

# **Projekt využití metod průmyslového inženýrství při optimalizaci výrobní linky ve firmě Visteon-Autopal, s.r.o.**

Bc. Martina Mikulášková

---

Diplomová práce  
2013

 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: 2012/2013

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Martina Mikulášková**  
Osobní číslo: **M110125**  
Studijní program: **N6208 Ekonomika a management**  
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Projekt využití metod průmyslového inženýrství při optimalizaci výrobní linky ve firmě Visteon-Autopal, s.r.o**

Zásady pro vypracování:

Úvod

**I. Teoretická část**

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

**II. Praktická část**

- Analyzujte současný stav na vybraném pracovišti.
- Zhodnoťte výsledky analýzy a navrhňte východisko pro zlepšení současného stavu.
- Vypracujte projekt na vybrané pracoviště.
- Zhodnoťte vypracovaný návrh.

\* Závěr

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

Seznam odborné literatury:

KOŠTURIAK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. 1.vyd. Praha: Alfa Publishing, 2006. 237 s. ISBN 80-86851-38-9.  
KOŠTURIAK, Ján a Milan GREGOR. Jak zvyšovat produktivitu firmy. Žilina: inFORM, 2002, 1 sv (různé stránkování). ISBN 8096858319.  
MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. Nové cesty k vyšší produktivitě. 1 vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. 311 s. ISBN 80-902235-6-7.  
MAŠÍN, Ivan. Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech. 1.vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2003. 80 s. ISBN 80-902235-9-1.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Pavlína Pivodová  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů  
Datum zadání diplomové práce: 22. února 2013  
Termín odevzdání diplomové práce: 2. května 2013

Ve Zlíně dne 22. února 2013

  
prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková  
děkanka



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

## PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby<sup>1</sup>;
- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému,
- na mou 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 nevydělečně 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 výtisky, 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 vzdělávacímu 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 neotřeteno.

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

Prohlašuji, že:

- jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a použité informační zdroje jsem citovala;
- odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 26.3.2013

Mikulášková

<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 jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídí k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Ve své diplomové práci se budu věnovat optimalizaci výrobní linky ve firmě Visteon-Autopal. Konkrétně se zabývám optimalizací pracoviště skládání vložky. Diplomová práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Teoretická část je věnována základním poznatkům průmyslového inženýrství. Praktická část je rozdělena na analytickou a projektovou část. Analytická část se zabývá sběrem dat současného stavu, kdy poznatky z této části jsou dále použity pro optimalizaci výrobní linky v projektové části. Projektová část se zabývá samotným problémem optimalizace výrobní linky. V závěru diplomové práce jsou shrnuta kritická místa optimalizace a rovněž je také v závěru diplomové práce uvedeno finanční vyčíslení projektu.

Klíčová slova: Průmyslové inženýrství, zákaznický takt, optimalizace, Yamazumi graf.

## **ABSTRACT**

In my thesis I concentrate on a product line optimization in Visteon-Autopal Company. In the concrete I deal with the optimization of the core assembly. This thesis is divided in the theoretical and the practical part. The theoretical part describes basic knowledge of industrial engineering. The practical part is divided into the analytical and the project part. The analytical part inquire into data collection of the current status, where are the collected data from this part used for the product line optimization in the project. The project part covers the problem of the product line optimization itself. In the thesis conclusion there are summarized critical points of the optimization and also there is included the financial calculation of the project at the end of my thesis.

Keywords: Industrial Engineering, Customer tact, optimization, yamazumi graph.

Ve své diplomové práci bych chtěla poděkovat mé vedoucí práce paní Ing. Pavlíně Pivodové za cenné rady při vedení mé práce.

Rovněž obrovské poděkování patří panu Ing. Petrovi Lukašikovi, průmyslovému inženýru ve společnosti, který se mnou vždy ochotně konzultoval veškeré postupy a poskytl potřebné informace o společnosti.

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

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>11</b>
<b>I</b> <b>TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>12</b>
<b>1</b> <b>PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ</b> .....	<b>13</b>
1.1    PROGRAMY MODERNÍHO PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ.....	13
1.2    KLASICKÉ PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....	15
1.3    CO JE PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ A PRŮMYSLOVÝ INŽENÝR.....	16
<b>2</b> <b>TEORETICKÉ POZNATKY NUTNÉ K VYPRACOVÁNÍ ANALYTICKO-PROJEKTOVÉ ČÁSTI</b> .....	<b>18</b>
2.1    PROJEKT A ŘÍZENÍ PROJEKTŮ .....	18
2.1.1    Řízení projektů .....	18
2.1.2    Typy projektů .....	18
2.1.3    Fáze životního cyklu projektu .....	19
2.1.4    Koncept projektu .....	19
2.2    BUŇKOVÉ USPOŘÁDÁNÍ VÝROBY.....	20
2.2.1    Projektování buněk.....	21
2.2.2    Obecný postup projektování buněk.....	22
2.2.3    Týmově orientované buňky.....	22
2.3    BALANCOVÁNÍ OPERACÍ, YAMAZUMI CHART A STANOVENÍ ZÁKAZNICKÉHO TAKTU .....	23
2.3.1    Yamazumi chart .....	23
2.3.2    Výpočet zákaznického taktu.....	24
2.4    METODY MĚŘENÍ PRÁCE.....	24
2.4.1    Rozdělení metod měření práce .....	24
2.4.2    Chronometráž .....	25
2.4.3    Snímek pracovního dne .....	25
2.4.4    Snímek průběhu pracovního dne .....	26
2.5    PLÝTVÁNÍ.....	26
2.6    PARAMETRY ŠTÍHLÉHO LAYOUTU.....	28
<b>3</b> <b>ZHODNOCENÍ TEORETICKÝCH POZNATKŮ A VÝCHODISKA PRO ANALYTICKO-PROJEKTOVOU ČÁST</b> .....	<b>29</b>
<b>II</b> <b>PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>30</b>
<b>4</b> <b>PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI</b> .....	<b>31</b>
4.1    PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI AUTOPAL VISTEON, S.R.O. ....	31
4.2    HISTORIE SPOLEČNOSTI .....	31
4.3    AUTOPAL DNES .....	32
4.4    ZÁVOD V HLUKU.....	32
4.5    ZÁKLADNÍ POSLÁNÍ SPOLEČNOSTI.....	32
4.6    FILOZOFIE PODNIKÁNÍ .....	33
4.7    HLAVNÍ CÍLE PODNIKU .....	33
4.8    ZÁKAZNÍCI .....	33
<b>5</b> <b>POPIS PRODUKTU VE SPOLEČNOSTI</b> .....	<b>34</b>



5.1	PŘEDSTAVENÍ PRODUKTU .....	34
5.2	POPIS ČINNOSTI TEPELNÉHO VÝMĚNÍKU EURO 5 .....	35
5.3	EGR EURO 5 .....	36
5.3.1	Design.....	36
5.3.2	Doba vývoje nového výměníku a úloha průmyslového inženýrství .....	37
5.3.3	Doba produkce a úloha průmyslového inženýrství .....	38
5.3.4	Základní informace o výrobním programu EGR Euro 5.....	38
<b>6</b>	<b>VÝROBNÍ PROCES .....</b>	<b>40</b>
6.1	FLOW CHART .....	41
6.2	SWOT ANALÝZA, LOGICKÝ RÁMEC A RIZIKOVÁ ANALÝZA PROJEKTU.....	42
<b>7</b>	<b>ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....</b>	<b>43</b>
7.1	INFORMACE K VÝPOČTU ZÁKAZNICKÉHO TAKTU.....	44
7.2	VÝPOČET SOUČASNÉHO ZÁKAZNICKÉHO TAKTU .....	44
7.3	VÝPOČET POŽADOVANÉHO ZÁKAZNICKÉHO TAKTU .....	44
7.4	MĚŘENÍ JEDNOTLIVÝCH STROJNÍCH OPERACÍ V LINCE.....	45
7.4.1	Yamazumi chart .....	47
7.5	MĚŘENÍ VYUŽITÍ OPERÁTORŮ V LINCE .....	48
7.5.1	Využití operátorů u strojů .....	48
7.5.2	Využití operátorů bez strojů.....	51
7.5.3	Yamazumi chart pracovníků .....	52
<b>8</b>	<b>PROJEKTOVÁ ČÁST .....</b>	<b>55</b>
8.1	PROJEKTOVÝ ZÁMĚR ZEFEKTIVNĚNÍ VÝROBNÍ LINKY .....	55
8.2	PLÁN DIPLOMOVÉHO PROJEKTU.....	55
8.2.1	Cíle projektu.....	55
8.2.2	Kritéria úspěchu .....	55
8.2.3	Omezení projektu .....	55
8.2.4	Časový plán realizace projektu .....	58
8.3	POČÁTEČNÍ SITUACE.....	58
8.3.1	Práce zásobovače.....	60
8.4	ROZBOR SITUACE PO SNÍMKOVÁNÍ PRACOVNÍ SMĚNY ZÁSOBOVAČŮ .....	60
8.4.1	Optimalizace pracovního nářadí zásobovače .....	61
8.4.2	Redukce četnosti přesunu materiálu.....	63
8.4.3	Zkrácení transportních drah .....	65
8.5	SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE PO OPTIMALIZACI .....	69
8.5.1	Příprava pracoviště pro ověření v praxi .....	69
8.5.2	Vyhodnocení výsledku ze snímku pracovního dne po optimalizaci .....	69
<b>9</b>	<b>SHRNUTÍ OPTIMALIZACE KRITICKÝCH MÍST VE VÝROBNÍ LINCE .....</b>	<b>71</b>

9.1	BODOVÁNÍ PŘEPÁŽKY .....	71
9.2	SKLÁDÁNÍ VLOŽKY .....	71
9.3	PASTOVÁNÍ VLOŽKY .....	71
9.4	ODEBÍRÁNÍ KUSŮ Z PÁSU, JEJICH VIZUÁLNÍ KONTROLA A IMPLEMENTACE TĚSNĚNÍ.....	72
9.5	MONTÁŽ.....	72
9.6	TEST TĚSNOSTI .....	72
9.7	ZNAČENÍ LASEREM.....	72
9.8	OFUK.....	72
9.9	BALENÍ.....	73
9.10	YAMAZUMI CHART PRACOVNÍKŮ PO OPTIMALIZACI VÝROBNÍ LINKY .....	73
<b>10</b>	<b>FINANČNÍ VYČÍSLENÍ OPTIMALIZACE PROCESU A NÁVRATNOST INVESTIC .....</b>	<b>75</b>
10.1	VÝPOČET NÁVRATNOSTI INVESTICE.....	76
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>77</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>78</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>80</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>81</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>82</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>83</b>

## ÚVOD

Neustálé zlepšování výroby je základním stavebním prvkem v konkurenčním boji mezi výrobci. Konkurenceschopně udržitelné podmínky pro tento boj jsou nastoleny v automobilovém průmyslu. Dravost, s jakou firmy bojují o to, stát se dodavatelem do automobilového průmyslu, ještě více umocňuje tento konkurenční boj. Mnoho firem má na této strategii postavenou celou svou působnost a případný neúspěch, který by jim zavřel dveře tohoto odvětví, by znamenal bankrot.

Aby se „nováčci“ do tohoto trhu vůbec dostali, jsou některé nabídky podávány pod cenou. Výsledek je poté takový, že musíte postavit výrobní linky za minimální náklady a ještě být tak šikovný, abyste generovali zisk. Při těchto podmínkách navíc společnost dodává 100% kvalitu v požadovaném čase.

Optimalizace výrobního procesu je mnohokrát jedinou možnou variantou, jak z méně ziskového produktu získat více nebo v nejhorsí variantě, z neziskového výrobního procesu vytvořit proces ziskový. V tomto případě nastupuje průmyslové inženýrství jako nástroj optimalizace procesu.

V diplomové práci se zaměřím na optimalizaci méně ziskového programu. Dále se zaměřím na optimalizaci výrobní linky ve firmě Visteon-Autopal s.r.o. V praktické části popíšu klasické a moderní průmyslové inženýrství, uvedu základní pojmy, dále v ní budu řešit buňkové uspořádání výroby a další důležité poznatky pro praktickou část. Praktická část je rozdělena na analytickou a projektovou část.

V analytické části představím firmu, produkt, u něhož proběhne optimalizace výrobní linky, uvedu nezbytné informace o projektu a posbírám základní data z procesu pro řešení v projektové části. V Projektové části budu řešit optimalizaci pracoviště na výrobní lince. V závěru diplomové práce shrnu kritická místa optimalizace a rovněž finančně vyčíslím přínos projektu.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

## 1.1 Programy moderního průmyslového inženýrství

Konkurenční prostředí je i stále bude riskantní, dynamické, turbulentní a vyzývající. Podniky, které reagují na tento fakt inovací, organizační struktury i jednotlivých pracovních metod přežijí. Průmyslové inženýrství na tyto skutečnosti reagovalo a reaguje novými moderními přístupy, kterými je možné zajistit vysokou produktivitu, jako jedinou možnou obranu proti různorodým vlivům.

Obsah programů moderního průmyslového inženýrství vychází ve velké míře z japonské školy a koresponduje s tezemi i novou výrobní technologií. Není se čemu divit, vždyť předlohou pro moderní výrobní management byla především práce průmyslového inženýra. Programy jsou založeny na principu socio-technického přístupu k utváření práce a podpoře trvalého rozvoje produktivity (jako je uvedeno na obrázku č. 1 – kolo trvalé rozvoje produktivity) v externí i interní oblasti. Jejich aplikace není omezená jen na zpracovatelský průmysl, ale programy se s úspěchem využívají ve službách, státní správě a dokonce i ve zdravotnictví. (Mašín, 2000, s. 95)



Obrázek 1: Kolo trvalé rozvoje produktivity (Mašín, 2000, s. 95)

V interní oblasti se programy moderního průmyslového inženýrství, jak uvádí ve své knize pan Mašín, zaměřují zejména na (Mašín, 2000, s. 97):

- zlepšení organizačních systémů,
- zvýšení kvalifikace a účasti zaměstnanců na řízení,
- skutečné zajišťování jakosti, měření a hodnocení produktivity,
- zvýšení dynamiky zlepšování procesů a odstraňování plýtvání.

Mezi osvědčené konkrétní programy pro interní podnikovou oblast zejména patří:

- program zavádění týmů simultánního inženýrství,
- programy „nulových vad“ založené na systému „poka-yoke“,
- program totálně produktivní údržby,
- program rychlých změn, tedy zvyšování produktivity, zkracováním doby pro výměnu a seřizování nástrojů,
- program podnikového vzdělávání v základech průmyslového inženýrství a průmyslové moderace,
- zavádění tahových systémů,
- simulace výrobních procesů.

Přestože se zmíněné programy uplatňují již v některých našich podnicích, stále nedošlo k takovému uplatnění, které by bylo adekvátní jejich možným přínosům pro produktivitu. (Mašín, 2000, s. 98)

V externí oblasti se programy průmyslového inženýrství zejména zaměřují na možnost zvyšování produktivity v oblasti dodavatelských procesů jako nedílné složky produktivity zákazníka. Programy nižších úrovní se zaměřují na zlepšování procesů dodavatele. Metody klasického průmyslového inženýrství jsou často hlavním obsahem programů zaměřených na transformaci tradičního výrobního systému na výrobní systém zajišťující plynulou a synchronní výrobu.

Pomocí programů vyšších úrovní, které se zaměřují na integraci dodavatelů a zákazníků přímo do organizačních systémů podniku, lze výrazně snížit náklady na dopravu, přepravu i skladování. Cílem moderního průmyslového inženýrství je zavádět a zlepšovat tuto novou formu pracovních systémů. (Mašín, 2000, s. 98 - 100)

Obohacení průmyslového inženýrství o další rozměry se samozřejmě odráží i v organizaci podnikových útvarů průmyslového inženýrství. Srovnání klasické organizační struktury a organizace odpovídající současným potřebám je uvedeno v následující tabulce č. 1.

*Tabulka 1 Organizace průmyslového inženýrství  
v podniku (Mašín, 2000, s. 100)*

<b>Tradiční organizace útvaru PI</b>	<b>Moderní organizace útvaru PI</b>
<b>Vedoucí útvaru PI</b>	<b>Vedoucí útvaru PI</b>
Layout a příprava materiálu	Layout a příprava materiálu
Měření práce	Měření práce
Pracovní metody	Pracovní metody
Systemy odměňování	Systemy odměňování
Trénink	Týmová práce
	TPM
	Tréninik

## 1.2 Klasické průmyslové inženýrství

Klasické průmyslové inženýrství prošlo od svého prvopočátku až po dnešní dobu značnou evolucí, v které můžeme zaznamenat dvě základní disciplíny, a to studiem práce a operačním výzkumem.

Cílem studia práce je docílit optimálního využití lidských a materiálových zdrojů dostupným danému podniku.

Studium práce je založeno na využívání 2 technik, jak uvádí ve své knize pan Mašín:

- studium metod,
- měření práce.

Toto výše uvedené rozdělení, má však pouze informativní charakter. Ve skutečnosti průmysloví inženýři využívají většinou obě techniky současně nebo v kombinaci. Obě tyto techniky využívají poté formálních záznamů. Které jsou důsledně analyzovány s cílem objevit plýtvání všeho druhu. (Mašín, 2000, s. 90 - 92)

K záznamovým prostředkům, charakteristickými pro studium metod zejména patří:

- pohybové studie,
- procesní analýza,
- dotazníky, kontrolní listy a popisná analýza,

- videozáznamy a fotografie.

Měřením práce nazýváme aplikaci technik vytvořených pro určení času potřebného na vykonání specifikované činnosti kvalifikovaným dělníkem na definované úrovni výkonu. Výstupem měření práce jsou normy spotřeby času, do kterých se promítá čas, který pracovník s průměrnou úrovní dovedností a úsilí vynaloží na splnění pracovního úkolu na uspořádaných pracovištích, z kterých byly vyloučeny zbytečné úkony. (Mašín, 2000, s. 92)

Z hlediska druhů systémů měření se nejvíce používají dle pana Vytlačila (1997):

- MTM – měření času pracovních metod, které rozkládá manuální práci do deseti základních pohybů,
- MEK – systém pro malosériovou výrobu,
- USD – standardní data pro práci s vyššími cykly,
- UAS – univerzální rozborový systém odvozený z MTM s vyšší rychlostí rozboru, dostatečnou přesností a malým počtem dat, je vhodný pro sériovou výrobu,
- UMS – univerzální normy pro údržbu,
- MOST – používá skutečnost, že lidskou práci je možné popsat univerzálními sekvencními modely aktivit, namísto popisu pomocí detailních a nezávislých základních pohybů.

### 1.3 Co je průmyslové inženýrství a průmyslový inženýr

Název „průmyslové inženýrství“ vychází z překladu anglického termínu „industrial engineering“, který se pro označení tohoto nejmladšího inženýrského oboru začal využívat již v jeho kolébce ve Spojených státech amerických. Od dob prvních průkopníků průmyslového inženýrství uplynulo 100 let. Za jedno století jej akceptovaly veškeré vyspělé průmyslové země jako hlavní obor potřebný pro růst produktivity.

V české republice se termín průmyslové inženýrství začínal využívat po roce 1989, přestože se základní činnosti tohoto oboru prováděly i v minulosti. Nešlo však o uplatňování uceleného oboru, který by se dal například v té době vystudovat. Ani v podnicích neexistoval takto označený odborný útvar. Základní aktivity průmyslového inženýrství se prováděly roztržitě (například v rámci útvaru normování). (Mašín, 1996, s. 80)



Co tedy ve skutečnosti průmyslové inženýrství znamená? Průmyslové inženýrství je tedy vědní odbor, který se v rámci hledání toho, jak důmyslněji provádět práci, zabývá odstraňováním plýtvání, iracionality a přetěžování z pracovišť. Výsledkem zmíněných aktivit je to, že tvorba vysoce kvalitních produktů i poskytování vysoce kvalitních služeb je snadnější, levnější a v neposlední řadě rychlejší. (Mašín, 2005, s. 65)

Průmyslový inženýr má několik rolí:

- průmyslový inženýr upozorňuje ostatní inženýrské profese, že existuje něco, jako je obchodní realita,
- průmyslový inženýr je svým způsobem i tlumočnick,
- průmyslový inženýr pomůže stanovit standard, ohodnotí práci a navrhne nabídkový systém,
- je hledačem lepších cest,
- je podstatou své práce určen pro úlohu průmyslového moderátora. Tímto způsobem podporuje zrod i využití myšlenek svých spolupracovníků, ať už pracují v dělnických, hospodářských či technických profesích,
- je maximalista – pokud je nutné řešit spolupráci pracovníků při výměně stroje, pořídí si videozáznam a rozloží jej na jednotlivé vteřiny, přičemž jeho cílem je najít ten nejkratší a nejvýhodnější postup. (Mašín, 1996, s. 81, 82, 83)

Výčet všech těchto schopností průmyslového inženýra se dá položit do definice podle pana Mašína, tedy že *„průmyslový inženýr 21. století přijímá za své cíle jako je vysoký zisk, produktivita i jakost a zaměřuje se především na neustálé zlepšování procesů a odstraňování plýtvání spojené s výrobky nebo službami po celou dobu jejich životního cyklu. Pro naplňování těchto cílů využívá znalosti z oboru sociální i humanitní vědy, výpočetní techniky, technické vědy a v neposlední řadě i teorie managementu.“* (Mašín, 2005, s. 65)

## 2 TEORETICKÉ POZNATKY NUTNÉ K VYPRACOVÁNÍ ANALYTICKO-PROJEKTOVÉ ČÁSTI

### 2.1 Projekt a řízení projektů

Projekt je výsledek materiální nebo nemateriální povahy založený na strategickém plánu, organizovaný a realizovaný pod řízením někoho v zájmu vlastníka nebo dodavatele.

Projekt je aktivita omezená v čase, realizovaná pouze jedenkrát bez opakování se značným množstvím rysů, ke kterým zejména patří:

- výsledek musí sloužit užívání po celou dobu určenou zadavatelem projektu,
- úspěch projektu při jeho zahájení není vždy zřejmý,
- trvání projektu je většinou časově omezeno,
- projekt má pouze jeden výsledek.

Můžeme označit proces:

- směřující k dosažení stanovených cílů,
- během procesu prochází řadou etap a fází,
- a s etapami se mění úkoly, organizace a zdroje.

#### 2.1.1 Řízení projektů

Řízení projektů je soubor modelů, metod, postupů a technik pro plánování a řízení složitých projektů.

Řízení složitých projektů má specifické rysy:

- projekt má jasně definovaný začátek i konec,
- složení ředitelského týmu projektu je proměnlivé,
- existuje vysoká míra nejistoty.

#### 2.1.2 Typy projektů

Rozdělení projektů se podle složitosti rozlišuje:

- komplexní – dlouhodobé, mnoho fází a činností,

- speciální - střednědobé, přechodné, nižší rozsah,
- jednoduché – krátkodobé, tedy malý počet zdrojů a malý rozsah.

Rozdělení projektu podle vnějších a vnitřních podniků:

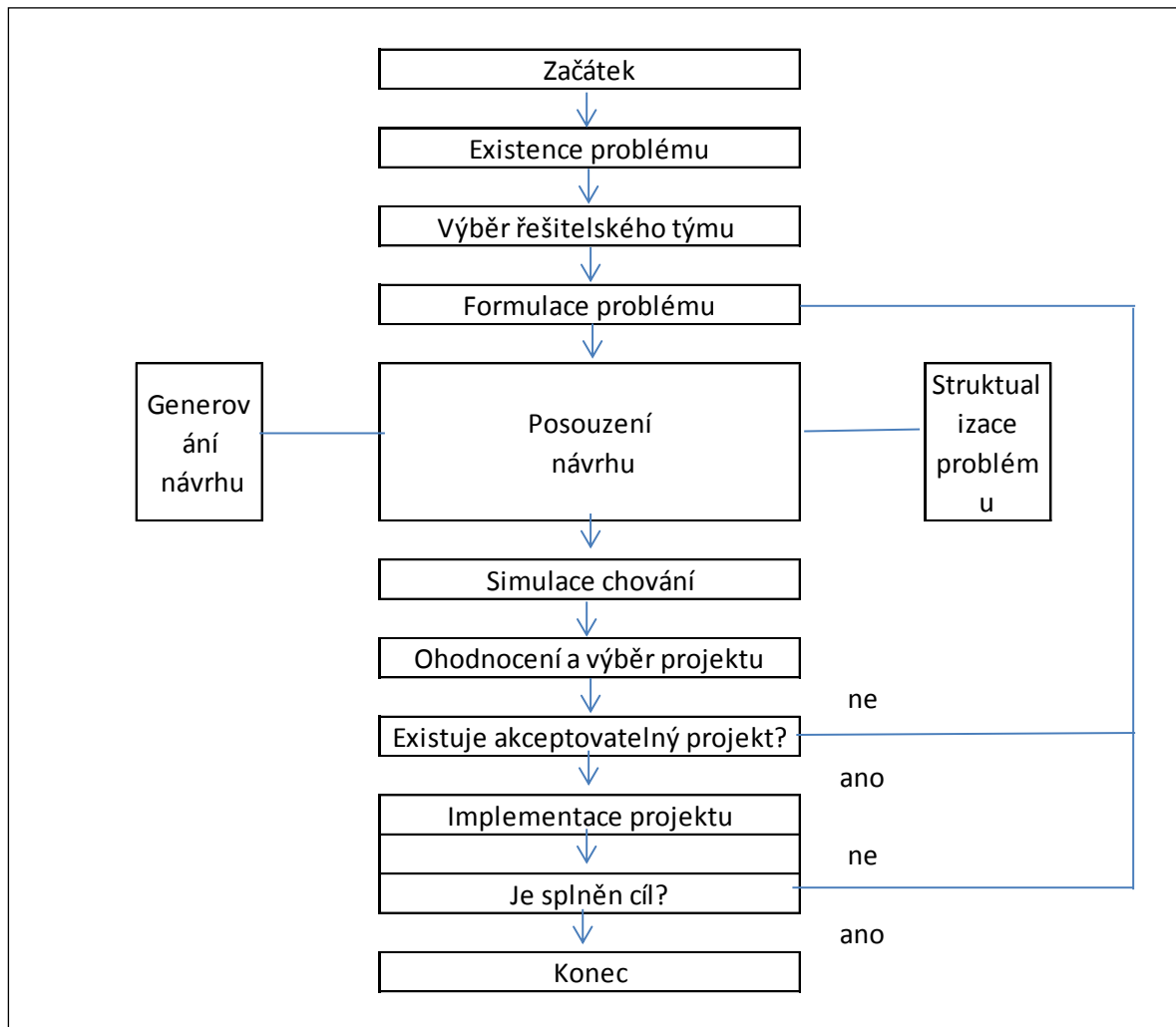
- vnější - typ produkčního systému pro neopakované vytvoření produktů, které jsou určeny pro zákazníka mimo vlastní firmu,
- vnitřní - pro neustálé zlepšování produktu a procesu ve vlastní firmě.

### 2.1.3 Fáze životního cyklu projektu.

- Koncepční - identifikují se potřeby a cíle, připravuje se tým. Stanovuje se strategie, hodnotí se úroveň rizika. Varianty návrhů na řešení jsou hodnoceny a z nich je vybrána nejvhodnější varianta.
- Fáze plánu - spočívá v přesném vyhotovení plánu projektu pro navrhovaný výstup. Při detailním vyjádření projektu se většinou používá hierarchická struktura daných činností.
- Fáze realizace - spočívá v samotném řízení a kontrole projektu. Řízení probíhá v čase podle plánu a kontrolují se odchylky od plánu a na základě těchto odchylek se přijímají korekční opatření.
- Fáze předání - završuje životní cyklus projektu předáním realizovaného výstupu uživateli. V této fázi je výstup projektu pouštěn do provozu, testován a he ověřováno zda byl problém vyřešen. (Fiala, 2004, s. 12 - 28)

### 2.1.4 Koncept projektu

Ve fázi vytváření konceptu projektu se prochází několika etapami týmové analýzy daného problému. Koncept projektu je návrhem na dané řešení tohoto problému. Podrobný koncept projektu je uveden v následujícím obrázku č. 2.



Obrázek 2 Koncept projektu

(Fiala, 2004, s. 47)

## 2.2 Buňkové uspořádání výroby

V případě výrobních buněk je nutné porozumět třem typům výrobních buněk, které jsou často používány v průmyslu. Tyto buňky se od sebe liší v určitých aspektech, ale mají jeden společný cíl – efektivně integrují výrobní činnosti i pracovníky a vytvářejí základ pro plynulé zlepšování.

Nejčastější typy výrobních buněk využívané v průmyslu, dle pana Mašína a Vytlačila jsou:

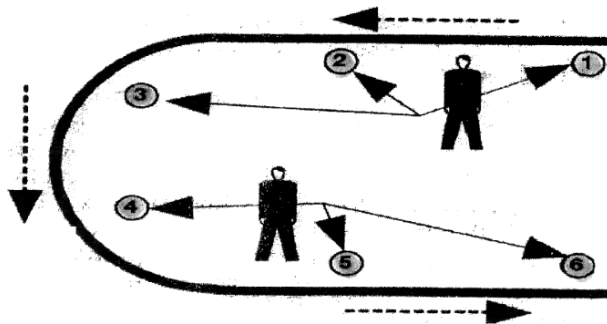
- týmově orientované výrobní buňky,
- montážní buňky,
- procesní buňky.

Buňky pro výrobu součástí jsou definovány jako výrobní jednotky, v kterých je integrováno veškeré technologické zařízení i nástroje, potřebné pro komplexní výrobu rodiny geometricky nebo procesně příbuzných dílů. Principy skupinové technologie napomáhají definovat technologie integrované do buněk a vypracování rodin výrobků je klíčovým úkolem inženýrů a projektantů. (Mašín, 1996, s. 126)

### 2.2.1 Projektování buněk

Abychom mohli transformovat tradiční, technologicky uspořádanou výrobu na výrobní buňky, musíme nejprve definovat rodiny výrobků. To znamená seskupení součástí do skupin vyžadující příbuzné operace. Jestliže vytváříme tyto rodiny, musíme vzít v úvahu řadu aspektů, které jsou specifické pro každý podnik. Jestliže projektujeme buňky, musíme si uvědomit, že s rostoucím počtem strojů narůstají problémy s manipulací.

Stroje uspořádané do buňky jsou nejčastěji uspořádané do tvaru „U“ (ukázka obrázku č. 3 – typické uspořádání buňky). Buňkové uspořádání, potom často dovoluje, aby stroje obsluhované dříve několika pracovníky, obsluhovali v teritoriu buňky pouze dva pracovníci.



Obrázek 3: Typické uspořádání „U“ buňky

(Mašín, 1996, s. 130)

Cílem buňkového uspořádání je hledat a využít každou příležitost pro zlepšení. Proto, jakmile se mění požadavky na výrobu, musí být možné přemístit stroje z jednoho místa na druhé, proto je výhodnější nekotvit je do podlahy či jinak zajistit jejich mobilitu. (Mašín, 1996, s. 130)

### 2.2.2 Obecný postup projektování buněk

Pan Tuček uvádí ve své knize obecný postup při projektování buněk:

- studovat současný stav,
- určit cíle pro buňku,
- vybrat stroje pro buňku,
- najít cesty k odstranění plýtvání,
- vybudovat výrobní buňku,
- zlepšovat výrobní buňku.

Jakákoliv buňka by v konečné fázi měla vyrábět tu rodinu součástí, pro kterou byla vyprojektována. Pokud je buňka vyprojektována správně, je nepravděpodobné, že budou součásti transportovány z jedné buňky do druhé.

Dle pana Tučka správné vyprojektování buněk vede k:

- snížení zásob,
- zkrácení průběžné doby výroby,
- zvýšení pružnosti podniku, díky produkci v menších dávkách,
- zvýšení produktivity. (Tuček, 2006, s. 246 - 248)

### 2.2.3 Týmově orientované buňky

Týmově orientované buňky spojují v rámci jednoho místa všechny schopnosti a dovednosti pracovníků i technologická zařízení, potřebná pro výrobu určitého výrobku nebo rodiny výrobků. Členové týmu mají přístup ke všem nezbytným technologiím a rozvíjejí své schopnosti ve smyslu rozvoje multiprofesnosti. (Tuček, 2006, s. 249)

Při projektování týmově orientovaných buněk je nutné především pečlivě zvážit hloubku změn, protože se jedná o významný zásah do podnikové organizace. (Mašín, 1996, s. 135)

## 2.3 Balancování operací, yamazumi chart a stanovení zákaznického taktu

Ve výrobě velkého sortimentu musíme vytvářet diagramy cyklů. Tento diagram ukazuje, jak je rozložena práce na jednotlivých operacích a kde existuje potenciál pro zlepšování. (Mašín, 2008, s. 80)

V případě velkého sortimentu je dále také nutná balancovat tok výrobků s různým objemem práce v rámci daného materiálového toku. V zásadě existuje několik možností, jak uvádí ve své knize Mašín (2004):

- v případě vyrovnaného zákaznického požadavku je nutné vytvořit pevnou pravidelnou sekvenci vycházející z požadavků zákazníka a zachovat pevný počet operátorů,
- v případě malých odchylek v požadavcích v rámci výrobního plánování vytvořit novelizovanou sekvenci a zachovat pevný počet operátorů,
- v případě velkých odchylek v požadavcích „převybalancovat“ všechny výrobky na jednotný takt a měnit počet operátorů na pracovišti dle objemu práce u jednotlivých výrobků nebo vytvořit takzvané flexibilní takty, kdy jeden výrobek vyrábíme s různým počtem pracovníků dle aktuálních požadavků zákazníka.

Balancování založené na různém počtu operátorů potřebuje podporu nejen ze strany výrobního plánování a managementu, ale také z hlediska uspořádání (layoutu) pracovišť, které musí zajistit dostatečnou flexibilitu. (Mašín, 2004, s. 82)

### 2.3.1 Yamazumi chart

Yamazumi chart je skládaný sloupcový graf, který ukazuje detailní rozbor operací, který zobrazuje rovnováhu montážních časů obvykle v montážní buňce nebo pracovní buňce. Může být použit buď pro jeden produkt, nebo pro více produktů v montážní lince. (Timer Pro Professional, 2013)

Principem yamazumi chartu je detailní rozbor operací, abychom mohli daný proces zjednodušit a zvýšit produktivitu podniku.

Yamazumi chart se především používá:

- k plánování změn,
- umožňuje vytvořit bezpečné, efektivní a plynulé procesy,

- pomáhá při řešení problémů a zlepšuje současné podmínky,
- vizualizuje současný stav a poukazuje na kritická místa v procesu.

Dalo by se tedy říct, že je yamazumi chart natolik unikátní metoda, kterou používá řada firem, proto jsem se rozhodla ji použít rovněž ve své diplomové práci. (Zvyšovanie produktivity montážnej linky vybalansovaním, 2009)

### 2.3.2 Výpočet zákaznického taktu

Klíčovým vstupem pro balancování operací je také nutné určit zákaznický takt, který je uveden v následujícím obrázku č. 4. (API-akademie produktivity a inovací, 2012)

$$\text{Zákaznický takt} = \frac{\text{Dostupný pracovní čas za směnu}}{\text{Požadavek zákazníka}}$$

Obrázek 4 Výpočet zákaznického taktu (API-akademie produktivity a inovací, 2012)

## 2.4 Metody měření práce

Největší úlohou přímého měření práce je styk pozorovatele s pracovníkem na pracovišti, a to v reálném čase, poznání a zachycení procesů a jejich samotná analýza. I v moderní společnosti je mnoho nevyužitého potenciálu v lidském faktoru, proto samotní operátoři nejsou schopni definovat nápravné opatření problému, která však dokážou velmi snadno popsat. A právě tuhle mezeru mezi požadavky a představami vedení společnosti a problémy na pracovišti vyplňuje nástroj analýzy pomocí přímého měření spotřeby času práce.

### 2.4.1 Rozdělení metod měření práce

Metody přímého měření času jsou:

- chronometráž,
- momentové snímky,
- časové snímky pracovního dne,
- snímek průběhu pracovního dne,
- systém předem určených časů (o kterých jsem se již zmínila výše).



### 2.4.2 Chronometráž

Chronometráž se používá u cyklických operací, jejichž části se opakují. Zachycujeme spotřebu času u jednotlivých úkonů operace. Sled připravených činností kontrolujeme na předem připraveném formuláři.

### 2.4.3 Snímek pracovního dne

Snímky pracovního dne jsou metodou spotřeby času, při které se přímo a nepřetržitě zaznamenávají druhy a velikost spotřeby času po celou dobu trvání směny pracovníka.

Cílem je zajistit druh a velikost spotřebovaného času během směny, velikost přestávek, ztrát a jejich příčin, tedy podíl jednotlivých druhů časů v celkovém času směny.

Rozlišujeme 4 základní snímky pracovního dne:

1. Vlastní snímek pracovního dne – předmětem pozorování u vlastních snímků pracovního dne je ztrátová činnost a měření její spotřeby času samotným vykonavatelem činnosti.
2. Hromadný snímek pracovního dne – předmětem pozorování je veškerá činnost a měření spotřeby času pracovníků pracujících v samostatných pracovních úkolech. Zápis pracovních činností se provádí v určitých časových intervalech. Nezapisuje se čas, ale pouze sledovaná činnost.
3. Snímek pracovního dne jednotlivce – předmětem pozorování je zaznamenání veškeré činnosti a měření spotřeby času pracovníka pracujícího samostatně. Tento druh snímku pracovního dne představuje nejpodrobnější záznam pracovní činnosti.
4. Snímek pracovního dne čety – předmětem pozorování je zaznamenání činnosti a měření spotřeby času pracovníků pracujících v rámci čety se společným pracovním příkazem. Pozorované pracovní činnosti se zachycují pomocí symbolů. U snímku pracovního dne čety se jedná o jednoúčelové pozorování. (Pivodová, 2011)

Postup analýzy snímku pracovního dne je následující:

- výběr pracovníka,
- seznámení s pracovištěm,

- vymezení sledovaných dějů,
- stanovení počtu snímků,
- měření,
- vyhodnocení snímků.

Výběr pracovníka a pracoviště vychází z podnětu firmy vedení společnosti. Mnohdy to bývá úzké místo nebo pracoviště, které je nutné co nejpodrobněji analyzovat vzhledem k jeho plánované změně. Ta se může týkat zvýšení jakosti, snížení času přetaktování, zkrácení průběžných časů, balancování linky nebo re-layoutu. Snímek pracovního dne se tedy provádí všude tam, kde je potřeba odhalit veškeré neefektivnosti na daném pracovišti, lince či výrobě. Zaznamenání časů se provádí do předem připraveného formuláře.

Při analýze je potřeba klást důraz na pět hlavních okruhů, které posoudí sledované procesy z hlediska nejen jejich aktivity, ale také plýtvání nebo činností, které nepřidávají hodnotu. Nutné je brát v potaz místo, čas, osobu a způsob vykonávané práce.

Mezi hlavní cíle analýzy snímku pracovního dne patří:

- zpracovat snímek pracovního dne pracovníka,
- zachytit a vyhodnotit časy, které nám nepřidávají hodnotu,
- analyzovat využití stroje,
- zachytit náběh směny,
- sledovat hodinový výkon pracoviště. (API-akademie produktivity a inovací, 2012)

#### **2.4.4 Snímek průběhu pracovního dne**

Umožňuje sledování operace s nepravidelným cyklem, přičemž nelze předvídat časový sled jednotlivých částí operace. V některých případech se snímek používá k nalezení nejvhodnějšího způsobu práce a k zavedení pravidelného pracovního postupu. Tento snímek se většinou používá v podmínkách malosériové a kusové výroby. (Pivodová, 2011)

### **2.5 Plýtvání**

Základním kamenem managementu je princip, na kterém vyrostlo průmyslové inženýrství, a to je eliminace plýtvání. (Mašín, 2003, s. 18)

Dle Toyoty, rozlišujeme 8 základních druhů plýtvání:

- nadvýroba - nejhorší plýtvání, protože vyžaduje obrovské náklady,
- čekání - je většinou zjevné,
- zbytečná manipulace - projevuje se jako nejčastější druh plýtvání (například zbytečná cesta ze skladu do skladu),
- špatný pracovní postup - většinou vyvolá dodatečnou práci a další spotřebu zdrojů,
- vysoké zásoby - náklady na skladování, obvykle zakrývají jiné problémy,
- zbytečné pohyby - například zbytečná chůze do skladu, pro polotovary,
- chyby pracovníků - zvyšují náklady, díky zbytečným činnostem,
- nevyužitý potenciál pracovníků - plýtvání tvůrčím talentem, znalostmi a schopnostmi lidí. (Košturiak, 2006, s. 14)

Mezi hlavní příčiny plýtvání se řadí:

- nesprávně navržené materiálové toky a výrobní dispozice,
- nedostatečný systém řízení kvality,
- nesprávná údržba výrobních zařízení,
- nedostatečná motivace a kvalifikace pracovníků,
- orientace na hlavní cíle. (Košturiak, 2002, s. 31)

Proces eliminace plýtvání musí začít již od managementu. Podstata odstranění plýtvání spočívá v tom, že všichni musí žít a řídit se základním mottem, přebráno ze skript pracovních systémů: „*Není to až tak složité, je potřeba tomu věnovat čas a chtít*“. Rovněž Henry Ford i Tomáš Baťa se tímto heslem řídili. (Kressová, 2010, s. 24)

Vzdělání v oblasti definování a eliminování plýtvání je kontinuální proces, kterým musí být již podnikové změny nastartovány. Pro zrychlení těchto změn je nutná nejen podpora managementu, ale také všech ostatních, kteří se na změnách podílejí. Tito lidé musí iniciovat generování vize výrobního systému s reálnými obrysy a jasnými cestami jejich naplnění. (Vytlačil, 1999, s. 142)

## 2.6 Parametry štíhlého layoutu

Dle pana Mašína je layout „*prostorové uspořádání strojů a předmětů na daném prostoru*“.  
(Mašín, 2005, s. 44)

Štíhlý layout přináší velkou úsporu ploch, přičemž na uvolněných plochách je možno umístit další výrobní programy.

Hlavní parametry štíhlého layoutu jsou:

- přímý materiálový tok směrem k expedici a montážní lince,
- minimální plochy na mezisklady,
- minimální průběžné časy,
- sklady v místě potřeby,
- tahový systém, kanban,
- flexibilita s ohledem na variabilitu produktů, změny výrobního layoutu,
- nízké náklady na instalaci.

Správně navržený layout přináší řadu výhod:

- zkrácení průběžné doby výroby,
- snížení rozpracované výroby,
- zvýšení produktivity práce,
- redukce potřeby ploch,
- v neposlední řadě také snížení nákladů na zabezpečení kvality. (Košturiak, 2006, s. 135)

### 3 ZHODNOCENÍ TEORETICKÝCH POZNATKŮ A VÝCHODISKA PRO ANALYTICKO-PROJEKTOVOU ČÁST

Výrobní linky v dnešní době čelí obrovskému tlaku konkurence. K tomu, aby udržely svou pozici na trhu, není třeba mít jen špičkovou výrobní technologii nebo vývoj nových výrobků. Musí se neustále snažit udržovat dobré vztahy se zákazníky. K tomu aby mohli vyhovět všem svým zákazníkům, a splňovat jejich požadavky je nutné mít pohotovou výrobu. Aby vše fungovalo, tak jak má, je nutné mít zapotřebí i kvalitní průmyslové inženýrství, kterým společnost dostatečně disponuje.

Proto jsem se v teoretické části věnovala vysvětlením pojmů, jako je průmyslového inženýrství a průmyslový inženýr. Dále jsem charakterizovala samotný projekt, buňkové uspořádání výroby, projektování buněk, balancování operací, yamazumi chart a stanovení zákaznického taktu.

Rovněž jsem se věnovala podrobnému rozebrání metod pro měření práce, jehož poznatky používám následně i v analytické a projektové části. Charakterizovala jsem pojem „plýtvání“ bez kterého by optimalizace výrobní linky byla zcela zbytečná.

V neposlední řadě jsem se věnovala vysvětlením pojmu layout, který je rovněž nezbytný pro použití v projektové části.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 4 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Ve své diplomové práci se budu věnovat optimalizaci výrobní linky s cílem redukce pracovníků na pracovišti. Diplomová práce je rozdělena do několika částí.

V první části se budu věnovat společnosti, od historie až po současnost, popsání jejího poslání, filozofie a cílů podnikání, které hrají nezastupitelnou úlohu při jejich konkurenceschopnosti na trhu.

V další části se budu věnovat detailnímu popisu produktu, který prochází jednotlivými operacemi na výrobní lince, kterou budu optimalizovat. Ve třetí části provedu analytickou část současného stavu výrobní linky.

V poslední části navrhu změny, které by měly pomoci dosáhnout stanoveného cíle. Měly by zajistit vyrobení požadovaného počtu produktů, v požadovaném čase, kvalitě a efektivitě.

V neposlední řadě shrnu kritická místa optimalizace a provedu vyčíslení celého projektu.

### 4.1 Představení společnosti Autopal Visteon, s.r.o.

Visteon Corporation je přední světový dodavatel pro automobilový průmysl, který navrhuje, vyvíjí a vyrábí inovační produkty pro klimatizaci, interiéry, elektroniku a světelnou techniku pro výrobce automobilů a současně poskytuje širokou škálu produktů a služeb pro zákazníky na trhu s náhradními díly. (Visteon, 2013)

Visteon Corporation se sídlem v USA, v Šanghaji, v Číně a německém Kerpenu, má více než 170 závodů ve 26 zemích a zaměstnává přibližně 49 000 lidí. Společnost Visteon-Autopal Services s.r.o. patří mezi 100 nejvýznamnějších firem České republiky. Cílem společnosti Visteon – Autopal je nabízet zákazníkům stále lepší a kvalitnější produkty. (Visteon, 2013)

### 4.2 Historie společnosti

Visteon Autopal je firma s dlouholetou a bohatou tradicí. Společnost vyrostla z malého klempířství, které založil 4. října 1879 Josef Rotter. Na počátku dvacátého století byla výroba zaměřena na produkci svíček, petrolejových a acetylenových svítilen, kočárových lamp, lamp pro motorová vozidla a lokomotivy. V roce 1949 byl ustaven národní podnik Autopal, který byl až do roku 1992 výrobcem a dodavatelem osvětlovací a chladicí techniky pro všechny tuzemské výrobce osobních a nákladních automobilů, autobusů, traktorů,

tramvají, lokomotiv, železničních vozidel, dodávkových vozů a speciálních vozidel. Hlavním historickým milníkem se stal 13. červenec 1993, kdy podnik koupila společnost Ford Motor Company. V dubnu 2000 se Autopal stal součástí nadnárodní společnosti Visteon-Corporation. (Visteon, 2013)

### 4.3 Autopal dnes

Visteon-Autopal s.r.o. je centrem světového vývoje a výroby světelné, klimatizační a chladicí techniky, forem a nástrojů pro automobilový průmysl. Výrobky společnosti směřují přibližně k dvaceti automobilovým značkám, 57% je tvořeno světelnou technikou a 43% chladicí a klimatizační technikou. S více než 4500 zaměstnanci patří Visteon-Autopal k největším společnostem nejen na Moravě, ale i v České republice. Své zastoupení v České republice reprezentují dvě specializovaná technická centra zaměřená na klimatizaci a světelnou techniku, pět výrobních závodů a nástrojárnu nacházejících se v Novém Jičíně, Hluku a Rychvaldě, dále pak prodejní kancelář pro náhradní díly (aftermarket) v Praze, sklad náhradních dílů pro střední a východní Evropu v Novém Jičíně a v neposlední řadě zákaznické středisko pro firmu Škoda Auto v Mladé Boleslavi. (Visteon, 2013)

### 4.4 Závod v Hluku

Závod v Hluku u Uherského Hradiště má v současnosti 500 zaměstnanců. Výrobní linky zde jedou v průměru na 3směnný provoz. Tento závod se specializuje na výrobu chladicí a klimatizační techniky. Vyrábí hliníkové komponenty, ale je zde ji jedna velká specialita a to výroba nerezových výměníků, čímž se stávají jediní ve střední Evropě, pokud jde o Visteon Corporation. V blízké budoucnosti je plánovaná expanse tohoto závodu asi o ¼ stávajícího objemu. (Visteon, 2013)

### 4.5 Základní poslání společnosti

- Visteon Autopal, závod Hluk, staví na své dlouholeté tradici spočívající v kvalitní výrobě především tepelných výměníků.
- Firma se snaží být nejlepší na světě, v partnerství s jejími zákazníky poskytovat inovativní, vysoce kvalitní výrobky, které poskytují mimořádnou hodnotu.
- Visteon vize: *„je partnerství s našimi zákazníky, abychom jim pomohli z nejlepších vozů na světě. Budeme uplatňovat naše automobilového intelekt navrhovat*



*a vyrábět komponenty, systémy a moduly, které se líbí řidičů a cestujících“.* (Visteon, 2013)

## 4.6 Filozofie podnikání

Filozofii podnikání, kterou společnost má, můžeme rozdělit do několika hledisek:

- vyvíjet a vyrábět produkty nejvyšší kvality,
- dodávat včas zákazníkům produkty,
- dobrá komunikace se svými klienty,
- zvyšovat odbornost zaměstnanců,
- prostřednictvím technologických a manažerských inovací usilovat o neustálé zlepšování,
- neustálé zvyšování kvalifikací, aktivit a spokojenost všech zaměstnanců,
- vyhovující cenová politika, zejména při prodeji zboží do zahraničí,
- inovace,
- maximalizovat zisk,
- budovat co nejefektivnější využití podnikového skladu. (Visteon, 2013)

## 4.7 Hlavní cíle podniku

Základní cíl podniku Autopal Visteon:

- 0% reklamací,
- zákazník je na 1. místě,
- inovace. (Visteon 2013)

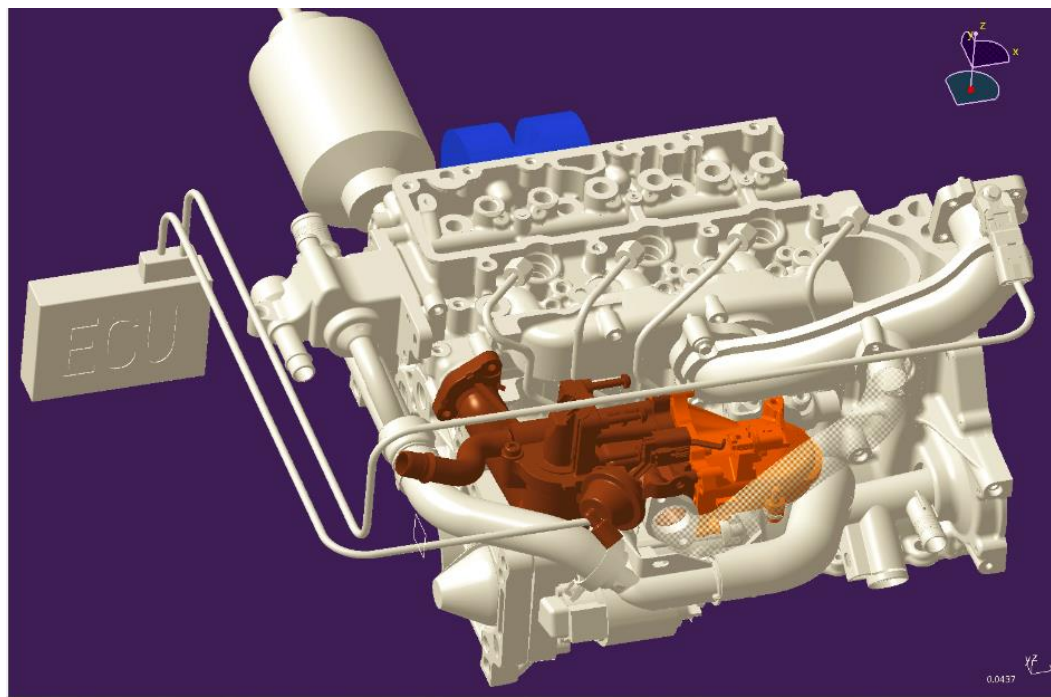
## 4.8 Zákazníci

Autopal v Hluku dodává své výrobky hlavním automobilovým výrobcům jako je Audi, Fiat, Ford, Daimler-Chrysler, General Motors, Jaguar, Kia, Mercedes-Benz, Porsche, PSA Peugeot-Citroen, Renault. Její výrobky hrají nezastupitelnou úlohu v automobilovém průmyslu. (Visteon, 2013)

## 5 POPIS PRODUKTU VE SPOLEČNOSTI

### 5.1 Představení produktu

Produkt EGR neboli tepelný výměník, je v dnešní době neodmyslitelnou součástí každého diesellového automobilu. Nachází se v motoru automobilu (uveden níže na obrázku č. 5). Jeho implementace do motorů nebyla od prvopočátku. Motor dokáže s lepšími parametry fungovat i bez něj. Jeho nutnost vyplynula až z nařízení vlády, potažmo Evropské Unie, kdy byly stanoveny určité emisní limity, které musí dnešní nové vozy dodržovat. U benzínových motorů to v té době řešil katalyzátor pevných částic, který můžeme vidět i ve starších modelech aut. Pro diesellové motory však katalyzátor není natolik účinný. Výrobci motorů začali přemýšlet, jak tyto limity dodržet. Mnoho výrobců znamená mnoho nápadů. Někteří jdou cestou mechanickou a někteří chemickou. Mechanickou cestou znamená instalace mechanismu – zařízení jako součást motoru. Touto cestou se vydala většina výrobců a představovaný výměník je jeden z těchto součástí. Další varianta je jít chemickou cestou, v které je leader a průkopník Mercedes. Ten používá vstřikování kravské moči do výfukového potrubí, čímž dochází k chemické reakci a výslednému snížení emisí. Tou poslední variantou jsou potom hybridní motory, kde však mnoho výrobců je prozatím na začátku těchto projektů.



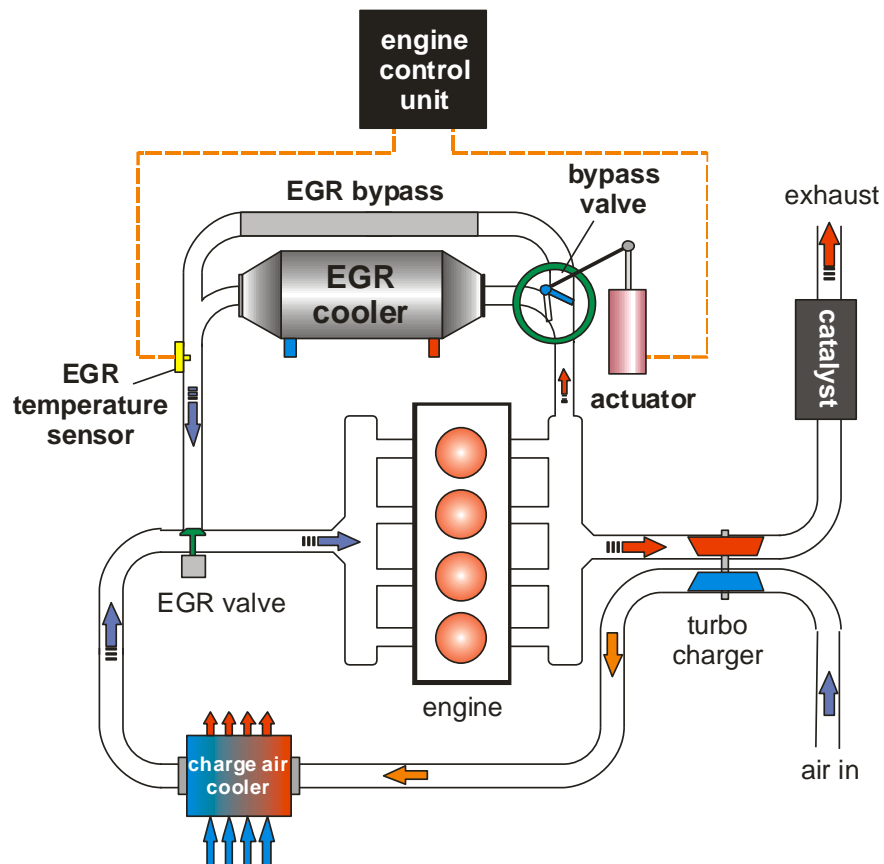
Obrázek 5 Umístění Euro 5 v motoru (interní dokument společnosti)

## 5.2 Popis činnosti tepelného výměníku Euro 5

Recirkulace výfukových plynů je technologie používaná ke snížení emisí oxidů dusíku (Nox) ve výfukových plynech spalovacích motorů (zážehových i vznětových). Systém funguje na principu recirkulace části výfukových plynů a jejich vedení zpět do válců motoru, kde nahrazuje část nasávaného vzduchu. Poměrná část výfukových plynů je hnána přes EGR výměník, kde se ochlazují. EGR výměník je chlazen chladící vodou motoru. Takto ochlazené výfukové plyny se míchají s čerstvým vzduchem a znovu se při zážehu přepalují.

Vzhledem k tomu, že oxidy dusíku vznikají primárně při zahřátí směsi kyslíku a dusíku na vysokou teplotu, vede recirkulace výfukových plynů ke snížení teploty hoření směsi ve válci a tím ke snížení produkce oxidů dusíku. Většina moderních motorů vyžaduje recirkulaci výfukových plynů pro splnění emisních limitů (S1, S2, S3, S4, S5, S6).

Sekundární funkcí tohoto výměníku je jeho pomoc při zahřívání motoru, jelikož při studeném motoru ohřívá chladící vodu a nasávaný vzduch.



Obrázek 6 Činnost tepelného výměníku v motoru (interní dokument společnosti)

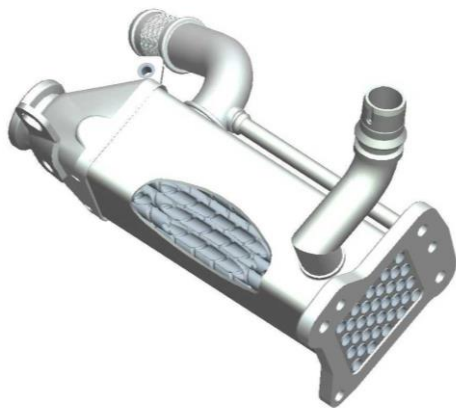
### 5.3 EGR Euro 5

V mé práci se budu zabývat výrobní linkou, na které se produkuje výměník EGR, který má po zabudování do motoru zapříčinit splnění emisních limitů Euro 5. Od toho taky výrobní pojmenování výměníku.

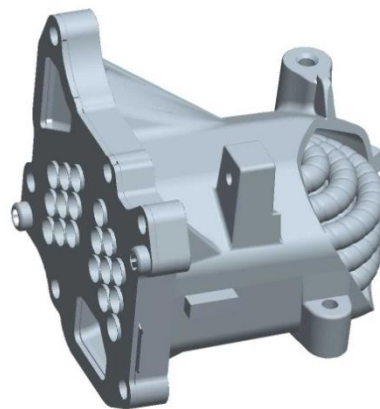
#### 5.3.1 Design

Výměníky tohoto typu jsou většinou konstruovány tak, aby splnily požadované emisní limity, ale vzápětí si automobilka určuje, jak velký výměník má být. V první řadě automobilky pracují na motoru a až po tom, co je motor z 90% dokončen, tak se na motor montují druhořadé mechanismy. Výrobce motorů tedy určí, jaké prostory zbyly pro tento výměník, kde může být uchycen a kde napojen. Na firmě jako je Visteon – Autopal s.r.o. potom záleží, jak se s tím její designéři, konstruktéři a vývojáři vypořádají.

Jak již jsem se zmínila, tvary jsou tedy různé. Předchůdci tohoto výměníku byly dlouzí, ve tvaru válce, to vytvářelo potřebu pro dostatek prostoru v oblasti motoru. Tím způsobovaly komplikovanost zpracování motoru, jelikož vstup a výstup tohoto výměníku byl od sebe velmi vzdálen.



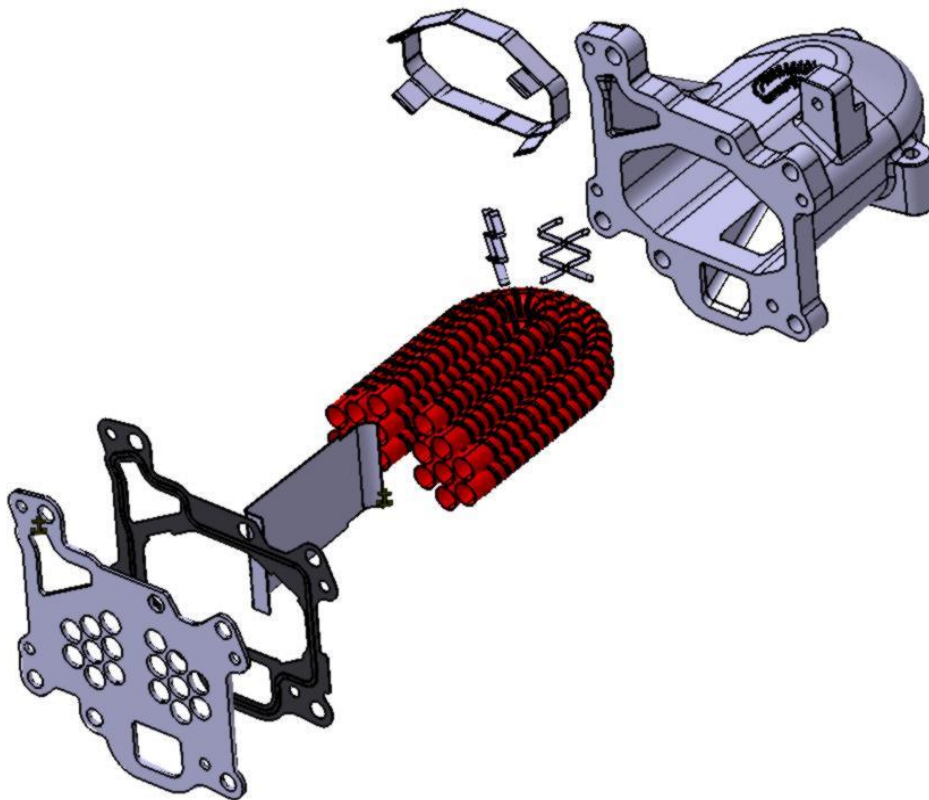
Obrázek 7 Výměník splňující normu Euro 4 (interní dokument společnosti)



Obrázek 8 Výměník splňující normu Euro 5 (interní dokument společnosti)

Dnešní doba je ovlivněna tzv. „downsizingem“, tedy zmenšováním. Tento trend ovlivňuje i výrobu EGR výměníků. Na to muselo zareagovat i vývojové centrum. Vymyslelo design,

který splňuje požadované limity a navíc je menší, lehčí a především má vstup i výstup na jedné straně. Vše bylo zapříčiněno tím, že se podařilo vymyslet design plynových trubiček do tvaru „U“, které jsou tou nejdůležitější součástí v tomto výměníku. Design tvaru do písmene „U“ byl tak důmyslným vynálezem, že Visteon-Autopal s.r.o. si jej nechal patentovat a tím získal velkou konkurenční výhodu, ze které těží dodnes.



Obrázek 9 Design trubiček do tvaru „U“ (interní dokument společnosti)

### 5.3.2 Doba vývoje nového výměníku a úloha průmyslového inženýrství

Vše začíná „výběrovým řízením“, kdy automobilka zadá výrobcům své požadavky na plnění emisí, prostor, výrobní objemy, životnost programu a orientační cenu. S těmito podmínkami začíná boj dodavatelů o to, kdo danou zakázku vyhraje. Musí se předložit první návrhy a první cenové spekulace do 1-2 měsíců. To jsou studie nebo představy, kdy dodavatel na základě svých odhadů a zkušeností navrhne tento produkt a cenové náklady na výrobu. V této fázi je nepostradatelnou částí týmu průmyslový inženýr, který specifikuje

náklady na celou výrobní linku a pracnost výrobku. Tyto data vkládá do kalkulačních tabulek dle svých předcházejících zkušeností s podobnou výrobou a nástrojů průmyslového inženýrství.

Pokud nabídka dodavatele uspěje, začíná vývoj výrobku z hlediska designu, funkčnosti a vyrobitelnosti. I zde má své zastoupení průmyslový inženýr, jelikož musí svoji představu o výrobě komunikovat s vývojovým oddělením.

Na konci vývojové části se provádějí testy na výkon a životnost dle specifikací od automobilky. Ruku v ruce s testy nastává jedna z nejdůležitějších rolí průmyslového inženýra, a to stavba výrobní linky. Tedy specifikace strojů, umístění strojů, načasování rozjezdu linky.

Vývojové období až po zavedení prvních prototypů a sériových kusů do výroby je vždy ovlivněno požadavkem zákazníka. Průměrná doba však je někde mezi 1 až 2 roky od oslovení dodavatelů automobilkou.

### **5.3.3 Doba produkce a úloha průmyslového inženýrství**

Pokud se nejedná se o univerzální součástku, tak výrobek bude součástí pouze jednoho druhu motoru nebo jednoho druhu automobilu. Z důvodu snižování cen se automobilky velmi často přiklání ke spolupráci s ostatními. Stává se tak, že jeden motor je používán ve více druzích aut koncernu do různých druhů aut různých výrobců. V tomto případě se můžou objemy produkce součástky vyšplhat na milionové série v rámci jednoho kalendářního roku. Toto je případ i výrobní linky, na které jsem aplikovala své zlepšení. V takových případech jsou optimalizace průmyslového inženýrství velmi viditelné v číselném vyjádření, protože jakékoliv zlepšení procesu může přinášet velké úspory, pokud se to vynásobí počtem vyprodukovaných kusů. Úspory, které ke svému vzniku potřebují investice, jsou tak lépe prosaditelné u managementu podniku.

Z důvodu neustálého vývoje v automobilovém odvětví však i milionová produkce nemůže trvat věčně a končí se zánikem prodeje toho nebo onoho automobilu. To se odráží v životnosti jednotlivých výrobních programů, která činí v průměru 4 až 5 let plus produkce náhradní dílů.

### **5.3.4 Základní informace o výrobním programu EGR Euro 5**

Základní informace o tepelných výměnících EGR Euro 5 dodávaných do automobilek, nám poskytuje následující tabulka č. 2.

Tabulka 2 Základní informace o produkci (interní dokument společnosti)

<b>Motory</b>	1,4 l (DV4) , 1,6 l (DV6) a 2,2 l (DW12) Diesel
<b>Aplikace</b>	PSA, Ford, Volvo, Jaguar, Suzuki
<b>Vyroba</b>	Tremery (F), Douvrin (F), Dagenham (GB)
<b>Objem</b>	2 miliony ročně
<b>Příjmy</b>	200 000 000 euro celkem
<b>Zisk v roce 2011</b>	5 000 000 \$

Z tabulky je na první pohled patrné, že tepelné výměníky jsou dodávány do předních světových značek automobilů Ford, Peugeot, Citroen, Jaguar. Objem vyrobených tepelných výměníků činí ve společnosti 2 000 000 kusů ročně. Zisk, který společnost dosáhla, v roce 2011 byl 5 000 000 amerických dolarů. Je zřejmé, že společnost patří mezi přední světové výrobce a požadavek zákazníků na výrobu tepelných výměníků se neustále zvyšuje. Je to dáno tím, že neúprosné směrnice Evropské legislativy stále snižují emisní limity a tím zvyšují nároky na ekologičnost motorů. Současné katalyzátory již novým směrnícím nedostačují, tak se začíná implementovat tento systém tepelných výměníků i do benzinových motorů, což přináší zakázky pro dodavatele, kteří se touto výrobou zabývají.

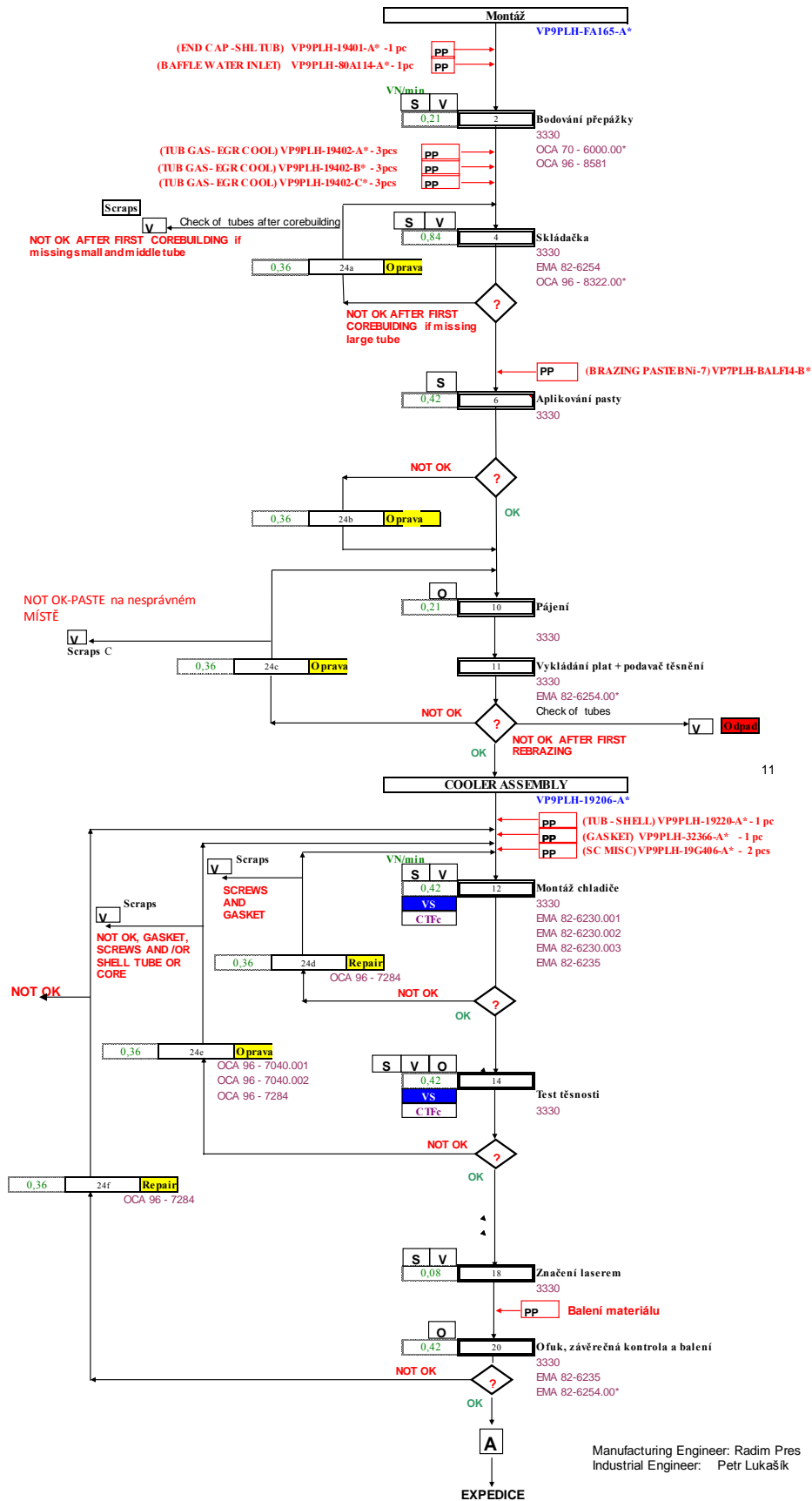
## 6 VÝROBNÍ PROCES

V této části diplomové práce se budu věnovat popisu jednotlivých výrobních operací. Na obrázku č. 10 je uveden flow chart výrobních operací.

- 1) Bodování přepážky – lisované dílce (víčko a přepážka) jsou bodovány (svařovány) dohromady.
- 2) Skládačka – v tomto stroji se skládá vložka, která je tvořena ze svařované přepážky a plynových trubiček do tvaru „U“. Tento stroj je plně automatizován. Operátor pouze vkládá dílce.
- 3) Aplikace pasty – vložka je automaticky transportována na paletkách do pastovací linky, kde se nanáší pájecí pasta. Napastovaná vložka je dále automaticky uložena do pájecích plat.
- 4) Pájení – pájecí plata s napastovanou vložkou putují průběžnou pecí, kde při cca 1 000 stupních se pasta roztaví a takto zapájená vložka se ochladí pomocí vzduchových ventilátorů.
- 5) Vykládání plat a podavač těsnění – tato operace je poloautomatická, jelikož je zde nutná vizuální kontrola operátorem. Zapájené vložky jsou manuálně vykládány z pájecích plat a zakládány na pás automatického podavače těsnění. Prázdné pájecí plata jsou na vozíčku převáženy na začátek pece.
- 6) Montáž výměníku – vložka je zde šroubována dohromady s hliníkovým odlitkem. A následně odeslána na test.
- 7) Test těsnosti – sešroubovaný výměník je zde testován na povolený únik při určitém tlaku. Netěsné výměníky jsou odeslány na opravu. Během testování se zkontroluje výměník z hlediska rozměrů.
- 8) Značení laserem – identifikační štítek výrobku je zde kvůli vysoké teplotě výměníku v motoru vypalován laserem přímo do těla odlitku.
- 9) Ofuk – je vnitřní čištění výrobku pomocí vysokého tlaku vzduchu. Požadovaná čistota je nutná při montáži do motoru.
- 10) Finální kontrola a balení – profouknutý kus je okamžitě zalepen folií, vizuálně zkontrolován operátorem a uložen do přepravky.



6.1 Flow chart



Obrázek 10 Flow chart (interní dokument společnosti)

## 6.2 SWOT analýza, logický rámec a riziková analýza projektu

Tabulka 3 SWOT analýza EURO 5 (vlastní zpracování)

Silné stránky	Slabé stránky
7. vybudovaná základna pracovníků	1. nevyužití potenciálu pracovních sil
4. dobré jméno firmy	2. nízká flexibilita při aplikaci změny
5. dlouhodobá tradice	
2. špičková technologie	
3. ISO - zásobování automobilek JIT	
1. stálé zákaznické objemy	
6. velkovýroba	
Příležitosti	Hrozby
1. vzrůstající poptávka po produktech	3. vstup nové konkurence na trh
3. základna ověřených dodavatelů	1. vzrůstající ceny vstupních surovin
4. dobré vztahy s dodavateli	4. kolísající měna USD
5. patentovaný design	2. odbory
2. vývojové centrum	

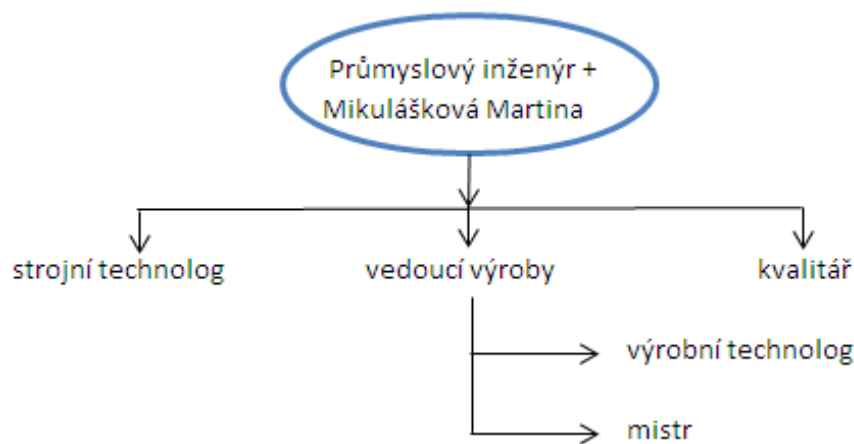
## 7 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Ve společnosti jsem byla zapojena do týmu, který měl za úkol zvýšit efektivitu výrobní linky nerezových výměníků EGR, optimalizovat využití strojů, pracovní síly a zvýšit výkon celé linky, čímž ji připravit na navýšené objemy definované zákazníkem.

Momentální požadavek zákazníka je 1 800 000 ks za rok. Od roku 2013 zákazník avizoval, že potřebuje pokrýt novou továrnu motorů, kde by se měly tyto výměníky taky montovat a jeho požadavek je navýšení kusů na 2 300 000. Zákazník přislíbil finanční pomoc, pokud bude nutné zrychlení stroje nebo optimalizace softwaru řídicích jednotek strojů. Úkolem Visteon-Autopal s.r.o. bude tuto linku na tyto objemy připravovat a využít tohoto projektu k tomu, abychom zvýšili efektivnost výrobní linky a zisk.

Zvýšení zisku z výrobní linky dosáhneme zkrácením taktimu, čímž snížíme výrobní náklady (úspory energií) na jeden kus. Razantní krok, který nám však přinese nejlepší výsledky, je optimalizace a redukce pracovních pozic v lince. Od managementu firmy navíc zněl požadavek na snížení počtu zaměstnanců.

Tým měl danou organizační strukturu a profesní zastoupení:



Obrázek 11 Organizační struktura zpracování projektu (vlastní zpracování)

První krok týmu byl zanalyzovat současný stav linky, získat potřebná a podrobná data o chodu jednotlivých strojů, využít k analýze nástroje průmyslového inženýrství. Abychom však splnili i druhý požadavek redukce operátorů, provedeme analýzu činností operátorů u strojů a porovnáme si jejich výkonnost, pracovní využití a nastavení jejich pracovní buňky.

### 7.1 Informace k výpočtu zákaznického taktu

Počet směn:	3 směnný provoz (15 směn za týden)
Počet pracovních dnů v roce:	232 pracovních dnů
Počet minut ve směně:	480 minut
Počet přestávek ve směně:	6 minut začátek směny 10 minut ergonomická přestávka 30 minut oběd 10 minut ergonomická přestávka 6 minut konec směny
Čistý pracovní čas:	418 minut
Počet přestávek:	62 minut/směnu
Požadovaný počet vyrobených kusů za rok:	1 800 000

### 7.2 Výpočet současného zákaznického taktu

$$\text{Zákaznický požadavek} = \frac{1\,800\,000}{232} = 7\,758,6 \frac{\text{ks}}{\text{den}}, \frac{7\,758,6}{3} = 2\,586,2 \frac{\text{ks}}{\text{směnu}}$$

Dle výpočtu zákazník v současné době požaduje po zaokrouhlení 2 587 ks za směnu.

$$\text{Zákaznický takt} = \frac{418}{2\,587} = 0,16158, \frac{\text{min}}{\text{ks}} = 9,694 \frac{\text{s}}{\text{ks}}$$

Zákaznický takt je 9,7 s / ks.

### 7.3 Výpočet požadovaného zákaznického taktu

$$\text{Zákaznický požadavek} = \frac{2\,300\,000}{232} = 9\,913,8 \frac{\text{ks}}{\text{den}}, = \frac{9\,913,8}{3} = 3\,304,6 \frac{\text{ks}}{\text{směnu}}$$

Dle výpočtu zákazník v budoucnosti požaduje po zaokrouhlení 3 305 ks za směnu.

$$\text{Zákaznický takt} = \frac{418 \text{ ks}}{3\,304,67} = 0,1264902468 \frac{\text{min}}{\text{ks}} = 7,589 \frac{\text{s}}{\text{ks}}$$

Požadovaný budoucí zákaznický takt je 7,6 s / ks.

## 7.4 Měření jednotlivých strojních operací v lince

Měření jednotlivých výrobních operací jsme si v týmu stanovili následovně. Každá operace bude měřena 20x a předpoklad tohoto měření je, že operátor, či stroj, udělá 20x danou operaci bez přerušení. Tuto podmínku jsme zavedli z toho důvodu, že potřebujeme zjistit takt stroje či buňky v době, kdy pracuje tak jak má. Z dlouhodobého pozorování je patrné, že operátor vždy vyrobí první kus pomaleji než ty další v pořadí.

Měřila jsem systémem „floor to floor“ což je anglický název používaný ve Visteon-Autopal s.r.o. pro měření operací či operátoru v bodě, kdy ten kus odkládá na další operaci. Neměříme tedy uprostřed výrobní buňky, ale až na jejím výstupu.

*Tabulka 4 Měření operace bodování přepážky (vlastní zpracování)*

Popis operace	Náměry u operace bodování přepážky										Průměrný čas na 1 operaci	sec
	Bodování přepážky	0,250	0,233	0,333	0,300	0,217	0,600	0,250	0,633	0,700		
	0,233	0,267	0,367	0,333	0,217	0,533	0,233	0,633	0,700	0,717		

Bodování přepážky je provozováno na třech stanovištích laserového svařování. Výsledný čas tedy musíme podělit třemi, abychom získali průměrný výstup z těchto pracovišť.

*Tabulka 5 Měření operace skládání vložky (vlastní zpracování)*

Popis operace	Náměry u operace ERG - skládačky										Průměrný čas na 1 operaci	sec
	ERG - skládačka	0,250	0,233	0,240	0,270	0,217	0,265	0,250	0,240	0,260		
	0,233	0,267	0,250	0,230	0,217	0,235	0,233	0,243	0,253	0,249		

Pro skládání vložky jsou k dispozici dvě skládačky, kde každou z nich obsluhuje jeden operátor. Výsledný čas musíme dělit dvěma, abychom získali průměrný čas

*Tabulka 6 Měření operace pastování (vlastní zpracování)*

Popis operace	Náměry u operace pastování										Průměrný čas na 1 operaci	sec
	Pastování	0,135	0,131	0,133	0,132	0,134	0,135	0,131	0,133	0,132		
	0,133	0,132	0,134	0,135	0,131	0,134	0,135	0,131	0,133	0,132		

Pastování je prováděno bez operátora automaticky. Operátor pouze v daných časových intervalech doplňuje pastu.

*Tabulka 7 Měření operace montáž (vlastní zpracování)*

Popis operace	Náměry u operace montáže										Průměrný čas na 1 operaci	sec
	0,123	0,120	0,129	0,123	0,124	0,126	0,120	0,129	0,130	0,123		
Montáž	0,126	0,120	0,129	0,127	0,129	0,130	0,124	0,126	0,120	0,129	0,125	7,5

Montáž se provádí na jednom stroji, který obsluhuje jeden operátor.

*Tabulka 8 Měření operace test těsnosti (vlastní zpracování)*

Popis operace	Náměry u operace testu těsnosti										Průměrný čas na 1 operaci	sec
	0,800	0,700	0,730	0,730	0,750	0,770	0,700	0,730	0,740	0,760		
Test těsnosti	0,730	0,760	0,730	0,750	0,750	0,750	0,740	0,740	0,760	0,760	0,744	44,6

Testů máme aktuálně k dispozici pět. Výsledný čas jednoho testu dělíme pěti, abychom získali průměrný výstup z této buňky.

*Tabulka 9 Měření operace značení laserem (vlastní zpracování)*

Popis operace	Náměry u operace značení laserem										Průměrný čas na 1 operaci	sec	
	0,110	0,120	0,110	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120			
Značení laserem	0,120	0,120	0,120	0,110	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120	0,110	0,110	0,118	7,1

Tato operace je zcela automatická. Stroj si sám odebírá a značí. Na druhé straně stroje si zase operátor (z ofuku) označené kusy odebírá z pásu.

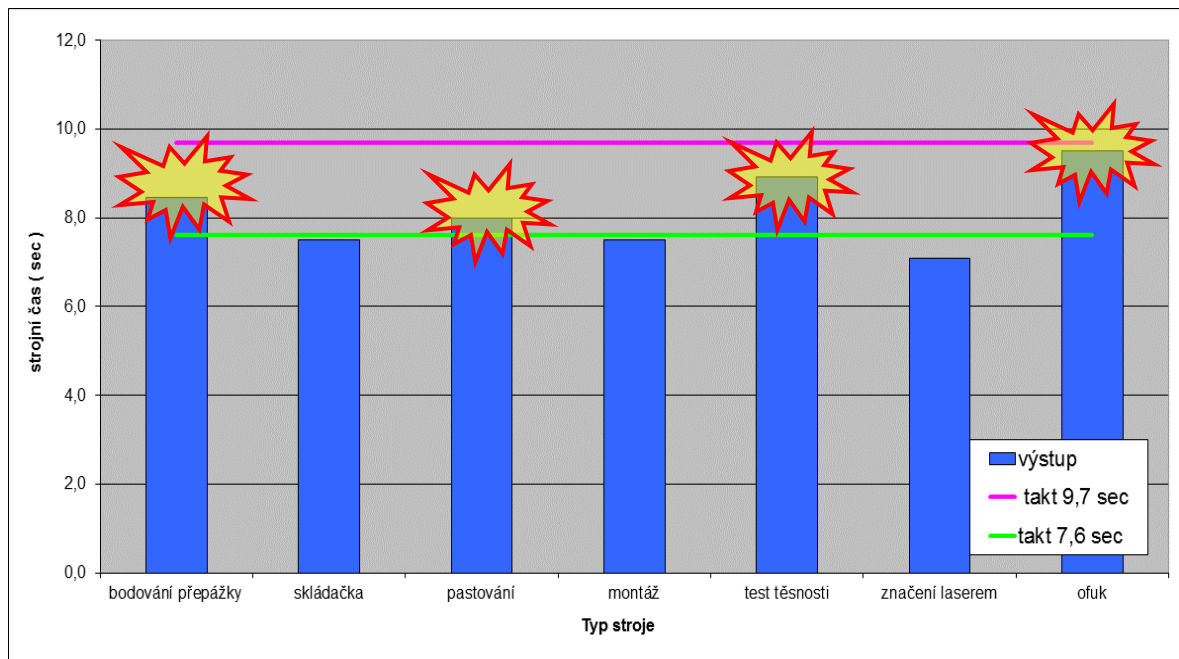
*Tabulka 10 Měření operace ofuk (vlastní zpracování)*

Popis operace	Náměry u operace ofuku										Průměrný čas na 1 operaci	sec
	0,158	0,160	0,161	0,156	0,155	0,154	0,160	0,161	0,156	0,158		
Ofuk	0,155	0,154	0,160	0,161	0,156	0,161	0,156	0,155	0,154	0,160	0,158	9,5

Tato operace je poslední operací v lince. Stroj obsluhuje jeden operátor a profouknuté kusy předává na balení. Druhý operátor tyto kusy zkontroluje a zabalí. Oba dva operátoři pracují v taktu stroje.

### 7.4.1 Yamazumi chart

Na základě takto změřených operací se vytvořil „yamazumi chart“, pomocí něhož si jednotlivé obrázky o operacích shrneme do jednoho grafu, který nám dá tak ucelený pohled na výrobní linku.



Obrázek 12 Yamazumi chart (vlastní zpracování)

Dle yamazumi chartu můžeme nyní konstatovat, že aktuální zákaznický takt 9,7 sec splňují všechny operace. Pokud se ovšem podíváme na budoucí zákaznický takt 7,6 sec, je patrné, že ve čtyřech případech bychom nestíhaly. Tyto operace se budou muset optimalizovat. V našem případě je nutná investice do jednotlivých strojních zařízení. Tyto investice však mohou mít charakter takový, že se může upravit nástroj nebo zrychlit motor – tzv. investice do mechanických částí. Druhý způsob, jak stroj zrychlit, je pomocí nového softwaru, pokud optimalizujeme jednotlivé strojní kroky. Optimalizací strojních kroků se rozumí snížení času na strojní krok, zrychlení přesunu nebo některé operace provádět paralelně. To nám většinou přinese největší úsporu v cyklu stroje. Tyto úpravy jsou velmi efektivní a finančně nenáročné oproti mechanickým zásahům do stroje.

## 7.5 Měření využití operátorů v lince

Pro získání dat o využití operátorů u strojů využijeme měření času jejich činnosti a nečinnosti v rámci cyklu výroby jednoho kusu. V případě operátorů, kteří nejsou vázáni na pravidelný cyklus stroje – práce operátora se skládá z různých úkonů na různých místech - zpracujeme snímek pracovního dne.

### 7.5.1 Využití operátorů u strojů

Tabulka 11 Využití operátorů u operace bodování přepážky (vlastní zpracování)

1. pracovník - bodování přepážky	čas (sec)	( % )
celkový takt stroje	25,4	100%
čas práce operátora	18,0	71%
čekání operátora na stroj	7,4	29%
2. pracovník - bodování přepážky	čas (sec)	( % )
celkový takt stroje	25,4	100%
čas práce operátora	18,5	73%
čekání operátora na stroj	6,9	27%
3. pracovník - bodování přepážky	čas (sec)	( % )
celkový takt stroje	25,4	100%
čas práce operátora	18,3	72%
čekání operátora na stroj	7,1	28%

Operaci bodování přepážky mají na starost 3 operátoři. Práce operátorů je zde závislá na taktu stroje, který obsluhuje všechna tyto pracoviště. Operátoři se po vyložení přípravku a založení nového kusu hodně načekají. Jejich čekání na stroj se pohybuje kolem 28%. Zrychlením stroje a s malou úpravou zakládání a stejným pracovním nasazením, můžeme okamžitě uspořit operátora, aniž bychom snížili výstup z tohoto pracoviště.

Tabulka 12 Využití operátora u stroje skládačka 1 (vlastní zpracování)

Operátor - skládačka č.1	čas (sec)	( % )
celkový takt stroje	14,6	100%
čas práce operátora	12,7	87%
čekání operátora na stroj	1,9	13%



Využití operátora u skládačky č 1 je optimální. Operátor zde čeká na stroj pouhých 13% svého času, což při tak rychlém taktu je pouhých 1,9 sec.

*Tabulka 13 Využití operátora u stroje skládačka 2 [vlastní zpracování]*

Operátor - skládačka č.2	čas (sec)	( % )
celkový takt stroje	14,6	100%
čas práce operátora	13,0	89%
čekání operátora na stroj	1,6	11%

Stejně jako u operátora skládačky č. 1, tak i v tomto případě je využití velmi vysoké. Operátor ze svého času nepracuje (v našem případě čeká na stroj) pouze 11% z pracovního času.

*Tabulka 14 Využití operátora u operace pájení (vlastní zpracování)*

Pájení - vykládání plat a vizuální kontrola	čas (sec)	( % )
celkový takt stroje	8	100%
čas práce operátora	4,8	60%
čekání operátora na stroj	3,2	40%

Takt této operace určuje rychlost pásu pece, ze které vyjíždějí pájecí plata se zapájenými výrobky. Činnost tohoto operátora spočívá ve vyskládání těchto kusů, kdy každý kus, který vezme do ruky, musí vizuálně zkontrolovat. Tato operace je velmi rychlá, proto operátor je zde využit pouze na 60% ze své pracovní doby. Zbývající dobu čeká na další kusy z pece.

*Tabulka 15 Využití operátora u operace těsnění (vlastní zpracování)*

Implementace těsnění a transport pájecích plat	čas (sec)	( % )
celkový takt stroje	8	100%
čas práce operátora	5,1	64%
čekání operátora na stroj	2,9	36%

Tato operace je pokračování operace „vykládání plat a vizuální kontrola“, kdy kusy z této kontroly se doplní manuálně o těsnění – operátor na každý kus nasadí plechové těsnění.

Připravené kusy jsou ukládány do bedýnky a putují na další operaci. Operátor při této práci se navíc stará o odvoz pájecích plat zpět na začátek pece. Odvoz plat provádí jednou za 20 minut, jak se naplní vozík. Přesto je jeho využití velmi slabé, kdy ze svého pracovního času pracuje pouze 64%.

Tabulka 16 využití operátora u operace montáže (vlastní zpracování)

Montáž	čas (sec)	( % )
celkový takt stroje	7,5	100%
čas práce operátora	6,9	92%
čekání operátora na stroj	0,6	8%

Montážní pracoviště je dobře vybalancované. Operátora je brzděn nedostatkem výrobků z předchozí operace. Samotná montáž je automatická a hodně rychlá. Operátor pouze zakládá díly a posouvá je ke zpracování. 8% nečinnost operátora činí 0,6 sec v jednom cyklu.

Tabulka 17: využití operátora u operace ofuku (vlastní zpracování)

Ofuk	čas (sec)	( % )
celkový takt stroje	9,5	100%
čas práce operátora	8,5	89%
čekání operátora na stroj	1,0	11%

Práce operátora zde spočívá v založení kusů z předešlé operace do přípravku a držení „start“ tlačítka po dobu ofuku. Potom jen vyjmutí. Založení a vyložení je rychlá záležitost díky vhodně navržené přípravku. Operátor stráví velkou část spíše při strojní činnosti. 89% vytížení operátora je velmi slušný výsledek. Jeho práce je ovlivňována rychlostí předchozí operace, která je ovšem plně automatická a pracuje na 100% svých možnostech.

Tabulka 18: Využití operátora u stroje balení (vlastní zpracování)

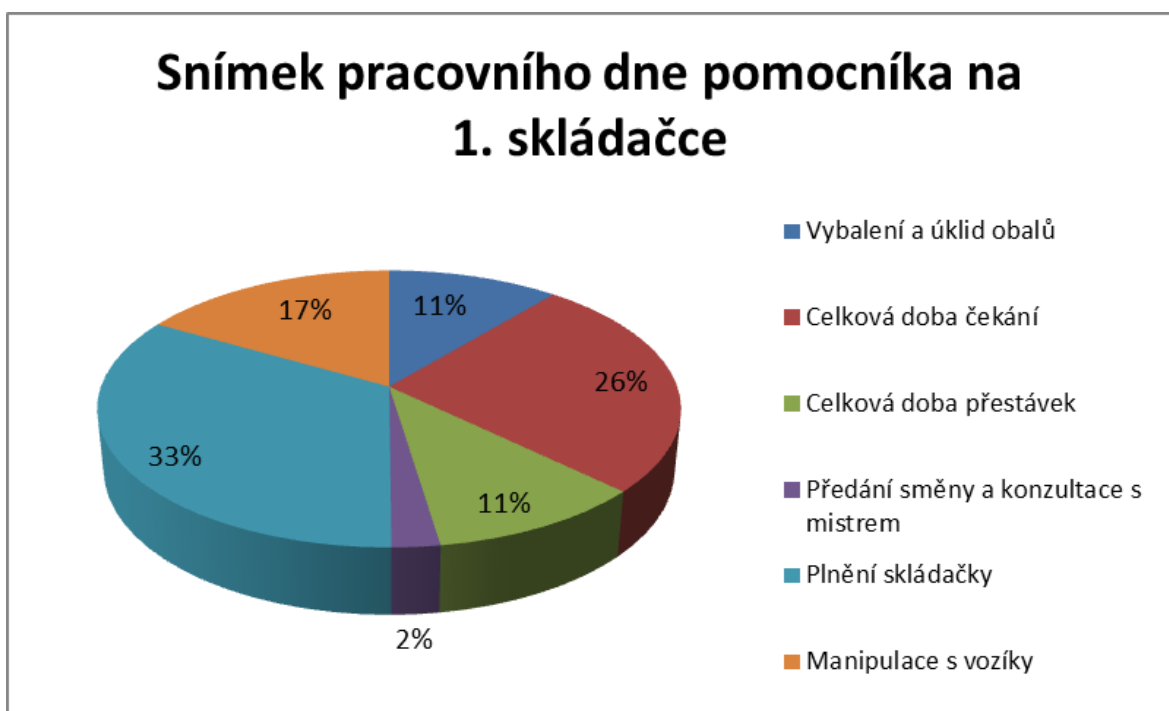
Balení	čas (sec)	( % )
celkový takt stroje	9,5	100%
čas práce operátora	4,6	48%
čekání operátora na stroj	4,9	52%

Operace balení v sobě zahrnuje vizuální kontrolu výrobku, což je zkontrolování všech značek, kterými byl výrobek během procesu označen, dále pak kontrola čitelnosti štítku. Zkontrolovaný kus se poté založí do bedny. Operátor je zde využit nejméně z celé linky a to na 48%. Bohužel je to však konec výrobní linky a tak nelze tohoto operátora-použít na další blízké operaci v lince.

### 7.5.2 Využití operátorů bez strojů

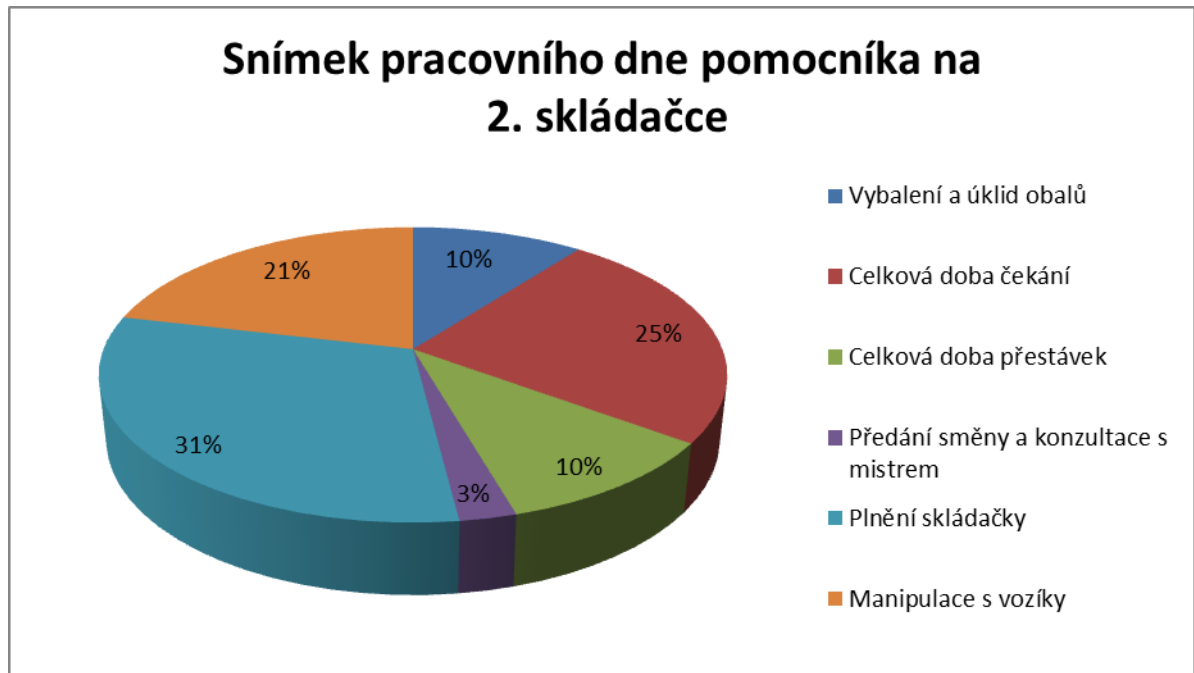
Jak jsem se již zmínila v předešlé kapitole, v lince pracují i operátoři, jejichž práci neřídí takt stroje, ale jejichž úkolem je zásobovat tyto stroje materiálem a namátková kontrola automatických strojů v době, kdy kolem nich procházejí při zásobování. Pro vysledování jejich využití během pracovní doby jsem tedy zvolila snímek pracovního dne směny. Tyto snímky jsou k dispozici k nahlédnutí jako přílohy. (Příloha I. Snímek pracovního dne pomocníka na 1. Skládačce, Příloha II. Snímek pracovního dne pomocníka na 2. Skládačce).

Zde uvedu pouze výsledek měření, tak jako u předchozích operací. Pomocník na skládačce má za úkol zásobovat skládačku materiálem – v našem případě trubičkami, které navléká na zásobníky. Tyto trubičky se dovážejí z Číny a jsou díky dlouhému transportu dostatečně zabaleny. Pomocník tak musí nejprve tyto trubičky vybalit z dřevěné a posléze z papírové bedny. Následuje transport a manipulace s trubičkami ke skládačce a potom plnění zásobníků. Transport a manipulaci provede celkem 3krát, jelikož jsou 3 druhy trubiček.



Obrázek 13: Snímek pracovního dne prvního pomocníka (vlastní zpracování)

Celková doba práce zásobovače u skládačky č. 1 činí 61% (jak je uvedeno na obrázku č. 13), do které se započítává plnění skládačky, manipulace s vozíky, vybalení a úklid. Dalších 13% směny pak činí přestávky a předání směny. Neuvěřitelných 26% času však pomocník tráví čekáním na stroj.

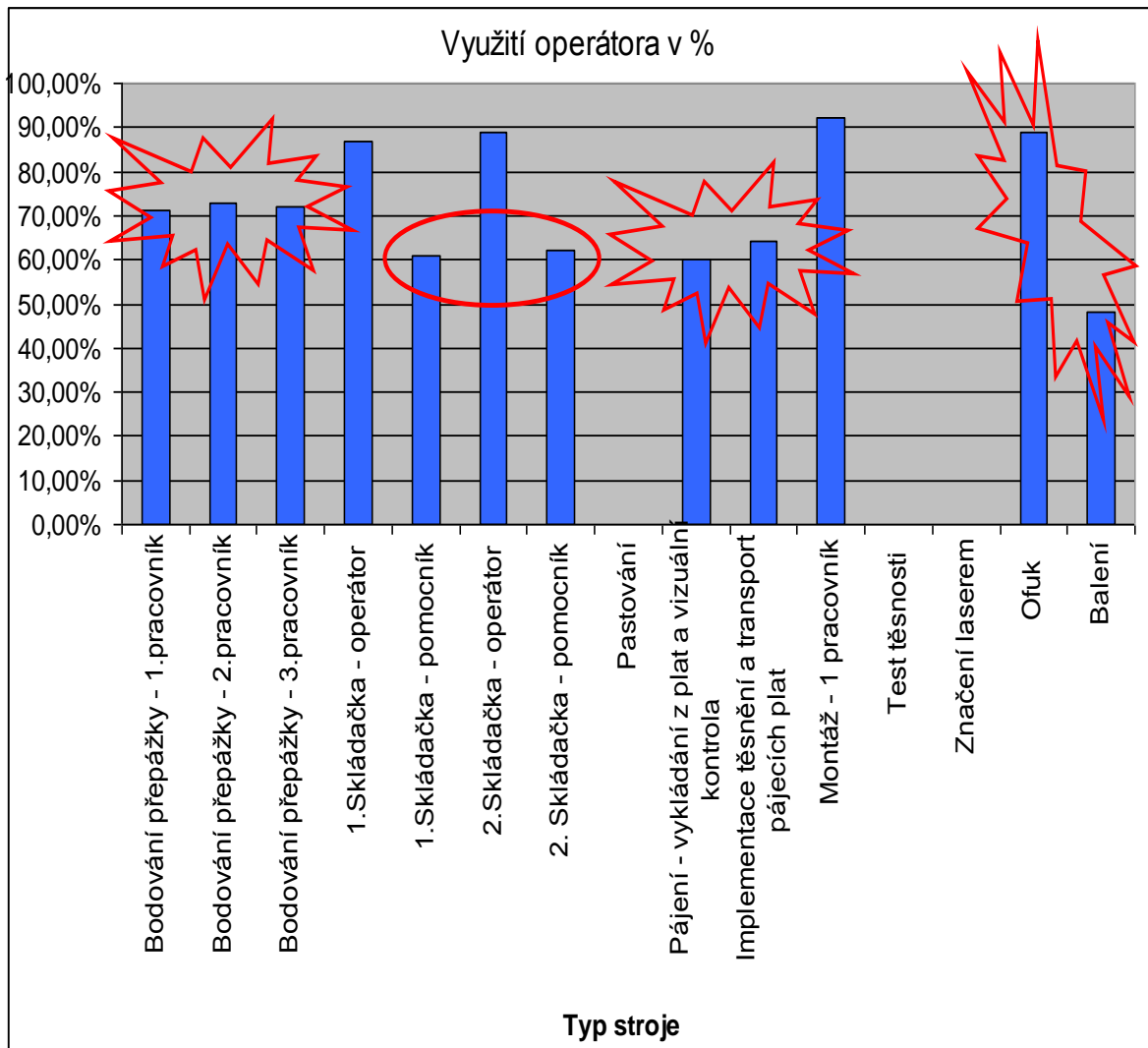


Obrázek 14: Snímek pracovního dne druhého pracovníka (vlastní zpracování)

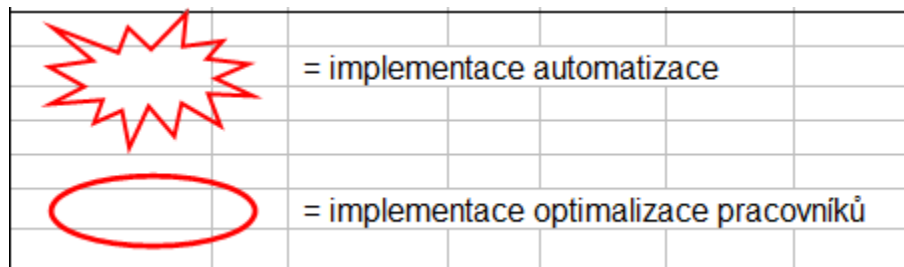
U skládačky č. 2 pracuje taky zásobovač jako u skládačky č. 1. Rovněž se stará, aby stroj nezůstal bez materiálu, a průběžně jej doplňuje a kontroluje. Jeho pracovní náplň je stejná jak u pomocníka u první skládačky. Jeho pracovní využití je v tomto případě 62% (jak je uvedeno na obrázku č. 14), což je téměř srovnatelný výsledek se zásobovačem u skládačky č. 1.

### 7.5.3 Yamazumi chart pracovníků

Zde lze k ucelenému pohledu o využití pracovníků v celé lince použít yamazumi chart. Ten je tvořen z předešlých analýz a pomocí něj můžeme identifikovat místa, kde pracovníci jsou podprůměrně využiti. Operace se musí analyzovat, spojit, ušetřit operátora v lince a zvýšit tak ziskovost výrobní linky.



Obrázek 15: Yamazumi chart – využití operátorů u jednotlivých operací (vlastní zpracování)



Obrázek 16: Legenda k yamazumi chartu (vlastní zpracování)

Dle yamazumi chartu pracovníků máme několik operací s využitím pracovníků pod 80%, jedná se o výrazné plýtvání v pracovním procesu.

Jde o operace bodování přepážky, kde máme tři operátory, kteří při své práci čekají na stroj. Jak jsem již psala při analýze této buňky, zde pomůže investice do zrychlení stroje. Proto byla tato buňka zvolena pro implementaci automatizace. Druhé plýtvání je na operaci skládání vložky. Operátoři zde mají využití pod 80% což je v procesu nežádoucí. Zde je vhodné aplikovat metody průmyslového inženýrství k optimalizaci práce a pracovní buňky. Optimalizujeme pouze pracovní činnost s implementací možných pomůcek pro zefektivnění práce pomocníků. Této optimalizaci se budu dále věnovat v projektové části.

Další využití operátorů v lince pod 80% je vykládání kusů z plat, vizuální kontrola vložek po pájení a implementace těsnění. Zde jsme se v týmu rozhodli pro implementaci automatizace vkládání těsní na vložku a optimalizaci pracovní buňky, abychom uspořili několik sekund na jednotlivé úkony a ve výsledku redukcí pracovní pozice z dvou na jednu. Byl specifikován a zakoupen stroj pro automatické zakládání těsnění. V poslední operaci balení, je využit pracovník pod 80% svého efektivního využití času. Tuto operaci se rozhodl průmyslový inženýr společně s technologií optimalizovat tak, že se využijí možné finanční zdroje poskytnuté od zákazníka a bude zde implementována automatizace ofuku, už i díky nutnosti provádět tuto operaci v téměř laboratorních podmínkách.

## 8 PROJEKTOVÁ ČÁST

### 8.1 Projektový záměr zefektivnění výrobní linky

Hlavním cílem je zvýšení výstupu z výrobní linky a zefektivnění využití pracovní síly, jakož to důležitou část při zvýšení ziskovosti produkce. V této části diplomové práce se tedy budu zabývat zefektivněním výrobní linky Euro 5. Podstatou mé práce bude optimalizace využití pracovníků.

Z analytické části vyplývá, že se zaměřím na obsluhu skládaček, konkrétně na zásobovače materiálem těchto strojů. Zaměřím se na jejich činnost velmi detailně, a to jak z pohledu jejich náplně práce, tak i z pohledu vylepšení jejich pracovních pomůcek, aby jejich práce obsahovala jen důležité činnosti a byla časově méně náročná. Neméně důležitým prvkem bude i optimalizace jejich pracoviště, kde bude rozhodovat racionalita postupu plnění jejich úkolů s ohledem na vzdálenosti a rozvržení.

### 8.2 Plán diplomového projektu

Název projektu: Optimalizace výrobní linky ve firmě Visteon-Autopal, s.r.o.

#### 8.2.1 Cíle projektu

- Zvýšení výstupu z výrobní linky dle nových požadavků zákazníka,
- zvýšení efektivity práce operátorů na jednotlivých operacích,
- zvýšení ziskovosti projektu snížením počtu operátorů.

#### 8.2.2 Kritéria úspěchu

- Identifikace plýtvání,
- nalezení způsobu odstranění plýtvání,
- redukce operátorů při dodržení taktu linky,
- maximalizace využití operátorů.

#### 8.2.3 Omezení projektu

- Zákaznický takt výrobní linky,
- návratnost investice do jednoho roku.

Tabulka 19 Riziková analýza projektu (vlastní zpracování)

Pořadové číslo rizika	HROZBA	SCÉNÁŘ	POZNÁMKA	CELKOVÁ PRAVĚDOBNOST	DOPAD NA PROJEKT	HODNOTA RIZIKA
1	Nedostatečná optimalizace práce zásobovače.	Využití každého zásobovače bude vyšší než 50%.	Předpokládáme stejné úkoly zásobovačů jako dopsud.	68%	Nesplnění požadavku managementu firmy na zvýšení ziskovosti programu.	300 000 Kč / rok
2	Nedodání nových strojních zařízení včas.	Nová strojní zařízení nebudou plnit zrychlený takt v době zvýšeného požadavku zákazníka.	Do instalace stroje musíme počítat i dobu na vyladění.	85%		
<b>Pořadové číslo rizika</b>	<b>HROZBA</b>	<b>SCÉNÁŘ</b>	<b>PRAVDĚPODOB NOST HROZBY</b>	<b>PRÁVĚDOBNOST SCÉNÁŘE</b>	<b>CELKOVÁ PRAVĚDOBNOST</b>	<b>HODNOTA RIZIKA</b>
1	Nedostatečná optimalizace práce zásobovače	Využití každého zásobovače bude vyšší než 50%	80%	85%	68%	300 000 Kč / rok
2	Nedodání nových strojních zařízení včas	Nová strojní zařízení nebudou plnit zrychlený takt v době zvýšeného požadavku zákazníka	45%	60%	27%	2 000 000 EUR / rok
<b>Pořadové číslo rizika</b>	<b>NÁVRHY NA OPATŘENÍ</b>	<b>-PŘEDPOKLÁDANÉ NÁKLADY -TERMÍN REALIZACE OPATŘENÍ -OSOBNÍ ODPOVĚDNOST</b>	<b>NOVÁ HODNOTA SNÍŽENÉHO RIZIKA</b>			
1	Ověření výsledků teoreticky před implementací.	- 20 hodin simulací procesu podniku - ihned po návrhu optimalizace - dohoda s průmyslovým inženýrem	Případně využití zásobovačů nad 50% bude řešeno implementací částečné automatizace.			
2	Důsledné kontrolování činnosti dodavatele a dodržování časového harmonogramu implementace zařízení.	- 5 kontrol u dodavatele ze strany Visteon - Autopal s.r.o. - dle harmonogramu výroby stroje - strojní inženýr	Případně nedorížení taktu bude kompenzováno nasazením vikendových směň. Náklady na vikendové směny hradí dodavatel zařízení.			



Tabulka 20 Logický rámec projektu (vlastní zpracování)

	Logika intervence	Objektivně ověřitelné ukazatele úspěchu	Zdroje a prostředky pro ověření	Předpoklady
<b>Celkové cíle (dopad)</b>	<b>Projekt optimalizace výrobní linky ve firmě Visteon-Autopal s.r.o.</b>	Splnění požadavků zákazníka Zvýšení ziskovosti na 1 kus	0 % zastavni zákazníka 100% splnění objednávek zákazníka Finanční ukazatele podniku	
<b>Účel projektu (výsledky)</b>	1. Zvýšení produkce 1.1. Úspora zaměstnanců 1.1.1. Maximalizace využití efektivitu zaměstnanců	Zvýšení produkce o 27% Snížení počtu pracovníků	Finanční ukazatele podniku Počet zaměstnaných lidí v podniku	Zda bude projekt splněn v požadovaném čase Dodání kvalitního strojního vybavení Zaškolení zaměstnanců na nových strojích Dodržování pracovního postupu
<b>Očekávané výsledky (výstupy)</b>	1.1.2. Zrychlení taktu výrobní linky na požadovaných 7,6 sec 1.1.3. Maximální využití času zaměstnanců	Ukazatel plnění dodávek Ukazatel ziskovosti	Yamazumi chart zaměstnanců Snímek pracovního dne	Dodržení dodacích termínů u nových strojů a zařízení Dodání strojů dle specifikace Proškolení personálu
	Logika intervence	Objektivně ověřitelné ukazatele úspěchu	Zdroje a prostředky pro ověření	Předpoklady
<b>Aktivita</b>	<b>Teoretická část</b>			
	Definování poznatků nutných pro praktickou část			
	Informace o produktu	Stopky	Yamazumi chart	
	Použití produktu	Most	Termíny dodání strojů	Ověření správnosti navržených změn
	<b>Analytická část</b>			
	Analýza současného stavu	Snímek pracovního dne Videozáznam	Implementace změn Finanční shodnocení	
	Výpočet zákaznického taktu	Pracovní postupy		
		Technolog		
	Změření jednotlivých strojních operací, určení taktu	Komunikace se zaměstnanci		
	Určení problémových míst na základě yamazumi chartu	Dodavatelé zařízení		
	Měření využití operátorů v lince	Finanční rozpočet		
	Snímek pracovního dne			
	Určení problémových míst - využití operátora na základě yamazumi chartu			
	<b>Projektová část</b>			
	Definování projektu			
	Cíle projektu			
	Layout současného stavu			
	Změna frekvence aktivit operátora			
	Změna layoutu			
	Ověření správnosti rozhodnutí			
Shrnutí optimalizace kritických míst ve výrobní lince				
Finanční vyčíslení projektu			29.4.2013	

## 8.2.4 Časový plán realizace projektu

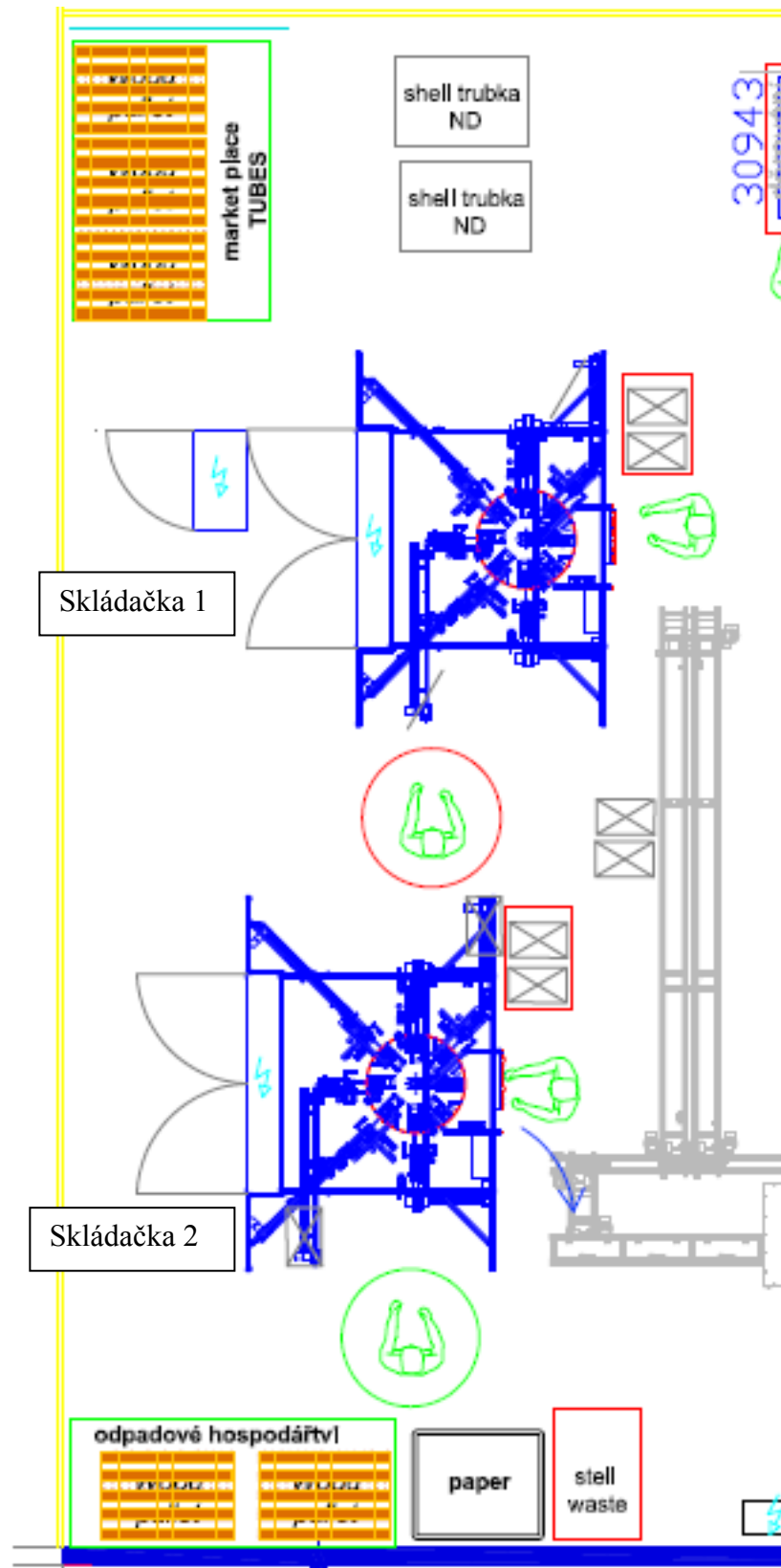
Tabulka 21: Časový plán realizace projektu (vlastní zpracování)

Týden	Prosinec				Leden				Únor				Březen				Duben			
	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
Definice projektu	■																			
Sběr informací o projektu		■	■																	
Výběr vhodných metod pro řešení			■	■																
Sepsání teoretické části diplomové práce				■	■	■														
Kontrola teoretické části						■	■													
Analýza stávajícího stavu ve firmě							■	■												
Popis zavedeného způsobu řešení ve firmě								■	■											
Sepsání praktické části diplomové práce									■	■										
Kontrola praktické části diplomové práce											■	■								
Návrhy na zlešení												■	■							
Aplikace schválených metod pro zlepšení současného stavu													■	■						
Sepsání projektové části diplomové práce														■	■					
Kontrola projektové části diplomové práce																■	■			
Kompletace diplomové práce																		■	■	
Kontrola diplomové práce																			■	■
Tisk a svázání																				■
Předání diplomové práce																				■

## 8.3 Počáteční situace

Obsluhu skládačky tvoří operátor stroje a zásobovač. Operátor stroje pracuje na tomto stroji v taktu a jeho úkolem je vyrábět sub komponent, který je dále poslán do výrobní linky k dalšímu zpracování. Náplní zásobovače je doplňovat tento stroj materiálem tak, aby se z důvodu nedostatku trubiček nezastavil a neovlivnil výstup z celé linky. Využití zásobovačů je nízké, tudíž určené k optimalizaci, kterou se budu zabývat. V lince jsou celkem dvě skládačky s tímto personálním obsazením.

Z příloženého obrázku č. 17, kde je zobrazen layout tohoto pracoviště, lze vidět operátory u skládaček a jejich zásobovače označené v červeném kroužku.



Obrázek 17: Layout pracoviště – počáteční situace (interní dokument firmy)

### 8.3.1 Práce zásobovače

Náplní práce každého zásobovače skládačky je:

- rozbalit přepravní dřevěnou bednu,
- vybalit jednotlivé krabice s trubkami,
- krabici naložit na vozík a převézt ke skládačce,
- naplnit zásobníky,
- s krabicí se opět vrátit a vzít si jiný druh trubiček v druhé krabici a opakovaně se vrátit k zásobníkům,
- po vyprázdnění krabice rozložit a roztřídit obalový materiál dle druhu do beden v odpadovém hospodářství.

### 8.4 Rozbor situace po snímkování pracovní směny zásobovačů

Snímky pracovního dne zásobovačů u skládaček č. 1 a č. 2 nám jasně definují, z kolika procent jsou zaměstnanci vytíženi prací a z kolika procent nevyvíjí žádnou pracovní činnost. Záměrem mé optimalizace je takový zásah do pracoviště a pracovní náplně těchto zásobovačů, aby došlo k jejich redukci na jednoho. Dle tabulky č. 22, která vychází ze snímků pracovního dne, nám vychází, že součet procentuální pracovní vytíženosti obou je 123%. Cílem je tedy optimalizace práce na obou pracovištích dohromady minimálně o 23%.

*Tabulka 22 Pracovní využití operátora před optimalizací*

*(vlastní zpracování)*

PŘED OPTIMALIZACÍ		
		Z toho čas manipulace
Pracovní využití operátora č.1	61%	17%
Pracovní využití operátora č.2	62%	21%
Celkem	123%	38%

Snímek nám ale i rozděluje procento pracovního času na práci zásobování skládačky a manipulaci. Toto je jeden ze základních druhů plýtvání, který je nutné eliminovat. Zásobovač č. 1 se věnuje manipulaci ze 17 % a zásobovač č. 2 se věnuje manipulaci z 21 %. Redukcí manipulace o 2/3 (tedy 25,3%) bychom dosáhli cílené redukce přes 23%. Pro po-

tvrzení teorie jsem sečetla časy každé třetí manipulace ze snímků pracovního dne s výsledkem, který jsem zpracovala do tabulky č. 23.

Tabulka 23 *Pracovní využití operátora před optimalizací (vlastní zpracování)*

PO TEORETICKÉ OPTIMALIZACI			
		Z toho čas manipulace	Redukce
Pracovní využití operátora č.1	61%	6,00%	11%
Pracovní využití operátora č.2	62%	7,45%	13,55%
Celkem	123%	13,45%	24,55%

Manipulace operátora u skládačky č. 1 činila původních 80 min. Teoretická redukce činí 53 min (tedy 11% z pracovní směny). Manipulace operátora u skládačky č. 2 činila původních 102 min. Teoretická redukce činí 65 min (tedy 13,55 % z pracovní směny). Rozdíl oproti původnímu stavu z teoretického hlediska činí 24,55 %. Ověření této teorie by mělo být potvrzeno ve snímku pracovního dne jednoho operátora po následujících úpravách.

#### 8.4.1 Optimalizace pracovního nářadí zásobovače

Manipulace s bednami je velmi frekventovaná jízda tam a zpět s vozíčkem, s prázdnou nebo plnou bednou, od skládačky k zásobníku. Aktuálně používaný vozík navíc uveze pouze jednu bednu, jak je vidět na obrázku č. 18. Důležitou informací je, že kapacita papírových beden se vejde na 3 plnění zásobníků. Z tohoto faktu jsem tedy vycházela při návrhu designu nových vozíků. Cílem bylo vytvořit takový vozík, který by kapacitně obstál trojí plnění skládačky, jak z hlediska materiálu, tak i odpadu. Tímto bychom měli zredukovat transport na 1/3 původní frekvence.



*Obrázek 18: Ukázka vozíčku před zlepšením (vlastní zpracování)*

Mým návrhem je změna designu tohoto vozíku tak, aby byl šitý na míru jednotlivým bednám, aby se na něj dalo odložit požadované množství těchto beden a opatřit jej prostorem pro odložení obalového materiálu, jako jsou proložky nebo sáčky ihned do tohoto vozíku. Prostor pro odložení odpadového obalu jsem umístila do spodního patra vozíku (jak je zobrazeno na obrázku č. 19). Obaly tak budou vyhozeny až tehdy, když se zásobovač vrátí s prázdnou bednou a s vozíkem zpět. V tomto místě obaly vyhodí a nabere bednu plnou. Toto byl jeden z kroků redukce četnosti transportu.

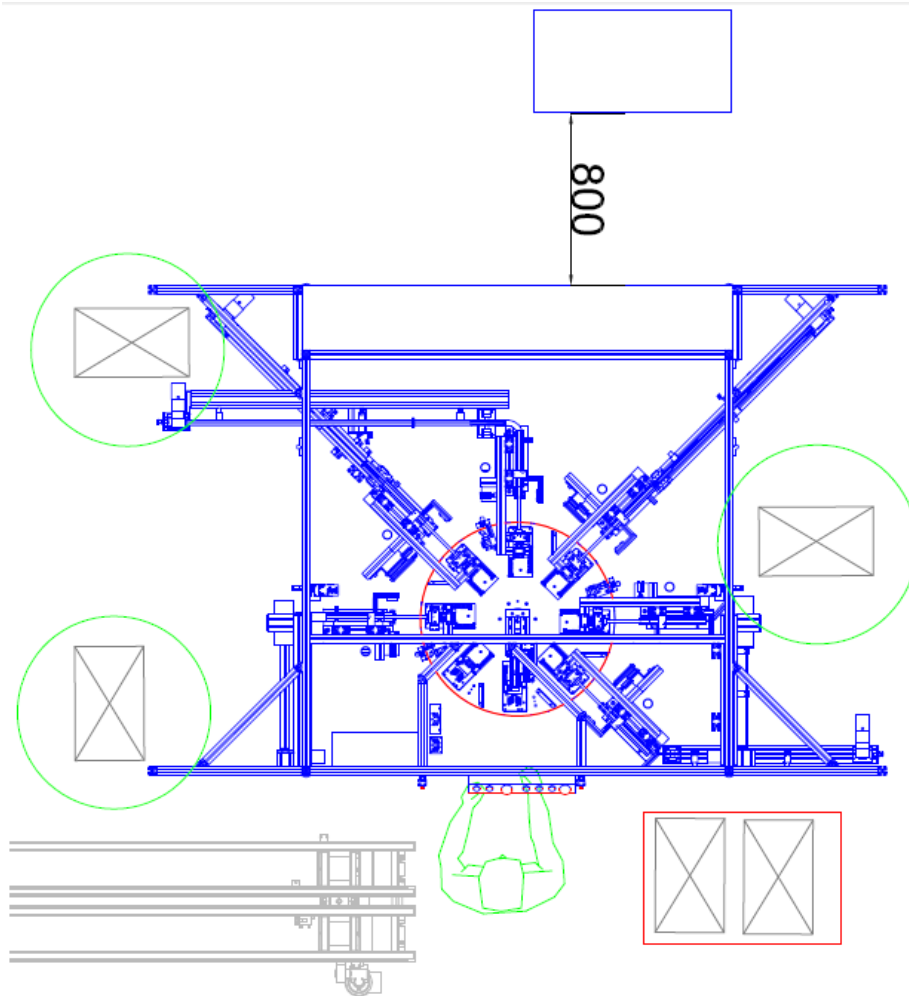
Jak jsem se zmínila, kapacita papírové bedny vystačí na 3 plnění zásobníků. Do bedny se balí 300 ks trubiček a zásobníky jsou dimenzovány na 100 ks. Jeden z druhů trubiček se však používá 2x více než ostatní a tak se upravily i vozíky, aby se množství trubiček vyrovnalo z hlediska času. Vozík jsem rozšířila tak, aby zásobovači na něj mohli naložit dvě bedny.



*Obrázek 19: Upravený vozík na jednu bednu s prostorem pro odložení odpadového obalu (vlastní zpracování)*

#### **8.4.2 Redukce četnosti přesunu materiálu**

Druhou eliminací četnosti manipulace s vozíkem, bylo znásobení těchto vozíků, čímž jsem dosáhla redukce neustálé nakládky a vykládky beden a nutnosti se vracet pro jiný druh trubiček. Jedná se o přesun materiálu od skládačky k hlavní bedně a zpět, který operátor během směny provedl 79 krát u skládačky č. 1 a 76 krát u skládačky č. 2. K přesunu beden tak dochází jen v případě přesunu plné, nové bedny a ke konečnému přesunu zpět bedny prázdné. Rozmístění jsem navrhla s ohledem na přístup k zásobovacím dopravníkům a přístupu pro seřízení stroje. Tyto místa se označili na podlaze zeleným rámečkem, aby bylo jasně stanoveno, kde má vozík stát. Zelená v tomto případě značí dobrý materiál. Červený rámeček, který je na (obrázku č. 20) vidět zase odlišuje zmetky a podezřelý materiál, který se nesmí dále používat ve výrobě.



Obrázek 20: Layout rozmístění vozíčků u skládačky (vlastní zpracování)



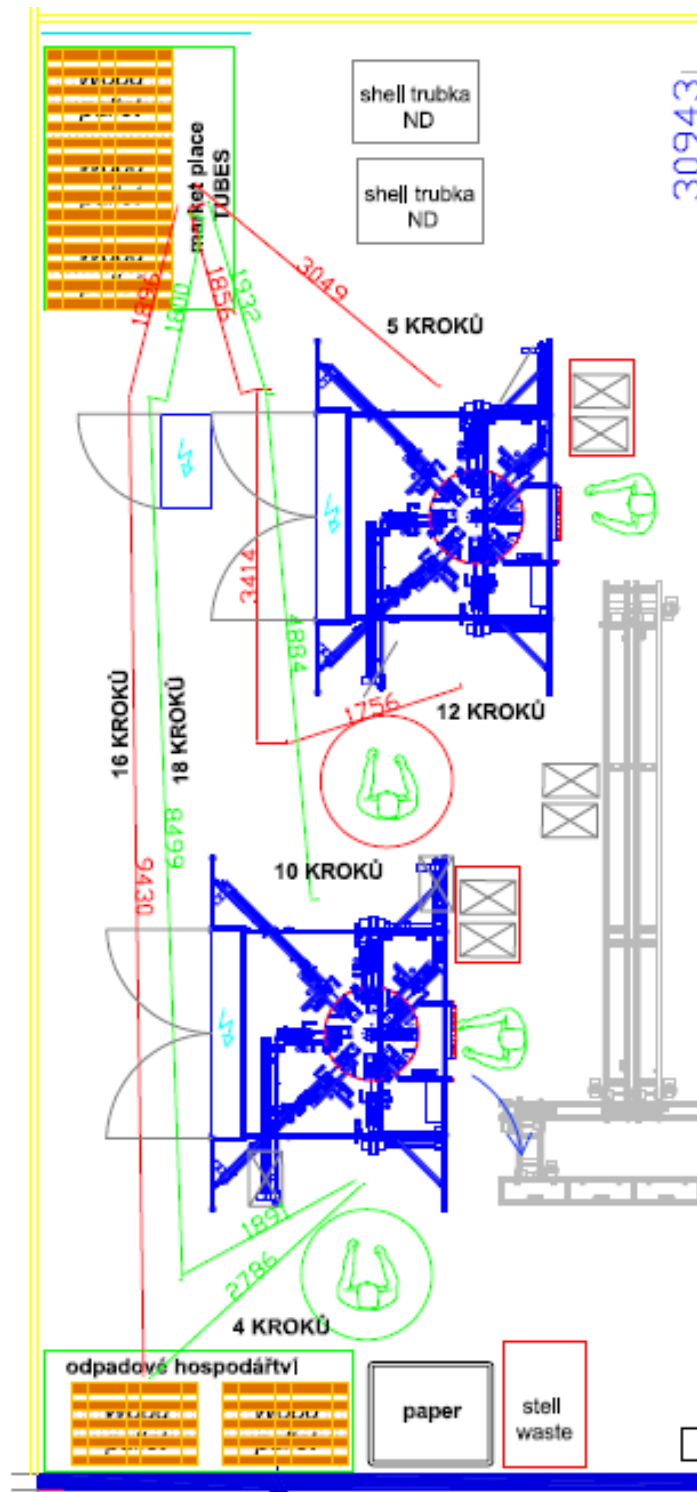


Obrázek 21: Foto na pracovišti – rozmístění vozíčků u skládačky (vlastní zpracování)

#### 8.4.3 Zkrácení transportních drah

Neméně důležité pro zrychlení práce zásobovače je i eliminace délky transportních tras. Proto jsem tuto oblast velmi podrobně rozebrala a snažila jsem se o optimalizaci layoutu, která by vedla k požadovanému cíli – tedy ke snížení času transportu.

Z aktuálního layoutu pracoviště (obrázek č. 22), kde jsou stroje zakresleny s přesností na centimetry, jsem změřila vzdálenost jednotlivých tras, které musí operátor urazit s materiálem. Při dané frekvenci transportu mezi skládačkou a skladovacím místem, a skládačkou a místem pro odpad. Zásobovač č. 1 v aktuální situaci urazí při jednom plnění skládačky 28,3 metrů. Jeho trasy jsou znázorněny v obrázku červenou barvou, kdy tu delší trasu ke skládačce absolvuje vždy 2x. Zásobovač č. 2, tedy ten, který se stará o skládačku č. 2, urazí ještě více a to celkem 34 metrů. To je však díky větším vzdálenostem od skládačky k návozmým místům.

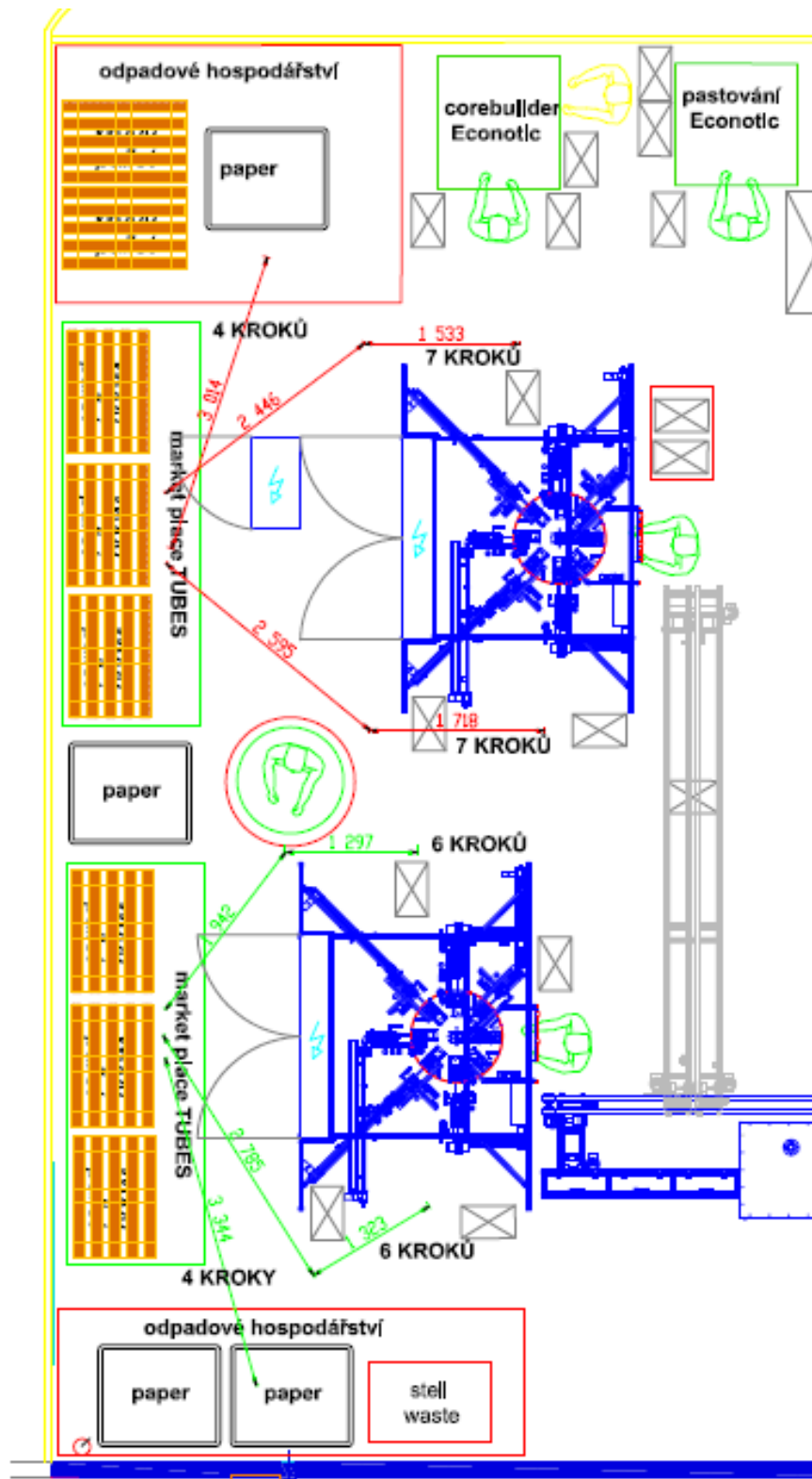


Obrázek 22: Aktuální layout pracoviště (vlastní zpracování)

Vytvořila jsem nový layout, který je znázorněn níže na (obrázek č. 23). Dle mého názoru by bylo vhodné vytvořit ke skládačkám 2 místa k navážení materiálu. Ke každé skládačce se tak naveze materiál zvlášť a nemusí se jezdit jak od jedné, tak od druhé skládačky do

jednoho místa, které není optimálně umístěno ani pro jednu z těchto dvou skládaček. To samé je velmi vhodné implementovat pro odpadové hospodářství. Prioritou je samozřejmě prostor ve výrobní hale využít pro výrobní linky a materiál, který je k těmto strojům potřeba dovážet v minimálním možném množství a JIT. Zde jsem narazila na bezpečnostní problém, který stál za ne-optimálním rozvržením navážecích míst v původním layoutu. Jedná se o přístup k elektrickým rozvodnám skládaček. Minimální prostor pro otevření a přístup před elektrickými rozvodnami schvaluje bezpečnostní technik. Nový návrh tedy počítá s rozmístěním materiálu blíže ke strojům a zasahuje do těchto prostor. Po prezentaci možného dosaženého výsledku – tedy redukce jednoho zaměstnance v lince – a vzhledem k tomu, že se jedná o palety, které se dají kdykoliv přesunout, bylo managementem rozhodnuto, že tento prostor mohu využít.

Z přiloženého layoutu (obrázek č. 23), kde je tato optimalizace navrhována, můžeme vypočítat nové vzdálenosti transportních drah. Vychází nám tedy, že zásobovač č. 1, by nachodil při výměně beden pouhých 11,3 metrů oproti původním 28 metrů. Což je zkrácení dráhy o 59,6%. U skládačky č. 2 je redukce dokonce větší. Zásobovač č. 2 zde ujde při výměně pouhých 10,8 metrů oproti původním 34 metrům. To je redukce o celých 68,2%!



Obrázek 23: Návrh nového layoutu (vlastní zpracování)

## 8.5 Snímek pracovního dne po optimalizaci

Po všech navržených úpravách a teoretických úvahách, které jsem implementovala na pracoviště, přichází to nejdůležitější, a to ověření optimalizace pracoviště v praxi.

Ve firmě Visteon-Autopal akce tohoto typu jsou vždy velmi důkladně připravovány a předem probrány na poradách vedení, které z těchto akcí chce mít rychle zpětnou vazbu. Pokud je akce úspěšná je okamžitě zavedena a v případě, že ve světě se touto nebo podobnou výrobou zabývá ještě jiná pobočka, tak je tato akce potom v rámci prezentace poslána na vedení pobočky a vedení Visteon se sídlem v USA požaduje implementaci v ostatních závodech. Toto se však v mém případě nestalo, protože výroba EGR výměníků v rámci Visteonu je pouze v Hluku.

### 8.5.1 Příprava pracoviště pro ověření v praxi

1) Pro toto ověření se musel vytipovat čas, kdy můžeme ověřit teorii v praxi. Vše bylo prokonzultováno a domluveno na úrovni logistiky a výroby. Je to z toho důvodu, že kdyby se cokoliv nepodařilo při tomto ověření, mohlo by to zastavit chod celé linky a ohrozilo by to produkci, potažmo zákazníka. K ověření došlo v týdnu, kdy požadavky zákazníka nebyly tak vysoké a linka nejela na 100% své kapacity.

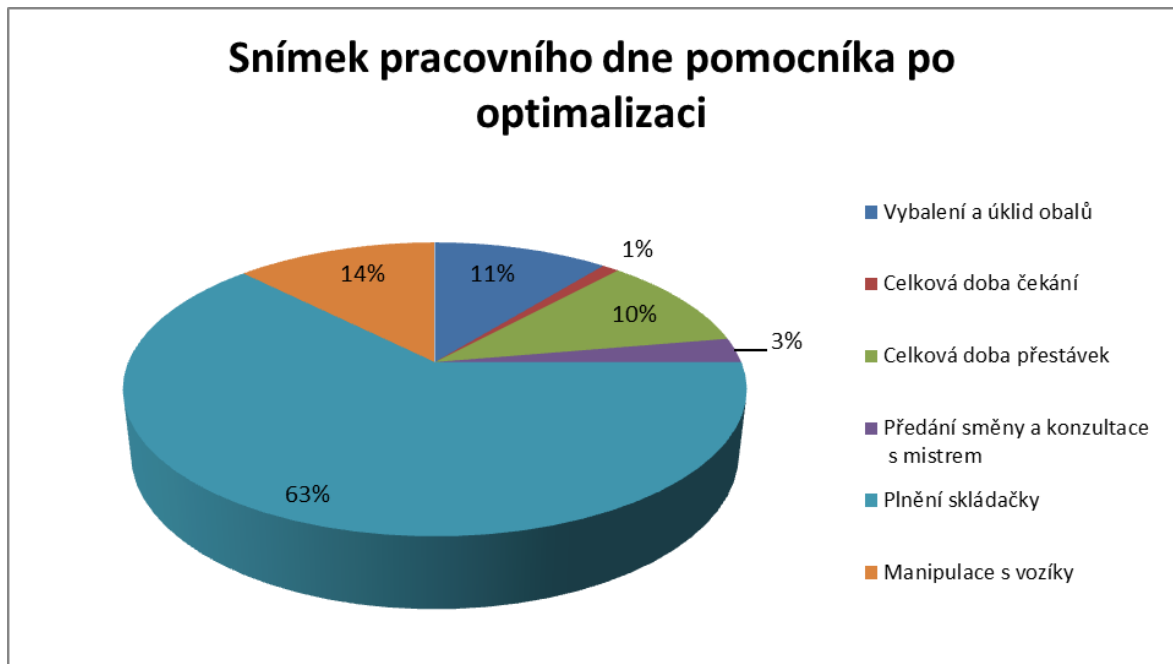
2) Musela jsem si dopředu připravit upravené vozíky, jejich přesné pozice dle návrhu v layoutu a poté došlo k proškolení obsluhy. V tomto případě mně byl přidělen operátor, kterého jsem proškolila o změnách před začátkem směny, abychom mohli se změnami začít ihned od počátku a zachytili jsme tak činnost operátora po dobu celé délky jeho směny. Na přichystání změn jsem dostala čas 1 hodinu před začátkem směny. Výroba v té době byla omezena.

3) Po dobu této akce musí být přítomen iniciátor (tedy v tomto případě já) a popřípadě další lidé z různých útvarů, kterých se tato změna může dotknout. Je to z toho důvodu, aby si udělali obrázek o změně a mohli ihned reagovat na možné problémy.

### 8.5.2 Vyhodnocení výsledku ze snímku pracovního dne po optimalizaci

Z přiloženého obrázku č. 24 je zřejmé, že připravená změna v procesu byla dostatečná k tomu, abych dosáhla stanoveného cíle, a to redukce dvou zásobovačů na jednoho. Optimalizace práce zásobovače se zdařila. Zásobovač zvládl obsluhu obou skládaček, aniž by je omezil v kontinuální výrobě. Zásobovač je využitý na 99% svého pracovního času.

Z toho 63% plní skládačky materiálem a jen 14% tvoří manipulace pro obě skládačky. Můj teoreticky odhadovaný čas po optimalizaci počítal s hodnotou 13,45%. Teoretické propočty tedy potvrdila praxe! Pouze 1% tvoří čekání. Počet všech přesunů vozíků byl z původního množství 155 (79 krát u první skládačky a 76 krát u druhé skládačky) zredukován na pouhých 60 přesunů. Detailní snímek směny je uveden (v příloze č. III. snímek pracovního dne po optimalizaci.) mé diplomové práce.



Obrázek 24: Snímek pracovního dne zásobovače po optimalizaci pracoviště (vlastní zpracování)

Tento výsledek byl oceněn vedením společnosti a implementace změny proběhla v nejbližším termínu – to je u této společnosti vždy 1. den v následujícím měsíci, kdy se můžou v systému měnit normy a rovněž se plánuje počet lidí, kteří by měli pokrýt požadavky zákaznických odvolávek v budoucím měsíci.

## 9 SHRNUTÍ OPTIMALIZACE KRITICKÝCH MÍST VE VÝROBNÍ LINCE

V analytické části v yamazumi chartu byla uvedena problémové místa, která se měla optimalizovat.

Zde velmi stručně shrnu celkový výsledek optimalizace celé linky Euro 5. Na ostatních pracovních buňkách v lince pracoval průmyslový inženýr ze závodu společně se strojními inženýry, kteří měli na starost specifikaci nového zařízení, dodávku a implementaci.

### 9.1 Bodování přepážky

Operace bodování přepážky nevyhovovala jak po stránce taktu, tak ani po stránce využití operátorů. Pracovali zde tři lidé s průměrným využitím 70%. Zde se tedy investovalo do strojního zařízení. Byl to velmi radikální rozhodnutí, jelikož se šlo cestou implementace automatizace nástroje. Na operátora zbyla jen jedna činnost a to vyjmutí a založení kusu. Tato optimalizace přinesla redukci operátorů z 3 na 1 a navíc ke zvýšení výstupu tak, abychom plnili nové požadavky zákazníka.

ÚSPORA = 2 OPERÁTOŘI

### 9.2 Skládání vložky

Počet zásobovačů, kteří odváželi odpad a převáželi trubičky, byl původně dva. Optimalizace, kterou jsem prováděla, byla úspěšná. Zlepšením zde bylo využít lépe zásobovače skládaček. Po optimalizaci jsem mohla říci, že na daném pracovišti bude pracovat jen jeden zásobovač, který bude stíhat obsluhovat obě dvě skládačky najednou.

ÚSPORA = 1 OPERÁTOR

### 9.3 Pastování vložky

Tato operace je plně automatická. Stroj však nesplňoval nový zákaznický takt. Úprava stroje nevyžadovala investici do nového strojního zařízení, ale pouze softwarovou úpravu programu, kde se optimalizovala souhra jednotlivých podavačů. Průmyslový inženýr zde odhalil mnoho zbytečných pohybů podavačů a redukoval jejich počet.

## 9.4 Odebírání kusů z pásu, jejich vizuální kontrola a implementace těsnění

Původně byla tato operace rozdělena na dvě samostatné operace. Obě dvě operace splňovaly takt zákazníka, ovšem využití operátoru bylo velmi slabé. Po časovém rozboru jsme zjistili, že společné využití operátorů je celkem 124%. Zde se rozhodlo jít cestou částečné automatizace, kdy se automatizovali implementaci těsnění. To přineslo úsporu 30% času práce a tím využití operátorů pod 100%, což bylo potřeba k tomu, abychom uspořili z tohoto pracoviště 1 operátora.

ÚSPORA = 1 OPERÁTOR

## 9.5 Montáž

Toto pracoviště vyhovovalo jak po stránce nového taktu linky, tak i po stránce využití operátora, které činilo přes 90%. Proto tato buňka nedoznala žádných změn.

## 9.6 Test těsnosti

Toto místo je zcela automatizováno. Ovšem nesplňovalo nový zákaznický takt. Pracoviště obsluhuje robot. Zrychlení tohoto robota tedy proběhlo opět softwarově a to optimalizací jeho drah pohybu. Dle programátora jsme se však dostali na maximum rychlosti tohoto robota, což zapříčiňuje vyšší náročnost na pravidelnou údržbu a výměnu opotřebovávaných dílů. Toto se však vyřešilo úpravou pokynů pro údržbu.

## 9.7 Značení laserem

Toto pracoviště taky pracuje v plně automatickém režimu, jeho takt nebylo potřeba nijak upravovat.

## 9.8 Ofuk

Operace ofuk nesplňovala podmínky nového zákaznického taktu. Oproti tomu využití operátora tady bylo ovšem slušné. Stroj však bylo nutné zrychlit a to tak, že musel začít zpracovávat až 3 ks naráz. To však už při využití operátora na necelých 90% s jedním kusem nebylo možné. Proto zde bylo rozhodnuto o navázání stroje na plně automatické značení laserem a tím implementace plné automatizace i v tomto případě. Operátora tak již nebylo třeba.



ÚSPORA = 1 OPERÁTOR

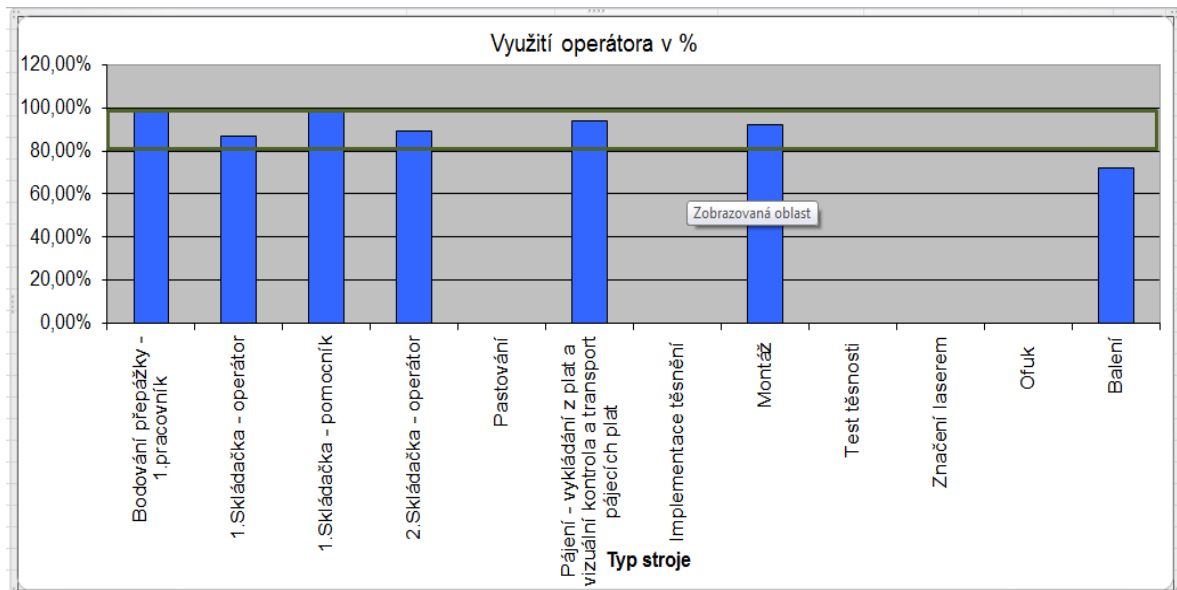
## 9.9 Balení

Tato operace je poslední operací v lince. Využití operátora tady činilo jen 48%. Ovšem díky automatizaci předchozí operace vnikly nové nároky na tohoto operátora a to jak na obsluhu automatické buňky a buněk před touto operací, tak i na vychystávání balících jednotek – krabic. Využití tohoto operátora se tedy zvýšilo na 72%. Samozřejmě z pohledu průmyslového inženýra je nevyužití zbytku procent velmi znepokojující. Operace je však operací na konci linky a nemá v okolí více možností sdílení tohoto operátora. Můžeme s tím však počítat do budoucna, například u nových linek, kdy jeho nečinnost využijeme na obsluhu strojů v jeho blízkosti.

## 9.10 Yamazumi chart pracovníků po optimalizaci výrobní linky

K ucelenému pohledu na výsledek optimalizace výrobní linky byl vytvořen yamazumi graf. Rozptyl využití operátorů v původním grafu (obrázek č. 15), který ukazoval stav před optimalizací, byl od 48 % procent až po 92 %.

Oproti tomu při pohledu na yamazumi graf (obrázek č. 25) po optimalizaci se pohybujeme v rozptylu využití operátorů od 87 % až po 99 %. Jen využití operátora na balení se trochu vymyká. Zde jsme si ale konstatovali, že je to operace na konci, kterou nemůžeme momentálně lépe optimalizovat. Tuto možnost můžeme využít v případě budoucí nové linky v blízkosti tohoto pracoviště. V grafu je znázorněna i zelená zóna, což je z pohledu průmyslového inženýrství ve Visteonu optimální využití operátorů u strojů. Zóna představuje rozptyl od 80% – 100% využití operátorů.



Obrázek 25: Yamazumi chart pracovníků po optimalizaci výrobní linky (vlastní zpracování)

Optimalizovat výrobní linku se vydařilo a cíl byl z pohledu průmyslového inženýrství naplněn. Projekt je dále zhodnocen nákladově.

## 10 FINANČNÍ VYČÍSLENÍ OPTIMALIZACE PROCESU A NÁVRATNOST INVESTIC

Tabulka 24: Počet operátorů před a po optimalizaci (vlastní zpracování)

Operace	Počet operátorů před	Počet operátorů po	Investice do zlepšení
Bodování přepážky	3	1	350 000 Kč
Skládačka 1	1	1	
Skládačka 2	1	1	
Pomocník ke skládačce	2	1	65 000 Kč
Pastování	0	0	39 000 Kč
Pájení - vykládání plat, kontrola	1	1	
Implementace těsnění	1	0	740 000 Kč
Montáž	1	1	
Test těsnosti	0	0	44 000 Kč
Značení laserem	0	0	
Ofuk	1	0	928 000 Kč
Balení	1	1	
<b>Součet</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>2 166 000 Kč</b>

Došlo k redukci 5 operátorů, tedy z původních 12 na celkových 7. Materiálové investice do optimalizace činily 2 166 000 Kč. Pokud porovnáme mzdové roční náklady při stejném objemu výroby, tak klesly z původních 12 564 000 Kč na 5 742 000 Kč. Úspora mzdových nákladů na ročním objemu výroby 1 800 000 ks je 6 822 000 Kč.

Tabulka 25: Finanční vyčíslení projektu (vlastní zpracování)

Takt linky (sec)	9,7	7,6	7,6
Objem výroby (ks)	1 800 000	1 800 000	2 300 000
Roční náklady na operátora	350 000 Kč	350 000 Kč	350 000 Kč
Počet pracovních dnů	232	232	232
Mzdové náklady na 1 sec	0,06 Kč	0,06 Kč	0,06 Kč
<b>Mzdové náklady na jeden výrobek</b>	<b>6,98 Kč</b>	<b>3,19 Kč</b>	<b>3,19 Kč</b>
Mzdové roční náklady na objem výroby	12 564 000 Kč	5 742 000 Kč	7 337 000 Kč
<b>Návratnost investice</b>		<b>58 pracovních dnů</b>	<b>58 pracovních dnů</b>

Při původním taktu linky 9,7 sekund s12ti lidmi v lince a mzdovém nákladu 0,06 Kč / sekundu, činily mzdové náklady na výrobek 6,98 Kč. Díky optimalizaci jsme původní takt 9,7 sekundy zredukovali na takt 7,6 sekundy. V novém taktu 7,6 sekundy v celé lince po redukci pracuje jen 7 operátorů se stejným mzdovým nákladem 0,06 Kč / sekunda. Propo-

čet těchto veličin nám ukazuje, že jsme snížili mzdové náklady na výrobu jednoho kusu o 3,79 Kč na celkových 3,19 Kč za kus. Výpočet vychází z fixních mzdových nákladů na hodinu práce zaměstnance a celkové normy na výrobu jednoho kusu.

### 10.1 výpočet návratnosti investice.

Tabulka 26 Výpočet návratnosti investic (vlastní zpracování)

<b>Výpočet denního objemu výroby:</b>			
$\frac{2\,300\,000,00}{232,00}$	=	<u>9 913,79</u>	(ks/den)
<b>Výpočet mzdových nákladů před optimalizací:</b>			
0,06 Kč	*	9,7 sec	* 12 operátorů = <u>6,98</u> (Kč)
<b>Výpočet mzdových nákladů na jeden výrobek po optimalizaci:</b>			
0,06 Kč	*	7,6 sec	* 7 operátorů = <u>3,19</u> (Kč)
<b>Rozdíl mzdových nákladů :</b>			
6,98	-	3,19	= 3,79 (Kč)
<b>Úspora mzdových nákladů:</b>			
3,79	*	9914 ks	= <u>37 574,06</u> (Kč/den)
<b>Návratnost investice:</b>			
$\frac{2\,166\,000,00}{37\,574,06}$	/	=	<u>57,65</u> (dnů)

V novém výrobním taktu 7,6 sekundy jsme schopni vyrobit 9914 ks za den. Při úspoře mzdových nákladů 3,53 Kč na kus spoříme mzdové náklady ve výši 37 574,06 Kč denně.

Návratnosti vložených nákladů do projektu v celkové výši 2 166 000 Kč dosáhneme po 58 výrobních dnech za předpokladu plánované výroby na 3 směny denně.

## ZÁVĚR

Ve své diplomové práci jsem vycházela ze zadání managementu firmy a zabývala jsem se tak optimalizací výrobní linky ve firmě Visteon-Autopal s.r.o.

Cílem mé práce byl návrh a změna výrobního procesu tak, abych maximálně eliminovala plýtvání při využití pracovního času operátorů. Zadáním managementu firmy bylo taky, že změny týkající se výroby musely být co nejméně náročné na investice z důvodu krátké doby návratnosti investic.

V teoretické části jsem zpracovala poznatky související s daným tématem. Hlavním zdrojem, ze kterého jsem čerpala, byla odborná literatura v podobě knižních publikací. Charakterizovala jsem zde základní pojmy a metody, které jsem použila později v projektové části.

V analytické části jsem charakterizovala současný stav výrobní linky s důrazem na využití operátorů a strojů. Posoudila jsem zde jednotlivé zařízení, jejich takt a především činnost operátorů jednotlivých pracovních pozic. Shrnutím těchto analýz jednotlivých pracovišť jsem identifikovala procentuální využití operátorů ve výrobní lince a možnosti spojení pracovních pozic, které naznačovaly redukci pracovní síly.

Na základě vhodně provedené analýzy pracovišť a zaměstnanců jsem optimalizovala využití práce operátorů a výrobního procesu. Nové změny jednotlivých činností operátorů a teorii optimalizace jsem si ověřila v praxi přímo na dílně a po úspěšném ověření jsem učinila ve spolupráci zaměstnanců firmy kroky k zavedení do procesu. Zvolila jsem cestu optimalizace výrobní linky, která byla nejméně náročná na investice, jak vyplývalo ze zadání managementu firmy.

V závěru diplomové práce jsem zhodnotila jednotlivé návrhy a změny pro společnost Visteon-Autopal s.r.o. Jednotlivé kroky, které vedly k předem danému cíli, jsem finančně vyčíslila a spočítala návratnost investic.

Doufám, že mnou navrhovaná zlepšení dostatečně přispěla k vytyčenému cíli celého týmu, který se podílel na nelehkém úkolu zvýšení výkonu celé výrobní linky, při redukci pracovní náročnosti s cílem maximalizace zisku.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.

FIALA, Petr. *Projektové řízení: modely, metody, analýzy*. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2004, 276 s. ISBN 80-86419-24-x.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. *Cesty k vyšší produktivitě: strategie založená na průmyslovém inženýrství*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1996, 254 s. ISBN 8090223508.

*Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štihlé výroby*. Vyd. 1. Liberec: Institut technologií a managementu, 2005, 106 s. ISBN 80-903533-1-2.

TUČEK, David a Roman BOBÁK. *Výrobní systémy*. Vyd. 2. upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, 298 s. ISBN 8073183811.

MAŠÍN, Ivan. *Výroba velkého sortimentu v malých sériích: principy výrobních systémů pro 21. století*. Liberec: Institut technologií a managementu, 2004, 101 s. ISBN 8090353304.

API Academy of Productivity of Innovations. *API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o.* [online]. ©2005-2012 [cit. 2013-03-12]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68346.balancovani-operaci/>

KRESSOVÁ, Petra. *Pracovní systémy*. 2010. vyd. Fakulta managementu a ekonomiky ve Zlíně, 2010, 228 s.

*API-Academy of productivity and innovations: Časové studie - nástroj průmyslového inženýrství* [online]. ©2005-2012 [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: <http://e-api.cz/article/68428.casove-studie-8211-nastroj-prumysloveho-inzenyrstvi/>

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štihlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. ISBN 80-86851-38-9.

MAŠÍN, Ivan. *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech*. Vyd. 1. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, c2003, 80 s. ISBN 80-902235-9-1.

VYTLAČIL, Milan a Ivan MAŠÍN. *Dynamické zlepšování procesů: programy a metody pro eliminaci plýtvání*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1999, 193 s. ISBN 80-902235-3-2.

VYTLAČIL, Milan, Miroslav STANĚK a Ivan MAŠÍN. *Podnik světové třídy: geneze produktivity a kvality*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1997, 276 s. ISBN 80-902235-1-6.

SEMJON, Vladimír a Emil EVIN. *ZVYŠOVANIE PRODUKTIVITY MONTÁŽNEJ LINKY VYBALANSOVANÍM* [online]. ©2009 [cit. 2013-04-24]. Dostupné z:

<http://www.sjf.tuke.sk/transferinovacii/pages/archiv/transfer/13-2009/pdf/073-077.pdf>

KOŠTURIÁK, Ján a Milan GREGOR. *Jak zvyšovat produktivitu firmy*. Žilina: INFORM, 2002, 1 sv (různé stránkování). ISBN 8096858319.

Visteon: Company. [online]. ©2013 [cit. 2013-03-30]. Dostupné z: <http://www.visteon.cz/company/>

Timer Pro Professional: Yamazumi Charting. [online]. © 2013 [cit. 2013-04-26]. Dostupné z: <http://www.acsco.com/Yamazumi.htm>

PIVODOVÁ, Pavlína. *Studie metod měření práce: Presentace, studijní materiál*. Fakulta Managementu a ekonomiky ve Zlíně, 2011.

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

API Academy of productivity and innovations

PI Průmyslové inženýrství

JIT Just in Time



## SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1: Kolo trvalé rozvoje produktivity (Mašín, 2000, s. 95) .....</i>	13
<i>Obrázek 2 Koncept projektu .....</i>	20
<i>Obrázek 3: Typické uspořádání „U“ buňky .....</i>	21
<i>Obrázek 4 Výpočet zákaznického taktu (API-akademie produktivity a inovací, 2012) .....</i>	24
<i>Obrázek 5 Umístění Euro 5 v motoru (interní dokument společnosti) .....</i>	34
<i>Obrázek 6 Činnost tepelného výměníku v motoru (interní dokument společnosti).....</i>	35
<i>Obrázek 7 Výměník splňující normu Obrázek 8 Výměník splňující normu.....</i>	36
<i>Obrázek 9 Design trubiček do tvaru „U“ (interní dokument společnosti).....</i>	37
<i>Obrázek 10 Flow chart (interní dokument společnosti) .....</i>	42
<i>Obrázek 11 Organizační struktura zpracování projektu (vlastní zpracování) .....</i>	43
<i>Obrázek 12 Yamazumi chart (vlastní zpracování).....</i>	47
<i>Obrázek 13: Snímek pracovního dne prvního pomocníka (vlastní zpracování) .....</i>	51
<i>Obrázek 14: Snímek pracovního dne druhého pracovníka (vlastní zpracování).....</i>	52
<i>Obrázek 15: Yamazumi chart – využití operátorů u jednotlivých operací (vlastní zpracování) .....</i>	53
<i>Obrázek 16: Legenda k yamazumi chartu (vlastní zpracování) .....</i>	53
<i>Obrázek 17: Layout pracoviště – počáteční situace (interní dokument firmy).....</i>	59
<i>Obrázek 18: Ukázka vozičku před zlepšením (vlastní zpracování) .....</i>	62
<i>Obrázek 19: Upravený vozík na jednu bednu s prostorem pro .....</i>	63
<i>Obrázek 20: Layout rozmístění vozičků u skládačky (vlastní zpracování) .....</i>	64
<i>Obrázek 21: Foto na pracovišti – rozmístění vozičků u skládačky (vlastní zpracování) ....</i>	65
<i>Obrázek 22: Aktuální layout pracoviště (vlastní zpracování) .....</i>	66
<i>Obrázek 23: Návrh nového layoutu (vlastní zpracování) .....</i>	68
<i>Obrázek 24: Snímek pracovního dne zásobovače po optimalizaci pracoviště (vlastní zpracování).....</i>	70
<i>Obrázek 25: Yamazumi chart pracovníků po optimalizaci výrobní linky (vlastní zpracování).....</i>	74

**SEZNAM TABULEK**

<i>Tabulka 1 Organizace průmyslového inženýrství</i> .....	15
<i>Tabulka 2 Základní informace o produkci (interní dokument společnosti)</i> .....	39
<i>Tabulka 3 SWOT analýza EURO 5 (vlastní zpracování)</i> .....	42
<i>Tabulka 4 Měření operace bodování přepážky (vlastní zpracování)</i> .....	45
<i>Tabulka 5 Měření operace skládání vložky (vlastní zpracování)</i> .....	45
<i>Tabulka 6 Měření operace pastování (vlastní zpracování)</i> .....	45
<i>Tabulka 7 Měření operace montáž (vlastní zpracování)</i> .....	46
<i>Tabulka 8 Měření operace test těsnosti (vlastní zpracování)</i> .....	46
<i>Tabulka 9 Měření operace značení laserem (vlastní zpracování)</i> .....	46
<i>Tabulka 10 Měření operace ofuk (vlastní zpracování)</i> .....	46
<i>Tabulka 11 Využití operátorů u operace bodování přepážky (vlastní zpracování)</i> .....	48
<i>Tabulka 12 Využití operátora u stroje skládačka 1 (vlastní zpracování)</i> .....	48
<i>Tabulka 13 Využití operátora u stroje skládačka 2 [vlastní zpracování]</i> .....	49
<i>Tabulka 14 Využití operátora u operace pájení (vlastní zpracování)</i> .....	49
<i>Tabulka 15 Využití operátora u operace těsnění (vlastní zpracování)</i> .....	49
<i>Tabulka 16 využití operátora u operace montáže (vlastní zpracování)</i> .....	50
<i>Tabulka 17: využití operátora u operace ofuku (vlastní zpracování)</i> .....	50
<i>Tabulka 18: Využití operátora u stroje balení (vlastní zpracování)</i> .....	50
<i>Tabulka 19 Riziková analýza projektu (vlastní zpracování)</i> .....	56
<i>Tabulka 20 Logický rámec projektu (vlastní zpracování)</i> .....	57
<i>Tabulka 21: Časový plán realizace projektu (vlastní zpracování)</i> .....	58
<i>Tabulka 22 Pracovní využití operátora před optimalizací</i> .....	60
<i>Tabulka 23 Pracovní využití operátora před optimalizací (vlastní zpracování)</i> .....	61
<i>Tabulka 24: Počet operátorů před a po optimalizaci (vlastní zpracování)</i> .....	75
<i>Tabulka 25: Finanční vyčíslení projektu (vlastní zpracování)</i> .....	75
<i>Tabulka 26 Výpočet návratnosti investic (vlastní zpracování)</i> .....	76
<i>Tabulka 27 Snímek pracovního dne pomocníka na 1. skládačce</i> .....	88
<i>Tabulka 28 Snímek pracovního dne pomocníka na 2. skládačce</i> .....	92
<i>Tabulka 29 Snímek pracovního dne pomocníka po optimalizaci (vlastní zpracování)</i> .....	98
<i>Tabulka 30 Legenda k barevnému označení</i> .....	98

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha I. Snímek pracovního dne pomocníka na 1. Skládačce

Příloha II. Snímek pracovního dne pomocníka na 2. Skládačce

Příloha III. Snímek pracovního dne po optimalizaci

## PŘÍLOHA P I: SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE POMOCNÍKA NA 1. SKLÁDAČCE

Pořadí	Operace	od	do	čas
1	předání směny, konzultace	6:30	6:36	0:06
2	vybalení dřevěné bedny s trubkami	6:36	6:40	0:04
3	uklid dřevěné bedny	6:40	6:43	0:03
4	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	6:43	6:44	0:01
5	plnění skládačky trubkou č.1	6:44	6:46	0:02
6	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2 + převoz ke skládačce	6:46	6:47	0:01
7	plnění skládačky trubkou č.2	6:47	6:50	0:03
8	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3 + převoz ke skládačce	6:50	6:51	0:01
9	plnění skládačky trubkou č.3	6:51	6:53	0:02
10	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	6:53	6:58	0:05
11	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	6:58	6:59	0:01
12	plnění skládačky trubkou č.1	6:59	7:01	0:02
13	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	7:01	7:02	0:01
14	plnění skládačky trubkou č.2	7:02	7:04	0:02
15	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	7:04	7:05	0:01
16	plnění skládačky trubkou č.3	7:05	7:07	0:02
17	úklid papírových beden	7:07	7:10	0:03
18	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	7:10	7:15	0:05
19	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	7:15	7:16	0:01
20	plnění skládačky trubkou č.1	7:16	7:18	0:02
21	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	7:18	7:19	0:01
22	plnění skládačky trubkou č.2	7:19	7:21	0:02
23	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	7:21	7:22	0:01
24	plnění skládačky trubkou č.3	7:22	7:24	0:02
25	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	7:24	7:29	0:05
26	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	7:29	7:30	0:01
27	plnění skládačky trubkou č.1	7:30	7:32	0:02
28	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	7:32	7:33	0:01
29	plnění skládačky trubkou č.2	7:33	7:35	0:02
30	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	7:35	7:36	0:01
31	plnění skládačky trubkou č.3	7:36	7:38	0:02
32	úklid papírových beden	7:38	7:41	0:03
33	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	7:41	7:46	0:05
34	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	7:46	7:47	0:01
35	plnění skládačky trubkou č.1	7:47	7:48	0:01
36	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	7:48	7:49	0:01
37	plnění skládačky trubkou č.2	7:49	7:51	0:02
38	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	7:51	7:53	0:02
39	plnění skládačky trubkou č.3	7:53	7:55	0:02
40	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	7:55	8:00	0:05
41	přestávka	8:00	8:10	0:10
42	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	8:10	8:11	0:01
43	plnění skládačky trubkou č.1	8:11	8:13	0:02
44	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	8:13	8:14	0:01
45	plnění skládačky trubkou č.2	8:14	8:16	0:02

46	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	8:16	8:17	0:01
47	plnění skládačky trubkou č.3	8:17	8:19	0:02
48	úklid papírových beden	8:19	8:22	0:03
49	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	8:22	8:27	0:05
50	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	8:27	8:28	0:01
51	plnění skládačky trubkou č.1	8:28	8:30	0:02
52	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	8:30	8:31	0:01
53	plnění skládačky trubkou č.2	8:31	8:33	0:02
54	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	8:33	8:34	0:01
55	plnění skládačky trubkou č.3	8:34	8:36	0:02
56	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	8:36	8:41	0:05
57	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	8:41	8:42	0:01
58	plnění skládačky trubkou č.1	8:42	8:44	0:02
59	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	8:44	8:45	0:01
60	plnění skládačky trubkou č.2	8:45	8:47	0:02
61	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	8:47	8:48	0:01
62	plnění skládačky trubkou č.3	8:48	8:50	0:02
63	úklid papírových beden	8:50	8:53	0:03
64	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	8:53	8:58	0:05
65	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	8:58	8:59	0:01
66	plnění skládačky trubkou č.1	8:59	9:01	0:02
67	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	9:01	9:02	0:01
68	plnění skládačky trubkou č.2	9:02	9:04	0:02
69	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	9:04	9:05	0:01
70	plnění skládačky trubkou č.3	9:05	9:07	0:02
71	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	9:07	9:12	0:05
72	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	9:12	9:13	0:01
73	plnění skládačky trubkou č.1	9:13	9:15	0:02
74	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	9:15	9:16	0:01
75	plnění skládačky trubkou č.2	9:16	9:18	0:02
76	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	9:18	9:19	0:01
77	plnění skládačky trubkou č.3	9:19	9:21	0:02
78	úklid papírových beden	9:21	9:24	0:03
79	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	9:24	9:29	0:05
80	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	9:29	9:30	0:01
81	plnění skládačky trubkou č.1	9:30	9:32	0:02
82	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	9:32	9:33	0:01
83	plnění skládačky trubkou č.2	9:33	9:35	0:02
84	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	9:35	9:36	0:01
85	plnění skládačky trubkou č.3	9:36	9:38	0:02
86	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	9:38	9:43	0:05
87	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	9:43	9:44	0:01
88	plnění skládačky trubkou č.1	9:44	9:46	0:02
89	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	9:46	9:47	0:01
90	plnění skládačky trubkou č.2	9:47	9:49	0:02
91	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	9:49	9:50	0:01
92	plnění skládačky trubkou č.3	9:50	9:52	0:02
93	úklid papírových beden	9:52	9:55	0:03
94	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	9:55	10:00	0:05
95	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	10:00	10:01	0:01
96	plnění skládačky trubkou č.1	10:01	10:03	0:02

97	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	10:03	10:04	0:01
98	plnění skládačky trubkou č.2	10:04	10:06	0:02
99	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	10:06	10:07	0:01
100	plnění skládačky trubkou č.3	10:07	10:09	0:02
101	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	10:09	10:14	0:05
102	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	10:14	10:15	0:01
103	plnění skládačky trubkou č.1	10:15	10:17	0:02
104	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	10:17	10:18	0:01
105	plnění skládačky trubkou č.2	10:18	10:20	0:02
106	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	10:20	10:21	0:01
107	plnění skládačky trubkou č.3	10:21	10:23	0:02
108	úklid papírových beden	10:23	10:26	0:03
109	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	10:26	10:31	0:05
110	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	10:31	10:32	0:01
111	plnění skládačky trubkou č.1	10:32	10:34	0:02
112	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	10:34	10:35	0:01
113	plnění skládačky trubkou č.2	10:35	10:37	0:02
114	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	10:37	10:38	0:01
115	plnění skládačky trubkou č.3	10:38	10:40	0:02
116	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	10:40	10:45	0:05
117	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	10:45	10:46	0:01
118	plnění skládačky trubkou č.1	10:46	10:48	0:02
119	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	10:48	10:49	0:01
120	plnění skládačky trubkou č.2	10:49	10:51	0:02
121	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	10:51	10:52	0:01
122	plnění skládačky trubkou č.3	10:52	10:54	0:02
123	úklid papírových beden	10:54	10:57	0:03
124	vybalení dřevěné bedny s trubkami	10:57	11:01	0:04
125	uklid dřevěné bedny	11:01	11:04	0:03
126	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	11:04	11:05	0:01
127	plnění skládačky trubkou č.1	11:05	11:07	0:02
128	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	11:07	11:08	0:01
129	plnění skládačky trubkou č.2	11:08	11:10	0:02
130	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	11:10	11:11	0:01
131	plnění skládačky trubkou č.3	11:11	11:15	0:04
132	přestávka	11:15	11:45	0:30
133	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	11:45	11:50	0:05
134	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	11:50	11:51	0:01
135	plnění skládačky trubkou č.1	11:51	11:53	0:02
136	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	11:53	11:54	0:01
137	plnění skládačky trubkou č.2	11:54	11:56	0:02
138	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	11:56	11:57	0:01
139	plnění skládačky trubkou č.3	11:57	11:59	0:02
140	úklid papírových beden	11:59	12:02	0:03
141	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	12:02	12:07	0:05
142	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	12:07	12:08	0:01
143	plnění skládačky trubkou č.1	12:08	12:09	0:01
144	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	12:09	12:10	0:01
145	plnění skládačky trubkou č.2	12:10	12:12	0:02
146	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	12:12	12:13	0:01
147	plnění skládačky trubkou č.3	12:13	12:15	0:02

148	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	12:15	12:20	0:05
149	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	12:20	12:21	0:01
150	plnění skládačky trubicou č.1	12:21	12:23	0:02
151	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	12:23	12:24	0:01
152	plnění skládačky trubicou č.2	12:24	12:26	0:02
153	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	12:26	12:27	0:01
154	plnění skládačky trubicou č.3	12:27	12:29	0:02
155	úklid papírových beden	12:29	12:32	0:03
156	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	12:32	12:37	0:05
157	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	12:37	12:38	0:01
158	plnění skládačky trubicou č.1	12:38	12:40	0:02
159	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	12:40	12:41	0:01
160	plnění skládačky trubicou č.2	12:41	12:43	0:02
161	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	12:43	12:44	0:01
162	plnění skládačky trubicou č.3	12:44	12:46	0:02
163	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	12:46	12:51	0:05
164	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	12:51	12:52	0:01
165	plnění skládačky trubicou č.1	12:52	12:54	0:02
166	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	12:54	12:55	0:01
167	plnění skládačky trubicou č.2	12:55	12:57	0:02
168	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	12:57	12:58	0:01
169	plnění skládačky trubicou č.3	12:58	13:00	0:02
170	přestávka	13:00	13:10	0:10
171	úklid papírových beden	13:10	13:13	0:03
172	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	13:13	13:18	0:05
173	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	13:18	13:19	0:01
174	plnění skládačky trubicou č.1	13:19	13:21	0:02
175	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	13:21	13:22	0:01
176	plnění skládačky trubicou č.2	13:22	13:24	0:02
177	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	13:24	13:25	0:01
178	plnění skládačky trubicou č.3	13:25	13:27	0:02
179	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	13:27	13:32	0:05
180	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	13:32	13:33	0:01
181	plnění skládačky trubicou č.1	13:33	13:35	0:02
182	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	13:35	13:36	0:01
183	plnění skládačky trubicou č.2	13:36	13:38	0:02
184	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	13:38	13:39	0:01
185	plnění skládačky trubicou č.3	13:39	13:41	0:02
186	úklid papírových beden	13:41	13:44	0:03
187	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	13:44	13:49	0:05
188	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	13:49	13:50	0:01
189	plnění skládačky trubicou č.1	13:50	13:52	0:02
190	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	13:52	13:53	0:01
191	plnění skládačky trubicou č.2	13:53	13:55	0:02
192	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	13:55	13:56	0:01
193	plnění skládačky trubicou č.3	13:56	13:58	0:02
194	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	13:58	14:03	0:05
195	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	14:03	14:04	0:01
196	plnění skládačky trubicou č.1	14:04	14:06	0:02
197	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	14:06	14:07	0:01
198	plnění skládačky trubicou č.2	14:07	14:09	0:02

199	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	14:09	14:10	0:01
200	plnění skládačky trubicou č.3	14:10	14:12	0:02
201	úklid papírových beden	14:12	14:15	0:03
202	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	14:15	14:20	0:05
203	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	14:20	14:21	0:01
204	plnění skládačky trubicou č.1	14:21	14:24	0:03
205	předání směny a konzultace s mistrem	14:24	14:30	0:06

*Tabulka 27 Snímek pracovního dne pomocníka na 1. skládačce*



## PŘÍLOHA P II: SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE POMOCNÍKA NA 2. SKLÁDAČCE

Pořadí	Operace	od	do	čas
1	předání směny a konzultace s mistrem	6:30	6:36	0:06
2	vybalení dřevěné bedny s trubkami	6:36	6:40	0:04
3	uklid dřevěné bedny	6:40	6:43	0:03
4	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	6:43	6:45	0:02
5	plnění skládačky trubicou č.1	6:45	6:46	0:01
6	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2 + převoz ke skládačce	6:46	6:47	0:01
7	plnění skládačky trubicou č.2	6:47	6:50	0:03
8	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3 + převoz ke skládačce	6:50	6:51	0:01
9	plnění skládačky trubicou č.3	6:51	6:53	0:02
10	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	6:53	6:58	0:05
11	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	6:58	7:00	0:02
12	plnění skládačky trubicou č.1	7:00	7:01	0:01
13	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	7:01	7:02	0:01
14	plnění skládačky trubicou č.2	7:02	7:04	0:02
15	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	7:04	7:05	0:01
16	plnění skládačky trubicou č.3	7:05	7:07	0:02
17	úklid papírových beden	7:07	7:10	0:03
18	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	7:10	7:15	0:05
19	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	7:15	7:17	0:02
20	plnění skládačky trubicou č.1	7:17	7:18	0:01
21	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	7:18	7:19	0:01
22	plnění skládačky trubicou č.2	7:19	7:21	0:02
23	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	7:21	7:22	0:01
24	plnění skládačky trubicou č.3	7:22	7:24	0:02
25	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	7:24	7:29	0:05
26	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	7:29	7:31	0:02
27	plnění skládačky trubicou č.1	7:31	7:32	0:01
28	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	7:32	7:33	0:01
29	plnění skládačky trubicou č.2	7:33	7:35	0:02
30	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	7:35	7:36	0:01
31	plnění skládačky trubicou č.3	7:36	7:38	0:02
32	úklid papírových beden	7:38	7:41	0:03
33	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	7:41	7:46	0:05
34	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	7:46	7:48	0:02
35	plnění skládačky trubicou č.1	7:48	7:49	0:01
36	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	7:49	7:49	0:00
37	plnění skládačky trubicou č.2	7:49	7:51	0:02
38	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	7:51	7:53	0:02
39	plnění skládačky trubicou č.3	7:53	7:55	0:02
40	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	7:55	8:00	0:05
41	přestávka	8:00	8:10	0:10
42	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	8:10	8:12	0:02
43	plnění skládačky trubicou č.1	8:12	8:14	0:02
44	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	8:14	8:15	0:01
45	plnění skládačky trubicou č.2	8:15	8:17	0:02

46	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	8:17	8:18	0:01
47	plnění skládačky trubkou č.3	8:18	8:20	0:02
48	úklid papírových beden	8:20	8:23	0:03
49	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	8:23	8:28	0:05
50	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	8:28	8:30	0:02
51	plnění skládačky trubkou č.1	8:30	8:32	0:02
52	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	8:32	8:33	0:01
53	plnění skládačky trubkou č.2	8:33	8:35	0:02
54	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	8:35	8:36	0:01
55	plnění skládačky trubkou č.3	8:36	8:38	0:02
56	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	8:38	8:43	0:05
57	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	8:43	8:45	0:02
58	plnění skládačky trubkou č.1	8:45	8:47	0:02
59	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	8:47	8:48	0:01
60	plnění skládačky trubkou č.2	8:48	8:50	0:02
61	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	8:50	8:51	0:01
62	plnění skládačky trubkou č.3	8:51	8:53	0:02
63	úklid papírových beden	8:53	8:56	0:03
64	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	8:56	9:01	0:05
65	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	9:01	9:03	0:02
66	plnění skládačky trubkou č.1	9:03	9:05	0:02
67	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	9:05	9:06	0:01
68	plnění skládačky trubkou č.2	9:06	9:08	0:02
69	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	9:08	9:09	0:01
70	plnění skládačky trubkou č.3	9:09	9:11	0:02
71	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	9:11	9:16	0:05
72	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	9:16	9:18	0:02
73	plnění skládačky trubkou č.1	9:18	9:20	0:02
74	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	9:20	9:21	0:01
75	plnění skládačky trubkou č.2	9:21	9:23	0:02
76	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	9:23	9:24	0:01
77	plnění skládačky trubkou č.3	9:24	9:26	0:02
78	úklid papírových beden	9:26	9:29	0:03
79	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	9:29	9:34	0:05
80	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	9:34	9:36	0:02
81	plnění skládačky trubkou č.1	9:36	9:38	0:02
82	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	9:38	9:39	0:01
83	plnění skládačky trubkou č.2	9:39	9:41	0:02
84	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	9:41	9:42	0:01
85	plnění skládačky trubkou č.3	9:42	9:44	0:02
86	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	9:44	9:49	0:05
87	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	9:49	9:51	0:02
88	plnění skládačky trubkou č.1	9:51	9:53	0:02
89	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	9:53	9:54	0:01
90	plnění skládačky trubkou č.2	9:54	9:56	0:02
91	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	9:56	9:57	0:01
92	plnění skládačky trubkou č.3	9:57	9:59	0:02
93	úklid papírových beden	9:59	10:02	0:03
94	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	10:02	10:07	0:05
95	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	10:07	10:09	0:02
96	plnění skládačky trubkou č.1	10:09	10:11	0:02

97	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	10:11	10:12	0:01
98	plnění skládačky trubkou č.2	10:12	10:14	0:02
99	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	10:14	10:15	0:01
100	plnění skládačky trubkou č.3	10:15	10:17	0:02
101	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	10:17	10:22	0:05
102	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	10:22	10:24	0:02
103	plnění skládačky trubkou č.1	10:24	10:26	0:02
104	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	10:26	10:27	0:01
105	plnění skládačky trubkou č.2	10:27	10:29	0:02
106	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	10:29	10:30	0:01
107	plnění skládačky trubkou č.3	10:30	10:32	0:02
108	úklid papírových beden	10:32	10:35	0:03
109	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	10:35	10:40	0:05
110	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	10:40	10:42	0:02
111	plnění skládačky trubkou č.1	10:42	10:44	0:02
112	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	10:44	10:45	0:01
113	plnění skládačky trubkou č.2	10:45	10:47	0:02
114	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	10:47	10:48	0:01
115	plnění skládačky trubkou č.3	10:48	10:50	0:02
116	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	10:50	10:55	0:05
117	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	10:55	10:57	0:02
118	plnění skládačky trubkou č.1	10:57	10:59	0:02
119	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	10:59	11:00	0:01
120	plnění skládačky trubkou č.2	11:00	11:02	0:02
121	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	11:02	11:03	0:01
122	plnění skládačky trubkou č.3	11:03	11:05	0:02
123	úklid papírových beden	11:05	11:08	0:03
124	vybalení dřevěné bedny s trubkami	11:08	11:12	0:04
125	uklid dřevěné bedny	11:12	11:15	0:03
126	přestávka	11:15	11:45	0:30
127	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	11:45	11:47	0:02
128	plnění skládačky trubkou č.1	11:47	11:49	0:02
129	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	11:49	11:50	0:01
130	plnění skládačky trubkou č.2	11:50	11:52	0:02
131	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	11:52	11:53	0:01
132	plnění skládačky trubkou č.3	11:53	11:57	0:04
133	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	11:57	12:02	0:05
134	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	12:02	12:04	0:02
135	plnění skládačky trubkou č.1	12:04	12:06	0:02
136	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	12:06	12:07	0:01
137	plnění skládačky trubkou č.2	12:07	12:09	0:02
138	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	12:09	12:10	0:01
139	plnění skládačky trubkou č.3	12:10	12:12	0:02
140	úklid papírových beden	12:12	12:15	0:03
141	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	12:15	12:20	0:05
142	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	12:20	12:22	0:02
143	plnění skládačky trubkou č.1	12:22	12:23	0:01
144	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	12:23	12:24	0:01
145	plnění skládačky trubkou č.2	12:24	12:26	0:02
146	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	12:26	12:27	0:01
147	plnění skládačky trubkou č.3	12:27	12:29	0:02

148	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	12:29	12:34	0:05
149	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	12:34	12:36	0:02
150	plnění skládačky trubicou č.1	12:36	12:38	0:02
151	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	12:38	12:39	0:01
152	plnění skládačky trubicou č.2	12:39	12:41	0:02
153	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	12:41	12:42	0:01
154	plnění skládačky trubicou č.3	12:42	12:44	0:02
155	úklid papírových beden	12:44	12:47	0:03
156	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	12:47	12:52	0:05
157	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	12:52	12:54	0:02
158	plnění skládačky trubicou č.1	12:54	12:56	0:02
159	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	12:56	12:57	0:01
160	plnění skládačky trubicou č.2	12:57	12:59	0:02
161	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	12:59	13:00	0:01
162	přestávka	13:00	13:10	0:10
163	plnění skládačky trubicou č.3	13:10	13:12	0:02
164	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	13:12	13:17	0:05
165	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	13:17	13:19	0:02
166	plnění skládačky trubicou č.1	13:19	13:21	0:02
167	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	13:21	13:22	0:01
168	plnění skládačky trubicou č.2	13:22	13:24	0:02
169	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	13:24	13:25	0:01
170	plnění skládačky trubicou č.3	13:25	13:27	0:02
171	úklid papírových beden	13:27	13:30	0:03
172	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	13:30	13:35	0:05
173	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	13:35	13:37	0:02
174	plnění skládačky trubicou č.1	13:37	13:39	0:02
175	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	13:39	13:41	0:02
176	plnění skládačky trubicou č.2	13:41	13:43	0:02
177	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	13:43	13:44	0:01
178	plnění skládačky trubicou č.3	13:44	13:46	0:02
179	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	13:46	13:51	0:05
180	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	13:51	13:53	0:02
181	plnění skládačky trubicou č.1	13:53	13:55	0:02
182	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	13:55	13:56	0:01
183	plnění skládačky trubicou č.2	13:56	13:58	0:02
184	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	13:58	13:59	0:01
185	plnění skládačky trubicou č.3	13:59	14:01	0:02
186	úklid papírových beden	14:01	14:04	0:03
187	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	14:04	14:09	0:05
188	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce	14:09	14:11	0:02
189	plnění skládačky trubicou č.1	14:11	14:13	0:02
190	převoz a výměna bedny A1 za bednu A2	14:13	14:15	0:02
191	plnění skládačky trubicou č.2	14:15	14:17	0:02
192	převoz a výměna bedny A2 za bednu A3	14:17	14:18	0:01
193	plnění skládačky trubicou č.3	14:18	14:20	0:02
194	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	14:20	14:24	0:04
195	předání směny a konzultace s mistrem	14:24	14:30	0:06

Tabulka 28 Snímek pracovního dne pomocníka na 2. skládačce

## PŘÍLOHA P III: SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE PO OPTIMALIZACI

Pořadí	Operace	od	do	čas
1	předání směny a konzultace s mistrem	6:30	6:36	0:06
2	vybalení dřevěné bedny s trubkami	6:36	6:40	0:04
3	uklid dřevěné bedny	6:40	6:43	0:03
4	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce č.1	6:43	6:44	0:01
5	plnění skládačky trubkou č.1	6:44	6:45	0:01
6	naložení papírového boxu A2 na vozík a převoz ke skládačce č.1	6:45	6:46	0:01
7	plnění skládačky trubkou č.2	6:46	6:48	0:02
8	naložení papírového boxu A3 na vozík a převoz ke skládačce č.1	6:48	6:49	0:01
9	plnění skládačky trubkou č.3	6:49	6:51	0:02
10	vybalení dřevěné bedny s trubkami	6:51	6:55	0:04
11	uklid dřevěné bedny	6:55	6:58	0:03
12	naložení papírového boxu A1 na vozík a převoz ke skládačce č.2	6:58	6:59	0:01
13	plnění skládačky trubkou č.1	6:59	7:00	0:01
14	naložení papírového boxu A2 na vozík a převoz ke skládačce č.2	7:00	7:01	0:01
15	plnění skládačky trubkou č.2	7:01	7:03	0:02
16	naložení papírového boxu A3 na vozík a převoz ke skládačce č.2	7:03	7:04	0:01
17	plnění skládačky trubkou č.3	7:04	7:06	0:02
18	úklid papírových beden	7:06	7:09	0:03
19	plnění skládačky č.1 trubkou č.1	7:09	7:10	0:01
20	plnění skládačky č.1 trubkou č.2	7:10	7:12	0:02
21	plnění skládačky č.1 trubkou č.3	7:12	7:14	0:02
22	plnění skládačky č.2 trubkou č.1	7:14	7:15	0:01
23	plnění skládačky č.2 trubkou č.2	7:15	7:17	0:02
24	plnění skládačky č.2 trubkou č.3	7:17	7:19	0:02
25	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	7:19	7:20	0:01
26	plnění skládačky č.1 trubkou č.1	7:20	7:21	0:01
27	plnění skládačky č.1 trubkou č.2	7:21	7:23	0:02
28	plnění skládačky č.1 trubkou č.3	7:23	7:25	0:02
29	plnění skládačky č.2 trubkou č.1	7:25	7:26	0:01
30	plnění skládačky č.2 trubkou č.2	7:26	7:28	0:02
31	plnění skládačky č.2 trubkou č.3	7:28	7:30	0:02
32	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A1 za plnou a zpět	7:30	7:31	0:01
33	plnění skládačky č.1 trubkou č.1	7:31	7:32	0:01
34	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A2 za plnou a zpět	7:32	7:33	0:01
35	plnění skládačky č.1 trubkou č.2	7:33	7:35	0:02
36	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A3 za plnou a zpět	7:35	7:36	0:01
37	plnění skládačky č.1 trubkou č.3	7:36	7:38	0:02
38	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A1 za plnou a zpět	7:38	7:39	0:01
39	plnění skládačky č.2 trubkou č.1	7:39	7:40	0:01
40	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A2 za plnou a zpět	7:40	7:41	0:01
41	plnění skládačky č.2 trubkou č.2	7:41	7:43	0:02
42	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A3 za plnou a zpět	7:43	7:44	0:01
43	plnění skládačky č.2 trubkou č.3	7:44	7:46	0:02
44	úklid papírových beden	7:46	7:50	0:04
45	plnění skládačky č.1 trubkou č.1	7:50	7:51	0:01

46	plnění skládačky č.1 trubkou č.2	7:51	7:53	0:02
47	plnění skládačky č.1 trubkou č.3	7:53	7:55	0:02
48	plnění skládačky č.2 trubkou č.1	7:55	7:56	0:01
49	plnění skládačky č.2 trubkou č.2	7:56	7:58	0:02
50	plnění skládačky č.2 trubkou č.3	7:58	8:00	0:02
51	přestávka	8:00	8:10	0:10
52	plnění skládačky č.1 trubkou č.1	8:10	8:11	0:01
53	plnění skládačky č.1 trubkou č.2	8:11	8:13	0:02
54	plnění skládačky č.1 trubkou č.3	8:13	8:15	0:02
55	plnění skládačky č.2 trubkou č.1	8:15	8:16	0:01
56	plnění skládačky č.2 trubkou č.2	8:16	8:18	0:02
57	plnění skládačky č.2 trubkou č.3	8:18	8:20	0:02
58	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A1 za plnou a zpět	8:20	8:21	0:01
59	plnění skládačky č.1 trubkou č.1	8:21	8:22	0:01
60	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A2 za plnou a zpět	8:22	8:23	0:01
61	plnění skládačky č.1 trubkou č.2	8:23	8:25	0:02
62	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A3 za plnou a zpět	8:25	8:26	0:01
63	plnění skládačky č.1 trubkou č.3	8:26	8:28	0:02
64	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A1 za plnou a zpět	8:28	8:29	0:01
65	plnění skládačky č.2 trubkou č.1	8:29	8:30	0:01
66	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A2 za plnou a zpět	8:30	8:31	0:01
67	plnění skládačky č.2 trubkou č.2	8:31	8:33	0:02
68	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A3 za plnou a zpět	8:33	8:34	0:01
69	plnění skládačky č.2 trubkou č.3	8:34	8:36	0:02
70	úklid papírových beden	8:36	8:40	0:04
71	plnění skládačky č.1 trubkou č.1	8:40	8:41	0:01
72	plnění skládačky č.1 trubkou č.2	8:41	8:43	0:02
73	plnění skládačky č.1 trubkou č.3	8:43	8:45	0:02
74	plnění skládačky č.2 trubkou č.1	8:45	8:46	0:01
75	plnění skládačky č.2 trubkou č.2	8:46	8:48	0:02
76	plnění skládačky č.2 trubkou č.3	8:48	8:50	0:02
77	plnění skládačky č.1 trubkou č.1	8:50	8:51	0:01
78	plnění skládačky č.1 trubkou č.2	8:51	8:53	0:02
79	plnění skládačky č.1 trubkou č.3	8:53	8:55	0:02
80	plnění skládačky č.2 trubkou č.1	8:55	8:56	0:01
81	plnění skládačky č.2 trubkou č.2	8:56	8:58	0:02
82	plnění skládačky č.2 trubkou č.3	8:58	9:00	0:02
83	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A1 za plnou a zpět	9:00	9:01	0:01
84	plnění skládačky č.1 trubkou č.1	9:01	9:02	0:01
85	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A2 za plnou a zpět	9:02	9:03	0:01
86	plnění skládačky č.1 trubkou č.2	9:03	9:05	0:02
87	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A3 za plnou a zpět	9:05	9:06	0:01
88	plnění skládačky č.1 trubkou č.3	9:06	9:08	0:02
89	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A1 za plnou a zpět	9:08	9:09	0:01
90	plnění skládačky č.2 trubkou č.1	9:09	9:10	0:01
91	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A2 za plnou a zpět	9:10	9:11	0:01
92	plnění skládačky č.2 trubkou č.2	9:11	9:13	0:02
93	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A3 za plnou a zpět	9:13	9:14	0:01
94	plnění skládačky č.2 trubkou č.3	9:14	9:16	0:02
95	úklid papírových beden	9:16	9:19	0:03
96	plnění skládačky č.1 trubkou č.1	9:19	9:20	0:01



97	plnění skládačky č.1 trubkou č.2	9:20	9:22	0:02
98	plnění skládačky č.1 trubkou č.3	9:22	9:24	0:02
99	plnění skládačky č.2 trubkou č.1	9:24	9:25	0:01
100	plnění skládačky č.2 trubkou č.2	9:25	9:27	0:02
101	plnění skládačky č.2 trubkou č.3	9:27	9:29	0:02
102	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	9:29	9:30	0:01
103	plnění skládačky č.1 trubkou č.1	9:30	9:31	0:01
104	plnění skládačky č.1 trubkou č.2	9:31	9:33	0:02
105	plnění skládačky č.1 trubkou č.3	9:33	9:35	0:02
106	plnění skládačky č.2 trubkou č.1	9:35	9:36	0:01
107	plnění skládačky č.2 trubkou č.2	9:36	9:38	0:02
108	plnění skládačky č.2 trubkou č.3	9:38	9:40	0:02
109	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A1 za plnou a zpět	9:40	9:41	0:01
110	plnění skládačky č.1 trubkou č.1	9:41	9:42	0:01
111	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A2 za plnou a zpět	9:42	9:43	0:01
112	plnění skládačky č.1 trubkou č.2	9:43	9:45	0:02
113	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A3 za plnou a zpět	9:45	9:46	0:01
114	plnění skládačky č.1 trubkou č.3	9:46	9:48	0:02
115	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A1 za plnou a zpět	9:48	9:49	0:01
116	plnění skládačky č.2 trubkou č.1	9:49	9:50	0:01
117	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A2 za plnou a zpět	9:50	9:51	0:01
118	plnění skládačky č.2 trubkou č.2	9:51	9:53	0:02
119	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A3 za plnou a zpět	9:53	9:54	0:01
120	plnění skládačky č.2 trubkou č.3	9:54	9:56	0:02
121	úklid papírových beden	9:56	10:00	0:04
122	plnění skládačky č.1 trubkou č.1	10:00	10:01	0:01
123	plnění skládačky č.1 trubkou č.2	10:01	10:03	0:02
124	plnění skládačky č.1 trubkou č.3	10:03	10:05	0:02
125	plnění skládačky č.2 trubkou č.1	10:05	10:06	0:01
126	plnění skládačky č.2 trubkou č.2	10:06	10:08	0:02
127	plnění skládačky č.2 trubkou č.3	10:08	10:10	0:02
128	plnění skládačky č.1 trubkou č.1	10:10	10:11	0:01
129	plnění skládačky č.1 trubkou č.2	10:11	10:13	0:02
130	plnění skládačky č.1 trubkou č.3	10:13	10:15	0:02
131	plnění skládačky č.2 trubkou č.1	10:15	10:16	0:01
132	plnění skládačky č.2 trubkou č.2	10:16	10:18	0:02
133	plnění skládačky č.2 trubkou č.3	10:18	10:20	0:02
134	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A1 za plnou a zpět	10:20	10:21	0:01
135	plnění skládačky č.1 trubkou č.1	10:21	10:22	0:01
136	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A2 za plnou a zpět	10:22	10:23	0:01
137	plnění skládačky č.1 trubkou č.2	10:23	10:25	0:02
138	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A3 za plnou a zpět	10:25	10:26	0:01
139	plnění skládačky č.1 trubkou č.3	10:26	10:28	0:02
140	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A1 za plnou a zpět	10:28	10:29	0:01
141	plnění skládačky č.2 trubkou č.1	10:29	10:30	0:01
142	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A2 za plnou a zpět	10:30	10:31	0:01
143	plnění skládačky č.2 trubkou č.2	10:31	10:33	0:02
144	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A3 za plnou a zpět	10:33	10:34	0:01
145	plnění skládačky č.2 trubkou č.3	10:34	10:36	0:02
146	úklid papírových beden	10:36	10:41	0:05
147	plnění skládačky č.1 trubkou č.1	10:41	10:42	0:01

148	plnění skládačky č.1 trubkou č.2	10:42	10:44	0:02
149	plnění skládačky č.1 trubkou č.3	10:44	10:46	0:02
150	plnění skládačky č.2 trubkou č.1	10:46	10:47	0:01
151	plnění skládačky č.2 trubkou č.2	10:47	10:49	0:02
152	plnění skládačky č.2 trubkou č.3	10:49	10:51	0:02
153	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	10:51	10:52	0:01
154	plnění skládačky č.1 trubkou č.1	10:52	10:53	0:01
155	plnění skládačky č.1 trubkou č.2	10:53	10:55	0:02
156	plnění skládačky č.1 trubkou č.3	10:55	10:57	0:02
157	plnění skládačky č.2 trubkou č.1	10:57	10:58	0:01
158	plnění skládačky č.2 trubkou č.2	10:58	11:00	0:02
159	plnění skládačky č.2 trubkou č.3	11:00	11:02	0:02
160	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A1 za plnou a zpět	11:02	11:03	0:01
161	plnění skládačky č.1 trubkou č.1	11:03	11:04	0:01
162	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A2 za plnou a zpět	11:04	11:05	0:01
163	plnění skládačky č.1 trubkou č.2	11:05	11:07	0:02
164	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A3 za plnou a zpět	11:07	11:08	0:01
165	plnění skládačky č.1 trubkou č.3	11:08	11:10	0:02
166	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A1 za plnou a zpět	11:10	11:11	0:01
167	plnění skládačky č.2 trubkou č.1	11:11	11:12	0:01
168	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A2 za plnou a zpět	11:12	11:13	0:01
169	plnění skládačky č.2 trubkou č.2	11:13	11:15	0:02
170	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A3 za plnou a zpět	11:15	11:16	0:01
171	přestávka	11:16	11:46	0:30
172	plnění skládačky č.2 trubkou č.3	11:46	11:48	0:02
173	úklid papírových beden	11:48	11:51	0:03
174	plnění skládačky č.1 trubkou č.1	11:51	11:52	0:01
175	plnění skládačky č.1 trubkou č.2	11:52	11:54	0:02
176	plnění skládačky č.1 trubkou č.3	11:54	11:56	0:02
177	plnění skládačky č.2 trubkou č.1	11:56	11:57	0:01
178	plnění skládačky č.2 trubkou č.2	11:57	11:59	0:02
179	plnění skládačky č.2 trubkou č.3	11:59	12:01	0:02
180	plnění skládačky č.1 trubkou č.1	12:01	12:02	0:01
181	plnění skládačky č.1 trubkou č.2	12:02	12:04	0:02
182	plnění skládačky č.1 trubkou č.3	12:04	12:06	0:02
183	plnění skládačky č.2 trubkou č.1	12:06	12:07	0:01
184	plnění skládačky č.2 trubkou č.2	12:07	12:09	0:02
185	plnění skládačky č.2 trubkou č.3	12:09	12:11	0:02
186	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A1 za plnou a zpět	12:11	12:12	0:01
187	plnění skládačky č.1 trubkou č.1	12:12	12:13	0:01
188	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A2 za plnou a zpět	12:13	12:14	0:01
189	plnění skládačky č.1 trubkou č.2	12:14	12:16	0:02
190	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A3 za plnou a zpět	12:16	12:17	0:01
191	plnění skládačky č.1 trubkou č.3	12:17	12:19	0:02
192	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A1 za plnou a zpět	12:19	12:20	0:01
193	plnění skládačky č.2 trubkou č.1	12:20	12:21	0:01
194	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A2 za plnou a zpět	12:21	12:22	0:01
195	plnění skládačky č.2 trubkou č.2	12:22	12:24	0:02
196	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A3 za plnou a zpět	12:24	12:25	0:01
197	plnění skládačky č.2 trubkou č.3	12:25	12:27	0:02
198	úklid papírových beden	12:27	12:32	0:05



199	plnění skládačky č.1 trubkou č.1	12:32	12:33	0:01
200	plnění skládačky č.1 trubkou č.2	12:33	12:35	0:02
201	plnění skládačky č.1 trubkou č.3	12:35	12:37	0:02
202	plnění skládačky č.2 trubkou č.1	12:37	12:38	0:01
203	plnění skládačky č.2 trubkou č.2	12:38	12:40	0:02
204	plnění skládačky č.2 trubkou č.3	12:40	12:42	0:02
205	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	12:42	12:43	0:01
206	plnění skládačky č.1 trubkou č.1	12:43	12:44	0:01
207	plnění skládačky č.1 trubkou č.2	12:44	12:46	0:02
208	plnění skládačky č.1 trubkou č.3	12:46	12:48	0:02
209	plnění skládačky č.2 trubkou č.1	12:48	12:49	0:01
210	plnění skládačky č.2 trubkou č.2	12:49	12:51	0:02
211	plnění skládačky č.2 trubkou č.3	12:51	12:53	0:02
212	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A1 za plnou a zpět	12:53	12:54	0:01
213	plnění skládačky č.1 trubkou č.1	12:54	12:55	0:01
214	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A2 za plnou a zpět	12:55	12:56	0:01
215	plnění skládačky č.1 trubkou č.2	12:56	12:58	0:02
216	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A3 za plnou a zpět	12:58	12:59	0:01
217	plnění skládačky č.1 trubkou č.3	12:59	13:01	0:02
218	přestávka	13:01	13:11	0:10
219	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A1 za plnou a zpět	13:11	13:12	0:01
220	plnění skládačky č.2 trubkou č.1	13:12	13:13	0:01
221	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A2 za plnou a zpět	13:13	13:14	0:01
222	plnění skládačky č.2 trubkou č.2	13:14	13:16	0:02
223	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A3 za plnou a zpět	13:16	13:17	0:01
224	plnění skládačky č.2 trubkou č.3	13:17	13:19	0:02
225	úklid papírových beden	13:19	13:21	0:02
226	plnění skládačky č.1 trubkou č.1	13:21	13:22	0:01
227	plnění skládačky č.1 trubkou č.2	13:22	13:24	0:02
228	plnění skládačky č.1 trubkou č.3	13:24	13:26	0:02
229	plnění skládačky č.2 trubkou č.1	13:26	13:27	0:01
230	plnění skládačky č.2 trubkou č.2	13:27	13:29	0:02
231	plnění skládačky č.2 trubkou č.3	13:29	13:31	0:02
232	plnění skládačky č.1 trubkou č.1	13:31	13:32	0:01
233	plnění skládačky č.1 trubkou č.2	13:32	13:34	0:02
234	plnění skládačky č.1 trubkou č.3	13:34	13:36	0:02
235	plnění skládačky č.2 trubkou č.1	13:36	13:37	0:01
236	plnění skládačky č.2 trubkou č.2	13:37	13:39	0:02
237	plnění skládačky č.2 trubkou č.3	13:39	13:41	0:02
238	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A1 za plnou a zpět	13:41	13:42	0:01
239	plnění skládačky č.1 trubkou č.1	13:42	13:43	0:01
240	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A2 za plnou a zpět	13:43	13:44	0:01
241	plnění skládačky č.1 trubkou č.2	13:44	13:46	0:02
242	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A3 za plnou a zpět	13:46	13:47	0:01
243	plnění skládačky č.1 trubkou č.3	13:47	13:49	0:02
244	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A1 za plnou a zpět	13:49	13:50	0:01
245	plnění skládačky č.2 trubkou č.1	13:50	13:51	0:01
246	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A2 za plnou a zpět	13:51	13:52	0:01
247	plnění skládačky č.2 trubkou č.2	13:52	13:54	0:02
248	přejezd vozíku a výměna prázdné bedny A3 za plnou a zpět	13:54	13:55	0:01
249	plnění skládačky č.2 trubkou č.3	13:55	13:57	0:02

250	úklid papírových beden	13:57	14:02	0:05
251	plnění skládačky č.1 trubkou č.1	14:02	14:03	0:01
252	plnění skládačky č.1 trubkou č.2	14:03	14:05	0:02
253	plnění skládačky č.1 trubkou č.3	14:05	14:07	0:02
254	plnění skládačky č.2 trubkou č.1	14:07	14:08	0:01
255	plnění skládačky č.2 trubkou č.2	14:08	14:10	0:02
256	plnění skládačky č.2 trubkou č.3	14:10	14:12	0:02
257	čekání na vyprázdnění zásobníků ve skládačce	14:12	14:13	0:01
258	plnění skládačky č.1 trubkou č.1	14:13	14:14	0:01
259	plnění skládačky č.1 trubkou č.2	14:14	14:16	0:02
260	plnění skládačky č.1 trubkou č.3	14:16	14:18	0:02
261	plnění skládačky č.2 trubkou č.1	14:18	14:19	0:01
262	plnění skládačky č.2 trubkou č.2	14:19	14:21	0:02
263	plnění skládačky č.2 trubkou č.3	14:21	14:23	0:02
264	konzultace s mistrem	14:23	14:24	0:01
265	závěrečný úklid na konci směny	14:24	14:30	0:06

*Tabulka 29 Snímek pracovního dne pomocníka po optimalizaci (vlastní zpracování)*

Název operace	Barevné označení
Vybalení a úklid obalů	
Celková doba čekání	
Celková doba přestávek	
Předání směny a konzultace s mistrem	
Plnění skládačky	
Manipulace s vozíky	

Tabulka 30 Legenda k barevnému označení  
ve snímcích pracovního dne

