

# **Využití metody SMED při týdenní údržbě pájecích zařízení a následná optimalizace výrobního pracoviště**

Bc. Miroslav Šlegl

---

Diplomová práce  
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta managementu a ekonomiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta managementu a ekonomiky  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů  
akademický rok: 2011/2012

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Miroslav ŠLEGL**  
Osobní číslo: **M100344**  
Studijní program: **N 6208 Ekonomika a management**  
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**

Téma práce: **Využití metody SMED při týdenní údržbě pájecích zařízení a následná optimalizace výrobního pracoviště**

Zásady pro vypracování:

### Úvod

#### I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši k dané oblasti a formulujte teoretická východiska pro zpracování analytické a projektové části.

#### II. Praktická část

- Provedte analýzu současného stavu na pracovišti údržby ve společnosti Continental, a.s.
- Zhodnoťte výsledky analýzy a navrhněte východiska ke zlepšení.
- Zpracujte ideový záměr implementace metody PI na výkonu údržby pájecích zařízení ve společnosti Continental, a.s.
- Zhodnoťte navrhované řešení.

### Závěr

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

Seznam odborné literatury:

**MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. Cesty k vyšší produktivitě : Strategie založená na průmyslovém inženýrství. 2. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1996. 254 s. ISBN 8090223508.**

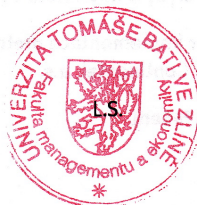
**MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. Nové cesty k vyšší produktivitě : metody průmyslového inženýrství. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 8090223567.**

**TUČEK, D., BOBÁK, R. Výrobní systémy. 2. upr. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. 298 s. ISBN 8073183811.**

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Rastislav Rajnoha, Ph.D.**  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů  
Datum zadání diplomové práce: **26. března 2012**  
Termín odevzdání diplomové práce: **2. května 2012**

Ve Zlíně dne 26. března 2012

prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková  
*děkanka*



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

## PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- odevzdáním bakalářské/diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby<sup>1</sup>;
- bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému,
- na mou bakalářskou/diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3<sup>2</sup>;
- podle § 60<sup>3</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;

---

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

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

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

- (3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, 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 vzdělávacího zařízení (školní dílo).

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

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

- podle § 60<sup>4</sup> odst. 2 a 3 mohou užít své dílo – bakalářskou/diplomovou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské/diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské/diplomové práce využít ke komerčním účelům.

Prohlašuji, že:

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

Ve Zlíně 2.5.2012

Miroslav Šlejš

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

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

## **ABSTRAKT**

Hlavní cíl práce koresponduje se žádostí vedoucích pracovníků společnosti. Žádost spočívala v eliminování spotřeby času, potřebného na údržbu pájecích zařízení s následnou nově vytvořenou optimalizací výrobního pracoviště v okolí pájecích zařízení. Snižování času probíhalo postupně, aplikováním jednotlivých metod a postupů průmyslového inženýrství, jenž jsou v práci konkrétně popsány.

Klíčová slova: průmyslové inženýrství, produktivita, metody průmyslového inženýrství, metoda SMED, optimalizace pracoviště

## **ABSTRACT**

This thesis has been created for the satisfaction of management requirements. The main aim is elimination of time consumption, needed for soldering machines maintainance and following new optimalization of work place around machines. Decrease of time consumption has been used continuously by using of particular methods of industrial ingeneering. These are described in the thesis.

Keywords: industrial ingeneering, productivity, industrial ingeneering methods, SMED method, optimalization of work place

Na tomto místě bych rád poděkoval panu doc. Ing. Rastislavu Rajnohovi, Ph.D. za odborné vedení mé diplomové práce.

Dále bych chtěl poděkovat společnosti Continental, především společnosti Continental Automotive Systems Czech republic, s. r. o. ve Frenštátě pod Radhoštěm, kde mně byly poskytnuty informace na vypracování praktické části diplomové práce nejen od vedoucích pracovníků, ale i od pracovníků údržby. Velmi jim děkuji za spolupráci a vstřícné jednání.

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

**OBSAH**

Úvod .....	10
<b>TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>12</b>
<b>1 Průmyslové inženýrství .....</b>	<b>13</b>
<b>1.1 Programy průmyslového inženýrství.....</b>	<b>13</b>
<b>1.2 Produktivita .....</b>	<b>14</b>
1.2.1 Faktory ovlivňující produktivitu.....	15
1.2.2 Zvyšování produktivity.....	16
<b>1.3 Plýtvání.....</b>	<b>16</b>
1.3.1 Plýtvání při změnách a seřizování .....	18
<b>2 Prvky průmyslového inženýrství.....</b>	<b>19</b>
<b>2.1 Klasické průmyslové inženýrství .....</b>	<b>19</b>
2.1.1 Studium práce .....	19
2.1.2 Operační výzkum.....	21
<b>2.2 Moderní průmyslové inženýrství .....</b>	<b>22</b>
<b>2.3 Projektování výrobních buněk.....</b>	<b>23</b>
<b>2.4 Štíhlá výroba .....</b>	<b>23</b>
<b>3 Metody průmyslového inženýrství .....</b>	<b>25</b>
<b>3.1 Metoda "5S" .....</b>	<b>25</b>
<b>3.2 Metoda TPM.....</b>	<b>26</b>
<b>3.3 Metoda TOC (Theory of Contains) .....</b>	<b>27</b>
<b>3.4 JIDOKA .....</b>	<b>29</b>
<b>3.5 POKA-YOKE .....</b>	<b>29</b>
<b>4 Metoda průmyslového inženýrství smed .....</b>	<b>31</b>
<b>4.1 Základní rozvržení systému SMED.....</b>	<b>31</b>
<b>4.2 Tradiční přístup ke změnám .....</b>	<b>33</b>
<b>4.3 Projektové fáze .....</b>	<b>34</b>
<b>4.4 Redukce interních činností .....</b>	<b>35</b>
<b>4.5 Redukce externích činností.....</b>	<b>36</b>
<b>4.6 Přínosy metody SMED.....</b>	<b>36</b>
<b>5 Rekapitulace teoretické části .....</b>	<b>37</b>
<b>Praktická část.....</b>	<b>38</b>
<b>6 Analýza současného stavu provádění týdenních údržeb na pájecích vlnách.....</b>	<b>39</b>



6.1 Představení společnosti .....	39
<b>7 Současný stav provádění týdenní údržby na pájecích vlnách .....</b>	<b>42</b>
7.1 Stanovení cílů při regulaci času údržby .....	42
7.2 Jednotlivé části pájecích vln .....	43
7.2.1 Dopravník .....	43
7.2.2 Výtah.....	44
7.2.3 Pájecí vlna.....	45
7.3 Analýza jednotlivých kroků při týdenní údržbě pájecích vln - současný stav .....	47
7.4 Shrnutí současného stavu údržby na pájecích vlnách .....	52
<b>8 Projekt zavedení a využití metody smed při údržbě pájecích zařízení .....</b>	<b>54</b>
8.1 Představení projektu.....	54
8.2 Návrh zavedení metody SMED na pájecích zařízeních WAV .....	56
8.3 Aplikace metody SMED v první skupině pájecích vln (WAV 5, 6, 7).....	57
8.3.1 Kroky metody SMED k regulaci potřebného času .....	60
8.3.2 Složení pracovních skupin údržby na pájecích vlnách a hlavní činnosti pracovníků..	64
8.4 Aplikace metody SMED ve druhé skupině pájecích vln (WAV 9) .....	65
8.4.1 Kroky metody SMED k regulaci potřebného času .....	68
<b>9 Optimalizace pracoviště .....</b>	<b>71</b>
<b>Závěr .....</b>	<b>76</b>
<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>77</b>
<b>Seznam použitých symbolů a zkratk.....</b>	<b>79</b>
<b>Seznam obrázků.....</b>	<b>80</b>
<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>81</b>
<b>Seznam grafů.....</b>	<b>82</b>
<b>Seznam Příloh .....</b>	<b>83</b>

## ÚVOD

Diplomová práce na stanovené téma vznikla především jako reakce na žádost vedoucích pracovníků průmyslového inženýrství v dané společnosti. Vzhledem k narůstající konkurenci, rychlosti výrobního procesu a vzrůstajícím nárokům zákazníků, se vedení musí zaměřit na inovaci veškerých činností spotřebovávajících čas. Hledisko času se stává velmi důležitou a vzácnou veličinou, jenž může mít jak pozitivní, tak negativní efekt na produktivě podniku. Na první pohled správně fungující údržbová činnost, kterou vykonávají pracovníci údržby již několik let bez větších problémů, může po detailnějším prozkoumání jevit známky absolutní neefektivnosti. Během tvorby práce bylo velmi důležité dodržovat postupy a pravidla firmy, které napomohly k co nejlepšímu výsledku a zpracování úkolu. Jelikož se jednalo o reálný úkol, jehož řešení se později implementovalo do skutečných činností, bylo velmi důležité jej splnit do nejmenšího detailu. I díky tomu jsem se dostal k informacím a do míst, jako ostatní pracovníci, což hodně pomohlo při kompletování práce a aplikace metody SMED.

Společnost Continental ve Frenšáttě pod Radhoštěm, jenž mně poskytla veškeré zázemí a podklady pro zpracování mé diplomové práce, vyrábí produkty pro zákazníky na celém světě. K tomu jí slouží moderní výrobní linky a zařízení, které ovšem vyžadují profesionální přístup a používání. I přes několik kontrolních a samočisticích režimů, je zapotřebí lidské síly pro odstranění největších nečistot a pro seřízení strojů. Údržba na pájecích vlnách, probíhající každý týden během celé směny, znamenala velké ztráty ve výrobním procesu. Údržbu jako takovou omezit nelze, ale čas potřebný na její vykonání je možné upravit a snížit. Vzhledem k rutinním úkolům a časté opakování údržbových prací vznikla mezi pracovníky jistá lehkovážnost, která je patřičně ovlivňovala. Takové prostoje a zbytečná spotřeba času, byla vysledována hned po provedení prvního snímkování. Postupně se aplikovali další metody na regulaci času potřebného na údržbu pájecích vln.

Ve výrobní hale se nacházelo pět pájecích vln, z čehož hned čtyři si byly velmi podobné. Mohli jsme tedy duplikovat několik částí jednotlivých vln, které mohly být použity ve čtyřech vlnách a přeměnit podstatné interní činnosti na externí. Všechny kroky vedoucí ke splnění stanoveného úkolu jsme konzultovali společně s vedoucími pracovníky průmyslového inženýrství a spolupracovali jsme s pracovníky údržby na možných změnách a vylepšeních.

Výsledkem práce je spracování jízdnicích řádů jednotlivých pracovníků, které budou v praxi využity pro efektivnější práci a vynaložení času na údržbu. Mimo to bylo vedoucím pracovníkům navrženo několik dalších úkonů a vylepšení procesu údržby, které napomohly ke snížení potřebného času.

Diplomová práce se skládá ze dvou částí. Teoretická část komplexně poukazuje na problematiku průmyslového inženýrství a implementuje použitou metodu SMED mezi další metody oboru.

V praktické části je konkrétně rozebraný postup aplikace metody SMED, tak jak jsem ji v reálném čase vytvářel při eliminaci údržbového času. Nechybí zde inovativní návrhy pro zlepšení pracovní činnosti, či uspořádání pracoviště. Jako poslední problematika praktické části je následná optimalizace pracoviště.

Veškeré zdroje a informace jsou převážně použity z odborné literatury průmyslového inženýrství a z interních zdrojů společnosti, ve které byla diplomová práce zpracována za asistence vedoucích pracovníků průmyslového inženýrství.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Průmyslové inženýrství se řadí mezi interdisciplinární vědní obory, jenž se zaměřují na zlepšování, projektování a zavedení integrovaných systémů materiálů, strojů, lidí a energií sloužících k dosažení co nejvyšší produktivity a efektivnosti. Tento vědní obor využívá k hodnocení výsledků znalostí z mnoha jiných významných oborů jako je fyzika, matematika, sociologie a management. (Mašín a Vytlačil, 1996)

Hlavním úkolem průmyslového inženýrství je nalezení optimálního řešení pro zabezpečení výroby vysoce kvalitních produktů a služeb a to při minimálních nákladech a při využití veškerých faktorů, které vstupují do procesu výroby. Jinými slovy řečeno, podstatou toho všeho je plánovat, organizovat a řídit spolupráci výrobních systémů pracovníků, informací, materiálu a spotřebovávaných energií, za účelem dosáhnout maximalizace produktivity.

Důležitou součástí tohoto systému je sám člověk a jeho zapojení do výrobního procesu. Je třeba brát v úvahu socioekonomický aspekt a fakt že zapojení člověka může ovlivnit produkční proces pozitivně i negativně. (Tuček a Bobák, 2006)

Průmyslové inženýrství a jeho aplikace v praxi je velmi důležité především v dnešním dynamickém, globálním a rychle se měnícím prostředí. Z pohledu České republiky je hodně oblastí, kde je prostor pro zavedení průmyslového inženýrství a tím zlepšení konkurenceschopnosti, pružnosti a efektivity místních podniků. (Košturiak a Gregor, 2001)

## 1.1 Programy průmyslového inženýrství

Průmyslové inženýrství lze rozdělit na moderní a klasické. Druhé jmenované je založeno na studiu práce a na operačním výzkumu. V současné době by se však více mělo využívat moderní průmyslové inženýrství, jehož základy jsou uvedeny ve výrobním systému společnosti Toyota a jsou využívány dalšími světovými úspěšnými podniky. U mezinárodních firem jsou používány například tyto programy:

- program rychlých změn - SMED
- odměňování dle výsledků
- program nulových vad Poka - Yoke
- projektování a realizace výrobních buněk
- program totálně produktivní údržby - TPM
- simultánní inženýrství

- simulace výrobních systémů
- systémy měření produktivity
- program dynamického zlepšování procesů a další. (Tuček a Bobák, 2006)

## 1.2 Produktivita

Produktivita se stala neoddělitelnou součástí pracovního dne každé společnosti. V dnešní době již nestačí být jen úspěšný podle výsledných čísel a vykazovat kladný zisk. Kvůli vzrůstajícím nákladům a větší konkurenci by se měli manažeři zaměřit nejen na čistý zisk, ale taky na vše, co k němu směřuje. Manažeři společností se zaměřují na produktivitu, poněvadž slouží jako reprezentativní ukazatel schopnosti a výkonnosti jejich firmy.

Produktivitu představuje míra využití strojů a nástrojů, které přidávají vyráběnému výrobku nějakou hodnotu.

Naše problematika údržby tedy spadá do kategorie činností nepřidávajících hodnotu výrobku, ale je absolutně nezbytná a důležitá pro správný výrobní proces.

Pokud bychom se zaměřili na výrobní proces, na využití procesní orientace a pochopili bychom její vliv na společnost a okolí, dostaneme se k identifikaci slabých míst v řídicích, nebo výrobních procesech. Všeobecně je známo, že 90% průběžné doby spadá na dobu čekání a 60% se vykonává v nevýrobních střediscích, tedy včetně údržby.

Produktivita je ovlivněna širokou škálou vnitropodnikových i mimopodnikových činností. Mezi ty nejdůležitější se řadí pracovní postupy a metody (tedy jízdni řády), kvalita strojů, zařízeních a nástrojů (možnost duplikace), dovednosti zaměstnaných pracovníků (školení), úroveň metod průmyslového inženýrství (schopnosti vedoucích pracovníků). Samozřejmostí je podpora státu a zdraví ekonomiky.

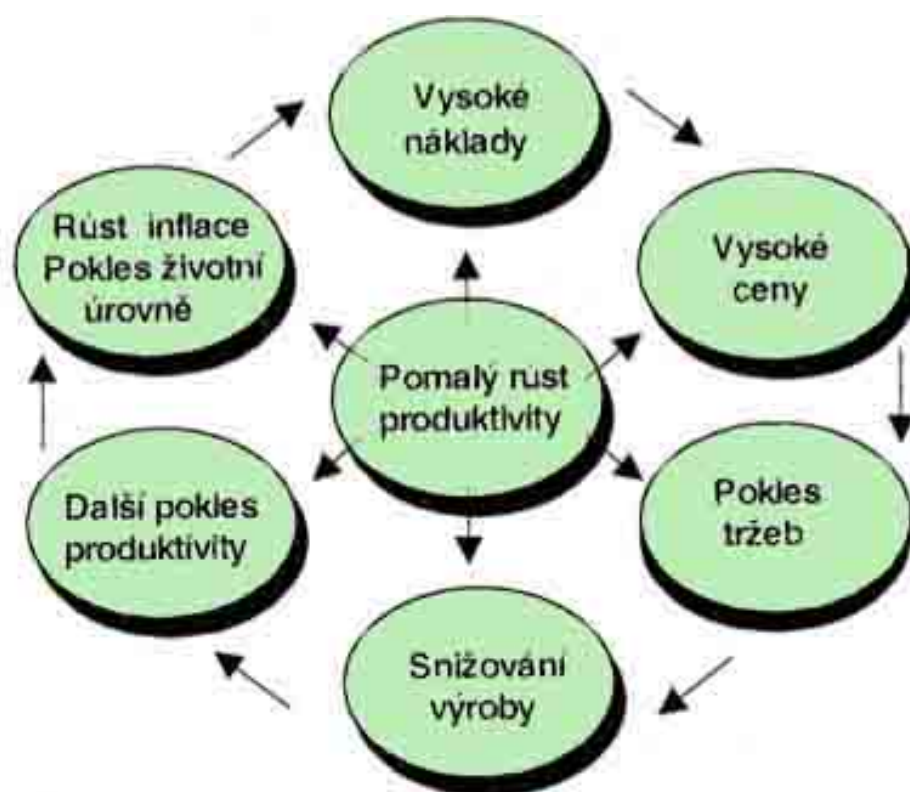
Řízení produktivity se začíná řadit mezi hlavní strategie firem. Neustále jsou inovovány a hledány nové cesty a způsoby, jak produktivitu práce, materiálů, kapitálu a technologií zlepšit. (Mašín a Vytlačil, 2000)

Když se ještě vrátíme na vyjmenované činnosti ovlivňující produktivitu zjistíme, že na všechny tyto činnosti se podrobněji zaměříme v praktické části diplomové práce a budeme se zabývat jejich zefektivněním.

### 1.2.1 Faktory ovlivňující produktivitu

Velké spektrum faktorů ovlivňují jak přímo, tak nepřímo produktivitu. Patří sem zejména:

- kvalita strojů a zařízení,
- pracovní metody a postupy,
- schopnosti a dovednosti pracovníků,
- hodnocení a odměňování,
- úroveň aplikace metod PI,
- infrastruktura a činnost ekonomiky státu.



Obrázek 1: Následky pomalého růstu produktivity (Mašín a Vytlačil, 2000)

Mimo již zmíněné faktory ovlivňující produktivitu, existuje celá řada dalších vlivů. Z obecného hlediska je můžeme rozčlenit do dvou hlavních skupin. A to fyzikálních a psychologických. Přímé faktory, které mohou produktivitu ovlivnit jsou faktory fyzikální. Např. využívání kapitálu, nebo času. Chování zaměstnanců, které podobně ovlivňuje produktivitu jako fyzikální faktory, patří do psychologických faktorů. (Mašín a Vytlačil, 1996)

### 1.2.2 Zvyšování produktivity

Existují čtyři základní faktory ovlivňující produktivitu, které jsou nezbytné pro její růst. Podnik se na tyto faktory musí silně zaměřit a koncentrovat se na jejich zlepšení. Jedná se o faktory: kvality, metody, výkon a využití. Zdroje, na kterých závisí růst produktivity, jsou závislé na:

- používání technik a metod na zvyšování produktivity,
- zlepšení postoje pracovníků k práci,
- utváření prostředí pro vysokou produktivitu,
- eliminace plýtvání z procesů,
- zrychlení vývoje a inovací. (Mašín a Vytlačil, 1996)

Pro zvyšování produktivity je důležité dosáhnout spojení metod a technik, správným namotivováním a přístupem pracovníků na všech úrovních ve firmě. Neméně nutné je synchronizovat cíle výroby s celopodnikovými cíli. (Košturiak a Gregor, 2002)

Vysoká produktivita, štíhlá výroba, nízké náklady a nebo také eliminace plýtvání jsou základní stavební kameny pro zvyšování produktivity. Abychom mohli tyto faktory aplikovat, musí podnik projít určitými změnami, proti kterým bude vždy kladen nějaký odpor. Samozřejmostí je využívání určitých nástrojů a funkcí, které musí být vždy jednotlivcům a týmům k dispozici. Většina těchto změn se týká právě průmyslového inženýrství. Průmyslový inženýři se většinou zaměřují na ty oblasti v podniku, které vyžadují redukci nákladů, nebo zvyšování produktivity a kvality. V souvislosti se zlepšováním produktivity je ovšem nezbytné, aby všichni pracovníci spolupracovali a snažili se pochopit tyto nástroje vedoucí k lepší produktivitě. (Mašín a Vytlačil, 1996; Košturiak a Gregor, 2002)

### 1.3 Plýtvání

Plýtvání, nebo taky prostoje, lze určit jako všechny činnosti, které při vykonávání projektových úkolů nepřidávají žádnou hodnotu k nově vyráběnému produktu, výrobku, nebo službě. Plýtvání žádným způsobem nenavysuže zisk podniku. (Akademie produktivity a inovací s.r.o., 2009)

I přesto neexistuje podnik, kde by se plýtvání nevyskytovalo. Identifikace a eliminace plýtvání vede ke zvýšení produktivity. Plýtvání se rozděluje na několik skupin a tou



nejdůležitější je skryté plýtvání, jehož odstranění bývá velký problém. Naproti tomu plýtvání zjevné lze jednoduše identifikovat a v mnoha případech odstranit. Skryté plýtvání se vyskytuje u činnostech, které se v organizaci musí vykonat, ale pouhým zlepšením výrobního procesu by se takové činnosti mohli eliminovat, či dokonce odstranit. Patří sem zejména manipulace s nástroji, transport a přemístění dílů, manipulace s polotovary, jejich kontrola, nebo čekání na informace.

Jelikož se společnost Continental zaměřuje převážně na automobilový průmysl, uvedu zde druhy plýtvání, rozdělené podle Toyoty:

- 1. Nadvýroba** - jedna z nejhorších druhů zbytečného plýtvání, jenž negativně působí na celou výrobu a výkonnost podniku. Výrobky, nebo materiál navíc představují pro organizace vynaložení větších a větších nákladů, které se týkají skladování a manipulace s produkty.
- 2. Čekání** - obecně při čekání na cokoliv vzniká u všech situací nějaký druh plýtvání ať už časové, nebo materiálové. Nejčastějšími subjekty způsobující čekání jsou lidé, zařízení, nebo materiál.
- 3. Špatný pracovní postup** - ten je příčinou vzniku nadbytečné práce s většího opotřebení strojů. Využívání nevhodného materiálu, špatného zařízení či stroje.
- 4. Nadbytečná manipulace** - velmi častý způsob plýtvání, převážně transportního a manipulačního zaměření.
- 5. Zbytečné pohyby** - podobné plýtvání jako v předešlém příkladu. Pohyby nepřidávající výrobku hodnotu. Vzniká spotřeba času velmi často způsobená zbytečnou chůzí pro pomůcky a nářadí, kdy není pracoviště systematicky uspořádáno.
- 6. Vysoké zásoby** - podobně jako nadvýroba způsobují vysoké zásoby vynakládání prostředků na jejich uskladnění a manipulaci.
- 7. Chyby pracovníků** - způsobují vynaložení nákladů na opravy a dodatečné činnosti. Vedou k častější kontrole, opakované manipulaci, operaci a transportu. (Mašín a Vytlačil, 1996)

### 1.3.1 Plýtvání při změnách a seřizování

Techniky průmyslového inženýrství nám pomohou zjistit, jak velké je plýtvání během změn a seřizování strojů. Důležitým krokem je identifikace takových činností a jejich následná analýza. Mezi nejčastější zdroje plýtvání lze uvést následující činnosti:

- zbytečná chůze a hledání náradí, nebo náhradních dílů,
- seřizování a opravy nástrojů během odstavení stroje,
- dlouhé čekání,
- nejasné pracovní postupy,
- příprava pracoviště na vykonání výměny stroje, nebo jeho údržby.

Mimo výše zmíněné zjevné plýtvání, se vyskytuje i plýtvání skryté. Zde se počítá s různým druhem seřizování, utahování, nastavování atd. Plýtvání dělíme do 4 různých skupin, jenž zachycují a obsahují všechny druhy skrytého a zjevného plýtvání:

- plýtvání během přípravy,
- plýtvání během montáže či demontáže,
- plýtvání během seřizování,
- plýtvání jako čekání během startování stroje. (Tuček a Bobák, 2006; Mašín a Vytlačil, 2000)

## 2 PRVKY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ

### 2.1 Klasické průmyslové inženýrství

Od svých počátků se klasické průmyslové inženýrství zabývalo především spotřebou práce, řešením problémů vznikajících při práci ve výrobních procesech, nebo studií metod a měření práce. Jednalo se např. o umístění strojů ve výrobních dílnách, automatizaci linek, kontrolu kvality, plánování a řízení výroby. (Slamková, 1997)

**Mezi klasické průmyslové inženýrství patří:**

- studium práce,
- operační výzkum.

#### 2.1.1 Studium práce

Studium práce umožňuje rozdělit činnosti jako operace, pracovní postupy, nebo pracovní metody na části a dále je zpracovávat. Analýza práce vede ke zvýšení produktivity a eliminaci plýtvání. Abychom analyzovaly veškeré pracovní činnosti, využíváme následujících pomůcek:

- procesní analýza,
- pohybové studie (záznamové formuláře),
- dotazníky a kontrolní listy,
- fotografie a videozáznamy.

Výsledkem takové činnosti jsou vytvořené normy spotřeby času, jež napomáhají ke zvyšování produktivity a snižování nákladů. (Mašín a Vytlačil, 1996)

Studium práce vzniklo z vědeckého řízení a jeho hlavním cílem je dosáhnout optimálního využití materiálových a lidských zdrojů, kterými daný podnik disponuje. Získání a práce s informacemi je hlavním úkolem, stejně jako následné využití těchto prostředků na zvýšení produktivity. Zakládá se na dvou základních metodách, kterými jsou:

- studie metod,
- měření práce.

Obě dvě metody se používají současně a nebo se doplňují. Jak studie metod, tak i měření práce používají odzkoušené techniky a záznamy, které se následně analyzují. Po provedení takové analýzy je možno přistoupit k vyhodnocení výsledků a lze učinit příslušná opatření, která by nedostatky a plýtvání eliminovala. (Mašín a Vytlačil, 2000)

### **Studium metod**

Tato metoda je velice významným nástrojem k eliminaci neefektivních elementů práce. S pomocí této techniky je možné určitou lidskou pracovní činnost rozčlenit na jednotlivé části, které jsou následně podrobeny důkladné analýze. Případné zbytečné úseky práce se dále mohou odstranit nebo zlepšovat. Při studiu metod se používají následující postupy:

- Výběr lidské činnosti k aplikaci metody studia,
- Souhrn a zápis všech informací o současné pracovní metodě,
- Návrh efektivnější a lépe využitelné metody za daných okolností,
- Uvedení metody do užívání ve standartní formě,
- Pravidelná kontrola používání metody,

Při studiu metod se používají především tyto záznamové prostředky:

- popisná analýza, dotazníky a kontrolní listy,
- pohybové studie (např. spaghetti diagram, therbligy),
- fotografie a videozáznamy,
- procesní analýza (např. diagram toku). (Mašín a Vytlačil, 2000)

### **Měření práce**

S rostoucí poptávkou a nároky na kvalitu, kvantitu, rychlost výroby a efektivnost je časové hledisko stále více a více diskutovanou fyzikální veličinou. Měření práce je fungujícím nástrojem pro regulaci nákladů a postupné zvyšování produktivity. Aplikaci technik určených pro vypočítání času potřebného na vykonání jednotlivé činnosti provede

kvalifikovaný pracovník na předem definované úrovni. Normy spotřeby času jsou výstupem takto změřené práce, ve kterých je promítnut čas, jenž pracovník s průměrnou kvalifikací a dovedností vynaložil na optimalizovaném a uspořádaném pracovišti, na kterém byly vyloučeny všechny úkony nepřidávající hodnotu. (Vytlačil, Mašín a Staněk, 1997; Vytlačil a Mašín, 1998)

Z hlediska měření práce je velmi důležitá přesnost výsledných měření. Postupy se průběžně vylepšují, aktualizují a zdokonalují. Následující postupy jsou uvedeny tak, jak průběžně vznikaly:

- celkové odhady,
- způsobilé odhady,
- zahrnutí historických údajů,
- systémy předem určených časů,
- nasnímané hodnoty pracovního dne. (Vytlačil, Mašín a Staněk, 1997)

V praktické části se při studii práce údržbářů nejdříve zabýváme snímkem pracovního dne. Pokud je taková studie provedena správně, poukazuje nejen na potřebný čas a úroveň provedení, ale lze vyčíst i případné rezervy produktivity práce. Snímek musí být zaměřen na technicko-organizační rezervy (poruchy a následné opravy strojů, jakékoliv jiné zdržení nebo čekání) s ohledem na mzdové náklady. Existuje několik variant snímků pracovního dne, ovšem ten nejúčinnější snímek je individuální snímek každého pracovníka, vytvořen vícekrát za sebou. (Vejdělek, 1998)

### 2.1.2 Operační výzkum

Rozvoj výpočetní techniky vedl k rozvoji kvantitativních přístupů a metod, které později známe jako operační výzkum.

Metody a techniky operačního výzkumu nejčastěji využívané v průmyslovém inženýrství:

- sekvenční úlohy a jejich řešení,
- síťové grafy,
- metody hromadné obsluhy,
- matematické a statistické modely

- teorie obnovy a údržby - minimalizace nákladů při řešení problémů spolehlivosti a provozní pohotovosti,
- teorie zásob. (Mašín, 2003)

## 2.2 Moderní průmyslové inženýrství

Na rozdíl od klasického průmyslovém inženýrství, se moderní průmyslové inženýrství zabývá socio-technickým přístupem k vývoji produktivity a k vytváření práce. Rozlišujeme zde interní a externí oblast působení moderního PI.

### **Do interní oblasti programů moderního PI patří zejména:**

- zvýšení účasti pracovníků na řízení,
- zlepšení kvalifikace pracovníků,
- odstranění plýtvání,
- zajištění požadované kvality a jakosti,
- zvyšování produktivity.

### **Programy pro interní podnikovou oblast:**

- metoda rychlé změny (SMED)
- vizuální pracoviště,
- metoda 5S,
- program totálně produktivní údržby (TPM),
- teorie omezení (TOC),
- autonomnost pracoviště (JIDOKA),
- poka-yoke, nebo-li program "nulových vad",
- BSC (Balanced Scorecard). (Mašín a Vytlačil, 1996)

### 2.3 Projektování výrobních buněk

Výrobní buňka je zlepšením a zdokonalením výrobní linky, nebo výrobního segmentu. Vzniká zavedením jednodušších procesů a je navržena vzhledem k výrobním dispozicím. Mezi hlavní přínosy se řadí ušetřený čas, pracovní síla, finanční zdroje a v neposlední řadě výrobní plocha. Princip buněk velmi výrazně zjednodušuje a ovlivňuje plánování a řízení výroby a znamená základní krok pro implementaci přeměny na tahový systém řízení výroby.

#### Hlavní principy buněk:

- nadefinování účelu procesů,
- návržení dispozice buněk,
- studium výrobních podmínek,
- zhodnocení změny,
- kompletace procesní mapy linky. (Goldrat, Cox, 2001)

### 2.4 Štíhlá výroba

Lean manufacturing, čili štíhlá výroba obsahuje souhrn nástrojů a principů, které se týkají výrobních pracovišť, strojních zařízení, výrobních linek a pracovníků. Stabilní, standardizovaná a flexibilní výroba je hlavním cílem štíhlé výroby. (Akademie produktivity a inovací s.r.o., 2009)

Štíhlá výroba se soustředí na systematickou identifikaci plýtvání a snižuje všechny jeho formy. Je zaměřena i na maximální zúžení procesů, které výrobku nepřidávají hodnotu, za kterou nejsou ochotni zákazníci platit. Každý pracovník nese vysokou odpovědnost za průběh a kvalitu výroby. Decentralizace je v systému rozhodovací kompetencí štíhlé výroby. Respektovat štíhlou výrobu musí každý podnik, který se chce jakkoliv realizovat na globálním trhu a uspět mezi konkurencí. Se štíhlou výrobou je taky úzce spojena maximální produktivita. (Tuček a Bobák, 2006; Keřkovský, 2001)

Výrobní systém Toyoty inspiruje štíhlý podnik k užívání řady nových a moderních prvků, principů a metod PI. Každá firma má svůj návod jak řídit výrobu, jelikož má každá svůj specifický výrobek, své zaměstnance a odlišnou historii. (Trategos, 2005)

**Následující prvky řadíme mezi základní prvky štíhlé výroby:**

- štíhlé pracoviště - vizualizace, 5S,
- štíhlý layout,
- VSM - management toku hodnot,
- SMED,
- týmová práce,
- standardizovaná práce a procesy kvality. (Košturiak a Frolík, 2006)



## 3 METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ

### 3.1 Metoda "5S"

Japonská metoda 5S je v různých modifikacích používána na celém světě.

Aplikování a dodržování metody 5S vede k odstranění plýtvání hned na pracovišti a je rozdělena do pěti kroků. Metoda jako taková, byla poprvé aplikována v japonském průmyslu a její název vznikl sloučením počátečních písmen konkrétních kroků. Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu a Shitskuke.

#### 1. krok - Seiri (pořádek)

Dbá na rozmístění a skladování pouze potřebných předmětů a položek na pracovišti a to v množství vyžadovaném pro jednotlivou činnost. Ostatní, nevyužívající se předměty se odloží stranou, aby nezabýrali místo. Pro označení předmětů sloužících na pracovišti využijeme různých kartiček a následného postupu označení: Separace předmětu, který chceme označit - Vyplníme kartičku, vyfotíme i s předmětem - Uděláme záznam do karty konkrétního pracoviště - Přehodnotíme používání předmětů - Předmět úplně odstraníme, nebo přemístíme - Vizualizujeme umístění - Připravíme předmět pro další využití - Vytvoříme standart pracoviště a předmětů - Kontrolujeme podle navržených standardů.

#### 2. krok - Seiton (uspořádání)

Přesně definuje umístění náradí, pomůcek a strojů tak, aby je každý pracovník snadno našel a správně použil.

#### 3. krok - Seiso (čistota)

Čistota a pořádek na pracovišti je samozřejmostí, ikdyž se těžko udržuje. Důležité je určit pracovníka, odpovídajícího za pořádek na pracovišti. Pro zjednodušení procesu je vhodné vytvořit řád, ve kterém bude uvedeno co je potřeba vyčistit, kdo a kdy bude činnost vykonávat, jak často se daná činnost bude vykonávat a co všechno k tomu bude potřebovat.

#### **4. krok - Siketsu (úklid)**

Cílem Siketsu je vytvořit vhodné standardy a hlavně je dodržovat. To vede ke snížení počtu chyb na pracovišti. Všechny postupy a činnosti jsou tedy standardizované, a tak předcházíme vzniku jiných než nutných činností.

#### **5. krok - Shitsuke (disciplína)**

Všechny předešlé kroky by nebyly účinné bez řádného dodržování a bez nepřestávajícího zlepšování. Pravidla a standardy by měly být pro všechny zaměstnance srozumitelné, stejné a měli by se nimi řídit. (Mašín a Vytlačil, 1996)

#### **Hlavní důvody aplikování metody 5S:**

- skryté vady na strojích
- nepoužívané věci a nepořádek na pracovišti
- znečištění v provozech,
- časté hledání pomůcek a následné plýtvání času,
- apatie pracovníků k nepořádku. (Vytlačil a Mašín, 1998)

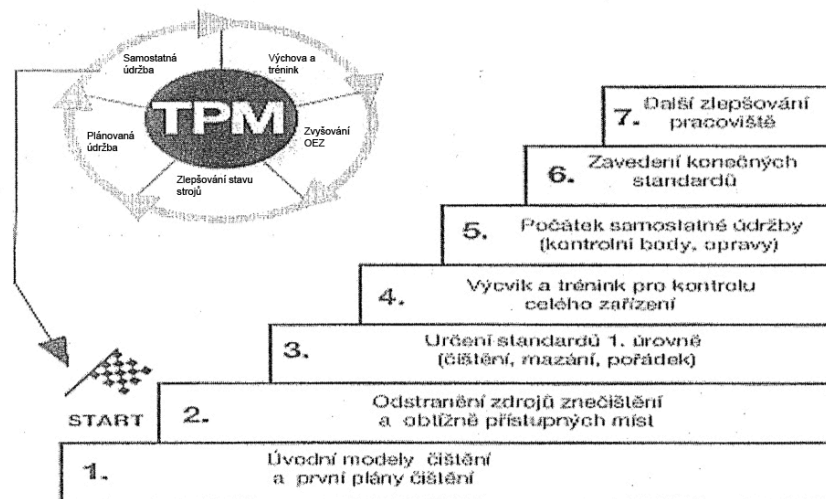
### **3.2 Metoda TPM**

Zkratka TPM vytvořená z počátečních anglických slov Total Productivity Maintenance v překladu znamená "totálně produktivní údržba". Údržba, jako taková, je téměř stejně důležitá jako samotná výroba a je na ní závislá produktivita firmy. Pokud údržba nefunguje, vznikají na pracovišti ztráty a prodlevy zapříčiněné zastavením strojů. Důležité je takové ztráty eliminovat a vyřešit možné chyby dříve, než nastanou. (Mašín a Vytlačil, 1996)

#### **Zavedení následujících kroků je základním principem metody TPM:**

- systém plánované údržby,
- činnosti, které podporují navýšení efektivity strojů,
- trénink pracovníků,

- autonomní údržba,
- preventivní údržba na předcházení možných ztrát a následná kontrola. (Maynard, 2001)



Obrázek 2: Kroky TPM k samostatné údržbě (Tuček a Bobák, 2006)

### 3.3 Metoda TOC (Theory of Contains)

Tato metoda spolupracuje a využívá softwerové systémy, jenž jsou založené na MRP II, TQM, ale i na principech JIT. Metodu TOC lze využívat nejen ve výrobních firmách, ale i v bankách a obchodních společnostech.

Nejprve se metody TOC využívalo při identifikaci a eliminaci úzkých míst. Jejím úkolem je tedy zajistit maximální průtok přes takové místo a zabezpečit plynulý chod.

#### Použití TOC

Tato metoda průmyslového inženýrství slouží jako nástroj pro růst podniku a pro zlepšování dosahovaných hodnot podnikových cílů. Oblast působení je tedy téměř celopodniková a zasahuje do všech důležitých částí podniku.

#### Mezi ty hlavní patří především:

- výroba, distribuce, prodej a marketing,
- průtoková analýza,

- logistika a transport.

TOC především napomáhá vedoucím pracovníkům v oblastech vizualizace, komunikace, nebo při hledání inovativních přístupů a jejich následnou implementací do výrobního procesu. (Tuček a Bobák, 2006)

V každém podniku se setkáme s různým druhem omezení. To mu brání v celkovém rozvoji, v dosahování vyšších cílů a vyšší výkonnosti. Omezení dosahovat vyšších zisků vzniká zejména na těchto místech:

- Výrobní zdroje - nízký potenciál pracovníků, nízká kapacita strojů, financí,
- Marketing - nevyužitelnost kapacit způsobená malým počtem objednávek,
- Řízení, směrnice - zbytečné dodržování pravidel, jenž omezují pracovníky,
- Čas - dlouhé vyřizování dodávek a objednávek,
- Postoje lidí - komunikace na pracovišti a se zákazníky na nízké úrovni.

### **Základní metriky:**

#### **- průtok**

- určuje finanční výkonnost firmy. Znamená schopnost, jak rychle dokáže podnik vyprodukovat peněžní prostředky za časovou jednotku. Pokud jsou provozní náklady plynulé a konstantní, zvýšení průtoku znamená zvýšení zisku.

#### **- investice**

- investicemi jsou myšleny finanční prostředky vázané v podniku, jako zásoby, zboží, materiál, polotovary, ale taky výrobní a pomocné prostředky a zařízení ve výrobě.

#### **- provozní náklady**

- pravidelně vynakládaná položka na činnosti, které mění zásoby v průtok. (Košturiak a Frolík, 2006)

### **Předpoklady pro efektivní využití TOC**

- vše je odvozené a podřízené celopodnikovému cíli, k němuž jsou řešení konstruována.
- specializuje se na identifikaci úzkého místa - omezení, jenž alespoň jedno má každá organizace. Za předpokladu chybějícího úzkého místa, by neomezeně dosahoval svého cíle.
- rychlých přínosů je dosaženo vynaložením úsilí na nejslabší podnikový článek. (Košturiak a Gregor, 2001)

### **3.4 JIDOKA**

Jidoka, jejímž obecným úkolem je zvýšení autonomnosti pracovišť, se zaměřuje na odstranění, nebo alespoň omezení nedostatků jako např. výrobní odchylky, lehké poškození stroje. Zvýšením autonomnosti se snaží o větší odloučení pracovníků od strojů, které již sami mohou identifikovat abnormality a varovat před vznikem většího problému. Pracovníci tedy nemusí být v těsné blízkosti stroje a kontrolovat jeho chod. (Mašín a Vytlačil, 1996)

### **3.5 POKA-YOKE**

System nulových vad POKA-YOKE se soustředí na eliminaci vad způsobených člověkem. Analyzuje problémové místo, zastavuje výrobní proces a poskytuje tak odstranění problému, nebo chyby zpětnou vazbou.

#### **Základní principy metody:**

- sjednot' kvalitu a procesy,
- všechny vznikající chyby můžeš postupně redukovat,
- nesprávné postupy se okamžitě ruší,
- případné nedostatky zkus vyřešit správně,
- jestliže na chybách spolupracují všichni zainteresovaní pracovníci, je možné je zredukovat na nulu,
- týmová práce je účinnější než práce jednotlivců.

**Tři základní funkce POKA-YOKE:**

- zastavení procesu nebo stroje,
- varovné signály,
- zpětná kontrolu. (Mašín a Vytlačil, 1996)

## 4 METODA PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ SMED

Tato metoda byla vyvinuta významným průmyslovým inženýrem Shigeo Shingo, který byl jedním ze zakladatelů výrobních systémů společnosti Toyota. Shiego Shingo uvedl metodu SMED ve své knize s názvem *Revolution in Manufacturing* a to v roce 1985.

Slovo SMED v originále znamená Single Minute Exchange of Die, což je systém rychlých změn při seřizování. Rychlými změnami v tomto případě rozumíme každou změnu, která je kratší než 10 minut.

Základem je uspořádání činností do dvou stěžejních oblastí a to do externích a interních.

Interní činnosti jsou veškeré operace, které je třeba vykonat, pokud stroj není v chodu. Naopak externí činnosti zahrnují operace, které jsou prováděny, když už je daný stroj v chodu.

Při výrobě dochází ke vzniku různých přechodových časů. Tyto časy jsou něco navíc a v mnohých případech prodlužují celý proces výroby. Je tedy dobré snažit se tyto časy co nejvíce zkrátit. To můžeme provést například zkrácením průběžné doby výroby, čímž dojde také ke zkrácení dodacích lhůt daných výrobků k zákazníkům. Dále je také možné zavést výrobu po menších množstevních dávkách, a tak docílit snížení zásob ve skladech. V neposlední řadě lze snižování přechodových časů dosáhnout likvidací ztrát. (Tuček a Bobák, 2006)

### 4.1 Základní rozvržení systému SMED

V základním pohledu můžeme systém SMED rozvrhnout do následujících fází:

1. Určení a vymezení operací na interní a externí seřizování.
2. Konverze interního seřizování na externí.
3. Neustálé zlepšování jednotlivých operací u interního a externího seřizování.

V konkurenčním boji je brán větší a větší důraz na pružnost a rychlost. Mezi nejvíce zdržující procesy výroby patří výměny nástrojů, čištění strojů a údržba zařízení. Takto spotřebovaný čas nijak nepřidá na hodnotě, nebo ceně výrobku. I když to tak nevypadá, musíme vynaložený čas na údržbu a výměnu strojů považovat za určitý druh plýtvání. Takové plýtvání můžeme regulovat a elimonovat dvojí metodou:

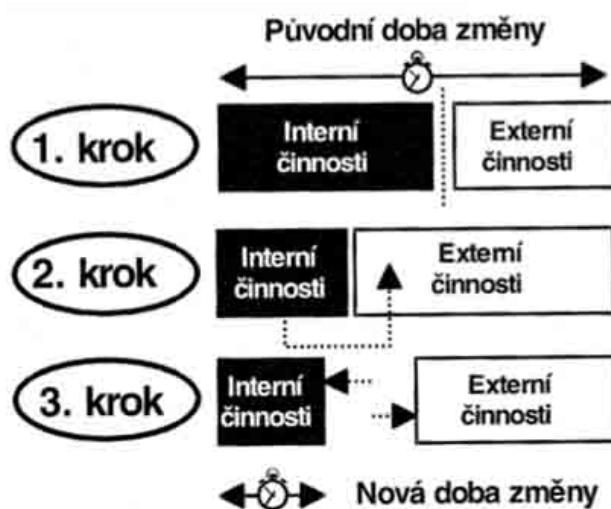
- zkrátit dobu změny a údržby,

- prodloužit dobu bez nutnosti změny a údržby.

Abychom mohli prodloužit dobu bez nutnosti změny a údržby, musíme na to připravit jak pracovníky, tak zařízení. Při prodlužování změny nástrojů dojde k růstu zásob, růstu rozpracovanosti, průběžné doby a tedy i výrobních nákladů. To vše se promítne do dražší výroby a ta znamená pokles konkurenceschopnosti na trhu. Takový způsob je označován jako způsob tradiční. (Mašín a Vytlačil, 2000; Vytlačil a Mašín, 1998)

### Kroky při zavádění metody SMED:

1. Přípravná fáze
2. Oddělení interních a externích činností, čili oddělení činností při vypnutém stroji a při záběhu stroje během seřizování a zahřívání.
3. Konverze interních a externích činností
4. Zlepšování časů konkrétních činností během seřizování, nebo případná jejich úplná eliminace.



Obrázek 3: Tři kroky metody SMED (Mašín a Vytlačil, 2000)

V přípravné fázi vzniká plán aplikace metody SMED a její uplatnění. Prvním krokem je vytvoření seznamu činností, které lze vykonávat během spuštění stroje a těch, které můžeme vykonat pouze při odstavení stroje.



Analýzu pracovního procesu a činností pracovníků lze vykonat klasickou metodou průmyslového inženýrství, jakou je studium metod a měření práce. Neméně důležité jsou poznatky a připomínky samotných pracovníků, kteří mohou podat velmi užitečné informace. Videozáznam a fotografie slouží jako kvalitní podklad pro analýzu. Všechny výsledné údaje je vhodné konzultovat se zainteresovanými pracovníky a mohou tak napomoci ke zlepšení celého procesu.

Abychom odlehčili a urychlili činnosti vykonávané se během odstavení směny, je nutné od nich separovat ty činnosti, které lze vykonat i během chodu stroje.

#### **Fáze konverze interních a externích činností spadá do následujících dvou činností:**

- přezkoumání a kontrola činností při seřizování stroje a vybrání těch, jež byly špatně označeny jako interní činnosti,
- nalézt způsoby konverze těchto činností na externí činnosti.

Poslední fáze zlepšování časů konkrétních činností spočívá v zaměření se pouze na jednotlivé činnosti a vytvořit tak jejich detailní analýzu. U interních činností se zaměřujeme na přípravné činnosti, transport náradí a pomůcek a snažíme se zkrátit čas všech ostatních činností.

Abychom mohli zkracovat a eliminovat jednotlivé činnosti procesů, musíme mít proto vhodné podmínky a prostředí. Důležitá je tedy organizace pracoviště a synchronizace ostatních činností na pracovišti. (Mašín a Vytlačil, 1996; Košturiak a Frolík, 2006)

## **4.2 Tradiční přístup ke změnám**

Předpokládáme několik následujících skutečností tradičního přístupu ke změnám:

- na hlavní operace se vynaloží větší pozornost než výměnu a seřizování,
- výměna a údržba je nutným zlem,
- výměna a údržba se prakticky vůbec neměří a nevyhodnocuje,
- seřizování provádí jen proškolený pracovník s dlouhodobou praxí,
- pracovníci řeší během seřizování i jiné pracovní záležitosti.

Seřizování strojů, nebo výměna nástrojů se obvykle skládá z níže uvedených kroků, jejichž délka záleží na typu obtížnosti operace a složitosti zařízení:

- výměna, manipulace a montáž nástrojů (5 % času),
- seřízení a nastavení nástrojů (15 % času),
- příprava materiálu a kontrola nástrojů (30 % času),
- zkušební činnost a přípravné úpravy (50 % času).

Uvedené kroky a k nim náležící časovou spotřebu používá většina podniků, jenž realizuje seřízení a změnu nástrojů v tradičním pojetí. Pokud uvážíme, jak moc tradiční pojetí reaguje na konkurenceschopnost podniku a na zrychlování výrobního procesu je zřejmé, že již na nové trendy a přístupy jej nelze dál využívat. Nové hospodářské trendy směřují k malosériové výrobě, u které se často mění výrobní operace a jejich nastavení a seřízení musí trvat co nejkratší dobu. Na řadu přichází první krok metody SMED, kterým je převod interních činností na činnosti externí, čili za chodu stroje. (Mašín a Vytlačil, 2000; Akademie produktivity a inovací s.r.o, 2009)

### 4.3 Projektové fáze

#### Přípravná fáze

K čemu a jak využít metodu SMED plánujeme v první fázi. Studie a podrobná analýza pracovních podmínek, kde jsou vykonávány externí i interní činnosti, je prvním krokem. Abychom docílili žádaných výsledků, je zapotřebí využít metod průmyslového inženýrství, přičemž nejvhodnější metodou pro přípravnou fázi se jeví studie metod a měření práce. Spolupracuje se jednak s přímou, vizuální technikou, jakou je snímkování pracovního dne, nebo taky s video záznamem analyzované operace. (Mašín a Vytlačil, 2000)

#### První krok

V prvním kroku je hlavní činností separace a vyřídění interních činností, které lze vykonávat i během chodu stroje a převést je tedy na činnosti externí. Pokud necháme možné externí činnosti vykonávat během odstavení stroje, délka vypnutí stroje může být i několikrát delší, než je nutné. Tak lze celkový čas zkrátit v některých případech i o 50 %

celkové doby. Máme tedy popsaný první základní způsob aplikace metody SMED. Pokud je separace provedena správně, můžeme pokročit k dalšímu kroku.

### **Druhý krok**

Jelikož máme rozděleny externí a interní činnosti, musíme se nyní zaměřit jaké jednotlivé činnosti jsou v nich obsaženy. Pokud hledáme způsob, jak takovou konverzi provést, zaměříme se na jednotlivé možnosti a uplatnění operací, které pracovníci provádějí po odstavení stroje. Neméně důležité je přijmout nové postupy a pravidla, které pojednávají o novém nastavení systému seřizování, nebo údržby. Detailní analýzou jednotlivých operací interních činností se zaměříme např. na rychlejší a jednodušší upevnění a stabilizaci strojů, prodloužení pracovní doby stroje, nebo standardizaci dílů. Z externích činností to jsou především procesy přípravy, manipulace a transport nástrojů, nebo eliminace zbytečných činností.

### **Třetí krok**

Vyčleněné externí a interní činnosti z předešlých kroků jsou podrobně analyzovány a jednotlivě zkoumány s ohledem na účelovost prováděné operace. Zlepšuje se prováděná technika externích a interních činností. (Mašín a Vytlačil, 2000)

## **4.4 Redukce interních činností**

### **1. Zavedení paralelních operací**

Z důvodu velkých rozměrů strojů, o které se dříve staral jeden pracovník, je nyní činnost rozdělena na dva operátory. Ti se soustředí na svou část stroje a čas na přetypování, změnu či údržbu se podstatně snižuje.

### **2. Eliminace seřízení**

Správné nastavení stroje před zahájením provozu eliminuje zkušební a přípravné činnosti, kdy je stroj kontrolován. Jak rychle proběhne seřízení a zkušební provoz záleží na kvalitě

provedení předchozích činností. Musíme se především zaměřit na činnosti před zkušebním provozem. (Mašín a Vytlačil, 1996)

### **3. Mechanizace**

Mechanizace není tak účinnou metodou jako např. metoda SMED. V rámci mechanizace snižujeme čas na změnu, nebo údržbu v řádu několika minut, na místo několika hodin v případě SMED. Mechanizaci tedy volíme až po zavedení všech účinnějších metod redukce času a práce, jako činnost na doladění přetypování. (Mašín a Vytlačil, 1996)

## **4.5 Redukce externích činností**

Externí činnosti se nejčastěji týkají transportu náradí a dílů, nebo jsou spojeny se skladováním. Pokud má společnost větší počet forem na skladě, bývá transport a skladování spojené s takovými formami velmi časově náročné. V takovém případě se využívá systémového a barevného rozlišení, využívání kódů a popisných čísel. Nejvíce využívané skladové zásoby by měly být umístěny na nejlépe dostupných místech.

## **4.6 Přínosy metody SMED**

Zakladatel metody Shingo udává zlepšení po zavedení metody na 2.5% z času potřebného před zavedením metody.

Přínosy metody SMED:

- pořádkem, lepší organizací, synchronizací a komunikací ke zlepšení výrobního procesu,
- redukce výrobního času,
- zvýšení kapacity stroje,
- eliminace chyb při údržbě a seřizování,
- větší bezpečnost při práci,
- redukce zásob, materiálu, náhradních dílů. (Košturiak a Frolík, 2006)

## 5 REKAPITULACE TEORETICKÉ ČÁSTI

Průmyslové inženýrství zahrnuje širokou oblast pojmů, technik, norem a postupů, které jsou používány v provozech ve větší či nižší míře. Pokud pracujeme s metodou SMED, bylo by vhodné znát i další metody, jenž se navzájem doplňují, či je závislá jedna na druhé. Takovou formou je pojata teoretická část, která objasní využití a funkčnost metody SMED a v případě dalšího rozvoje zefektivňování práce pomůže zvolit další metody a postupy.

I přesto, že se průmyslové inženýrství řadí mezi mladší obory, vzniklo mnoho postupů, variant, metod a řádů, jenž pod průmyslové inženýrství spadají. Aby byly vhodně a efektivně používány a aplikovány na ty situace, na které byly navrženy, je velmi důležité alespoň teoreticky znát každou z nich. Skupina, v níž se nachází i metoda SMED, je velmi širokou skupinou štihlé výroby, jenž tvoří základní kámen pro zefektivnění výrobních a jiných procesů.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 6 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU PROVÁDĚNÍ TÝDENNÍCH ÚDRŽEB NA PÁJECÍCH VLNÁCH

Úvod do praktické části nám pomůže objasnit problematiku týdenních údržeb na již zmíněných pájecích vlnách ve společnosti Contintal a představí společnost jako takovou.

Nejprve se zaměříme na rozbor činností spadajících pod jednotlivé údržbové dny u konkrétních pájecích vln. Vlny označené WAV 5, 6, 7 jsou si velmi podobné jak technickým a strojním spracováním, tak četností jejich používání. Ovšem pájecí vlna WAV 9 se od ostatních značně liší technickým uspořádáním dílů, čili její údržba je taky odlišná. Zaměříme se tedy na dvě skupiny navzájem pracujících pájecích vln, přičemž v jedné skupině budou pájecí vlny WAV 5, 6, 7 a v druhé rozebereme samostatnou pájecí vlnu WAV 9.

Abychom splnili požadavek řídicích pracovníků na regulaci času věnovaného údržbové činnosti, museli jsme kompletně rozebrat údržbový proces během celého pracovního dne a využít důležitých metod Průmyslového inženýrství. Cílem praktické části je tedy regulace času údržby pájecích vln ze zavedených 8 pracovních hodin na polovinu. Na základě důkladného snímkování a činností vedoucí k využití metody SMED a následné aplikace jednotlivých kroků se dopracujeme ke konečnému výsledku praktické části.

### 6.1 Představení společnosti

Společnost Continental je společností celosvětového měřítká. Zahrnuje tedy mnoho dceřiných příbuzných společností působících v mnoha různých odvětvích.

#### **The Continental Corporation**

Continental se řadí mezi pět největších dodavatelů pro automobilový průmysl na celém světě. Společnost má své podniky ve 36 zemích světa kde zaměstnává více než 150 000 zaměstnanců. Mezi klíčové produkty patří pneumatiky a komponenty pro automobily.

Velmi široká oblast výrobků se člení do šesti divizí a zahrnuje pneumatiky pro nákladní vozidla, osobní vozidla, motocykly i bicykly. S gumárenskými podniky firma spolupracuje na vývoji kvalitnějších materiálů.

Mezi vedlejší produkty a produkční činnost Continentalu řadíme vývoj a výrobu brzdových systémů, bezpečnostních systémů, nebo podvozků. Společnost poskytuje svým zákazníkům produkty a systémové konstrukce pro vše, týkající se řízení motoru, pohonů, hnacího ústrojí, čidel, nebo hybridních technologií. Z nejnovějšího hlediska se Continental podílí na optimalizaci správy informací v automobilech.

### **CEP - Central Electronic Plants**

Jak již z názvu vyplívá, skupina CEP obsahuje všechny dceřiné společnosti Continentalu, zabývající se výrobou elektroniky. Prakticky se jedná o skupinu podpůrných oddělení, které se starají o plánování a tvorbu strategických plánů, finanční stability, kontroloingem, výrobní problematikou, logistikou, kvalitou, personální stránkou a mnoha jinými. Takto rozdělené centrální vedení poskytuje neustálé zlepšování výroby a dalších procesů, vytvářením podmínek pro stanovené cíle a vize.

### **Continental Automotive System Czech republic s. r. o.**

Na území České republiky je několik závodů společnosti Continental Automotive System Czech republic s. r. o. Jmenovitě se jedná o závody v Trutnově, Adršpachu, Jičíně, Brandýse nad Labem a Frenštátě pod Radhoštěm, kde zpracovávám mou diplomovou práci.

Společnost Continental Automotive System Czech republic s. r. o. vyrábí elektronické díly a součástky pro automobilový průmysl. Závod ve Frenštátě pod Radhoštěm je rozdělen do tří divizí.

V prvním závodě se vyrábí drobné elektronické díly, jakými jsou například naklápění předních světel, otevírání střechy, stahování okýnek, výroba klíčů s dálkovým ovládním. Samozřejmě je výroba náhradních dílů a doplňků k těmto výrobkům.

Druhá divize se zabývá výrobou především motorové jednotky a jejím řídicím systémem, systémy převodovky a elektronickými ovladači pohonu.

Třetí divize vyrábí rychlostní, hladinové či teplotní senzory. Tato část závodu má své vlastní vývojové oddělení, zabývající se obnovou starších a vývojem nových systémů.

Ve Frenštátě pod Radhoštěm sahá výroba elektronických dílů až do roku 1995, kdy se rozjela výroba elektromotorů ve společnosti Siemens. Během roku 1999 rozšířila společnost Siemens svou působnost a začala zde výroba komponentů pro automobilový průmysl. Tato skutečnost vedla ke vzniku nové společnosti Siemens Automobilové



systemy s. r. o. Během dalších let došlo několikrát ke změně vlastníků společnosti až koncem roku 2007 korporace Continental odkoupila frenštátskou firmu od společnosti Siemens VDO. Pod názvem Continental Automotive Systems Czech republic s. r. o. vystupuje od roku 2008.



Obrázek 4: Zákazníci společnosti Continental. (interní zdroj)

## 7 SOUČASNÝ STAV PROVÁDĚNÍ TÝDENNÍ ÚDRŽBY NA PÁJECÍCH VLNÁCH

Ve stanovených směrnících firmy Continental, o provádění týdenních údržeb jednotlivých pájecích vln, jsou uvedeny veškeré činnosti nutné k bezproblémovému chodu stroje. Pracovníci údržby ovšem mají za úkol nejen stanovené úkony dodržovat, ale také být při práci aktivní a vyhledávat možné nedostatky vzniklé nepřetržitým dlouhodobým používáním. Pracovníci jsou školeni na jednotlivé díly vlny postupně. Zažité zkušenosti doplňují o nové informace na školeních konaných jednou ročně specializovanými pracovníky.

### 7.1 Stanovení cílů při regulaci času údržby

Vedoucí pracovníci průmyslového inženýrství stanovili svou vizi a cíle pro vykonání týdenní údržby a určili dobu každodenní pracovní činnosti. Nynější, aktuální doba pro vykonání údržby činí celou pracovní dobu údržbářů, čili 8 hodin. Nová doba údržby byla stanovena na polovinu, 4 až 4,5 hodiny. To představuje pracovní dobu začínající v 6.00 hod a včetně půlhodinové přestávky končící v 11 hodin. Předpokládáme-li mimořádné činnosti a zdržení v podobě poruch strojů, nebo vybavení a započítáme-li externí činnosti do celé pracovní doby, bude celková údržba vykonána do 12 hodin.

V dalších kapitolách se tedy pokusíme objasnit a vysvětlit jednotlivé činnosti údržby, čas na jejich vykonání, roztřídění činností do jednotlivých kategorií a podkategorií, a také již uplatním a využiji poznatky metody SMED. U každé jednotlivé pájecí vlny se ze všeho nejdřív provedlo tzv. snímkování pracovního dne. Jedná se o detailní rozebrání jednotlivých činností pracovníků do jednotlivých časových období, společně s uspořádáním činností do konkrétních kategorií. Pro přesnější výsledek pozorování se jednotlivé snímkování každé pájecí vlny provedlo minimálně dvakrát. Např. u pájecí vlny WAV 7 se snímkování provedlo třikrát z důvodu vykonání mimořádných činností kvůli poruše části lázně během prvního snímkování. Ze všech nasnímaných činností se později utvořil komplexní systém úkonů s průměrnou spotřebou času. Jednotlivé snímky zachycují činnosti všech pracovníků, kteří se i malou měrou podíleli na údržbové práci. Pracovní norma vyžaduje dva stabilní pracovníky. Skutečnost byla v tomto ohledu hodně odlišná

a během dne několikrát pracoval na vlně pouze jeden, nebo hned tři nebo čtyři údržbáři. I tento nedostatek se v mé diplomové práci pokusím vyřešit a úplně omezit.

V údržbových normách vydaných výrobcem pájecích vln jsou uvedeny časy na údržbu jednotlivých dílů vlny. Po zkušenostech údržbářů a vedoucích pracovníků tyto uvedené časy nebudeme brát v úvahu a budeme pracovat pouze s časy naměřenými při každodenním snímkování jednotlivých vln.

## **7.2 Jednotlivé části pájecích vln**

### **7.2.1 Dopravník**

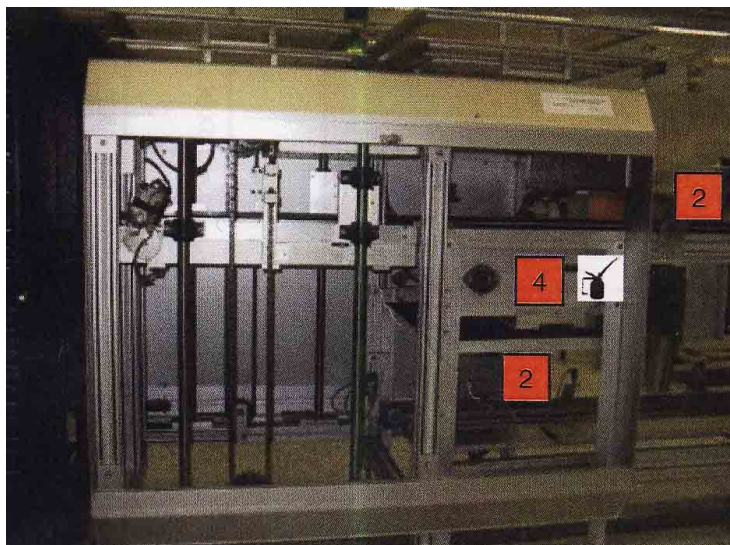
Operátorky manuálně vkládají téměř hotové výrobky do tzv. masek umístěných v rámech, které se pomocí dopravníku přemísťují do pájecích vln. Výrobky jsou pevně umístěny v masce a rámu po celou dobu činnosti pájecí vlny. Jsou tedy pravidelně opotřebovány a znečištěny. Druhý pracovník údržby sbírá použité masky a rámy a přemísťuje je do myčky společně s dalšími díly vlny. Mezi externí činnost údržby dopravníku jsme určili čištění samotného pásu a prostoru pod dopravníkem. Tyto části mohou být bez omezení čištěny již při startování a zahřívání vlny. O dopravník se samostatně stará pracovník č. 2. Během snímkování vznikali situace, kdy druhý pracovník očistil polovinu dopravníku, poté na delší dobu opustil pracoviště. Neinformovaný první pracovník začal v domění čistit celý dopravník opět od začátku. Tudíž se stanovily přesné normy kdo a kdy bude údržbu dopravníku vykonávat. Samotná údržba dopravníku není náročná a při dobré organizaci nezabere více než 20 minut práce.



*Obrázek 5: Dopravník před pájecí vlnou (interní zdroj)*

### **7.2.2 Výtah**

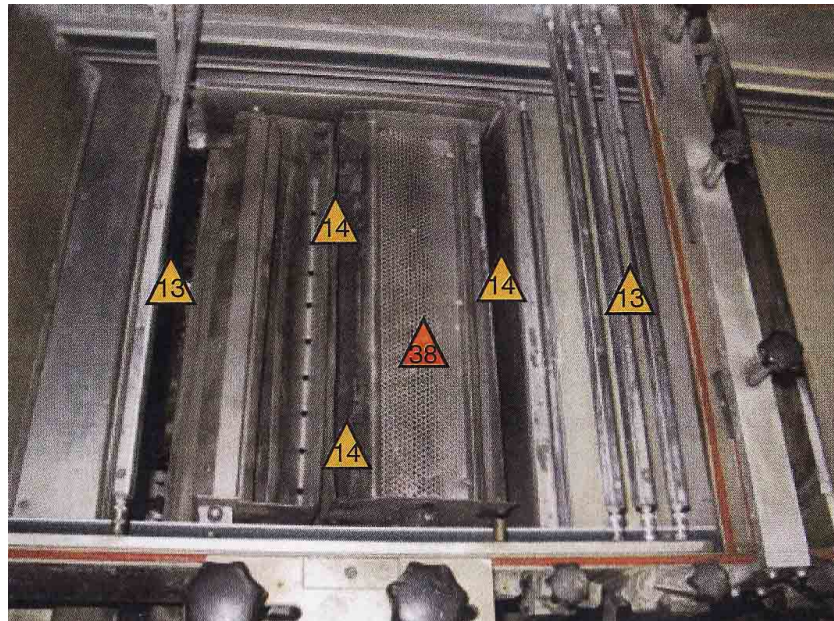
Na samotném konci pájecího procesu je zařízení zvané "Výtah". Výtah vrací hotové výrobky, které jsou řádně zapájeny, zpět k operátorkám, které vykonávají další potřebné činnosti k uzavření výrobního procesu. Jelikož je výtah umístěn hned za pájecí vlnou, odpadávají z výrobků kusy ještě stále tekutého cínu přímo do výtahu, kde tuhnou. Udržovat výtah není činnost nijak složitá či zdlouhavá a není ani nutné ji provádět každý týden. Samotné části odpadlého cínu nemají vliv na jeho funkčnost, a tak údržba výtahu je spíše z estetického hlediska. Čištění se provádí vysavačem a speciálním čistícím prostředkem naneseným na látku. Údržba výtahu se opět dá provozovat při zahřívání vlny a je společně s údržbou dopravníku řazen mezi externí činnosti.



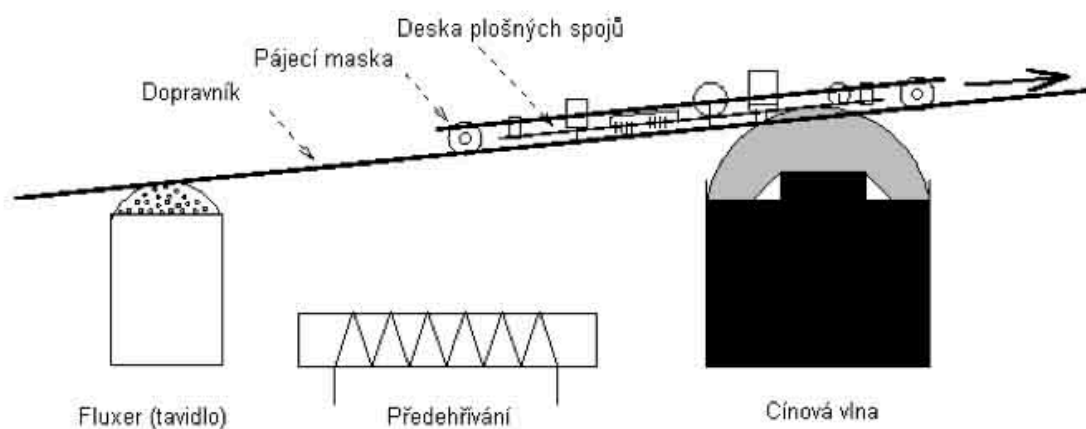
Obrázek 6: Výtah na konci pájecí vlny (interní zdroj)

### 7.2.3 Pájecí vlna

Pájecí vlna je složité zařízení složené z několika částí. Ještě před samotným snímkováním jsem si vlnu rozdělil na šest částí, podle šesti oken, které ji jednotlivě kryjí. Nejdůležitější části, nejvíce vyžadující údržbu, byly části 4 a 5. Ve čtvrté části se nachází předehřev. Již samotný název napovídá, k čemu předehřev slouží. Polotovary jsou zde předehřívány na potřebnou teplotu před samotným zapájením kontaktů. Pátá část vlny je tzv. cínová lázeň. Nejdůležitější a nejsložitější část vlny obsahuje cínovou lázeň, zásobníky cínu, tepelné komíny, které udržují cín v kapalné formě, a v neposlední řadě trysky sloužící k zapájení kontaktů. Úzké trysky jsou velmi náchylné na zanesení. Jejich čištění je složité a spotřebuje zbytečně moc času. Právě spotřeba času nás vedla k zaměření se na čištění těchto částí. Jelikož jsou tyto trysky použity i u dalších třech pájecích vln, bylo by velmi vhodné duplikovat jednu soustavu trysek, a tak jejich čištění převést na externí činnost. Trysky jsou složeny z několika plechových částí svařených k sobě, tudíž ani výroba takového dílu by nevyžadovala vynaložení velkých financí. Skupinu trysek ukazuje obr..



Obrázek 7: Skupina pájecích trysek (interní zdroj)



Obrázek 8: Schéma pájecí vlny (interní zdroj)

Pájecí vlna WAV 9 se od ostatních vln liší jak zpracováním a funkcí, tak i dopravním a pájecím systémem. Gumové dopravníkové pásy v ostatních vlnách jsou nahrazeny konstrukcí se souborem koleček. Ta se vymontuje a čistí v myčce.

Cínová lázeň je mimo jiné složena z kovového rámu a dalších částí, velmi složitých na demontování, čištění a opětné zkompletování. Duplikace těchto částí by údržbu velmi urychlila. Problémem je využitelnost a finanční stránka věci. WAV 9 je jediná, kterou společnost používá. Zduplikované části tedy může použít opět jen u této konkrétní pájecí

vlny. Rozhodnutí, zda jednotlivé části WAV 9 zduplikovat, bude záležet na finančních možnostech a potřebě vedoucích pracovníků ušetřit co nejvíce času.

### 7.3 Analýza jednotlivých kroků při týdenní údržbě pájecích vln - současný stav

#### 1. krok: Příprava pomůcek a pracoviště v okolí vlny

*Tabulka 1: Předúdržbové činnosti (vlastní zpracování)*

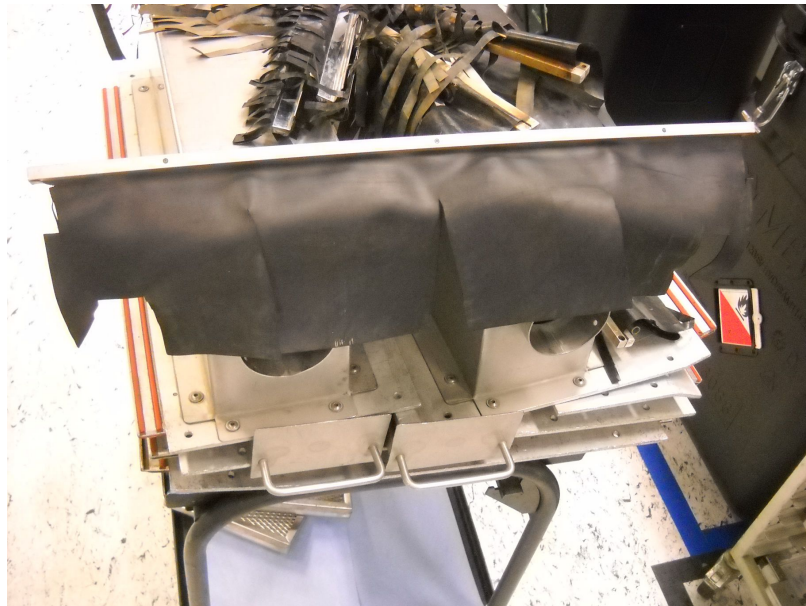
Předúdržbové činnosti	Spotřeba času
Konzultace s TP	0:10
Nachystání pomůcek, nářadí	0:10
Vypínání pájecí vlny, otevírání krytů	0:03
Ohraničení pracoviště	0:03
celkem:	0:26

Ze snímkování vyplývají nutné činnosti, bez kterých se pravděpodobně žádný začínající pracovní den neobejde. Konzultace s vedoucími pracovníky, domluva na postupu, vyřešení nenadálých situací atd. Konzultace by měli být přítomni hlavně dva stabilní údržbáři konkrétního dne a pájecí vlny. Během minulého systému údržby byli přítomni 2 až 4 údržbáři, kteří se neřízeně během dne doplňovali na údržbě vlny. Vznikalo tak mnoho zbytečných činností dělaných víckrát po sobě. Plýtvání, jak materiálem, tak časem zapříčinilo údržbu značně neefektivní. Nový systém se bude řídit jízdními řády, které popíšu v další kapitole, za přítomnosti dvou stálých údržbářů.

#### 2. krok: Předúdržbové činnosti, demontáž dílů a jejich čištění

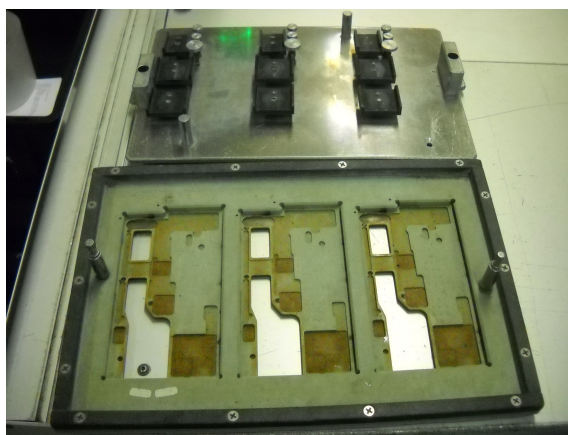
Předúdržbové činnosti obsahují hlavně demontáž odnímatelných dílů vlny, které jsou následně převezeny a čištěny v myčce zvláštním pracovníkem. Aby se tomuto pracovníkovi nehromadily díly z celé výrobní haly čekající na čištění, je zde stanoven přesný rozvrh kdy a kdo bude dovážet díly na očištění. Údržba pájecích vln musí své znečištěné části dovést do myčky do 7 hodiny ráno. Proto se jako první činnost musí vykonat demontáž zmíněných dílů. Na pájecí vlně WAV 9, se do myčky dováží i dopravní pásy z vlny. Jejich čištění je celkem náročné a vyžaduje čas. Pracovník myčky tyto pásy

čistí během svých dalších činností téměř celé dopoledne. Na údržbáře tato doba nemá žádný vliv, protože potřebují nejprve vyčistit celou vlnu a pak až namontovat čisté pásy.



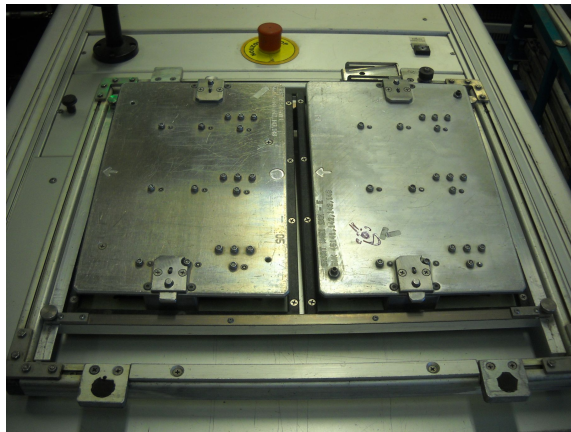
*Obrázek 9: Vozík na odklad nářadí a dílů vlny (vlastní zdroj)*

První pracovník vybírá rámy a masky z dopravníku a dále díly z první poloviny pájecí vlny. Druhý pracovník ve stejnou dobu demontuje gumové přepážky, trysky a kladky z druhé části vlny. Transport přepravních vozíků do myčky obstarává zatím buď jeden, nebo oba údržbáři.

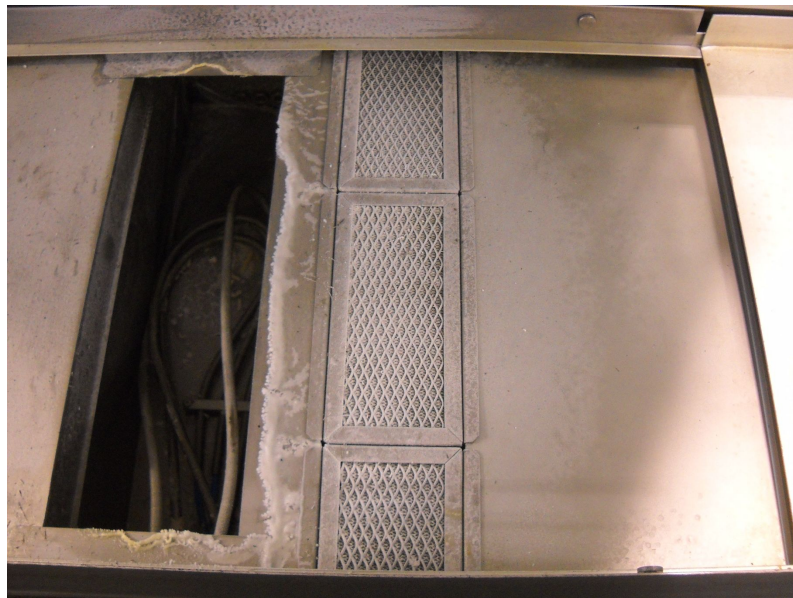


*Obrázek 10: Masky (vlastní zdroj)*





Obrázek 11: Rámy (vlastní zdroj)

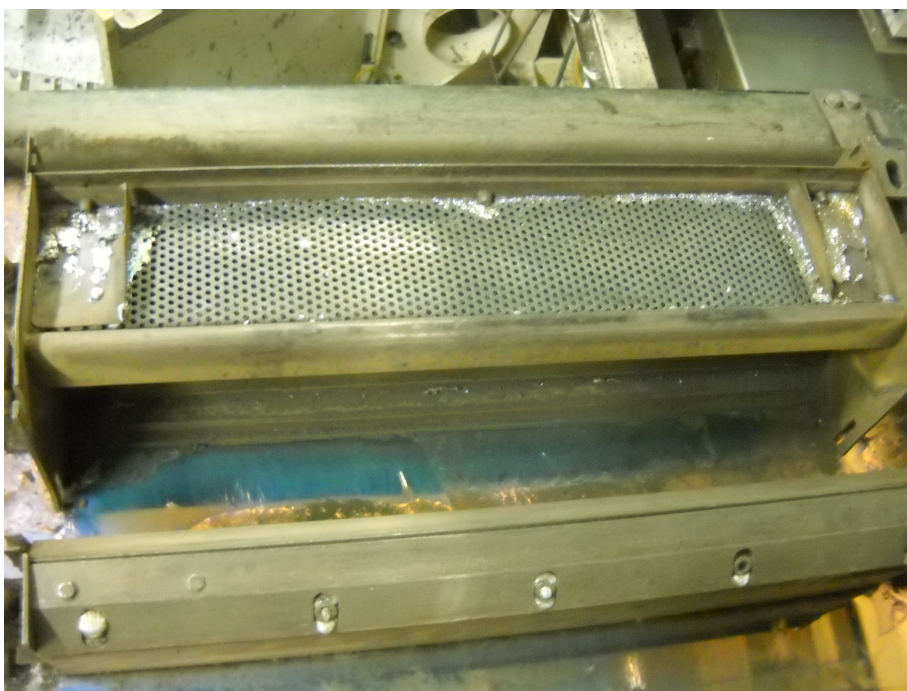


Obrázek 12: Místo uložení fluxeru (po týdnu každodenního provozu je značně znečištěno)  
(vlastní zdroj)

Tabulka 2: Čištění lázně a okolí (vlastní zpracování)

Čištění lázně a okolí	Spotřeba času
Snížení lázně do udržovací polohy	0:07
Vybírání nečistot z lázně	0:15
Čištění pájecích komínů	0:05
Doplnění cínu do zásobníku	0:01
Vytažení lázně do pracovní polohy	0:07
celkem:	0:35

Druhý pracovník následně demontuje z přední části pájecí vlny tzv. fluxer. Jde o zařízení sloužící pro tavení olova. Bývá velmi silně znečištěno a jeho čištění probíhá opět v myčce. Po transportu všech dílů do myčky následuje samotné čištění vlny. Tu mají pracovníci rozdělenou na polovinu, přičemž nejvíce času trvá čištění cínové lázně, kterou provádí první pracovník. Zde vzniká nejvíce problémů v podobě zaseknutých či zanesených trysek.



*Obrázek 13: Trysky a mřížka (vlastní zdroj)*

Při čištění používají pracovníci stanovený čistící prostředek, speciální látkové utěrky, vysavač a smirkový papír. Samozřejmostí jsou pracovní rukavice, které si udržbáři průběžně vyměňují za nové.

Další důležitou činností je samotné čištění cínové lázně. V lázni se usazuje ztvrdlý cín, který ji velmi zanáší. Rizikovou činností je vybírání těchto usazenin speciální naběračkou. Tato činnost je jednou z mála činností, které během údržby urychlit ani omezit nelze.



Obrázek 14: Cínová lázeň (vlastní zdroj)

### 3. krok: Čištění cínové lázně a kompletace dílů

Ve třetí sérii činností během pracovní doby, je celková kompletace dílů cínové lázně, pájecí vlny a dopravníku. Bez pořádného jízdního řádu vykonávali pracovníci kompletaci zpřeházeně tak, jak jim jednotlivý díl přišel vhod. To má za následek neefektivní využití času, kdy byl např. zkompletován dopravník, ale vlna pořád stála, protože díly lázně nebyly ještě namontovány. Takový postup vytvářel i půl hodinu času navíc, kdy se již vlna mohla dávno zahřívat a připravovat na samotný proces.

V této části vznikalo nejvíce prodlev, proto se na ni v další kapitole podrobně zaměřím a zefektivním pracovní čas.

### 4. krok: Startování a zahřívání vlny

Ve čtvrté, poslední fázi údržbového dne jsou zahrnuty všechny externí činnosti, které se konají již během startování a zahřívání vlny. Díky času ušetřenému na samotné údržbě, již není tak důležité jak dlouho budou tyto činnosti pracovníci vykonávat. Patří sem především úklid pracoviště a příprava pracovních pomůcek na další den. Vzhledem ke každodenní přípravě pomůcek, kdy je již vlna mimo provoz, se předpřípravou z předešlého dne ušetří další čas.

Tabulka 3: Dokončovací činnosti (vlastní zpracování)

Činnost	Spotřeba času
Uklízení materiálu, pomůcek	0:10
Úklid přístrojové desky	0:08
Údržba dopravníku a jeho okolí	0:15
Ukládání masek a ráků na pracoviště	0:20
Úklid pracoviště	0:20
Vysávání výtahů	0:10
celkem:	1:23

#### 7.4 Shrnutí současného stavu údržby na pájecích vlnách

Snímkování provádění údržby během celého pracovního dne již během prvního měření poukázalo na značné nedostatky. Údržbáři pájecích vln provádějí stanovené činnosti již několik let v každodenních rutinních cyklech, a jelikož téměř nemají žádný dohled, vytvořili takové pracovní podmínky a postupy, které vyhovují spíše jim samotným, než aby přidávali hodnotu společnosti. Směna zde trvá od 6.00 do 14.00 a tento čas plně využili na vykonání údržby. Jelikož zde nejsou vymezeny činnosti, které by měli dělat po skončení údržby, snaží se stanovený čas vyplnit celou údržbou bez ohledu na efektivnost. Postup pracovních činností se řídí spíše ostatními pracovníky (viz. pracovník myčky, který potřebuje mít díly vlny doručené do určité hodiny).

Pomůcky na vykonání údržby si pracovníci údržby často půjčují od ostatních pracovníků a ti zase zpátky od údržbářů. Vzniká tak zbytečně vynaložený čas na dohledání daného nástroje. V případě vln WAV 5 a WAV 9, které jsou umístěny přesně na protější straně výrobní haly, vznikají dlouhé prodlevy samotnou chůzí pro nářadí a další pomůcky. Vozík na který si ráno pracovníci nakládají potřebné nástroje sdílí společně s pracovníky úklidu výrobní haly. Ty jej sice používají v jinou dobu, ale každodenní chystání a uklízení nářadí znamená případné zapomenutí konkrétního nástroje, pro který pracovník musí během práce dojít.

Posledním větším nedostatkem byl zjištěn nesoulad pracovníků během pracovní doby. Několikrát za den pracovali na vlně až tři pracovníci, přičemž o hodinu později čistil vlnu jen jeden z nich. Tento problém se vyřeší určením stabilních dvou údržbářů, kteří budou vykonávat během vypnutí vlny jen činnosti, stanovené v navrhovaném jízdním řádu.

Na druhou stranu jsou pracovníci údržby vyškolení a zkušení údržbáři, kteří svou práci odvádí v maximální kvalitě a pracovním nasazení. Pokud přijmou a uplatní navrhované

změny, budou moci vykonávat údržbu sice ve stejné kvalitě, ale při spotřebě poloviny času.

V další části mé práce se zaměřím na odstranění plýtvání a podrobného vyčlenění úzkých míst. Dále, s ohledem na názory pracovníků, převedeme interní činnosti na externí. Začleněním pracovníků předejdeme následným konfliktům při uvedení jízdnicích řádů do pracovního procesu. Abychom dosáhli požadovaných cílů, využijeme SMED metodu průmyslového inženýrství, jež napomůže k vytvoření zmíněných jízdnicích řádů týdenní údržby na pájecích vlnách.

## **8 PROJEKT ZAVEDENÍ A VYUŽITÍ METODY SMED PŘI ÚDRŽBĚ PÁJECÍCH ZAŘÍZENÍ**

Projekt využívající metodu průmyslového inženýrství SMED je vytvářen hlavně za účelem regulace a snížení doby týdenní údržby, potřebné na pájecích vlnách. Z důvodu výskytu úzkých míst a následného plýtvání časem, byla vybrána taková metoda a postup, jež radikálně nejen omezí dobu údržby, ale celkově tuto činnost zefektivní. Jak již bylo popsáno v teoretické části o metodě SMED, budeme využívat všechny její postupy a součásti, abychom dosáhli co nejlepších výsledků. Samozřejmostí je průběžná konzultace a kontrola zaváděných regulí. Nejprve se zaměříme na klíčové postupy, které později doplníme o detailnější rozpracování navrhovaných změn. Základní podmínkou tvorby projektu je tedy snížení času údržby téměř na polovinu nynější hodnoty.

### **8.1 Představení projektu**

#### **Název projektu**

Zavedení metody SMED při údržbě pájecích zařízení a následná optimalizace výrobního pracoviště.

#### **Požadavky projektu**

Regulace pracovní doby týdenní údržby na jednotlivých pájecích vlnách. Vytvoření podmínek zabezpečující plynulý a rychlý chod údržbových činností, zajištění prostředků a materiálu pro činnosti pracovníků údržby.

#### **Hlavní cíl projektu**

Průmysloví inženýři se při průběžném sledování výrobního procesu zaměřili na činnost údržby, která organizaci nepřidá žádnou hodnotu při výrobě nových výrobků, ale absence údržby při využívání aktuálních zařízení nepřichází v úvahu. Zefektivnění činnosti údržby,

prodloužení výrobního času pájecích zařízení a optimalizace pracoviště jsou tedy hlavními cíly projektu.

### **Kritéria pro úspěšné zavedení projektu**

- získání kvalitních informací během snímkování činností pracovníků,
- porovnání prováděných činností s podnikovou normou na údržbu pájecích vln,
- spolupráce s pracovníky údržby a postupné zaškolení a pochopení nového systému,
- vytvoření vhodných pracovních podmínek na vykonání údržby,
- kontrola dodržování stanovených norem a jízdních řádů, kontrola provedení údržby ve stanoveném čase v požadované kvalitě.

### **Rozpočet projektu**

Finančně není projekt náročný, jelikož vše řeší pracovníci a zaměstnanci organizace během pracovní doby. Navrhované změny nevyžadují výrazné změny v užívání pracovních pomůcek, nástrojů a nářadí. Pokud se pracovníci údržby dohodnou společně s řídicími pracovníky na duplikaci jednotlivých částí vlny, bude tvorba takových kopií nejdražší položkou celého projektu.

### **Postup při realizaci projektu**

Zavedení metody a nastavení nových pracovních postupů a podmínek není záležitostí týdnů, ale správné zavedení a účinnost projektu vyžaduje i měsíce plánování a realizace. Náš konkrétní projekt začal v listopadu, kdy ze všeho nejdříve jsme snímkovali běžným způsobem pracovní dny pracovníků při údržbách pájecích vln. Z důvodu co nejpřesnějších výsledků se měření provádělo několikrát na jednotlivých pájecích vlnách.

Během snímkování vznikaly podněty na řešení problémů, jenž byly zaznamenány. Ty se týkaly především nedostatečného pracovního vybavení, personálního zabezpečení či neorganizace pracovního postupu. Po dvouměsíčním měření, kdy každá z pájecích vlny byla alespoň třikrát nasnímována a změřena, se výsledky měření vyhodnotily a usměrnily do jednoho snímku pro každou pájecí vlnu zvlášť (viz. tabulky v následující kapitole).

Tvorba jízdnicích řádů probíhala společně s vedoucími pracovníky průmyslového inženýrství, i s pracovníky údržby. Vytvořit hned na první pokus ucelený soubor desítek činností, konaných během směny, je prakticky nemožné. Jízdnicí řády se tudíž budou postupně optimalizovat během jejich používání. Na jízdnicí řády navazuje optimalizace pracoviště. Ty jsou nově navrženy tak, aby co nejvíce umožňovali volný a plynulý pohyb a práci pracovníků a neomezovali nijak jejich činnost.

Během tvorby jízdnicích řádů se již zadala zakázka na duplikování plechových částí jednotlivých pájecích vln. Další náměty na zlepšení a zrychlení údržby se vytvářely simultálně s ostatními činnostmi.

Posledním navrhovaným krokem k celkové realizaci zlepšení, byla tvorba rozvrhu práce dvou údržbářů, kteří budou 100% pracovní doby přítomni v okolí pájecí vlny a budou se podílet na její údržbě. Ve firmě pracuje 6 vyškolených údržbářů pájecích vln, kteří se budou postupně střídat.

Po detailním prozkoumání a vyzkoušení navrhovaných změn, jsme oficiálně vydali a zavedli jízdnicí řády údržby pájecích zařízení při výrobním procesu a následně probíhala jejich kontrola dodržování. Viz. příloha.

### **Časový harmonogram projektu**

Vedoucí pracovníci vyšli vstříc mému časovému harmonogramu diplomové práce a společně jsme určili dobu třech měsíců, během kterých budou probíhat veškeré činnosti od prvních snímků pracovních dnů, až po odevzdání a prezentování nasbíraných dat a návrhů na zlepšení procesu údržby pájecích zařízení.

## **8.2 Návrh zavedení metody SMED na pájecích zařízeních WAV**

Na základě přípravných činností a vytvoření snímků údržby pájecích vln, budeme dále zpracovávat výsledky. Jak již bylo zmíněno dříve, rozdělíme si pájecí vlny do dvou skupin, podle své strojní podobnosti. V první skupině budou vlny označující se jako WAV 5, 6, 7 a v druhé skupině bude samotná vlna WAV 9.



### 8.3 Aplikace metody SMED v první skupině pájecích vln (WAV 5, 6, 7)

#### Rozdělení a převedení interních činností na činnosti externí

Prvním postupem, který jednoduše vyčteme ze snímků pracovních činností, bude vyhledání činností, které by bylo možné vykonat až po vyčištění a nastartování vlny. Tedy vyhledání externích činností vykonávaných během odstavení zařízení. Jedná se o práci v okolí pájecích vln, na dopravním systému, u výtahů na konci pájecího procesu atd.

Zaměříme se nyní na tabulku č. 4. Zeleně jsou označeny ty činnosti, které jsou konány během odstavení pájecí vlny, ale mohly by být vykonány i během jejího chodu. Výsledný čas na konci tabulky je součtem těchto činností, kterými snížíme čas potřebný na interní údržbu zařízení.

Dalším krokem, který při pohledu na snímky můžeme určit, je označení plýtvání a vykonávání činností, nepřinášející procesu žádný užitek, či přidanou hodnotu. Takové činnosti a jejich časy jsou v tabulce označeny červenou barvou. Naměřené údaje těchto úkonů se budeme snažit absolutně eliminovat a odstranit.

Pokud se zaměříme na naměřené časy čištění jednotlivých plechových dílů vlny, jako např. plechové mřížky lázně, zjistíme kolik času údržbářům trvá čištění duplikovatelných částí vlny. Jestliže se tedy s vedoucími pracovníky dohodneme na případné investici do duplikace těchto dílů, bude to znamenat opět úplné odstranění spotřeby času vynakládaného na údržbu. Takové díly jsme označili modrou barvou. V tabulce představují hodnoty H a R pracovníky, jenž se na údržbě podíleli.

Zmíněné tři varianty regulace času metodou SMED jsou prvním a nejčastějším postupem.

Tabulka 4: Snímek pracovního dne pájecích vln WAV 5, 6, 7 (vlastní zpracování)

#	od	do	čas	Činnost	K	P
1	6:06	6:14	0:08	Nachystání nářadí a pomůcek na vozík	3	H
2	6:14	6:15	0:01	Vypínání vlny, otevírání krytů	4	H
3	6:15	6:18	0:03	Chůze pro schody	3	H
4	6:18	6:19	0:01	Oddělování oken od vlny	4	H
5	6:19	6:24	0:05	Mimo vlnu	3	H
6	6:24	6:42	0:18	Sbírání plechů z vlny	4	H
7	6:22	6:37	0:15	Sbírání masek, rámů (pracovník z noční směny, prac. z myčky)	3	R
8	6:37	6:38	0:01	Sbírání plechů z vlny	4	R
9	6:38	6:40	0:02	Demontáž fluxeru	4	R
10	6:40	6:42	0:02	Manipulace s fluxerem	4	R
11	6:42	6:45	0:03	Sbírání gumových clon	4	H
12	6:42	6:49	0:07	Vyjmutí fluxeru	4	R

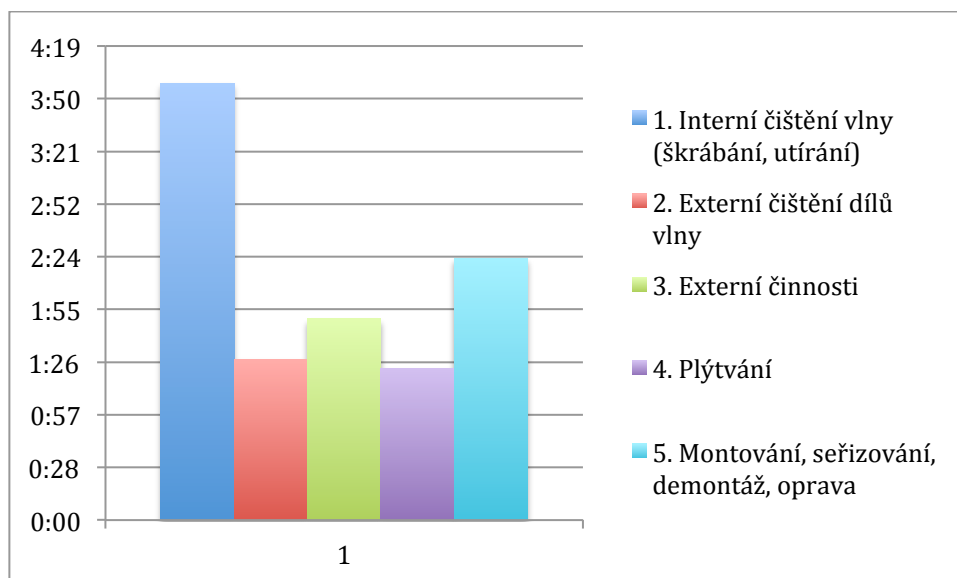
13	6:45	6:48	0:03	Demontáž vzduchových trysek	4	H
14	6:48	6:49	0:01	Škrábání 4. části vlny	1	H
15	6:49	6:50	0:01	Vydělání klapek ze 4. části vlny	4	H
16	6:49	6:52	0:03	Demontáž kalpek z vlny	4	R
17	6:50	6:56	0:06	Vybírání cínu z lázně	1	H
18	6:52	6:56	0:04	Demontáž pásů z 1.,2.,3. části vlny	4	R
19	6:56	6:57	0:01	Uzavření vlny	3	H
20	6:56	6:58	0:02	Uzavření vlny	3	R
21	6:57	6:58	0:01	Vytahování cínu ze zásobníků	3	H
22	6:58	7:00	0:02	Snižování lázně	4	H
23	6:58	7:03	0:05	Vytažení filtrů ze sání	4	R
24	7:00	7:06	0:06	Škrábání komínů	1	H
25	7:03	7:05	0:02	Příprava čistících prostředků	3	R
26	7:05	7:09	0:04	Oddělování oken od vlny	4	R
27	7:06	7:09	0:03	Demontáž pásů z 4.,5.,6. části vlny	4	H
28	7:09	7:13	0:04	Postřik a čištění 1.,2.,3. části vlny	1	R
29	7:09	7:10	0:01	Vložení plechu pod komíny	4	H
30	7:10	7:21	0:11	Škrábání 4. části vlny	1	H
31	7:13	7:21	0:08	Čištění koleček u pásů	2	R
32	7:21	7:45	0:24	Čištění 1.,2.,3. dílu vlny	1	R
33	7:21	7:24	0:03	Čištění koleček u pásů	2	H
34	7:24	7:34	0:10	Čištění 4.,5.,6. dílu vlny	1	H
35	7:34	7:40	0:06	Smirkování cínu nad lázní	1	H
36	7:40	7:41	0:01	Škrábání cínu nad lázní	1	H
37	7:41	7:44	0:03	Vydělání plechových nádob nad lázní	4	H
38	7:44	7:52	0:08	Škrábání cínu nad lázní	1	H
39	7:45	7:53	0:08	Mimo vlnu	3	R
40	7:53	8:00	0:07	Čištění 1.,2.,3. dílu vlny	1	R
41	7:52	7:56	0:04	Chůze pro čistící prostředky	3	H
42	7:56	8:10	0:14	Čištění 4.,5.,6. dílu vlny	1	H
43	8:00	8:12	0:12	Čištění oken	2	R
44	8:10	8:30	0:20	Konzultace	3	H
45	8:12	8:17	0:05	Mimo vlnu	3	R
46	8:17	8:34	0:17	Čištění rámu pod dopravníkem	3	R
47	8:30	8:47	0:17	Smirkování 4. části vlny	1	H
48	8:34	8:53	0:19	Čištění pod 1. a 2. částí vlny	3	R
49	8:47	8:50	0:03	Vysávání 4. části vlny	1	H
50	8:50	8:54	0:04	Čištění a postřik 4. a 5. části vlny	1	H
51	8:53	9:01	0:08	Rozmístění rámu a masek	3	R
52	8:54	8:56	0:02	Čištění 6. části vlny	1	H
53	8:56	9:00	0:04	Mimo vlnu, doplňování CF	3	H
54	9:00	9:09	0:09	Čištění 6. části vlny	1	H
55	9:01	9:09	0:08	Do myčky pro pásy	3	R
56	9:09	9:26	0:17	Kompletace fluxeru	4	R
57	9:09	9:49	0:40	Mimo vlnu	3	H
58	9:26	9:28	0:02	Umístění fluxeru	4	R
59	9:28	9:32	0:04	Vyčištění šuplíku z 1. části a jeho čištění okolí	2	R
60	9:32	9:34	0:02	Čištění pod vlnou 1. a 2. části	3	R
61	9:34	9:39	0:05	Nasazování pásů	4	R
62	9:39	9:44	0:05	Sklad	3	R
63	9:44	10:00	0:16	Nasazování pásů	4	R
64	9:49	9:52	0:03	Vkládání plechů do 6. části	4	H
65	9:52	10:00	0:08	Čištění 6. části	1	H
66	10:00	10:30	0:30	Přestávka		
67	10:30	10:40	0:10	Vložení klapek, čištění dopravníku před vlnou	4	R

68	10:35	10:43	0:08	Čištění 6. části	1	H
69	10:40	10:42	0:02	V myčce pro klapky a další plechové části	3	R
70	10:42	11:03	0:21	Ukládání masek a rámu	3	R
71	10:43	10:50	0:07	Čištění 5. části vlny	1	H
72	10:50	11:05	0:15	Nasazování pásů	4	H
73	11:03	11:07	0:04	Nasazování filtrů na motory	4	R
74	11:05	11:09	0:04	Instalace klapek a gumových zástěrek	4	H
75	11:07	11:10	0:03	Práce s rámy a maskami	3	R
76	11:09	11:10	0:01	Chůze pro rukavice	3	H
77	11:10	11:35	0:25	Čištění a škrábání dílů lázně	2	H
78	11:10	11:15	0:05	Vysávání výtahů	3	R
79	11:15	11:18	0:03	Čištění dopravníku	3	R
80	11:18	11:30	0:12	Vložení vzduchových filtrů	4	R
81	11:30	11:40	0:10	Konzultace	3	R
82	11:35	11:40	0:05	Čištění komínů	1	H
83	11:40	11:50	0:10	Vkládání trysek a plechových částí	4	H
84	11:59			Startování vlny		

Pro větší přehled se zaměříme na tabulku č. 5. Zde jsou vyčleněny hlavní údržbové činnosti, které se opakovaně provádí.. Jedná se tedy o interní a externí činnosti, prostoje a plýtvání, vykonávání činností nepřidávající hodnotu, nebo časy vynaložené na údržbě duplikovatelných částí.

*Tabulka 5: Hlavní činnosti údržby během pracovního dne u pájecích vln WAV 5, 6, 7 (vlastní zpracování)*

Činnost	Spotřeba času
1. Interní čištění vlny (škrábání, utírání)	2:41
2. Externí čištění dílů vlny	0:52
3. Externí činnosti	1:58
4. Plýtvání	1:44
5. Montáž, seřizování, demontáž, oprava	2:42
celkem:	9:57



Graf 1: Graf hlavních údržbových činností konaných na pájecích vlnách WAV 5, 6, 7 (vlastní zpracování)

### 8.3.1 Kroky metody SMED k regulaci potřebného času

#### 1. krok - Eliminace, nebo úplné odstranění činností nepřidávající hodnotu

Nejprve se tedy zaměříme na činnosti, které jsou zbytečné, neposunují či nezrychlují údržbový proces a omezují pracovníky. Při tvorbě rozvrhu údržby a určení času jednotlivých činností je důležité myslet i na možnost jednoduchosti práce a případné nesoustředěnosti pracovníků. I podle nasnímaných hodnot lze vyčíst, že prostoje a plýtvání časem bylo většinou zaznamenáno během jednoduchých činností, jako postřik a čištění vnitřní části vlny. Je tedy nutné určit kompromis, kdy pracovníkům snížíme čas na provedení úkonu tak, aby jej běžnou rychlostí stihli vykonat a přitom neměli čas zabývat se i jinými problémy. Hlavní plýtvání a prostoje jsou vypsány v tabulce

Tabulka 6: Druhy plýtvání (vlastní zpracování)

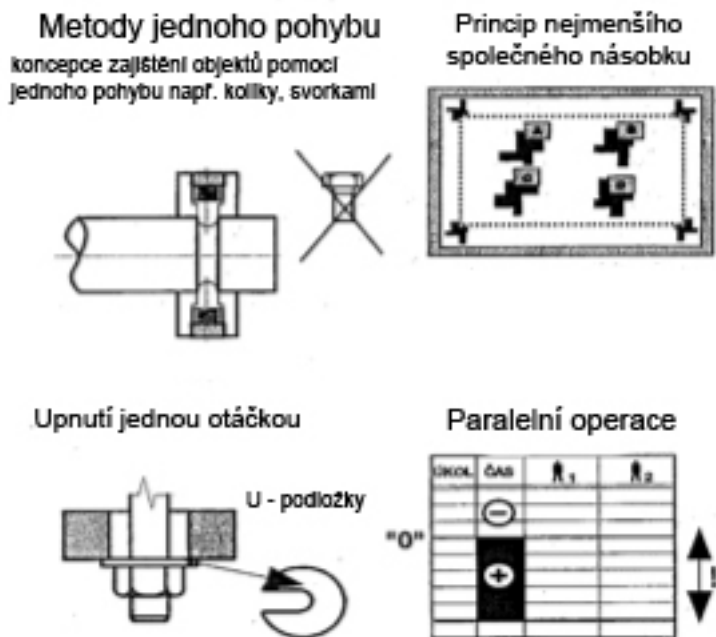
Druhy plýtvání	Spotřeba času
Chůze	0:21
Nepřítomnost	1:00
celkem:	1:21

**2. krok - Převedení interních činností na externí**

Jak jsem již zmiňoval dříve, převedení interních činností na činnosti poudržbové, externí činnosti je základní strategií při zavádění metody SMED. Mezi nejčastěji opakované činnosti patří čištění dopravníku, čištění prostoru pod pájecí vlnou, nebo čištění výtahů. Tyto všechny činnosti se můžou vykonat během opětovného startování a zahřívání vlny a vyplnit tak čekací dobu na přípravu pájecí vlny. Vzhledem ke složitosti zařízení, kdy se podstatná zanesená část nutná k čištění nachází uvnitř vlny, je interních činností možných k převedení na externí vcelku málo. Během zavádění metody SMED se ale počítá každá ušetřená minuta údržby. Podobný scénář je i při duplikaci jednotlivých částí pájecí vlny, který je popsán v dalším kroku aplikace metody SMED.

Tabulka 7: Externí činnosti (vlastní zpracování)

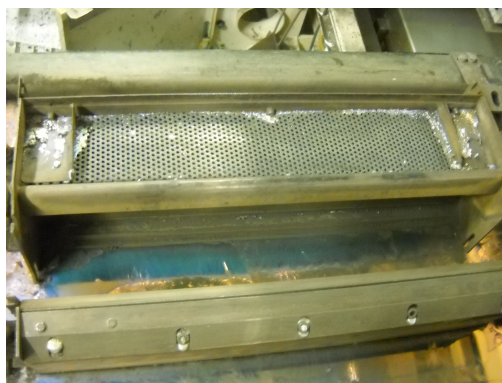
Externí činnosti	Čas na úkon
Příprava nářadí, pomůcek	0:05
Manipulace s pásoy	0:15
Práce v okolí dopravníku	0:20
Manipulace s maskami	0:24
Vysávání výtahů, čištění okolí	0:20
celkem:	1:24



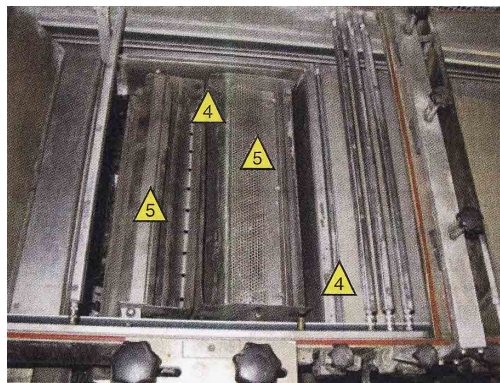
Obrázek 15: Prostředky pro převedení interních činností na externí (Tuček a Bobák, 2006)

### 3. krok - Duplikace částí pájecí vlny

Již po první nasnímané pracovní směně bylo zřejmé, že se pracovníci příliš dlouho zabývají čištěním cínem zanesených plechových mřížek a dílů (viz. obr). Naměřené hodnoty se během každého dne velmi odlišovaly. To bylo způsobené úrovní zanesení dílů v různě složitých místech. Více než údržbová norma, popisující jak řádně jednotlivé díly čistit, si údržbáři stanovili vlastní postup čištění a záleželo na jejich schopnostech a trpělivosti, jak rychle a kvalitně jednotlivý kus očistí. Proto se jednotlivé díly zduplikovali a byly čištěny až po nastartování vlny, kdy je času dostatek.



Obrázek 16: Mřížky (vlastní zdroj)



Obrázek 17: Plechové díly nad cínovou lázní (vlastní zdroj)

Tabulka 8: Duplikovatelné části (vlastní zpracování)

Duplikovatelné části	Čas na údržbu hod:min	Náročnost na duplikaci
Mřížka z pájecí oblasti	0:30	vysoká
Plechové části	0:25	střední
Plechové díly vlny	0:10	nízká
celkem:	1:05	

#### 4. krok - Jízdní řád

Po několika dnech snímkování údržby a po srovnání jednotlivých snímků pracovních dní jsme zjistili značné nesrovnalosti v postupu údržby. Základní forma a načasování údržby bylo samozřejmě stejné. Vypnutí vlny, odvoz dílů do myčky, čištění vlny, montování dílů zpět do vlny a spuštění vlny. Pokud se ovšem zaměříme na konkrétnější úkony zjistíme, že se velmi liší doba a použitý čas stejných dílů. Hlavně doba čištění totožného dílu, trvajícím jeden den 10 minut a další den 35 minut, je velmi zarážející. Stejně je důležité se zaměřit na pracovní pozice údržbářů. Největší efektivnost byla pozorována, když pracoval údržbář sám a soustředil se jen na svou činnost. V jízdních řádech jsme tedy dbali na průměrnou potřebnou dobu činnosti jednotlivých úkolů a na efektivní rozmístění pracovníků během směny.

#### 5. krok - Návrh a výroba nových pomůcek a nářadí k rychlejší a plynulejší pracovní činnosti

Jedná se především o odkládací a montážní vozíky, které budou vždy pracovníkům na blízku. Několikrát za směnu lze ze snímků vyčíst chůzi pro různé druhy nástrojů, čímž vznikají sice krátké, ale několikrát opakované prostoje a čekání. Navíc nynější způsob využívání vozíků nutí údržbáře vyklidit veškeré nářadí zpět do skříní a šuplíků, jelikož ty samé vozíky budou používat další pracovníci během noční směny. To znamená, že každé ráno se opět musí vozíky naložit potřebným nářadím, což je další zbytečné vynaložení času.



Obrázek 18: Vozík s nářadím a veškerým potřebným materiálem (vlastní zdroj)

## 6. krok - Určení dvou stabilních pracovníků na údržbu

Stabilně pracoval na vlně pouze jeden pracovník údržby, přičemž druhý pracovník se pohyboval po celé výrobní hale a řešil další úkoly. Tím samozřejmě nestíhal prvnímu pracovníkovi. Ten jej musel zastoupit a tudíž se zvýšila pracovní doba celé údržby. Proto byl vedoucím pracovníkům podán návrh na zajištění dvou stabilních údržbářů. Nové jízdní řády se tedy vytvořily pro dva stabilní pracovníky.

### 8.3.2 Složení pracovních skupin údržby na pájecích vlnách a hlavní činnosti pracovníků

Pracovník 1 je hlavním článkem údržby, podle kterého se určuje tempo práce a prováděné operace. Má na starosti hlavní část pájecí vlny, kterou je cínová lázeň. Údržba cínové lázně je časově velmi náročná. Minulý způsob údržby nekoordinoval práci dvou pracovníků, a tak při dlouhém čištění lázně prvním pracovníkem, druhý pracovník dělal jiné věci mimo vlnu. Ty pak souběžně dodělával až byla lázeň vyčištěna.

Pracovník 2 má ze začátku směny na starosti především včasný transport znečištěných dílů vlny a dopravníku do myčky. Poté se zabývá samotným čištěním pájecí vlny, přičemž doplňuje práci prvního pracovníka. I když nemá na starosti nejsložitější díly na údržbu, bývá většinou ten zkušenější z dvoučlenného týmu.

Popsali jsme tedy pracovní postup údržby, možnosti navrhované metody SMED a její aplikace do aktuálního výrobního procesu. To vše na pájecích vlnách WAV 5, 6, 7. Z



uvedených časů a dalších výsledků lze říci, že aplikace metody SMED byla prozatím úspěšná ve všech sledovaných procesech údržby a stanovený, poloviční čas určený na údržbu, byl dosažen. Dalším krokem je samozřejmě úplná aplikace nových metod a norem do výrobního procesu společně s průběžnou kontrolou skutečně naměřených hodnot.

V další kapitole praktické části se zaměříme na aplikaci metody SMED při údržbě pájecí vlny WAV 9, která se od již zmíněných částečně liší.

## 8.4 Aplikace metody SMED ve druhé skupině pájecích vln (WAV 9)

### Rozdělení a převedení interních činností na činnosti externí

Opět začneme jako v předcházejícím případě vyčleněním činností konaných během odstavení vlny, které by mohly být vykonány současně při pracující pájecí vlně. Jedná se tedy o převedení interních činností na činnosti externí. Vzhledem k tomu, že se nyní zabýváme pouze jedinou pájecí vlnou, nenalezneme zde tak markantní rozdíly jako v předchozí kapitole u několika vln. I tak se ale pokusíme dodržet stanovené cíle vedoucích pracovníků a snížíme současný čas údržby na požadovanou polovinu.

V následující tabulce opět vidíme nasnímané časy konkrétních činností. Zeleně jsou označeny ty činnosti, které lze převést na externí činnosti. Čili zabývat se jimi i během zahřívání vlny po jejím opětovném spuštění. Červeně se označilo plýtvání a vzniklé prostoje během snímkování údržby. Na konci tabulky, kde jsou sečteny časy vzniklé během plýtvání, vidíme zanedbatelnou hodnotu v řádu několika minut. Takové hodnoty by pro nás neměly moc význam. Pokud si připomeneme, že to jsou průměrné hodnoty skutečně naměřených časů, vyjde nám již vcelku podstatný časový údaj. Vzhledem k nestabilní a neřízené činnosti údržbářů je možné, že se takové výkyvy můžou častěji vyskytovat a nám tak vznikat další a delší prostoje.

Opět jsme se i v případě WAV 9 setkali s příliš dlouhým čištěním jednotlivých dílů vlny. Tudíž i v případě této pájecí vlny bude navrženo několik dílů k duplikaci pro lehčí a rychlejší údržbu. Uvedené hodnoty M a H znamenají opět rozdělení pracovníků.

Jednotlivé části zkonkretizují v následujících podkapitolách.

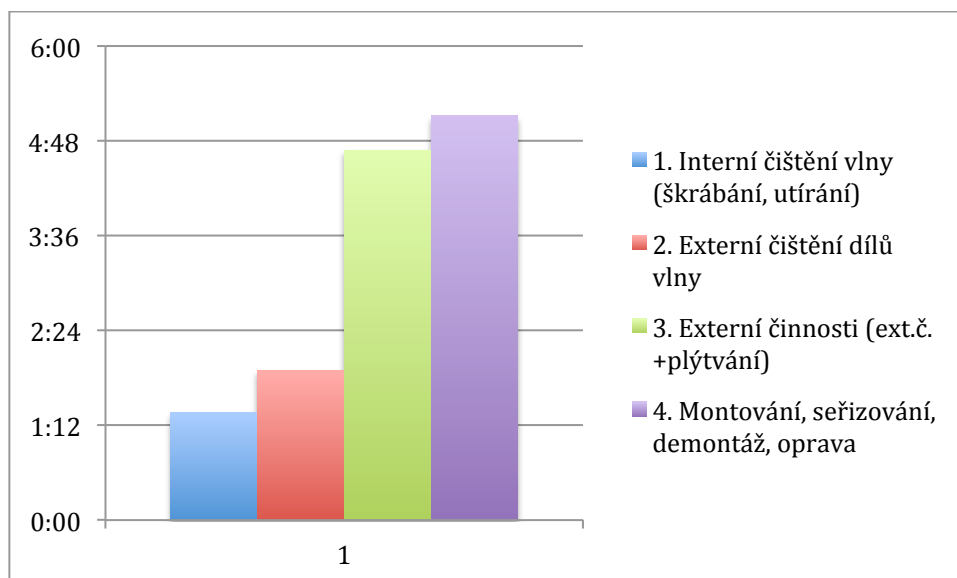
Tabulka 9: Snímek pracovního dne na pájecí vlně WAV 9 (vlastní zpracování)

#	od	do	Čas	Činnost, název spotřeby času	K	P
1	6:04	6:09	0:05	Příprava nářadí, pomůcek na vozík	3	M
2	6:09	6:10	0:01	vypínání vlny, otevírání krytů	4	M
3	6:10	6:11	0:01	Otevírání vlny	4	M
4	6:11	6:12	0:01	Chůze pro stoupací schod	3	M
5	6:12	6:13	0:01	Otevírání oken vlny	4	M
6	6:13	6:17	0:04	Chůze pro pásku na ohraničení pracoviště	3	M
7	6:16	6:25	0:09	Vytahování rámu a masek	3	H
8	6:17	6:18	0:01	Ohraničení pracoviště	3	M
9	6:18	6:19	0:01	Otevírání zadní části vlny	4	M
10	6:19	6:23	0:04	Vytahování zásobních cínů	4	M
11	6:23	6:26	0:03	Demontáž oken	4	M
12	6:25	6:30	0:05	Odvoz masek a rámu do myčky	3	H
13	6:26	6:30	0:04	Presouvání a vysunutí lázně	4	M
14	6:30	6:31	0:01	Demontáž prostředního okna nad lázní	4	M
15	6:30	6:33	0:03	Návrat k vlně, konzultace	3	H
16	6:31	6:38	0:07	Demontáž pevných a pohyblivých kladek	4	M
17	6:33	6:36	0:03	Odmontování mřížek fluxeru	4	H
18	6:36	6:39	0:03	Demontáž fluxeru	4	H
19	6:38	6:39	0:01	Vyjmутí koncových plechových krytů, odpojení hadice sání	4	M
20	6:39	6:40	0:01	Vyjmутí fluxeru	4	H
21	6:39	6:40	0:01	Vydělání dopravníků dusíkových trysek	4	M
22	6:40	6:41	0:01	Vyjmутí mřížky z pájecí trysky chip a delta	4	H
23	6:40	6:44	0:04	Demontáž gumových clon	4	M
24	6:41	6:43	0:02	Demontáž gumových clon, oddělení plech. Krytů	4	H
25	6:43	6:48	0:05	Transport trysek do lázně	4	H
26	6:44	6:48	0:04	Odšroubování šroubů z žebrování nad lázní	4	M
27	6:48	6:49	0:01	Demontáž žebrování	4	M
28	6:48	6:49	0:01	Chůze zpět k vlně	3	H
29	6:49	6:50	0:01	Demontáž žebrování u fluxeru	4	M
30	6:49	7:00	0:11	Postřik a čištění okolí fluxeru	3	H
31	6:50	6:55	0:05	Oddělení vzduchových filtrů motorů	3	M
32	6:55	6:59	0:04	Demontáž částí lázně	4	M
33	6:59	7:10	0:11	Chůze pro rukavice	3	M
34	7:00	7:03	0:03	Odmontování částí lázně	4	H
35	7:03	7:11	0:08	Odvoz částí lázně, mřížek do myčky	4	H
37	7:11	7:13	0:02	Uvolnění částí vlny	4	M
38	7:13	7:23	0:10	Demontáž pásů	4	M
39	7:15	7:23	0:08	Demontáž pásů	4	M
40	7:23	8:01	0:38	Mimo vlnu	3	H
42	7:27	7:32	0:05	Čištění částí lázně, odvezení na další očištění	1	M
43	7:32	8:08	0:36	Čištění krytu lázně, ucpané vzduchové trubky	2	M
44	8:01	8:21	0:20	Čištění okolí fluxeru	3	H
45	8:08	8:09	0:01	Umístění krytu na vozík	4	M
46	8:09	8:24	0:15	Čištění dalšího dílu lázně, popisování, vyškrobávání čísel do rámu	2	M
47	8:21	8:39	0:18	Čištění uvnitř vlny	1	H
48	8:24	8:28	0:04	Transport částí do myčky	4	M
49	8:28	8:35	0:07	Čištění dalších částí lázně	2	M
50	8:35	8:44	0:09	Vymontování dopravníků dusíkové trysky z lázně, čištění	2	M
51	8:39	9:01	0:22	Mimo vlnu	3	H
52	8:44	9:05	0:21	Vymontování druhého dopravníku dusíkové trysky, čištění	2	M
53	9:01	9:10	0:09	Vysávání vlny	1	H
54	9:10	9:30	0:20	Čištění vlny	1	H

55	9:05	9:14	0:09	Úklid	3	M
56	9:14	9:44	0:30	Čištění cínové lázně	1	M
57	9:44	10:00	0:16	Vložení plechových dílů zpět do lázně	4	M
58	10:00	10:39	0:39	Přestávka		
59	10:39	10:40	0:01	Dovezení vozíků z myčky	4	M
60	10:40	10:43	0:03	Chůze pro rukavice	3	M
61	10:43	11:08	0:25	Montování rámu dohromady, montování krycího plechu	4	M
62	10:45	11:00	0:15	Kompletace fluxeru	4	H
63	11:00	11:07	0:07	Ukládání fluxeru	4	H
64	11:07	11:25	0:18	Zapojování fluxeru	4	H
65	11:08	11:10	0:02	Dovezení masek z myčky	3	M
66	11:10	11:56	0:46	Montování rámu z lázně	4	M
67	11:25	11:32	0:07	Mytí oken	2	H
68	11:32	11:33	0:01	Přemístění masek k pásu, ukládání	3	H
69	11:33	11:52	0:19	Mytí oken	2	H
70	11:52	12:15	0:23	Vkládání masek a rámu na pracoviště	3	M
72	11:56	12:01	0:05	Vložení plechového čtverce do lázně	4	M
73	12:01	12:08	0:07	Namontování trysek do lázně	4	M
74	12:08	12:14	0:06	Vytahování lázně zpět do pracovní polohy	4	M
75	12:14	12:22	0:08	Přidělení filtrů na motory	3	M
76	12:15	12:23	0:08	Vkládání dopravníků	4	H
77	12:22	12:23	0:01	Chůze pro kladivo	3	M
78	12:23	12:26	0:03	Vkládání dopravníků	4	H
79	12:26	12:29	0:03	Kompletace plechových krytů na začátku a konci vlny	4	M
80	12:26	12:30	0:04	Promazání koleček dopravníků	4	H
81	12:29	12:31	0:02	Upevňování dopravníku	4	M
82	12:30	12:32	0:02	Vkládání plechů do fluxeru	4	H
83	12:31	12:42	0:11	Vkládání žebrované části do vlny, montování	4	M
84	12:32	12:36	0:04	Vkládání gumových clon	4	H
85	12:36	12:41	0:05	Vkládání klapek	4	H
86	12:41	12:44	0:03	Nasazení plechových krytů	4	H
87	12:42	12:52	0:10	Vložení brzdy do vlny	4	M
88	12:44	12:47	0:03	Nasazení a přitažení plechových krytů	4	H
89	12:47	13:00	0:13	Vkládání oken	4	H
90	12:52	12:57	0:05	Úklid	3	M
91	12:57	13:05	0:08	Doplnění tavidla do kanistru, vložení do fluxeru	3	M
92	13:00	13:05	0:05	Nastavování vlny	3	H
93	13:05	13:10	0:05	Doplnění cínu	3	M
94	13:05	13:45	0:40	Vyčištění plechového šuplíku, úklid	3	H
95	13:10	13:45	0:35	Úklid, čištění pásu	3	M

Tabulka 10: Hlavní činnosti údržby během pracovního dne na pájecí vlně WAV 9  
(vlastní zpracování)

Činnosti a úkony	čas
1. Interní čištění vlny (škrábání, utírání)	1:22
2. Externí čištění dílů vlny	1:54
3. Externí činnosti (ext.č.+plýtvání)	4:41
4. Montování, seřizování, demontáž, oprava	5:07
celkem:	13:04



Graf 2: Hlavní činnosti údržby na pájecí vlně WAV 9 (vlastní zpracování)

Nyní se zaměříme na jednotlivé kroky, ve kterých jsou rozebrány všechny činnosti, které buď spomalují, nebo nepřidávají údržbě žádnou hodnotu. Ty se postupně budeme snažit zjednodušit, eliminovat, či úplně odstranit.

#### 8.4.1 Kroky metody SMED k regulaci potřebného času

##### 1. krok - Odstranění plýtvání a zbytečných činností

Jelikož se jedná o specifickou pájecí vlnu, se kterou se pracovníci setkají jen jednou týdně, plýtvání a prostojů se moc nevyskytuje. Z tabulky jsou patrné jen nečekané situace, které lehce odstraníme aplikací jízdních řádů.

Tabulka 11: Druhy plýtvání (vlastní zpracování)

Druhy plýtvání	Spotřeba času
Chůze	0:21
Nepřítomnost	1:00
celkem:	1:21

## 2. krok - Převedení interních činností na externí

V tabulce č. 14 jsou uvedeny ty činnosti, které můžeme bez komplikací převést na činnosti externí a tak regulovat čas potřebný na údržbu. Při údržbě pájecí vlny WAV 9 byly sami údržbáři během snímkování dostatečně rychlí a zorganizovaní. Združená snímkování odhalilo jen několik situací, které bychom mohli přeradit do externích činností.

*Tabulka 12: Externí činnosti (vlastní zpracování)*

Externí činnosti	Čas na úkon
Příprava nářadí, pomůcek	0:05
Ohraničení pracoviště	0:01
Postřik a čištění okolí fluxeru	0:11
Manipulace s maskami	0:24
Čištění šuplíku u fluxeru	0:40
celkem:	1:21

## 3. krok - Duplikace částí pájecí vlny

Tady se můžeme pozastavit hlavně nad jednou součástí cínové lázně, kterou je nutné složitě demontovat, převést na očištění do myčky a následně opět složitě namontovat zpět do lázně. Jedná se o čtvercový rám, složený ze čtyř částí, které na sebe vzájemně navazují. Ty se musí rozebrat, označit (vyškrábat šrubovákem písmena, nebo čísla) a podle označení namontovat zpět. Pokud se označení v myčce smaže, vzniká údržbáři časově náročný problém nalézt konce dílů pasujících k sobě.

Z tabulky vidíme čas potřebný na demontáž a montáž rámu. Duplikace tohoto dílu by velmi urychlila celý údržbový proces prvního pracovníka.



Obrázek 19: Rám v cínové lázni pájecí vlny WAV 9 (vlastní zdroj)

Tabulka 13: Duplikované části (vlastní zpracování)

Duplikovatelné části	Čas na údržbu hod:min	Náročnost na duplikaci
Čtvercová část lázně	1:11	vysoká
Dopravníky dusíkové trysky	0:30	střední
Plechové díly vlny	0:10	nízká
celkem:	1:51	

#### 4. krok - Jízdní řád

Podobně jako u předešlých pájecích vln jsme vytvořili jízdní řády, které zabezpečí plynulou údržbovou činnost pracovníků, omezí plýtvání, odstraní čekání a prostoje a hlavně zrychlí celý údržbový proces. Bylo tedy dosaženo stanovených cílů a kompletní údržba pájecí vlny WAV 9 byla snížena o polovinu.

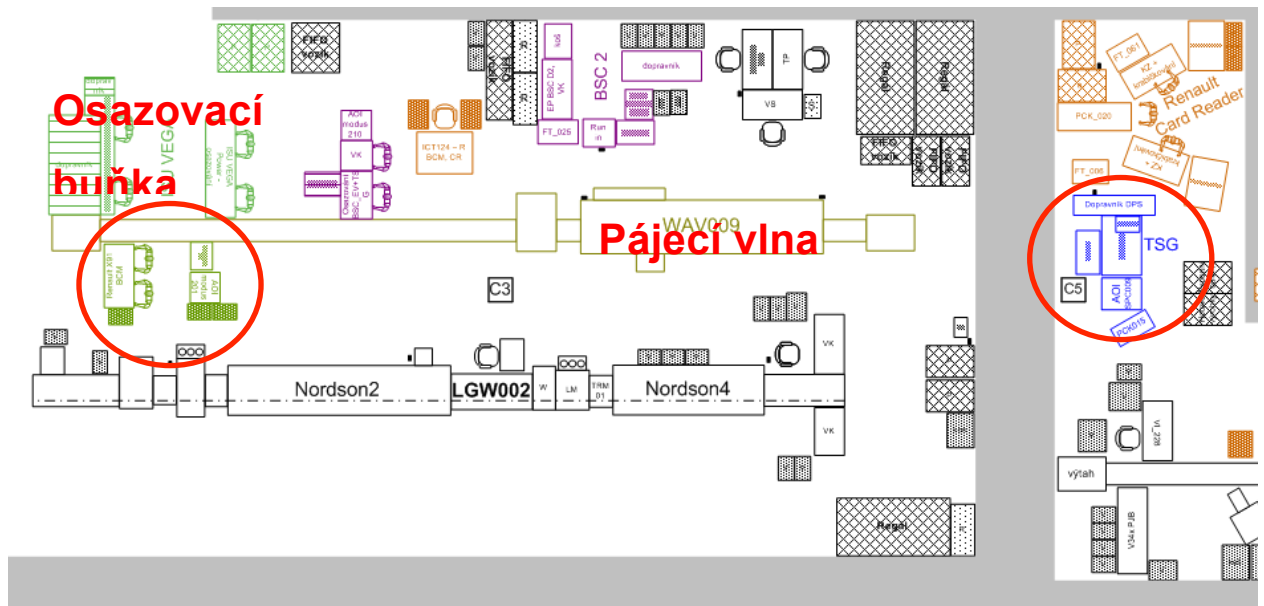
Samozřejmě zde platí stejné podmínky jako u předchozích vln, a to používání nového montážního vozíku a nových pomůcek uložených na vozíku tak, aby byly kdykoliv k dispozici. Dva stabilní pracovníci jsou opět nutností, se kterou se vedoucí a personální pracovníci musí vypořádat.

## 9 OPTIMALIZACE PRACOVNÍHO MÍSTĚ

V rámci své diplomové práce jsem mimo jízdní řád na údržbu pájecích vln také řešil optimalizaci jedné z výrobních buněk připojených k pájecímu zařízení. Celková koncepce staveb těchto buněk silně koresponduje právě s pájecí technologií. Vždy je u pájecí vlny připojen osazovací stůl, kde operátoři ručně osazují tzv. THT komponenty (through hole technic) do desek plošných spojů. Poté tyto DPS vkládají do osazovacích masek, v nichž se komponenty na pájecí vlně zapájejí. Každá pájecí vlna je vybavena zpětným dopravníkem, který přisune pájecí masky zase k osazovacímu stolu. Zde operátor vyjímá již zapájené desky plošných spojů a výrobní tok následuje nejčastěji kartáčováním DPS od tzv. pájecích perliček a dále se provádí vizuální kontrola jak za pomoci operátora, tak také pomocí tzv. AOI strojů (Automatical optical inspection). Jelikož je pájecí vlnu nutné využít více než jedním pájeným projektem, jsou k vlně přidruženy jen tyto operace. V případě, že vlna nemusí být příliš využita, staví se k ní i celé výrobní buňky, čímž se ale zabírá výrobní plocha, která mohla být věnována jinému projektu.

V případě mnou optimalizované výrobní buňky se jedná jen o osazování, kartáčování a vizuální kontrolu. Tyhle operace jsou umístěny ve výrobní buňce u pájecí vlny. Zbylé operace nutné k dokončení výrobku jsou umístěny v tzv. finální buňce, kde dochází k testování a konečnému balení do exportních obalů.

V mnou vybrané buňce se vyrábí dveřní modul, který obstarává plynulé stahování předních okýnek u luxusních vozů německé výroby. Tato výrobní buňka se dříve používala také pro výrobu jiného výrobku, který však v minulém roce došel a již se více nebude vyrábět. Z tohoto důvodu jsem se zaměřil na tuto buňku a snažil se ji upravit přímo do podoby potřebné aktuálnímu projektu.



Obrázek 20: Schéma pracovního prostředí (vlastní zdroj)

První jsem si vypočítal zákaznický takt, podle něhož jsem se posléze snažil vybalancovat buňku. Zákaznický takt počítám jako podíl disponibilního časového fondu ku počtu kusů, které se musí pro zákazníka vyrobit. Rovněž je nutné zohlednit využití zařízení. V podniku se využívá ukazatel OEE, který popisuje celkovou efektivitu zařízení. Tímto ukazatelem se upravuje výsledný zákaznický takt. V buňce se vyrábí v nepřetržitém provozu, to znamená 14 směn za týden a zákazník po podniku poptává 5600ks výrobků za týden. Celkové využití zařízení je kvůli poruchovému pájení vlnou na 80%.

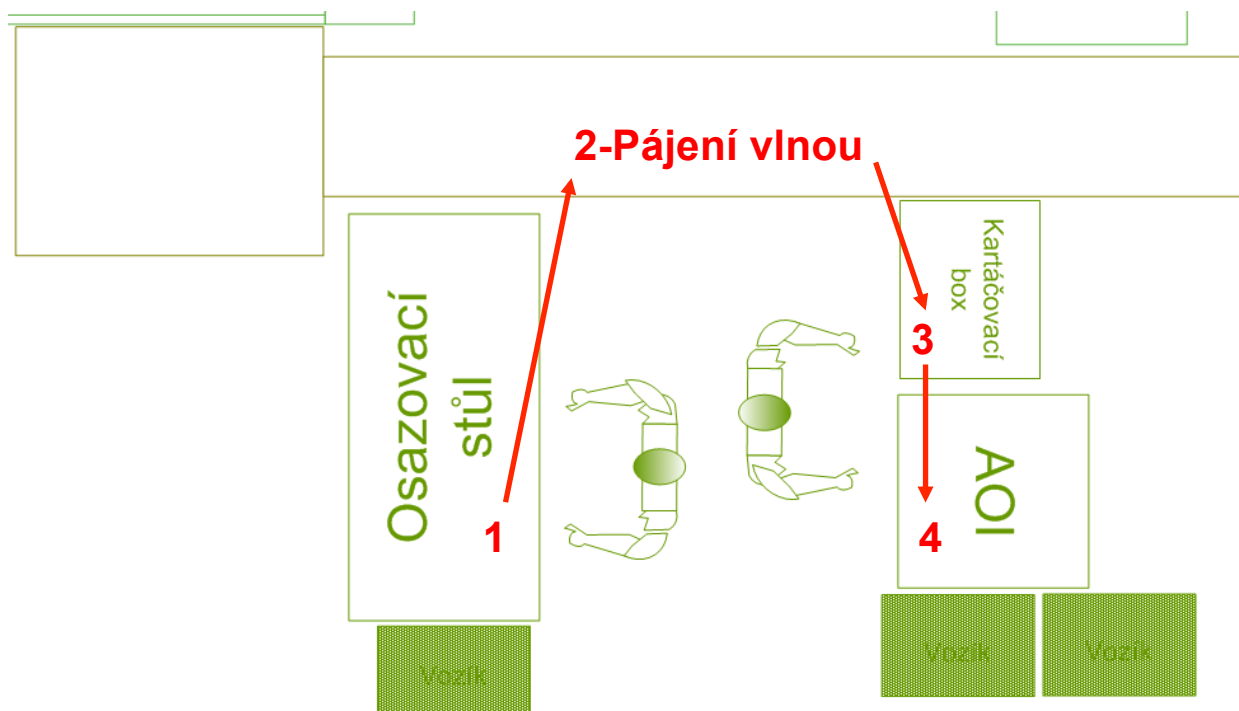
$$\frac{7\text{dní} \times 2\text{směny} \times 11\text{hodin} \times 60\text{minut} \times 60\text{sekund}}{5600\text{ks}} = 99\text{sekund/ks}$$

Po vzetí v úvahu ukazatele OEE je výsledný zákaznický takt:

$$99\text{sekund} \times 80\% \text{ OEE} = 79,2 \text{ sekund/ks}$$

V současném stavu jsou ve výrobní buňce dva operátoři a vykonávají činnosti, které jsou mj. uvedeny na obrázku níže.





Obrázek 21: Výrobní buňka (vlastní zdroj)

Jednotlivé operace trvají dle metodiky MOST následující čas (v tabulce jsou CT jednotlivých operací):

Tabulka 14: Naměřené časy jednotlivých operací (vlastní zpracování)

Operace	CT v sekundách
Osazování	30
Pájení vlnou *)	50
Kartáčování	5
Vizuální kontrola + AOI	15

\*) Pájení vlnou je dávkové pracoviště. Vložení DPS do masky a následné pájení trvá cca 6 minut. Operátor má k dispozici několik pájecích masek, proto po vydělení vychází, že z vlny „vypadávají“ zapájené výrobky co 50 sekund.

Potřebný počet operátorů vypočítám vydělením tzv. ručních časů a zákaznickým taktem. Ruční časy jsou časy, kde vykonává jakoukoliv činnost člověk. Strojní čas se týká doby trvání operace stroje. Jediným strojním časem je v tomto případě pájení vlnou. Dojdu k následujícímu zlomku:

$$\frac{30 + 5 + 15}{79,2} = 0,7 \text{ operátora}$$

Z tohoto výpočtu je jasné, že ve výrobní buňce stačí mít jednoho operátora. Je však nutné vzít v úvahu, zda „zpomalením“ osazovací buňky nezpomalíme také konečnou buňku. V tomto případě však můžeme být klidní, jelikož úzké místo konečné buňky má CT 35sekund/ks, což znamená, že je rychlejší, než celá buňka ručního osazu.

Jádro celé optimalizace této výrobní buňky je v eliminaci jednoho operátora a v layoutové změně buňky pro další eliminaci plýtvání.

Následující obrázek zobrazuje layoutový návrh nové buňky ručního osazu koncipované již jen pro jednoho operátora. Při tvorbě tohoto layoutu bylo nutné brát v úvahu ergonomická pravidla pro pracoviště. V tomto případě konkrétně nutnou šířku výrobní buňky, která je pro operátora 90cm a také výšku osazovacího stolu, která nesmí přesáhnout 110cm od země. Stejně tak je nutné brát v úvahu dostatečné osvětlení výrobní buňky, které je pro běžnou práci 500lx a pro pro oči namáhavou práci až 700lx.



Obrázek 22: Layout nově navržené buňky ručního osazu (vlastní zdroj)

V rámci této optimalizace se mi povedlo odstranit následující plýtvání:

- Nevyužitý potenciál pracovníků (eliminace jednoho pracovníka)
- Zbytečné pohyby (předávání mezi operátory apod.)
- Zbytečné zásoby (jede se v buňce one piece flow)

V číselných hodnotách se jedná o úsporu jednoho operátora, úsporu výrobního času a také úsporu výrobní plochy. V konečném součtu se jedná o 300 000 Kč za jednoho operátora za rok, 15 000 Kč za uspořené 2 m<sup>2</sup> výrobní plochy. Hodina operátora se pohybuje v závislosti na platové třídě kolem 100 Kč. Původní výrobní čas byl 60 sekund na kus. Nový takt je 50 sekund na kus. Úspora 10 sekund na kus v produkci 5600 ks týdně znamená 75 000 Kč za rok. Celkově tedy 390 000 Kč za rok. Z mého pohledu takováto jednoduchá layoutová změna a přebalancování buňky přineslo podniku nemalou úsporu. Z uvedeného vyplývá, jak se dnešní podniky naplno zabývají projekty, které jsou vysokoobjemové a ty mají zoptimalizovány, ale na upadající a končící projekty bdělé oko průmyslových inženýrů nedopadá tak často, jak by bylo vhodné.

## ZÁVĚR

Diplomová práce byla zpracována ve firmě Continental a její praktická část bude sloužit v reálném provozu jako řešení úkolu stanoveného pracovníky průmyslového inženýrství. Hlavním cílem bylo komplexní předělání činností údržby na pájecích vlnách a snížení spotřeby času alespoň na polovinu původního. Abychom dosáhli striktních požadavků bez negativních vlivů na výrobní proces a kvalitu výrobků, bylo zapotřebí aplikovat a vytvořit několik technik, metod a nových postupů, kterým se průmyslové inženýrství zabývá.

Pro správné pochopení průmyslového inženýrství, jeho metod a nástrojů, nestačí jen znát jednotlivou metodu a aplikovat ji do procesu. Důležité je mít komplexní přehled o všech dostupných možnostech, které průmyslové inženýrství nabízí a ty následně nejlépe zahrnout do řešené problematiky. V teoretické části je vypsán soubor norem a metod průmyslového inženýrství, které jsou nejvíce spřízněné s naší metodou, jež jsme jako hlavní využili při řešení redukce údržbového času. Jako hlavní metodu při regulaci potřebného času jsme zvolili metodu SMED, jež řeší časové hledisko již ve svém názvu. Tzv. Single minute exchange of die, nebo-li Systém rychlé změny. Teoreticky vzato, metoda SMED se snaží regulovat všechny zkoumané činnosti pod 10minut pracovního času. Samozřejmě tak razantní změna se neprojeví okamžitě, ale postupně po provedení třech kroků metody SMED. Jednotlivé kroky jsou podrobně rozebrány v praktické části společně s dalšími postupy vedoucí ke stanoveným cílům.

Postupným snímkováním pracovního dne jsme objevili velký podíl plýtvání času na činnostech, nepřidávající hodnotu a zdržující celý výrobní proces. Abychom eliminovali takové chování a zabránili vzniku novým prostojeům, vytvořili se tzv. jízdni řády pro jednotlivé pracovníky. Ti budou řádně proškoleni aby nové metody využívali a postupně se zbavovali starých návyků, jež celý proces jen zdržovaly.

Jako doplnění praktické části jsem zvolil optimalizaci výrobní buňky, která těstě sousedí s pájecí vlnou. Finanční hledisko a výpočet úspor posloužil jako vhodný ukazatel pro zavedení a zoptimalizování výrobní buňky a dalšího výrobního procesu.

Doufám, že práce naplnila očekávání vedoucích pracovníků a ti využijí veškeré poznatky, návrhy zlepšení a nápady, které jsou v mé diplomové práci popsány.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

### a) Odborná literatura

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 1996. *Cesty k vyšší produktivitě. Strategie založená na průmyslovém inženýrství*. Liberec. Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-0-8.

TUČEK, David a Roman BOBÁK, 2006. *Výrobní systémy*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 80-7318-381-1.

KOŠTURIAK, Ján a Milan GREGOR, 2001. *Ako zvyšovať produktivitu firmy*. 1. vydání. Žilina: InFORM. ISBN80-968583-1-9.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000. *Nové cesty k vyšší produktivitě: Metody průmyslového inženýrství*. Liberec : Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-6-7.

SLAMKOVÁ, Eva, 1997. *Priemyslové inžinierstvo*. 1. vyd. Žilina: Žilinská univerzita. ISBN 80-7100-373-5.

VYTLAČIL, Milan, Ivan MAŠÍN a Miroslav STANĚK, 1997. *Podnik světové třídy : Geneze produktivity a kvality*. Liberec : Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-1-6.

VYTLAČIL, Milan a Ivan MAŠÍN, 1998. *Týmová společnost : Podnik v globálním prostředí*. Liberec : Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-2-4.

VEJDĚLEK, Jiří, 1998. *Jak zlepšit výrobní proces*. 1.vydání. Praha : Grada. ISBN 80-7169-583-1.

MAŠÍN, Ivan, 2003. *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech*. 1. vyd., Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-9-1.

GOLDRATT, Eliyahu. M. a Jeff COX, 2001. *Cíl: Proces trvalého zlepšování* Přeložili Libuše Tráv- níčková, Luboš Trávníček. 2 vydání. Praha: Interquality. ISBN 80- 902270-2-0.

KEŘKOVSKÝ, Miloslav, 2001. *Moderní přístupy k řízení výroby*. Praha : C. H. Beck. ISBN 80-7179-471-6.

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. 1. vyd. Praha: Alfa Publishing. ISBN 80-86851-38-9.

MAYNARD, H-B, 2001. *Industrial engineering handbook*. 5. vydání. New York, McGRAW-HILL. ISBN 0-07-041102-6.

#### **b) Elektronické zdroje**

Akademie produktivity a inovací s.r.o. [online]. ©2009 [cit. 2011-03-11]. Plýtvání. Dostupné z WWW: <<http://e-api.cz/page/67789.plytvani-eliminace-lean/>>

Akademie produktivity a inovací s.r.o [online]. ©2009 [cit. 2012-04-14]. Štíhlá výroba. Dostupné z WWW: <<http://e-api.cz/page/67819.stihla-vyroba/>>

Trategos [online]. ©2005 [cit. 2012-03-29]. Lean Manufacturing History. Dostupné z WWW: <[http://www.strategosinc.com/just\\_in\\_time.htm](http://www.strategosinc.com/just_in_time.htm)>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

PI	Průmyslové inženýrství
SMED	Single minute exchange of die (Rychlá změna)
TPM	Program totálně produktivní údržby
TOC	Teorie omezení
5S	Metoda standardizace
BSC	Balance score
VSM	Management toku hodnot
WAV	Jednotlivé druhy pájecích vln
CEP	Central electronic plants - část koncernu Continental
THT	Through hole technic
OEE	Overall equipment effectiveness (metoda vyhodnocování využití zařízení)
MOST	Metoda měření práce
CT	Naměřené časy
s. r. o.	Společnost s ručením omezeným
atd.	A tak dále
např.	Například

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obrázek 1: Následky pomalého růstu produktivity (Mašín a Vytlačil, 2000)</i> .....	15
<i>Obrázek 2: Kroky TPM k samostatné údržbě (Tuček a Bobák, 2006)</i> .....	27
<i>Obrázek 3: Tři kroky metody SMED (Mašín a Vytlačil, 2000)</i> .....	32
<i>Obrázek 4: Zákazníci společnosti Continental. (interní zdroj)</i> .....	41
<i>Obrázek 5: Dopravník před pájecí vlnou (interní zdroj)</i> .....	44
<i>Obrázek 6: Výtah na konci pájecí vlny (interní zdroj)</i> .....	45
<i>Obrázek 7: Skupina pájecích trysek (interní zdroj)</i> .....	46
<i>Obrázek 8: Schéma pájecí vlny (interní zdroj)</i> .....	46
<i>Obrázek 9: Vozík na odklad náradí a dílů vlny (vlastní zdroj)</i> .....	48
<i>Obrázek 10: Masky (vlastní zdroj)</i> .....	48
<i>Obrázek 11: Rámy (vlastní zdroj)</i> .....	49
<i>Obrázek 12: Místo uložení fluxeru (po týdnu každodenního provozu je značně znečištěno) (vlastní zdroj)</i> .....	49
<i>Obrázek 13: Trysky a mřížka (vlastní zdroj)</i> .....	50
<i>Obrázek 14: Cínová lázeň (vlastní zdroj)</i> .....	51
<i>Obrázek 15: Prostředky pro převedení interních činností na externí (Tuček a Bobák, 2006)</i> .....	61
<i>Obrázek 16: Mřížky (vlastní zdroj)</i> .....	62
<i>Obrázek 17: Plechové díly nad cínovou lázní (vlastní zdroj)</i> .....	62
<i>Obrázek 18: Vozík s náradím a veškerým potřebným materiálem (vlastní zdroj)</i> .....	64
<i>Obrázek 19: Rám v cínové lázni pájecí vlny WAV 9 (vlastní zdroj)</i> .....	70
<i>Obrázek 20: Schéma pracovního prostředí (vlastní zdroj)</i> .....	72
<i>Obrázek 21: Výrobní buňka (vlastní zdroj)</i> .....	73
<i>Obrázek 22: Layout nově navržené buňky ručního osazu (vlastní zdroj)</i> .....	75



**SEZNAM TABULEK**

<i>Tabulka 1: Předúdržbové činnosti (vlastní zpracování)</i> .....	47
<i>Tabulka 2: Čištění lázně a okolí (vlastní zpracování)</i> .....	49
<i>Tabulka 3: Dokončovací činnosti (vlastní zpracování)</i> .....	52
<i>Tabulka 4: Snímek pracovního dne pájecích vln WAV 5, 6, 7 (vlastní zpracování)</i> .....	57
<i>Tabulka 5: Hlavní činnosti údržby během pracovního dne u pájecích vln WAV 5, 6, 7 (vlastní zpracování)</i> .....	59
<i>Tabulka 6: Druhy plýtvání (vlastní zpracování)</i> .....	60
<i>Tabulka 7: Externí činnosti (vlastní zpracování)</i> .....	61
<i>Tabulka 8: Duplikovatelné části (vlastní zpracování)</i> .....	63
<i>Tabulka 9: Snímek pracovního dne na pájecí vlně WAV 9 (vlastní zpracování)</i> .....	66
<i>Tabulka 10: Hlavní činnosti údržby během pracovního dne na pájecí vlně WAV 9 (vlastní zpracování)</i> .....	67
<i>Tabulka 11: Druhy plýtvání (vlastní zpracování)</i> .....	68
<i>Tabulka 12: Externí činnosti (vlastní zpracování)</i> .....	69
<i>Tabulka 13: Duplikované části (vlastní zpracování)</i> .....	70
<i>Tabulka 14: Naměřené časy jednotlivých operací (vlastní zpracování)</i> .....	73

**SEZNAM GRAFŮ**

<i>Graf 1: Graf hlavních údržbových činností konaných na pájecích vlnách WAV 5, 6, 7 (vlastní zpracování).....</i>	<i>60</i>
<i>Graf 2: Hlavní činnosti údržby na pájecí vlně WAV 9 (vlastní zpracování) .....</i>	<i>68</i>

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Jízdní řády pracovníků

## PŘÍLOHA P I: JÍZDNÍ ŘÁDY PRACOVNÍKŮ

Tab. 1: Jízdní řád 1. pracovníka na pájecích vlnách WAV 5, 6, 7

čas.osa hod:min	Činnosti pracovníka 1		
	Část vlny	Činnost	Délka činn.
		Odborná konzultace	
0:00	Celá vlna	Příprava pracoviště	0:05
0:05 0:10	Okolí vlny	Rozmístění náradí, vozíků, nástrojů, postříků, utěrek	0:09
0:15	Celá vlna	Demontáž oken	0:05
0:20 0:25 0:30 0:35	Část 4, 5, 6	Demontáž plechů, gumových předělů, trysek	0:18
0:40	Část 4,5,6	Demontáž pásů	0:05
0:45	Část 4,5,6	Kontrola pásů	0:04
	Odsávání	Vyjmutí filtrů odsávání	0:02
	Zadní část vlny	Vytažení cínů ze zásobníku	0:01
0:50	Lázeň	Snížení lázně	0:05
0:55	Lázeň	Vložení krycího plechu nad lázeň	0:01
1:00 1:05 1:10 1:15 1:20 1:25	Část 4, 5, 6	Čištění špachtlí a utěrkou za použití postříků	0:31
1:30 1:35	Lázeň	Čištění komínů	0:08
1:40 1:45 1:50 1:55	Lázeň	Vybírání cínu z lázně	0:18
2:00	Lázeň	Vyzvednutí lázně do pracovní polohy	0:03
2:05 2:10 2:15	Celá vlna	Vysávání	0:13
2:20 2:25 2:30 2:35 2:40	Část 5	Čištění plechových dílů nad lázní, instalace	0:29
2:45 2:50	Část 4,5,6	Instalace a montáž klapek, gumových předělů, trysek	0:10
2:55	Odsávání	Vysávání odsávání, vložení filtrů	0:05
3:00	Dopravník	Nasazení filtrů na motory	0:02
3:05	Celá vlna	Čištění okolí vlny	
3:10		Externí činnosti	
3:15		Úklid	

Tab. 2: Jízdní řád 2. pracovníka na pájecích vlnách WAV 5, 6, 7

čas.osa hod:min	Činnosti pracovníka 2		
	Část vlny	Činnost	Délka činn.
		Odborná konzultace	
0:00	Dopravník	Vybírání masek a ráků z dopravníku	0:12
0:05 0:10			
0:15	Část 1,2,3	Demontáž trysek a plechových předělů	0:05
0:20		Odvoz částí do myčky	0:04
0:25 0:30	Část 1	Demontáž fluxeru	0:09
0:35	Myčka	Odvoz do myčky	0:04
0:40	Část 1,2,3	Demontáž pásů	0:05
0:45	Celá vlna	Kontrola pásů, naložení pásů do čističky	0:04
0:50 0:55 1:00 1:05 1:10	Část 1,2,3	Čištění špachtlí a utěrkou za použití postřiků	0:30
1:15	Celá vlna	Čištění koleček u pásů	0:05
1:20 1:25 1:30 1:35 1:40 1:45	Celá vlna	Čištění oken	0:30
1:50	Myčka	Dovoz umytých částí z myčky	0:04
1:55 2:00	Část 1,2,3	Nasazování pásů	0:10
2:05 2:10	Část 4,5,6	Nasazování pásů	0:10
2:15 2:20	Část 1,2,3	Instalace a montáž klapky, gumových předělů a trysek	0:10
2:25 2:30 2:35	Dopravník	Vkládání masek a ráků	0:15
2:40 2:45	Část 1,2,3	Instalace oken	0:08
2:50 2:55	Část 4,5,6	Instalace oken	0:08
3:00		Startování a zahřívání vlny, kontrola	0:10
3:05		Externí činnosti	
3:10		Vysávání výtahů	
3:15		Čištění dopravníku	

Tab. 3: Jízdní řád 1. pracovníka na pájecí vlně WAV 9

čas.osa hod:min	Činnosti pracovníka I		
	Část vlny	Činnost	Délka činn.
		Odborná konzultace	
0:00	Celá vlna	Příprava pracoviště	0:05
0:05	Celá vlna	Rozmístění nářadí, ohrazení pracoviště	0:03
0:10	Motory	Demontáž filtrů motorů	0:01
0:15	Celá vlna	Demontáž oken	0:06
0:20	Celá vlna	Demontáž plechových šuplíků na začátku a konci vlny	0:04
0:25 0:30	Část 4,5,6	Demontáž pevných a pohyblivých kladek, trysek	0:07
0:35 0:40	Celá vlna	Demontáž pásů	0:10
0:45	Lázeň	Otevření zadní části vlny, vysunutí lázně, vytažení zásobníků cínu	0:05
0:50 0:55	Lázeň	Demontáž částí lázně (rám)	0:15
1:00 1:05 1:10 1:15 1:20 1:25 1:30 1:35	Lázeň	Čištění částí lázně (kryt, vzduchové trysky)	0:40
1:40 1:45 1:50 1:55 2:00 2:05 2:10	Lázeň	Vymontování dopravníků dusíkové trysky a čištění	0:30
2:15 2:20 2:25	Lázeň	Čištění lázně	0:15
2:30 2:35 2:40 2:45	Lázeň	Montování dílů lázně a instalace do lázně	0:20
2:50 2:55	Celá vlna	Vkládání dopravníků (pásů) do vlny	0:10
3:00	Celá vlna	Promazání koleček dopravníků	0:05
3:05	Motory	Přidělení filtrů zpět na motory	0:01
3:10	Lázeň	Vytažení lázně zpět do pracovní polohy	0:06
3:15	Celá vlna	Kompletace vlny (gumové přepážky, plechové díly)	0:05
3:20		Externí činnosti	
3:25		Úklid	

Tab. 4: Jízdní řád 2. pracovníka na pájecí vlně WAV 9

čas.osa hod:min	Činnosti pracovníka 2		
	Část vlny	Činnost	Délka činn.
		Odborná konzultace	
0:00	Celá vlna	Otevírání vlny	0:03
0:05	Dopravník	Vytahování masek a ráků	0:09
0:10			
0:15	Fluxer	Demontáž fluxeru a jeho částí	0:05
0:20	Myčka	Odvoz fluxeru, masek a ráků do myčky	0:06
0:25	Část 1,2,3	Demontáž dílů vlny (trysky chip a delta)	0:05
0:30	Myčka	Odvoz dílů do myčky	0:06
0:35	Celá vlna	Demontáž pásů	0:10
0:40			
0:45	Myčka	Odvoz pásů do myčky	0:10
0:50			
0:55			
1:00	Fluxer	Čištění okolí fluxeru	0:20
1:05			
1:10			
1:15			
1:15	Myčka	Odvoz částí lázně do myčky	0:05
1:20	Celá vlna	Čištění vlny	0:20
1:25			
1:30			
1:35			
1:40	Celá vlna	Vysávání vlny	0:08
1:45			
1:50	Myčka	Dovoz fluxeru a dalších částí (trysky, masky) z myčky	0:05
1:55	Celá vlna	Instalace čistých dílů zpět do vlny	0:10
2:00			
2:05	Fluxer	Montování a zapojení fluxeru	0:20
2:10			
2:15			
2:20			
2:25	Myčka	Dovoz dílů lázně z myčky	0:05
2:30			
2:35	Okna	Mytí oken	0:10
2:40	Myčka	Dovoz pásů z myčky	0:10
2:45			
2:50	Celá vlna	Vkládání dopravníků (pásů) do vlny	0:10
2:55			
3:00	Celá vlna	Kompletace vlny (plechové kryty, žebrovaný díl vlny, brzdy)	0:15
3:05			
3:10			
3:15	Okna	Montáž oken	0:10
3:20			
3:25		Spouštění a zahřívání vlny	
3:30		Úklid a externí činnosti	