

# **Projekt implementace metody SMED u stroje Tube Mill ve společnosti Visteon-Autopal, s.r.o.**

Bc. Petr Kuřina

---

Diplomová práce  
2010



**Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně**  
Fakulta managementu a ekonomiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta managementu a ekonomiky  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů  
akademický rok: 2009/2010

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Petr KUŘINA  
Osobní číslo: M08534  
Studijní program: N 6208 Ekonomika a management  
Studijní obor: Průmyslové inženýrství

Téma práce: Projekt implementace metody SMED u stroje Tube Mill ve společnosti Visteon-Autopal, s.r.o.

Zásady pro vypracování:

Úvod

### I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši se zaměřením na metodu SMED a formulujte teoretická východiska pro zpracování analýzy a návrhu projektu.

### II. Praktická část

- Provedte analýzu současného stavu výrobních procesů na vybraném pracovišti ve společnosti Visteon-Autopal, s.r.o.
- Provedte analýzu současného stavu výměny nástrojů u stroje Tube Mill.
- Zhodnoťte výsledky analýzy a navrhněte východiska pro využití metody SMED.
- Zpracujte ideový záměr aplikace metody SMED u stroje Tube Mill.
- Propracujte projektové řešení vybraného prvku ideového záměru a vyhodnoťte efektivnost daného řešení.

Závěr

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

Seznam odborné literatury:

[1] KOŠTURIAK, J., FROLÍK, Z. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006. 237 s. ISBN 80-968583-1-9.

[2] KOŠTURIAK, J., GREGOR, M., a kol. Jak zvyšovat produktivitu firmy. Žilina: InForm, 2002. ISBN 80-968583-1-9.

[3] MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. Nové cesty k vyšší produktivitě: Metody průmyslového inženýrství. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. 311 s. ISBN 80-902235-6-7.

[4] TUČEK, D., BOBÁK, R. Výrobní systémy. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. 298 s. ISBN 80-7318-381-1.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. David Tuček, Ph.D.**  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů  
Datum zadání diplomové práce: **29. března 2010**  
Termín odevzdání diplomové práce: **3. května 2010**

Ve Zlíně dne 29. března 2010

doc. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková  
*děkanka*



doc. Ing. Roman Bobák, Ph.D.  
*ředitel ústavu*


# PROHLÁŠENÍ AUTORA

## DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby <sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí;
- na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3<sup>2)</sup>;
- podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům.

Ve Zlíně: 29.4.2010.....

  
.....

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

(1) Vysoká škola nevyjádřené zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledků obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být těž nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlázení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výtisky, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

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

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

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

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst.

3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat náhrady chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ústanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užit či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložil, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlíží k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Tato diplomová práce je zaměřena na aplikaci metody SMED ve společnosti Visteon-Autopal, s.r.o. Práce je rozdělena do dvou hlavních celků. V teoretické části jsou uvedena východiska pro část praktickou. V teoretické části se zabývám poznatky z oblasti produktivity, štíhlé výroby a metody SMED. Praktická část zahrnuje charakteristiku společnosti, analýzu pracoviště a přehazování nástrojů stroje Tube Mill. Výsledky analýzy poukazují na možnosti zlepšení, které řeším v projektové části.

Klíčová slova: SMED, pružný výrobní systém, štíhlá výroba, konkurenceschopnost

## **ABSTRACT**

This master thesis is aimed at application of SMED method in company Visteon-Autopal Ltd. This work is dividend into two main parts. In theoretic part are mentioned theoretic resources for practical part. In theoretical part of my work I am dealing with knowledge from the areas of productivity, lean manufacturing and SMED method. Practical part contains the company characteristics, workplace and changeover analysis. The results of analysis advent to the improvement possibilities further solved in project part.

Keywords: SMED, flexible manufacturing system, lean manufacturing, competitiveness

Na začátku mé práce bych rád poděkoval panu doc. Ing. Davidu Tučkovi, Ph.D. za cenné rady a možnost pracovat pod jeho vedením.

Dále bych chtěl poděkovat společnosti Visteon-Autopal, konkrétně panu Ing. Janu Tykalovi za poskytnutí informací a vstřícnost při zpracování této diplomové práce.

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

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>11</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>12</b>
<b>1 PRODUKTIVITA</b> .....	<b>13</b>
1.1 VYMEZENÍ PRODUKTIVITY .....	13
1.2 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ PRODUKTIVITU .....	14
1.3 PRODUKTIVITA A PLÝTVÁNÍ.....	14
1.4 ZVYŠOVÁNÍ PRODUKTIVITY .....	16
<b>2 ŠTÍHLÁ VÝROBA</b> .....	<b>17</b>
2.1 STUDIUM PRÁCE .....	18
2.1.1 Studium metod .....	18
2.1.2 Měření práce.....	19
2.2 PROGRAM 5S.....	19
2.3 VIZUÁLNÍ MANAGEMENT.....	20
2.4 LAYOUT.....	21
2.5 TÝMOVÁ PRÁCE.....	22
2.5.1 Lidé a procesní disciplína.....	23
2.5.2 Trénink a vzdělávání .....	24
2.5.3 Motivace pracovníků.....	24
2.6 RYCHLÁ ZMĚNA – SMED.....	25
2.6.1 Tradiční přístup ke změnám.....	26
2.6.2 Plýtvání při změnách a seřizování.....	27
2.6.3 Metoda SMED .....	28
2.6.4 Koncepte systému SMED.....	29
2.6.5 Přípravná fáze.....	30
2.6.6 První krok.....	30
2.6.7 Druhý krok .....	31
2.6.8 Třetí krok.....	32
2.6.9 Program rychlých změn.....	33
2.6.10 Koncepte nulových změn .....	34
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>35</b>
<b>3 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI</b> .....	<b>36</b>
3.1 HISTORIE .....	36
3.2 SOUČASNOST.....	37
<b>4 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU PRACOVIŠTĚ</b> .....	<b>41</b>
4.1 LAYOUT PRACOVIŠTĚ .....	41
4.2 ANALÝZA VYBRANÝCH ČÁSTÍ PRACOVIŠTĚ .....	42
4.2.1 Prostor s nástroji pro stroje Tube Mill .....	42
4.2.2 Prostor pro nářadí .....	43



4.2.3	Zkušebna .....	43
4.2.4	Prostory pro uložení vstupního materiálu .....	45
4.3	CHARAKTERISTIKA STROJE TUBE MILL 2 .....	46
4.3.1	Technologie výroby .....	46
4.3.2	Nástroje stroje (tooling) .....	49
4.3.3	Produkce stroje .....	50
4.3.4	Chod stroje .....	52
4.3.5	5S a vizualizace v rámci stroje .....	53
4.4	ANALÝZA PŘEHAZOVÁNÍ .....	53
4.4.1	Jízdní řád přehazování seřizovače .....	54
4.4.2	Jízdní řád přehazování operátora .....	56
4.4.3	Identifikace plýtvání při přehazování .....	59
4.5	VÝCHODISKA PRO VYUŽITÍ METODY SMED .....	61
4.6	ZÁVĚR ANALYTICKÉ ČÁSTI .....	62
<b>5</b>	<b>PROJEKTOVÁ ČÁST .....</b>	<b>63</b>
5.1	SEPARACE INTERNÍCH A EXTERNÍCH ČINNOSTÍ SEŘIZOVÁNÍ .....	63
5.2	KONVERZE INTERNÍCH ČINNOSTÍ NA EXTERNÍ .....	69
5.3	ZLEPŠENÍ INTERNÍCH ČINNOSTÍ .....	69
5.3.1	Náradí .....	69
5.4	ZLEPŠENÍ EXTERNÍCH ČINNOSTÍ .....	70
5.4.1	Vozíky na nástroje .....	70
5.4.2	Vozík na náradí .....	72
5.4.3	Mycí stůl .....	73
5.5	STANDARDIZOVANÝ POSTUP PŘEHOZENÍ .....	74
5.6	DALŠÍ DOPORUČENÍ .....	78
5.6.1	Nový layout .....	78
5.6.2	Vizualizace .....	78
5.6.3	5S .....	79
5.6.4	Motivační program .....	79
5.6.5	Školení týmu rychlé výměny .....	79
5.7	POSTUP ZAVÁDĚNÍ NAVRHOVANÝCH ŘEŠENÍ .....	80
5.8	RIZIKA PROJEKTU .....	80
5.9	VYHODNOCENÍ EFEKTIVNOSTI DANÉHO ŘEŠENÍ .....	81
5.9.1	Navýšení produkce stroj .....	81
5.9.2	Snížení mzdových nákladů na přehazování .....	82
5.9.3	Zvýšení pružnosti výroby .....	82
5.9.4	Náklady na projekt implementace metody SMED .....	83
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>84</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>85</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>87</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>88</b>

<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>90</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>91</b>

## ÚVOD

Tato diplomová práce má za cíl implementovat metodu SMED a zkrátit tak dobu přehazování nástrojů na jednom ze strojů Tube Mill ve společnosti Visteon-Autopal, s.r.o. Jedná se o výrobní podnik a tradičního subdodavatele automobilového průmyslu, jež se zabývá produkcí světelné a klimatizační techniky. Představuje také významného zaměstnavatele se závody v Novém Jičíně, Hluku a v Rychvaldě. Společnost má oddělení průmyslového inženýrství, které mi nabídlo a umožnilo zpracovat diplomovou práci v závodu Hluk.

Budu tedy řešit problematiku rychlé výměny nástrojů za použití metody SMED. Jedná se o jeden ze základních nástrojů oboru průmyslového inženýrství. Tuto metodiku lze ovšem jen velmi těžce použít samotnou, zpravidla bývá uváděna v souvislostech s filozofií štíhlé výroby. Takto je pojata i v této diplomové práci a její použití je podmíněno zavedením dalších „štíhlých“ metod. Ve své práci se zabývám také problematikou motivace a řízení lidských zdrojů. Tyto oblasti jsou dle mého názoru stěžejními a snahou každého podniku by měli být spokojení a motivovaní zaměstnanci. Jedině tak lze opravdu efektivně zavádět metody průmyslového inženýrství, což je také zohledněno v tomto projektu.

O potřebě řešit tento problém vědělo vedení společnosti již dávno, ale teprve nyní se jedná o opravdovou nutnost. Tento posun smýšlení přichází spolu s neustále se zvyšující konkurencí trhu, která vybízí ke zvýšení pružnosti výroby a k rychlé reakci na požadavky zákazníka. Důležitost zavedení těchto změn je patrná i z nemalých finančních prostředků, které vedení podniku na tento projekt vyčlenilo. A to i přes obtížnou pozici, ve které se v současné době společnost nachází. Myšlen je v tomto případě nepříznivý ekonomický vývoj způsobený celosvětovou hospodářskou krizí, kterou byl značně zasažen celý automobilový průmysl. Spolu s celosvětovým poklesem poptávky po automobilech se snížil i odbyt produktů společnosti Visteon-Autopal. Ve svém portfoliu zákazníků má však podnik automobilové koncerny jako Ford či Volkswagen, kteří jsou stabilními obchodními partnery i v období krize.

V současné době je již jasné, že se společnosti podaří hospodářskou krizi překonat, i když s významným poklesem tržeb. Investovat i přesto do inovací a projektů, jako je například tento je dle mého názoru velmi dobrou strategií, kterou si ovšem může dovolit jen opravdu silná společnost a tou Visteon-Autopal podle všeho je.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 PRODUKTIVITA

Průmyslové inženýrství je obor, který se již od svého vzniku zabývá právě zvyšováním produktivity. Jedná se o značně používaný a diskutovaný pojem. Důvodem je především významnost tohoto parametru, který charakterizuje stav jakékoliv ekonomické jednotky nebo celého národního hospodářství. Dalším důvodem je stále nízká úroveň produktivity našich podniků a tím i celé domácí ekonomiky.

Snaha dosáhnout co možná nejvyšší produktivity je stále výraznější, a to především z důvodu sílící 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 jakost, kterou chápeme jako integrální součást definice produktivity, je nutné připomenout, že úspěch při zvyšování produktivity zajišťuje dosažení vysoké jakosti při nejnižších nákladech. Řízení produktivity se tak stává hlavní strategií mnoha firem. Jsou neustále hledány nové cesty, jak zlepšit produktivitu práce, materiálů, energií, kapitálu a technologií. Toto vede podniky k zavádění moderních metod, nástrojů a strategií, jež využívá právě obor průmyslové inženýrství. [6]

### 1.1 Vymezení produktivity

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

Obecný vzorec pro výpočet produktivity je tedy následující:

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

Příčemž výstup může být vyjádřen v jednotkách či objemech, jako např. tuny, kusy, litry apod. V případě, že výstup nemůže být individuálně definován, může být vyjádřen v peněžních jednotkách ve formě ceny produkce apod.

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

Produktivitu v nejširším slova smyslu můžeme rozdělit podle úrovně, ke které jednotlivé vstupy a výstupy vztahujeme. Potom hovoříme o národní produktivitě, produktivitě týmu či jednotlivce. Průmyslový inženýr nebo manažer, který se zvyšováním produktivity zabývá na úrovni podniků, provozů nebo menších organizačních jednotek, musí mít na paměti všechny faktory, které produktivitu ovlivňují. Vyšší produktivita tak znamená dosažení více se stejnými zdroji nebo dosažení vyššího výstupu (množství, kvalita) ze stejného vstupu. [3, 6]

## 1.2 Faktory ovlivňující produktivitu

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

- pracovní postupy a metody,
- kvalita strojního zařízení,
- úroveň schopností pracovní síly,
- systém hodnocení a odměňování,
- úroveň metod průmyslového inženýrství,
- stav infrastruktury (silnice, telefonní síť atd.),
- stav národního hospodářství a ekonomiky.

Vedle tohoto výčtu faktorů, které mohou ovlivňovat produktivitu, existuje ještě řada dalších vlivů. V nejobecnějším pohledu je lze rozdělit do dvou hlavních skupin – fyzikálních a psychologických. Fyzikálními vlivy přitom rozumíme přímé faktory, které mohou produktivitu ovlivnit, patří sem např. technologické a materiálové aspekty procesů, využívání času či kapitálu atd. Psychologickými faktory rozumíme většinou modely chování zaměstnanců, které ovlivňují produktivitu minimálně stejně velkou měrou jako faktory fyzikální. [6]

## 1.3 Produktivita a plýtvání

V souvislosti s produktivitou, jejím zvyšováním a zlepšováním procesů je nezbytné umět identifikovat neproduktivní prvky a jejich zdroje, tedy plýtvání. Jde především o odhalení

elementů v procesu, které nepřinášejí přidanou hodnotu, přesněji řečeno přidanou hodnotu pro zákazníka.

Z hlediska zvyšování produktivity není největším problémem plýtvání zjevné, které lze snadno identifikovat a odstranit, ale plýtvání skryté. To je velmi často představováno činnostmi, které je za současného stavu sice nutné vykonat, ale přitom by mohly být tyto činnosti eliminovány nebo redukovány zlepšením pracovní metody či zdokonalenou organizací. Do kategorie skrytého plýtvání potom patří takové činnosti, jako je výměna nástrojů, kontrola dílů či odvedené práce, transport, vybalování nebo předávání informací. Příkladem klasifikace plýtvání je potom tzv. sedm druhů plýtvání, patří mezi ně: [6]

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

K tomuto výčtu bývá často přiřazována ještě jedna kategorie plýtvání, a to:

8. Nevyužití schopnosti lidí – jedná se o plýtvání tvůrčím potenciálem, schopnostmi, znalostmi a talentem pracovníků. [3, 6]

## 1.4 Zvyšování produktivity

Při hledání možností, jak zajistit nezbytný růst produktivity se musí podnik silně koncentrovat na růst a zlepšování čtyř základních faktorů ovlivňujících produktivitu – využití, výkon, kvalitu a metody. Při hledání zdrojů, na kterých bude možno tento růst založit je vhodné obrátit se zejména na:

- vytváření klimatu pro vysokou produktivitu,
- využívání technik a metod zvyšování produktivity,
- zlepšování vztahů lidí k práci,
- odstraňování plýtvání z jednotlivých procesů,
- posilování vazby „člověk – stroj“,
- zvýšení rychlosti při vývoji a inovaci. [6]

Při zvyšování produktivity je potřebné dosáhnout optimálního spojení metod a technik pro zvyšování produktivity s motivací a zainteresovaností pracovníků na rozličných úrovních ve firmě (management, výkonní pracovníci, odbory). Zároveň je potřebné dát do souladu cíle výrobních středisek s celopodnikovými cíly. [3]

Klíčovými výrazy dneška se stala slova jako vysoká produktivita, nízké náklady, štíhlá výroba, eliminace plýtvání apod. K tomu, aby se význam těchto slov naplnil, musí projít podnik určitými změnami, vůči nimž bude kladen vždy určitý odpor. Pro provedení změn je třeba, aby byly jednotlivcům i týmům k dispozici určité nástroje a funkce, přičemž většina z nich je součástí právě oboru průmyslového inženýrství. To plní úlohu jistého katalyzátoru usměrňujícího a urychlujícího potřebné změny. Samotní průmysloví inženýři jsou povahou své profese zaměřeni na hledání řešení v oblastech jako je redukce nákladů nebo zvyšování produktivity a kvality. Pokud by ovšem veškeré tyto nástroje pro zvyšování produktivity byly využívány pouze průmyslovými inženýry, jejich přínos by byl eliminován. V souvislosti se zvyšováním produktivity je nezbytné, aby se tyto nástroje snažily pochopit a naučit celé pracovní týmy. [3, 6]



## 2 ŠTÍHLÁ VÝROBA

Štíhlá výroba neboli lean manufacturing představuje soubor nástrojů a principů, které jsou zaměřeny na výrobní pracoviště, výrobní linky, strojní zařízení a výrobní pracovníky. Cílem štíhlé výroby je dosažení stabilní, flexibilní a standardizované výroby. [17]

Koncept je založen na pěti základních principech - přidané hodnotě z hlediska zákazníka, určení proudů hodnot a zamezení plýtvání, plynulém toku výrobků, výrobě odvozené od poptávky a směřování k dokonalosti. [14]

Za autory pojetí štíhlé výroby jsou považováni Taichii Ohno a Schingeo Shengo, jejichž koncept byl jimi vyvinut ve firmě Toyota. Štíhlá výroba je zaměřena na systematickou identifikaci a eliminaci veškerých forem plýtvání a na maximální zeštíhlení procesů nepřidávajících hodnotu, neboť zákazník je ochoten platit pouze procesy přidávající hodnotu. Každý zaměstnanec má přitom vysokou odpovědnost za kvalitu a průběh výroby. Rozhodovací kompetencí je v systému štíhlé výroby tzv. decentralizace. Pokud chce podnik uspět na globálním trhu, musí jednoduše respektovat směr štíhlé výroby, štíhlých procesů a štíhlého myšlení. Vznik tohoto trendu je úzce spojen s maximalizací produktivity. [1, 8, 10]

Štíhlý podnik využívá řadu moderních prvků, metod a principů průmyslového inženýrství a je inspirován výrobním systémem Toyoty. Neexistuje žádný obecný návod na to, jak řídit výrobu. Každá firma má totiž vlastní specifickou skupinu výrobků, procesů, lidí a historii. [18]

Mezi základní prvky štíhlé výroby lze však zařadit následující:

- nestálé zlepšování – kaizen;
- štíhlý layout;
- štíhlé pracoviště – 5S, vizualizace;
- management toku hodnot – VSM;
- týmová práce;
- rychlá výměna – SMED, redukce dávek;
- procesy kvality a standardizovaná práce;
- synchronizace procesů a vyvážené toky. [2]

## 2.1 Studium práce

Cílem studia práce, které se rozvinulo z vědeckého řízení, je docílit optimálního využití lidských a materiálových zdrojů dostupných danému podniku. Hlavním úkolem studia práce je získat informace a tyto potom využít jako prostředek zvyšování produktivity. Studium práce je opravdovým studiem v nejhlubším slova smyslu. Je přitom založeno na dvou technikách, a to na:

- studiu metod (Method Study),
- měření práce (Work Measurement).

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

### 2.1.1 Studium metod

Studium metod může být definováno jako technika, s jejíž pomocí lze rozložit danou lidskou činnost na elementy a tyto následně analyzovat. Pokud jednotlivé elementy neobstojí při kritické prověrce, jsou eliminovány nebo zlepšeny. Tím tato technika přispívá k dosažení vyšší produktivity prostřednictvím eliminace zbytečné práce, čekání a ostatních druhů plýtvání. Procedura studia metod je následující:

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

Záznamovými prostředky, charakteristickými pro studium metod, jsou zejména:

- pohybové studie (např. therbligy, spaghetti diagram),

- procesní analýza (diagram toku, diagram člověk – stroj apod.),
- dotazníky, popisná analýza a kontrolní listy,
- videozáznamy, fotografie. [6]

### 2.1.2 Měření práce

Čas je fyzikální veličina, která má stále větší význam. Měření práce je účinným nástrojem pro zvyšování produktivity a podstatného snížení nákladů. Měřením práce nazýváme aplikaci technik vytvořených pro určení času potřebného na vykonání specifikované práce kvalifikovaným pracovníkem na definované úrovni výkonu. Výstupem měření práce jsou normy spotřeby času, do kterých se promítá čas, který pracovník s průměrnou úrovní dovedností a úsilí vynaloží na splnění pracovního úkolu na racionálně uspořádaném pracovišti, ze kterého byly vyloučeny veškeré zbytečné úkony. [12, 13]

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

- hrubé odhady,
- kvalifikované odhady,
- využití historických údajů,
- systémy předem určených časů,
- časové studie pomocí přímého měření (snímky pracovního dne). [12]

Nejpoužívanější metodou rozboru spotřeby pracovního času je snímek pracovního dne. Jestliže je proveden správně, odhaluje nejen úroveň výkonových norem, ale i rezervy produktivity práce. Musí být proveden tak, aby byl zaměřen na technicko-organizační rezervy (opožděný přísun materiálu, opožděné opravy poruch strojů, čekání na nástroje apod.), tak i na otázku mzdovou. Snímek pracovního dne se vyskytuje v několika obměnách, jedním z nejvýznamnějších je však individuální snímek pracovníka, jež je prováděn vícekrát za sebou. [11]

## 2.2 Program 5S

Jedná se o japonskou metodu, která byla v různých modifikacích postupně aplikována po celém světě. Jejím cílem je udržovat na pracovišti pouze to, co je potřebné a na místech

k tomu určeným. Název metody pochází z pěti slov charakterizujících pracoviště, tyto jsou následující:

- Pořádek (SEIRI) – odstranění nepotřebných věcí z pracoviště.
- Uspořádání (SEITON) – uspořádání potřebných věcí na pracovišti tak, aby byly jednoduše a rychle dostupné a použitelné.
- Čistota (SEISO) – kompletní čištění pracoviště (podlaha, stroje atd.)
- Úklid (SEIKETSU) – udržování vysokého standardu čistoty a organizace pracoviště.
- Disciplína (SHITSUKE) – samozřejmé dodržování dohodnutých standardů na pracovišti. [3]

Mezi hlavní důvody zavedení této japonské metody patří především:

- přílišný výskyt znečištění v provozech,
- nepořádek a přebytečné věci v provozech,
- skryté abnormality na strojích,
- překážky v toku výroby z důvodu častého hledání,
- apatie lidí k nepořádku, únikům a abnormalitám,
- továrny nezaujmu zákazníka nepořádkem. [13]

### 2.3 Vizuální management

Přes rozvíjení nových informačních technologií a informačních systémů se stále více využívá jeden z nejstarších způsobů komunikace – vizualizace. Tato je založena na tom, že člověk vnímá až 80 % informací vizuálně.

Cílem vizuálního managementu je podpořit:

- předání a sdílení informací o stavu procesu bez zpoždění;
- nasměrování informací o aktuálních problémech na každého pracovníka;
- využití schopností každého pracovníka pro zlepšení stavu;

- týmovou práci a její výsledky;
- stav řešených projektů;
- rozvoj pocitu hrdosti a úspěchu v lidech;
- předávání informací o dosaženém pokroku. [10]

Vizuální management využívá hlavně následující prostředky:

- Informační tabule, týmové tabule, kaizen tabule pro zlepšování, tabule kvality apod.
- Elektronické tabule na zobrazování výrobního výkonu a jiných výrobních parametrů.
- Signalizační zařízení – světla, kanban tabule a jiné signalizační prostředky.
- Grafické označení na podlaze, na stěně – místa pro palety, hranice týmů, cesty.
- Vizuální pomůcky ulehčující práci – obrázkové postupy či instrukce, multimediální prezentace.
- Barevné odlišení nástrojů, součástek, palet apod. [3]

## 2.4 Layout

Skladování a manipulace výrobků jsou pro podnik velmi nákladné. Toto plýtvání často souvisí s nesprávně navrženým layoutem podniku. Vidíme tak mnohdy layouts, které způsobují nejen zbytečně dlouhé materiálové toky, ale i množství skladovacích a kontrolních činností, nepřehledné procesy a složité řízení logistiky a výroby. Štíhlý layout je tak možným řešením uvedených problémů, navíc přináší úsporu ploch, přičemž na uvolněných plochách je možné umístit další výrobní programy. Eliminace skladovacích ploch znamená nejen snížení zásob, ale i lepší přehled o pohybu materiálu a zjednodušení řízení. Layout se musí jednoduše tvořit dle požadavků zákazníka. Při štíhlém layoutu se navíc nepoužívají velké palety, regály, jeřáby a vysokozdvizné vozíky. Tato zařízení zbytečně zabírají velkou plochu a navíc vyžadují speciální obsluhu. [2, 16]

Štíhlý layout je založen na několika principech:

- podrobná analýza procesů je základem pro úsporné hmotné toky;

- ověřené zásady štíhlého layoutu umožňují navrhnout velmi úsporné pracoviště;
- detailní uspořádání pracoviště je vytvářeno týmem pracovníků, kteří na něm pracují s podporou moderních grafických nástrojů;
- štíhlý layout zahrnuje i využití jiných metod PI (např. SMED). [15]

Štíhlý layout má tyto hlavní parametry:

- přímý materiálový tok směrem k montážní lince a expedici;
- minimalizace přepravních vzdáleností mezi operacemi;
- minimální plochy na zásobníky a mezisklady;
- dodavatelé co nejbližší k zákazníkům (myšlení interně);
- přímočaré a krátké trasy;
- minimální průběžné časy;
- vizuální kontrola počtu dílů v přepravce nebo na skladovací ploše;
- odstranění dvojnásobné manipulace;
- flexibilita s ohledem na variabilitu produktů, výrobní množství a výrobní layout;
- nízké náklady na instalaci. [2]

## 2.5 Týmová práce

Stupeň využití lidského potenciálu se odhaduje na 30 – 40 %. Nejvíce energie a času se ztrácí, protože nám chybí jasné cíle, plány priorit a přehled. Týmová práce je jedinou cestou k tomu, abychom v podniku dokázali rychle reagovat na požadavky zákazníka a na změny na trzích. Bez týmové práce většinou ani ostatní prvky štíhlého podniku nepřinesou očekávané přínosy a klady. [2]

Bývá často definována jako efektivní forma organizace lidské práce, která má vícedimenzionální charakter, probíhá v trvalém rozvoji pracovních vztahů členů týmu, kteří mají určité pracovní role nebo si je sami rozdělují a mění dle vlastní volby. Z této charakteristiky lze konstatovat, že v centru zájmu týmové práce je lidský zdroj, jako bytost

nadaná vlastním rozumem, tvůrčími schopnostmi, zkušenostmi, znalostmi a vůlí pracovat na určité motivační úrovni.

Lidé a jejich schopnosti často patří k nejméně využívaným zdrojům v podnicích. V centru pozornosti podniku musí stát jednoznačně zaměstnanci. Čím modernější a progresivnější technika a metody se používají, tím větší význam získává právě personál, protože využití zařízení stoupá úměrně s jeho kvalifikací.

Mezi znaky týmové práce patří především:

- zvyšování přítomnosti zaměstnanců,
- snížení zmetkovosti,
- optimální uspořádání a určení pracovních postupů,
- větší flexibilita zaměstnanců,
- zvyšování kvality a produktivity,
- optimální využití strojů a zařízení. [13]

### 2.5.1 Lidé a procesní disciplína

Ve výrobě založené na malých sériích, častých změnách sortimentu a delších pracovních cyklech náchylných více na lidskou chybu, je procesní disciplína konkurenční výhodou. Procesní disciplínou rozumíme kombinaci aktivit a pravidel zaměřených na dosažení dokonalé shody při opakování procesu tak, že každý vyráběný produkt je identický. Dosahnout takovéto shody není jednoduché. Vedle stabilního materiálu, zařízení, nástroje apod. k tomu potřebujeme vysokou úroveň (sebe-) kázně, dovednosti, komunikace, organizování a sdílení hodnot. Velký podíl na zajišťování procesní disciplíny ve výrobním systému mají lidé, kteří společně s flexibilními technologiemi a procesy vytváří jednotlivý celek.

V oblasti kázně a osobní disciplíny lze najít plno prostoru pro zlepšování, měli bychom se přitom snažit, aby nedocházelo k situacím, jakými jsou tyto:

- nedodržování pracovního postupu či standardu,
- nekoordinované vytváření vlastních postupů a formulářů,
- svévolné zásahy do technologií a procesů,

- úpravy dat z jednotlivých procesů,
- svévolné nedodržování výrobního plánu,
- nedochvilnost při jednáních a schůzkách apod. [7]

### 2.5.2 Trénink a vzdělávání

Jednou z oblastí, kde je nutné se neustále přizpůsobovat a reagovat na potřeby turbulentního tržního prostředí, je změna v rozvoji kvalifikace a tréninku. V této oblasti existují dvě cesty:

- efektivnější systém přípravy a trénink,
- výběr pracovníků s vyšší individuální způsobilostí.

Z hlediska prvního způsobu, tedy efektivnějšího systému přípravy a tréninku je nutné opustit zastaralé tréninkové metody, které vedou k tomu, že se lidé připravují bez jasného záměru, bez testování a certifikace. Trénink ve výrobním procesu musí vycházet z jasně a společně (technologie, výroba, personalistika, průmyslové inženýrství) definovaného profilu. Nelze učit všechno a všeobecně. Pro efektivní trénink a školení je nutno využívat nástroje jako:

- podnikové školy pro získání specifické teorie,
- simulační tréninkové pracoviště pro získání specifické praxe,
- metody e-learningu,
- didaktické pomůcky z oblasti technologie a výrobku,
- praktické a znalostní testy,
- materiály k samostudiu,
- interaktivní programy,
- video-programy apod. [7]

### 2.5.3 Motivace pracovníků

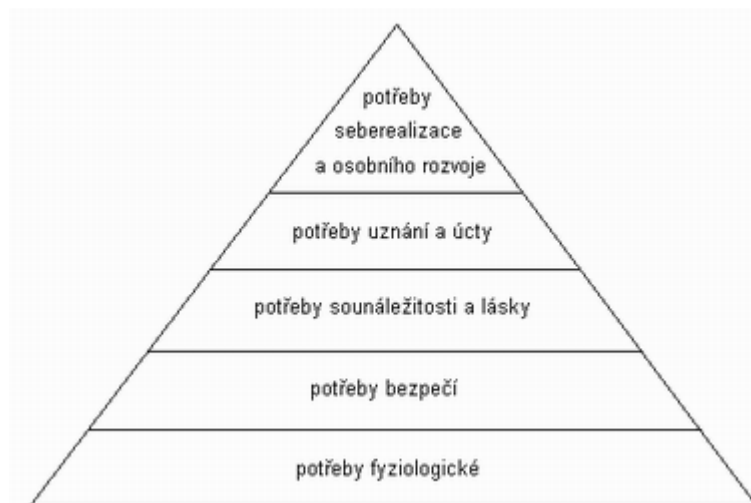
Motivace je vnitřní pohnutkou, potřebou, která modifikuje a usměrňuje lidské chování. Je silou, která určuje aktivitu, dynamiku, flexibilitu a adaptibilitu, a ne vždy je snadné za některými činy najít konkrétní motivy, neboť mohou být skryté a také nevědomé.



Motivovaní lidé dělají, budují a snaží se něčeho dosáhnout. Nemotivovaní jsou neteční a neaktivní. V pracovní činnosti jsou motivy velmi důležité pro efektivitu práce. Jaká bude motivace, takové budou výkony pracovníků.

Je velmi špatné, pokud jsou v pracovním týmu nemotivovaní pracovníci, protože pak se nemohou identifikovat s úkolem, se skupinou a firmou. Jednou z nejvýznamnějších teorií pracovní motivace je teorie A. Maslowa. Podle něj jsou nejdůležitějšími motivačními stimuly potřeby. Tyto potřeby mají proměnlivý význam podle míry uspokojení. Jestliže jsou uspokojeny potřeby bazální, pak vystupuje do popředí potřeba vyšší úrovně. Systém vypracovaný Maslowem má podobu pyramidy. [9]

*Obr. 1. Maslowova hierarchie potřeb*



*Zdroj: [9]*

Věda, jejímž předmětem zájmu jsou zákonitosti, kterými se řídí lidská psychika při pracovní činnosti se nazývá psychologie práce. Psychikou jsou přitom myšleny psychické procesy poznávání, psychické stavy a vlastnosti osobnosti. [9]

## **2.6 Rychlá změna – SMED**

Rychlost a pružnost se staly zbraní proti konkurenci. Jednou z oblastí, kde lze uplatnit tyto skutečnosti jsou výměny nástrojů. Spotřebovaným časem a činnostmi při změnách výrobků nepřidáváme žádnou hodnotu. Proto musíme chápat ztracený čas při změně sortimentu a výměně nástrojů jako plýtvání. Existují dvě možnosti, jak toto plýtvání snížit či eliminovat, jsou jimi:

- prodlužovat dobu bez změny,
- zkrátit dobu změny.

První možností je zajistit co nejméně změn sortimentu a výměn nástrojů. Je chápána jako sdružování výrobních dávek, což ovšem vede k růstu zásob, růstu průběžné doby, rozpracovanosti a výrobních nákladů. Vede k dražšímu způsobu výroby a tím ke ztrátě konkurenceschopnosti. Tuto možnost popsal ve svém díle již Adam Smith a je označována jako tradiční. [6, 13]

### 2.6.1 Tradiční přístup ke změnám

Tradiční přístup ke změnám a seřizování předpokládá následující skutečnosti:

- seřizování je nutným zlem,
- na výměny a seřizování se nekoncentruje taková pozornost jak na hlavní operace,
- neexistuje firemní program zaměřený na změny a seřizování (např. cíle, standardy apod.),
- doba změn a seřizování se důsledně neměří a nevyhodnocuje,
- seřizovat může jenom zkušený pracovník s dostatečně dlouhou praxí a kvalifikací,
- během seřizování jsou operátoři zaměstnáni další prací.

Seřizování strojů a výměna nástrojů obvykle záleží na typu operace a typu zařízení, které je využíváno. Obecně můžeme říci, že se skládá z následujících kroků:

- příprava a kontrola materiálu i nástrojů (30 % času),
- montáž a výměna nástrojů (5 % času),
- vlastní seřízení rozměrů a polohy nástrojů (15 % času),
- odzkoušení a následné úpravy (50 % času).

Ve většině podniků znamená realizace procesu přehození a seřízení v tradičním pojetí zastavení chodu stroje v průběhu všech čtyř uvedených kroků a následné zvýšení výrobních nákladů. S rostoucími potřebami obstát v konkurenčním prostředí je tradiční pojetí tohoto procesu podrobováno kritickým pohledům, které poukazují na to, že jej není možné provozovat ve stávajícím přístupu.

Změna světového hospodářství vyvolala trend směřující k malosériové výrobě. Časté změny produktu nutí ke zdokonalení seřizovacích operací a zkrácení doby výměny. Vychází se z rozdělení činností na interní, tyto vyžadují, aby byl stroj vypnutý a činnosti externí, které mohou být vykonány za chodu stroje. [6, 8]

### 2.6.2 Plýtvání při změnách a seřizování

Možnost zrychlení výměn vychází z toho, že pomocí technik průmyslového inženýrství odhalíme, jak mnoho se při změnách a seřizování plýtvá. Rozhodujícím krokem v cestě za zkrácením prostojů je identifikace plýtvání v používaných procedurách výměny a seřizování nástrojů. Jako příklady z praxe lze uvést: [6, 13]

- transport nástrojů po zastavení stroje,
- hledání dílů a náradí v brašnách a kufrech,
- drobné opravy na novém nástroji až v průběhu změny,
- zbytečná chůze pro „něco,“
- dlouhé čekání u seřízeného stroje na uvolnění do výroby,
- pozorování práce druhého pracovníka,
- příprava prostoru po zastavení stroje apod.

Vedle tohoto zjevného plýtvání časem při změnách a seřizování existuje i mnoho plýtvání skrytého, jako např. utahování šroubů, nastavování pracovních výšek atd. Pokud plýtvání časem při změnách a seřizování třídíme, využíváme k tomu často následující čtyři hlavní skupiny (obr. 2), zachycující všechny známé druhy zjevného nebo skrytého plýtvání:

- plýtvání při přípravě na výměnu,
- plýtvání při montáži a demontáži,
- plýtvání při seřizování a doseřizování (zkušební kusy),
- plýtvání při rozběhu seřízeného stroje. [6, 13]

V prvním případě se jedná např. o hledání a nalézání nástrojů a pomůcek, hledání kontrolních přípravků, kontrolu specifikací a pracovních postupů v době výměny apod.

Při vlastní montáži a demontáži se projevuje plýtvání povolováním a utahováním šroubů s mnoha závity, odstraňováním a vkládáním podložek, zbytečnou chůzí pro nástroje.

*Obr. 2. Plýtvání při změnách a seřizování*

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

*Zdroj: [6]*

Do třetí skupiny se řadí všechny pohyby, které jsou potřebné k seřízení pracovních výšek, manipulátorů atd. Tento druh plýtvání je doprovázen i nadměrným plýtváním materiálem pro zkušební pokusy.

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

Tento výčet jednotlivých druhů plýtvání dokazuje, že neexistuje žádná potřeba akceptovat dlouhou dobu výměn nástrojů a seřizování jako „nutné zlo,“ ale naopak tuto dobu zkracovat. Přínosem rychlých změn jsou malé zásoby a velký zisk. [6, 10]

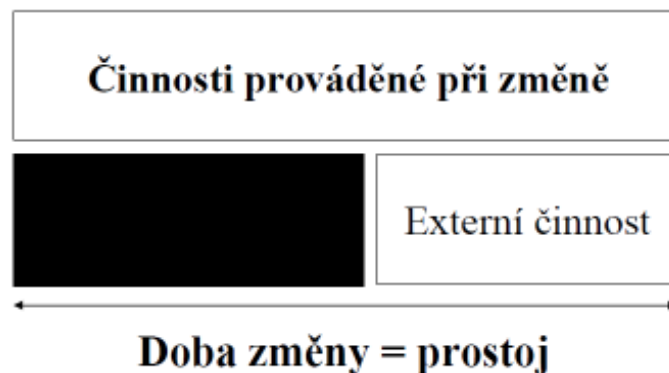
### **2.6.3 Metoda SMED**

SMED – Single Minute Exchange of Die – systém rychlých změn při seřizování si můžeme vysvětlit i tak, že se jedná o jakoukoliv změnu pod 10 minut. Systém SMED vyvinul na základě svých zkušeností jeden z otců výrobního systému firmy Toyota a významný průmyslový inženýr Shigeo Shingo a publikoval jej v roce 1985 ve své knize *Revolution in Manufacturing*.

Základní myšlenkou systému SMED je rozdělení činností přehazování do dvou základních kategorií, a to na:

- interní operace – vše, co je nutné udělat, není-li stroj v chodu, např. upnutí nebo odepnutí nástroje;
  - externí operace – vše, co je možné vykonat, zatímco je stroj v chodu, např. zkontrolovat použitý nástroj, očistit ho, uložit do skladu, připravit nástroj, materiál.
- [10]

Obr. 3. Základní rozdělení činností výměny



Zdroj: [6]

Snižování přechodových časů ve výrobě tedy znamená:

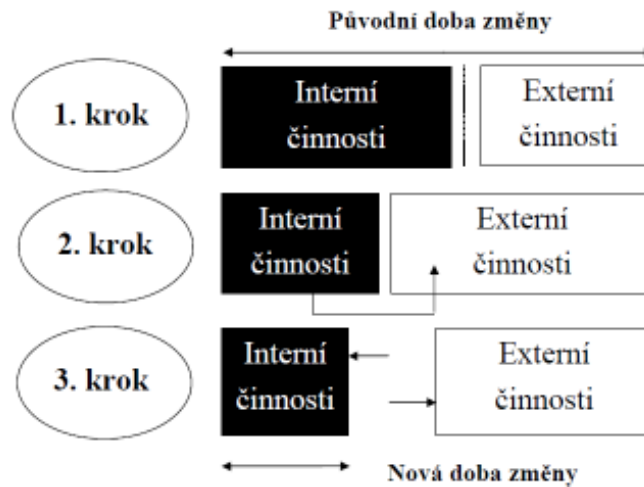
- snižování průběžné doby výroby a tím zkracování dodací lhůty výrobků k zákazníkovi;
- možnost výroby v menších dávkách a s tím spojené snižování skladových zásob;
- likvidaci ztrát. [10]

#### 2.6.4 Koncepce systému SMED

Základní koncepce systému SMED vyjadřují následující kroky:

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

Obr. 4. Hlavní kroky metody SMED



Zdroj: [6]

### 2.6.5 Přípravná fáze

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

### 2.6.6 První krok

V prvním kroku, který je při aplikaci metody SMED nejdůležitější je nutno rozlišit a separovat operace externího a interního seřizování. Bez tohoto rozlišení mohou být veškeré operace brány jako interní a doba, po kterou musí být stroj vypnutý je potom mnohem delší, než je nezbytně nutné. Tímto jednoduchým rozlišením může být čas pro přehození zkrácen o 30 až 50 %. Prostředky pro uplatnění prvního kroku jsou především:

- vizuální kontrola,
- efektivní transport.

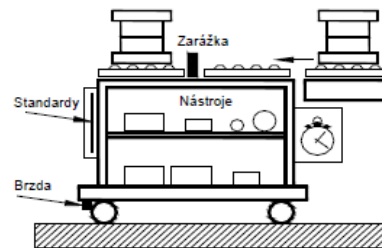
Zvládnutí této fáze a schopnost separovat externí a interní činnosti je jakousi vstupenkou pro využití metody SMED. Prostředky pro uplatnění prvního kroku jsou uvedeny na následujících obrázcích. [6]

Obr. 5. Kontrolní panel



Zdroj: [6]

Obr. 6. Speciální vozík



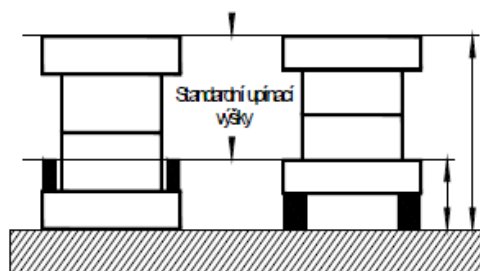
Zdroj: [6]

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

### 2.6.7 Druhý krok

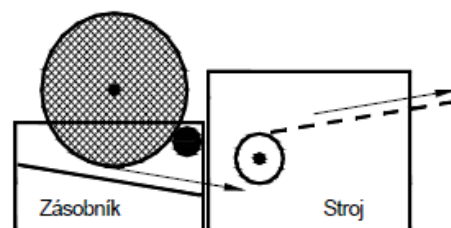
V druhém kroku dále zvyšujeme produktivitu přehazování. Prostředkem pro další redukci spotřeby času je konverze interních operací na externí. Při hledání možností, jak tuto konverzi provést, analyzujeme možnosti uplatnění procedur, které jsou jinak prováděny po zastavení chodu stroje (např. externí předehřev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

Obr. 7. Příklad standardizace



Zdroj: [6]

Obr. 8. Kontinuální doplňování

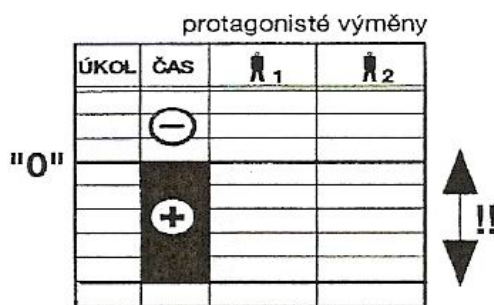


Zdroj: [6]

### 2.6.8 Třetí krok

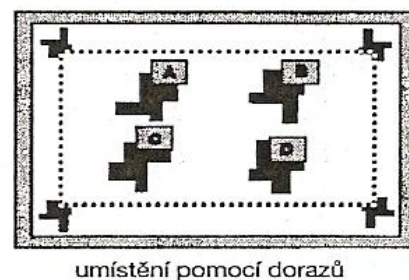
Třetí krok spočívá v silné koncentraci na jednotlivé operace a jejich detailní analýzu i následné zlepšování. V případě externích operací se zaměřujeme například na procesy přípravy a transportu nástrojů, standardizaci dílů nebo eliminaci činností, v případě interních operací na rychlejší způsoby upevňování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

Obr. 9. Paralelní operace



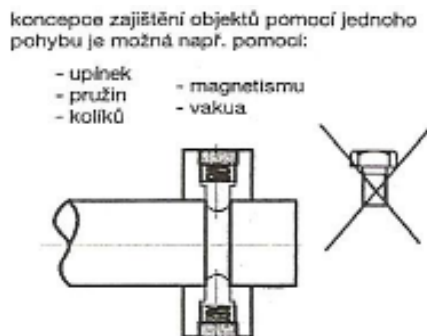
Zdroj: [10]

Obr. 10. Nejmenší násobek



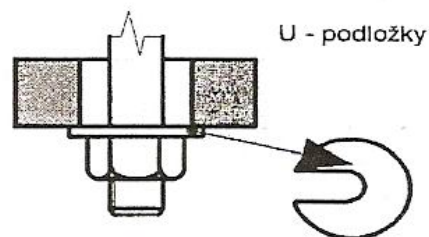
Zdroj: [10]

Obr. 11. Metoda jednoho pohybu



Zdroj: [10]

Obr. 12. Upnutí jednou otáčkou



Zdroj: [10]

Prostředky pro zkracování interních časů jsou tedy následující:

- metoda jednoho pohybu – zajištění objektů jediným pohybem – kolíky, rychlé upínače, pružiny;
- princip nejmenšího společného násobku – dorazy;
- upnutí jednou otáčkou;



- současné paralelní operace. [3]

### 2.6.9 Program rychlých změn

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

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

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

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

Obr. 13. Program rychlých změn



Zdroj: [6]

### 2.6.10 Koncepte nulových změn

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

- změna v rozsahu jednoho taktu (hit-to-hit),
- změna jedním pohybem (one touch exchange),
- výměna bez dotyku (no touch exchange).

Pravidla pro dosažení tohoto přístupu zní následovně:

- hledejte cesty, jak provést výměnu bez zastavení stroje;
- položte si otázku, zda může být výměna zcela eliminována.

Koncepci nulových změn si uvědomuje řada výrobců strojů a zařízení. Jejich snaha se promítla například do oblasti obráběcích strojů. Nová konstrukční řešení tak umožňují výrazné snížení času potřebného pro výměnu nástrojů či změnu materiálu. [2, 6]

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

### 3 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Obchodní firma: Visteon – Autopal, s.r.o.

Sídlo: Jakubská 647/2, Praha 1

Datum zápisu od OR: 15. prosince 2003

Právní forma: Společnost s ručením omezeným

*Obr. 14. Závod v Hluku*



*Zdroj: [19]*

#### 3.1 Historie

Visteon-Autopal vděčí za svůj vznik Josefu Rotterovi, ten založil v roce 1879 klempířský závod s názvem Joro, ve kterém mimo jiné vyráběl také svítilny do kočárů a povozů. Hlavním stanovištěm pro svůj podnik zvolil město Nový Jičín, které bylo v té době významnou obchodní křižovatkou. V roce 1911 předal Josef Rotter vedení společnosti svým dvěma synům, krátce poté pronikají výrobky firmy i na zahraniční trhy, především do Rakouska. V roce 1933 se významně rozrostlo výrobní portfolio společnosti, toto bylo zapříčiněno převážně krachem na newyorské burze a celosvětovou krizí, začaly se vyrábět světlomety, svítilny, chladiče a příslušenství pro auta, letadla, motorová i jízdní kola, hliníkové nádoby a sportovní potřeby. Po krušných časech II. světové války byl významným obdobím pro podnik rok 1950, název společnosti se změnil na Autopal a jeho

součástí se stal závod v Hluku. V roce 1969 byl do podniku začleněn také závod v Rychvaldě.

Roku 1993 přešel Autopal do vlastnictví druhého největšího výrobce automobilů na světě – společnosti Ford Motor Company. Zásadní změnou bylo vytvoření divizí světelné a chladicí techniky. V roce 2000 se Autopal od Fordu oddělil a stal se součástí celku Visteon Corporation, tak je tomu dodnes. [19]

### **3.2 Současnost**

V současné době má společnost tři závody, a to v Novém Jičíně, Hluku a v Rychvaldě. Přičemž se závod v Novém Jičíně specializuje na výrobu svítidel a komponentů klimatizační techniky. Závod v Hluku se zaměřuje na klimatizační techniku, konkrétně na chladiče, klimatizační jednotky či tepelné výměníky pro snižování emisí ve výfukových plynech. V Rychvaldě se vyrábí převážně světelná technika.

#### **Vize společnosti**

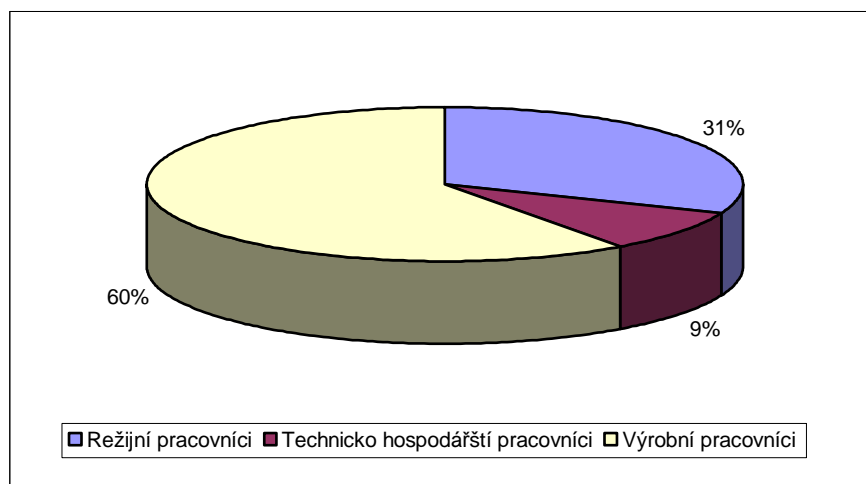
Vizí Visteon-Autopalu je být partnerem svým zákazníkům a pomáhat jim vyrábět nejlepší vozidla na světě. Chce také nadále uplatňovat schopnosti v automobilové oblasti při návrhu a výrobě komponentů, systémů a modulů, které zaujmou řidiče a cestující.

#### **Lidské zdroje**

Celkový stav kmenových zaměstnanců se pohybuje kolem 3 500 osob. Struktura zaměstnanců a jejich vzdělávání odpovídá potřebám společnosti v celém rozsahu a je předpokladem k zvládnutí požadavků na zaměstnance všech kategorií. Společnost se také stará o vzdělávání svých zaměstnanců, zaměřuje se na školení v oblastech jako: kvalita, bezpečnost práce, požární ochrana a životní prostředí, nové technologie, štlhlá výroba, pracovní právo, měkké dovednosti, jazykové kurzy a kurzy výpočetní techniky.

Strukturu zaměstnanců zachycuje následující graf, z něhož vyplývá, že značnou část zauímají výrobní pracovníci a to 60 %, další skupinu zahrnující 31 % tvoří pracovníci režijní, 10 % tvoří technicko hospodářští pracovníci.

Obr. 15. Struktura zaměstnanců



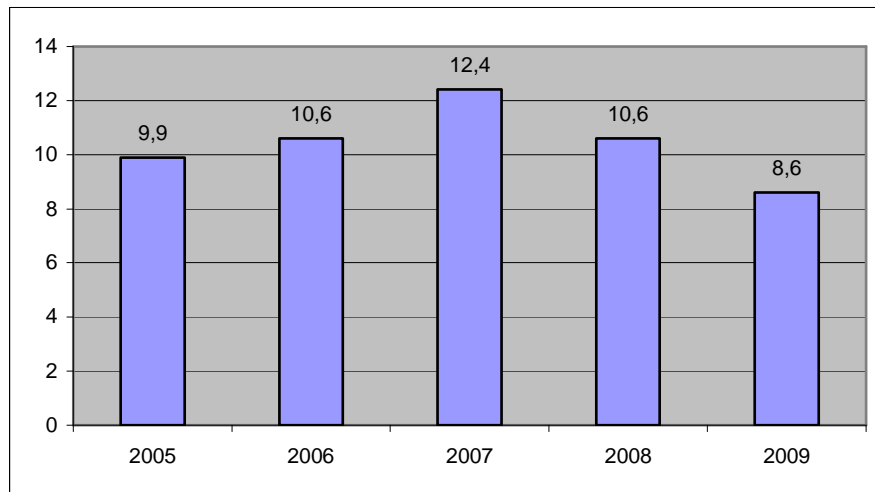
Zdroj: [19]

### Finanční výsledky

Finanční výsledky společnosti jsou uvedeny v následujícím grafu (obr. 16), který zobrazuje meziroční vývoj tržeb (v mld. Kč). Do roku 2007 můžeme sledovat každoroční růst tržeb, jednalo se o vysoce stabilní období, kdy společnost vyráběla na hranici svých výrobních kapacit. Rok 2008 se ovšem vyznačoval překotnými změnami v celosvětovém ekonomickém klimatu. První pololetí zmiňovaného roku bylo charakteristické vysokou poptávkou, druhá část roku začala mírným poklesem. Od září se projevila krize, která kulminovala v prosinci poklesem výroby o 60 %. Celoroční tržby tak nakonec činily 10,6 mld. Kč.

Hlavním úkolem roku 2009 bylo překlenutí hospodářské krize. Společnost zaznamenala pokles prodejů a objem tržeb byl na úrovni 8,6 mld. Kč. Cílem jak minulého, tak současného roku 2010 je zajištění samofinancovatelnosti. Společnost tak přijala mimořádná opatření v oblasti investičních a provozních výdajů, a to za součinnosti s odběrateli, dodavateli a odbory. Ze strategických důvodů společnost investuje do oblasti inovací. Visteon – Autopal v roce 2009 zavedl do produkce 8 výrobků v oblasti klimatizační a chladicí techniky a stejně tak 8 výrobků v oblasti světelné techniky.

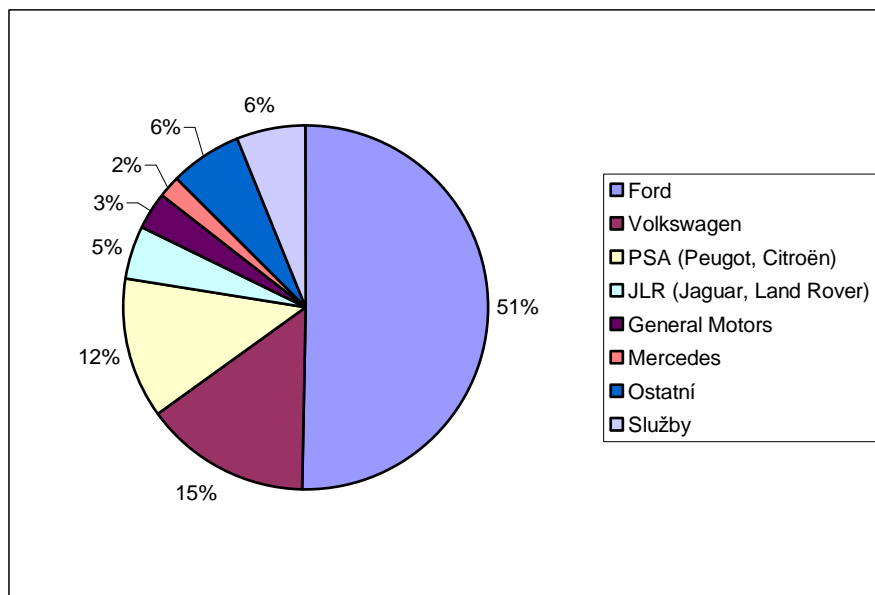
Obr. 16. Vývoj tržeb v letech 2005 - 2009 (v mld. Kč)



Zdroj: [Vlastní zpracování]

Společnosti se prostřednictvím moderních technologií, výrobků vysoké technické úrovně a celosvětovému působení daří krizi překonat. Jako subdodavatel automobilového průmyslu má značné portfolio zákazníků, celkem 22. Přehled nejvýznamnějších odběratelů a jejich procentní podíl na tržbách společnosti za rok 2008 je uveden v následujícím grafu.

Obr. 17. Portfolio zákazníků



Zdroj: [19]

Asi polovinu tržeb zajišťuje pro Visteon – Autopal americká automobilka Ford, konkrétně evropská divize tohoto koncernu, která je charakteristická dobrými finančními výsledky i

době hospodářské krize. Dalším stabilním zákazníkem je německá společnost Volkswagen, která prezentuje asi 15 % celkových tržeb. Francouzský koncern PSA Peugeot Citroën je třetím nejvýznamnějším zákazníkem, který ovšem v nynější ekonomické situaci vykazuje ztráty a současné zastoupení 12 % z roku 2008 již neplatí. Poptávka této společnosti se snížila a číslo, představující procentní podíl na tržbách se pohybuje pod 10 %. Tyto tři společnosti se dají označit za klíčové odběratele a významné obchodní partnery společnosti Visteon – Autopal. Mezi další zákazníky patří Jaguar Land Rover (JLR) či Mercedes. Zastoupení bývalých dceřiných společností General Motors, jako například automobilky Opel, je v současné době nevýznamné.



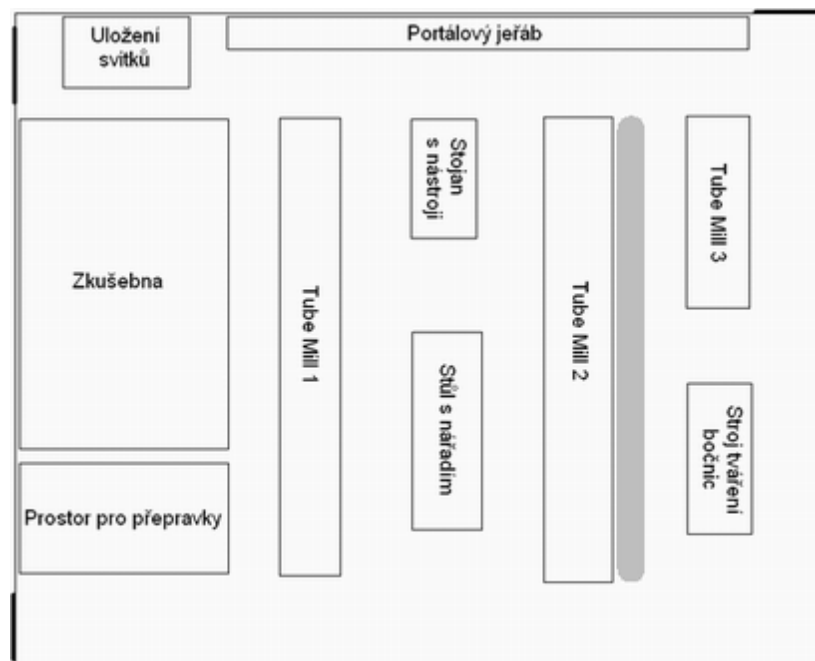
## 4 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU PRACOVIŠTĚ

V této části práce se zaměřím obzvlášť na analýzu přehazování nástrojů stroje Tube Mill 2. Bude tak uveden jízdní řád výměny seřizovače a asistujícího operátora, dále se pokusím identifikovat plýtvání při samotném procesu přehazování. K tomuto mi poslouží především videozáznam, přímé pozorování a rozhovory se zainteresovanými osobami. Zaměření se na samotné přehazování by bylo ovšem nedostatečné, pro ucelení problematiky je nezbytné analyzovat stav celého pracoviště. Nejprve tedy uvádím layout výrobní haly, dále podrobně analyzuji vybrané části pracoviště, které bezprostředně souvisí s přehazováním. V neposlední řadě se zabývám také charakteristikou stroje Tube Mill 2, konkrétně technologií výroby a produkcí.

### 4.1 Layout pracoviště

V tomto oddílu se věnuji layoutu pracoviště (obr. 18). Ve výrobní hale se nachází celkem 3 stroje Tube Mill, pro rozlišení jsou číselně označeny. Součástí výrobní haly je ještě stroj tváření bočnic. Proces přehazování vyžaduje prostory pro stojan s nástroji a stůl s nářadím. Upozornit bych chtěl především na analyzovaný stroj Tube Mill 2, jehož přehazování lze provádět výhradně z prostoru, který je v níže uvedeném layoutu vyznačen šedě.

Obr. 18. Layout analyzovaného pracoviště



Zdroj: [Vlastní zpracování]

První výrobky se kontrolují v oddělení zkušebny. Hned vedle se nachází prostor jak pro prázdné, tak již naplněné přepravky hotovými výrobky. Základním materiálním vstupem do výrobky jsou hliníkové svitky, tyto jsou uloženy u vchodu za pomoci vysokozdvíhých vozíků. Odtud jsou dle potřeby přemísťovány prostřednictvím portálového jeřábu k jednotlivým strojům Tube Mill a nasazovány na jejich odvíječky. Celé prostory výrobní haly mají tři vstupní a výstupní místa osazena železnými vraty.

Pracovní náplní tohoto oddělení je výroba hliníkových trubek různých rozměrů, které představují jednu z komponent chladiče. Jsou vyráběny stroji Tube Mill. U každého stroje je nutná přítomnost operátora. Celá problematika výroby je popsána v dalších kapitolách analytické části.

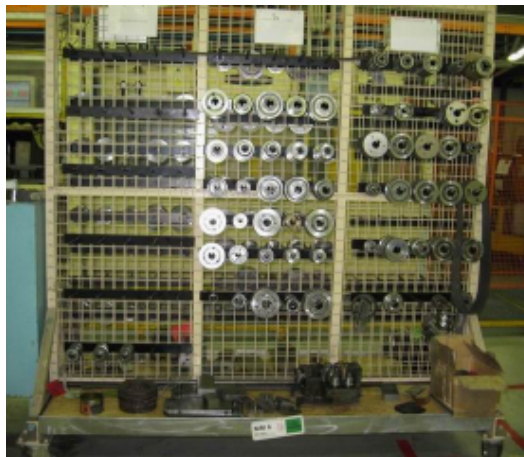
## 4.2 Analýza vybraných částí pracoviště

V této části práce podrobněji analyzuji vybrané části pracoviště, které bezprostředně souvisí se samotným procesem přehazování stroje Tube Mill 2. Zaměřuji se tak na prostor s nástroji, tzv. toolingem, dále pak na oddělení s náradím a zkušebnu výrobků. Popisuji také místo a způsob uložení vstupního materiálu a manipulaci pomocí portálového jeřábu.

### 4.2.1 Prostor s nástroji pro stroje Tube Mill

V současné době jsou nástroje pro stroje Tube Mill uloženy na stojanu s kolečky (obr. 19). Ten ovšem vzhledem ke své váze a rozměrům není mobilní. Při přehazování stroje se proto musí nástroje vyskládat na vozíky a dopravit ke stroji.

*Obr. 19. Stojan na nástroje*



*Zdroj: [Vlastní zpracování]*

Velmi zaostává jak vizuální management, tak filozofie 5S uvedených prostor. Vizuální management je v podniku zaveden, ale značně pokulhává disciplína dodržování jeho pravidel. Na zemi kolem stojanu s nástroji je sice grafické označení prostoru, který musí zůstat volný z důvodu snadného přístupu. Takto se ale neděje a často jsem se setkal s tím, že byl tento prostor naskládán různými přepravkami. Tyto se musely nejprve odklidit a teprve potom se mohlo začít s hledáním vhodných nástrojů. Na stojanu jsou vizuální pomůcky ve formě drobných nápisů, které vymezují a označují prostory pro jednotlivé sety nástrojů. Zorientovat se pomocí nich je však dosti zdlouhavé a namáhavé, na vině je především malá velikost písma a výška, ve které se toto značení nachází.

Stejně tak je problém s dodržováním filozofie 5S. Kolem stojanu a dokonce i na něm se nachází nepotřebné věci. Veškeré nástroje jsou znečištěné a nepřipravené k okamžitému použití. Rytí na nástrojích, určující jejich přesné umístění ve strojích Tube Mill, je potom nevýrazné a mnohdy zcela nečitelné. Taktéž uspořádání jednotlivých setů na dané části stojanu není nijak standardizováno, toto taktéž velmi prodlužuje hledání konkrétní nástroje.

#### **4.2.2 Prostor pro nářadí**

Veškeré nářadí je uloženo v klasické dílenském stole se šuplíky. Při přehazování se musí potřebné nářadí nejprve vyskládat na vozík a přivést ke stroji. Ve stole je navíc uloženo bez jakýchkoliv pravidel a standardů. Dochází tak k opakovanému hledání, často je také na některé z potřebného nářadí zapomenuto. Především toto zapříčiňuje neustálé chození při probíhajícím přehazování na stroji Tube Mill 2.

#### **4.2.3 Zkušebna**

Po přehození a seřízení stroje Tube Mill 2 je nezbytné zkontrolovat první výrobky. Toto se provádí ve zkušební části pracoviště. Kontrolují se rozměry trubky, tvar a pevnost sváru. Teprve poté, co je výrobek zkontrolován a splňuje požadavky testu je stroj Tube Mill 2 zapnut na plný výkon a rozjíždí se výroba.

- Zkouška pevnosti sváru

Zkouška pevnosti sváru se provádí pomocí tlakové stanice, která vystaví trubku přetížení. Do dutiny trubky se přivádí vzduch, dochází tak k postupnému zatěžování, jež vede k roztržení sváru. Tento test tedy zkušební vzorek trubky zničí a výstupem je hodnota, při

keré trubka ve sváru praskla. Jedná se o tzv. destruktivní zkoušku. Minimální hodnota tlaku je přitom 1 200 Pa. Pokud trubka toto zatížení nevydrží a svár praskne již při nižší tlakové hodnotě, musí dojít k opětovnému seřízení svařovací sekce, zpravidla se zvyšuje intenzita svařování.

- Měření rozměrů trubky

Měření rozměrů trubky probíhá pomocí digitálního číselníkového úchylkoměru, který je umístěn ve stojánku. Probíhá tak důkladné měření všech rozměrů trubky s přesností na setiny milimetru. Požadované míry jsou uvedeny v tabulkách kontrolních listů vyvěšených na pracovišti. Jestliže je špatný průměr trubky, musí dojít ke korekci tvarovacích kol horizontálních či vertikálních stanic stroje, jestliže je nepřesná délka trubky, je zapotřebí nastavit enkodérové kolečko před sekací stanicí. Tato problematika je blíže upřesněna v kapitole 4.3, věnující se samotnému stroji Tube Mill 2.

- Tvar a velikost sváru

Tvar a velikost sváru se měří teprve tehdy, pokud dopadnou předchozí testy úspěšně, tato část testu probíhá v následujících krocích:

- Provedení řezu na stacionární kotoučové pile.
- Obroušení a přešetření řezu pomocí brusky s vodní lázní (obr. 20).
- Očištění povrchu řezu kartáčem.
- Kontrola tvaru sváru pod mikroskopem (obr. 21).

*Obr. 20. Bruska*



*Zdroj: [Vlastní zpracování]*

*Obr. 21. Mikroskop*



*Zdroj: [Vlastní zpracování]*

První tři kroky slouží výhradně k tomu, abychom získali příčný řez trubky, který nám umožní zkontrolovat poruchy a tvar sváru pod mikroskopem. Přímo na pracovišti (obr. 22) je vizuálně zobrazen správný a špatný profil sváru.

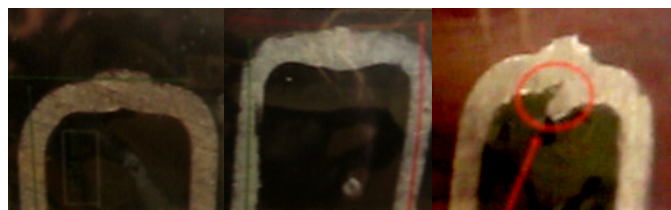
*Obr. 22. Pracoviště kontroly*



*Zdroj: [Vlastní zpracování]*

Na následujících obrázcích je názorně ukázán správný a špatný tvar sváru. První svár odpovídá standardu a je předpokladem bezchybné funkce výrobku. Další dva vykazují nějakou nepřesnost. Prostřední obrázek ukazuje na přílišné vyvýšení sváru, další na vrub ve sváru (červeně zvýrazněno). Tyto odchylky mohou vést k chybné funkci produktu, proto je nutné je okamžitě odstranit. Zpravidla je na vině špatné nastavení svářecí sekce, kdy je svár příliš objemný.

*Obr. 23. Ukázky svárů*



*Zdroj: [Vlastní zpracování]*

#### **4.2.4 Prostory pro uložení vstupního materiálu**

Prostory pro uložení vstupního materiálu, tedy hliníkových svitků, jsou vymezeny přímo u jednoho ze vchodů (viz. layout pracoviště). Na toto místo jsou dopraveny pomocí vysokozdvížných vozíků a uskladněny na paletách. Se svitky je poté manipulováno pomocí

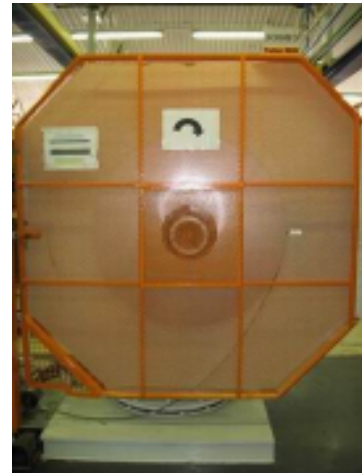
portálového jeřábu. Jedná se o elektrický jeřáb se zavěšeným pojízdným kladkostrojem s ručním ovládáním. Na následujících obrázcích je vidět nejprve uskladněný (obr. 24) a poté již nahozený svitek (obr. 25) do odvíječky stroje Tube Mill 2.

Obr. 24. Svitek pásku



Zdroj: [Vlastní zpracování]

Obr. 25. Odvíječka stroje



Zdroj: [Vlastní zpracování]

### 4.3 Charakteristika stroje Tube Mill 2

Jedná se o americký stroj značky Mckenica označovaný jako Tube Mill 2. Dá se říci, že jde o svařovací válcovnu trubek. Bezprostředně po sobě zde probíhají jednotlivé operace, které vyrobí z rozvinutého materiálu vlnovce dimplovanou trubku přesného rozměru. Vstupním materiálem je tedy hliníkový pásek namotaný do svitku. Tento je nasazen na odvíječku a naveden do stroje. Celý proces výroby trubek popisují v části věnující se technologii výroby.

#### 4.3.1 Technologie výroby

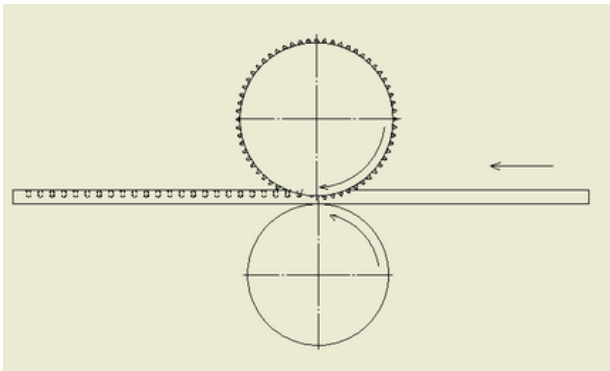
Pro zjednodušení popisu chodu stroje jsem celý proces výroby rozdělil dle jednotlivých technologií na čtyři části, a to na sekci dimplování, zakružování, svařování a sekání.

##### 1. Dimplování

Dimplování v podstatě znamená jakési důlkování. Toto je prováděno pomocí dimplovací stanice stroje. Jedná se o tvarovací kotouč s pravidelnými výstupky, který do hliníkového pásku vytlačuje důlky. Účelem této technologie je zvětšení plochy výrobku, která poté

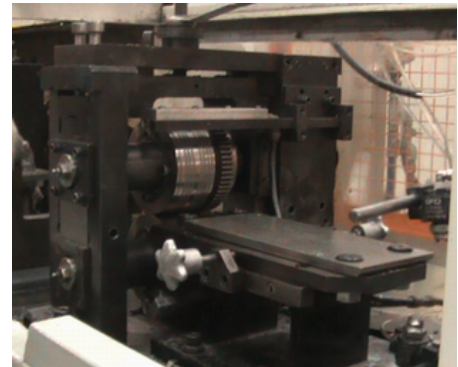
snáze odvádí teplo. Pro lepší znázornění a pochopení celé problematiky jsem popis tohoto procesu doplnil o následující grafické vyobrazení.

*Obr. 26. Princip dimplování*



*Zdroj: [Vlastní zpracování]*

*Obr. 27. Dimplovací stanice*



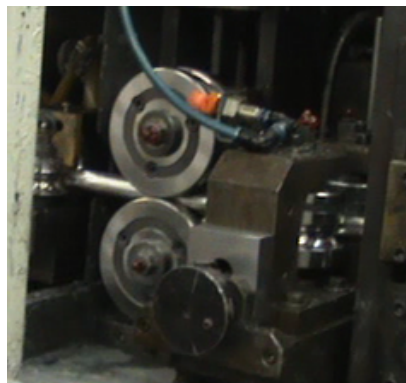
*Zdroj: [Vlastní zpracování]*

Jedná se o první činnost stroje, která probíhá dokud je materiál v rozvinutém tvaru, bezprostředně po odvinutí hliníkové pásky ze svitku.

## 2. Zakružování

Zakružování je technologie, při které se z rozvinutého materiálu postupným ohýbáním mezi tvarovacími koly (horizontálními a vertikálními stanicemi) získá požadovaný tvar polotovaru, tedy trubky. Dimplovaný a rozvinutý materiál se tak postupně ohýbá, dokud netvoří trubku. K tomuto slouží sedm horizontálních a devět vertikálních stanic stroje.

*Obr. 28. Tvarovací kola*



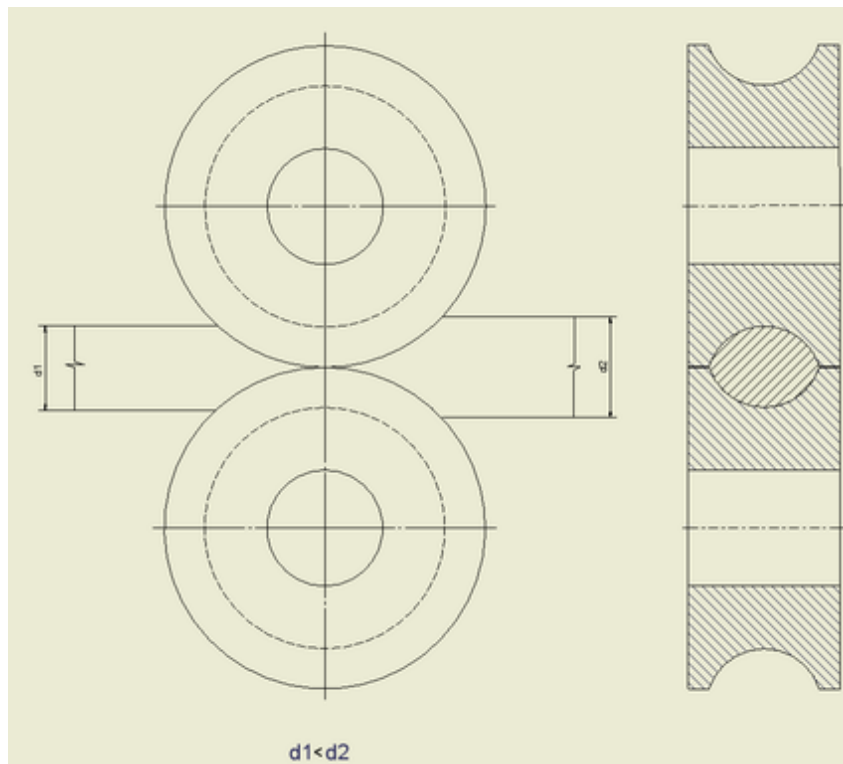
*Zdroj: [Vlastní zpracování]*

Pro přiblížení této problematiky jsem popis zakružování narýsoval pomocí CAD aplikace. Tento výkres (obr. 29) představuje základní princip všech horizontálních a vertikálních stanic stroje. Vždy se jedná o pár tvarovacích kol, která mají za úkol přiblížit hrany

rozvinutého materiálu blíže k sobě. Mezi kola se tak dostává polotovar o rozměru  $d_2$ , tvarovací kola přiblíží jeho hrany a výstupem této stanice je polotovar menšího rozměru  $d_1$ . Rozvinutý hliníkový pásek tvoří trubku teprve poté, co projde stanicemi v pořadí V1, H1, V2, H2, V3, H3, V4, V5. Po stanici V5 již následuje svařování, které spojí hrany svinutého hliníkového pásku. Svařování je popsáno v následujícím oddílu této kapitoly.

Další stanice (V6, V7, V9, V10 a H5, H6, H7) teprve dodávají trubce správný tvar. Naprosto správného rozměru trubky s tolerancí na setiny milimetru je dosaženo pomocí tří párů kol finálního tvaru.

Obr. 29. Znárodnění principu zakružování



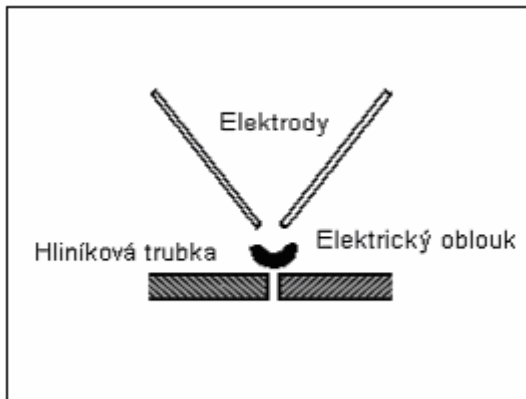
Zdroj: [Vlastní zpracování]

### 3. Svařování

Stroj využívá tzv. svařování elektrickým obloukem. Elektrický oblouk vzniká mezi elektrodami a svařovanou hliníkovou trubkou. Využívá se střídavého proudu a obalových elektrod, které stabilizují elektrický oblouk. Princip svařování jsem znázornil na následujícím obrázku (obr. 30). Je zde také uvedena fotografie svařovacího boxu (obr. 31).

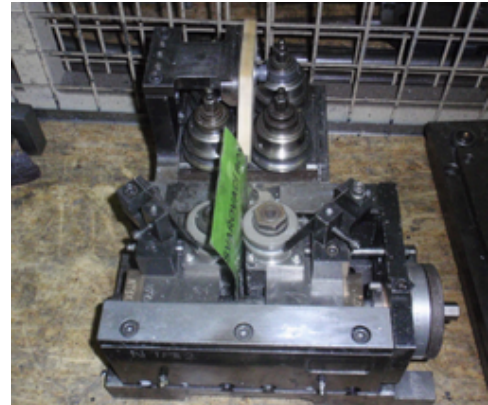


Obr. 30. Princip svařování



Zdroj: [Vlastní zpracování]

Obr. 31. Svařovací box



Zdroj: [Vlastní zpracování]

#### 4. Sekání

Poslední operací stroje je sekání trubek, výsledkem je tak výrobek přesné délky. Sekání probíhá pomocí sekací stanice, která v přesně stanovený okamžik trubku oddělí. Před touto stanicí je umístěno enkodérové kolečko, které otáčí probíhající trubka. Enkodér tedy měří „ujetou“ vzdálenost a v přesně stanovený okamžik dá příkaz sekací stanici k činnosti. Následně již ze stroje vypadávají hotové trubky do předem nachystané přepravy.

#### 4.3.2 Nástroje stroje (tooling)

V následující tabulce uvádím veškeré nástroje, které se u stroje Tube Mill 2 přehazují. Jsou tedy dva sety toolingu, které se navzájem prohazují. Jedna sada má označení 13,44 mm, druhá 26 mm. Toto označení udává průměr vyráběné trubky. Oba sety jsou uloženy na výše analyzovaném stojanu (obr. 19).

Tab. 1. Seznam vyměňovaných nástrojů

Dimplovací kolo horní	Vertikální stanice V6 (2x tvarovací kolo)
Dimplovací kolo spodní	Vertikální stanice V7 (2x tvarovací kolo)
Vodící lišta hliníkového pásu	Vertikální stanice V9 (2x tvarovací kolo)
Vertikální stanice V1 (2x tvarovací kolo)	Vertikální stanice V10 (2x tvarovací kolo)
Horizontální stanice H1 (2x tvarovací kolo)	Horizontální stanice H5 (2x tvarovací kolo)
Vertikální stanice V2 (2x tvarovací kolo)	Horizontální stanice H6 (2x tvarovací kolo)
Horizontální stanice H2 (2x tvarovací kolo)	Horizontální stanice H7 (2x tvarovací kolo)

Vertikální stanice V3 (2x tvarovací kolo)	Kolečka finálního tvaru (6 párů)
Horizontální stanice H3 (2x tvarovací kolo)	Kalibrační kolečka (2x tvarovací kolo)
Vertikální stanice V4 (2x tvarovací kolo)	Enkodérové kolečko
Horizontální stanice H4 (2x tvarovací kolo)	Svařovací box
Vertikální stanice V5 (2x tvarovací kolo)	Držáky hliníkové pásky (3 páry)
Kola ořezu a ofuk	

*Zdroj: [Vlastní zpracování]*

Jedná se celkem o 49 komponent, které je nutné při každé výměně demontovat ze stroje, naskládat na pojízdný vozík, očistit a vyskládat do stojanu. Poté ze stojanu odejmout aktuální tooling, tento naskládat na vozík (obr. 33) a přivést ke stroji a instalovat jej do stroje. Celý set nástrojů se na vozík nevhodí, navíc jsou k dispozici pouze dva tyto pojízdné vozíky. Je tedy nutné absolvovat několik cest. Veškeré kroky přehazování včetně cest s nástroji jsou uvedeny v další části diplomové práce, věnující se analýze samotného přehazování.

*Obr. 32. Vozík*



*Zdroj: [Vlastní zpracování]*

*Obr. 33. Naskládaný vozík*



*Zdroj: [Vlastní zpracování]*

### 4.3.3 Produkce stroje

Stroj Tube Mill 2 vyrábí trubky o průměru 13,44 mm a 26 mm. Jedná se o komponenty, které jsou součástí chladičů osobních automobilů. Mají za úkol přivádět horkou chladicí kapalinu do chladiče, kde je zchlazena a následně ji odvést zpět k motoru automobilu. V následující tabulce č. 2 jsou uvedeny přesné rozměry trubek a rychlost výroby stroje.

Tab. 2. Základní údaje o produkci stroje Tube Mill 2

Označení trubky	Průměr trubky (mm)	Délka trubky (mm)	Rychlost výroby (mm/min)	Počet kusů za min (ks/min)	Čas na výrobu trubky (min/ks)
<b>B2xx 19 mm</b>	13,44	520,5	80 000	153,698	0,39038
<b>Jaguar 26 mm (Aux cooler)</b>	26	520	80 000	153,846	0,39000

Zdroj: [Vlastní zpracování]

Z výše uvedených údajů lze dopočítat produkci stroje v kusech za směnu. Nejprve je ovšem nutné uvést čas směny, od kterého jsou odečteny veškeré neproduktivní časy, dostaneme se tak k hodnotě 324 min. Tato byla vypočtena tak, že jsem od času celé směny 480 min odečetl následující:

- 30 min (obědová přestávka)
- 20 min (2x 10 min ergonomická přestávka)
- 12 min (čas pro náběh a konec směny)
- 30 min (čas na přehození svitku na 1 směnu a případnou údržbu)
- **64 min** (čas přehazování nástrojů na 1 směnu)

Po odečtení těchto časů se tedy dostávám k 324 min, žádné jiné faktory přitom výrobu zásadnějším způsobem neovlivňují. Upozornit bych chtěl především na dobu 64 min, která představuje průměrný čas přehazování, rozpočítaný na 1 směnu. Vycházím tak z toho, že jedno přehazování trvá v průměru 8 hodin (tento čas vyplývá z historických údajů společnosti, viz. také jízdni řád přehazování). Přehazuje se přitom dvakrát do týdne, 16 hodin přehazování týdně tak rozpočítám do 15ti týdenních směn.

Při rychlosti stroje 80 000 mm/min, délce trubky (v průměru) 520 mm a čistém času výroby 324 min stroje se tak dostávám k produkci 49 846 ks trubek za směnu. Tuto hodnotu v současné době podnik uvádí jako cílovou a snaží se jí dosahovat, toto se také s mírnými odchylkami daří.

Podnik se však snaží výše uvedenou produkci stroje za směnu zvýšit, a to právě za uplatnění metodiky rychlé výměny nástrojů SMED. Tato problematika bude následovně uvedena v projektové části této diplomové práce.

#### 4.3.4 Chod stroje

Stroj Tube Mill 2 funguje v tří-směnném provozu, je v chodu 15 směn týdně. Jeho provoz si vyžaduje asistenci operátora. Ten má za úkol vyměňovat naplněné přepravky vyrobenými trubkami přepravkami prázdnými. Navíc je nutno trubky v přepravkách přerovnávat.

Operátor také pomocí portálového jeřábu nahazuje nové svitky do odvíječky stroje. Hliníkový pásek svitku je nutné pomalu navést do stroje a provést průběžnou kontrolu vyrobených trubek, tak jak byla popsána v předešlé kapitole, tedy zkoušet pevnost sváru, měřit rozměry trubky a kontrolovat tvar a velikost sváru pod mikroskopem. Další pracovní náplní operátora je průběžná kontrola a doplňování provozních kapalin stroje, těmi je chladící a mazací emulze.

Občas také nastane situace, kdy se stroj sám zastaví a je nutno jej restartovat. Toto způsobuje chyba programu stroje. Hlavní ovládací panel je zachycen na následující fotografii (obr. 34)

*Obr. 34. Ovládací panel*



*Zdroj: [Vlastní zpracování]*

V případě mechanické poruchy se Tube Mill 2 zastaví sám. Operátor stroj neopravuje, je pouze povinen tuto skutečnost neprodleně ohlásit středisku údržby. Závadu navíc ohlašuje světelná signalizace – andon. Ten hlásí tři režimy stroje, a to:

- zelené světlo – stroj pracuje;
- červené světlo – mechanická porucha;
- žluté světlo – přehazování nástrojů nebo oprava.

V případě žlutého světla je stroj navíc v režimu, kdy lze spustit pouze po zasunutí speciálního klíče do ovládacího panelu. Ten má u sebe během přehazování nástrojů či

údržby výhradně proškolený seřizovač, který se tak svává jediným, kdo může Tube Mill uvést do chodu. Toto je velmi důležité z hlediska bezpečnosti práce.

#### 4.3.5 5S a vizualizace v rámci stroje

Vizuální management i metodika 5S jsou v rámci stroje již zavedeny. Značně však zaostává jejich dodržování. Navíc chybí vizuální značení míst, ze kterých je stroj ovládán, či přehazován a následně seřizován. Stává se tak, že jsou tato důležitá místa naskládána přepravkami a dalšími nevhodnými předměty.

Vizualizace tohoto místa je zaměřena především na názornou ukázkou vyráběných trubek, tyto jsou zavěšeny na malé tabuli vedle stroje. Jsou zde uvedeny jejich přesné rozměry a správný tvar sváru. Je tomu tedy podobně, jako ve výše analyzovaném oddělení kontroly.

#### 4.4 Analýza přehazování

Přehazování nástrojů stroje Tube Mill 2 vždy provádí dva pracovníci, a to seřizovač a operátor. Toto přehazování probíhá obvykle na ranní směně v čase od 6:30 a končí velmi nepravidelně. Doba potřebná pro přehození je v průměru 8 hodin, stává se ovšem, že ještě odpolední směna nemá k dispozici plně funkční stroj Tube Mill 2. Toto časové rozpětí je dáno především nestandardním postupem celého procesu, nerovnoměrným rozdělením činností mezi operátora a seřizovače a množstvím závad, které je nutno odstranit. Tady je ovšem nutné zdůraznit, že o většině poškození ví seřizovač před samotným přehazováním a je schopen je odstranit za chodu stroje. Jedná se tak o pochybení ze strany pracovníka, jeho neochotu a nedostatečnou motivaci o co možná nejkratší proces přehazování. Veškerými těmito nedostatky se budu zabývat dále v práci, a to včetně problematiky motivování.

Pro analyzování pracovní činnosti jsem se rozhodl nejprve natočit videozáznamy několika přehazování, zachycující přehození a seřízení nástrojů z rozměrů 13,44 mm na 26 mm či naopak. Dále jsem vypracoval a sestavil jízdní řád výměny seřizovače a asistujícího operátora.

#### 4.4.1 Jízdní řád přehazování seřizovače

Nejprve uvádím jízdní řád přehazování seřizovače (tab. 3). Jeho pracovní činnost začíná v 6:30, kdy se stroj vypíná a produkuje poslední kusy předešlého rozměru. Zde bych chtěl zdůraznit, že seřizovač zpravidla provádí složitější činnosti, náročnější na přesnost a důkladné seřízení. Má za úkol věnovat se co možná nejrychlejšímu přehození nástrojů. Jeho pracovní doba trvá standardně 8 hodin, pokud ovšem do této doby není provedena úspěšná výměna nástrojů a stroj nevyrábí první bezchybné kusy nového rozměru, tak v činnosti pokračuje dál, dokud není Tube Mill 2 plně funkční a provozuschopný. V případě, že je přehození úspěšně ukončeno dříve, věnuje se údržbě jiných strojů či pracovních pomůcek.

Celé přehození včetně závěrečného seřízení a důkladné kontroly prvních kusů nového rozměru v tomto případě trvalo 8 hodin a končilo přesně ve 14:30, kdy nastupovala nová směna. Veškeré důležité činnosti a jejich časy jsou uvedeny v následujícím jízdním řádu přehazování seřizovače.

Tab. 3. Jízdní řád výměny seřizovače

Pořadí	Čas operace ( $\frac{\text{operace}}{\text{min}}$ )	Celkový průběžný čas	Činnost seřizovače
1	0:35	0:35	Čištění stroje (kovové třísky, chladicí a mazací emulze)
2	0:04	0:39	Přichystání nářadí na vozík, jeho doprava k TM2
3	0:01	0:40	Odstranění všech bezpečnostních krytů stroje
4	0:06	0:46	Demontáž vnějších standů s tvářecími koly (V1 - V5)
5	0:01	0:47	Vyskládání tvářecích kol (V1 - V5) na vozík
6	0:03	0:50	Demontáž tvářecích kol horizontálních stanic (H1 - H4)
7	0:01	0:51	Demontáž vodící lišty vlnovce před stanicí V1
8	0:06	0:57	Demontáž dimplovací stanice (dimplovací kola, podložky)
9	0:01	0:58	Demontáž vodící lišty vlnovce před dimplovací stanicí
10	0:07	1:05	Odvoz tvářecích kol a součástí dimplovací stanice ke stojanu (u TM1), čištění hadrem a umístění na stojan
11	0:03	1:08	Nakládání a odvoz 26 mm tvářecích kol na vyprázdněný vozík a dovoz k TM2
12	0:18	1:26	Montáž tvářecích kol V1 - V5, H1 - H4, čištění os před nasazením kol
13	0:04	1:30	Čištění vnějších standů a jejich montáž včetně podložek
14	0:10	1:40	Ergonomická přestávka
15	0:10	1:50	Pokračování v montáži standů a tvářecích kol V1 - V5, H1 - H4, čištění os před nasazením kol

16	0:02	1:52	Cesta s vozíkem pro další součásti (vodící lišty, dimplovací stanice, podložky)
17	0:11	2:03	Montáž dimplovací stanice
18	0:03	2:06	Montáž vodící lišty před stanicí V1 a před dimplovací stanicí
19	0:05	2:11	Demontáž svařovacího boxu 19 mm, včetně demontáže svařovací cívky
20	0:21	2:32	Čištění svařovací sekce
21	0:03	2:35	Čištění svařovací cívky a její montáž na svářečku
22	0:02	2:37	Chůze k TM1 pro rukavice a čistý hadr
23	0:03	2:40	Čištění držáků cívky a jejich montáž na rameno svářečky (dokončení)
24	0:03	2:43	Demontáž ořezové stanice a demontáž ofuku
25	0:02	2:45	Demontáž ořezu a pootočení plátku ořezového nože na neztupenou stranu
26	0:07	2:52	Montáž koleček před ořezem a ořezu zpět na své místo
27	0:02	2:54	Po demontování standu na stanici V6 zjistil, že její hřídel je zlomená - oznámení údržbě
28	0:08	3:02	Chce namontovat tvářecí kola na stanici V7, ale zjišťuje, že kola jsou špatná a je nutné je přeleštit
29	0:11	3:13	Odvoz svařovacího boxu 19 mm ke stojanu, naložení a doprava svařovacího boxu 26 mm
30	0:06	3:19	Montáž nového svařovacího boxu
31	0:04	3:23	Montáž cívky svářečky
32	0:04	3:27	Instalace přesných podložek na stanice H1 - H4
33	0:01	3:28	Čištění volného místa po demontáži V6 a V7
34	0:01	3:29	Nastavení tvářecích kol horizontálních stanic pomocí spároměrky
35	0:04	3:33	Nastavení tvářecích kol vertikálních stanic pomocí spároměrky
36	0:28	4:01	Čekání na výměnu prasklé hřídele stanice V6 údržbou
37	0:01	4:02	Montáž ofuku
38	0:01	4:03	Jde si pro maznici ke stojanu
39	0:12	4:15	Výměna poškozených maznic na různých stanicích (celkem cca 5)
40	0:30	4:45	Obědová přestávka
41	0:25	5:10	Čekání na výměnu prasklé hřídele stanice V6 údržbou
42	0:10	5:20	Promazání všech maznic
43	0:06	5:26	Montáž tvářecích kol na stanici V7 a namontování vnějšího standu
44	0:09	5:35	Rozbalení nového materiálu, nasazení a upevnění vázacího prostředku, nahození na odvíječku
45	0:15	5:50	Navedení vlnovce do stroje, centrování v dimplovací stanici
46	0:17	6:07	Montáž středicích a přítlačných kostek na stanice H1 - H4
47	0:23	6:30	Čekání na výměnu prasklé hřídele stanice V6 údržbou
48	0:10	6:40	Ergonomická přestávka
49	0:07	6:47	Dokončení navedení vlnovce do stroje
50	0:05	6:52	Namontování a zkompletování hřídele stanice V6
51	0:08	7:00	Nutná diskuze s pracovníkem oddělení výroby

52	0:07	7:07	Přesné centrování vlnovce ve stroji
53	0:01	7:08	Seřízení svařovací sekce
54	0:07	7:15	Pokračování v navádění vlnovce
55	0:04	7:19	Odstranění veškerého nářadí ze stroje, reset a start chlazení a svářečky
56	0:06	7:25	Nepřesnosti v nastavení, nutná konzultace s oddělením výroby
57	0:01	7:26	Nastavení druhu výrobku (délky) na přední konzole
58	0:04	7:30	Zakrytování všech částí stroje
59	0:10	7:40	Doseřizování (nastavení chlazení, ofuků, formovacích sekcí V1 - V5)
60	0:02	7:42	Doseřizování ořezové stanice T-klíčem
61	0:18	8:00	Zastavení linky a kontrola prvních vzorků pod mikroskopem (stroj pracuje správně)

Zdroj: [Vlastní zpracování]

#### 4.4.2 Jízdní řád přehazování operátora

V analýze přehazování dále pokračuji jízdním řádem operátora (tab. 4). Jeho standardní pracovní náplní je obsluha stroje Tube Mill 2, konkrétně manipulace a přeprava hotových výrobků, průběžná kontrola výrobků a činnosti stroje. Jedná se o obslužné činnosti, bez kterých se provoz stroje neobejde. Pokud se ovšem v době směny přehazují nástroje Tube Millu, je povinen asistovat a být nápomocen seřizovači.

Mimo to má za úkol obsluhovat další dva stroje, konkrétně stroj tváření bočnic a Tube Mill 3. Přehled jednotlivých činností operátora je zachycen v následujícím jízdním řádu přehazování operátora. Pro snazší orientaci v celém procesu jsem jeho činnosti rozdělil na práci na stroji Tube Mill 2 (v jízdním řádu vyznačeny žlutou barvou) a jiné činnosti, které zahrnují výše zmíněnou obsluhu dalších dvou strojů.

Tab. 4. Jízdní řád výměny operátora

Pořadí	Čas operace ( $\frac{\text{operace}}{\text{min}}$ )	Celkový průběžný čas	Činnost operátora
1	0:40	0:40	Čištění stroje (kovové třísky, chladící a mazací emulze)
2	0:05	0:45	Výměna matrice a nože
3	0:03	0:48	Jde k TM1 pro prázdný vozík a nářadí
4	0:05	0:53	Demontáž tvářecích kol horizontálních stanic H5 - H7
5	0:02	0:55	Čištění tvářecích kol H5 - H7 pomocí hadru
6	0:03	0:58	Jde pro nářadí k TM1
7	0:07	1:05	Demontáž vnějších standů V7, V9, V10 s tvářecími koly



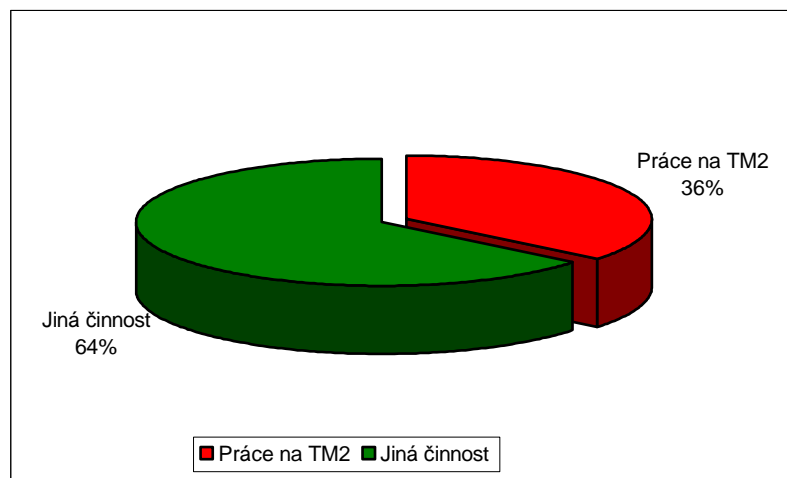
8	0:03	1:08	Čištění tvářecích kol V7, V9, V10 pomocí hadru
9	0:07	1:15	Demontáž kol rovnacích a závěrečného tvaru
10	0:01	1:16	Odmontování vodícího prvku u ofuku
11	0:01	1:17	Odmontování odřezávacího prvku (odřezává nadbytečný svár)
12	0:11	1:28	Odvoz plného vozíku ke stojanu u TM1, vyskládání na stojan, naskládání a přivezení vozíku s tvářecími koly (26 mm)
13	0:02	1:30	Čištění právě přivezených tvářecích kol
14	0:10	1:40	Ergonomická přestávka
15	0:10	1:50	Kontrola stroje tváření bočnic
16	0:05	1:55	Práce u stroje - tváření bočnic, výměna svitku
17	0:02	1:57	Čtení dokumentace
18	0:02	1:59	Dotahování uchycení svitku
19	0:01	2:00	Odchod pro řezák
20	0:02	2:02	Odřezávání ochranné pásky svitku
21	0:02	2:04	Navedení pásky do stroje
22	0:02	2:06	Opětovné nasazení svitku
23	0:06	2:12	Navedení pásky do stroje
24	0:01	2:13	Vyhození ochranné pásky do kontejneru
25	0:03	2:16	Odebrání výrobků ze stroje TM1
26	0:11	2:27	Instalace kol rovnacích a závěrečného tvaru
27	0:03	2:30	Čištění přivezených horizontálních tvářecích kol H5 - H7
28	0:09	2:39	Instalace horizontálních tvářecích kol H5 - H7
29	0:02	2:41	Čištění vnějších standů V10, V9, V7 pomocí hadru
30	0:05	2:46	Odebrání výrobků ze stroje tváření bočnic
31	0:02	2:48	Čištění přivezených tvářecích kol pro V7, V9, V10 pomocí ofuku
32	0:03	2:51	Nasazování tvářecích kol V9, V10
33	0:05	2:56	Marné pokusy nasazení vnějších standů V9, V10
34	0:05	3:01	Kontrola rozměrů výrobku ze stroje tváření bočnic
35	0:08	3:09	Nasazení vnějších standů V9, V10
36	0:04	3:13	Odebrání výrobků ze stroje tváření bočnic
37	0:03	3:16	Čekání
38	0:05	3:21	Kontrola stroje tváření bočnic
39	0:11	3:32	Čekání
40	0:03	3:35	Odebrání výrobků ze stroje tváření bočnic
41	0:05	3:40	Čekání
42	0:08	3:48	Manipulace s přepravkami před halou
43	0:27	4:15	Čekání
44	0:30	4:45	Obědová přestávka
45	0:30	5:15	Obsluha stroje TM3
46	0:10	5:25	Výměna svitku u stroje tváření bočnic

47	0:03	5:28	Seřizování stroje tváření bočnic
48	0:04	5:32	Kontrola prvních výrobků stroje tváření bočnic (přeměření)
49	0:03	5:35	Obsluha jeřábu
50	0:05	5:40	Nahození svitku na druhou odvíječku (pro stroj TM2)
51	0:04	5:44	Kontrola stroje tváření bočnic
52	0:10	5:54	Čekání
53	0:02	5:56	Odebrání výrobků ze stroje tváření bočnic
54	0:34	6:30	Čekání
55	0:10	6:40	Ergonomická přestávka
56	0:05	6:45	Obsluha stroje TM1
57	0:05	6:50	Čekání
58	0:07	6:57	Kontrola stroje tváření bočnic
59	0:16	7:13	Asistence při zavádění hliníkové pásky
60	0:25	7:38	Čekání
61	0:07	7:45	Asistence při zavádění hliníkové pásky
62	0:07	7:52	Výměna svitku u stroje tváření bočnic
63	0:08	8:00	Úklid kolem stroje TM2

Zdroj: [Vlastní zpracování]

Analýzou činností, které se týkají samotného přehazování na stroji Tube Mill 2 se budu zabývat podrobně v další části, věnující se metodě SMED. Nyní analyzuji časové rozdělení pracovních činností operátora mezi asistenci u přehazování a další činnosti, které následně důkladně rozeberu. K tomuto jsem zvolil následující grafy.

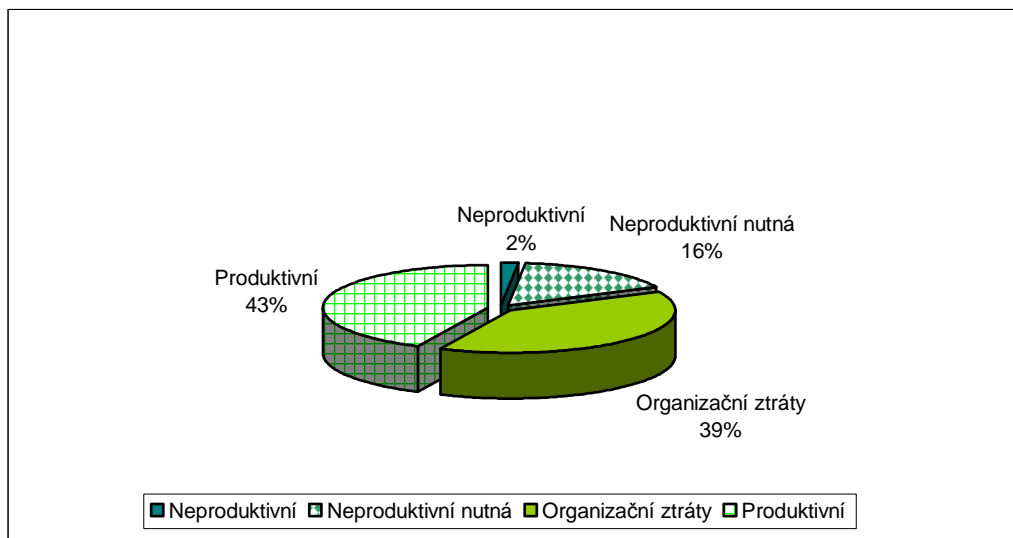
Obr. 35. Rozdělení činností operátora



Zdroj: [Vlastní zpracování]

Z výše uvedeného grafu (obr. 35) je patrné, že přehazováním nástrojů na stroji Tube Mill 2 strávil operátor 36 % času směny, což představuje asi 170 minut. Ostatní činnost mu zabrala 64 % času, tedy asi 300 minut. Vzhledem k významnosti a potřebě zkrácení časů přehození stroje Tube Mill 2 a nízkému podílu času stráveného touto činností jsem se rozhodl analyzovat také jinou činnost operátora, ta je zachycena v následujícím grafu (obr. 36).

Obr. 36. Analýza jiných činností



Zdroj: [Vlastní zpracování]

Do tzv. jiné činnosti jsem zařadil veškerý čas, který nebyl stráven u stroje Tube Mill 2. Patří sem především obsluha stroje tváření bočnic (odebírání výrobků, natahování pásku, mazání, kontrola) a odebírání výrobků ze stroje Tube Mill 1. Tyto činnosti tvoří 43 % času a zařadil jsem je do kategorie Produktivní.

V kategorii Neproduktivní nutná jsou dvě ergonomické a jedna obědová přestávka. Do skupiny Neproduktivních činností jsem zařadil špatný pracovní postup operátora (plýtvání). V kategorii Organizační ztráty je především čekání, způsobené opravami stroje Tube Mill 2 (zlomená hřídel, přeleštění tvarovacího kola).

#### 4.4.3 Identifikace plýtvání při přehazování

Po analýze procesu přehazování se nyní pokusím identifikovat plýtvání, to jsem rozdělil do jednotlivých kategorií.

- Neustále chození pro náradí, pracovní pomůcky, nástroje

Jedná se zajisté o nejvýraznější jev plýtvání, který se neustále opakuje a je umocněn skutečností, že stojan s nástroji a nářadím je umístěn dosti daleko od stroje Tube Mill 2.

- Nepřipravené nástroje (tvářecí kola, svařovací box apod.)

Jedná se především o skutečnost, že do stojanu se zavěšují nástroje, které předtím nebyly důkladně očištěny. Jejich čištění tak probíhá těsně před tím, než jsou instalovány do stroje, což celý proces přehození dosti prodlužuje.

- Čekání na nářadí

Nářadí je na pracovišti přichystáno pouze jedenkrát, takže se stává, že na sebe operátor se seřizovačem musí čekat a nářadí si zdlouhavě vyměňovat, popřípadě přecházet k činnosti, kde dané nářadí není zapotřebí.

- Různorodé šrouby

Na stroji se vyskytují dva druhy šroubů, tzv. anglické a české (palcové a metrické). Z tohoto vyplývá potřeba výměny nářadí (hlavy šroubů se liší a vyžadují specifické nářadí).

- Neustálé povolování a dotahování šroubů

Veškeré šrouby a matice jsou zdlouhavě povolovány pomocí klasických klíčů, které vyžadují pomalé povolování a dotahování. Mnohdy je navíc přístup ke šroubům značně omezen a užití klíčů je dosti namáhavé.

- Hledání nářadí na vozících, nepořádek, nepotřebné věci u stroje

V průběhu přehazování docházelo k odkládání nářadí na různá místa, žádné nástroje neměly pevně určeno místo odložení. Docházelo tak k hledání a ke zdlouhavé orientaci se na vozíčku s nářadím. U stroje se navíc hromadily pracovní pomůcky, jako vysavač nebo přepravka na kovové piliny, které na pracovišti překážely.

- Dlouhé orientování se u stojanu s nástroji, namáhavé čtení značení nástrojů

Značení nástrojů na stojanu je nevýrazné a vyžaduje dlouhé orientování se. Navíc, jak bylo uvedeno výše, není nářadí očištěno, je tak znesnadněno hledání a čtení rytí na nástrojích, a to převážně na tvářecích kolech. Rytí poté udává přesnou pozici tvářecího kola v Tube Millu.

- Řešení závad na nástrojích, o kterých se vědělo již před výměnou

Při přehazování se řešil problém se zlomenou hřídelí a přešetěním tvarovacího kola. Obě závady přitom bylo možné identifikovat a opravit před vypnutím stroje. Na místě je lepší spolupráce a komunikace s údržbářem. K řešení závad při samotném přehazování přitom nedochází ojediněle.

- Chyby operátora

Při přehazování nástrojů na stroji Tube Mill 2 se operátor několikrát dopustil chyby, kterou musel následně odstranit. K tomuto docházelo především tehdy, když se pouštěl do odbornějších činností.

- Nedůsledné a nepřesné rozdělení práce mezi seřizovač a operátora

Při přehazování nástrojů na Tube Millu 2 naprosto chybí organizace práce, rozdělení činností a zodpovědnosti mezi operátora a seřizovače. Dochází tak k tomu, že seřizovač někdy musí kontrolovat práci operátora. Toto také úzce souvisí s výše uvedeným bodem, který se týká chyb operátora.

#### **4.5 Východiska pro využití metody SMED**

Východiska pro využití metody SMED a s tím souvisejícího zkrácení času potřebného pro přehazování nástrojů stroje Tube Mill 2 jsem popsal v následujících pěti bodech. Veškeré tyto kroky jsou nezbytné pro rychlou výměnu a bezprostředně spolu souvisí. Vyplynají z analýzy současného stavu výrobních procesů sledovaného pracoviště a analýzy současného stavu výměny nástrojů stroje Tube Mill 2.

Jednotlivé body jsou tedy následující:

1. Dokoupit vozík na nářadí a adekvátní a chybějící nářadí.
2. Navrhnout a zakoupit speciální vozíky pro nástroje (tooling).
3. Zajistit, aby byly nástroje (tooling) po výměně zkontrolovány seřizovačem a v případě potřeby byly předány k údržbě do nástrojárny.
4. Standardizovat výměnu vydáním směrného postupu, který zabráni plýtvání časem způsobeným externími operacemi.
5. Zlepšit vizuální značení, prohloubit metodu 5S a standardizaci, zavést lepší organizaci práce.

## 4.6 Závěr analytické části

V úvodu analytické části se zabývám představením společnosti Visteon-Autopal, s.r.o. Jelikož se jedná o výrobní podnik a významného dodavatele automobilového průmyslu, zmiňuji také finanční výsledky ovlivněné současnou hospodářskou krizí, která se podepsala na značném snížení průmyslové produkce České republiky.

Práce je poté zaměřena na přehazování nástrojů stroje Tube Mill 2, vyrábějícího jednu z komponent chladičů do osobních automobilů. Jelikož se jedná o značně komplikované výrobní zařízení, rozhodl jsem se popsat jeho činnost z pohledu technologie výroby. Analýza přehazování nástrojů tohoto stroje tak vychází z videonahrávky a je zachycena v jízdním řádu výměny seřizovače a operátora. Samotný proces přehazování je ovšem bezprostředně ovlivňován stavem celého pracoviště, proto jsou analyzovány také nejdůležitější prostory výrobní haly. V této části práce také zmiňuji současnou kapacitu stroje Tube Mill 2 a její výpočet. Zaměřil jsem se také na dodržování zásad metodiky 5S a vizuálního managementu.

Analýzou byly zjištěny závažné nedostatky, které zásadním způsobem ovlivňují přehazování nástrojů stroje Tube Mill 2. Dochází tak ke značnému plýtvání a neschopnosti včasné reakce na požadavky zákazníka. V projektu diplomové práce využiji veškeré poznatky analytické části a navrhu řešení vedoucí ke zlepšení tohoto procesu, budu tak vycházet z filozofie metody SMED.

## 5 PROJEKTOVÁ ČÁST

V projektové části diplomové práce se budu zabývat implementací metody SMED za účelem zkrácení doby přehození nástrojů stroje Tube Mill 2. Budu tedy aplikovat základní kroky této metodiky. Výsledkem bude nový standardizovaný postup přehazování nástrojů. Toto se ovšem neobejde bez investic do pracovních prostředků a náradí. Vedení podniku na tento projekt vyčlenilo 100 000 Kč a tuto částku si nepřije překročit. Z tohoto budu v mých návrzích vycházet.

V projektové části se budu také zabývat vyhodnocením efektivnosti daného řešení a dalšími doporučeními, která jsou nezbytná pro zavedení metodiky SMED do přehazování nástrojů stroje Tube Mill 2 a správné fungování týmu rychlé výměny.

### 5.1 Separace interních a externích činností seřizování

Prvním krokem metody SMED je tedy separace činností na interní a externí. Přičemž je snahou zkrátit dobu výměny nástrojů, tedy čas, který uplyne od poslední dobré trubky předcházející výroby, po první dobrou trubku z nově nahozeného stroje.

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

Externí činnosti jsou všechny činnosti, které mohou být vykonány za chodu stroje a to buď před započítáním samotné výměny nástrojů nebo po jejím ukončení.

Dále tedy uvádím jízdní řád přehazování seřizovače (tab. 5) s rozdělením činností na interní a externí.

Tab. 5. Separace interních a externích činností seřizovače

Pořadí	Čas operace ( $\frac{\text{operace}}{\text{min}}$ )	Celkový průběžný čas	Činnost seřizovače	Typ činnosti
1	0:35	0:35	Čištění (kovové třísky, chladicí a mazací emulze)	INT
2	0:04	0:39	Přichystání náradí na vozík, jeho doprava k TM2	EXT
3	0:01	0:40	Odstranění všech bezpečnostních krytů stroje	INT
4	0:06	0:46	Demontáž vnějších standů s tvářecími koly (V1 - V5)	INT
5	0:01	0:47	Vyskládání tvářecích kol (V1 - V5) na vozík	INT
6	0:03	0:50	Demontáž tvářecích kol horizontálních stanic (H1 - H4)	INT
7	0:01	0:51	Demontáž vodicí lišty vlnovce před stanicí V1	INT

8	0:06	0:57	Demontáž dimplovací stanice (dimplovací kola, podložky)	INT
9	0:01	0:58	Demontáž vodící lišty vlnovce před dimplovací stanicí	INT
10	0:07	1:05	Odvoz tvářecích kol a součástí dimplovací stanice ke stojanu (u TM1), čištění hadrem a umístění na stojan	EXT
11	0:03	1:08	Nakládání a odvoz 26 mm tvářecích kol na vyprázdněný vozík a dovoz k TM2	EXT
12	0:18	1:26	Montáž tvářecích kol V1 - V5, H1 - H4, čištění osek před nasazením kol	INT
13	0:04	1:30	Čištění vnějších standů a jejich montáž včetně podložek	INT
14	0:10	1:40	Ergonomická přestávka	x
15	0:10	1:50	Pokračování v montáži standů a tvářecích kol V1 - V5, H1 - H4, čištění osek před nasazením kol	INT
16	0:02	1:52	Cesta s vozíkem pro další součásti (vodící lišty, dimplovací stanice, podložky)	EXT
17	0:11	2:03	Montáž dimplovací stanice	INT
18	0:03	2:06	Montáž vodící lišty před stanicí V1 a před dimplovací stanicí	INT
19	0:05	2:11	Demontáž svařovacího boxu 19 mm, včetně demontáže svařovací cívky	INT
20	0:21	2:32	Čištění svařovací sekce vysavačem (chůze pro vysavač, čištění, uskladnění vysavače)	INT
21	0:03	2:35	Čištění svařovací cívky a její montáž na svářečku	INT
22	0:02	2:37	Chůze k TM1 pro rukavice a čistý hadr	EXT
23	0:03	2:40	Čištění držáků cívky a jejich montáž na rameno svářečky(dokončení)	INT
24	0:03	2:43	Demontáž kolečkořezové stanice a demontáž ofuku	INT
25	0:02	2:45	Demontáž ořezu a pootočení ořezového nože na neztupenou stranu	INT
26	0:07	2:52	Montáž koleček před ořezem a ořezu zpět na své místo	INT
27	0:02	2:54	Po demontování standu na stanici V6 zjistil, že její hřídel je zlomená - oznámení údržbě	EXT
28	0:08	3:02	Chce namontovat tvářecí kola na stanici V7, ale zjišťuje, že kola jsou špatná a je nutné je přeleštit	EXT
29	0:11	3:13	Odvoz svařovacího boxu 19 mm ke stojanu, naložení a doprava svařovacího boxu 26 mm	EXT
30	0:06	3:19	Montáž nového svařovacího boxu	INT
31	0:04	3:23	Montáž cívky svářečky	INT
32	0:04	3:27	Instalace přesných podložek na stanice H1 - H4	INT
33	0:01	3:28	Čištění volného místa po demontáži V6 a V7	INT
34	0:01	3:29	Nastavení tvářecích kol horizontálních stanic pomocí spároměrky	INT
35	0:04	3:33	Nasvatení tvářecích kol vertikálních stanic pomocí spároměrky	INT
36	0:28	4:01	Čekání na vyměnění prasklé hřídele stanice V6 údržbou	EXT
37	0:01	4:02	Montáž ofuku	INT
38	0:01	4:03	Jde si pro maznici ke stojanu	EXT
39	0:12	4:15	Výměna poškozených maznic na různých stanicích	INT
40	0:30	4:45	Obědová přestávka	x
41	0:25	5:10	Čekání na vyměnění prasklé hřídele stanice V6 údržbou	EXT



42	0:10	5:20	Promazání všech maznic	INT
43	0:06	5:26	Montáž tvářecích kol na stanici V7 a namontování vnějšího standu	INT
44	0:09	5:35	Rozbalení nového materiálu, nasazení a upevnění vázacího prostředku, nahození na odvíječku	EXT
45	0:15	5:50	Navedení vlnovce do stroje, centrování v dimplovací stanici	INT
46	0:17	6:07	Montáž středicích a přítlačných kostek na stanice H1 - H4	INT
47	0:23	6:30	Čekání na vyměnění prasklé hřídele stanice V6 údržbou	EXT
48	0:10	6:40	Ergonomická přestávka	x
49	0:07	6:47	Dokončení navedení vlnovce do stroje	INT
50	0:05	6:52	Namontování a zkompletování hřídele stanice V6	INT
51	0:08	7:00	Nutná diskuze s pracovníkem oddělení výroby	EXT
52	0:07	7:07	Přesné centrování vlnovce ve stroji	INT
53	0:01	7:08	Seřízení svařovací sekce	INT
54	0:07	7:15	Pokračování v navádění vlnovce	INT
55	0:04	7:19	Odstranění veškerého nářadí ze stroje, reset a start chlazení a svářečky	INT
56	0:06	7:25	Nepřesnosti v nastavení, nutná konzultace s oddělením výroby	EXT
57	0:01	7:26	Nastavení druhu výrobku (délky) na přední konzole	INT
58	0:04	7:30	Zakrytování všech částí tubemillu	INT
59	0:10	7:40	Doseřizování (nastavení chlazení, ofuků, formovacích sekcí V1 - V5)	INT
60	0:02	7:42	Doseřizování ořezové stanice T-klíčem	INT
61	0:18	8:00	Zastavení linky a kontrola prvních vzorků pod mikroskopem (stroj pracuje správně)	INT

Zdroj: [Vlastní zpracování]

Legenda:

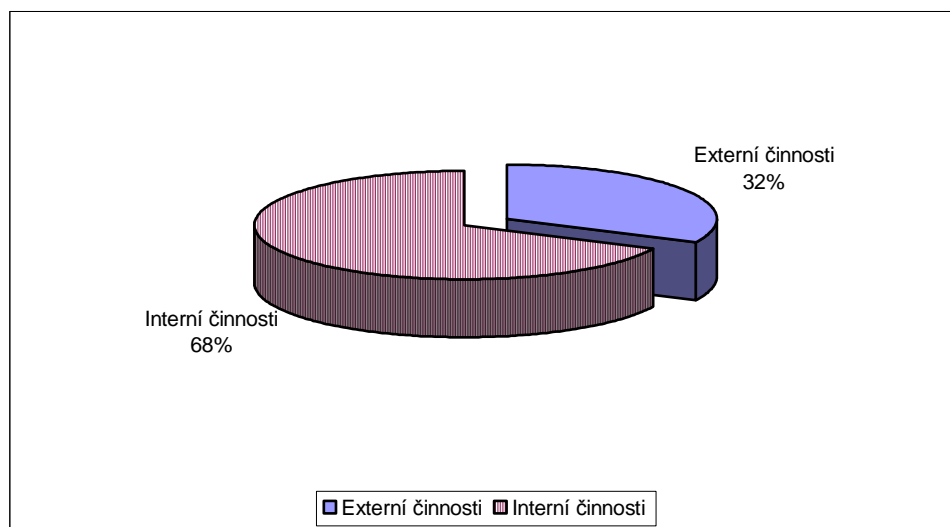
INT – Interní činnosti

EXT – Externí činnosti

x – Nezařazeno

Pro ucelení celé problematiky uvádím procentuální rozdělení činností seřizovače na interní a externí, k tomu využiji následující graf (obr. 37). Z něho je patrné, že asi 70 % času přehazování nástrojů věnoval seřizovač interním činnostem, externí činnosti mu zabraly asi 30 %. Významným prvkem externích činností bylo především chození ke stojanu s nástroji, ke stolu s nářadím a čekání na opravy (o opravách se zpravidla ví před začátkem přehazování).

Obr. 37. Rozdělení činností seřizovače



Zdroj: [Vlastní zpracování]

Dále se zabývám jízdním řádem přehazování operátora (tab.6), u něhož dle stejných zásad, jako v předešlé části rozdělují činnosti na interní a externí. Věnuji se ovšem pouze žlutě vyznačeným činnostem, tedy těm, které souvisí se samotným přehazováním nástrojů. Zbylé činnosti (nezvýrazněné) nijak nezařazuji, zabýval jsem se jimi v analytické části této práce.

Tab. 6. Separace interních a externích činností operátora

Pořadí	Čas operace (operace / min)	Celkový průběžný čas	Činnost operátora	Typ činnosti
1	0:40	0:40	Čištění (kovové třísky, chladicí a mazací emulze)	INT
2	0:05	0:45	Výměna matrice a nože	INT
3	0:03	0:48	Jde k TM1 pro prázdný vozík a nářadí	EXT
4	0:05	0:53	Demontáž tvářecích kol horizontálních stanic H5 - H7	INT
5	0:02	0:55	Čištění tvářecích kol H5 - H7 pomocí hadru	EXT
6	0:03	0:58	Jde pro nářadí k TM1	EXT
7	0:07	1:05	Demontáž vnějších standů V7, V9, V10 s tvářecími koly	INT
8	0:03	1:08	Čištění tvářecích kol V7, V9, V10 pomocí hadru	EXT
9	0:07	1:15	Demontáž kol rovnacích a závěrečného tvaru	INT
10	0:01	1:16	Odmontování vodícího prvku u ofuku	INT
11	0:01	1:17	Odmontování odřezávacího prvku (odřezává nadbytečný svár)	INT
12	0:11	1:28	Odvoz plného vozíku ke stojanu u TM1, vyskládání na stojan, naskládání a přivezení vozíku s tvářecími koly (26	EXT

			mm)	
13	0:02	1:30	Čištění právě přivezených tvářecích kol	EXT
14	0:10	1:40	Ergonomická přestávka	x
15	0:10	1:50	Kontrola stroje tváření bočnic	x
16	0:05	1:55	Práce u stroje - tváření bočnic, výměna svitku	x
17	0:02	1:57	Čtení dokumentace	x
18	0:02	1:59	Dotahování uchycení svitku	x
19	0:01	2:00	Odchod pro řezák	x
20	0:02	2:02	Odřezávání ochranné pásky svitku	x
21	0:02	2:04	Navedení pásky do stroje	x
22	0:02	2:06	Opětovné nasazení svitku	x
23	0:06	2:12	Navedení pásky do stroje	x
24	0:01	2:13	Vyhození ochranné pásky do kontejneru	x
25	0:03	2:16	Odebrání výrobků ze stroje TM1	x
26	0:11	2:27	Instalace kol rovnacích a závěrečného tvaru	INT
27	0:03	2:30	Čištění přivezených horizontálních tvářecích kol H5 - H7	EXT
28	0:09	2:39	Instalace horizontálních tvářecích kol H5 - H7	INT
29	0:02	2:41	Čištění vnějších standů V10, V9, V7 pomocí hadru	INT
30	0:05	2:46	Odebrání výrobků ze stroje tváření bočnic	x
31	0:02	2:48	Čištění přivezených tvářecích kol pro V7, V9, V10 pomocí ofuku	EXT
32	0:03	2:51	Nasazování tvářecích kol V9, V10	INT
33	0:05	2:56	Marné pokusy nasazení vnějších standů V9, V10	INT
34	0:05	3:01	Kontrola rozměrů výrobku ze stroje tváření bočnic	x
35	0:08	3:09	Nasazení vnějších standů V9, V10	INT
36	0:04	3:13	Odebrání výrobků ze stroje tváření bočnic	x
37	0:03	3:16	Čekání	x
38	0:05	3:21	Kontrola stroje tváření bočnic	x
39	0:11	3:32	Čekání	x
40	0:03	3:35	Odebrání výrobků ze stroje tváření bočnic	x
41	0:05	3:40	Čekání	x
42	0:08	3:48	Manipulace s přepravkami před halou	x
43	0:27	4:15	Čekání	x
44	0:30	4:45	Obědová přestávka	x
45	0:30	5:15	Obsluha stroje TM3	x
46	0:10	5:25	Výměna svitku u stroje tváření bočnic	x
47	0:03	5:28	Seřizování stroje tváření bočnic	x
48	0:04	5:32	Kontrola prvních výrobků stroje tváření bočnic (přeměření)	x
49	0:03	5:35	Obsluha jeřábu	EXT

50	0:05	5:40	Nahození svítku na druhou odvíječku (pro stroj TM2)	EXT
51	0:04	5:44	Kontrola stroje tváření bočnic	x
52	0:10	5:54	Čekání	x
53	0:02	5:56	Odebrání výrobků ze stroje tváření bočnic	x
54	0:34	6:30	Čekání	x
55	0:10	6:40	Ergonomická přestávka	x
56	0:05	6:45	Obsluha stroje TM1	x
57	0:05	6:50	Čekání	x
58	0:07	6:57	Kontrola stroje tváření bočnic	x
59	0:16	7:13	Asistence při zavádění hliníkové pásky	INT
60	0:25	7:38	Čekání	x
61	0:07	7:45	Asistence při zavádění hliníkové pásky	INT
62	0:07	7:52	Výměna svítku u stroje tváření bočnic	x
63	0:08	8:00	Úklid kolem stroje TM2	EXT

Zdroj: [Vlastní zpracování]

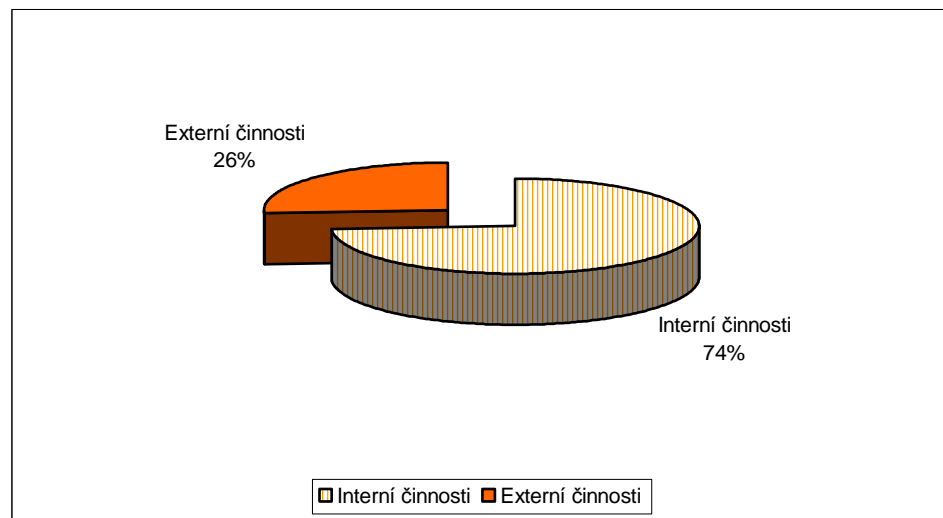
Legenda:

INT – Interní činnosti      EXT – Externí činnosti      x – Nezařazeno

Pomocí následujícího grafu (obr. 38) uvádím procentuální rozdělení činností operátora na interní a externí. Pro úplnost bych chtěl připomenout, že operátor asistuje seřizovači a mimo to má i jiné úkoly, které se netýkají přehazování, tyto nyní nijak nezohledňuji.

Z grafu je tedy patrné, že asi 70 % času přehazování nástrojů věnoval operátor interním činnostem, externí činnosti mu zabraly asi 30 %. Jedná se tedy o obdobný podíl časů jako u seřizovače. Přičemž hlavními prvky externích činností byla chůze pro nástroje, nářadí a čištění stávajících nástrojů.

Obr. 38. Rozdělení činností operátora



Zdroj: [Vlastní zpracování]

## 5.2 Konverze interních činností na externí

Dalším krokem metody SMED by měla být konverze interních činností na externí, tato ovšem není za současné situace uskutečnitelná. Žádná z interních činností nemůže být převedena na externí, tzn. nemůže být vykonána za chodu stroje. Navrhuji tedy tento krok metodiky SMED při přehazování nástrojů stroje Tube Mill 2 neuplatnit.

## 5.3 Zlepšení interních činností

Pro zlepšení a zkrácení interních činností navrhuji zakoupit chybějící nářadí, nové šrouby a aku-šroubovák. Vycházím tak z toho, že se mezi interními činnostmi neustále objevuje odtahování a dotahování šroubů. Zaměřil jsem se tedy především na tuto oblast.

### 5.3.1 Nářadí

V oblasti nářadí je problematická především skutečnost, že jsou ve stroji tzv. české a anglické šrouby (metrické a palcové), které se liší svými hlavami. Jejich sjednocení je z důvodu lišících se závitů nemyslitelné. Proto je nutné používat dvojí nářadí, tedy nářadí ve velikostech palců a nářadí ve velikostech milimetrů. Tudiž musí být veškeré chybějící, či poškozené nářadí nakoupeno dvakrát. Je také myšleno na to, aby bylo veškeré potřebné nářadí jak pro seřizovače, tak operátora a nedocházelo k čekání a předávání si nářadí.

Hlavním úkolem je dokoupení těchto druhů nářadí:

- sada IMBUS klíčů *metrická* (2x), sada IMBUS klíčů *palcová* (2x);
- spároměrka *metrická* (1x), spároměrka *palcová* (1x)
- GOLA sada *metrická* (1x), GOLA sada *palcová* (1x)

V neposlední řadě je nutné zakoupit nové šrouby a tyto postupně obměnit. Důvodem jsou strhlé a poškozené hrany šroubů. Jejich odmontování je poté zdlouhavé a prodlužuje se tím samotné přehození nástrojů stroje Tube Mill 2.

Protože je veškeré šroubování dosti pomalé a zdlouhavé, navrhuji zakoupit dva kvalitní aku-šroubováky. Nejedná se o nijak velkou investici, jejich použití by přitom zkrátilo odtažování a dotahování šroubů a tím i celé přehazování nástrojů stroje. Použití aku-šroubováků by nebylo možné ve všech případech, uplatnění by našly především v přístupných částech stroje, při montování dlouhých závitů.

## 5.4 Zlepšení externích činností

V následující části práce navrhuji zakoupit pracovní prostředky, které umožní vyčlenění externích činností ze samotného procesu přehazování. Jedná se o dva vozíky na nástroje, vozík na nářadí a mycí stůl. Pro znázornění vždy uvádím konkrétní produkt, ceny těchto pracovních prostředků jsou uvedeny v kapitole věnující se nákladové stránce projektu.

### 5.4.1 Vozíky na nástroje

Navrhuji zakoupit speciální vozíky pro jednotlivé sety nástrojů, tedy jeden vozík na nástroje značené jako 13,44 mm a druhý vozík pro nástroje 26 mm. Oba sety jsou ve své podstatě naprosto stejné, jen se nepatrně odlišují rozměry. Tyto vozíky by umožnily odstranit významný prvek externích operací, tedy neustále odvážení nástrojů na vozících a následné přivážení nástrojů nových.

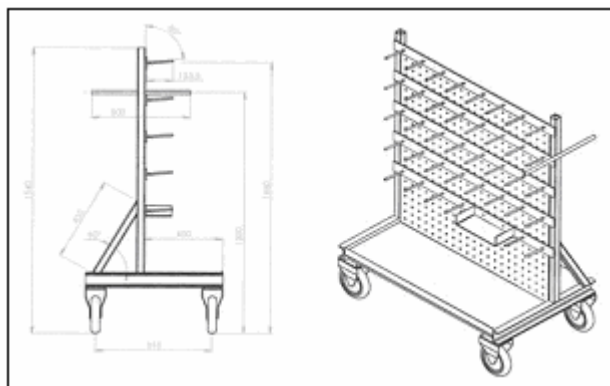
Vozíky musí být lehce manipulovatelné a musí umožnit snadné převezení celého setu toolingu ke stroji před začátkem přehazování nástrojů. Jak bylo uvedeno v analytické části této práce, tak je velký problém v orientování se v celém setu nástrojů, a to z důvodu špatně čitelného rytí na tvářecích kolech. Vizuální značení vozíku musí být naprosto

dokonalé, celé uspořádání setu musí být standardizováno a musí umožnit správné nahození nástrojů i bez zdlouhavého čtení rytin.

Před zastavení stroje budou tedy na místě přehazování dva vozíky, jeden prázdný, do kterého budou ukládány použité nástroje, druhý vozík s aktuálním toolingem, který bude instalován.

Na následujícím obrázku (obr. 39) uvádím pro příklad vozík od společnosti MK-Montop, s.r.o., který odpovídá požadavkům a vleze na něj všech 49 komponent setu.

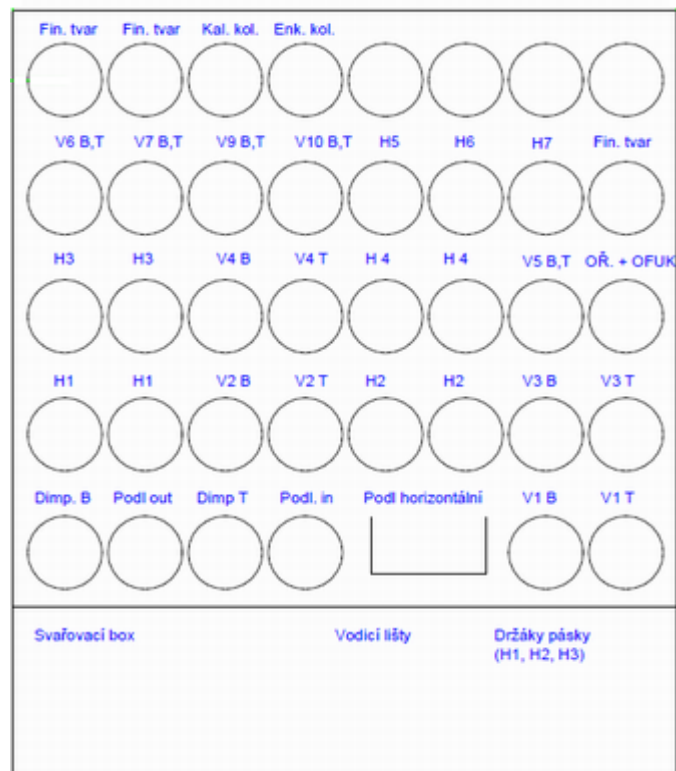
*Obr. 39. Návrh stojanu na nástroje*



*Zdroj: [20]*

Vozík má pět řad o osmi nástavcích a ve spodní části prostor pro nezavěsitelné nástroje. Možný způsob rozmístění setu nástrojů a vizuální značení vozíku uvádím na následujícím grafickém vyobrazení (obr. 40).

Obr. 40. Návrh rozmístění nástrojů



Zdroj: [Vlastní zpracování]

Na vozíku tedy budou popisky a každý pár tvářecích kol a každá jiná komponenta bude mít své stálé umístění. Nebude tak docházet k neustálému se orientování a hledání nástrojů. Oba vozíky budou umístěny na místě, kde se nachází současný statický stojan pro oba toolingy. Tento bude přemístěn a jeho používání tak úplně odpadá. Místo, ve kterém budou oba vozíky umístěny bude označeno jako zelená zóna. Toto je více přiblíženo v další kapitole projektové části, věnující se layoutu a vizuálnímu managementu.

#### 5.4.2 Vozík na nářadí

Navrhuji zakoupit vozík na nářadí, jakýsi pojízdný stůl. Pro přiblížení uvádím stůl od společnosti Regaz, s.r.o., model Flexa s gumovou deskou.



*Obr. 41. Vozík na nářadí*

*Zdroj: [20]*

Takový vozík by umožnil odstranit další významný prvek externích operací, a to chození pro nářadí a další pracovní pomůcky. Vše tak bude umístěno v tomto pojízdném stole, veškeré uložení bude přehledné a předpokládá se dodržování pravidel 5S.

Tento vozík tak bude přistaven ke stroji před jeho vypnutím. Standardně bude umístěn spolu s vozíky na nástroje v tzv. zelené zóně, kterou zmiňuji dále v práci.

### **5.4.3 Mycí stůl**

Mým dalším návrhem je zakoupení tzv. mycího stolu na použitý set nástrojů. Vhodný by byl například mycí stůl od společnosti Pure Solve, s.r.o., konkrétně model Economy, navržený pro mytí mechanických a elektrických dílů.

*Obr. 42. Mycí stůl*

*Zdroj: [20]*

Tento bude umístěn v tzv. černé zóně, tato je uvedena v nově navrženém layoutu. Poté, co budou veškeré použité nástroje naskládány na pojízdný vozík a stroj bude uveden do

provozu, bude vozík se znečištěným toolingem od mazací a chladící emulze přivezen k tomuto mycímu stolu. Nástroje zde budou důkladně omyty rozpouštědlem.

Jedná se o mycí stůl s vap-nástavcem a pracovní plochou s rychlým odtokem, toto zajistí rychlé a jednoduché čištění. Odpadá tak zdlouhavé a nedůsledné čištění hadrem v průběhu přehazování.

## 5.5 Standardizovaný postup přehození

V této kapitole projektové části práce uvádím standardizovaný postup přehazování na stroji Tube Mill 2. Jedná se o rozdělení činností mezi operátora se seřizovače při dodržení přesné posloupnosti veškerých činností spojených s přehazováním. Veškeré časy jsou převzaty z časových snímků dne operátora a seřizovače a mají poukázat na to, že uvedené rozdělení je časově zvládnutelné a rozdělení činností je časově přijatelné. Postup přehazování je navíc doplněn o směnný čas, tedy o jakési záchytné a kontrolní časy. Oba členové týmu rychlé výměny (seřizovač i operátor) tak mohou mít neustálou představu o tom, zda stíhají, či ne.

Tento standardizovaný postup přehození samozřejmě respektuje problematiku filozofie SMED. Operátor i seřizovač tedy musí zachovat následující principy:

1. Výměna nástroje začne pouze tehdy, pokud jsou k dispozici jasné informace o nové výrobě (typ trubek).
2. Výměna nástroje začne pouze tehdy, pokud je k dispozici příslušný materiál (hliníkový svitek).
3. Výměna nástroje začne pouze tehdy, pokud je k dispozici kompletní sada nástrojů, která byla při poslední výměně zkontrolována a očištěna.
4. Před samotnou výměnou nástrojů (před zastavením předcházející výroby) je nezbytné vykonat všechny externí činnosti, které prodlužují celkovou dobu přehazování, tedy:
  - a) Připravit si na místo potřebnou dokumentaci (parametry pro trubku a nastavení tvářecích kol).

- b) Připravit mobilní vozík s kompletním nářadím a vybavením nutným pro rychlou výměnu nástroje (2x imbusová sada, 2x gola sada, spároměrky, rukavice, náhradní šrouby apod.).
  - c) Připravit na místo výměny vozík s kompletním toolingem pro nový výrobek.
  - d) Připravit na místo prázdný vozík pro vyměňované nástroje (tooling).
5. Odvoz vyměněných nástrojů, čištění a jeho kontrola probíhá až po ukončení rychlé výměny nástrojů a zapnutí stroje.

Teprve po respektování a možnosti dodržení všech těchto kroků může být stroj vypnut, tímto ukončena výroba předešlého typu trubek. Dále doporučuji pokračovat dle kroků standardizovaného postupu přehazování (tab.7).

Mým návrhem je, aby se operátor zaměřil na činnosti spojené s hrubým čištěním, čištěním svařovací sekce po demontáži svářecího boxu čistícími prostředky, demontováním horizontálních a vertikálních stanic, rovnacích kol a kol závěrečného tvaru, očištěním vnějších standů a místa po odmontování tvářecích kol, nahození svitku do odvíječky stroje. Operátor se tedy soustřeďuje na jednodušší činnosti, za jejichž provedení také přebírá zodpovědnost, jsou jimi:

- hrubé čištění stroje;
- výměna matrice a nože;
- čištění svařovací sekce po demontáži svařovacího boxu;
- demontování horizontálních a vertikálních stanic, rovnacích kol a kol závěrečného tvaru, vnějších standů (čištění vnějších standů a čištění místa po odmontování tvářecích kol, včetně čištění osek);
- nahození svitku;
- případná pomoc při instalaci tvářecích kol.

Mimo to se bude operátor zabývat činnostmi na stroji tváření bočnic či obsluze dalšího Tube Mill v časech určených standardizovaným postupem přehazování. Toto přehození končí asi v 10:12. Od této doby, tedy po dokončení přehazování a uvedení stroje Tube Mill 2 do chodu, se operátor věnuje obsluze tohoto stroje a úklidem pracoviště a čištění nástrojů.

Seřizovač vykonává odbornější činnosti, za jejich vykonání taktéž přejímá odpovědnost, jsou jimi:

- demontáž a montáž svařecího boxu;
- demontáž a montáž diplomovací stanice;
- demontáž a montáž ořezové stanice;
- demontáž a montáž části ofuku;
- instalace veškerých tvářecích kol, kol závěrečného tvaru, kol rovnacích, včetně podložek, nasazení vnějších standů, hrubé nastavení kol pomocí spároměrek;
- promazání všech maznic;
- navedení hliníkové pásky;
- do-seřizování;
- zakrytování všech částí (kromě svařovací sekce);
- seřizování.

Standardizovaný postup přehození je tedy následující:

Tab. 7. Standardizovaný postup přehazování stroje Tube Mill 2

SEŘIZOVAČ		OPERÁTOR		Čas směnný (hh:mm)
Čas (min)	Činnost	Čas (min)	Činnost	6:30
30	Hrubé čištění stroje	35	Hrubé čištění stroje	
5	Odstranění bezpečnostních krytů			7:05
5	Demontáž svařovacího boxu a svařovací cívky	5	Výměna matrice a nože	7:10
6	Demontáž diplomovací stanice	22	Vyčištění svařovací sekce stroje po odstranění svařovacího boxu	7:32
2	Demontáž vodicích lišt (před V1 a diplomovací stanicí)			
3	Montáž nových vodicích lišt			
11	Montáž nové diplomovací stanice			
2	Čištění demontovaných držáků svařovací cívky	30	Demontáž všech horizontálních a vertikálních stanic (vnějších standů a tvářecích kol), rovnacích kol a kol závěrečného tvaru)	
2	Montáž držáků zpět na svařovací rameno			
4	Demontáž vodicích koleček před ořezem a ofuku			
2	Demontáž ořezu a pootočení ořezového nože na neztupenou stranu			
7	Montáž vodicích koleček před			
	ořezem a ořezu zpět na své			

	místo			
4	Montáž cívky svářečky			8:02
7	Montáž nového svařovacího boxu a ověření správného doražení spároměrkou			
2	Montáž ofuku			
80	Instalace všech horizontálních a vertikálních stanic (tvářecích k kola vnějších standů), kol rovnacích, kol závěrečného tvaru. Hrubé nastavení pomocí příslušných podložek (horizont. stanice) a spároměrek	15	Nahození svitku nového materiálu	
		65	Operátor se věnuje obsluze stroje tváření bočnic nebo Tube Millu 3, je-li požadováno. Není-li požadováno, spolupracuje operátor dle pokynu seřizovače na instalaci jednotlivých komponent, čímž může být čas instalace kratší.	9:22
10	Promazání všech maznic	10	Operátor k dispozici seřizovači	
20	Navedení hliníkové pásky	20	Asistence při navádění hliníkové pásky	
20	Doseřízení a zakrytování stroje	20	Příprava na novou výrobu, výměna přepravek, úklid pracoviště apod.	
<b>222</b>	<b>Celkový čas</b>	<b>222</b>	<b>Celkový čas</b>	10:12

Zdroj: [Vlastní zpracování]

*Pozn.: seřizovač by měl co nejdříve demontovat svářecí box, aby mohl operátor navázat čištěním svařovací sekce.*

Po ukončení přehození nástrojů, která nyní trvá asi 222 min, tedy v čase 10:12 se operátor věnuje obsluze stroje a následujícím činnostem:

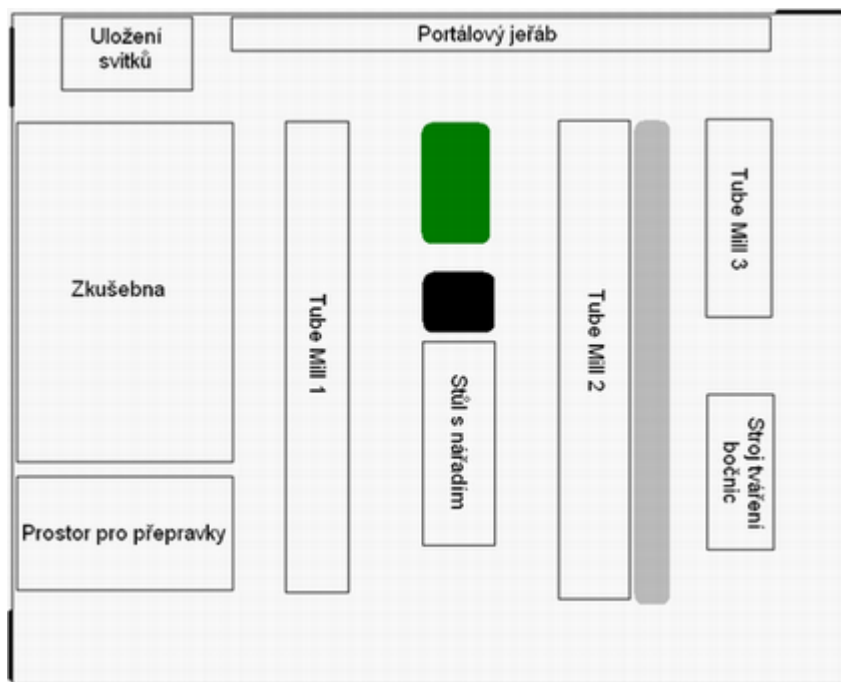
1. Odklidí vozík na náradí, náradí řádně očistí a uloží.
2. Vyměněné nástroje na vozíku převezve k mycímu stolu.
3. Všechny nástroje kompletně očistí na mycím stole a provede jejich důkladnou kontrolu.
4. Očištěné nástroje umístí zpět na vozík pro nástroje a odveze jej na své místo.
5. Poškozené nástroje přinese do nástrojárny k opravení.

## 5.6 Další doporučení

### 5.6.1 Nový layout

Navrhuji tedy z výrobní haly zcela odstranit stávající stojan na nástroje. Místo něj zakoupit dva výše uvedené vozíky na nástroje. Tyto umístit do tzv. zelené zóny, do míst zvýrazněných v níže uvedeném layoutu (obr. 43). V těchto prostorách by se také nacházel vozík s nářadím. Další změnou v layoutu je tzv. černá zóna, ve které by se nacházel mycí stůl na použité nástroje. Navrhuji tyto zóny zakreslit na podlahu haly, aby nedocházelo k naskládání těchto prostor jinými pracovními pomůckami a jejich umístění tak standardizovat.

Obr. 43. Návrh nového layoutu pracoviště



Zdroj: [Vlastní zpracování]

Vhodné by bylo také zakreslení tzv. šedé zóny, tedy prostoru, který slouží pro obsluhu stroje a výměnu nástrojů.

### 5.6.2 Vizualizace

Vizualizací jsem se již zabýval ve výše uvedené kapitole, věnující se layoutu pracoviště. Na tomto místě bych se zaměřil spíše na vizualizaci spojenou s motivací týmu rychlé výměny, tedy operátora a seřizovače.

Jak již bylo zmíněno, tak motivace pracovníků není nijak vysoká. Mimo finančního ohodnocení by tak bylo na místě zavést motivační nástěnky, na kterých budou zobrazeny výsledky práce, konkrétně tedy množství vyrobených kusů trubek za jednotlivé směny a v případě přehazování nástrojů čas, po který výměna trvala.

Mimo to navrhuji, aby byl na nástěnce vyvěšen tzv. směrný technologický postup, tedy jakýsi návod na přehazování stroje, jehož součástí je i výše uvedený standardizovaný postup přehazování. Vypracovaný směrný technologický postup je uveden v příloze P1. Dle mého názoru je nezbytné, aby byl neustále vyvěšen u stroje Tube Mill 2. Operátor i seřizovač tak budou mít standardizovaný postup přehazování nástrojů okamžitě k dispozici a mohou zběžně zkontrolovat, zda postupují správným způsobem a dodržují čas.

### **5.6.3 5S**

Metodika 5S je ve výrobní hale již zavedena, doporučuji však intenzivnější dodržování její pravidel a zásad. Naprosto nezbytné je to především v navrhovaných zónách (černá, zelená a šedá). Jedná se o prostory, které bezprostředně souvisí s přehazováním nástrojů stroje Tube Mill 2.

### **5.6.4 Motivační program**

Navrhuji, aby při dodržení kroků standardizovaného postupu přehození nástrojů a s tím spojeného časového hlediska, byl tým rychlé výměny, tedy seřizovač a operátor finančně ohodnoceni. Jednalo by se tak o variabilní složku mzdy pracovníka ve výši 200 Kč, a to za každé včasné přehození. Toto bude kontrolováno zaměstnancem oddělení průmyslového inženýrství v pravidelných týdenních intervalech.

### **5.6.5 Školení týmu rychlé výměny**

Považuji za nezbytné, aby byli členové týmu rychlé výměny proškoleni a seznámeni s novým postupem přehazování a se základními principy metodiky SMED. Tímto je myšleno především osvojení si pojmů jako externí a interní činnosti a zdůraznění nutnosti vyčlenění externích časů z doby výměny nástrojů. Tým bude proškolen a seznámen s novým standardem ukládání nástrojů na pojízdný vozík, používáním náradí a mycím systémem použitých nástrojů. Dále bude seznámen s novým layoutem pracoviště, nutností

prohloubení dodržování pravidel 5S, a to především v určených zónách. Důraz bude kladen taktéž na motivaci pracovníků, především na motivační program rychlé výměny.

## 5.7 Postup zavádění navrhovaných řešení

Postup zavádění navrhovaných řešení uvádím v následujících krocích.

### 1. Krok:

- pořízení technického vybavení, jež je nezbytné pro vyčlenění externích činností ze samotného procesu přehazování nástrojů;
- pořízení patřičného nářadí pro zlepšení a zefektivnění interních činností;
- zavedení nového layoutu pracoviště spolu s navrhovaným vizuálním značením zón.

### 2. Krok:

- proškolení týmu rychlé výměny, obeznámení se s novým standardizovaným postupem přehazování;
- zavedení motivačního programu.

### 3. Krok:

- provedení prvních zkušebních přehození nástrojů;
- vyhodnocení nového postupu přehazování.

### 4. Krok

- případné změny a korekce v nově navrženém postupu přehazování;
- sbírání námětů a připomínek ze strany týmu rychlé výměny, vedoucích k dalšímu zlepšení a zkrácení času potřebného pro přehazování nástrojů.

## 5.8 Rizika projektu

- Odpor zaměstnanců vůči změnám

Zavádění jakýchkoliv nových metod je vždy spojeno s neochotou učit se novým věcem. Aby se tomuto riziku vyhnulo je velmi důležité důkladné proškolení a seznámení zaměstnanců, především týmu rychlé výměny s podstatou tohoto projektu. Velmi důležitá je v tomto případě motivace, a to jak hmotná, tedy navrhované finanční ohodnocení, tak



nehmotná. Celý tým musí být jednoduše zainteresován do projektu a musí se cítit jeho součástí.

- Špatná spolupráce s vedením společnosti

Projekt implementace metody SMED pochází ze strany vedení společnosti, které si uvědomuje důležitost trendu pružnosti a rychlé reakce na požadavky zákazníka. V současné době zavádění projektu je spolupráce a komunikace s vedením velmi dobrá. Riziko však vidím v dalších etapách, tedy po zavedení metody SMED. V těchto fázích zajisté nastanou komplikace a obtíže, které bude nutno řešit. Za důležité tedy považuji, aby zájem ze strany vedení neupadl, navrhuji tedy zavést pravidelné porady. Těchto by se účastnilo vedení společnosti, vybraní zaměstnanci oddělení průmyslového inženýrství a tým rychlé výměny.

- Nedodržení jednotlivých kroků projektu

Uváděné kroky projektu spolu úzce souvisí a navazují na sebe. Jakékoliv zpoždění či přeskočení některého z kroků je velmi rizikové přináší značné komplikace. Navrhuji proto jasné přiřazení odpovědnosti některému ze zaměstnanců oddělení průmyslového inženýrství za dodržení a realizaci všech uváděných kroků projektu.

## 5.9 Vyhodnocení efektivnosti daného řešení

Při dodržení směrného technologického postupu, vycházejícího z analýzy jízdního řádu přehazování seřizovače a operátora lze čas 8 hod přehazování zkrátit na 3,7 hod, tedy 222 min. Tento čas se kladně promítne především do oblasti kapacit stroje a mzdových nákladů. Na druhé straně jsou s tímto projektem spojené zjevné náklady.

### 5.9.1 Navýšení produkce stroje

Nejprve se tedy budu zabývat oblastí kapacity stroje, která se zvýší v důsledku kratšího času přehazování. K tomuto vyjádření použiji stejnou úvahu a stejný způsob výpočtu, jako v kapitole 4.3.3, věnující se charakteristice stroje. Od času směny 480 min odečtu následující neproduktivní časy:

- 30 min obědová přestávka
- 20 min (2x 10 min ergonomická přestávka)

- 12 min (čas pro náběh a konec směny)
- 30 min (čas na přehození svitku na 1 směnu a případnou údržbu)
- **29,6 min** (čas přehazování nástrojů na 1 směnu)

Oproti předešlému výpočtu, kdy se mezi jednotlivé směny rozpočítával čas 8 hod přehazování, nyní beru v úvahu dobu 3,7 hod. Původní čas 64 min se zkrátil na 29,6 min, tedy o téměř 54 %. Dostáváme se tak k 358,4 min čistého času výroby Tube Millu 2 za směnu. Při rychlosti stroje 80 000 mm/min, délce trubky (v průměru) 520 mm je produkce 55 138 ks trubek za směnu. Toto také navrhuji jako nový cílový stav produkce stroje Tube Mill 2 za směnu. **Dochází tak k navýšení kapacity stroje o 9,6 %.**

### 5.9.2 Snížení mzdových nákladů na přehazování

Při tomto výpočtu beru v úvahu skutečnost, že mzdové náklady na operátora i seřizovače jsou vyčísleny na 210 Kč/hod. Přičemž operátor musí být přítomen u stroje vždy, jak bylo uvedeno v kapitole analyzující přehazování, tak jeho běžnou pracovní náplní je obsluha stroje Tube Mill 2. Pokud však probíhá přehazování je povinen asistovat seřizovači a popřípadě vykonávat další úkoly. Jeho mzdové náklady tak nemohu brát v úvahu.

Ovšem jinak je tomu u seřizovače, který po přehození a seřízení není u stroje dále přítomen a vykonává jinou činnost. Můžeme tak uvažovat snížení mzdových nákladů na přehazování analyzovaného stroje.

Doba přehazování se tedy snížila z 8 hod na 3,7 hod, což představuje úsporu 4,3 hod práce seřizovače. Pokud se tedy přehazuje 2x do týdne a mzdové náklady jsou na úrovni 210 Kč/hod, dostáváme se k měsíční úspoře 7 224 Kč.

Významná je ovšem i sama skutečnost, že získáváme 4,3 hod práce seřizovače. Ten se může věnovat další činností.

### 5.9.3 Zvýšení pružnosti výroby

Pro společnost je zvýšení pružnosti výroby velmi významnou skutečností. Podnik tak může rychleji reagovat na požadavky zákazníka. Celé přehazování se zkrátilo o více než polovinu, o asi 54 %, z původních 8 hod na 3,7 hod. Výrazně se také sníží plýtvání, a to jak zjevné, tak skryté, ve formě zdlouhavého utahování šroubů apod. Vedení společnosti

považuje zvýšení pružnosti výroby za nejvýznamnější přínos projektu implementace metodiky SMED.

#### 5.9.4 Náklady na projekt implementace metody SMED

Podnik vyčlenil na tento projekt částku 100 000 Kč. Toto je jakási hranice nákladů, kterou si společnost nepřeje překročit. Náklady projektu nezatěžují položkami spojenými se školením či odměnami za rychlou výměnu. Dále tedy uvádím tabulku, ve které je výčet všech nezbytných výdajů spojených s rychlou výměnou nástrojů na stroji Tube Mill 2. Dostávám se tak k částce pohybující se kolem 95 000 Kč, požadavek podniku na maximální výši výdajů jsem tedy dodržel.

Tab. 8. Náklady na realizaci projektu (v Kč)

Šrouby	2 000,-
Nářadí	2 000,-
Grafické vyznačení zón	1 000,-
Aku-šroubovák (2x)	3 000,-
Pojízdný vozík na nástroje (2x)	39 000,-
Pojízdný stůl na nářadí	27 000,-
Mycí stůl	21 000,-
<b>Náklady celkem</b>	<b>95 000,-</b>

Zdroj: [Vlastní zpracování]

## ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo aplikovat metodu SMED ve společnosti Visteon-Autopal, s.r.o. a tím zkrátit čas potřebný na přehození nástrojů stroje Tube Mill 2.

Na základě teoretických poznatků, podrobné analýzy přehazování nástrojů a současného stavu pracoviště jsem navrhl projekt, který umožňuje aplikovat metodiku SMED u stroje Tube Mill 2. Toto nové řešení přináší významnou úsporu času, navýšení kapacity stroje a především zvýšení pružnosti výroby.

Tato metoda nemá vymezena žádná striktní pravidla, její použití dává plno volnosti a možnost modifikace na konkrétní problém. Jelikož se v případě stroje Tube Mill 2 jedná o značně komplikované výrobní zařízení, jehož konstrukční řešení není nijak přizpůsobeno pro rychlou výměnu, byla implementace metody SMED dosti obtížná. A právě jistá volnost v jejím použití mi umožnila celý projekt realizovat. Výsledkem je nový standardizovaný postup přehazování, který zkrátil dobu výměny nástrojů o více než polovinu. Tímto také dochází k navýšení kapacit stroje o téměř 10 %. S využitím metody SMED je v tomto případě spojena i nutná investice do nových pracovních prostředků a náradí. S touto skutečností je vedení společnosti obeznámeno a na projekt je vyčleněna částka ve výši 100 000 Kč. Tuto jsem v návrzích projektu nepřekročil. Na základě výše uvedeného, je možné konstatovat, že cíl diplomové práce jsem splnil.

Společně s metodou SMED navrhuji zavést nové prvky dalších metod průmyslového inženýrství, jako vizualizace nebo 5S. Nezbytné bude také přistoupit na změny v layoutu pracoviště.

Podle dosavadní praxe, kterou jsem ve společnosti získal, bude úspěšná implementace tohoto projektu značně závislá na přístupu a motivaci zaměstnanců, konkrétně tedy na týmu rychlé výměny. Toto představuje značné riziko projektu a jako nezbytné považuji důkladné proškolení zainteresovaných pracovníků a zavedení navrhovaného motivačního programu.

Závěrem bych dodal, že zpracování této práce pro mě bylo velkým přínosem, získal jsem tak plno cenných zkušeností z oblasti průmyslového inženýrství. Věřím také, že tato diplomová práce pomůže společnosti zvýšit pružnost své výroby a stát se alespoň o něco konkurenceschopnější na současném automobilovém trhu.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Monografie:

- [1] KEŘKOVSKÝ, Miloslav. *Moderní přístupy k řízení výroby*. Praha : C. H. Beck, 2001. 115 s. ISBN 80-7179-471-6.
- [2] KOŠTURIAK, J., FROLÍK, Z. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha : Alfa Publishing, 2006. 237 s. ISBN 80-968583-1-9.
- [3] KOŠTURIAK, J., GREGOR, M., a kol. *Jak zvyšovat produktivitu firmy*. Žilina : InForm, 2002. ISBN 80-968583-1-9.
- [4] MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. *Cesty k vyšší produktivitě : Strategie založená na průmyslovém inženýrství*. 1. vyd. Liberec : Institut průmyslového inženýrství, 1996. 254 s. ISBN 80-902235-0-8.
- [5] MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. *Dynamické zlepšování procesů : Programy a metody pro eliminaci plýtvání*. Liberec : Institut průmyslového inženýrství, 1999. 193 s. ISBN 80-902235-3-2.
- [6] MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. *Nové cesty k vyšší produktivitě : Metody průmyslového inženýrství*. Liberec : Institut průmyslového inženýrství, 2000. 311 s. ISBN 80-902235-6-7.
- [7] MAŠÍN, I. *Výroba velkého sortimentu v malých sériích : Principy výrobních systémů pro 21. století*. Liberec : Institut technologií a managementu, 2004. 101 s. ISBN 8090353304.
- [8] MAYNARD, H. *Maynard's industrial engineering handbook*. 5th edition. New York : McGraw-Hill, 2001. 2048 s.
- [9] MIKULÁŠTÍK, Milan. *Manažerská psychologie*. 2. aktualiz. vyd. Praha : Grada, 2007. 384 s. ISBN 978-80-247-1349-6.
- [10] TUČEK, D., BOBÁK, R. *Výrobní systémy*. [s.l.] : Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. 298 s. ISBN 80-7318-381-1.
- [11] VEJDĚLEK, Jiří. *Jak zlepšit výrobní proces*. 1.vydání. Praha : Grada, 1998. 75 s. ISBN 80-7169-583-1.
- [12] VYTLAČIL, M., MAŠÍN, I., STANĚK, M. *Podnik světové třídy : Geneze produktivity a kvality*. Liberec : Institut průmyslového inženýrství, 1997. 276 s. ISBN 80-902235-1-6.

- [13] VYTLAČIL, M., MAŠÍN, I. *Týmová společnost : Podnik v globálním prostředí*.  
Liberec : Institut průmyslového inženýrství, 1998. 407 s. ISBN 80-902235-2-4.

Periodika:

- [14] LUPTÁK, Peter; BAUER, Roman. Štíhlou výrobou k dokonalosti. *Ekonom*. 12.3.  
2009, 10, s. 52-53. ISSN 1210-0714.

Internetové zdroje:

- [15] JEŽEK, O. *Lean Layout*. [online]. 2006. [cit. 2009-13-02]. Dostupné z www:  
<<http://www.produktivita.cz/cs/metody-prumysloveho-inzenyrstvi/lean-layout.html>>.
- [16] KOŠTURIÁK, J.; ŠOFR, L. Projektování flexibilních výrobních systémů. *Logistika* [online]. 2008, [cit. 2010-03-24]. Dostupný z WWW:  
<<http://logistika.ihned.cz/c1-24118670-projektovani-flexibilnich-vyrobnich-systemu>>.
- [17] *Akademie produktivity a inovací s.r.o* [online]. 2009 [cit. 2010-03-24]. Štíhlá výroba . Dostupné z WWW: <<http://e-api.cz/page/67819.stihla-vyroba/>>.
- [18] *Strategos* [online]. 2005 [cit. 2010-03-24]. Lean Manufacturing History. Dostupné z WWW: <[http://www.strategosinc.com/just\\_in\\_time.htm](http://www.strategosinc.com/just_in_time.htm)>.

Ostatní:

- [19] Interní materiály společnosti Visteon – Autopal, s.r.o.  
[20] Katalogy náradí a pracovních pomůcek

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

B	Bottom (dolní)
CAD	Computer Aided Design
Dimpl.	Dimplovací
Enk.	Enkodérové
Fin.	Finální
H	Horizontální
JLR	Jaguar, Land Rover
Kal.	Kalibrační
OŘ.	Ořez
PSA	Peugeot Société Anonyme
RZ	Rychlá změna
SMED	Single Minute Exchange of Die (filozofie rychlých změn)
TM	Tube Mill (válcovna trubek)
T	Top (horní)
V	Vertikální

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obr. 1. Maslowova hierarchie potřeb</i> .....	25
<i>Obr. 2. Plýtvání při změnách a seřizování</i> .....	28
<i>Obr. 3. Základní rozdělení činností výměny</i> .....	29
<i>Obr. 4. Hlavní kroky metody SMED</i> .....	30
<i>Obr. 5. Kontrolní panel</i> .....	31
<i>Obr. 6. Speciální vozík</i> .....	31
<i>Obr. 7. Příklad standardizace</i> .....	31
<i>Obr. 8. Kontinuální doplňování</i> .....	31
<i>Obr. 9. Paralelní operace</i> .....	32
<i>Obr. 10. Nejmenší násobek</i> .....	32
<i>Obr. 11. Metoda jednoho pohybu</i> .....	32
<i>Obr. 12. Upnutí jednou otáčkou</i> .....	32
<i>Obr. 13. Program rychlých změn</i> .....	34
<i>Obr. 14. Závod v Hluku</i> .....	36
<i>Obr. 15. Struktura zaměstnanců</i> .....	38
<i>Obr. 16. Vývoj tržeb v letech 2005 - 2009 (v mld. Kč)</i> .....	39
<i>Obr. 17. Portfolio zákazníků</i> .....	39
<i>Obr. 18. Layout analyzovaného pracoviště</i> .....	41
<i>Obr. 19. Stojan na nástroje</i> .....	42
<i>Obr. 20. Bruska</i> .....	44
<i>Obr. 21. Mikroskop</i> .....	44
<i>Obr. 22. Pracoviště kontroly</i> .....	45
<i>Obr. 23. Ukázky svárů</i> .....	45
<i>Obr. 24. Svitek pásku</i> .....	46
<i>Obr. 25. Odvíječka stroje</i> .....	46
<i>Obr. 26. Princip dimplování</i> .....	47
<i>Obr. 27. Dimplovací stanice</i> .....	47
<i>Obr. 28. Tvarovací kola</i> .....	47
<i>Obr. 29. Znázornění principu zakružování</i> .....	48
<i>Obr. 30. Princip svařování</i> .....	49
<i>Obr. 31. Svařovací box</i> .....	49



---

<i>Obr. 32. Vozík .....</i>	<i>50</i>
<i>Obr. 33. Naskládání vozík .....</i>	<i>50</i>
<i>Obr. 34. Ovládací panel .....</i>	<i>52</i>
<i>Obr. 35. Rozdělení činností operátora.....</i>	<i>58</i>
<i>Obr. 36. Analýza jiných činností.....</i>	<i>59</i>
<i>Obr. 37. Rozdělení činností seřizovače .....</i>	<i>66</i>
<i>Obr. 38. Rozdělení činností operátora.....</i>	<i>69</i>
<i>Obr. 39. Návrh stojanu na nástroje .....</i>	<i>71</i>
<i>Obr. 40. Návrh rozmístění nástrojů .....</i>	<i>72</i>
<i>Obr. 41. Vozík na nářadí .....</i>	<i>73</i>
<i>Obr. 42. Mycí stůl .....</i>	<i>73</i>
<i>Obr. 43. Návrh nového layoutu pracoviště .....</i>	<i>78</i>

**SEZNAM TABULEK**

<i>Tab. 1. Seznam vyměňovaných nástrojů .....</i>	49
<i>Tab. 2. Základní údaje o produkci stroje Tube Mill 2 .....</i>	51
<i>Tab. 3. Jízdní řád výměny seřizovače .....</i>	54
<i>Tab. 4. Jízdní řád výměny operátora .....</i>	56
<i>Tab. 5. Separace interních a externích činností seřizovače.....</i>	63
<i>Tab. 6. Separace interních a externích činností operátora .....</i>	66
<i>Tab. 7. Standardizovaný postup přehazování stroje Tube Mill 2 .....</i>	76
<i>Tab. 8. Náklady projektu (v Kč).....</i>	83

## SEZNAM PŘÍLOH

P1 Směrný technologický postup

## **PŘÍLOHA P I: SMĚRNÝ TECHNOLOGICKÝ POSTUP**

<p><b>AUTOPAL</b></p> <p>Závod <b>H L U K</b></p>	<p><b>SMĚRNÝ TECHNOLOGICKÝ POSTUP</b></p>			<p>Číslo: 25/C</p>
<p><b>Operace:</b> Rychlá výměna nástrojů na svařovacím stroji Tube Mill 2</p> <p><b>Výrobky:</b> Trubky</p> <p><b>Tým:</b> Seřizovač a operátor</p> <p><b>Cíl:</b> Cílem tohoto směrného technologického postupu je organizační uspořádání procesu výměny tak, aby tato výměna byla co nejkratší a nejefektivnější.</p> <p><b>Obsah:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>I. Základní pojmy metodiky SMED (rychlá výměna nástroje)</li> <li>II. Základní principy rychlé výměny</li> <li>III. Jízdní řád rychlé výměny pro Tube Mill 2</li> <li>IV. Činnosti po ukončení kompletní výměny nástrojů</li> </ul>				
<p>Vypracováno:</p> <p>5.4. 2010</p>	<p>Vypracoval:</p> <p>Kuřina Petr</p>	<p>Kontroloval:</p> <p>Straka M.</p>	<p>Schválil:</p> <p>Surý M.</p>	<p>List: 1</p> <p>Listů: 4</p>

<p><b>AUTOPAL</b></p> <p>Závod <b>HLUK</b></p>	<p><b>SMĚRNÝ TECHNOLOGICKÝ POSTUP</b></p>		<p>Číslo: 25/C</p>	
<p style="text-align: center;"><b>I. Základní pojmy metodiky SMED (rychlá výměna nástroje)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Doba výměny nástrojů</b> – je celkový čas, který uplyne od poslední dobré trubky přecházející výroby, po první dobrou trubku z nově nahozeného stroje.</li> <li>2. <b>Interní činnosti</b> – jsou všechny činnosti, které mohou být vykonány pouze za klidu stroje.</li> <li>3. <b>Externí činnosti</b> – jsou všechny činnosti, které mohou být vykonány za chodu stroje a to buď před započítáním samotné výměny nástroje nebo po jejím ukončení.</li> <li>4. <b>Jízdní řád přehazování</b> – je soupis jednotlivých kroků výměny nástroje, který určuje rozdělení činností mezi jednotlivé členy týmu rychlé výměny (seřizovač a operátor). Činnosti jsou uspořádány v časové souslednosti a každé činnosti je přiřazen standardní čas na její provedení.</li> </ol> <p style="text-align: center;"><b>II. Základní principy rychlé výměny</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Výměna nástroje začne pouze tehdy, pokud jsou k dispozici jasné informace o nové výrobě (typ trubek).</li> <li>2. Výměna nástroje začne pouze tehdy, pokud je k dispozici příslušný materiál (hliníkový svitek).</li> <li>3. Výměna nástroje začne pouze tehdy, pokud je k dispozici kompletní sada nástrojů, která byla při poslední výměně zkontrolována a očištěna.</li> <li>4. Před samotnou výměnou nástrojů (před zastavením předcházející výroby) je nezbytné vykonat všechny externí činnosti, které prodlužují celkovou dobu přehazování, tedy: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Připravit si na místo potřebnou dokumentaci (parametry pro trubku a nastavení tvářecích kol).</li> <li>b. Připravit mobilní vozík s kompletním nářadím a vybavením nutným pro rychlou výměnu nástroje (2x imbusová sada, 2x gola sada, spároměrky, rukavice, náhradní šrouby apod.).</li> <li>c. Připravit na místo výměny vozík s kompletním toolingem pro nový výrobek.</li> <li>d. Připravit na místo prázdný vozík pro vyměňované nástroje (tooling).</li> </ol> </li> <li>5. Odvoz vyměněných nástrojů, čištění a jeho kontrola probíhá až po ukončení rychlé výměny nástrojů.</li> </ol> <p style="text-align: center;"><b>Pokud jsou výše uvedené principy dodrženy, je možno začít výměnu nástrojů dle jízdního řádu (viz. bod III).</b></p>				
<p>Vypracováno:</p> <p>5.4. 2010</p>	<p>Vypracoval:</p> <p>Kuřina Petr</p>	<p>Kontroloval:</p> <p>Straka M.</p>	<p>Schválil:</p> <p>Surý M.</p>	<p>List: 2</p> <p>Listů: 4</p>

<b>AUTOPAL</b>		
Závod <b>HLUK</b>	<b>SMĚRNÝ TECHNOLOGICKÝ POSTUP</b>	Číslo: 25/C

### III. Jízdní řád rychlé výměny pro Tube Mill 2

SEŘIZOVAČ		OPERÁTOR		Čas směnný			
Čas (min)	Činnost	Čas (min)	Činnost	6:30			
30	Hrubé čištění stroje	35	Hrubé čištění stroje				
5	Odstranění bezpečnostních krytů			7:05			
5	Demontáž svařovacího boxu a svařovací cívky	5	Výměna matrice a nože	7:10			
6	Demontáž dimplovací stanice	22	Vyčištění svařovací sekce stroje po odstranění svařovacího boxu	7:32			
2	Demontáž vodicích lišt (před V1 a dimplovací stanicí)						
3	Montáž nových vodicích lišt						
11	Montáž nové dimplovací stanice	30	Demontáž všech horizontálních a vertikálních stanic (vnějších standů a tvářecích kol), rovnacích kol a kol závěrečného tvaru)	8:02			
2	Čištění demontovaných držáků svařovací cívky						
2	Montáž držáků zpět na svařovací rameno						
4	Demontáž vodicích koleček před ořezem a ofuku						
2	Demontáž ořezu a pootočení ořezového nože na neztupenou stranu						
7	Montáž vodicích koleček před ořezem a ořezu zpět na své místo						
4	Montáž cívky svářečky						
7	Montáž nového svařovacího boxu a ověření správného doražení spároměrkou						
2	Montáž ofuku						
80	Instalace všech horizontálních a vertikálních stanic (tvářecích k kola vnějších standů), kol rovnacích, kol závěrečného tvaru. Hrubé nastavení pomocí příslušných podložek (horizont. stanice) a spároměrek				15	Nahození svitku nového materiálu	9:22
					65	Operátor se věnuje obsluze stroje tváření bočnic nebo Tube Millu 3, je-li požadováno. Není-li požadováno, spolupracuje operátor dle pokynu seřizovače na instalaci jednotlivých komponent, čímž může být čas instalace kratší.	
10	Promazání všech maznic				10	Operátor k dispozici seřizovači	
20	Navedení hliníkové pásky	20	Asistence při navádění hliníkové pásky				
20	Doseřízení a zakrytování stroje	20	Příprava na novou výrobu, výměna přepravek, úklid pracoviště apod.				
<b>222</b>	<b>Celkový čas</b>	<b>222</b>	<b>Celkový čas</b>	10:12			

Vypracováno:	Vypracoval:	Kontroloval:	Schválil:	List: 3
5.4. 2010	Kuřina Petr	Straka M.	Surý M.	Listů: 4

<b>AUTOPAL</b> Závod <b>HLUK</b>	<b>SMĚRNÝ TECHNOLOGICKÝ POSTUP</b>			Číslo: 25/C
<b>IV. Činnosti po ukončení kompletní výměny nástrojů</b>				
<p>Po ukončení přehazování se operátor věnuje těmto činnostem:  (seřizovač dále nespolutracuje a věnuje se svým dalším povinnostem)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Odklidí vozík na nářadí, nářadí řádně očistí a uloží.</li> <li>2. Vyměněné nástroje převezé k mycímu stolu.</li> <li>3. Všechny nástroje kompletně očistí na mycím stole a provede jejich důkladnou kontrolu.</li> <li>4. Očištěné nástroje umístí zpět na vozík pro nástroje a odveze jej na své místo.</li> <li>5. Poškozené nástroje přinese do nástrojárny k opravení.</li> </ol>				
Vypracováno: 5.4. 2010	Vypracoval: Kuřina Petr	Kontroloval: Straka M.	Schválil: Surý M.	List: 4 Listů: 4



