prolux, Arbonia a Aqualux. Hlavní sídlo této divize se nachází u Kermi GmbH v Plattlingu, Německo. Společnost Kermi GmbH je současně mateřskou společností Kermi s.r.o.

Po závodě v Plattlingu je Kermi s.r.o. ve Stříbře druhým největším výrobním závodem v divizi topné a sanitární techniky, V současnosti zaměstnává aktuálně okolo 750 pracovníků. Na výrobní a logistické ploše přes 50.000 m² produkuje ročně přes půl miliónu topných těles a sprchových koutů. Tímto se stal největším zaměstnavatelem ve městě Stříbro. Firma se považuje za výrobní závod radiátorů v Evropě, který vyrábí největší a nejkompexnější sortiment radiátorů.[15]



Obr. 4-1 Kermi s.r.o.[16]



Obr. 4-2 Divize koncernu AFG[16]

Vedle výrobního úkolu zodpovídá Kermi s.r.o. za odbyt radiátorů a sprchových kabin v České republice.

Firma je tedy specializována na vysoce kvalitní, designově orientované dekorativní radiátory. Vedle nejvyšších požadavků na kvalitu produktů je pro firmu také důležité efektivně reagovat na potřeby a požadavky zákazníků. Rozmanitost vyráběných produktů a výrobní technologie vyžaduje kvalifikované a dobře vyškolené pracovníky

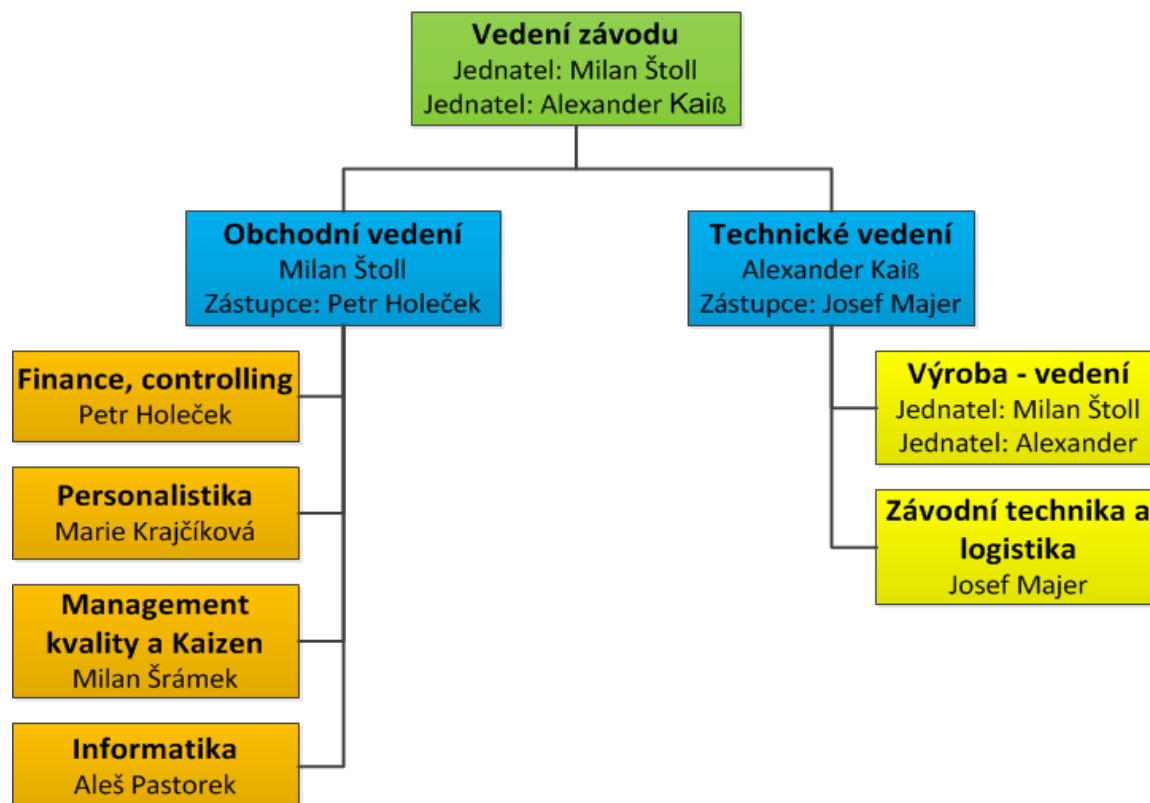
Protože se firma generálně pohybuje ve velmi konkurenčním tržním prostředí, byla a stále je nucena skrz permanentní zlepšování všech procesů zachovat její konkurenceschopnost popř. ji dále zdokonalovat.

4.1.2 Historie vývoje v Kermi:[17]

- 1960 Kurt Kerschl zakládá Kermi OHG na výrobu palivových nádrží ropy.
- 1967 Kermi zahajuje výrobu plochých radiátorů a stává se dodnes jedním z předních evropských výrobců v tomto odvětví.
- 1976 Obchodní oblast je postavena na výrobě sprchových koutů. I zde, se Kermi rozvíjí prostřednictvím neustálého rozšiřování programu-range, v jednoho z předních evropských výrobců topné techniky.
- 1987 Představení V-Compact chladiče NT 2000 s integrovaným distributorem.
- 1994 Zahájení výroby designových radiátorů pro koupelny.
- 2005 Zavedení Therm X2 s inovativní, energeticky úspornou technologií X2.
- 2010 Sanitární oblast je rozšířena na podnikání v oblasti sprchových koutů.
- 2013 Prezentace topných systému Kermi. Kermi vstupuje na trh s novými produkty ze sekce - tepla, akumulace tepla a tepla.

4.1.3 Organizační struktura KERMI s.r.o. Stříbro

Společnosti má dva jednatele. Jsou jimi pan Alexander Kaiß a pan Milan Štoll. Ve vrcholovém managementu společnosti se pak nachází celkem 9 osob. Management je rozdělen do dvou hlavních větví. Jsou to:



Obr. 4-3 Organizační struktura firmy

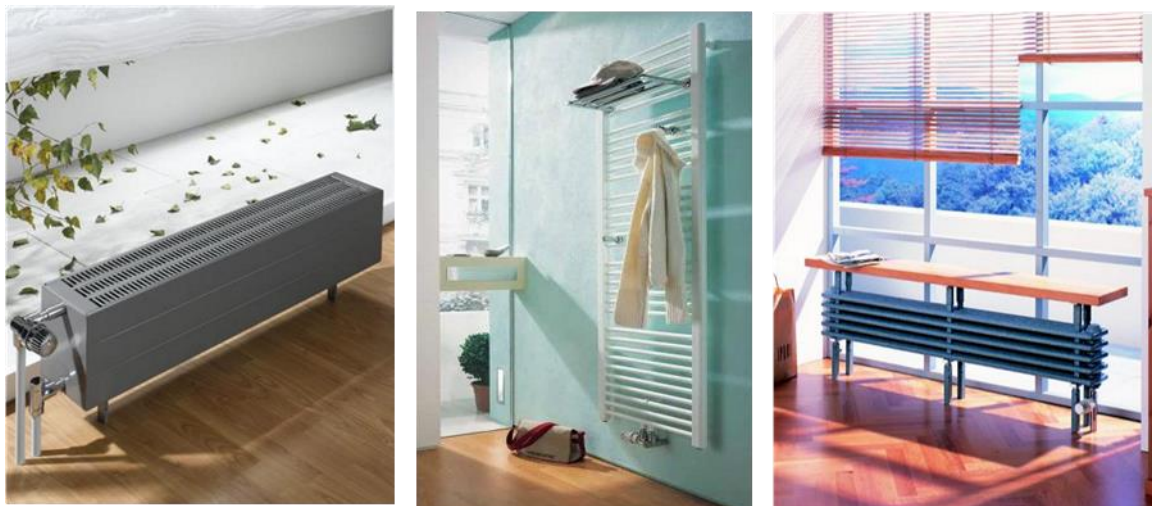
4.1.4 Produkty vyráběné v Kermi s.r.o.

Ve společnosti Kermi s.r.o., se sídlem ve Stříbře, se vyrábí sprchové kouty a otopná tělesa. Otopná tělesa by se dala rozdělit na:

- Desková
- Designová
- Konvektory
- Otopné stěny.

Dále se radiátory liší svojí povrchovou úpravou. Zákazník si může zvolit lak nebo pochromování. K radiátorům je možná objednávka příslušenství – např. držáků na ručníky nebo různých montážních sad.

Na Obr. 4-4 jsou fotografie výrobků vyráběných ve firmě Kermi s.r.o. Součástí těchto topných těles jsou totiž díly, které jsou vyráběny na strojích, které jsou předmětem výsledné optimalizace.



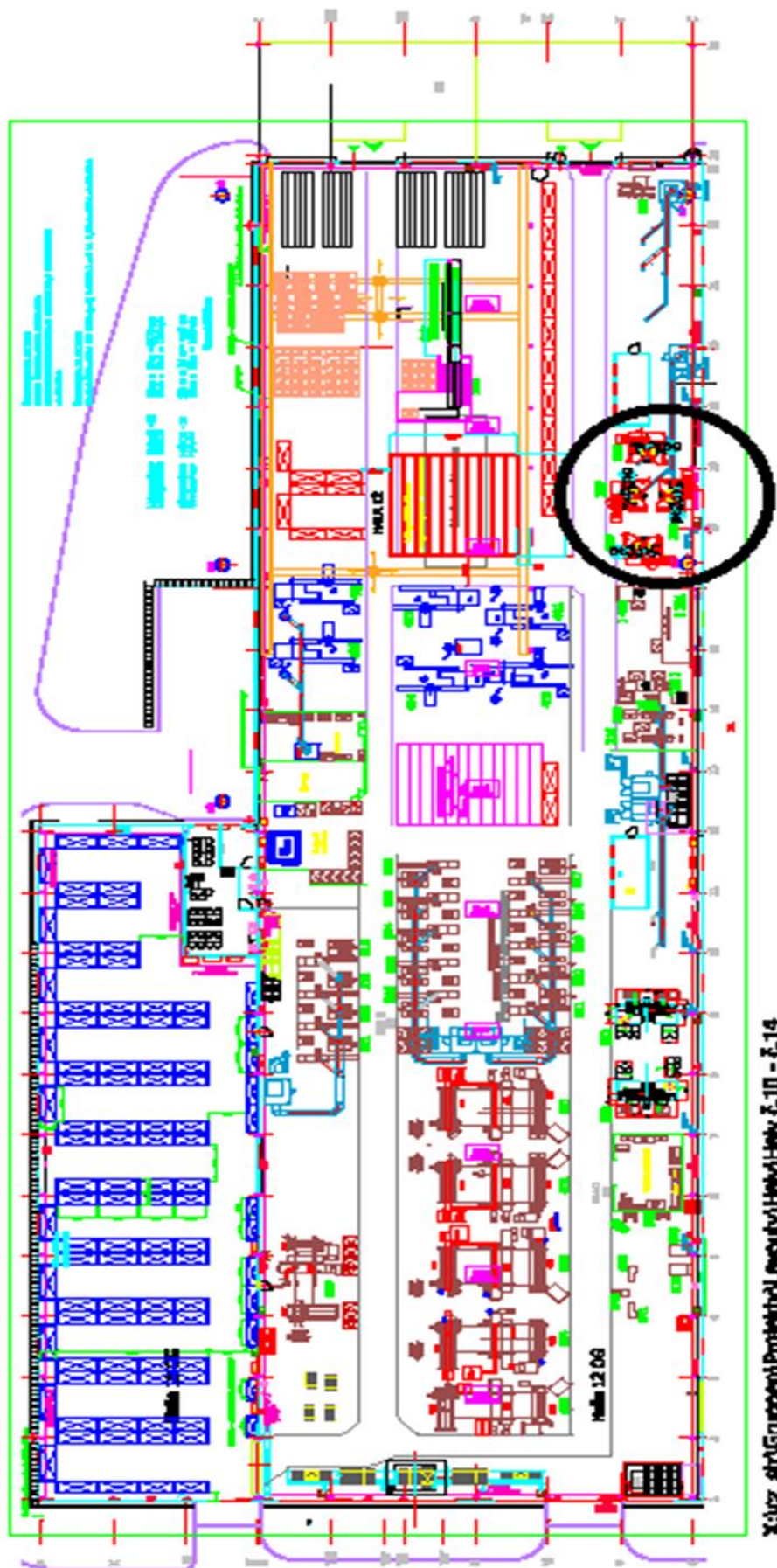
Obr. 4-4 Ukázka sortimentu Kermi[18]

4.2 Popis pracoviště

Vybraná pracoviště, které je předmětem této optimalizace, se nacházejí v úseku svařování komponent, které tvoří důležitou část designových radiátorů. Jedná se hlavně o hlavová ukončení.

Celkovou sekci svařování hlavových ukončení tvoří dohromady čtyři svařovací automaty. Tyto svařovací linky jsou pojmenovány označením ATEC 306, ATEC 307, ATEC 309 a ATEC 310. O seřizování a plnění zásobníků komponenty se starají celkem tři operátoři. Celá linka funguje automaticky, pouze pokud dojde ve výrobním plánu ke změně, přichází na scénu operátor, který musí přenastavit a seřadit svařovací linku na výrobu požadovaných dílů. Právě tato přestavba, její analýza a optimalizace je hlavním tématem této práce.

Tento bleskový systém svařování tupých svárů, slouží k výrobě různých hlavových čel z příslušných polovin komponentů. Volba typu a nastavení jednotlivých parametrů se provádí pomocí dotykového panelu. Díky integrované čisticí stanici a automatického vypouštění perfektně svařených dílů, nejsou zapotřebí žádné zásahy obsluhy. Hlavové poloviny komponent jsou ručně vložena do zásobníku ze strany provozovatele bez přerušení provozu výroby.



Na layoutu, který byl zaslán interním pracovníkem, jsou vyznačena pracoviště a jejich umístění, na kterých docházelo k měření záznamů. Pracovníkem, který mi poskytoval cenné informace a domlouval datum plánovaných přestaveb, byl procesní auditor.



Obr. 4-5 Rozbor pracoviště

Na Obr. 4-5 je vyfocena část pracoviště, kde byla prováděna analýza a následná optimalizace. Na fotografii jsou vidět tři svařovací linky. Popis obrázku je následující:

- Číslem 1 je označen svařovací automat Atec 309, ke kterému je přistaven box s komponenty (číslo 2), které operátor umísťuje do zásobníku na lince.
- Číslo 3 je výstupní část svařenců z linky Atec 307. Pod dopravníkem je umístěn box (číslo 4), kam odpadávají finální svařence.
- Číslem 5 je označena ovládací část svařovací linky Atec 310.

4.3 Popis druhů výrobků

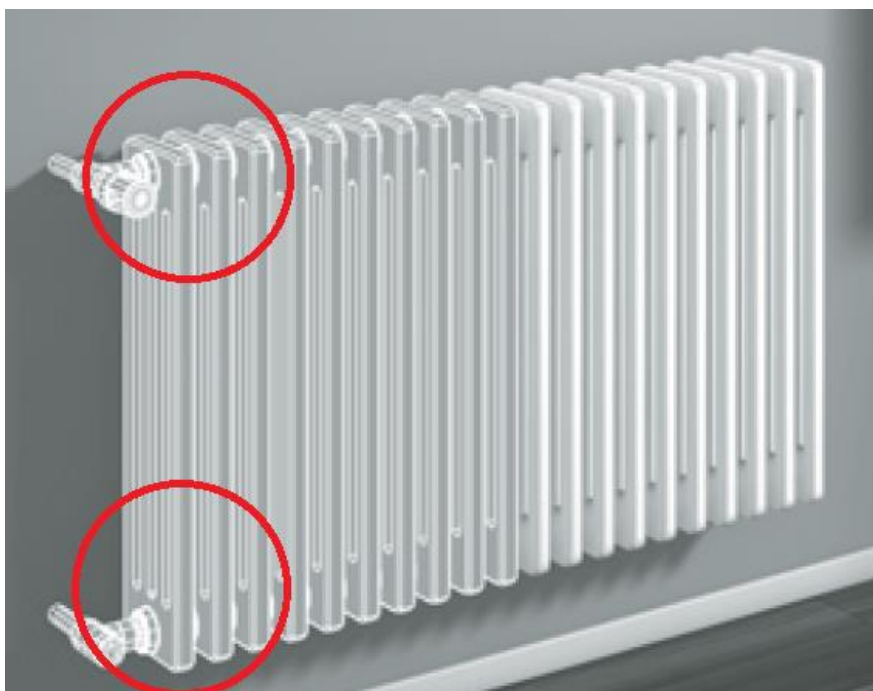
Výsledkem svaření dvou komponent na svařovacích linkách jsou hlavová ukončení topných těles. Tyto svařence dostávají označení dle počtu trubek, které tvoří šířku radiátoru.

Konkrétně jsou to označení:

- Dvojky
- Trojky
- Čtyřky
- Pětky
- Šestky



Obr. 4-6 Druhy hlavových čel



Obr. 4-7 Topný radiátor[18]

Na Obr. 4-7 je vidět pro představu, k čemu a kam se přesně používají svařené komponenty. Konkrétně je zde vidět radiátor svařený z dílů s označením „čtyřky“. Tyto díly tvoří na topných tělesech tak zvané hlavy, na které jsou přivařeny trubice ze stejného nerezového materiálu, jako v případě svařených hlav.

5 Analýza procesu

Analýza procesu byla prováděna formou náměrů, které byly zpracovávány metodou štíhlé výroby – SMED, která pracuje na principu odstraňování plýtvání ve výrobním procesu.

5.1 Důvody zavedení SMED

Hlavním přínosem uplatnění metodiky rychlé výměny je očekávané snížení času přestavby minimálně na 70% původní délky. To znamená např. snížení 1 hodiny, uváděné jako čas přestavby před zavedením metody, na 42 minut. Mezi další výhody zavedení metody SMED patří zvýšení bezpečnosti práce, plynulost procesů nebo maximalizace vytížení strojů.

Aplikace metody SMED také umožní zapojit více obsluhu stroje do procesu návrhů pro zlepšení seřizování a přispěje tak ke zkvalitnění organizace práce, pořádku na pracovišti i komunikace ve výrobním procesu a k motivaci zaměstnanců. Vytvořením standardu se zamezí individuálnímu přístupu k seřizování a případným výkyvům v časové vytíženosti stroje.

5.2 Popis procesu

Jak již bylo napsáno v kapitole 4.2 *Popis pracoviště*, na pracovištích dochází soustavně ke dvou stavům. První je takový, že svářecí linka je v provozu. Pracuje převážně autonomně, pouze operátor zastává funkci doplňovače komponent do zásobníků a občasné kontroly svařenců. Tento stav je zcela produktivní. Naopak druhý stav, seřizování, případně přestavování stroje, je neproduktivní a tudíž nepřidávající výrobku žádnou hodnotu. Právě tímto stavem se budu v následujících kapitolách zabývat.

Cílem této práce je analýza přestaveb svářecí linky a eliminace ztrátových činností. Z vyhodnocení bude pak sestaven standard, který zabráni k různému postupu operátorů.

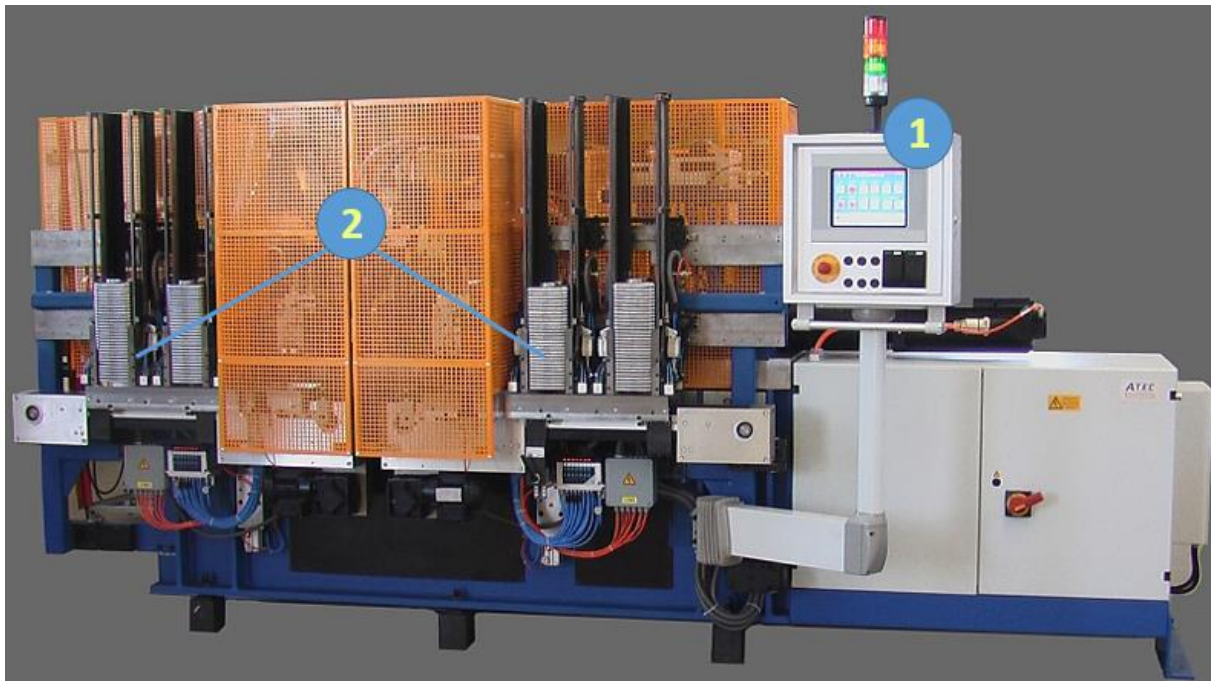
Na vybraných linkách dochází ke dvěma druhům seřizování. Jsou jimi **Malá výměna** a **Velká výměna**. Tyto názvy jsou zvoleny na základě trvání seřízení stroje z původního stavu, tj. od vypnutí stroje, do stavů připraveného k provozu, tj. kontrola prvního vyrobeného kusu proběhla úspěšně.

5.2.1 Části svařovacího stroje

Dříve než budou vysvětleny rozdíly v seřízení mezi oběma typy výměn, měli bychom si představit samotnou linku a rozdělit ji na čtyři základní oblasti seřizování.

Jsou jimi:

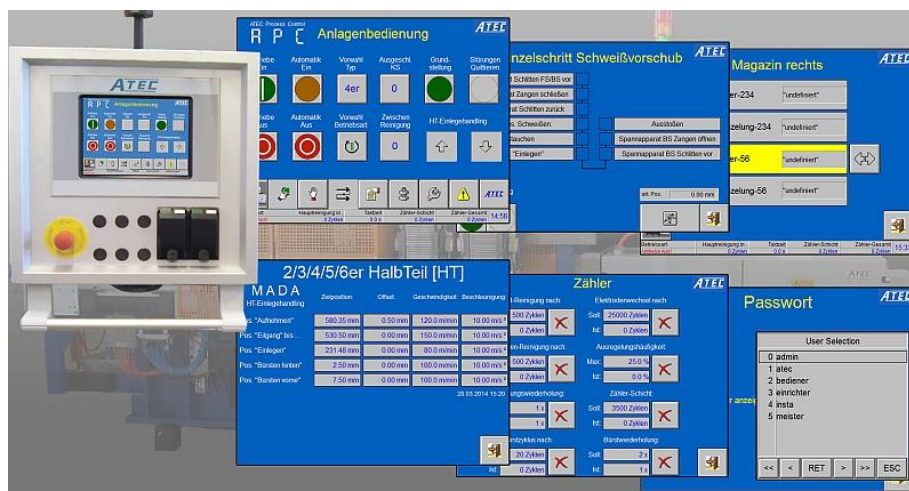
- Ovládací jednotka
- Klec, která obsahuje zásobníky na komponenty, pásový dopravník a mechanický podavač s čelistmi
- Automatický manipulátor s čelistmi
- Svařovací systém



Obr. 5-1 Svařovací automat ATEC[19]

Při seřizování je nutné dodržovat přesný postup. Jak již bylo výše uvedeno, svařovací linku lze na základě pozorování rozdělit na čtyři základní úseky. Na Obr. 5-1, na kterém je vidět celý svařovací automat, jsou označeny dvě tyto oblasti.

Číslem 1 je znázorněn dotykový display. Touto ovládací jednotkou v první řadě pracovník vypíná nebo zapíná stroj. To je však pouze jedna z mnoha funkcí. Pracovník v systému nastavuje čítač, kterým redukuje možné výchylky při svařování. Nastavením správných parametrů se zamezí zmetkům, které mohou vzniknout nesprávným svařením. Skrže ovládací jednotku se nastavuje posun elektrod a také ovládání manipulátoru. Detail pracovních oken, které operátor používá při seřizování stroje, je na Obr. 5-2.

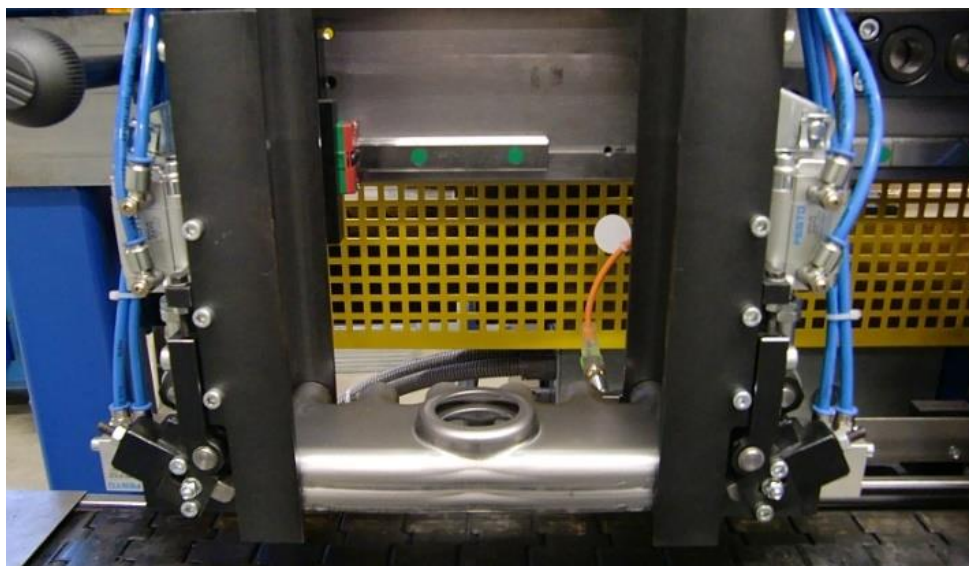


Obr. 5-2 Detail ovládací jednotky[19]

Na Obr. 5-1 jsou pod číselným označením 2, vyznačeny zásobníky na komponenty. Svařovací linka má celkem čtyři zásobníky, které pracovník za chodu stroje neustále doplňuje. Všechny zásobníky mají pro různé typy svařenců jiné nastavení. Toto nastavení záleží na rozměrech komponent, které se do zásobníků umísťují. Správné nastavení zaručuje plynulý posun ve vodících profilech. Na dně těchto zásobníků je namontován propouštěcí mechanismus, který slouží k uvolnění komponenty na dopravníkový pás. Po tomto dopravníku putuje komponenta až k podavači, na kterém jsou umístěny čelisti, kterými je komponenta chycena a podána manipulátoru. Na levé i pravé straně se nacházejí na podavači dvě čelisti. Každá z těchto čelistí je připevněna k podavači zvlášť a chycena dvěma šrouby s imbusovou hlavou. Při nastavení linky musí pracovník vyměnit tyto čelisti a nahradit je novými, které jsou přichyceny původními šrouby.

Podél dopravníku jsou nainstalovány z obou stran ližiny, sloužící ke správnému posunu komponenty na pásu. Každá z ližin je chycena šroubovým spojem ke kostře dopravníku. Seřizovač proto musí nejdříve povolit tento spoj a následně vynaložením malé síly roztáhnout ližiny do požadované vzdálenosti od sebe.

Při seřizování stroje je celý tento systém - zásobování linky komponentami, zcela jedinečný pro jednotlivé typy svařenců. Pracovník musí při výměně pracovat s rozměrem nového kusu dílu a podle něj nastavit jak rozteče ližin, tak vodících profilů. Čelisti umístěné na podavači je nutné při výměně na jiný typ výrobku také vyměnit a nastavit správné natočení, aby nedošlo k špatnému uchycení dílu.



Obr. 5-3 Propouštěcí mechanismus na zásobníku

Manipulátor, umístěn uvnitř svařecí linky, slouží k uchycení komponent a vložení do forem elektrod. Má celkem dvě osy posuvu a jednu osu otáčení. Pracovník nastavuje manipulátor skrze dotykový display. Při seřizování musí operátor nejprve sklopit manipulátor do pracovní polohy, tak jak je tomu na Obr. 5-4. Původně je totiž nastavený tak, aby se při vypnutí stroje překlátil dozadu o 90°. Pracovník má pak prostor na seřizování základní desky, na které jsou připevněny formy elektrod.

Při výměně na jiný typ výrobku operátor, seřizující manipulátor, demontuje původní čelisti, které jsou instalovány na konci mechanismu. Každá čelist je chycena k rameni manipulátoru dvěma šrouby s imbusovou hlavou. Po odstranění původních čelistí, instaluje pracovník čelisti nové, které jsou uchyceny původními šrouby.



Obr. 5-4 Mechanický manipulátor (výkyvná jednotka)

Poslední oblastí seřízení je základní deska a na ní připevněné formy elektrod. Základní deska (pojmenována na základě toho, že nedochází k její výměně) je rozdělena na levou a pravou část. Obě části jsou vybaveny posuvem, který umožní následný dotyk elektrod.

Na pravé části zákl. desky z pohledu operátora je elektroda instalována pomocí čtyř šroubů, které musí být přesně utaženy aby nedošlo k vychýlení elektrody a případně následnému zmetku při svaření. Na Obr 5-5 je vyfocena elektroda, konkrétně na typ výrobku – dvojky. Jak je možné vidět, tak díry na šrouby obsahují i zahloubení, do kterých se zapustí hlava šroubu.

Elektroda, která je na levé části základní desky, je připevněna čtyřmi šrouby, jako je tomu v případě pravé strany, ovšem je zde i šest dalších. Konkrétně dva na spodní části dva z boků elektrody a dva na vrchní části. Všech 6 těchto šroubů je umístěno v packách, které zabraňují v pohybu elektrodě. Těmito šrouby se případné vychýlení vyrovnává.

Při výměně forem elektrod na jiný typ svařence, se mění i typ elektrody. Pod některé je třeba vložit podložka, která eliminuje potřebné přenastavení vzdálenosti elektrod, vzniklé soustavným obroušováním použitých forem. Podložky, které jsou použity, jsou buď ve formě plátů, což znamená přes celou zadní část elektrody a jsou na základní desku umístěny ještě před instalací formy nebo jako plechy které vyrovnávají natočení formy. Tyto plechy se vkládají po umístění elektrody na její boční strany.

V každé elektrodě jsou umístěny dva čepy. Operátor, který vyměňuje formy elektrod, musí vždy po odstranění elektrody ze základní desky vyjmout tyto dva čepy, očistit je a připravit na montáž do nové elektrody. Tyto součásti se vkládají do elektrody, když už je připevněna k základní desce.



Obr. 5-5 Forma elektrody

Při seřizování základní desky musí operátor vyjmout původní nástavce na packy které jsou vloženy v otvoru, který se nachází ve směru posuvu. Tyto packy jsou složeny z profilu a nástavce. Každá je montována pomocí čtyř šroubů. Pracovník by měl mít tyto součásti připraveny k výměně na jiný typ výrobku. Packy jsou v základní desce uchyceny šrouby, které se pouze povolují.



Obr. 5-6 Základní deska - levá

5.2.2 Popis malé výměny

Operátor, který dostane za úkol seřízení linky s názvem „malá výměna“, má za úkol přerušit výrobu tím, že zastaví linku pomocí dotykového displeje, aby mohl vyjmout opotřebované elektrody ze svářecího systému a nahradit je elektrodami novými. Tudíž výsledný produkt (svařenec) se od původně nastavených parametrů svařence vůbec neliší. Forma elektrody zůstává stejná.

5.2.3 Popis velké výměny

V případě velké výměny je operátor nucen vyměnit a seřídít celý systém. Po vypnutí stroje dotykovým displejem pracovník vymění postupně pravou a levou elektrodu. Čelisti na

ovládacím mechanismu a čelisti na podavači. Přenastaví vzdálenost ližin na pásovém dopravníku a v zásobníku komponent. Celý čas výměny končí s prvním správným vyrobeným kusem.

5.2.4 Kontrola výrobku

Součástí kontroly správně svařeného kusu je slisování a obroušení svárů kolem svařence. Tuto činnost provádí pracovník, po seřízení stroje. Svařený kus, který nejprve změří posuvným měřidlem, donese buď na pracoviště označené na Obr. 5-7 číslem 1, nebo 2. Vždy je lepší zvolit tu linku, která je již spuštěna. Pracovník se pak nezdržuje zapínáním okruhu. Svařenec umístěný v dopravníku, je manipulátorem vložen pod lis. Po slisování jej manipulátor vloží na další dopravník, který má sekvenční pohyb. Na konci je podavač, na kterém dojde k obroušení svárů bruskou. Výsledný produkt je následně přeříznut pilou a spuštěn do boxu na hotové výrobky. Pracovník, který dal svařenec na kontrolu, po rozpůlení svařence vyjme obě poloviny a zkontroluje rozteče trubek. Pak se přesouvá zpět na svářecí pracoviště, kde ověří správného pasování výrobku do měřky.

Jakmile je produkt v pořádku pracovník запиše do protokolu, že výměna proběhla úspěšně, podepíše se a napíše rozměry výrobku.



Obr. 5-7 Část layoutu s označením lisů, brusek a pil

5.3 Hodnocení aktuálního stavu

S vedením společnosti bylo domluveno, že pracovníci nebudou čekat, kdy budou náměry prováděny. To se odrazilo v analýze náměrů.

Datum a čas výměny jsme se s vedením snažili zvolit tak, aby nenarušovala plynulost výroby a následné reakce na požadavky zákazníků.

5.3.1 Malá výměna

Tabulka 5-1 Analýza času malé výměny ze dne 30. 1. 2015

Tabulka 5-2 Vyhodnocení náměru malé výměny ze dne 30. 1. 2015

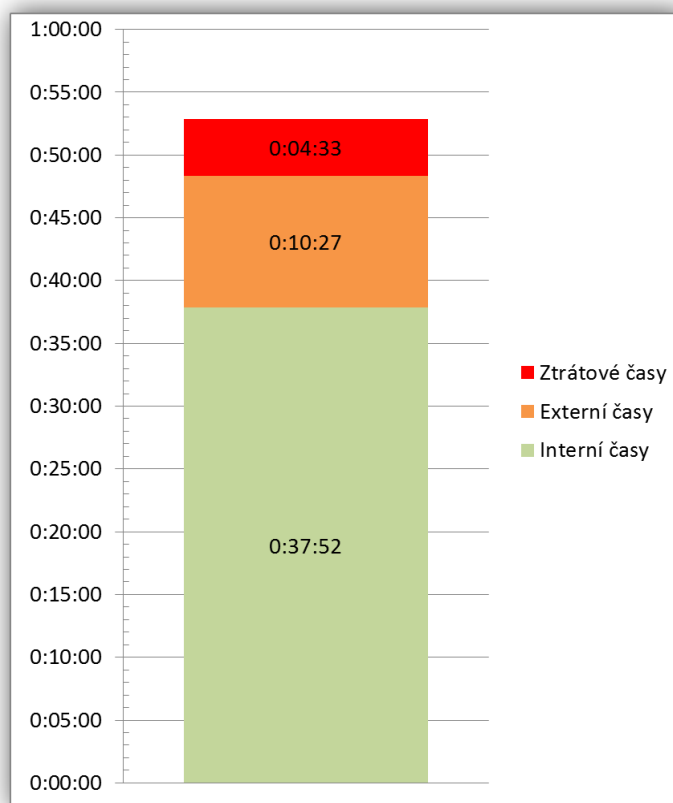
Stroj:	Svařovačový systém				Řeší:	Kábele			
Sortiment 1 (Id.)	Výměna elektrod				Ext. čas celkem:	Zr. čas celkem: 0:04:35			
Int. čas celkem:	0:37:52				Ext. čas celkem:	0:10:27			
Čas od	do	Trvání	Popis činnosti	Int./Ext.	Poznámky	Int. čas	Ext. čas	Zr. čas	Zr. čas
0:00:00	0:00:48	0:00:48	Práce s odělní jednotkou	Int.		0:00:48	0:00:00	0:00:00	
0:00:48	0:01:59	0:01:11	Výbavání celého systému	Int.		0:01:11	0:00:00	0:00:00	
0:01:59	0:02:11	0:00:12	Připrava kábelů a škrábky	Ext.		0:00:00	0:00:12	0:00:00	
0:02:11	0:02:40	0:00:29	Odkrabání levné původní elektrody	Ext.		0:00:00	0:00:29	0:00:00	
0:02:40	0:03:21	0:00:41	Odkrabání pravé původní elektrody	Ext.		0:00:00	0:00:41	0:00:00	
0:03:21	0:03:31	0:00:10	Odkrabování levné původní elektrody	Ext.		0:00:00	0:00:10	0:00:00	
0:03:31	0:03:50	0:00:19	Charakteristika pravé původní elektrody	Ext.		0:00:00	0:00:19	0:00:00	
0:03:50	0:04:37	0:00:47	Vybavání a odělní jednotku obou původních elektrod	Ext.		0:00:00	0:00:47	0:00:00	
0:04:37	0:04:37	0:00:00	Vybavání a odělní jednotku obou původních elektrod	Ext.		0:00:00	0:00:00	0:00:00	
0:04:37	0:05:43	0:01:06	Zametení uvnitř přístroje	Int.		0:01:06	0:00:00	0:00:00	
0:05:43	0:06:44	0:01:01	Chůze pro nářadí	Int.		0:00:00	0:00:00	0:01:01	
0:06:44	0:07:01	0:00:17	Namázání 4x nové srouby	Ext.		0:00:00	0:00:17	0:00:00	
0:07:01	0:07:40	0:00:39	Čas potřeby - namázání rukou	Int.		0:00:00	0:00:00	0:00:39	
0:07:40	0:08:09	0:00:29	Povolení 2x původní srouby (vchrti)	Int.		0:00:29	0:00:00	0:00:29	
0:08:09	0:08:38	0:00:29	Povolení 4x původní srouby (vchrti - rábní)	Int.		0:00:29	0:00:00	0:00:29	
0:08:38	0:09:30	0:00:52	Povolení 4x původní srouby (malý - klíč)	Int.		0:00:52	0:00:00	0:00:52	
0:09:30	0:11:27	0:01:57	Vyjmutí 4x původní srouby (vnitřní - levá elektroda)	Int.		0:01:57	0:00:00	0:00:00	
0:11:27	0:12:39	0:01:12	Vyjmutí 4x původní srouby (vnitřní - pravá elektroda)	Int.		0:01:12	0:00:00	0:00:00	
0:12:39	0:13:16	0:00:37	Chůze pro hadr	Int.		0:00:00	0:00:00	0:00:37	
0:13:16	0:13:28	0:00:12	Vyjmutí původní levé elektrody	Int.		0:00:12	0:00:00	0:00:00	
0:13:28	0:13:34	0:00:06	Vyjmutí 1x čep	Int.		0:00:06	0:00:00	0:00:00	
0:13:34	0:14:06	0:00:32	Odkrabání levné původní elektrody	Ext.		0:00:00	0:00:32	0:00:00	
0:14:06	0:15:18	0:01:12	Povolení 2x původní srouby (prava elektroda)	Int.	zapomněli	0:00:00	0:00:00	0:01:12	
0:15:18	0:15:30	0:00:12	Vyjmutí původní pravé elektrody	Int.		0:00:12	0:00:00	0:00:00	
0:15:30	0:15:34	0:00:04	Vyjmutí 1x čep	Int.		0:00:04	0:00:00	0:00:00	
0:15:34	0:16:13	0:00:39	Odkrabání pravé původní elektrody	Ext.		0:00:00	0:00:39	0:00:00	
0:16:13	0:16:39	0:00:26	Odkrabání obou původních elektrod	Ext.		0:00:00	0:00:26	0:00:00	
0:16:39	0:16:45	0:00:06	Vyjmutí původní levé podložky	Int.		0:00:06	0:00:00	0:00:00	
0:16:45	0:16:52	0:00:07	Vyjmutí původní pravé podložky	Int.		0:00:07	0:00:00	0:00:00	
0:16:52	0:17:33	0:00:41	Vyjmutí 2x čep	Int.		0:00:41	0:00:00	0:00:00	
0:17:33	0:17:53	0:00:20	Vybavání zákl. desky	Int.		0:00:20	0:00:00	0:00:00	
0:17:53	0:18:35	0:00:42	Promazání a odělní zákl. desky	Int.		0:00:42	0:00:00	0:00:00	
0:18:35	0:19:21	0:00:46	Odkrabání 4x čep	Int.		0:00:46	0:00:00	0:00:00	
0:19:21	0:19:51	0:00:30	Úklid nářadí	Ext.		0:00:00	0:00:30	0:00:00	
0:19:51	0:20:55	0:01:04	Broušení nových elektrod	Ext.		0:01:04	0:00:00	0:00:00	
0:20:55	0:22:04	0:01:09	Broušení nových podložek	Ext.		0:01:09	0:00:00	0:00:00	
0:22:04	0:22:30	0:00:26	Převážení nových elektrod	Ext.		0:00:00	0:00:26	0:00:00	
0:22:30	0:23:21	0:00:51	Namázání nových elektrod	Ext.		0:00:00	0:00:51	0:00:00	
0:23:21	0:23:30	0:00:09	Odkrabání nových elektrod	Ext.		0:00:00	0:00:09	0:00:00	
0:23:30	0:23:48	0:00:18	Namázání a uložení 4x čep	Int.		0:00:18	0:00:00	0:00:00	
0:23:48	0:24:48	0:01:00	Úklid	Ext.		0:00:00	0:01:00	0:00:00	
0:24:48	0:26:38	0:01:50	Kontrola brzem pomocí měřky	Ext.		0:00:00	0:01:50	0:00:00	
0:26:38	0:27:28	0:00:50	Vložení pravé nové elektrody	Int.		0:00:50	0:00:00	0:00:00	
0:27:28	0:27:41	0:00:13	Vložení levé nové elektrody	Int.		0:00:13	0:00:00	0:00:00	
0:27:41	0:29:38	0:01:57	Instalace 4x srouby (vnitřní) levá nová elektroda	Int.		0:01:57	0:00:00	0:00:00	
0:29:38	0:31:38	0:02:00	Užavení 4x původní srouby (malý - klíč)	Int.		0:02:00	0:00:00	0:00:00	
0:31:38	0:32:15	0:00:37	Užavení 2x původní srouby (vchrti)	Int.		0:00:37	0:00:00	0:00:00	
0:32:15	0:32:33	0:00:18	Užavení 4x srouby (vnitřní) levá nová elektroda	Int.		0:00:18	0:00:00	0:00:00	
0:32:33	0:34:32	0:01:59	Instalace 4x srouby (vnitřní) pravá nová elektroda	Int.		0:01:59	0:00:00	0:00:00	
0:34:32	0:35:31	0:00:59	Odkrabání původních podložek + klid	Ext.		0:00:00	0:00:59	0:00:00	
0:35:31	0:35:54	0:00:23	Úklid nářadí	Ext.		0:00:00	0:00:23	0:00:00	
0:35:54	0:36:24	0:00:30	Připrava 1. kusu a zařazení klíče	Int.		0:00:30	0:00:00	0:00:00	
0:36:24	0:37:58	0:01:34	Práce s odělní jednotkou	Int.		0:01:34	0:00:00	0:00:00	
0:37:58	0:38:48	0:00:48	1. kontrola - Vyjmutí, očištění a kontrola svařence	Int.		0:00:48	0:00:00	0:00:00	
0:38:48	0:39:06	0:00:20	Měření svařence	Int.		0:00:20	0:00:00	0:00:00	
0:39:06	0:39:35	0:00:29	Práce s odělní jednotkou	Int.		0:00:29	0:00:00	0:00:00	
0:39:35	0:40:01	0:00:26	Připrava nářadí na montáž	Ext.	snaha o eliminaci	0:00:00	0:00:26	0:00:00	
0:40:01	0:42:33	0:02:32	Přinstavení nové levé elektrody	Int.	snaha o eliminaci	0:02:32	0:00:00	0:00:00	
0:42:33	0:42:45	0:00:12	Úklid nářadí	Int.	snaha o eliminaci	0:00:00	0:00:00	0:00:12	
0:42:45	0:43:02	0:00:17	Připrava 2. kusu a zařazení klíče	Int.	snaha o eliminaci	0:00:17	0:00:00	0:00:00	
0:43:02	0:43:27	0:00:25	Práce s odělní jednotkou	Int.	snaha o eliminaci	0:00:25	0:00:00	0:00:00	
0:43:27	0:44:41	0:01:14	2. kontrola - Vyjmutí, očištění a kontrola svařence	Int.	snaha o eliminaci	0:01:14	0:00:00	0:00:00	
0:44:41	0:44:59	0:00:18	Měření svařence	Int.	snaha o eliminaci	0:00:18	0:00:00	0:00:00	
0:44:59	0:45:26	0:00:27	Práce s odělní jednotkou	Int.	snaha o eliminaci	0:00:27	0:00:00	0:00:00	
0:45:26	0:47:05	0:01:39	Přinstavení nové levé elektrody	Int.	snaha o eliminaci	0:01:39	0:00:00	0:00:00	
0:47:05	0:47:34	0:00:29	Připrava 3. kusu a zařazení klíče	Int.	snaha o eliminaci	0:00:29	0:00:00	0:00:00	
0:47:34	0:47:44	0:00:10	Práce s odělní jednotkou	Int.	snaha o eliminaci	0:00:10	0:00:00	0:00:00	
0:47:44	0:49:00	0:01:16	3. kontrola - Vyjmutí, očištění a kontrola svařence	Int.	snaha o eliminaci	0:01:16	0:00:00	0:00:00	
0:49:00	0:49:55	0:00:55	Obrušení svárů na jiném stroji	Int.		0:00:55	0:00:00	0:00:00	
0:49:55	0:50:57	0:01:02	Obrušení svárů na jiném stroji	Int.		0:01:02	0:00:00	0:00:00	
0:50:57	0:51:28	0:00:31	Kontrola svařence	Int.		0:00:31	0:00:00	0:00:00	
0:51:28	0:52:52	0:01:24	Měření svařence	Int.		0:01:24	0:00:00	0:00:00	
0:52:52	0:52:52	0:00:00	1. dílky kus	Int.		0:00:00	0:00:00	0:00:00	

Stroj:	Svařovačový systém				Řeší:	Kábele			
Sortiment 1 (Id.)	Výměna elektrod				Ext. čas celkem:	Zr. čas celkem: 0:13:48			
Int. čas celkem:	0:29:05				Ext. čas celkem:	0:10:01			
Čas od	do	Trvání	Popis činnosti	Int./Ext.	Poznámky	Int. čas	Ext. čas	Zr. čas	Zr. čas
0:00:00	0:00:48	0:00:48	Práce s odělní jednotkou	Int.		0:00:48	0:00:00	0:00:00	
0:00:48	0:01:59	0:01:11	Vybavání celého systému	Int.		0:01:11	0:00:00	0:00:00	
0:01:59	0:02:11	0:00:12	Připrava kábelů a škrábky	Ext.		0:00:00	0:00:12	0:00:00	
0:02:11	0:02:40	0:00:29	Odkrabání levné původní elektrody	Ext.		0:00:00	0:00:29	0:00:00	
0:02:40	0:03:21	0:00:41	Odkrabání pravé původní elektrody	Ext.		0:00:00	0:00:41	0:00:00	
0:03:21	0:03:31	0:00:10	Odkrabování levné původní elektrody	Ext.		0:00:00	0:00:10	0:00:00	
0:03:31	0:03:50	0:00:19	Charakteristika pravé původní elektrody	Ext.		0:00:00	0:00:19	0:00:00	
0:03:50	0:04:37	0:00:47	Vybavání a odělní jednotku obou původních elektrod	Ext.		0:00:00	0:00:47	0:00:00	
0:04:37	0:05:43	0:01:06	Zametení uvnitř přístroje	Int.		0:01:06	0:00:00	0:00:00	
0:05:43	0:06:44	0:01:01	Chůze pro nářadí	Int.		0:00:00	0:00:00	0:01:01	
0:06:44	0:07:01	0:00:17	Namázání 4x nové srouby	Ext.		0:00:00	0:00:17	0:00:00	
0:07:01	0:07:40	0:00:39	Čas potřeby - namázání rukou	Int.		0:00:00	0:00:00	0:00:39	
0:07:40	0:08:09	0:00:29	Povolení 2x původní srouby (vchrti)	Int.		0:00:29	0:00:00	0:00:29	
0:08:09	0:08:38	0:00:29	Povolení 4x původní srouby (vchrti - rábní)	Int.		0:00:29	0:00:00	0:00:29	
0:08:38	0:09:30	0:00:52	Povolení 4x původní srouby (malý - klíč)	Int.		0:00:52	0:00:00	0:00:52	
0:09:30	0:11:27	0:01:57	Vyjmutí 4x původní srouby (vnitřní - levá elektroda)	Int.		0:01:57	0:00:00	0:00:00	
0:11:27	0:12:39	0:01:12	Vyjmutí 4x původní srouby (vnitřní - pravá elektroda)	Int.		0:01:12	0:00:00	0:00:00	
0:12:39	0:13:16	0:00:37	Chůze pro hadr	Int.		0:00:00	0:00:00	0:00:37	
0:13:16	0:13:28	0:00:12	Vyjmutí původní levé elektrody	Int.		0:00:12	0:00:00	0:00:00	
0:13:28	0:13:34	0:00:06	Vyjmutí 1x čep	Int.		0:00:06	0:00:00	0:00:00	
0:13:34	0:14:06	0:00:32	Odkrabání levné původní elektrody	Ext.		0:00:00	0:00:32	0:00:00	
0:14:06	0:15:18								

Po seřízení dochází k výrobě prvního kusu. Operátor však zjistil, že výsledný výrobek neodpovídá požadovaným parametrům. Proto musel vypnout stroj ovládací jednotkou a přenastavit polohu levé elektrody pomocí bočních šroubů. Další vyrobený kus nebyl v pořádku, a proto byl cyklus přenastavení elektrody opakován.

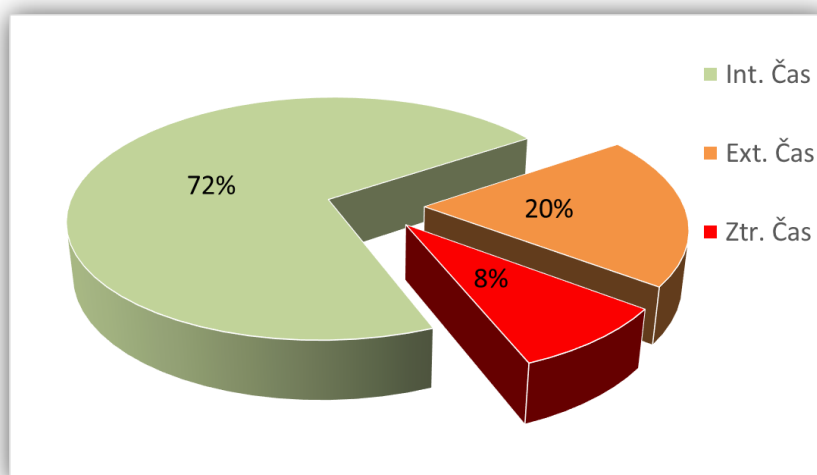
Jakmile proběhla kontrola úspěšně, pracovník donesl svařenec k finálním operacím, ze kterých vyjde hotový a finální produkt. Tyto operace představují činnosti na jiném stroji. Nejdříve je zde tlaková zkouška na lisu a následně je svařenec vložen do automatické linky na obroušení hrubých svárů na svařenci. Poslední operace, kterou je nutné provést, je rozpůlení svařence na dva stejné kusy. Tato operace je prováděna na automatické pile ovšem týká se pouze výrobků, označených jako dvojky a trojky (viz kapitola 4.3). V případě ostatních výrobků jsou již komponenty vytvořeny tak, aby po svaření byl vytvořen finální produkt.

Následná kontrola hotového výrobku je prováděna přeměřením všech parametrů a odzkoušením výrobku v normované formě.



Obr. 5-8 Graf analýzy ze dne 30. 1. 2015 – Rozbor časů činností

Rozbor trvání časů jednotlivých činností při malé výměně ze dne 30. 1. 2015 je znázorněn na Obr. 5-8. Z Obrázku je možné vidět, že pokud by pracovník seřizující linku, vypnul běh stroje v době, kdy by vše měl předem připravené a činnosti, které by mohl vykonat po spuštění stroje, provedl až po seřízení, tak by výsledný čas přestavby mohl činit 37 minut a 52 sekund.



Obr. 5-9 Graf analýzy ze dne 30. 1. 2015 – Procentuální vyjádření

Procentuální vyjádření rozboru celkového času je znázorněno v Obr. 5-9. V analýze trvání výměny vyšlo, že 72% z celkového času tvoří čas interní, 20% externí a 8% ztrátové.

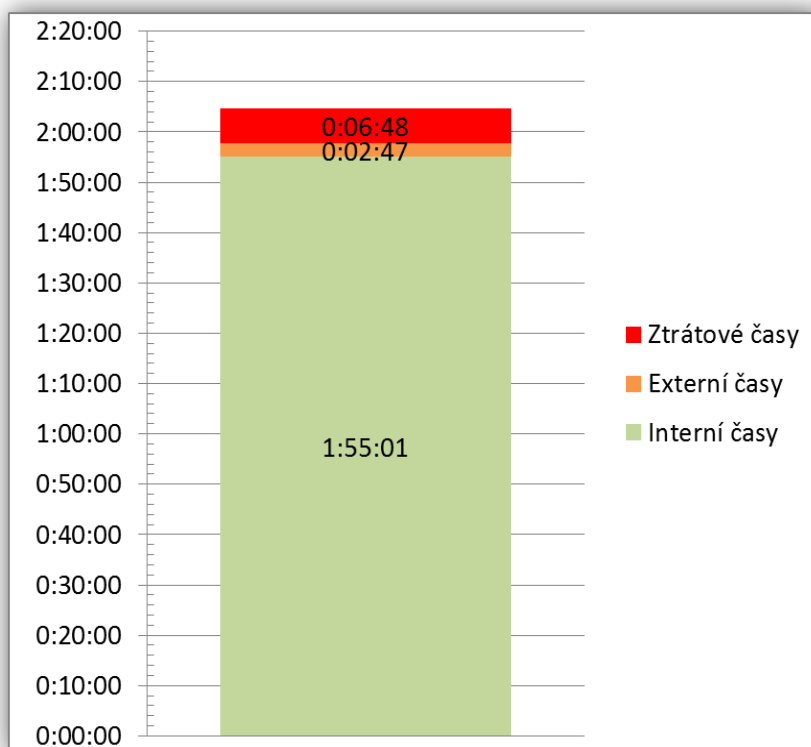
5.3.2 Velká výměna

Náměr času trvání velké výměny, k níž se vztahuje Tabulka 5-3, byl proveden 14. 1. 2015. Celkový čas výměny byl stanoven na 2 hodiny 4 minuty a 36 sekund. Tak jako tomu bylo v případě malé výměny, i zde byly pozorovány a analyzovány časy ztrátové během výměny a časy externí mezi časy interními.

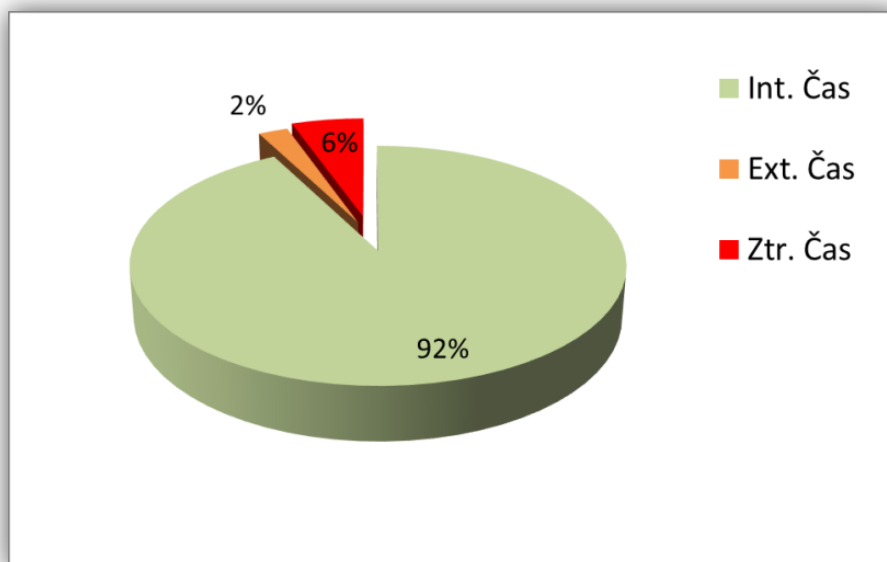
Dlouhé trvání interních časů bylo pozorováno při výměně nástavců na packy v základních deskách. Pracovník má zde velmi špatný přístup ke šroubům, které musí povolit, aby mohl vyjmout původní nástavec. Tento špatný přístup je i v případě utažení nově nainstalovaných pacek. Malý otvor pro práci se sadou gola neumožňuje efektivně pracovat. Tento problém by mohl být vyřešen kloubovým rázovým utahovákem, nebo rychloupínacím šroubem.

Při velkých výměnách bylo analyzováno dlouhý čas strávený při seřizování elektrody. Ve znázorněném případě pracovník musel vyrobit celkem osm výrobků, než bylo dosaženo požadovaných parametrů a produkt mohl být slisován a obroušen. Toto neustále přestavování je nutné eliminovat.

Obr 5-10 znázorňuje rozbor trvání časů jednotlivých činností při velké výměně elektrod na svařovacím stroji ze dne 14. 1. 2015. Jak je vidět z grafu, že pokud by pracovník seřizující linku, vypnul běh stroje v době, kdy by vše měl předem připravené a činnosti, které by mohl vykonat po spuštění stroje, provedl až po seřizení, tak by výsledný čas přestavby mohl činit 1 hodinu 55 minut a 51 sekund. To je velmi malé zlepšení procesu. Proto je vhodnější zaměřit se také na eliminaci opakovaného seřizování.



Obr. 5-10 Graf analýzy ze dne 14. 1. 2015 – Rozbor časů činnosti



Obr. 5-11 Graf analýzy ze dne 14. 1. 2015

Procentuální vyjádření rozboru celkového času je znázorněno v Obr. 5-11. V analýze trvání výměny vyšlo, že 92% z celkového času tvoří čas interní, 2% externí a 6% ztrátové.

Tabulka 5-3 Analýza času velké výměny ze dne 14. 1. 2015

Table with columns: Struč. (Str.), Svatobřevský systém (Svatobřevský systém), Reži: (Reži:), Kóde: (Kóde), Int. čas celkem: (Int. čas celkem:), Zlr. čas celkem: (Zlr. čas celkem:). Rows include tasks like 'Oprava tělesa od tržebního stroje', 'Výměna válce systému', etc.

Table with columns: Int. Čas (Int. Čas), Ext. Čas (Ext. Čas), Zlr. Čas (Zlr. Čas), and a large grid of status indicators (green, yellow, red) for each task. Includes a 'Zápis na rok 2015' entry.

5.4 Vyhodnocení aktuálního stavu

Ve společnosti Kermi s.r.o. bylo celkem provedeno šest náměrů. Z toho tři na malou výměnu a tři na velkou výměnu. Všechny tyto náměry byly analyzovány. Po analýze bylo nutné zamyslet se nad opakovanými činnostmi, nebo zda činnosti, které se jeví jako interní nebo externí, není možné označit jako ztrátové.

Největšími problémy při výměnách je opakované seřizování forem elektrod.

5.4.1 Malá výměna

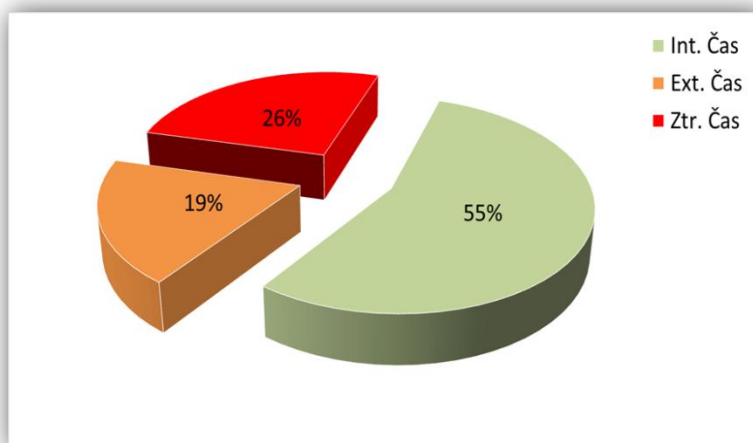
V případě opakovaného doseřizování stroje byly časy původně interní označeny jako ztrátové. Příklad je možný vidět v Tabulka 5-2., kde z Tabulka 5-1 se snažím eliminovat interní časy způsobené seřizováním elektrody. Je totiž nutné, aby seřizovač nastavil elektrodu hned na první pokus a tím se vyhnul ztrátovým časům vzniklým opakovanou činností.

Vyhodnocení všech tří náměrů malé výměny je na Obr. 5-15. V levém sloupci se nacházejí tři tabulky, ve kterých je udán původní celkový čas výměny, který je rozdělený na externí a interní časy operací a celkový čas výměny po navrhované úpravě. Čas po úpravě zahrnuje pouze interní a externí časy. Ztrátové časy jsou pouze orientační.

Eliminací opakujících se časů seřizování elektrod bylo vypočteno:

- **Výměna 27. 11. 2014**

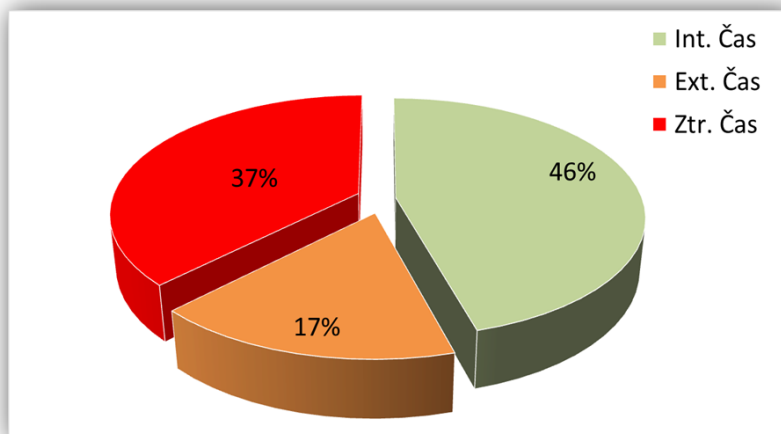
Ztráty způsobené opakovaným seřizováním stroje tvoří 17,81% z celkového času výměny a jsou obsaženy ve ztrátových činnostech.



Obr. 5-12 Procentuální podíl časů činnosti po eliminaci ztrát – výměna 27. 11. 2014

- **Výměna 9. 12. 2014**

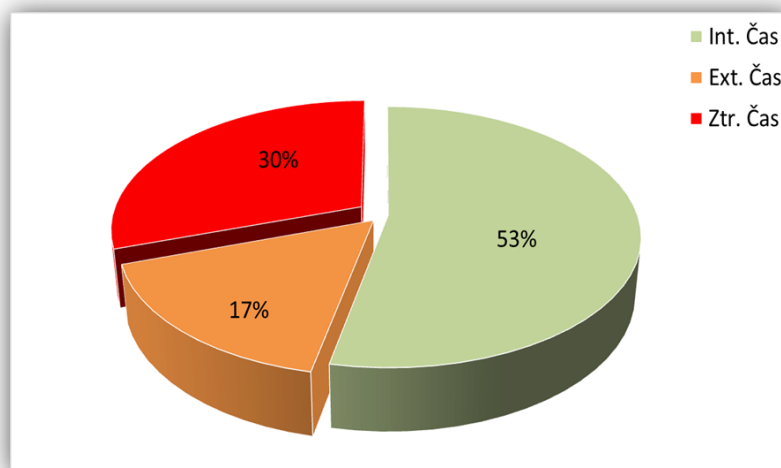
Ztráty způsobené opakovaným seřizováním stroje tvoří 7,34% z celkového času výměny a jsou obsaženy ve ztrátových činnostech.



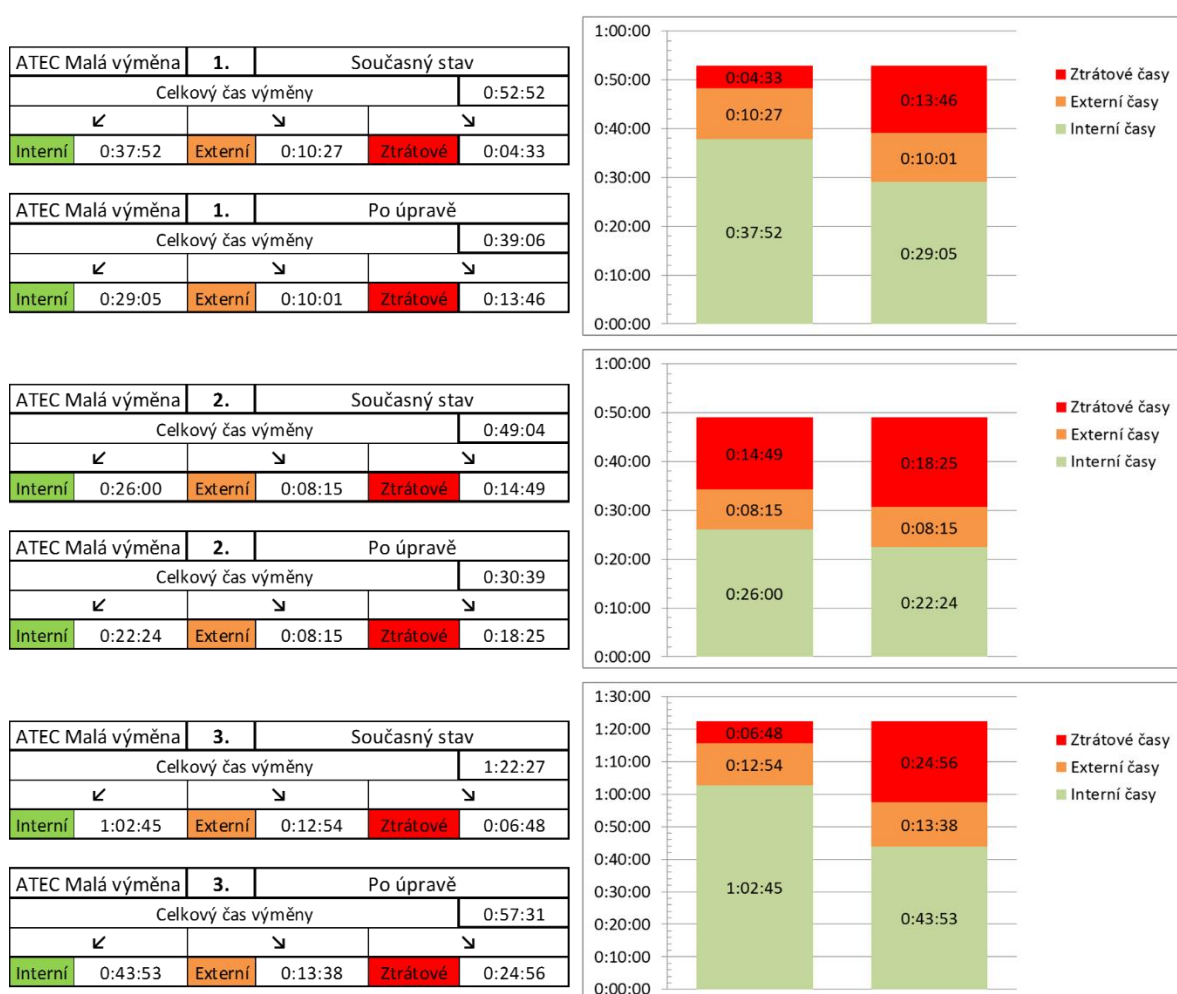
Obr. 5-13 Procentuální podíl časů činnosti po eliminaci ztrát – výměna 9. 12. 2014

- **Výměna 30. 1. 2015**

Ztráty způsobené opakovaným seřizováním stroje tvoří 21,99% z celkového času výměny a jsou obsaženy ve ztrátových činnostech.



Obr. 5-14 Procentuální podíl časů činnosti po eliminaci ztrát – výměna 30. 1. 2015



Obr. 5-15 Vyhodnocení náměrů malých výměn vč. eliminace ztrát. časů

5.4.2 Velká výměna

Analýzy třech náměrů velkých výměn, poukázaly na fakt, že seřizovač při přenastavování linky na jiný typ výrobku, opakovaně seřizuje nově vloženou elektrodu. Bylo zjištěno, že pracovník v průměru 9krát seřizuje elektrodu, než docílí požadovaných rozměrů svařence.

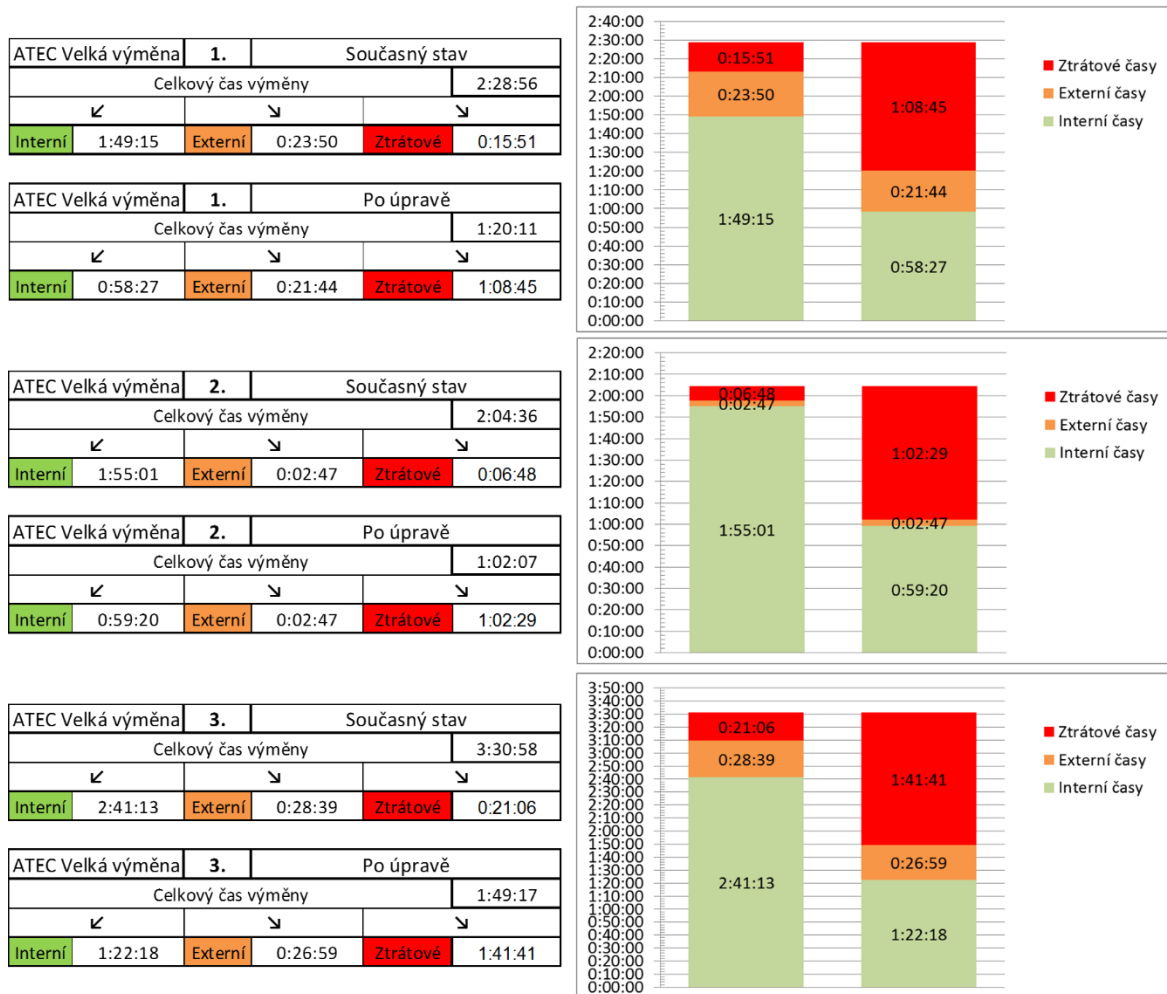
Příklad analýzy velké výměny je znázorněn v Tabulka 5-3. Po eliminaci časů interních způsobených seřizování na časy ztrátové vypadá výsledná tabulka jako v případě Tabulka 5-4. Zelenou barvou jsou označeny interní časy, oranžovou externí a červenou ztrátové.

Na Obr. 5-16 jsou jako v případě malé výměny tři tabulky, ve kterých je původní celkový čas výměny, který je rozdělený na externí, interní časy operací a celkový čas výměny po navrhované úpravě. Čas po úpravě zahrnuje pouze interní a externí časy.

Tabulka 5-4 Vyhodnocení náměru malé výměny ze dne 14. 1. 2015

Table with columns: Stroj, Světlo, Řeší, Kábele, Int. čas celkem, Ext. čas celkem, Ztr. čas celkem. It lists various tasks and their durations.

Table with columns: Time, Description, Status, and other metrics. It provides a detailed log of activities and their outcomes.

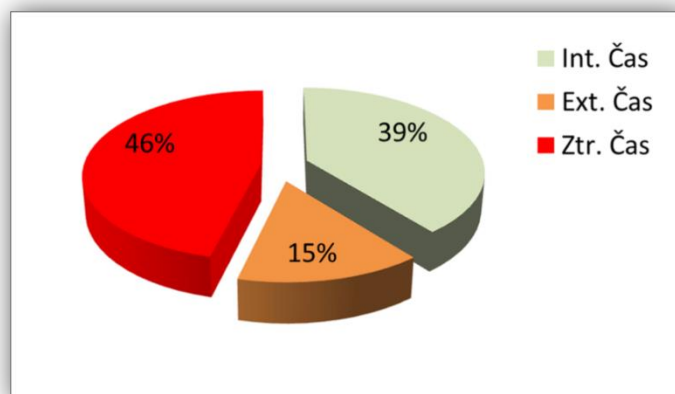


Obr. 5-16 Vyhodnocení náměrů velkých výměn vč. eliminace ztrát. časů

Eliminací opakujících se časů seřizování elektrod bylo vypočteno:

- **Výměna 6. 11. 2014**

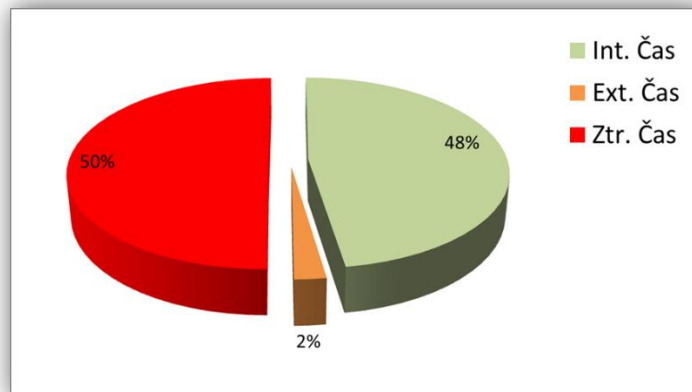
Ztráty způsobené opakovaným seřizováním stroje tvoří 40,42% z celkového času výměny a jsou obsaženy ve ztrátových činnostech.



Obr. 5-17 Procentuální podíl časů činnosti po eliminaci ztrát – výměna 6. 11. 2014

- **Výměna 14. 1. 2015**

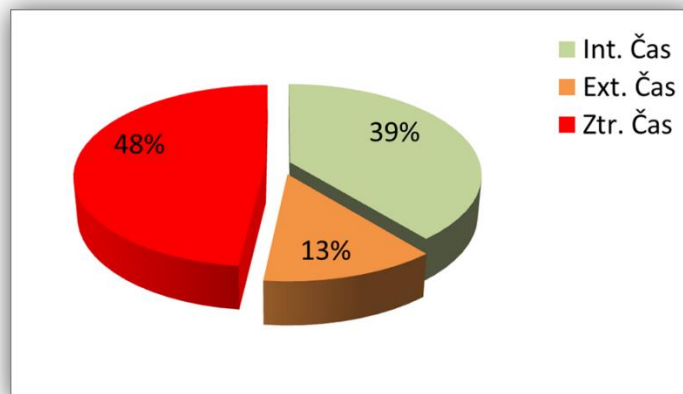
Ztráty způsobené opakovaným seřizováním stroje tvoří 38,96% z celkového času výměny a jsou obsaženy ve ztrátových činnostech.



Obr. 5-18 Procentuální podíl časů činnosti po eliminaci ztrát – výměna 14. 1. 2015

- **Výměna 6. 2. 2015**

Ztráty způsobené opakovaným seřizováním stroje tvoří 38,11% z celkového času výměny a jsou obsaženy ve ztrátových činnostech.



Obr. 5-19 Procentuální podíl časů činnosti po eliminaci ztrát – výměna 6. 2. 2015

5.4.3 Pozorované druhy plýtvání

Ztráty vzniklé a zaznamenané při snímkování:

- Hledání a chůze pro:

Hadr, rukavice, brusku, palici, sprej, mazivo, kladívko, brusný kámen, vozík, vzduchovou pistoli, měрку, náhradní díl, posuvné měřítko, klíče, nové packy, nové díly, sadu gola.

Ať už je to jakákoli věc, tak hlavním úkolem docílit toho, aby si ji pracovníci připravili před vypnutím stroje a ušetřili tím čas.

- Opakující se operace

Opakované seřizování stroje, konkrétně nastavení elektrody.

Nepřítomnost na pracovišti z důvodů:

- Provádění práce na jiných pracovištích.

Seřizovač se občas věnoval jiným strojům. Konkrétně porovnání hotových svařenců v boxu. Vyřešení tohoto problému by nenarušovalo plynulý chod přestavby

- Osobních potřeb

Když výměna trvala delší dobu, byl pracovník donucen dodržovat pitný režim, případně si musel dojít na WC.

Jiné druhy plýtvání:

- Nesjednocený postup práce.

Pracovníci jednají dle stávající situace a vykonávají činnosti v různém pořadí. Přesně nastavený postup práce s určenou dobou trvání může pomoci výměnu urychlit.

- Čekání na VZV

Pokud pracovník potřebuje manipulovat s boxy, používá k tomu VZV.

6 Vytvoření nového pracovního postupu

Pro vytvoření nového pracovního postupu byly uvažovány dva různé pracovní postupy. Jeden v případě malé výměny a druhý pro velkou výměnu. Každá z těchto výměn má rozdílný počet činností, které musejí být seřizovačem splněny, a tak bylo vhodné vytvořit rozdílné postupy činností.

6.1 Nový pracovní postup malé výměny

Při sestavování nového pracovního postupu byly porovnávány výsledky analýz všech náměrů malých výměn, viz Tabulka 6-1. Postup sestavení byl následující:

- Z každé analýzy byla vybrána tabulka, v níž byly eliminovány ztrátové časy
- Poté byl proveden rozbor externích činností.
- Externí činnosti byly rozděleny do činností, které mohou být prováděny před výměnou (před vypnutím stroje) a na činnosti, které může operátor provést v momentě, kdy už bude spuštěna svařovací linka.
- Časy byly zachovány pouze u interních časů, protože pouze interní časy tvoří čas, při kterém je nutné, aby stroj byl vypnut.
- Následně byly jednotlivé analýzy porovnány mezi sebou.

Z porovnání výsledků analýz a hlavně postupu při provádění operací vyšlo, že původní pracovní postup je nesjednocený. Každý, ze tří náměrů byl proveden pozorováním jiného pracovníka. Po důkladnějším rozboru bylo zjištěno, že operace jsou všechny prováděny správně, pouze postup v načasování se liší.

Sestavení nového pracovního postupu bylo provedeno tak, že zanalyzované náměry v tabulkové formě byly vloženy vedle sebe. Byly mezi sebou porovnány a barevně byly vyznačeny operace, které se v ostatních náměrech neprováděly. Pak byla vybrána nejrychlejší výměna. Právě její postup byl porovnáván s ostatními analýzami.

Při porovnání byly do nově vytvořeného sloupce zapisovány činnosti nejrychlejší výměny, které odpovídaly každé výměně, a zároveň byl brán zřetel na posloupnost těchto činností.

Příklad porovnání náměrů a následného vytvoření pracovního postupu je znázorněn v Tabulce. 6-1, kde oranžovou barvou jsou znázorněny externí časy a jejich rozdělení odpovídá, zda jsou prováděny před nebo po výměně. Zelenou jsou pak vyznačeny časy interní, které jak již bylo napsáno, tvoří čas samotné výměny.

Tabulka 6-1 Sestavení nového pracovního postupu malé výměny

Malá výměna 1			Malá výměna 2			Malá výměna 3			Pracovní postup			
0:04:21	0:00:16	Měření 2x nová elektroda měrkou	Ext.	0:04:16	0:00:12	Příprava kartače a škrabky	Ext.	0:05:00	0:00:41	Měření nových elektrod	Ext.	Příprava nářadí (opasek) + měry na elektrody + karasé + škrabka + maziva
	0:00:18	Měření 2x nová elektrody posuvným měřítkem	Ext.		0:00:17	Namazání 4x nový šroub	Ext.		0:00:49	Broušení nových elektrod	Ext.	Příprava nových elektrod + příslušná podložek
	0:01:00	Broušení nových elektrod	Ext.		0:01:04	Broušení nových elektrod	Ext.		0:00:13	Broušení nových elektrod	Ext.	Přeměření nových elektrod - měrkou
	0:00:27	Vizuální kontrola souměrnosti - měřka	Ext.		0:01:09	Broušení nových elektrod	Ext.		0:00:31	Broušení levé čelisti manipulaátoru	Ext.	Přebroušení nových elektrod + podložek
	0:00:28	Broušení nové podložky - levé	Ext.		0:00:51	Namazání nových elektrod	Ext.		0:00:30	Broušení pravé nové čelisti manipulaátoru	Ext.	Namazání nových elektrod
	0:00:54	Broušení nové podložky - pravé	Ext.		0:00:09	Očištění nových elektrod	Ext.		0:00:49	Práce s ovládací jednotkou	Int.	Práce s ovládací jednotkou
	0:00:35	Namazání nové elektrody - pravé	Ext.		0:00:34	Kontrola forem pomocí měrkou	Ext.		0:00:47	Práce s ovládací jednotkou	Int.	Vyfoukání a očištění celého systému + obou původních elektrod
	0:00:23	Namazání nové elektrody - levé	Ext.		0:00:48	Práce s ovládací jednotkou	Int.		0:01:45	Vyfoukání a očištění	Int.	Povolení 6x původní šroub (vrchní, spodní, boční) + vyjmutí podložky pod packy
	0:00:06	Práce s ovládací jednotkou	Int.		0:01:11	Vyfoukání celého systému	Int.		0:00:40	Povolení 6x původní šroub (vrchní, spodní, boční)	Int.	Povolení + vyjmutí 4x původní šroub (vnitřní - ráčna) levé elektrody
	0:00:44	Povolení 4x původní šroub (vnitřní - ráčna)	Int.		0:01:06	Zametení uvnitř přístroje	Int.		0:00:17	Povolení 4x původní šroub (vnitřní - ráčna)	Int.	Vyjmutí 4x původní levé elektrody
	0:00:51	Vyjmutí 4x původní šroub (vnitřní - pravá elektroda)	Int.		0:00:25	Povolení 2x původní šroub (vrchní)	Int.		0:01:25	Povolení 4x původní šroub (vnitřní - levá)	Int.	Vyjmutí 2x čep levý
	0:01:13	Vyjmutí původní pravé elektrody	Int.		0:00:33	Povolení 6x původní šroub (vnitřní - ráčna)	Int.		0:00:23	Vyjmutí původní levé elektrody	Int.	Povolení + vyjmutí 4x původní šroub (vnitřní - pravá elektroda)
0:00:13	Vyjmutí 2x čep pravý	Int.	0:00:52	Povolení 4x původní šroub (malý - klíč)	Int.	0:00:31	Vyjmutí 2x čep levý	Int.	Vyjmutí původní pravé elektrody			
0:00:11	Vyfoukání zákl. desky - pravé	Int.	0:01:57	Vyjmutí 4x původní šroub (vnitřní - levá elektroda)	Int.	0:00:22	Povolení 4x původní šroub (vnitřní - ráčna)	Int.	Vyjmutí 2x čep pravý			
0:00:19	Promazání a očištění zákl. desky - pravé	Int.	0:01:12	Vyjmutí 4x původní šroub (vnitřní - pravá elektroda)	Int.	0:02:13	Vyjmutí 4x původní šroub (vnitřní - pravá)	Int.	Vyfoukání, očištění (obrousění) a namazání celého systému			
0:00:24	Očištění 2x čep pravý	Int.	0:00:12	Vyjmutí původní levé elektrody	Int.	0:00:42	Vyjmutí původní pravé elektrody	Int.	Vložení pravé nové elektrody (+ podložky)			
0:00:45	Namazání a instalace 2x čep - pravý	Int.	0:00:06	Vyjmutí 1x čep levý	Int.	0:01:01	Vyjmutí 2x čep pravý	Int.	Namazání a vložení 2x původní čep pravý			
0:00:10	Instalace nové podložky - pravé	Int.	0:00:12	Vyjmutí původní pravé elektrody	Int.	0:00:32	Vyfoukání zákl. desky - levé	Int.	Instalace 4x šroub (vnitřní) pravá nová elektroda			
0:00:20	Vložení pravé nové elektrody	Int.	0:00:06	Vyjmutí původní levé podložky	Int.	0:00:36	Vyfoukání zákl. desky - pravé	Int.	Utažení 4x šroub (vnitřní) pravá nová elektroda			
0:01:12	Instalace 4x šroub (vnitřní) pravá nová elektroda	Int.	0:00:07	Vyjmutí původní pravé podložky	Int.	0:00:10	Očištění zákl. desky - levé	Int.	Vložení levé nové elektrody (+ podložky)			
0:01:00	Utažení 4x šroub (vnitřní) pravá nová elektroda	Int.	0:00:41	Vyjmutí 2x čep pravá	Int.	0:00:13	Očištění zákl. desky - pravé	Int.	Namazání a vložení 2x původní čep levý			
0:00:26	Povolení 4x původní šroub (vrchní, spodní, boční) levá	Int.	0:00:20	Vyfoukání zákl. desky	Int.	0:04:19	Broušení zákl. desky - levé	Int.	Instalace 4x šroub (vnitřní) pravá nová elektroda			
0:01:43	Vyjmutí 4x původní šroub (vnitřní - levá elektrody)	Int.	0:00:42	Promazání a očištění zákl. desky	Int.	0:00:15	Vyfoukání a očištění obou levé zákl. desky	Int.	Utažení 4x šroub (vnitřní) levá nová elektroda			
0:00:46	Povolení 6x původní šroub (vnitřní - levá elektrody)	Int.	0:00:46	Očištění 4x čep	Int.	0:05:11	Broušení zákl. desky - pravé	Int.	Utažení 6x šroub (vrchní, spodní, boční)			
0:00:07	Vyjmutí původní levé elektrody	Int.	0:02:18	Namazání a uložení 4x čep	Int.	0:00:32	Vyfoukání a očištění obou pravé zákl. desky	Int.	Příprava 1. kusu a zavření klece			
0:00:06	Vyjmutí původní levé podložky	Int.	0:00:50	Vložení pravé nové elektrody	Int.	0:00:46	Namazání a instalace 2x čep levý	Int.	Práce s ovládací jednotkou - spuštění linky			
0:00:11	Vyjmutí 2x čep levý	Int.	0:00:13	Vložení levé nové elektrody	Int.	0:00:57	Namazání a instalace obou čep pravý	Int.	1. kontrola - Vyjmutí, ochlazení a kontrola svařence			
0:00:18	Očištění 2x čep levý	Int.	0:01:57	Instalace 4x šroub (vnitřní) levá nová elektroda	Int.	0:01:09	Instalace 4x šroub (vnitřní) levá nová	Int.	Obrousění levé původní elektrody			
0:00:32	Vyfoukání a očištění zákl. desky - levé	Int.	0:02:00	Utažení 4x původní šroub (malý - klíč)	Int.	0:00:20	Instalace podložky pod packy	Int.	obrousění pravé původní elektrody			
0:00:07	Instalace nové podložky - levé	Int.	0:00:37	Utažení 2x původní šroub (vrchní)	Int.	0:00:38	Utažení 6x šroub (vrchní, spodní, boční)	Int.	Očištění obou původních elektrod			
0:00:07	Instalace nové podložky - pravé	Int.	0:00:18	Utažení 4x šroub (vnitřní) levá nová elektroda	Int.	0:00:33	Utažení 4x šroub (vnitřní) levá nová	Int.	Uklid nářadí			
0:00:40	Namazání a instalace 2x čep - levý	Int.	0:01:59	Instalace 4x šroub (vnitřní) pravá nová	Int.	0:00:44	Vložení pravé nové elektrody	Int.	Uklid nářadí			
0:00:18	Vložení levé nové elektrody	Int.	0:00:30	Příprava 1. kusu a zavření klece	Int.	0:00:38	Instalace 4x šroub (vnitřní) pravá nová	Int.	Utažení 4x šroub (vnitřní) pravá nová			
0:00:31	Přendání 4x podložka z původní šroub na nový	Int.	0:00:48	Práce s ovládací jednotkou	Int.	0:00:23	Utažení 2x šroub (spodní)	Int.	Utažení 4x šroub (vnitřní) pravá nová			
0:00:48	Instalace 4x šroub (vnitřní) levá nová elektroda	Int.	0:00:20	1. kontrola - Vyjmutí, ochlazení a kontrola	Int.	0:00:49	Utažení 4x šroub (vnitřní) pravá nová	Int.	Utažení 4x šroub (vnitřní) levá nová			
0:00:58	Utažení 6x původní šroub (vrchní, spodní, boční)	Int.	0:00:29	Práce s ovládací jednotkou	Int.	0:00:12	Utažení 4x šroub (vnitřní) levá nová	Int.	Utažení 4x šroub (vnitřní) pravá nová			
0:01:12	Utažení 4x šroub (vnitřní) pravá nová elektroda	Int.	0:01:34	Práce s ovládací jednotkou	Int.	0:00:12	Utažení 4x šroub (vnitřní) pravá nová	Int.	Utažení 4x šroub (vnitřní) pravá nová			
0:00:24	Příprava 1. kusu a zavření klece	Int.	0:00:48	1. kontrola - Vyjmutí, ochlazení a kontrola	Int.	0:00:12	Utažení 4x šroub (vnitřní) pravá nová	Int.	Utažení 4x šroub (vnitřní) pravá nová			
0:01:11	Práce s ovládací jednotkou	Int.	0:00:20	Měření svařence	Int.	0:00:12	Utažení 4x šroub (vnitřní) pravá nová	Int.	Utažení 4x šroub (vnitřní) pravá nová			
0:00:56	1. kontrola - Vyjmutí, ochlazení a kontrola	Int.	0:00:29	Práce s ovládací jednotkou	Int.	0:00:12	Utažení 4x šroub (vnitřní) pravá nová	Int.	Utažení 4x šroub (vnitřní) pravá nová			
0:00:15	Měření svařence	Int.	0:00:55	Slisování na jiném stroji	Int.	0:00:13	Zavření klece	Int.	Zavření klece			
0:00:20	Práce s ovládací jednotkou	Int.	0:01:02	Obrousění sváru na jiném stroji	Int.	0:00:23	Práce s ovládací jednotkou	Int.	Práce s ovládací jednotkou			
0:00:59	Slisování na jiném stroji	Int.	0:00:31	Kontrola svařence	Int.	0:00:17	Příprava 1. kusu a zavření klece	Int.	Příprava 1. kusu a zavření klece			
0:00:57	Obrousění sváru na jiném stroji	Int.	0:01:24	Měření svařence	Int.	0:00:22	Práce s ovládací jednotkou	Int.	Práce s ovládací jednotkou			
0:00:38	Kontrola svařence	Int.	0:00:00	1. dobrý kus	Int.	0:00:44	1. kontrola - Vyjmutí, ochlazení a kontrola	Int.	1. kontrola - Vyjmutí, ochlazení a kontrola			
0:00:57	Měření svařence	Int.	0:00:29	Oškrábání levé původní elektrody	Ext.	0:00:19	Měření svařence	Int.	Měření svařence			
0:00:00	1. dobrý kus	Int.	0:00:41	Oškrábání pravé původní elektrody	Ext.	0:00:33	Práce s ovládací jednotkou	Int.	Práce s ovládací jednotkou			
0:03:30	0:00:16	Oškrábání pravé původní elektrody	Ext.	0:00:10	Okartáčování levé původní elektrody	Ext.	0:02:41	Slisování na jiném stroji	Int.	Slisování na jiném stroji		
	0:00:15	Oškrábání levé původní elektrody	Ext.	0:00:19	Okartáčování pravé původní elektrody	Ext.	0:01:25	Obrousění sváru na jiném stroji	Int.	Obrousění sváru na jiném stroji		
	0:01:07	Vyfoukání a očištění vodou obou původních elektrod	Ext.	0:00:47	Vyfoukání a očištění vodou obou původních elektrod	Ext.	0:00:18	Kontrola svařence	Int.	Kontrola svařence		
	0:00:33	Očištění pravé původní elektrody	Ext.	0:00:32	Očištění levé původní elektrody	Ext.	0:00:36	Měření svařence	Int.	Měření svařence		
	0:00:17	Odnesení pravé původní elektrody	Ext.	0:00:39	Očištění pravé původní elektrody	Ext.	0:00:00	1. dobrý kus	Int.	1. dobrý kus		
	0:00:36	Očištění levé původní elektrody	Ext.	0:00:30	Uklid nářadí	Ext.	0:00:39	Oškrábání levé původní elektrody	Ext.	Oškrábání levé původní elektrody		
	0:00:18	Očištění původní levé podložky	Ext.	0:00:59	Očištění původních podložek + uklid	Ext.	0:00:53	Očištění pravé původní elektrody	Ext.	Očištění pravé původní elektrody		
	0:00:08	Uklid nářadí	Ext.	0:00:23	Uklid nářadí	Ext.	0:00:43	Oškrábání pravé původní elektrody	Ext.	Oškrábání pravé původní elektrody		
							0:00:21	Očištění obou původních elektrod	Ext.	Očištění obou původních elektrod		
							0:00:54	Očištění levé původní elektrody	Ext.	Očištění levé původní elektrody		
							0:00:20	Uklid nářadí	Ext.	Uklid nářadí		
							0:00:17	Uklid nářadí	Ext.	Uklid nářadí		
						0:00:58	Uklid nářadí	Ext.	Uklid nářadí			

6.2 Nově navržený pracovní postup malé výměny

Nově navržený postup malé výměny se skládá celkem z 38 činností. Z toho jich je 28 interních a 10 externích. Externí činnosti jsou rozděleny po pěti operacích na externí činnosti před vypnutím stroje a na externí činnosti po zapnutí nově seřízeného stroje. Tento pracovní návrh bude součástí manažerské hry při školení vybraného pracovníka.

Tabulka 6-2 Návrh pracovního postupu malé výměny

• Externí činnosti před výměnou
1. Příprava nářadí (opasek) + měrky na elektrody + kartáč + škrabka + maziva
2. Příprava nových elektrod + případně podložek
3. Přeměření nových elektrod - měrkou
4. Přebroušení nových elektrod + podložek
5. Namazání nových elektrod
• Interní činnosti malé výměny
6. Práce s ovládací jednotkou
7. Vyfoukání a očištění celého systému + obou původních elektrod
8. Povolení 6x původní šroub (vrchní, spodní, boční)+vyjmutí podložky pod packy
9. Povolení + vyjmutí 4x původní šroub (vnitřní - ráčna) levá elektroda
10. Vyjmutí původní levé elektrody
11. Vyjmutí 2x čep levá
12. Povolení + vyjmutí 4x původní šroub (vnitřní - pravá elektroda)
13. Vyjmutí původní pravé elektrody
14. Vyjmutí 2x čep pravá
15. Vyfoukání, očištění (obroušení) a namazání celého systému
16. Vložení pravé nové elektrody (+ podložky)
17. Namazání a vložení 2x původní čep pravý
18. Instalace 4x šroub (vnitřní) pravá nová elektroda
19. Utažení 4x šroub (vnitřní) pravá nová elektroda
20. Vložení levé nové elektrody (+ podložky)
21. Namazání a vložení 2x původní čep levý
22. Instalace 4x šroub (vnitřní) levá nová elektroda
23. Utažení 4x šroub (vnitřní) levá nová elektroda
24. Utažení 6x šroub (vrchní, spodní, boční)
25. Příprava 1. kusu a zavření klece
26. Práce s ovládací jednotkou - spuštění linky
27. 1. kontrola - vyjmutí, ochlazení a kontrola svařence
28. Práce s ovládací jednotkou
29. Slisování na jiném stroji
30. Obroušení svárů na jiném stroji
31. Kontrola svařence
32. Měření svařence
33. 1. dobrý kus
• Externí činnosti po výměně
34. Naplnění zásobníků novými komponenty
35. Obroušení levé původní elektrody
36. Obroušení pravé původní elektrody
37. Očištění obou původních elektrod
38. Úklid nářadí

6.3 Nový pracovní postup velké výměny

Nový postup velké výměny byl sestaven stejným způsobem jako v případě malé výměny, která je popsána v kapitole 6-1. Z analýz tří výměn byla vybrána ta nejrychlejší a doplněna o operace, které byly součástí dalších výměn a dle správnosti postupu, by měly být obsaženy v novém pracovním postupu.

6.4 Nově navržený pracovní postup velké výměny

Nově navržený postup velké výměny se skládá celkem z 58 činností. Z toho jich je 45 interních a 13 externích. Externí činnosti jsou rozděleny na plánovaných pět externích operací před vypnutím stroje a na osm externí činností, které může pracovník vykonat, když je spuštěna výroba. Tento pracovní návrh bude součástí manažerské hry při školení vybraného pracovníka.

Tabulka 6-3 Návrh pracovního postupu velké výměny

• Externí činnosti před výměnou
1. Příprava náradí (opasek) + měrky na elektrody + kartáč + škrabka + maziva
2. Příprava nových elektrod + případně podložek
3. Přeměření nových elektrod - měrkou
4. Přebroušení nových elektrod + podložek
5. Namazání nových elektrod
• Interní činnosti velké výměny
6. Práce s ovládací jednotkou – vypnutí stroje, příprava stroje na výměnu
7. Vyfoukání a očištění celého systému + obou původních elektrod
8. Povolení 6x původní šroub + vyjmutí 2x podložky pod packy
9. Vyjmutí 2x původní nástavec na packy (povolení 4 šroubů v zákl. desce) - levá
10. Povolení + vyjmutí 4x původní šroub (vnitřní – sada gola) levá elektroda
11. Vyjmutí původní levé elektrody (případně podložky)
12. Vyjmutí 2x čep levý
13. Vyjmutí 2x původní nástavec na packy (povolení 4 šroubů v zákl. desce) - pravá
14. Povolení + vyjmutí 4x původní šroub (vnitřní - pravá elektroda)
15. Vyjmutí původní pravé elektrody (případně podložky)
16. Vyjmutí 2x čep pravý
17. Vyfoukání, očištění (obroušení) a namazání celého systému
18. Povolení 6x původní šroub + vyjmutí 2x podložky pod packy
19. Vložení 2x nový nástavec na packy (utažení 4 šroubů v zákl. desce) - levá
20. Vložení 2x nový nástavec na packy (utažení 4 šroubů v zákl. desce) - pravá
21. Vložení pravé nové elektrody (+ podložky)
22. Namazání a vložení 2x původní čep pravý
23. Instalace 4x šroub (vnitřní) pravá nová elektroda
24. Utažení 4x šroub (vnitřní) pravá nová elektroda
25. Vložení levé nové elektrody (+ podložky)
26. Namazání a vložení 2x původní čep levý
27. Instalace 4x šroub (vnitřní) levá nová elektroda
28. Utažení 4x šroub (vnitřní) levá nová elektroda

29. Utažení 6x šroub (vrchní, spodní, boční)
30. Práce s ovládací jednotkou – Sklopení manipulátoru
31. Demontáž původní levé čelisti manipulátoru
32. Demontáž původní pravé čelisti manipulátoru
33. Broušení manipulátoru
34. Instalace nové levé čelisti manipulátoru
35. Instalace nové pravé čelisti manipulátoru
36. Nastavení dorazu na dopravnících
37. Očištění čelistí podavače na obou stranách klece
38. Demontáž čelistí podavače na pravé straně klece
39. Instalace nových čelistí podavače na pravé straně klece
40. Demontáž čelistí podavače na levé straně klece
41. Instalace nových čelistí podavače na levé straně klece
42. Příprava 1. kusu a zavření klece
43. Práce s ovládací jednotkou - spuštění linky
44. kontrola - Vyjmutí, ochlazení a kontrola svařence
45. Měření svařence
46. Práce s ovládací jednotkou
47. Slisování na jiném stroji
48. Obroušení svárů na jiném stroji
49. Kontrola svařence
50. 1. dobrý kus
• Externí činnosti po výměně
51. Naplnění zásobníků novými komponenty
52. Očištění původní pravé elektrody
53. Očištění původní levé elektrody
54. Očištění původní levé čelisti manipulátoru
55. Očištění původní pravé čelisti manipulátoru
56. Odnesení původních čelistí manipulátoru
57. Očištění nástavců na packy
58. Úklid náradí

7 Zavedení nového pracovního postupu

Obsahem této kapitoly je popis postupu zaškolení pracovníka a následného průběhu řízené přestavby, a to jak malé tak velké. Náměry pořízené z těchto přestaveb byly zanalyzovány a použity jako interní návod k provádění přestavby. Výstupní hodnoty budou použity v kapitole 8, jako vstupní data pro technicko - ekonomické zhodnocení.

První návštěva týkající se nového pracovního postupu, proběhla dne 24. 4. 2015. Vedením společnosti, které bylo také součástí školení, byl zvolen nejschopnější pracovník, který byl proškolen a následně v praxi aplikoval získané znalosti pod dohledem nad správným prováděním navrženého postupu.

7.1 Školení pracovníka

Celé školení pracovníka bylo stylizováno do tří základních bodů:

- Prezentace
 - Obecné seznámení se štíhlou výrobou a racionalizací práce
 - Představení metody SMED
 - Prezentace výsledků a nového pracovního postupu
- Manažerská hra
- Řízená výměna

Součástí prezentace, která byla provedena formou workshopu, bylo seznámit pracovníka se základními myšlenkami štíhlé výroby. Prezentace byla vedena v přátelském duchu s řadou otázek, které měly u pracovníka vyvolat tendenci štíhlého uvažování.

Druhá část prezentace měla vedení společnosti a pracovníkovi představit metodu rychlé výměny, SMED. Součástí byl stručný základ a obecná teorie k metodě SMED, který postupně přešel ve výsledky získané původními náměry, které jsou popsány v kapitole 5-4. Byl uveden postup sestavení nového pracovního postupu a hodnoty očekávaných výsledků, kterých by se mělo dosáhnout.

Po skončení prezentace následovala krátká přestávka, po které byla provedena manažerská hra. Přípravou této hry bylo vytvoření nového postupu. Tyto jednotlivé činnosti byly vloženy to tabulky viz Tabulka 6-3, která byla vytisknuta. Následným rozstříháním tabulky na jednotlivé činnosti byly vytvořeny proužky papírů s názvem činnosti, která se týkala výměny na svařovací lince.

Tyto lístečky byly zamíchány a položeny před pracovníka. Ten měl za úkol sestavit nový pracovní postup. Součástí činnosti byly jak činnosti externí (před a po), tak činnosti interní ovšem bez barevného či číselného označení.

Při sestavování pracovního postupu byla důležitá komunikace mezi pracovníkem, který se v dané problematice pohybuje a školitelem. Došlo totiž v pár případech, že nebylo sjednoceno názvosloví jednotlivých částí svařovací linky. Na základě těchto poznatků a připomínek byl s pomocí pracovníka sestaven nový pracovní postup, který je uveden v Tabulka 7-2. V novém pracovním postupu jsou doplněny i nové činnosti, které je nutné provést pro výměnu. Příkladem může být činnost „*Výměna boxu s původními komponenty za box s novými komponenty*“, která může být provedena před vypnutím stroje ovšem na druhou stranu činnost „*Výměna boxů na svařence*“ je možné provést, až když je linka vypnuta.

Nově navržený pracovní postup malé výměny*Tabulka 7-1 Nově navržený pracovní postup malé výměny*

• Externí činnosti před výměnou
1) Výměna boxu s původními komponenty za box s novými komponenty
2) Příprava náradí (opasek) + měrky na elektrody + kartáč + škrabka + maziva
3) Příprava nových elektrod + případně podložek
4) Přeměření nových elektrod - měrkou
5) Přebroušení nových elektrod + podložek
6) Namazání nových elektrod
7) Naplnění zásobníku cca 5 KS nových komponent
• Interní činnosti malé výměny
8) Práce s ovládací jednotkou
9) Vyfoukání a očištění zápustek se šrouby obou původních elektrod
10) Povolení 6x původní šroub (vrchní, spodní, boční) + vyjmutí podložky pod packy
11) Povolení + vyjmutí 4x původní šroub (vnitřní – sada gola) levá elektroda
12) Vyjmutí původní levé elektrody (případně elektrody)
13) Vyjmutí 2x čep levý
14) Povolení + vyjmutí 4x původní šroub (vnitřní - pravá elektroda)
15) Vyjmutí původní pravé elektrody
16) Vyjmutí 2x čep pravý
17) Vyfoukání, očištění (obroušení) a namazání celého systému
18) Vložení pravé nové elektrody (+ podložky)
19) Namazání a vložení 2x původní čep pravý
20) Instalace 4x šroub (vnitřní) pravá nová elektroda
21) Utažení 4x šroub (vnitřní) pravá nová elektroda
22) Vložení levé nové elektrody (+ podložky)
23) Namazání a vložení 2x původní čep levý
24) Instalace 4x šroub (vnitřní) levá nová elektroda
25) Utažení 4x šroub (vnitřní) levá nová elektroda
26) Utažení 6x šroub (vrchní, spodní, boční)
27) Příprava 1. kusu a zavření klece
28) Práce s ovládací jednotkou - spuštění linky
29) 1. kontrola - vyjmutí, ochlazení a kontrola svařence
30) Práce s ovládací jednotkou
31) Slisování na jiném stroji
32) Obroušení svárů na jiném stroji
33) Kontrola svařence
34) Měření svařence
35) 1. dobrý kus
• Externí činnosti po výměně
36) Naplnění zásobníků novými komponenty
37) Očištění obou původních elektrod
38) Úklid náradí

Nově navržený pracovní postup velké výměny*Tabulka 7-2 Nově navržený pracovní postup velké výměny*

• Externí činnosti před výměnou
1) Výměna boxu s původními komponenty za box s novými komponenty
2) Příprava nářadí (opasek) + měrky na elektrody + kartáč + škrabka + maziva
3) Příprava nových elektrod + případně podložek
4) Příprava nových nástavců na packy
5) Přeměření nových elektrod - měrkou
6) Přebroušení nových elektrod + podložek
7) Namazání nových elektrod
8) Příprava nových pacek
9) Příprava a obroušení 2x nový chapač
10) Nastavení zásobníku + naplnění cca 5 ks nových komponent
• Interní činnosti velké výměny
6) Práce s ovládací jednotkou – vypnutí stroje, příprava stroje na výměnu
7) Výměna boxů na svařence
8) Demontáž čelistí výkyvné jednotky na pravé straně klece
9) Očištění původních čelistí výkyvné jednotky
10) Instalace nových čelistí výkyvné jednotky na pravé straně klece
11) Demontáž čelistí výkyvné jednotky na levé straně klece
12) Instalace nových čelistí výkyvné jednotky na levé straně klece
13) Nastavení dorazu + ližin na dopravnících
14) Demontáž původního chapače na levé straně ramene
15) Demontáž původního chapače na pravé straně ramene
16) Obroušení a očištění pevné části ramene
17) Instalace nového chapače na levé straně ramene
18) Instalace nového chapače na pravé straně ramene
19) Práce s ovládací jednotkou - zvednutí ramene
20) Vyfoukání a očištění záпустek se šrouby + obou původních elektrod
21) Povolení 6x původní šroub (vrchní, spodní, boční)+vyjmutí 2x podložky pod packy
22) Vyjmutí 2x původní nástavec na packy (povolení 4 šroubů v zákl. desce) - levá
23) Povolení + vyjmutí 4x původní šroub (vnitřní – sada gola) levá elektroda
24) Vyjmutí původní levé elektrody (případně podložky)
25) Vyjmutí 2x čep levý
26) Povolení + vyjmutí 4x původní šroub (vnitřní - pravá elektroda)
27) Vyjmutí původní pravé elektrody (případně podložky)
28) Vyjmutí 2x čep pravý
29) Vyfoukání, očištění (obroušení) a namazání celého systému
30) Vyjmutí 2x původní nástavec na packy – levá
31) Očištění a obroušení zákl. desky - nástavce na packy – levá
32) Vyjmutí 2x původní nástavec na packy – pravá
33) Vložení 2x nový nástavec na packy (utažení 4 šroubů v zákl desce) - levá
34) Očištění a obroušení zákl. desky - nástavce na packy – pravá

35) Vložení 2x nový nástavec na packy (utažení 4 šroubů v zákl desce) - pravá
36) Očištění (obroušení) a namazání celého systému
37) Vložení pravé nové elektrody (+ podložky)
38) Namazání a vložení 2x původní čep pravý
39) Instalace 4x šroub (vnitřní) pravá nová elektroda
40) Utažení 4x šroub (vnitřní) pravá nová elektroda
41) Vložení levé nové elektrody (+ podložky)
42) Namazání a vložení 2x původní čep levý
43) Instalace 4x šroub (vnitřní) levá nová elektroda
44) Utažení 4x šroub (vnitřní) levá nová elektroda
45) Utažení 6x šroub (vrchní, spodní, boční)
46) Práce s ovládací jednotkou
47) Kontrola posunu v zákl. desce
48) Příprava 1. kusu a zavření klece
49) Práce s ovládací jednotkou - spuštění linky
50) Kontrola - Vyjmutí, ochlazení a kontrola svařence
51) Měření svařence
52) Práce s ovládací jednotkou
53) Slisování na jiném stroji
54) Obroušení svárů na jiném stroji
55) Kontrola svařence
56) 1. dobrý kus
• Externí činnosti po výměně
57) Naplnění zásobníků novými komponenty
58) Očištění původní pravé elektrody
59) Očištění původní levé elektrody
60) Očištění původní levé čelisti manipulátoru
61) Očištění původní pravé čelisti manipulátoru
62) Odnesení původních čelistí manipulátoru
63) Očištění nástavců na packy
64) Úklid náradí

7.2 Řízená přestavba – velká

Velká přestavba svařovacího stroje pod dohledem byla provedena 29. 4. 2015, kdy pracovník absolvoval nejdříve školení popsané v kapitole 7-1., a pak na pracovišti provedl řízenou přestavbu

Řízená přestavba spočívá v přísném kontrolování posloupnosti a správnosti provádění činností nutných k výměně stroje. Před samotnou výměnou byl pracovníkovy dopřán čas, aby si ještě za chodu stroje připravil vše potřebné = externí činnosti před vypnutím stroje. Po přípravě, která trvala cca 20 min, proběhla samotná výměna.

Postup při velké výměně je zaznamenán v Tabulka. 7-3. Celková doba výměny trvala 62 minut a 0 sekund. Náměr byl proveden pouze z časů interních, a proto se dá tvrdit, že hodnota naměřená výměnou je hodnota času trvání přestavby.

Tabulka 7-3 Analýza řízené přestavby - velká

0:00:00	0:00:31	0:00:31	Práce s ovládací jednotkou - vypnutí stroje	Int.
0:00:31	0:01:38	0:01:07	Výměna boxů na svařence	Int.
0:01:38	0:02:39	0:01:01	Práce s ovládací jednotkou - příprava stroje na výměnu	Int.
0:02:39	0:04:24	0:01:45	Demontáž původních čelistí výkyvné jednotky na levé straně klece	Int.
0:04:24	0:04:57	0:00:33	Očištění výkyvné jednotky na levé straně klece	Int.
0:04:57	0:06:33	0:01:36	Demontáž původních čelistí výkyvné jednotky na pravé straně klece	Int.
0:06:33	0:07:01	0:00:28	Očištění výkyvné jednotky na pravé straně klece	Int.
0:07:01	0:08:41	0:01:40	Instalace nových čelistí výkyvné jednotky na pravé straně klece	Int.
0:08:41	0:09:52	0:01:11	Instalace nových čelistí výkyvné jednotky na pravé straně klece	Int.
0:09:52	0:14:21	0:04:29	Nastavení dorazu + ližin na dopravnících	Int.
0:14:21	0:14:53	0:00:32	Demontáž původního chapače na levé straně ramene	Int.
0:14:53	0:15:33	0:00:40	Demontáž původního chapače na pravé straně ramene	Int.
0:15:33	0:16:15	0:00:42	Obroušení a očištění pevné části ramene	Int.
0:16:15	0:17:08	0:00:53	Instalace nového chapače na levé straně ramene	Int.
0:17:08	0:18:06	0:00:58	Instalace nového chapače na pravé straně ramene	Int.
0:18:06	0:18:43	0:00:37	Práce s ovládací jednotkou - zvednutí ramene	Int.
0:18:43	0:20:18	0:01:35	Vyfoukání a očištění zápustek se šrouby + obou původních elektrod	Int.
0:20:18	0:20:48	0:00:30	Povolení 6x původní šroub (vrchní, spodní, boční)+vyjmutí 2x podložky pod packy	Int.
0:20:48	0:21:25	0:00:37	Vyjmutí 2x původní nástavec na packy (povolení 4 šroubů v zákl desce) - levá	Int.
0:21:25	0:22:54	0:01:29	Povolení + vyjmutí 4x původní šroub (vnitřní - ráčna) levá elektroda	Int.
0:22:54	0:23:35	0:00:41	Vyjmutí původní levé elektrody (případně podložky)	Int.
0:23:35	0:24:11	0:00:36	Vyjmutí 2x čep levý	Int.
0:24:11	0:26:30	0:02:19	Povolení + vyjmutí 4x původní šroub (vnitřní - pravá elektroda)	Int.
0:26:30	0:27:02	0:00:32	Vyjmutí původní pravé elektrody (případně podložky)	Int.
0:27:02	0:27:31	0:00:29	Vyjmutí 2x čep pravý	Int.
0:27:31	0:28:17	0:00:46	Vyfoukání, očištění (obroušení) a namazání celého systému	Int.
0:28:17	0:32:15	0:03:58	Vyjmutí 2x původní nástavec na packy - levá	Int.
0:32:15	0:33:15	0:01:00	Očištění a obroušení zákl. desky - nástavce na packy - levá	Int.
0:33:15	0:36:26	0:03:11	Vyjmutí 2x původní nástavec na packy - pravá	Int.
0:36:26	0:40:19	0:03:53	Vložení 2x nový nástavec na packy (utažení 4 šroubů v zákl desce) - levá	Int.

0:40:19	0:41:09	0:00:50	Očištění a obroušení zákl. desky - nástavce na packy - pravá	Int.
0:41:09	0:44:11	0:03:02	Vložení 2x nový nástavec na packy (utažení 4 šroubů v zákl. desce) - pravá	Int.
0:44:11	0:48:15	0:04:04	Očištění (obroušení) a namazání celého systému	Int.
0:48:15	0:48:45	0:00:30	Vložení 2x nová podložka	Int.
0:48:45	0:50:06	0:01:21	Namazání a vložení 4x původní čep	Int.
0:50:06	0:50:33	0:00:27	Vložení levé nové elektrody	Int.
0:50:33	0:51:20	0:00:47	Instalace 4x šroub (vnitřní) levá nová elektroda	Int.
0:51:20	0:52:00	0:00:40	Vložení 2x nová podložka pod packy (Boční)	Int.
0:52:00	0:52:51	0:00:51	Utažení 6x šroub (vrchní, spodní, boční)	Int.
0:52:51	0:53:29	0:00:38	Utažení 4x šroub (vnitřní) pravá nová elektroda	Int.
0:53:29	0:54:10	0:00:41	Vložení pravé nové elektrody	Int.
0:54:10	0:54:38	0:00:28	Instalace 4x šroub (vnitřní) pravá nová elektroda	Int.
0:54:38	0:55:48	0:01:10	Utažení 4x šroub (vnitřní) levá nová elektroda	Int.
0:55:48	0:56:57	0:01:09	Kontrola posunu v zákl. desce	Int.
0:56:57	0:57:39	0:00:42	Práce s ovládací jednotkou	Int.
0:57:39	0:58:03	0:00:24	Příprava 1. kusu a zavření klece	Int.
0:58:03	0:58:16	0:00:13	Práce s ovládací jednotkou - spuštění linky	Int.
0:58:16	0:58:48	0:00:32	1. kontrola - Vyjmutí, ochlazení a kontrola svařence	Int.
0:58:48	0:59:21	0:00:33	Měření svařence	Int.
0:59:21	1:00:30	0:01:09	Slisování na jiném stroji	Int.
1:00:30	1:01:14	0:00:44	Obroušení svárů na jiném stroji	Int.
1:01:14	1:01:50	0:00:36	Kontrola svařence	Int.
1:01:50	1:02:00	0:00:10	1. dobrý kus	Int.

Při velké přestavbě došlo k poruše stroje. Čas, kdy tato porucha vznikla, je vyznačen žlutou barvou v Tabulka 7-3. Jednalo se o zcela mimořádnou poruchu, která se běžně nestává. Výměna nástroje však kompletně proběhla, a proto byly zbylé činnosti doplněny dle správnosti postupu. Časy těchto činností byly sestaveny z průměrů, získaných při analýzách původních výměn.

7.3 Řízená přestavba – malá

Řízená přestavba svařovacího stroje byla provedena 29. 4. 2015, kdy pracovníkovy byl představen nový pracovní postup, podle kterého pak na pracovišti provedl řízenou přestavbu.

Řízená přestavba spočívá v přísném kontrolování posloupnosti a správnosti provádění činností nutných k výměně stroje. Před samotnou výměnou byl pracovníkovy dopřán čas, aby si ještě za chodu stroje připravil vše potřebné = externí činnosti před vypnutím stroje. Po přípravě, která trvala cca 12 min, proběhla samotná výměna.

Postup při malé výměně je zaznamenán v Tabulka 7-1. Celková doba výměny trvala 29 minut a 5 sekund. Náměr byl proveden pouze z časů interních, a proto se dá tvrdit, že hodnota naměřená výměnou je hodnota času trvání přestavby.

Tabulka 7-4 Analýza řízené přestavby - malá

0:00:00	0:00:08	0:00:08	Práce s ovládací jednotkou - vypnutí stroje	Int.
0:00:08	0:01:12	0:01:04	Vyfoukání a očištění zápustek se šrouby + obou původních elektrod	Int.
0:01:12	0:01:40	0:00:28	Povolení 6x původní šroub (vrchní,spodní, boční)+vyjmutí 2x podložky pod packy	Int.
0:01:40	0:02:09	0:00:29	Vyjmutí 2x původní nástavec na packy (povolení 4 šroubů v zákl desce) - levá	Int.
0:02:09	0:04:03	0:01:54	Povolení + vyjmutí 4x původní šroub (vnitřní - ráčna) levá elektroda	Int.
0:04:03	0:05:00	0:00:57	Vyjmutí původní levé elektrody (případně podložky)	Int.
0:05:00	0:05:35	0:00:35	Vyjmutí 2x čep levý	Int.
0:05:35	0:08:15	0:02:40	Povolení + vyjmutí 4x původní šroub (vnitřní - pravá elektroda)	Int.
0:08:15	0:08:45	0:00:30	Vyjmutí původní pravé elektrody (případně podložky)	Int.
0:08:45	0:09:31	0:00:46	Vyjmutí 2x čep pravý	Int.
0:09:31	0:13:09	0:03:38	Vyfoukání, očištění (obroušení) a namazání celého systému	Int.
0:13:09	0:13:33	0:00:24	Vložení 2x nová podložka	Int.
0:13:33	0:15:19	0:01:46	Namazání a vložení 4x původní čep	Int.
0:15:19	0:15:59	0:00:40	Vložení levé nové elektrody	Int.
0:15:59	0:17:15	0:01:16	Chůze pro nové šrouby do elektrod	Int.
0:17:15	0:19:34	0:02:19	Instalace 4x šroub (vnitřní) levá nová eletroda	Int.
0:19:34	0:20:10	0:00:36	Utažení 6x šroub (vrchní,spodní, boční)	Int.
0:20:10	0:20:40	0:00:30	Utažení 4x šroub (vnitřní) pravá nová eletroda	Int.
0:20:40	0:21:03	0:00:23	Vložení pravé nové elektrody	Int.
0:21:03	0:22:02	0:00:59	Instalace 4x šroub (vnitřní) pravá nová eletroda	Int.
0:22:02	0:23:43	0:01:41	Utažení 4x šroub (vnitřní) levá nová eletroda	Int.
0:23:43	0:24:18	0:00:35	Příprava 1. kusu a zavření klece	Int.
0:24:18	0:24:46	0:00:28	Práce s ovládací jednotkou - spuštění linky	Int.
0:24:46	0:25:56	0:01:10	1. kontrola - Vyjmutí, ochlazení a kontrola svařence	Int.
0:25:56	0:26:26	0:00:30	Měření svařence	Int.
0:26:26	0:26:40	0:00:14	Práce s ovládací jednotkou	Int.
0:26:40	0:27:49	0:01:09	Slisování na jiném stroji	Int.
0:27:49	0:28:40	0:00:51	Obroušení svárů na jiném stroji	Int.
0:28:40	0:29:05	0:00:25	Kontrola svařence	Int.
0:29:05	0:29:05	0:00:00	1. dobrý kus	Int.

7.4 Návrhy na zlepšení

Finální analýzy aplikace nového pracovního postupu a konzultace s pracovníkem během školení, odhalily interní činnosti, které mají dlouhou dobu trvání. Ovšem v dnešní době se nabízejí různá technická řešení, jak tento čas snížit.

Příklady technických řešení:

- Na chapač opatřit čep pro vymezení pozice.

Na chapač, který je součástí výkyvné jednotky (manipulátoru) jsou instalovány čelisti. Pracovník, který tyto čelisti mění, neví přesně, jak mají být usazeny čelisti na chapači. Tento problém, který zapříčiňuje dlouhou interní činnost, by mohl vyřešit čep na čelistech, který by vyznačil umístění na výkyvné jednotce.

- V zákl. desce vytvořit otvor pro snazší přístup při seřízení.

Přístup na výměnu nástavců na packy je velmi špatný. Otvor, který slouží jako přístup pro pracovníka je velmi malý. Řešení by šlo nalézt v otvoru vytvořeném z boku zákl. desky.

- Pořídit vzduchovou pistoli nebo rázový utahovák

Současně by bylo vhodné, při výše uvedené výměně nástavců na packy, využít např. vzduchovou pistoli, která by radikálně snížila velikost interních časů strávených nad výměnou pacek.

- Sjednotit všechny hlavy šroubů.

Výměnu by urychlilo sjednocení hlav všech šroubů. V současnosti pracovník používá sagu gola, konkrétně dva různé nástavce s vnitřním šestihranem a sadu imbusových klíčů.

Příklady organizačních řešení:

- Zavést pravidlo – Před každou výměnou musí být ve skříní připraveny předbroušené elektrody.

Pracovník na pracovišti musí zkontrolovat, zda jsou elektrody připraveny na výměnu ještě před tím, než je stroj vypnut.

- Údržba elektrod – Údržba ještě před převozem elektrody obrousí – nutné dávat pozor při převozu.

Při převozu elektrod dbát na bezpečnost dopravy aby nedošlo k poškození povrchu elektrody.

- V pracovní skříní – Vytvořit a vymežit fochy na skladování elektrod.

V pracovní skříní vytvořit speciální regál, kam budou ukládány elektrody a tím se zamezí možnostem poškození elektrod vlivem pádu ve skříní.

- Na pracovišti mít paletu s nářadím určenou na výměnu, příp. speciální posuvný vozík určený pouze pro výměnu.

Pracovník zde bude mít připravené pomůcky a nářadí, které potřebuje pro seřízení.

8 Technicko – ekonomické zhodnocení

Úkolem technicko – ekonomického hodnocení je stanovení zisků z výroby, vzniklých z nově navrženého pracovního postupu výměny nástroje na svařovacím stroji. Pro výpočet byly zvoleny znalosti získané z předmětu „Ekonomické hodnocení výrobních procesů“ a informací dostupných na internetu. Hodnoty týkající se interních informací firmy, byly z důvodu ochrany citlivých dat společnosti upraveny, to znamená, že jsou vynásobeny určitým koeficientem. Ekonomické zhodnocení je provedeno formou předběžné kalkulace, proto je třeba provedené výpočty chápat pouze jako orientační.

Součástí výpočtů technicko - ekonomického zhodnocení je výpočet uspořené času, který vznikne zavedením nového postupu výměny. Po domluvě bude tento čas použit na výrobu sortimentu, který zapříčiní zvýšení zisku. Firma využije navýšení výroby k rychlému pokrytí objednávek od odběratelů.

8.1 Výpočet uspořené času u malé výměny

Tabulka 8-1 Hodnoty pro výpočet úspory času

Zkratka	Veličina	Hodnota	Jednotka
ta_{pu}	Čas původní výměny	56,10	min
tap	Čas původní výměny na den	28,05	min
ta_{nu}	Čas výměny po nově navrženém postupu	29,03	min
tan	Čas výměny po nově navrženém postupu na den	14,51	min
tu	Čas úklidu pracoviště na směnu dle normy	62	min
T	Doba směny	480	min
	Původní doba pro vyrobení 1 ks	10	s
	Nová doba pro vyrobení 1 ks	10	s
PS	Poruchovost stroje	0,05	Koef.
Ph	Počet pracovních hodin za rok	2008	-
C	Cena 1 ks	300	Kč

Původní stav

Pro výpočet ekonomického zhodnocení je nejdříve nutné vypočítat dobu původního a dobu současného chodu stroje. Z rozdílu těchto výsledků následně vyjde uspořené čas za rok, který je věnován chodu svařovací linky.

Výpočet počtu výměn za rok

Po konzultaci s interními pracovníky bylo zjištěno, že malá přestavba svařovacího stroje se provádí každý druhý pracovní den. Na základě této informace je vzorec pro výpočet počtu výměn za rok následující:

$$\text{Počet výměn za rok} = \frac{\text{počet pracovních dní}}{2} = \frac{251}{2} \cong 125 \quad (1)$$

Výpočet normy směnového času:

$$tc = tu + tap * P = 62 + 28,05 * 1,05 = 91,45 \text{ min} \quad (2)$$

Koeficient přírážky směnového času:

$$Kc = \frac{T}{T-tc} = \frac{480}{480-tc} = 1,24 \quad (3)$$

Jednotkový čas přestavby:

$$t = tap + 0,05 * tap = 29,45 \text{ min} \quad (4)$$

Čas přestavby:

$$tp = t * Kc = 29,45 * 1,24 = 36,52 \text{ min} \quad (5)$$

Celkový čas přestaveb ročně:

$$Tpc = 251 * tp = 9166,52 \text{ min} = 152,77 \text{ hod} \quad (6)$$

Doba původního chodu stroje:

$$DCHSp = Ph - Tpc = 2008 - 152,77 = \mathbf{1855,23 \text{ hod}} \quad (7)$$

Nový stav

Pro výpočet nového stavu byly použity stejné vzorce, jako pro výpočet původního stavu.

Výpočet počtu výměn za rok:

$$\text{Počet výměn za rok} = \frac{251}{2} \cong 125 \quad (8)$$

Výpočet normy směnového času:

$$tc = tu + tan * 1,05 = 62 + 14,51 * 1,05 = 77,23 \text{ min} \quad (9)$$

Koeficient přírážky směnového času:

$$Kc = \frac{T}{T-tc} = \frac{480}{480-tc} = 1,19 \quad (10)$$

Jednotkový čas přestavby:

$$t = tan + 0,05 * tan = 15,23 \text{ min} \quad (11)$$

Čas přestavby:

$$tp = t * Kc = 15,23 * 1,19 = 18,12 \text{ min} \quad (12)$$

Celkový čas přestaveb ročně:

$$Tpc = 251 * tp = 4548,12 \text{ min} = 75,80 \text{ hod} \quad (13)$$

Doba nového chodu stroje:

$$DCHSn = Ph - Tpc = 2008 - 75,80 = \mathbf{1932,2 \text{ hod}} \quad (14)$$

Uspořený čas u malé výměny za rok činí:

$$U\check{C} = DCHS_n - DCHS_p = 1932,2 - 1855,23 = 76,97 \text{ hod} \quad (15)$$

Uspořený čas u malé výměny představuje čas, o který může svařovací linka pracovat déle za rok. To znamená, že při aplikaci nového postupu při malé výměně docílíme toho, že získáme čas věnovaný výrobě, díky které firma získá větší zisk.

8.2 Strojní náklady při malé výměně

Tabulka 8-2 Hodnoty pro výpočet úspory nákladů – malá výměna

Zkratka	Veličina	Hodnota	Jednotka
Tvp	Využitelný časový fond původní = DCHSp	1855,23	hod
Tvn	Využitelný časový fond nový = DCHSn	1932,2	hod
Ss	Základní plocha stroje	30	m ²
cs	Reprodukční cena stroje	5720000	Kč
tž	Doba životnosti	12	rok
rs	Roční úroková sazba	9	%
Ns	Náklady na m ² za rok	5300	Kč
cp	Cena produktu	4,83	Kč/kWh
P	Maximální výkon svařovací linky	1100	kW
Vv	Výkonové využití	50	%
F	Faktor nákladů na opravy stroje	0,5	-

K přesnějšímu vyjádření nákladů na zakázku lze využít zakázkové kalkulace s pomocí strojních hodinových sazeb. To předpokládá považovat každé pracoviště za samostatné nákladové místo, pro které lze stanovit hodinovou sazbu. Tím dojde k rozpuštění určité části nepřímých výrobních nákladů, které souvisí s použitím jednotlivých strojů, přímo na zakázku a částečně se tím odstraní zkreslení, které vzniká při použití přírážkové techniky kalkulace.

8.2.1 Výpočet strojní hodinové sazby (původní)

$$\text{Strojní hodinová sazba} = SHS = \frac{KA+KZ+KR+KE+KI}{Tvp} [K\check{c}/\text{hod}] \quad (16)$$

Kalkulované odpisy KA:

$$KA = \frac{cs}{t\check{z}} = \frac{5720000}{12} = 476666,66 \text{ K}\check{c} \quad (17)$$

Kalkulované úroky KZ:

$$KZ = \frac{cs}{2} * rs = \frac{5720000}{2} * 0,09 = 257400 \text{ K}\check{c} \quad (18)$$

Prostorové náklady KR:

$$KR = S_s * N_s = 30 * 5300 = 159000 \text{ Kč} \quad (19)$$

Náklady na energii KE:

$$KE = T_{vp} * P * c_p * V_v = 1932,2 * 1100 * 4,83 * 0,50 = 5132889,3 \text{ Kč} \quad (20)$$

Náklady na opravy KI:

$$KI = KA * F = 476666,66 * 0,5 = 238333,33 \text{ Kč} \quad (21)$$

Strojní hodinová sazba SHS:

$$SHS_p = \frac{476666,66 + 257400 + 159000 + 5132889,3 + 238333,33}{1855,23} = 3476,56 \text{ Kč/hod} \quad (22)$$

8.2.2 Výpočet strojní hodinové sazby (nové)

Pro výpočet strojní hodinové sazby nové byly použity stejné vzorce jako v jako pro výpočet strojní hodinové sazby původní viz vzorce (16-22).

$$\text{Strojní hodinová sazba} = SHS = \frac{KA + KZ + KR + KE + KI}{T_{vp}} [\text{Kč/hod}] \quad (23)$$

Kalkulované odpisy KA:

$$KA = \frac{CS}{t\dot{z}} = \frac{5720000}{12} = 476666,66 \text{ Kč} \quad (24)$$

Kalkulované úroky KZ:

$$KZ = \frac{CS}{2} * r_s = \frac{5720000}{2} * 0,09 = 257400 \text{ Kč} \quad (25)$$

Prostorové náklady KR:

$$KR = S_s * N_s = 30 * 5300 = 159000 \text{ Kč} \quad (26)$$

Náklady na energii KE:

$$KE = T_{vn} * P * c_p * V_v = 1932,2 * 1100 * 4,83 * 0,50 = 5132889,3 \text{ Kč} \quad (27)$$

Náklady na opravy KI:

$$KI = KA * F = 476666,66 * 0,5 = 238333,33 \text{ Kč} \quad (28)$$

Strojní hodinová sazba SHS:

$$SHS_n = \frac{476666,66 + 257400 + 159000 + 5132889,3 + 238333,33}{1932,2} = 3242,05 \text{ Kč/hod} \quad (29)$$

Kalkulační vzorec

Jednotlivé položky nákladů jsou dle kalkulačního členění rozděleny na náklady přímé a náklady nepřímé. Jejich úhrn, stanovený dle zvoleného kalkulačního vzorce, pak představuje úplné náklady na kalkulační jednici. Za základní kalkulační vzorec pro kalkulaci na bázi úplných nákladů je považován tzv. kalkulační vzorec. Kalkulační vzorec má za úkol co nejvíce zjednodušit a především sjednotit způsob výpočtu výnosů, popř. nákladů u zásilky. Typový kalkulační vzorec obsahuje doporučené kalkulační položky při kalkulaci na bázi úplných nákladů.

+ *Přímý materiál*

+ *Přímé mzdy*

+ *Strojní náklady*

+ *Výrobní režie*

VLASTNÍ NÁKLADY VÝROBY

+ *správní režie (např. řízení podniku jako celku, odpisy správních budov)*

+ *odbytové náklady (např. skladování, propagace, expedice)*

ÚPLNĚ VLASTNÍ NÁKLADY = UVN

+ *zisk*

CENA VÝKONU

Ve výše uvedeném schématu kalkulačního vzorce jsou hodnoty pro nový a původní systém seřízení konstantní. Jediné co se ve výpočtu liší, jsou strojní náklady. Právě strojní náklady se vypočítají dle:

$$SN = \sum_{i=1}^n (SHS * N\check{c}) \quad (30)$$

Tabulka 8-3 Hodnoty pro výpočet strojních nákladů u malé výměny

Zkratka	Veličina	Hodnota	Jednotka
SHSp	Strojní hodinová sazba původní	3475,56	Kč/hod
SHSn	Strojní hodinová sazba nová	3242,05	Kč/hod
Nč	Norma času	konst.	-
cs	Reprodukční cena stroje	5720000	Kč
tž	Doba životnosti	12	rok
	Původní doba pro vyrobení 1 ks	10	s
	Nová doba pro vyrobení 1 ks	10	s

Hodnota normy času je pro oba systémy konstantní. Tedy je patrné, že jediná hodnota, která ovlivňuje úplně vlastní náklady je strojní hodinová sazba.

Výpočet strojních nákladů:

$$SNp = \frac{\text{počet vyrobených kusů}}{\text{hodina}} * SHSp = \frac{10}{3600} * 3476,56 = 9,66 \text{ Kč} \quad (31)$$

$$SNn = \frac{\text{počet vyrobených kusů}}{\text{hodina}} * SHSn = \frac{10}{3600} * 3242,05 = 9,01 \text{ Kč} \quad (32)$$

Úspora se vypočítá jako rozdíl strojních nákladů

$$\acute{U} = SNp - SNn = 9,66 - 9,01 = 0,65 \text{ Kč/ks} \quad (33)$$

Úspora tedy na jednom ks výrobku činí 0,65 Kč

8.3 Roční úspora nákladů u malé výměny

Roční úspora nákladů na výrobu se vypočítá z úspory nákladů na jeden výrobek. Tato úspora bude uvažována na každý výrobek po dobu chodu stroje získanou aplikací nového postupu při výměně.

Tabulka 8-4 Hodnoty pro výpočet úspory nákladů - malá výměna

Zkratka	Veličina	Hodnota	Jednotka
ÚVN _p	Úplné vlastní náklady původní	250	Kč/hod
Ú	Úspora nákladů	konst.	-
C	Cena 1 ks výrobku	300	Kč
DCHSn	Doba chodu stroje nová	1932,2	hod/rok
	Původní doba pro vyrobení 1 ks	10	s
	Nová doba pro vyrobení 1 ks	10	s

Úplné vlastní náklady nové:

$$\dot{U}VN_n = \dot{U}VN_p - \dot{U} = 250 - 0,65 = 249,35 \text{ Kč/ks} \quad (34)$$

Výpočet zisku:

Pro výpočet zisku se používá následující vzorec:

$$C = \dot{U}VN + Z \Rightarrow Z = P - \dot{U}VN \quad (35)$$

$$Z_p = 300 - 250 = 50 \text{ Kč/ks}$$

$$Z_n = 300 - 249,35 = 50,65 \text{ Kč/ks}$$

Zisk původní - Z_p

Zisk nový - Z_n

Roční úspora nákladů:

$$RP = (Z_n - Z_p) * DCHSn * \frac{\text{počet výrobků}}{\text{hod}} = (0,65) * \frac{3600}{10} * 1932,2 = 452 \text{ 134,8 Kč} \quad (36)$$

Celková úspora nákladů po zavedení nového pracovního postupu při malé výměně činí 452 134,8Kč

8.4 Výpočet uspořené času u velké výměny

Pro výpočet úspory času byly využity vzorce z kapitoly 8.1

Tabulka 8-5 Hodnoty pro výpočet úspory času u velké výměny

Zkratka	Veličina	Hodnota	Jednotka
ta_{pu}	Čas původní výměny	148,93	min
tap	Čas původní výměny na den	1,19	min
ta_{nu}	Čas výměny po nově navrženém postupu	62	min
tan	Čas výměny po nově navrženém postupu na den	0,49	min
tu	Čas úklidu pracoviště na směnu dle normy	62	min
T	Doba směny	480	min
	Původní doba pro vyrobení 1 ks	10	s
	Nová doba pro vyrobení 1 ks	10	s
PS	Poruchovost stroje	0,05	Koef.
Ph	Počet pracovních hodin za rok	2008	-
C	Cena 1 ks	300	Kč

Původní stav

Pro výpočet ekonomického zhodnocení je nejdříve nutné vypočítat dobu původního a dobu současného chodu stroje, tak jako tomu bylo v případě malé výměny. Z rozdílu těchto výsledků následně vyjde uspořené čas za rok, který je věnován chodu svařovací linky.

Výpočet počtu výměn za rok

Po konzultaci s interními pracovníky bylo zjištěno, že velká přestavba svařovacího stroje se provádí 2x za rok. Na základě této informace je vzorec pro výpočet počtu výměn za rok následující:

$$\text{Počet výměn za rok} = 2 \quad (37)$$

Výpočet normy směnového času:

$$tc = tu + tap * P = 62 + 1,19 * 1,05 = 63,25 \text{ min} \quad (38)$$

Koeficient přírážky směnového času:

$$Kc = \frac{T}{T - tc} = \frac{480}{480 - 63,25} = 1,15 \quad (39)$$

Jednotkový čas přestavby:

$$t = tap + 0,05 * tap = 1,25 \text{ min} \quad (40)$$

Čas přestavby:

$$tp = t * Kc = 1,25 * 1,15 = 1,44 \text{ min} \quad (41)$$

Celkový čas přestaveb ročně:

$$T_{pc} = 251 * t_p = 360,81 \text{ min} = 6,01 \text{ hod} \quad (42)$$

Doba původního chodu stroje:

$$DCHSp = Ph - T_{pc} = 2008 - 6,01 = \mathbf{2001,99 \text{ hod}} \quad (43)$$

Nový stav

Pro výpočet nového stavu byly použity vzorce uvedené podkapitole 8-1.

Výpočet počtu výměn za rok:

$$\text{Počet výměn za rok} = 2 \quad (44)$$

Výpočet normy směnového času:

$$t_c = t_u + t_{an} * 1,05 = 62 + 0,49 * 1,05 = 62,51 \text{ min} \quad (45)$$

Koeficient přiřázky směnového času:

$$K_c = \frac{T}{T - t_c} = \frac{480}{480 - t_c} = 1,15 \quad (46)$$

Jednotkový čas přestavby:

$$t = t_{an} + 0,05 * t_{an} = 0,51 \text{ min} \quad (47)$$

Čas přestavby:

$$t_p = t * K_c = 0,51 * 1,15 = 0,59 \text{ min} \quad (48)$$

Celkový čas přestaveb ročně:

$$T_{pc} = 251 * t_p = 147,21 \text{ min} = 2,45 \text{ hod} \quad (49)$$

Doba nového chodu stroje:

$$DCHSn = Ph - T_{pc} = 2008 - 2,45 = \mathbf{2005,55 \text{ hod}} \quad (50)$$

Uspořený čas u malé výměny za rok činí:

$$U\check{C} = DCHSn - DCHSp = 2005,55 - 2001,99 = \mathbf{3,56 \text{ hod}} \quad (51)$$

Uspořený čas v případě velké výměny představuje čas, o který může svařovací linka pracovat déle za rok. To znamená, že při aplikaci nového postupu při velké výměně svařovacího stroje docílíme toho, že získáme čas, který bude věnován výrobě produktů, díky které firma získá větší zisk.

8.5 Strojní náklady při velké výměně

Tabulka 8-6 Hodnoty pro výpočet úspory nákladů – velká výměna

Zkratka	Veličina	Hodnota	Jednotka
Tvp	Využitelný časový fond původní = DCHSp	2001,99	hod
Tvn	Využitelný časový fond nový = DCHSn	2005,55	hod
Ss	Základní plocha stroje	30	m ²
cs	Reprodukční cena stroje	5720000	Kč
tž	Doba životnosti	12	rok
rs	Roční úroková sazba	9	%
Ns	Náklady na m ² za rok	5300	Kč
cp	Cena proudu	4,83	Kč/kWh
P	Maximální výkon svařovací linky	1100	kW
Vv	Výkonové využití	50	%
F	Faktor nákladů na opravy stroje	0,5	-

K přesnějšímu vyjádření nákladů na zakázku lze využít zakázkové kalkulace s pomocí strojních hodinových sazeb. To předpokládá považovat každé pracoviště za samostatné nákladové místo, pro které lze stanovit hodinovou sazbu. Tím dojde k rozpuštění určité části nepřímých výrobních nákladů, které souvisí s použitím jednotlivých strojů, přímo na zakázku a částečně se tím odstraní zkreslení, které vzniká při použití přírážkové techniky kalkulace.

8.5.1 Výpočet strojní hodinové sazby (původní)

$$\text{Strojní hodinová sazba} = SHS = \frac{KA+KZ+KR+KE+KI}{Tvp} [Kč/hod] \quad (52)$$

Kalkulované odpisy KA:

$$KA = \frac{cs}{tž} = \frac{5720000}{12} = 476666,66 \text{ Kč} \quad (53)$$

Kalkulované úroky KZ:

$$KZ = \frac{cs}{2} * rs = \frac{5720000}{2} * 0,09 = 257400 \text{ Kč} \quad (54)$$

Prostorové náklady KR:

$$KR = Ss * Ns = 30 * 5300 = 159000 \text{ Kč} \quad (55)$$

Náklady na energii KE:

$$KE = Tvp * P * cp * Vv = 1932,2 * 1100 * 4,83 * 0,50 = 5132889,3 \text{ Kč} \quad (56)$$

Náklady na opravy KI:

$$KI = KA * F = 476666,66 * 0,5 = 238333,33 \text{ Kč} \quad (57)$$

Strojní hodinová sazba SHS:

$$SHSp = \frac{476666,66+257400+159000+5132889,3+238333,33}{2001,99} = 3129,03 \text{ Kč/hod} \quad (58)$$

8.5.2 Výpočet strojní hodinové sazby (nové)

Pro výpočet strojní hodinové sazby nové byly použity stejné vzorce jako v jako pro výpočet strojní hodinové sazby původní viz vzorce (16-22).

$$\text{Strojní hodinová sazba} = SHS = \frac{KA+KZ+KR+KE+KI}{Tvn} [\text{Kč/hod}] \quad (59)$$

Kalkulované odpisy KA:

$$KA = \frac{cs}{tž} = \frac{5720000}{12} = 476666,66 \text{ Kč} \quad (60)$$

Kalkulované úroky KZ:

$$KZ = \frac{cs}{2} * rs = \frac{5720000}{2} * 0,09 = 257400 \text{ Kč} \quad (61)$$

Prostorové náklady KR:

$$KR = Ss * Ns = 30 * 5300 = 159000 \text{ Kč} \quad (62)$$

Náklady na energii KE:

$$KE = Tvn * P * cp * Vv = 1932,2 * 1100 * 4,83 * 0,50 = 5132889,3 \text{ Kč} \quad (63)$$

Náklady na opravy KI:

$$KI = KA * F = 476666,66 * 0,5 = 238333,33 \text{ Kč} \quad (64)$$

Strojní hodinová sazba SHS:

$$SHSn = \frac{476666,66+257400+159000+5132889,3+238333,33}{2005,55} = 3123,48 \text{ Kč/hod} \quad (65)$$

Kalkulační vzorec

Jednotlivé položky nákladů, tak jako tomu bylo v případě malé výměny, jsou dle kalkulačního členění rozděleny na náklady přímé a náklady nepřímé. Jejich součet, stanovený dle zvoleného kalkulačního vzorce, pak představuje úplné náklady na kalkulační jednici. Za základní kalkulační vzorec pro kalkulaci na bázi úplných nákladů je považován tzv. kalkulační vzorec. Kalkulační vzorec má za úkol co nejvíce zjednodušit a především sjednotit způsob výpočtu výnosů, popř. nákladů u zásilky. Typový kalkulační vzorec obsahuje doporučené kalkulační položky při kalkulaci na bázi úplných nákladů. [EBOOK]

- + Přímý materiál
- + Přímé mzdy
- + Strojní náklady
- + Výrobní režie

VLASTNÍ NÁKLADY VÝROBY

- + správní režie (např. řízení podniku jako celku, odpisy správních budov)
- + odbytové náklady (např. skladování, propagace, expedice)

ÚPLNÉ VLASTNÍ NÁKLADY = UVN

- + zisk

CENA VÝKONU

Ve výše uvedeném schématu kalkulačního vzorce jsou hodnoty pro nový a původní systém seřízení konstantní. Jediné co se ve výpočtu liší, jsou strojní náklady. Právě strojní náklady se vypočítají dle:

$$SN = \sum_{i=1}^n (SHS * N\check{c}) \quad (66)$$

Tabulka 8-7 Hodnoty pro výpočet strojních nákladů u velké výměny

Zkratka	Veličina	Hodnota	Jednotka
SHSp	Strojní hodinová sazba původní	3129,03	Kč/hod
SHSn	Strojní hodinová sazba nová	3123,48	Kč/hod
Nč	Norma času	konst.	-
cs	Reprodukční cena stroje	5720000	Kč
tž	Doba životnosti	12	rok
	Původní doba pro vyrobení 1 ks	10	s
	Nová doba pro vyrobení 1 ks	10	s

Hodnota normy času je pro oba systémy konstantní. Tedy je patrné, že jediná hodnota, která ovlivňuje úplně vlastní náklady je strojní hodinová sazba.

Výpočet strojních nákladů:

$$SNp = \frac{\text{počet vyrobených kusů}}{\text{hodina}} * SHSp = \frac{10}{3600} * 3129,03 = 8,69 \text{ Kč} \quad (67)$$

$$SNn = \frac{\text{počet vyrobených kusů}}{\text{hodina}} * SHSn = \frac{10}{3600} * 3123,48 = 8,67 \text{ Kč} \quad (68)$$

Úspora se vypočítá jako rozdíl strojních nákladů

$$\acute{U} = SNp - SNn = 8,68 - 8,66 = 0,02 \text{ Kč/ks} \quad (69)$$

Úspora tedy na jednom ks výrobku činí 0,02 Kč

8.6 Roční úspora nákladů u velké výměny

Roční úspora nákladů na výrobu se vypočítá z úspory nákladů na jeden výrobek. Tato úspora bude uvažována na každý výrobek po dobu chodu stroje získanou aplikací nového postupu při výměně.

Tabulka 8-8 Hodnoty pro výpočet úspory nákladů - velká výměna

Zkratka	Veličina	Hodnota	Jednotka
ÚVN _p	Úplné vlastní náklady původní	250	Kč/hod
Ú	Úspora nákladů	konst.	-
C	Cena 1 ks výrobku	300	Kč
DCHSn	Doba chodu stroje nová	2005,55	hod/rok
	Původní doba pro vyrobení 1 ks	10	s
	Nová doba pro vyrobení 1 ks	10	s

Úplné vlastní náklady nové:

$$\dot{U}VN_n = \dot{U}VN_p - \dot{U} = 250 - 0,02 = 249,98 \text{ Kč/ks} \quad (70)$$

Výpočet zisku

Pro výpočet zisku se používá následující vzorec:

$$C = \dot{U}VN + Z \Rightarrow Z = P - \dot{U}VN \quad (71)$$

$$Z_p = 300 - 250 = 50 \text{ Kč/ks}$$

$$Z_n = 300 - 249,98 = 50,02 \text{ Kč/ks}$$

Zisk původní - Z_p

Zisk nový - Z_n

Roční úspora nákladů:

$$RP = (Z_n - Z_p) * DCHSn * \frac{\text{počet výrobků}}{\text{hod}} = (0,02) * \frac{3600}{10} * 2005,55 = \mathbf{14440 \text{ Kč}} \quad (72)$$

Celková úspora nákladů po zavedení nového pracovního postupu při velké výměně činí 14 440 Kč. Tato částka je pouze orientační. Důvod velikosti uspořené financí je patrný z malého počtu výměn. Výsledek byl nejvíce ovlivněn strojní hodinovou sazbou, která na základě vícehodinového využití, oproti malé výměně, byla menší.

8.7 Splnění cílů práce

Jako hlavní cíl této diplomové práce bylo zkrácení časů potřebných na výměnu stroje u svařovací linky. Pro tuto problematiku byla zvolena metoda SMED. Dle mého názoru byl tento cíl splněn, protože došlo k viditelnému zkrácení přestavovacích časů.

V případě malé výměny, která původně trvala 56 minut, a 6 sekund došlo ke zkrácení časů na 29 min, což představuje zkrácení časů o 48,7 %.

U velké výměny, která původně trvala 198,93 minut, došlo ke zkrácení přestavovacího času až o 68,98 %. Nová doba trvání výměny nástroje trvala 62 minut.

Dílčí cíle pro zhotovení práce byly stanoveny dva. Prvním cílem bylo provedení analýzy současného stavu při jednotlivých výměnách, což bylo provedeno na základě videozáznamů a následného zpracování v MS Excel. Druhý dílčí cíl bylo vytvoření nového pracovního postupu po implementaci metody SMED. Pracovní postup byl vytvořen jak pro malou výměnu, tak pro velkou výměnu. Navíc došlo i k zaškolení pracovníka, implementaci nového pracovního postupu u řízené přestavby a následnému vyhodnocení nově zavedeného pracovního postupu. Tudiž i druhý cíl byl splněn.

8.7.1 Rizika projektu

V současné době jsou hlavním rizikem zaměstnanci. Konkrétně se jedná o neochotu a nezájem přijmout změnu v již zaběhlých pracovních postupech. Pokud by však zaměstnanci dodržovali nový pracovní postup, jediné riziko pak už zbývá pouze přenastavování stroje, které je potřeba odstranit konstrukční cestou.

8.7.2 Ekonomické přínosy projektu

Hlavním přínosem zavedení nového pracovního postupu je zkrácení přestavovacích časů, čímž vznikne čas, který se dá věnovat údržbě svařovacích linek nebo výrobě produktů. Ekonomické hodnocení, pokud by se společnost rozhodla věnovat ušetřený čas výrobě, je spočítáno v kapitole 8. Výsledné roční úspory nákladů by pak činili v případě velké výměny 14 440 Kč, v případě malé výměny 452 134,80 Kč.

8.7.3 Neekonomické přínosy

Uspořený čas může podnik využít na pro větší objem výroby nebo k častějším výměnám, což znamená, že podnik může při plánování výroby rychleji reagovat na požadavky zákazníka. Podnik se stává flexibilnějším na reakci zákazníků, a to se odrazí ve snižování skladových prostor.

Závěr

Zavedení metody SMED a jiných metod, které urychlí proces výroby, dává šanci průmyslovým podnikům zvýšit svou produktivitu. Společnost Kermi s.r.o. je právě jedním z těchto výrobců, kteří se snaží najít úzká místa ve výrobě a jejich odstraněním zdokonalit výrobní proces.

Hlavním důvodem aplikace metody SMED byla dlouhá doba výměny elektrod na svařovacím automatu. V dnešní době, kdy je prioritou snižování skladových zásob a rychlá reakce na změnu výrobního sortimentu, je nutné nalézt řešení, které bude zvyšovat využitelnost výrobních zařízení. Právě pro tento případ je vhodné využít metodu SMED.

Cílem této diplomové práce bylo zavedení metody rychlé výměny SMED v podniku a pomocí této aplikace zdokonalit proces výměny nástroje. Práci je možné rozdělit do čtyř částí.

Dříve než mohla být prováděna samotná analýza, bylo nutné důkladně nastudovat danou problematiku. V teoretické části proto byla charakterizována štíhlá výroba, od které se odvíjely pojmy a metody, které byly základním stavebním kamenem praktické části. Hlavní část teoretického základu byla věnována metodě SMED. Teoretické vysvětlení hlavního přínosu a jednotlivých kroků při zavádění metody SMED, bylo důležité pro pochopení a následné vytvoření analytické části.

Součástí praktické části bylo představení společnosti a uvedení základních informací o produktech a pracovním místě, na kterém byly analýzy prováděny. Celkem byly provedeny tři náměry dvou různých druhů výměn. Po vyhodnocení analýz byl sestaven nový pracovní postup, který byl formou workshopu přednesen pracovníkovi. Následnou analýzou nově zavedených postupů výměny, došlo k ověření předpokládaného snížení času přestavby.

Závěrem této práce je provedeno technicko-ekonomické zhodnocení, vypočteno na základě získaných výsledků aplikováním metody SMED. Z důvodu časté přestavby malou výměnou, má tento výpočet větší smysl než v případě velké výměny. V úspoře času, která u malé výměny činí necelých 77 pracovních hodin ročně, bylo za předpokladu, že tento čas bude věnován výrobě, vypočtena orientační úspora nákladů. U velké výměny, která probíhá dvakrát do roka, bylo navrženo, vyvarovat se této výměny včasným plánováním výroby.

Pro úspěšné splnění cíle, který byl zadán společností Kermi s.r.o., bylo snížit přestavovací časy o 30%. Na základě výsledných hodnot analýz po aplikaci nových pracovních postupů si dovoluji tvrdit, že tento cíl byl splněn.

Citovaná literatura

- [1] MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M., *Nové cesty k vyšší produktivitě - metody průmyslového inženýrství, 1. vydání*, Liberec : Institut průmyslového inženýrství, 2000. ISBN 80 - 902235 - 6 - 9.
- [2] KOŠTURIÁK, J., GREGOR, M., a kol. *Jak zvyšovat produktivitu firmy*. Žilina : InForm, 2002. ISBN 80-968583-1-9. ISBN 80-902235-6-7.
- [3] KOŠTURIÁK, J., FROLÍK, Z. a kol., *Štíhlý a inovativní podnik*, Praha : Alfa Publishing, s.r.o., 2006. ISBN 80-86851-38-9.
- [4] Liker J.K., *Tak to dělá Toyota*, Management Press Praha 2008 390 s.
- [5] Produktivita.cz, 2014 [cit. 19.11.2014] Dostupný z www.produktivita.cz
- [6] *BusinessInfo.cz*, 24.04.2009, [cit. 25.11.2014], Dostupný z WWW: <http://www.businessinfo.cz/cz/clanek/management-msp/zavadeni-stihleho-vyrobniho-systemu-lean/1001663/52883/>
- [7] Blackburn J.D., *Závod s časem*, Victoria Publishing, Praha 1991 245 s.
- [8] CVIS: Kanban. [online]. [cit. 2014-11-12]. Dostupné z: <http://www.cvis.cz/hlavni.php?stranka=novinky/clanek.php&id=167>
- [9] Akademie produktivity a inovací s.r.o: Průmyslové inženýrství. [online]. [cit. 2014-11-12]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68342.kanban-a-jeho-aplikace/>
- [10] S. SHINGO, A. P. DILLON, *A Study of the Toyota Production System: From an Industrial Engineering Viewpoint*, Productivity Press, 1989. 304 str.
- [11] M. BAUDIN, *Working with Machines: The Nuts and Bolts of Lean Operations with Jidoka*, Productivity Press, 2007. 368 str.
- [12] WERMA: Andon. [online]. [cit. 2013-11-11]. Dostupné z: http://www.werma.com/en/techtalk/andon_solutions.php
- [13] Masaaki Imai, *Kaizen*, Computer Press, Brno 2004, 272s.
- [14] KOTLER, P., ARMSTRONG, Z. *Principles of marketing*. Upper Saddle River, N.J. : Pearson/Prentice Hall, 2006
- [15] KAIB, A., *Sebehodnotící zpráva EFQM, Interní spis*, Stříbro: Přeloženo z NJ, 2015.
- [16] *AFG-Lehre* [online]. 2014 [cit. 2015-04-07]. Dostupné z: <http://www.afg-lehre.ch/galerie/g-fotosafg.html>
- [17] Kermi, *AFG Group: Historie* [online]. [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: <http://www.kermi.cz/cs/Unternehmen/Historie/index.phtml>
- [18] *Kermi: Technická podpora výrobků* [online]. 2007-2015 [cit. 2015-04-07]. Dostupné z: <http://kermi.tzb-info.cz/?page=foto>

[19] *ATEC GmbH: PRODUCT OVERVIEW* [online]. 2014 [cit. 2015-04-07]. Dostupné z: <http://www.atec-automation.com/de/products/automation/index.php?p=81>

[20] *Sigma Innovations: SMED* [online]. [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: <http://www.sigmainnovations.nl/index.php/tools/productie/smed>

PŘÍLOHA č. 1

Návodka na práci se souborem na analýzu dat

Stroj:	Svařovařovací systém			Řešil:	Kábele				
Sortiment 1 (Id. N.	Velká výměna								
Int. čas celkem:	1:48:41			Ext. čas celkem:	0:23:50		Ztr. čas celkem:	0:16:25	
	Seřizovač						Čas celkem	2:28:56	
Čas od	do	Trvání	Popis činnosti	Int/Ext.	Poznámky		Int. Čas	Ext. Čas	Ztr. Čas
0:00:00	0:00:08	0:00:08	AAA	Ext.			0:00:00	0:00:08	0:00:00
0:00:08	0:01:31	0:01:23	BBB	int.			0:01:23	0:00:00	0:00:00
0:01:31	0:02:05	0:00:34	CCC	Ztr.			0:00:00	0:00:00	0:00:34

Obr. příloha 1 - 1

Pro práci s aplikací vytvořenou v MS Excel je vytvořen stručný popis.

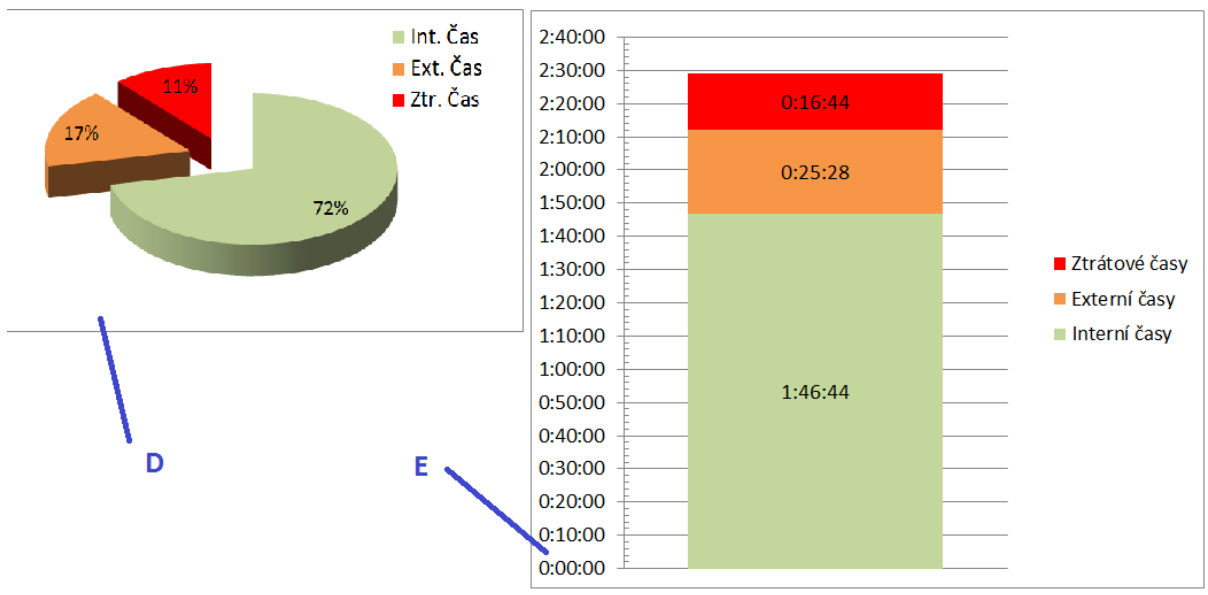
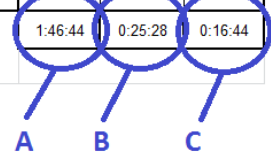
Do bodu 1 se wpisují časy trvání jednotlivých operací. Řádky a sloupce jsou propojeny tak, že stačí pouze vyplnit čas, kdy operace skončila. Automaticky se pak spočítá doba trvání a čas, kdy operace (např. BBB) skončila, se uloží jako čas počátku pro další operaci (např. CCC).

Číslem 2 je na obrázku označena suma všech interních časů při výměně. Tento čas se vyplňuje automaticky.

Bodem 3 uživatel aplikace volí, zda činnost, která je právě analyzována je interní (Int.), externí (Ext.) nebo ztrátová (Ztr.). V případě, že např. činnost bude externí, stačí napsat zkratku Ext. a aplikace sama označí činnost oranžovou barvou a započítá do sumy externích časů, která je uvedena pod označením 4.

Rozdělení mezi časy interní, externí a ztrátové je pod bodem 5, který automaticky podle zvolení činnosti vyplní odpovídající sloupec. Číslo 6 znázorňuje součet ztrátových časů při výměně a bod 7 je doba trvání celkové výměny.

2:27:29	2:29:07	0:01:38	AAA	Ext.			0:00:00	0:01:38	0:00:00
2:29:07	2:29:26	0:00:19	BBB	Ztr.			0:00:00	0:00:00	0:00:19
2:29:26	2:29:27	0:00:01	CCC	Int.			0:00:00	0:00:00	0:00:00
							1:46:44	0:25:28	0:16:44



Obr. příloha 1 - 2

V Obr. příloha 1-2 je znázorněn závěr cele aplikace. Označení A představuje automatický součet všech interních činností, Bod B je součet externích a bod C ztrátových. Pro lepší přehlednost výsledků analýzy jsou sestaveny dva grafy. Označením D je vyznačen koláčový graf, který vyznačuje procentuální podíl jednotlivých časů z celé výměny. Bod E představuje skládaný sloupcový graf, který vyjádří hodnoty časů na časové stupnici.

Evidenční list

Souhlasím s tím, aby moje diplomová práce byla půjčována k prezenčnímu studiu v Univerzitní knihovně ZČU v Plzni.

Datum:

Podpis:

Uživatel stvrzuje svým podpisem, že tuto diplomovou práci použil ke studijním účelům a prohlašuje, že jí uvede mezi použitými prameny.

Jméno	Fakulta/Katedra	Datum	Podpis
