

# **Projekt optimalizace výroby rotoru ve společnosti XY s. r. o.**

Bc. Barbora Lhotáková

---

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: **Barbora Lhotáková**  
Osobní číslo: **M11484**  
Studijní program: **N6208 Ekonomika a management**  
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Projekt optimalizace výroby rotoru ve společnosti XY s. r. o.**

Zásady pro vypracování:

Úvod

### I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši zabývající se danou problematikou a formulujte teoretická východiska pro zpracování praktické části práce.

### II. Praktická část

- Proveďte analýzu současného stavu procesu výroby rotoru ve vybrané společnosti.
- Na základě těchto analýz formulujte východiska projektové části práce.
- Vypracujte projektové řešení vybraných prvků záměru, proveďte studii proveditelnosti a formulujte doporučení.

Závěr

---

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

Seznam odborné literatury:

**KEŘKOVSKÝ, Miloslav. Moderní přístupy k řízení výroby. 2. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2009, xiii, 137 s. ISBN 978-80-7400-119-2.**

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

**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.**

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

**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.**

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 BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

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

---

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

- (1) Vysoká škola 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 výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.
- (3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

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

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

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

Prohlašuji, že:

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

Ve Zlíně 25. 2013

*[Handwritten signature]*

<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 užit či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.
- (3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla 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**

Diplomová práce se zabývá optimalizací linky pro výrobu rotoru ve společnosti XY s. r. o. V teoretické části je zpracována literární rešerše zahrnující vybraná témata průmyslového inženýrství. Stěžejní částí diplomové práce je analýza současného stavu, na jejímž základě je identifikováno plýtvání a problémové oblasti. S ohledem na výsledky analýzy současného stavu jsou v závěru praktické části navržena doporučení pro jejich odstranění. Optimalizace probíhala formou projektu, proto v úvodu praktické části jsou také formulována východiska projektu podle zásad projektového řízení.

Klíčová slova: štíhlá výroba, plýtvání, produktivita, kaizen, vizuální management, MOST, výrobní buňka, teorie omezení, mapa hodnotového toku, TPM

## **ABSTRACT**

This master thesis deals with rotor production optimization in Company XY s. r. o. The theoretical part deals with the literary research covering selected topics of industrial engineering. The main part of the thesis is an analysis of the current state. On the basis of this part is identified waste and problem areas. With regard to the results of the analysis of the current state are at the end of the practical part suggested recommendations for their elimination. Optimization took the form of a project, so at the beginning of the practical part are also formulated the project starting points according to the principles of project management.

Keywords: Lean Management, waste, productivity, Kaizen, visual management, MOST, production cell, Theory of Constraints, Value Stream Mapping, TPM

Děkuji vedoucí mé diplomové práce Ing. Pavlíně Pivodové za cenné rady, připomínky a podporu projevovanou během zpracování diplomové práce.

Děkuji také analyzované společnosti za možnost zpracovat diplomovou práci právě u nich a za pomoc, kterou mi poskytli všichni oslovení pracovníci bez rozdílu.

Velké díky patří také členům mé rodiny za podporu během celého studia.

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

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 PROJEKTOVÉ ŘÍZENÍ</b> .....	<b>12</b>
1.1 LOGICKÝ RÁMEC .....	12
1.2 RIPRAN .....	12
1.3 GANTTŮV DIAGRAM .....	12
1.4 SMART ANALÝZA .....	12
<b>2 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ</b> .....	<b>13</b>
2.1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ .....	13
2.2 PRŮMYSLOVÁ MODERACE .....	14
2.2.1 Workshop .....	14
2.3 ŠTÍHLÁ VÝROBA (LEAN MANUFACTURING) .....	14
2.3.1 Plýtvání .....	16
2.3.2 Produktivita .....	17
2.4 KAIZEN .....	17
2.5 VIZUÁLNÍ MANAGEMENT A STANDARDIZACE .....	18
2.5.1 5S.....	19
2.5.1.1 Základní kroky metody 5S.....	19
2.6 ANALÝZA A MĚŘENÍ PRÁCE .....	20
2.6.1 Špagetový diagram .....	22
2.6.2 Snímek pracovního dne a chronometrůž .....	22
2.6.3 MOST.....	22
2.6.3.1 Rodina MOST.....	23
2.7 DÁVKOVÁ VÝROBA VS. ONE PIECE FLOW .....	24
2.8 TYPY VÝROBNÍCH BUNĚK .....	25
2.8.1 Projektování výrobních buněk .....	26
2.9 TEORIE OMEZENÍ- TOC .....	28
2.9.1 Drum- Buffer- Rope .....	28
2.10 TAHOVÝ A TLAKOVÝ SYSTÉM.....	29
2.10.1 Value Stream mapa .....	29
2.11 TPM (TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE) .....	30
2.12 SMED.....	31
2.13 ZHODNOCENÍ.....	32
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>33</b>
<b>3 CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI</b> .....	<b>34</b>
<b>4 VÝCHODISKA PRO PROJEKTOVOU ČÁST</b> .....	<b>35</b>



4.1	INFORMACE O PROJEKTU .....	35
4.2	LOGICKÝ RÁMEC .....	36
4.3	ANALÝZA RIZIK RIPRAN .....	37
4.4	ZJIŠTĚNÍ ČASOVÉ REZERVY POMOCÍ SÍŤOVÉ ANALÝZY .....	39
4.5	SMART ANALÝZA .....	40
4.6	SHRnutí.....	40
<b>5</b>	<b>ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....</b>	<b>41</b>
5.1	POPIS VÝROBNÍ LINKY .....	41
5.1.1	Rozdělení činností mezi operátory .....	42
5.1.2	Základní popis výroby.....	45
5.1.3	Uspořádání pracovišť a popis pracovních operací .....	46
5.1.4	Vizualizace a standardy na pracovištích .....	51
5.1.5	Administrativa a kontroly na pracovištích .....	53
5.1.6	Vývoj objemu produkce .....	54
5.2	ANALÝZA SNÍMKŮ PRACOVNÍHO DNE.....	56
5.2.1	Operátorka 1 .....	56
5.2.2	Operátorka 2.....	58
5.2.3	Operátorka 4.....	62
5.2.4	Operátorka 5.....	64
5.2.5	Náběh a ukončení směny .....	66
5.2.6	Přehled přímých náměrů na kus podle ID skupin .....	68
5.3	ANALÝZA POHYBU MATERIÁLU.....	68
5.4	MAPA SOUČASNÉHO HODNOTOVÉHO TOKU- VSM .....	70
5.5	SHRnutí KLÍČOVÝCH PROBLÉMŮ .....	73
5.5.1	Matice priorit.....	73
<b>6</b>	<b>PROJEKTOVÁ ČÁST.....</b>	<b>75</b>
6.1	ŘEŠENÍ ROZPRACOVANOSTI A MATERIÁLOVÉHO TOKU.....	75
6.1.1	Návrh nového uspořádání linky .....	76
6.1.1.1	Nový layout.....	79
6.2	ŘEŠENÍ BALANCOVÁNÍ OPERACÍ.....	80
6.2.1	Balancování operací .....	81
6.3	ŘEŠENÍ STANDARDIZACE A PRACOVNÍCH POSTUPŮ.....	87
6.4	VSM S VIZUALIZACÍ PROBLÉMŮ.....	90
6.5	VSM BUDOUCÍHO STAV .....	92
<b>7</b>	<b>ZHODNOCENÍ PROJEKTOVÉ ČÁSTI .....</b>	<b>94</b>
7.1	NÁVRH DALŠÍCH KROKŮ OPTIMALIZACE .....	95
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>97</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>98</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>100</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>102</b>
	<b>SEZNAM GRAFŮ .....</b>	<b>103</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>104</b>

## ÚVOD

Současná doba je k výrobním podnikům nepochybně velmi tvrdá. Konkurence je téměř ve všech oborech silná a kdo chce zůstat na vrcholu, musí na sobě neustále pracovat. Dondávna se konkurenční boj týkal pouze soukromého sektoru. Dnes se i v sektorech, které byly výsostnými vodami státních a polostátních podniků, objevují malí, ale dravý konkurenti, kteří relativně úspěšně komplikují velkým hráčům život.

Globalizované prostředí společností umožňuje pronikat na různé trhy, kde mohou slavit nemalé úspěchy. Stinnou stránkou ale zůstává, že s novými trhy se objevují i noví konkurenti. Zejména z východu k nám proudí velké množství výrobků, které pro naše podniky představují hrozbu. Ceny těchto výrobků jsou mnohdy velmi nízké, což nutí i společnosti světových jmen snižovat náklady a přesouvat výrobu z vyspělých zemí.

Nejčastěji skloňovanými slovy se stávají náklady, produktivita, plýtvání a kvalita. K naplnění těchto parametrů nám mohou napomoci metody průmyslového inženýrství. Tento obor zahrnuje množství metod, pomocí kterých může každý podnik zlepšovat své procesy. Nutno však říci, že ani průmyslové inženýrství není univerzální lék na všechny nemoci současných podniků, ale je nutné problém vždy vnímat komplexněji.

Diplomová práce je rozdělena na dvě hlavní části, a to teoretickou a praktickou. Praktická část dále obsahuje část projektovou, analytickou a řešící. Celá praktická část byla řešena formou týmového projektu. Slovo tým známe především ze sportu, ale nejen v této oblasti má svůj význam. Všichni členové týmu musí mít na paměti společný cíl. Výkon každého jednotlivce nemusí vést zaručeně k úspěchu, ale každý může přispět svými znalostmi a schopnostmi k tomu, aby řešení bylo co nejlepší a komplexní. Pokud bych tedy měla využít sportovní terminologii, věřím, že tento projekt skončí vítězstvím a nebude pouhým neproduktivním běháním po hřišti.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 PROJEKTOVÉ ŘÍZENÍ

## 1.1 Logický rámec

Logický rámec umožňuje snadno a přehledně definovat projekt a jeho cíle. Metodika logického rámce je důležitá ve fázi přípravy projektu a současně je klíčovým nástrojem pro jeho implementaci a hodnocení. Na přípravě logického rámce by se měli podílet všichni účastníci projektu. Logický rámec obsahuje mimo jiné i jednotlivé aktivity, objektivně ověřitelné ukazatele a prostředky tohoto ověření, čímž nám napomáhá při kontrole a monitoringu projektu. (NIDV, © 2010)

## 1.2 RIPRAN

RIPRAN představuje metodu pro identifikaci a kvantifikaci rizik. Tato metoda se využívá zejména v části přípravy projektu, ale při průběhu projektu by se vždy měla aktualizovat, aby stále zahrnovala všechna aktuální rizika v souladu s risk managementem. Metoda RIPRAN také akceptuje filozofii jakosti Total Quality Management. (Ripran, © 2012)

## 1.3 Ganttův diagram

Ganttův diagram se využívá pro grafické znázornění časové náročnosti a jednotlivých činností projektu. Vertikálně jsou zaznamenány dílčí aktivity a horizontálně časové období, pro které se plnění aktivity plánuje. Pokud chceme do časové osy znázornit ještě návaznosti jednotlivých aktivit, lze využít například ještě metodu kritické cesty. (ManagementMania, © 2011- 2013a)

## 1.4 SMART analýza

SMART analýza představuje nástroj pro navrhování cílů projektu. U cíle musí být splněno 5 podmínek, jejichž počáteční písmena po přeložení z angličtiny dávají dohromady název této metody.

- S- Specific → cíl by měl být specifický, konkrétní
- M- Measurable → cíl by měl být měřitelný
- A- Acceptable/ Achievable → cíl by měl být přijatelný a dosažitelný
- R- Realistic → cíl by měl být realistický
- T- Time specific → cíl by měl být časově určený (ManagementMania, © 2011- 2013b)

## 2 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Cílem teoretické části bude poskytnout ucelený přehled o problematice průmyslového inženýrství a objasnění vybraných pojmů, které souvisí s tématem diplomové práce. Teoretické poznatky budou rozčleněny do několika kapitol a budou obsahovat nejen obecné informace o oboru, ale i popisy konkrétních metod využívaných v praxi.

### 2.1 Průmyslové inženýrství

Průmyslové inženýrství je multidisciplinární obor, který se v minulosti rozvíjel zejména v Americe, Německu a Japonsku. Jako jeho nejobecnější cíle bychom mohli uvést racionalizaci, optimalizaci a zefektivňování výrobních i nevýrobních procesů, což se následně projeví zvýšením produktivity a snížením plýtvání.

Běžná práce průmyslového inženýra zahrnuje zejména zlepšování procesů, tvorbu norem, průmyslové moderace, zavádění metod PI a principů štíhlé výroby, zvyšování kvality, eliminaci plýtvání a další. Důležitou vlastností průmyslového inženýra by měl být zejména komplexní pohled na problematiku a nadhled. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 79- 89)

Průmyslový inženýr by měl být flexibilním a komplexně uvažujícím člověkem a zvládat mnoho rolí. Uvedla bych především tyto:

- odborník,
- praktik,
- inovátor,
- projektový manažer,
- motivátory,
- realizátor,
- psycholog,
- diplomat,
- leader,
- člověk. (Brathová, 2011)

Mnohdy je průmyslový inženýr vnímán velmi negativně, což je způsobeno zejména tím, že nezvládá všechny výše zmíněné role. Měl by být nejen neoblomným odborníkem, ale i psychologem a diplomatem, který bude schopen získat na svou stranu nejen nejvyšší vedení firmy, ale i překonat odpor operátorek vhodnými motivačními nástroji.

## 2.2 Průmyslová moderace

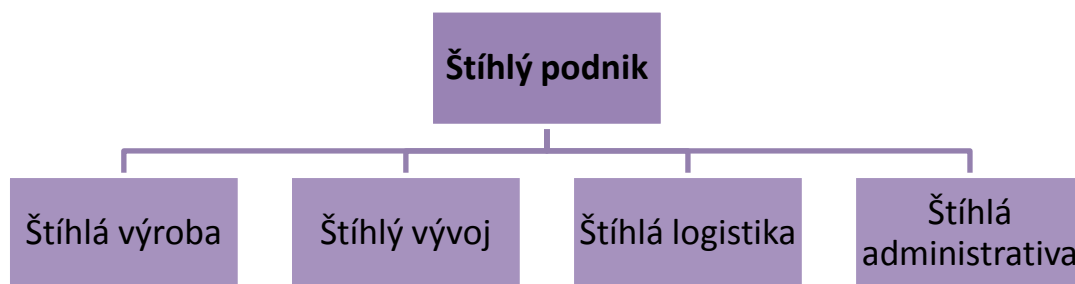
Pro zajištění větší dynamiky zlepšovacího procesu lze využít průmyslových moderací, kdy moderátor koordinuje proces týmového řešení problému v podniku. Moderátor má tedy být především motorem, který žene kupředu proces efektivního jednání a vhodnými moderačními prostředky a technikami koordinuje týmové aktivity k dosažení kýženého cíle. Nejčastěji využívanou metodou je brainstorming, který spočívá v technice generování co nejvyššího množství nápadů na dané téma. (Mašín a Vytlačil, 1999, s. 50- 51)

### 2.2.1 Workshop

Workshop je základna dynamického zlepšování. Slouží k setkání zainteresovaných pracovníků, kteří mají dohromady odpovídající kvalifikaci nutnou pro efektivní řešení vybraného problému. Účastníci workshopu si musí být vědomi toho, že je ke splnění společného cíle může posunout pouze týmová práce. Společně s moderátorem by měli pracovat na navození týmového klimatu a klimatu vhodného pro tvůrčí činnost. Důležitou součástí je i implementace myšlenek a zlepšení generovaných workshopem. Pokud workshopy probíhají bez návaznosti na reálné změny, často se vytrácí jejich smysl a s ním i motivace pracovníků do budoucna. (Mašín a Vytlačil, 1999, s. 39- 41; Mašín a Vytlačil, 2000, s. 197- 199)

## 2.3 Štíhlá výroba (Lean manufacturing)

Štíhlá výroba není konkrétní metoda průmyslového inženýrství. Je to filozofie, která zahrnuje mnoho metod, pomocí kterých lze základní myšlenku této filozofie naplnit. Štíhlá výroba je založena na tom, že se snažíme eliminovat činnosti, za které zákazníci nejsou ochotni zaplatit a pro nás představují plýtvání. Musíme tedy redukovat zbytečné náklady a spolu s tím se snažit s dostupnými výrobními faktory dosáhnout vyšší produktivity než konkurence. Štíhlá výroba nespočívá v pouhé redukci nákladů, ale v maximalizaci přidané hodnoty pro zákazníka. Na obrázku 1 jsou znázorněny pilíře pro dosažení konceptu štíhlého podniku. (Košturiak, Frolík et al., 2006, s. 17- 21)



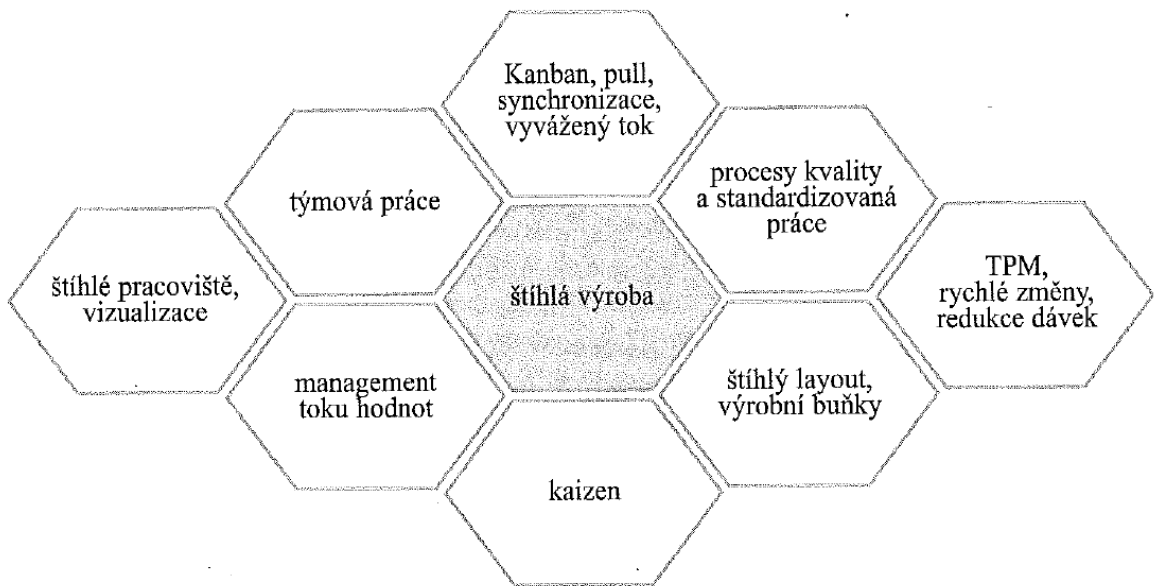
Obr. 1 Schéma složek tvorby štíhlého podniku (VZ podle Košturiak, Frolík et al., 2006, s. 20)

Z obrázku 1 je patrné, že štíhlý podnik netvoří pouze štíhlá výroba, ale tři další pilíře. Výrobek totiž nevstupuje pouze do výroby, ale nejdříve projde vývojem, poté výrobou a nakonec logistické procesy zajistí přepravu výrobku k zákazníkovi. Se všemi kroky ještě souvisí veškerá administrativní agenda. Pokud chceme produkovat štíhlý výrobek, musí být štíhlé i všechny procesy, kterými výrobek prochází.

Jako základní principy štíhlé výroby bychom mohli zařadit tato konkrétní pravidla:

- eliminace plýtvání,
- minimalizace skladových zásob,
- maximalizace toku,
- výroba podle přání zákazníka,
- poznávání a plnění požadavků zákazníka,
- výroba správně a napoprvé,
- povzbuzování zaměstnanců,
- design pro rychlé změny,
- partnerství s dodavateli,
- tvorba kultury neustálého zlepšování- Kaizen. (Rouse, 2009)

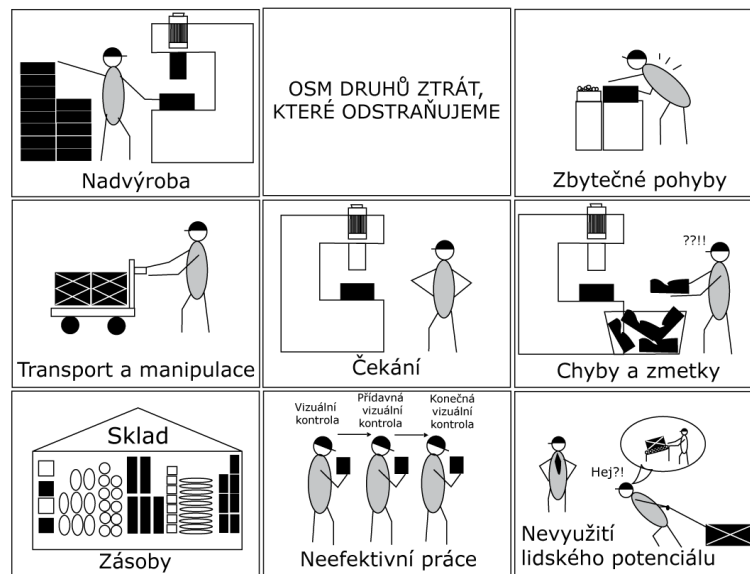
Dosažení těchto principů může být velmi dlouhodobou záležitostí. Pomohou nám k tomu zejména metody uvedené na obrázku 2.



Obr. 2 Štlhlá výroba (Košturiak, Frolík et al., 2006, s. 22)

### 2.3.1 Plýtvání

Jak jsem již zmínila výše, štíhlá výroba spočívá v eliminaci všech druhů plýtvání. V oboru průmyslového inženýrství rozlišujeme 8 hlavních forem plýtvání, které jsou znázorněny na obrázku 3. V japonštině se tyto činnosti souhrnně nazývají MUDA. (Košturiak, Frolík et al., 2006, s. 20)



Obr. 3 Osm druhů plýtvání (CPI, © 2012)



### 2.3.2 Produktivita

$$\text{Produktivita (P)} = \text{výstup} / \text{vstup}$$

Produktivita vyjadřuje míru využití vstupů při tvorbě finálního výstupu. Nejčastěji jsou používána tato vyjádření produktivity:

- parciální produktivita,
- index produktivity,
- totální produktivity. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 27)

### 2.4 Kaizen

V průmyslovém inženýrství se často setkáváme i s pojmem kaizen. Název kaizen vznikl z japonštiny spojením slov kai (změna) a zen (dobrý), kaizen je tedy změna k lepšímu. Snaha o kontinuální zlepšování by měla probíhat plynule, v menších krocích a za účasti všech pracovníků. Metody využívané pro dosažení kaizen filozofie jsou znázorněny na obrázku 4. (Mašín, 2005, s. 39; Pivodová, 2010)

V souvislosti se zlepšováním souvisejí i další pojmy - inovace a reengineering. Každý z těchto tří pojmů však znamená něco jiného.

Kaizen- plynulé a nepřetržité zlepšování procesů, výrobků a služeb po menších krocích (Mašín, 2005, s. 39)

Inovace- jednorázové zdokonalení produktu, procesu nebo služby, kterého je dosaženo součinností vědeckých, organizačních, technických, finančních, obchodních a dalších oblastí (Mašín, 2005, s. 35)

Reengineering- výrazné zlepšení výkonnosti, kterého je dosaženo nahrazením stávajícího procesu procesem novým (Mašín, 2005, s. 69)



Obr. 4 Kaizen „deštník“ (Tuček a Bobák, 2006, s. 270)

## 2.5 Vizualní management a standardizace

Vizualizace patří k základní a nejjednodušší metodě PI. Tato metoda se snaží práci zjednodušit, snížit informační deficit, uspořít čas, udělat práci jasnou a organizovanou a samozřejmě eliminovat plýtvání.

Mezi nejčastější techniky využívané při vizualizace patří:

- andony (světelné tabule),
- nápisy,
- barevné odlišení,
- podlahové značení,
- informační tabule a dokumenty (např. standardy čištění, pracovní postupy, vizualizace druhů nekvality, materiálové průvodky, atd.),
- desky s grafickým znázorněním umístění nástrojů- Shadow boards. (Ross, 2013b)



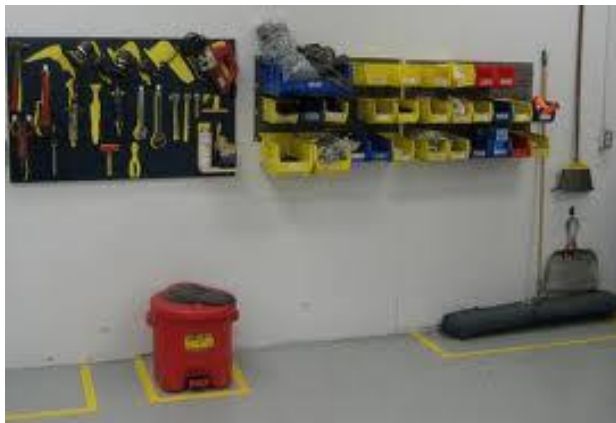
Obr. 5 Příklady různých typů andonu (Silveira, 2012)

### 2.5.1 5S

5S je metodou velmi úzce spojenou s vizualizací a standardizací. Cílem této metody je v pěti krocích vytvořit vizuální, čisté a standardizované pracoviště. 5S bylo poprvé oficiálně pojmenováno firmou Toyota, ale je zřejmé, že se nejedná o žádnou novinku. 5S je aplikováno i v mnoha domácích dílnách, jejichž majitelé nemají nejmenší tušení, že využívají část Toyota Production System. Hlavním cílem 5S je snížit chyby a ztráty vzniklé například použitím špatného nástroje, hledáním nástrojů, zbytečnou manipulací a orientací v nepořádku na pracovním místě. Nespornou výhodou této metody je, že ji lze využít na jakémkoli pracovním místě bez rozdílu, ať už se jedná o montážní halu, kancelář nebo domácnost a úspora je zatelná téměř okamžitě. Příklad, jak může vypadat pracoviště po aplikaci metody 5S je uveden na obrázku 6.

#### 2.5.1.1 Základní kroky metody 5S

1. **seiri**- vytrídít,
2. **seiton**- vizualizovat, systematizovat,
3. **seiso**- čistit,
4. **seiketsu**- standardizovat,
5. **shitsuke**- udržovat. (Vlastní cesta, © 2006- 2009)



Obr. 6 Příklad 5S pracoviště (Deborah C. Miller, © 2013)

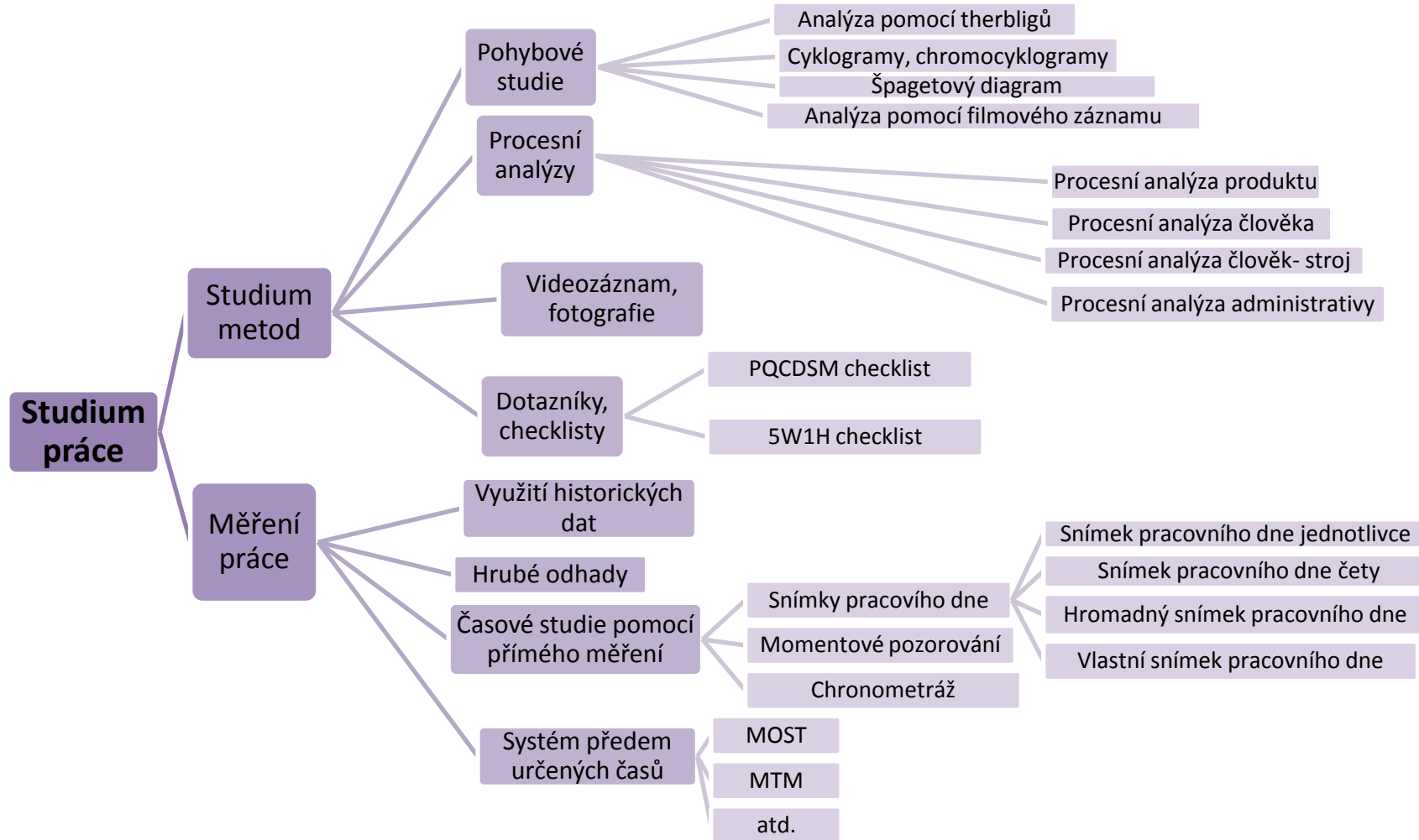
## 2.6 Analýza a měření práce

Studium práce slouží především ke stanovení časových norem. Výhodou je zvýšení bezpečnosti na pracovišti, růst produktivity při malých investicích, jednoduchá aplikace a okamžitý výsledek.

Pro management podniku je pro zvyšování produktivity velmi důležité znát délku trvání jednotlivých činností z důvodu plánování času a kapacit.

Při analýze práce bychom měli postupovat v těchto 8 krocích:

1. **vyber** práci, která má být studována,
2. **zaznamenej** relevantní fakta a definuj plýtvání,
3. **prozkoumej** způsoby, jakými je práce vykonávána,
4. **navrhni** efektivnější metodu,
5. **ohodnot'** různé alternativy pro vývoj zlepšených metod,
6. **definuj** novou metodu,
7. **zaved'** novou metodu a trénuj pracovníky,
8. **udržuj** novou metodu a zaved' kontrolu. (Košturiak, Frolík et al., 2006, s. 67)

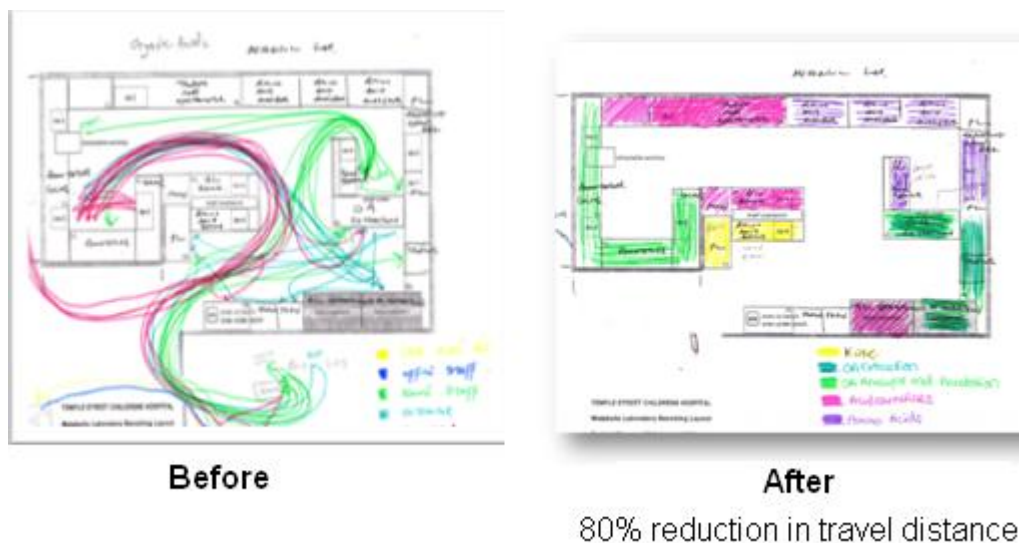


Obr. 7 Diagram metod a měření práce (VZ podle Pivodová, 2011a, 2011b)

Na obrázku 7 jsou znázorněny metody a postupy, které patří do oblasti studia práce.

### 2.6.1 Špagetový diagram

Špagetový diagram je vizuální nástroj pro zaznamenání kontinuálního pohybu pracovníků, materiálu nebo informací. Pomocí tohoto diagramu lze identifikovat plýtvání spojené především s chůzí a manipulací, které na první pohled nemusí být úplně patrné. Zároveň lze diagram efektivně využít i při sestavování nového layoutu výrobního úseku nebo návrhu nového informačního toku. Příklad špagetového diagramu je uveden na obrázku 8. (Ross, 2013a)



Obr. 8 Příklad špagetového diagramu (Ross, 2013a)

### 2.6.2 Snímek pracovního dne a chronometráž

Snímek pracovního dne jednotlivce je nepřetržitě pozorování průběhu práce vybraného operátora nebo několika operátorů. Výhodou je získání podrobných informací o průběhu práce a nevýhodou je časová náročnost a psychická zátěž pozorovaného i pozorujícího. (Pivodová, 2011b)

Chronometráž slouží ke stanovení doby trvání operace a tedy i zjištění času potřebného na zhotovení kusu nebo dávky.

### 2.6.3 MOST

MOST představuje v současnosti nejvyužívanější metodu předem určených časů. Z pří-  
mých náměrů zjistíme velmi přesně výkonnost a dobu trvání operace vykonávané konkré-  
tním operátorem. Každý operátor má však individuální pracovní tempo, což vyústilo

v potřebu stanovení časové náročnosti operace pro průměrného operátora pracujícího v průměrných podmínkách. Základní myšlenkou této metody je, že jakákoli práce je přemísťování objektu z jednoho místa na místo druhé, jedinou výjimkou je myšlení.

Základní jednotkou této metody je sekvence, která představuje vzorec, do kterého je možné pomocí indexů zohlednit jakoukoli činnost.

V metodě MOST rozlišujeme čtyři druhy přemístění a sekvencí.

- obecné přemístění (prostorové přemísťování objektů vzduchem),
- řízené přemístění (přemísťování objektu, který zůstává v kontaktu s povrchem),
- použití nástroje (použití běžných ručních nástrojů),
- použití ručního jeřábu. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 103- 111)

Sekvenční modely a subaktivity jsou uvedeny na obrázku 9.

TECHNIKA MĚŘENÍ PRÁCE BASIC MOST		
AKTIVITA	SEKVENČNÍ MODEL	SUBAKTIVITY
OBECNÉ PŘEMÍSTĚNÍ	A B G A B P A	A - AKCE NA URČITOU VZDÁLENOST B - POHYB TĚLA G - ZÍSKÁNÍ KONTROLY P - UMÍSTĚNÍ
ŘÍZENÉ PŘEMÍSTĚNÍ	A B G M X I A	M - PŘESUN ŘÍZENÝ X - PROCESNÍ ČAS I - VYROVNÁNÍ
POUŽITÍ NÁSTRTOJŮ	A B G A B P A B P A	F - UTÁHNOUT L - UVOLNIT C - DĚLIT S - POVRCHOVÁ ÚPRAVA M - MĚŘENÍ R - ZAZNAMENÁNÍ T - MYŠLENÍ

Obr. 9 Sekvenční modely Basic MOST (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 111)

### 2.6.3.1 Rodina MOST

Metoda MOST je aplikovatelná pro různě náročné operace. Systém MOST je vypracovaný v několika variantách, které se vzájemně liší v délce cyklů pracovních operací. Obecně lze říci, že Basic MOST se využívá pro obecné operace, Maxi MOST pro neopakované operace a Mini MOST pro opakované operace. Bližší specifikace použití je uvedena v tabulce 1. Jelikož se metody průmyslového inženýrství aplikují i v administrativě, i metoda MOST

má svou verzi pro administrativu, která se nazývá Clerical MOST. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 117- 119)

	Týdenní četnost vykonávání operace	Délka trvání operace	Typický čas cyklu
<b>Basic MOST</b>	150- 1500	Několik sekund až 10 minut	0, 5- 3 minuty
<b>Maxi MOST</b>	>150	Cca 2 minuty- několik hodin	Nelze definovat, Maxi MOST se využívá např. pro seřizování nebo těžkou montáž
<b>Mini MOST</b>	<1500	Menší než 1, 6 minuty	10 sekund

Tab. 1 Podmínky použití druhu MOST (VZ podle Mašín a Vytlačil, 2000, s. 117)

## 2.7 Dávková výroba vs. One Piece Flow

One piece flow neboli tok jednoho kusu je vhodný způsob organizace výroby pro buňkové uspořádání. Výrobek prochází operacemi bez čekání a na jedné operaci je vyráběn právě jeden výrobek, který je okamžitě po zpracování předán na operaci následující.

Při výrobě v dávkách je na pracovišti nejprve zpracována celá dávka a až poté putují všechny kusy na další stupeň zpracování. (Volko, © 2009a)



Obr. 10 Schéma výroby v dávkách versus One Piece Flow (Volko, © 2009a)



Na obrázku 10 je znázorněn čas výroby při výrobě v dávce a při toku jednoho kusu. U dávkové výroby vzniká první hotový kus po zpracování celé dávky. U toku jednoho kusu vzniká hotový kus rychleji, protože po zpracování pokračuje přímo na další operaci bez čekání na zpracování dalších kusů z dávky.

**Výhody OPF:** zvýšení bezpečnosti, okamžitá detekce nekvality, zvýšení flexibility, snížení průběžné doby výroby, redukce zásob, zvýšení produktivity, zjednodušuje doplňování materiálu, nižší potřeba výrobní plochy, platforma pro implementaci neustálého zlepšování, zlepšení pracovní morálky. (Pereira, 2008)

Nejčastější překážky zavádění OPF, které je často nutné při zavádění překonat:

- nemožnost získat materiál v požadované kvalitě, v požadovaném čase nebo v požadovaném množství,
- nespolehlivá a poruchová zařízení,
- odpor zaměstnanců ke změně,
- operátoři nejsou zaškoleni pro vykonávání více druhů operací,
- dlouhé časy pro seřízení a nastavení zařízení,
- velké vzdálenosti mezi jednotlivými procesy,
- vytváření vad, které zastaví linku, pokud nemáme dostatečnou zásobu,
- cyklové časy strojů jsou nestabilní nebo variabilní, což způsobuje nevyváženost operací,
- stroje nejsou určeny pro výrobu jednoho toku,
- příležitostné práce, které přerušují proces.

Výše uvedené překážky jsou více či méně závažné, ale nutno říct, že žádná z nich není nepřekonatelná, ač její odbourání může vyžadovat mnoho úsilí nebo finanční investice. (Miller, 2007)

## 2.8 Typy výrobních buněk

Z minulosti přetrvává pojetí výroby, kdy jsou od sebe pracoviště vzdálena a výrobky je nutné transportovat až několik stovek metrů. Tato organizace výrobních úseků má mnoho nevýhod. Mezi hlavní nevýhody patří:

- výroba ve velkých dávkách,
- nedostatečné využívání zdrojů,

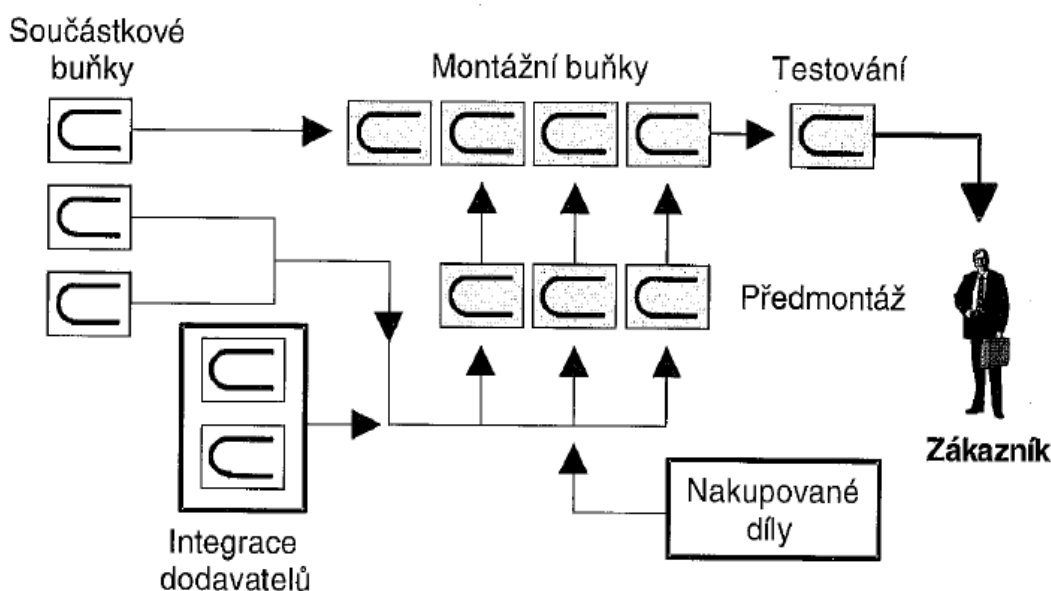
- velké množství transportů a manipulací.

Požadavky na výrobní podniky se ale v průběhu let měnily a sílil tlak na flexibilitu, rychlost a schopnost pružně reagovat na požadavky zákazníka. Tyto požadavky vyvolaly rozvoj koncepce výrobních buněk, kde je možné zpracovávat i malé výrobní dávky.

V průmyslu rozlišujeme tři typy výrobních buněk:

- montážní buňky,
- procesní buňky (lakování, tepelné zpracování, povrchová úprava, atd.),
- buňky pro výrobu součástí (obrábění, lisování, atd.). (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 163- 165)

Schéma montážní buňky je znázorněno na obrázku 11.

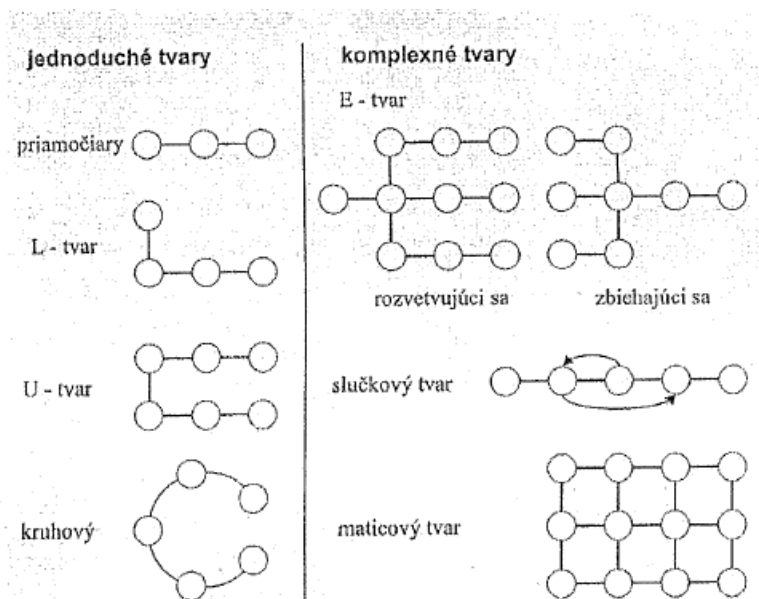


Obr. 11 Schéma montážní buňky (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 167)

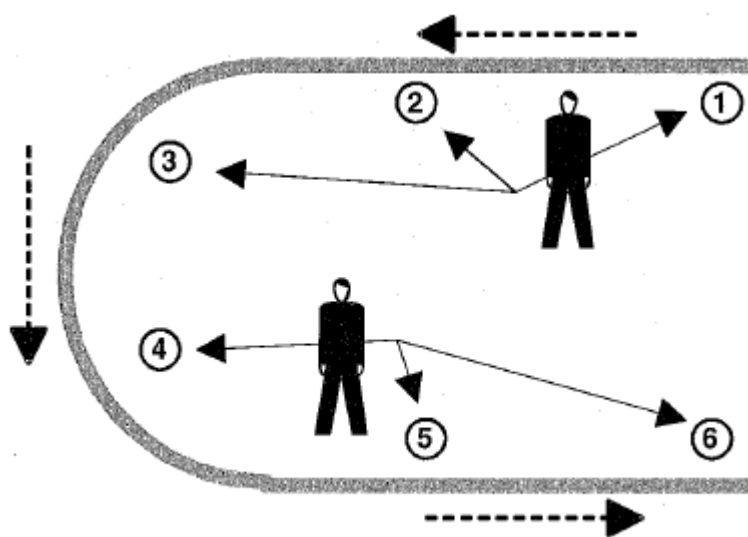
### 2.8.1 Projektování výrobních buněk

Při projektování výrobních buněk je nejprve důležité definovat výrobní rodiny a do nich výrobky seskupit. Výsledné uspořádání a počet buněk závisí na dostupnosti potřebného zařízení. V praxi se využívá několik druhů uspořádání buněk, např. do tvaru písmen I nebo L. Nejčastější uspořádání strojů je ale do písmene U, které si žádá pouze minimální manipulace a stroje, které byly obsluhovány několika pracovníky, může obsluhovat menší množství operátorů. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 169- 170)

Jednotlivé používané typy výrobních buněk jsou uvedeny na obrázku 12. Na obrázku 13 je znázorněn příklad uspořádání výrobní buňky ve tvaru U.



Obr. 12 Typy výrobních buněk (Tuček a Bobák, 2006, s. 247)



Obr. 13 Uspořádání výrobní buňky ve tvaru U (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 170)

Výrobní buňky by měly kopírovat požadavky výroby, proto je vhodné linku ponechat pokud možno flexibilní pro přestavby a snažit se o její neustálé zlepšování.

Dalším úkolem při projektování buněk je výpočet kapacit. Hrubý kapacitní výpočet by měl být proveden pro reprezentanty jednotlivých rodin, související operace (např. seřízení) by

měly být typické pro celou rodinu součástek. Z hlediska krátkodobého výrobního plánu bychom měli dodržet pravidlo:

čas cyklu dodávky = čas cyklu výroby. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 171)

## 2.9 Teorie omezení- TOC

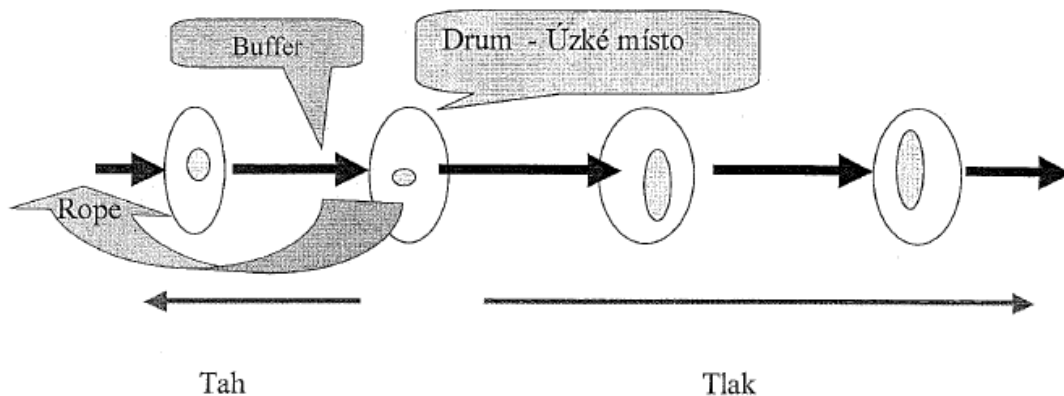
Theory of Constraints je manažerská filozofie zaměřená na trvalé zlepšování činností podniku, která pokrývá všechny klíčové oblasti podniku. Základní myšlenkou je, že každý systém obsahuje jistá omezení, která mu brání dosáhnout vysokého výkonu. Tato úzká místa by měla být vyhledána a vše by mělo být podřízeno jejich maximálnímu vytížení, protože celková výkonnost je určena právě nejslabším článkem. Pokud nezajistíme vyšší propustnost a plynulost úzkého místa, je naprosto zbytečné posilovat jiná místa systému, protože ke zrychlení procesu přesto nedojde.

Při identifikaci omezení bychom měli postupovat v pěti krocích:

1. identifikace systémového omezení,
2. maximální využití omezení,
3. podřízení celého systému tomuto omezení,
4. odstranění omezení,
5. návrat k prvnímu kroku. (Tuček a Bobák, 2006, s. 90- 95)

### 2.9.1 Drum- Buffer- Rope

Princip DBR přímo souvisí s teorií omezení. Tento systém kombinuje princip tahu i tlaku v závislosti na úzkém místě a snaží se o maximalizaci průtoku.



Obr. 14 Schéma Drum- Buffer- Rope (Tuček a Bobák, 2006, s. 99)

**Drum (buben)** - rytmus výroby určený systémovým omezením.

**Buffer (zásobník)** – zásoba, která chrání proti nejistotě a pomáhá zvyšovat průtok

**Rope (lano)** – komunikační prostředek zajišťující synchronizaci zdrojů (Tuček a Bobák, 2006, s. 247; Mašín, 2004, s. 55)

Princip metody DBR je graficky znázorněn na obrázku 14.

## 2.10 Tahový a tlakový systém

V současné době se stále více rozmáhá customizace. Zákazníci žádají individuální výrobky při nízkých výrobních nákladech, vysoké kvalitě a krátkých dodacích termínech, což značně zkracuje životní cykly výrobků. Úspěšný podnik musí na měnící se požadavky zákazníků reagovat a vyrábět, co trh žádá. Problém nastává v případě, kdy nevíme, co a kdy bude náš zákazník chtít. Konkurenceschopnost je tedy často podmíněna synchronizací všech procesů a schopností reagovat na požadavky trhu. V předchozí kapitole bylo zmíněno, že v souvislosti s výrobním managementem rozlišujeme dva způsoby řízení:

- tahový,
- tlakový. (Košturiak, Frolík et al., 2006, s. 169)

### Tahový systém (Pull)

Systém uplatňovaný ve štíhlé výrobě, kdy požadavky zákazníka určují skladbu výroby a impuls pro uvolnění do výroby přichází z pracoviště následujícího. Nespornou výhodou tahu je přizpůsobení se přáním zákazníka, nízká vázanost finančních prostředků, zvýšení kvality a snížení poruch. Nevýhodou může být nutnost změny myšlení a náklady na změnu systému. (Mašín, 2005, s. 80)

### Tlakový systém (Push)

Skladbu výroby řídí předem určený plán bez ohledu na to, co aktuálně požaduje zákazník, což vede k nadprodukci a vzniku plýtvání. Nevýhodou tlakového systému je jeho zastaralost, v současné době takto řídit výrobu již prakticky nelze. (Mašín, 2005, s. 81)

#### 2.10.1 Value Stream mapa

Value Stream mapa (mapa hodnotového toku) je grafický nástroj pro znázornění procesů probíhajících na cestě od materiálu po vznik hotového výrobku. Tato mapa zachycuje tok materiálu, tok informací, způsob řízení výroby, parametry jednotlivých procesů a časy, kdy

je nebo není výrobku přidávána hodnota. Pomoci VSM mapy jsme mimo jiné schopni určit, kolik procent času z celkové průběžné doby výroby je výrobku přidávána hodnota prací, kolik procent času výrobek čeká ve frontách a meziskladech, nebo kde se materiál hromadí a proč. Mapování hodnotového toku nám tedy poskytuje komplexní a ucelený pohled na výrobní proces spolu s identifikací a kvantifikací nedostatků a silných stránek.

Mapu hodnotového toku můžeme využít jak pro zobrazení současného stavu, tak pro definování nového toku hodnot, jeho neustálého zlepšování a realizaci kroků, které nám pomohou zlepšení dosáhnout.

Tento nástroj můžeme využít u výrobku, který se zavádí, u kterého se plánují změny, při návrhu nových procesů nebo při novém způsobu rozvrhování výroby.

Zásady tvorby VSM mapy:

- mapu kreslíme pro hlavní komponent nebo reprezentanta skupiny výrobků,
- při tvorbě mapy vycházíme z požadavků zákazníka,
- do mapy zaznamenáváme materiálový i informační tok,
- parametry procesů měříme přímo v procesu,
- používáme tužku, papír a stopky,
- materiálový tok kreslíme vždy zleva doprava nezávisle na layoutu,
- informační tok kreslíme zprava doleva. (Košturiak, Frolík et al., 2006, s. 43- 45)

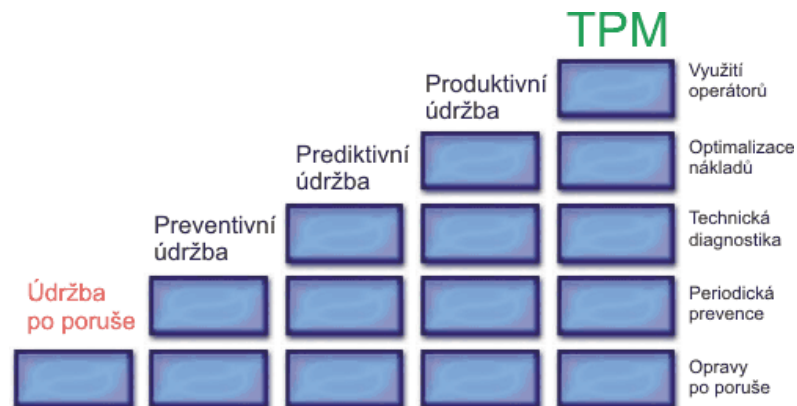
## 2.11 TPM (Total Productive Maintenance)

Na zvyšování produktivity se samozřejmě podílí i výrobní zařízení. Náklady na opravy zařízení jsou každoročně nemalou položkou v rozpočtech výrobních podniků, proto je v zájmu každého podniku se o stroje starat a minimalizovat poruchy a s nimi spojené náklady. V praxi se setkáváme s náhlými poruchami, které jsou zřejmé a zařízení vyřadí z provozu, tak i s poruchami omezujícími funkci, které umožňují pouze omezený provoz zařízení a proto mohou být přehlíženy. Mnoho poruch vzniká také proto, že si nikdo nevšímá zdánlivých maličkostí, jako jsou uvolněné šrouby, znečištění a jiné nedostatky. Zdraví stroje by se dalo přirovnat ke zdraví člověka. Pokud ignorujeme varovné signály svého těla, později musíme stejně vyhledat lékaře a důsledky jsou vinou zanedbané prevence daleko horší. (Košturiak, Frolík et al., 2006, s. 93)

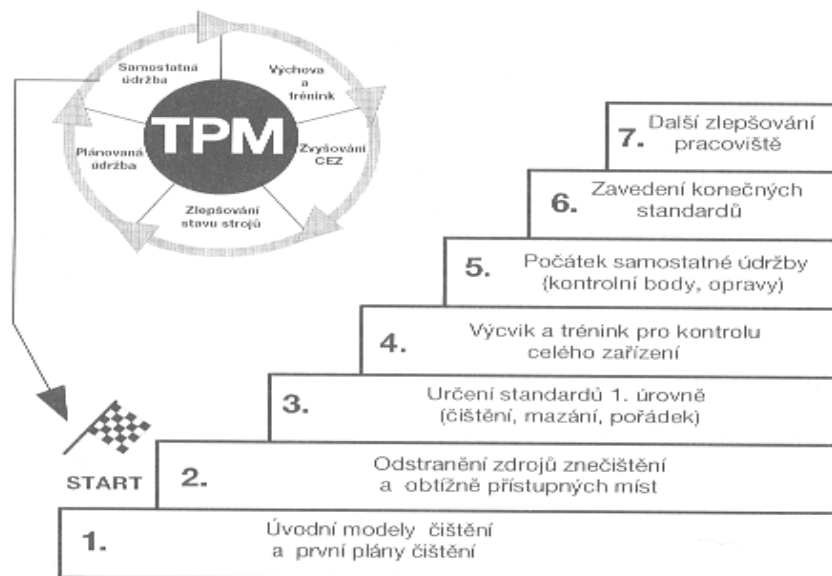
Metoda TPM je souborem aktivit, které pomáhají provozovat stroje v optimálních podmínkách a vedou k zavedení pracovního systému, který tyto podmínky zajišťuje. Cílem meto-

dy je optimalizace výrobního zařízení, zavedení produktivní údržby obsahující i preventivní údržbu a zlepšování stavu strojů. Dalšími cíly je podpora údržby pomocí aktivit výrobních týmů a zapojení operátorů, údržbářů a dalších kompetentních pracovníků v podstatě až po management. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 227- 230)

Obrázky 15 a 16 jsou věnovány postupu zavádění metody TPM a její struktuře v jednotlivých krocích.



Obr. 15 Totálně produktivní údržba (Volko, © 2009b)



Obr. 16 Kroky zavádění TPM (Tuček, 2011)

## 2.12 SMED

Single Minute Exchange of Die je systém rychlých změn při seřizování, který má za úkol minimalizaci přechodových časů. Přechodovým časem rozumíme čas od výroby posledního kvalitního kusu zadané dávky po výrobu prvního kvalitního kusu z dávky nové. Většina

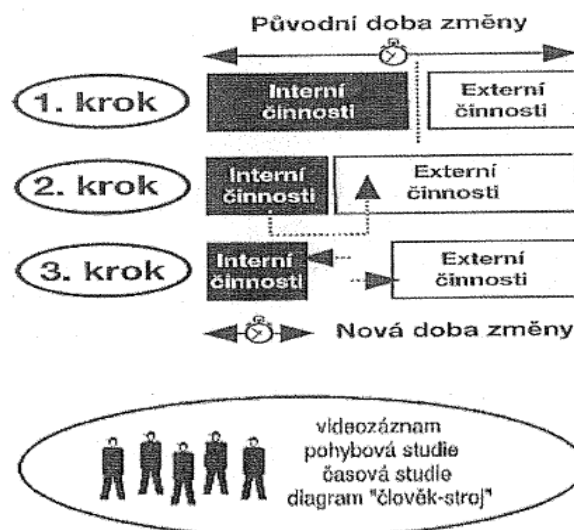
činností probíhajících při přetypování stroje je plýtvání, proto je nutné je identifikovat a eliminovat. Činnosti probíhající při změně zařízení rozdělujeme na:

- **externí-** činnosti, které lze vykonat, zatímco je zařízení v chodu,
- **interní-** činnosti, které lze vykonat pouze, pokud stroj v chodu není.

Kroky při zavádění SMED:

1. oddělení operací interního a externího seřizování,
2. přesun interních činností do externích,
3. zlepšování činností v rámci interního a externího seřizování. (Tuček a Bobák, 2006, s. 118- 120)

Kroky při zavádění metody SMED jsou graficky znázorněny na obrázku 17.



Obr. 17 Kroky při zavádění SMED (Tuček a Bobák, 2006, s. 121)

## 2.13 Zhodnocení

V rámci teoretické části byla zpracována vybraná témata z oblasti průmyslového inženýrství. Smyslem literární rešerše bylo seznámit potenciálního čtenáře s teoretickými východisky pro řešení problémů v praktické práci. Studium literárních pramenů pomohlo zároveň rozšířit mé teoretické znalosti a seznámit se s pohledy různých autorů na shodnou problematiku.



## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

### 3 CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI

Společnost byla založena roku 1855 původně jako výrobce hodin. Dnes patří k dodavatelům špičkových technologií světového formátu. Ve svých osmi výrobních závodech umístěných po celém světě (Mexiko, USA, Německo, Čína, Česká republika) vyrobí ročně přes 20 milionů dílů.

Celosvětově koncern zaměstnává okolo 1600 kvalifikovaných zaměstnanců a je nezávislým dodavatelem, který prostřednictvím svých 34 obchodních partnerů nabízí zejména elektrické pohony a čerpadla pro automobilový a všeobecný průmysl a lékařskou techniku.

Na základě více než 50- ti letých zkušeností se společnost snaží nacházet řešení i pro náročné klienty, díky čemuž se řadí ve svém oboru mezi tři nejvýznamnější dodavatele a jen ve vývoji zaměstnává více než 120 vysoce kvalifikovaných odborníků. Vysoký důraz je kladen nejen na vývoj inovativních řešení, ale i na bezproblémovou implementaci v praxi.

V roce 1994 společnost otevřela výrobní závod v Hradci Králové.

Výroba je založena na integraci vývoje, plánování výroby a řízení jakosti a řízena formou týmových projektů, což zajišťuje kontrolu procesu již od samého začátku. Velkou výhodou je, že společnost je schopna zákazníkovi nabídnout kompletní řešení, což velmi snižuje jejich zatížení. Společnost je schopna uspokojit zákaznický požadavek od výroby prototypů až po sérii několika milionů kusů.

Důležitým parametrem výrobního procesu je také kvalita. Společnost klade na kvalitu velký důraz, je držitelem certifikátů ISO 9001:2008, ISO TS 16949:2009, EN ISO 13485:2003/AC:2009 a DIN EN ISO 14001:2004. Kontinuální proces zlepšování probíhá systematickým používáním osvědčených nástrojů a metod, jako je Six Sigma, TQM, Kaizen a FMEA.

Při budování obchodních vztahů si společnost zakládá zejména na důvěře, spolehlivosti, zodpovědnosti a na těchto hodnotách se snaží také budovat se zákazníky stabilní partnerství. Cílem organizace je dlouhodobé zajištění a zvyšování konkurenceschopnosti. Pracovní podmínky v organizaci vyžadují vysokou motivaci a výkonnost. (interní materiály firmy)

## 4 VÝCHODISKA PRO PROJEKTOVOU ČÁST

### 4.1 Informace o projektu

<b>Název: Projekt optimalizace výroby rotoru ve společnosti XY s. r. o.</b>
<b>Účel projektu:</b> Optimalizace výroby rotoru
<b>Východiska:</b>  Společnost využívá metody štíhlé výroby a disponuje velkým množstvím relevantní dokumentace.  Vysoké množství finančních prostředků vázaných v rozpracované výrobě.  Nedodržování standardů v procesu, vysoké množství kontrol.
<b>Cíle projektu:</b>  1) Analýza současného stavu výrobního úseku.  2) Navržení možných zlepšení využitelných pro optimalizaci výrobního úseku.
<b>Výstup:</b> Diplomový projekt
<b>Velikost týmu:</b> student, konzultant ze společnosti, výrobní inženýr, inženýr kvality, disponent.
<b>Požadavky na člena týmu:</b> odpovědný přístup, znalost metod PI, motivace, aktivní a inovativní přístup při řešení problémů spojených s projektem, schopnost empatie.
<b>Přínosy obou stran:</b> Společnost získá zpracovaný návrh projektu optimalizace výrobního úseku. Student získá data potřebná pro zpracování své diplomové práce. Dále student získá cenné praktické zkušenosti.
<b>Začátek projektu:</b> 1. 1. 2013
<b>Konec projektu:</b> 19. 4. 2013
<b>Vedoucí projektu:</b> Bc. Barbora Lhotáková  <b>Konzultanti:</b> Ing. Pavlína Pivodová (vedoucí diplomové práce)  Ing. Štefan Abdulrahman (konzultant ve firmě)

## 4.2 Logický rámec

	Popis	OOU	Prostředky ověření	Rizika
<b>Hlavní cíl</b>	Zvýšení konkurenceschopnosti podniku	Zlepšení postavení firmy na trhu	Benchmarking	1. Nezávládnutí realizace projektu a zpracování diplomové práce
<b>Projektový cíl</b>	Optimalizace výroby rotoru	Zvýšení value indexu	Diplomový projekt, změna layoutu, výstupy výrobního controllingu	2. Neschopnost splnit účel projektu a snížit dobu výroby
<b>Výstupy</b>	1.1 Analýza procesu výroby rotoru 1.2 Návrhy pro optimalizaci výrobní linky 1.3 Snížení průběžné doby výroby	1) Zpracované a upravené analýzy 2) Projektová dokumentace	Hotový diplomový projekt s projektovou dokumentací	3. Nekvalitní zpracování DP 4. Nedodržení metodiky 5. Nezáskání potřebné dokumentace od pracovníků
<b>Aktivity</b>	1.1.1 Návštěva společnosti a definování náplně projektu 1.1.2 Sběr vlastních dat pomocí studií metod a měření práce 1.1.3 Získání dat od pracovníků společnosti pomocí rozhovorů 1.2.1 Vyhodnocení dat analýzy 1.3.1 Definování náplně projektu 1.3.2 Tvorba návrhů optimalizace 1.3.3 Balancování linky 1.3.4 Zhodnocení výstupů z projektu		<b>Předběžné podmínky:</b>  Ochota firmy spolupracovat  Aktivní přístup k projektu	6. Nekvalitní sběr vlastních dat 7. Chyby při zpracování analýz 8. Nedodržení časového harmonogramu 9. Neochota společnosti spolupracovat

Tab. 2 Logický rámec projektu (Vlastní zpracování)

## 4.3 Analýza rizik RIPRAN

ID	Hrozba	Scénář	Pravděpodob. hrozby	Pravděpodob. scénáře	Celková pravděpo- dob.	Dopad	Hodnota rizika	Opatření
1.	Předčasné ukončení projektu	Nemožnost zpracování DP	15%	20%	3%	100%	MHR	Průzkum zájmu o projekt ve firmě
2.	Neochota firmy spolupracovat	Chybné zpracování DP a projektu	25%	50%	13%	20%	MHR	Motivace a aktivní přístup
3.	Nepřesné vstupní informace	Zkreslené vstupy pro projektovou analýzu	40%	75%	30%	70%	SHR	Pečlivé analýzy a snaha o co nejpřesnější data
4.	Ztráta podkladů pro projekt	Nemožnost odevzdání DP ve stanoveném termínu	15%	80%	12%	80%	SHR	Zálohování
5.	Časové nezvládnutí projektu	Nemožnost odevzdání DP v termínu	40%	60%	24%	33%	MHR	Zvážení časových možností a rezerv
6.	Nezkušenost zvoleného konzultanta	Nízká kvalitativní úroveň práce	10%	30%	3%	5%	MHR	Pečlivý výběr konzultanta, reference
7.	Ukončení nebo omezení provozu na vy-	Ukončení projektu a nezpracování DP	30%	20%	6%	100%	MHR	Průzkum budoucí vytíženosti úseku

	braném výr. úseku							
8.	Chyby při vyhodnocování dat	Nepřesné výstupy pro projekt	50%	70%	35%	60%	SHR	Pečlivost při vyhodnocování
9.	Nízký zájem studenta	DP zpracována na úrovni základních požadavků	20%	30%	6%	25%	MHR	Motivace studenta
10.	Neznalost metod PI	Chyby při zpracování DP	25%	70%	18%	40%	MHR	Identifikace slabých míst a neustálé učení se

		Hodnota
VP	Velká pravděpodobnost	30- 100%
SP	Střední pravděpodobnost	10- 29%
MP	Malá pravděpodobnost	0- 9%

		Hodnota
VD Velký dopad	VHR Velká hodnota rizika	30- 100%
SD Střední dopad	SHR Střední hodnota rizika	10- 29%
MD Malý dopad	MHR Malá hodnota rizika	0- 9%

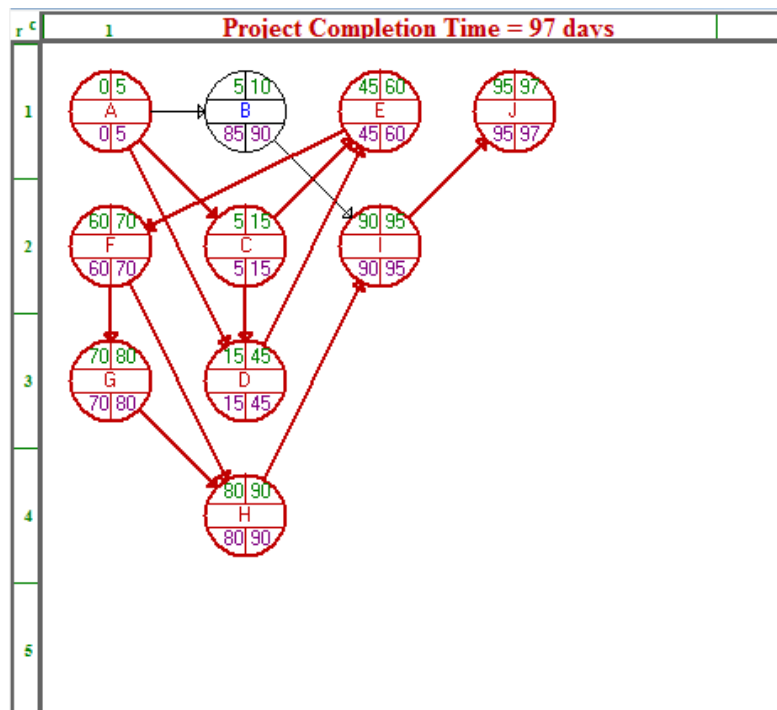
	VD	SD	ND
VP	VVHR	VHR	SHR
SP	VHR	SHR	NHR
NP	SHR	NHR	VNHR

Tab. 3 RIPRAN analýza rizik (Vlastní zpracování)

### 4.4 Zjištění časové rezervy pomocí síťové analýzy

Označení činnosti	Popis činnosti	Doba trvání (dny)	Předcházející činnosti
A	Zahájení projektu a seznámení se s výrobním úsekem	5	-
B	Tvorba projektové dokumentace	5	A
C	Sběr dat od pracovníků společnosti	10	A
D	Sběr vlastních dat (náměry, fotografie, videa)	30	A, C
E	Vyhodnocování získaných dat	15	C, D
F	Analýza a zhodnocení současného stavu	10	E
G	Tvorba optimalizačních návrhů	10	F
H	Vytvoření předpokládaného budoucího stavu	10	F, G
I	Závěrečné zhodnocení splnění účelu projektu	5	B, H
J	Ukončení projektu	2	I

Tab. 4 Činnosti projektu a jejich doby trvání (Vlastní zpracování)



Graf 1 Grafické znázornění síťového grafu a kritických cest pomocí programu WinQSB (Vlastní zpracování)

ID	Název úkolu	Zahájení	Dokončení	Trvání	I 2013				II 2013				III 2013				IV 2013			
					6.1	13.1	20.1	27.1	3.2	10.2	17.2	24.2	3.3	10.3	17.3	24.3	31.3	7.4	14.4	
1	Zahájení projektu a seznámení se s výrobním úsekem	1.1.2013	7.1.2013	5d																
2	Tvorba projektové dokumentace	3.1.2013	9.1.2013	5d																
3	Sběr dat od pracovníků společnosti	7.1.2013	18.1.2013	10d																
4	Sběr vlastních dat (náměry, fotografie, videa)	7.1.2013	15.2.2013	30d																
5	Vyhodnocování získaných dat	11.2.2013	1.3.2013	15d																
6	Analýza a zhodnocení současného stavu	4.3.2013	15.3.2013	10d																
7	Tvorba optimalizačních návrhů	15.3.2013	28.3.2013	10d																
8	Vytvoření předpokládaného budoucího stavu	29.3.2013	11.4.2013	10d																
9	Závěrečné zhodnocení splnění účelu projektu	12.4.2013	18.4.2013	5d																
10	Ukončení projektu	18.4.2013	19.4.2013	2d																

Tab. 5 Ganttův diagram (Vlastní zpracování)

## 4.5 SMART analýza

<b>S</b>	<b>Specifický</b>	Projekt je naprosto specifický, ve firmě se řeší poprvé a nikdo se optimalizací vybraného výrobního úseku dosud nezabýval.
<b>M</b>	<b>Měřitelný</b>	Výstup projektu je měřitelný. Cílem je snížení průběžné doby výroby měřené pomocí VA indexu a výstupů výrobního controllingu.
<b>A</b>	<b>Akceptovatelný</b>	Všichni členové projektového týmu se podíleli na tvorbě cílů, proto je zřejmé, že akceptují celý projekt i jeho výstupy.
<b>R</b>	<b>Realistický</b>	Cíle projektu byly sestaveny projektovým týmem, kde byl zastoupen jak student, tak odpovědní pracovníci vybrané společnosti.
<b>T</b>	<b>Termínovaný</b>	Projekt je termínovaný. Začátky a konce aktivit jsou stanoveny v Ganttově diagramu.

Tab. 6 SMART analýza pro vybraný projekt (Vlastní zpracování)

## 4.6 Shrnutí

V této části práce jsem se zabývala především použitím nástrojů projektového řízení. Z analýzy rizik je patrné, že k projektu je nutné přistoupit zodpovědně a snažit se minimalizovat identifikovaná rizika. Z dalších analýz je zřejmé, že je třeba respektovat rozvržení aktivit v čase, protože podle síťové analýzy projekt obsahuje několik kritických cest a jedinou časovou rezervu nám poskytuje činnost zpracovávání projektové dokumentace. Pokud se ale budeme držet rozvržení činností dle Ganttova diagramu, projekt bychom měli bez problémů dokončit ve stanoveném termínu.



## 5 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Analýza současného stavu se bude zabývat úvodním popisem výrobní linky a identifikací druhů plýtvání v procesu pomocí metod průmyslového inženýrství. Identifikace problémů bude základem pro jejich řešení v následující projektové části. Pro identifikaci plýtvání budou použity metody a postupy z oblasti studia práce, mapování hodnotového toku, mapování toku materiálu a další.

### 5.1 Popis výrobní linky

Na lince 1. 16. 011 se vyrábí pohony pro výrobce modelů vláček značky Märklin. Linka slouží jako předmontáž kotev (ankerů) pro finální kompletaci elektromotoru na jiném výrobním úseku. Na lince se vyrábí více než 50 typů elektromotorů, které se od sebe liší například průměrem navíjeného drátu, odporem motoru, počtem vinutí, pozicí paketu, výškou a typem kolektoru, výškou paketu, přítomností odrušovacího kroužku nebo pájením háků. Podle časové náročnosti na výrobek jsou výrobky seskupovány do tzv. ID skupin. Projekt bude zaměřen na dvě nejvýznamnější ID skupiny, které dohromady tvoří 94, 3% výroby. Na obrázku 18 je vyfotografován hotový výrobek a jeho využití.



*Obr. 18 Hotová kotva a příklad využití hotového elektromotoru (Vlastní zpracování)*

Proces výroby je rozdělen na 11 operací. Jedna operace je strojní a stroj obsluhuje seřizovač. Tři operace vyžadují zakládání a vykládání výrobků operátorkou. Největší podíl však tvoří sedm ručních operací. Celkem těchto 11 operací provádí 5 operátorek a jeden seřizovač, počet operátorek se však může lišit v závislosti na počtu odvolávek. Prvních 7 operací je zapotřebí provádět ve dvou směnách a poslední 4 ve třech směnách. Seřizovač je vždy společný pro několik linek.

### 5.1.1 Rozdělení činností mezi operátory

**Operátorka 1 provádí tyto operace:**

- obsluha poloautomatického stroje pro paketování kotev,
- obsluha stroje pro sintrování kotev,
- obsluha vytvrzovací pece pro nasintrované kotvy,
- ruční operace lisování kolektorů.



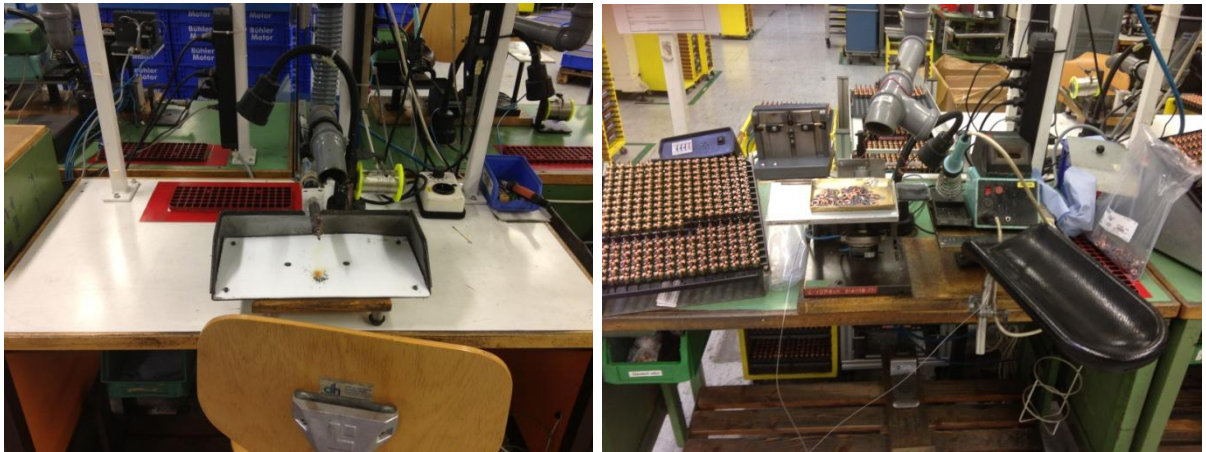
*Obr. 19 Sintrování kotev (vlevo) a nalisování a lepení kolektorů (vpravo) (Vlastní zpracování)*



*Obr. 20 Vytvrzovací pec (vlevo) a paketovací poloautomat (vpravo) (Vlastní zpracování)*

**Operátorka 2 a 3 provádí tyto operace:**

- ruční pájení drátů na háčích kolektoru,
- ruční pájení odrušovací podložky na svařované háčky kolektoru.



*Obr. 21 Pájení háků (vlevo) a pájení odrušovací podložky (vpravo) (Vlastní zpracování)*

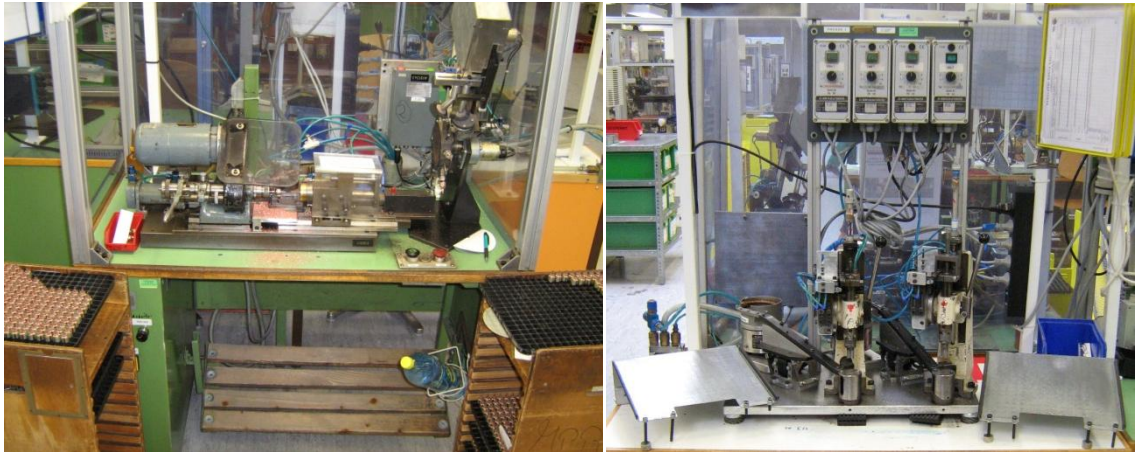
Pracoviště pájení háků kolektoru jsou vedle sebe tři a pracovišť pro pájení odrušovací podložky je vedle sebe pět. Protože proces pájení je velmi náročný na přesnost a zručnost, obě operátorky provádějí pouze tyto dvě operace a nerotují na další pracoviště. Ranní směnu zajišťují dvě operátorky a odpolední podle potřeby jedna až dvě.

**Operátorka 4 a 5 provádí tyto činnosti:**

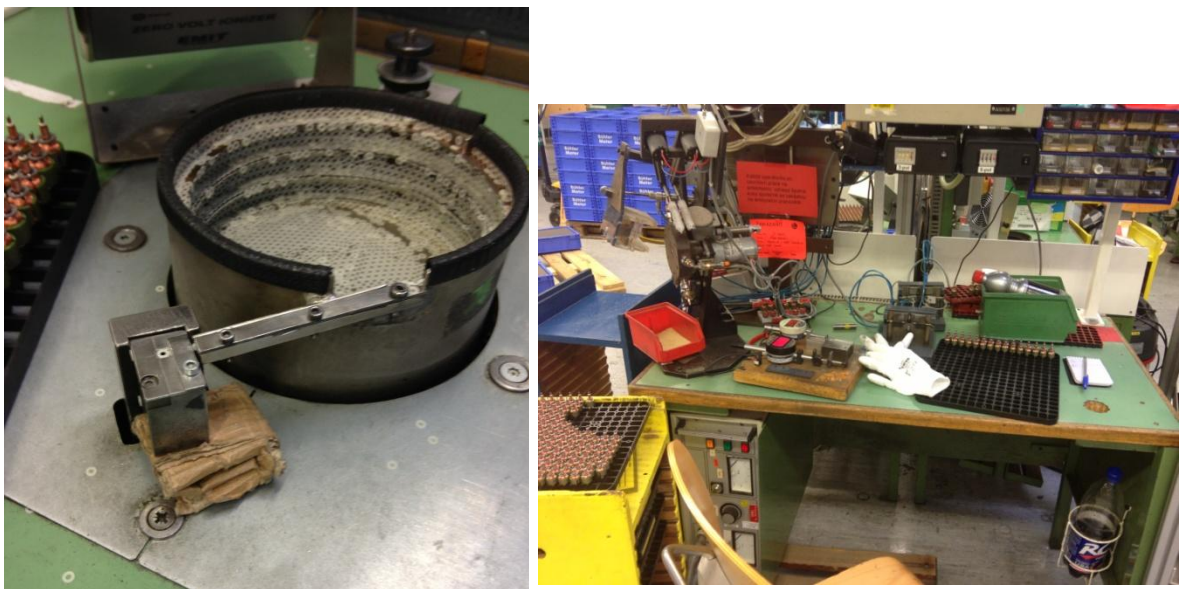
- soustružení kolektoru,
- nalisování mosazných podložek na hřídelku kotvy,
- montování plastových vymežovacích podložek na kotvy,
- kontrola zapájených kotev na vysokonapětovém testu (ankertester) a měření vymežovacích podložek.

Tyto čtyři operace vykonávají zpravidla dvě operátorky, které podle potřeby rotují po pracovištích. Na této části výrobní linky je třisměnný provoz, noční a někdy i odpolední směna je však obsazena pouze jednou operátorkou, vše se řídí množstvím odvolávek. Pracoviště soustružení je pouze jedno, tak jako pracoviště kontroly zapájených kotev. Pracoviště nalisování mosazných podložek jsou dvě a nalisování plastových podložek také.





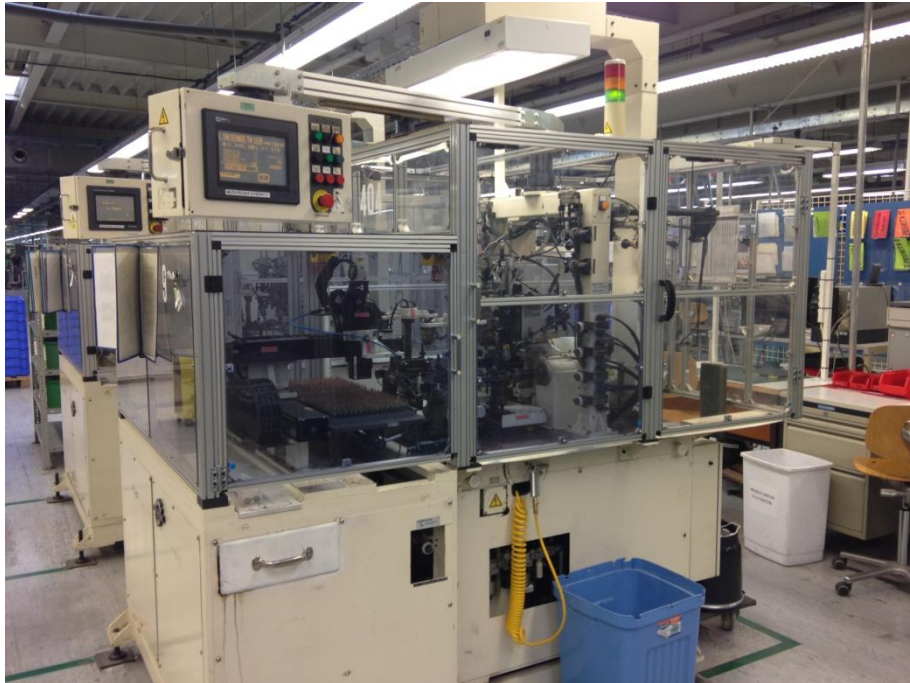
*Obr. 22 Soustružení kolektorů (vlevo) a nalisování mosazných podložek (vpravo) (Vlastní zpracování)*



*Obr. 23 Montování plastových podložek (vlevo) a kontrola kotev (vpravo) (Vlastní zpracování)*

### **Pracoviště navíječek Odawara**

Obsluhu navíječek provádí vždy seřizovač. Na lince jsou k dispozici čtyři navíječky a podle typu výrobku je mají seřizovači nastaveny tak, aby si přetytování žádalo co nejméně času a práce.



*Obr. 24 Navíječka Odawara pro navíjení kotev (Vlastní zpracování)*

### **5.1.2 Základní popis výroby**

Výrobní linka se nedá nazývat linkou v pravém slova smyslu, jedná se spíše o shluk pracovišť. Celkové vybavení linky je také velmi staré a nemoderní a mnohá zařízení a strojní vybavení jsou pro současné požadavky výroby spíše vyhovující než odpovídající. Výroba na lince probíhá ve velkých dávkách, které se na pracovištích hromadí v pojízdných vozíčkách. Největším problémem linky je tedy vysoká rozpracovanost a velké množství finančních prostředků vázaných v nedokončených výrobcích. Linka je několik desítek let stará a byla koncipovaná na výrobu ve velkých dávkách. Dnešní požadavky trhu si ale žádají pružnější plnění požadavků zákazníka a velké množství rozmanitých výrobků, což se neobejde bez rychlého přetypování a flexibilnějšího uspořádání linky.

Na této výrobní lince byl v nedávné době zrušen systém odměňování jednotlivých operátoerek podle splnění normy. V současné době jsou odměňovány podle počtu kusů, které projdou konečným pracovištěm kontroly zapájených kotev. Tento přístup alespoň trochu motivuje operátorky k využívání systému tahu. Nutno však dodat, že není v jejich silách, aby tento problém odstranily pouhou změnou organizace práce. Linka si bezpochyby žádá zásadní změny, které teprve mohou odstranit princip tlaku ve výrobě.

Dalším bodem, který si určitě zaslouží pozornost, je vysoké množství kontrol a administrativy. Administrativa narůstá i tím, že operátorky jsou zvyklé si do svých poznámek evido-

vat počty vyrobených kusů. Toto přetrvalo ještě z doby, kdy byla pro každé pracoviště stanovena samostatná norma.

Na výrobní lince jsou vytvořeny standardy pro obsluhu a čištění. Všichni pracovníci však plně nerespektují tato stanovená pravidla, což je pro výrobu také potenciální hrozba například z kvalitativního hlediska.

### **Klíčové problémy:**

- **staré vybavení a technologie,**
- **výroba ve velkých dávkách,**
- **vysoká rozpracovanost,**
- **velmi nízká flexibilita,**
- **vysoké množství kontrol,**
- **nerespektování standardů a vizuálních prvků.**

Klíčové problémy byly identifikovány na základě rozhovorů s procesním ředitelem úseku a materiálovou disponentkou a vlastní analýzy.

### **5.1.3 Uspořádání pracovišť a popis pracovních operací**

#### **Paketovací stroje**

Paketovací stroje jsou na lince tři. Operátorka do nich pouze zakládá nové kotevní plechy a po naplnění přepravní nádoby je odnáší k sintrovacímu stroji. Pro zakládání nových paketů má k dispozici rovnací přípravek, kde pomocí štípacích kleští odstraní zajišťovací podložky a vytáhne druhou transportní tyčku. Poté zavěsí zásobovací kolejnici do vodícího sloupku a plechy spustí na spodní zásobovací tyč. Paketovací stroje jsou od pracoviště vzdáleny 1, 5 metru až 4 metry. K paketovacímu stroji náleží ještě malá odkládací plocha, kde je umístěn zásobník na neshodné výrobky a zásobník sloužící pro umístění kartonové krabičky s hřídelkami. Na odkládací ploše nejsou podle standardů vyznačeny přesné prostory pro umístění těchto dvou zásobníků, ty jsou pak na stole umístěny nahodile, což působí chaoticky i přes to, že se na odkládací ploše nenachází nic, co tam být nemá. K paketovacím strojům patří ještě pracoviště pro měření hloubky nalisování hřídele v paketu.

#### **Sintrování**

Pracoviště pro sintrování kotev je největším pracovištěm linky a jeho podstatnou část zabírá sintrovací stroj. K pracovišti náleží ještě regál, skříň, pec a stůl, kterými je toho praco-

viště odděleno od zbytku výrobní linky. Operátorka provádí zakládání a vykládání výrobků ze sintrovacího stroje vsedě, pro práci jsou nutné rukavice, protože kotvy jsou strojem ohřáté a mohlo by dojít k popálení rukou operátorky. Operátorka bere kotvy z přepravky, kterou si tam odnesla po paketování, tuto přepravku má přímo pod rukama. Nasintrované kotvy umísťuje do plata o kapacitě 255 ks umístěného vedle přepravky nalevo. Napravo se nachází červeně označené plato určené pro neshodné kusy. Okolo celého pracoviště jsou umístěny pojízdné vozíčky naplněné platy s kotvami. Na jednom vozíčku je umístěna další krabička pro neshodné kusy identifikované ještě před sintrováním. Na pracovní ploše má operátorka také umístěn kalibr, kterým provádí kontrolní měření.

### **Lisování a lepení kolektorů**

Na pracovišti pro lisování a lepení kolektorů se nachází zásobník s izolačními bužirkami, přípravek pro snadnější umístění izolační bužírky na hřidelku kotvy, dávkovací jednotka s lepidlem, odsávání nezbytné při použití lepidla, ruční lis, násypník s kolektory, plato s neopracovanými kotvami a plato s hotovými kotvami. Dále se na pracovním stole nachází zásobník pro neshodné kusy, který slouží spíše jako místo pro umístění odpadků. Operátorka levou rukou uchopí kotvu, v přípravku nasadí na hřidelku izolační bužírku, smočí kotvu v lepidle a kotvu vloží lepidlem dolů do horní části lisovacího zařízení. Mezi tím operátorka pravou rukou vezme kolektor a umístí ho do lisovacího zařízení a pákou zalisuje kolektor na hřidelku. K pracovnímu stolu náleží ještě vyvýšená polička. Zde se nachází vlastní dávkovací jednotka a měrka pro kontrolu kotev, kde operátorka měří hloubku zalisování kolektoru. Součástí pracoviště je také stanice pro kontrolu úhlu natočení.

### **Pájení háků kolektoru**

Pracoviště pro ruční pájení háčků kolektoru je vybaveno stacionární pájkou, cívkou s cínovým drátem, zásobníkem s nezapájenými kotvami, zásobníkem pro hotové kotvy a zásobníkem pro neshodné kusy. Pod pájkou se nachází ještě box pro zachytávání odpadu. Plato s nezapájenými kotvami má operátorka po levé ruce, levou rukou tedy uchopí kotvu, v pravé ruce drží operátorka cínový drát a stěrku, kterou otírá pájku od nečistot. Kotva je třípólová, operátorka ji tedy zapájí na třech místech a poté pravou rukou odloží na plato po své pravé straně.

### **Pájení odrušovací podložky**

Pracoviště pro pájení odrušovací podložky na svařované háčky kolektoru je vybaveno stanicí s otočným přípravkem pro umístění kotvy během pájení a zásobníkem na podložky, odsávacím zařízením, kontrolní stanicí, přípravkem pro odkládání pájky, zařízením s houbičkou pro čištění pájecího hrotu, cívkou s pájecím cínovým drátem, držákem pro polohování zásobníku se zapájenými kotvami, platem na neshodné výrobky, štětcem a ocelovým kartáčem pro očištění otočného přípravku od cínu a loketní podpěrkou. Operátorka levou rukou uchopí kotvu, pravou rukou odrušovací podložku, kterou nejprve umístí do přípravku, a poté na ni umístí kotvu. Pravou rukou uchopí pájku z držáku a zapájí cínem z drátu, který drží celou dobu ve své levé ruce. Pájení je nutno provést na třech místech, protože kotva je třípólová. Otáčení do další pozice operátorka ovládá nožním pedálem. Poté pravou rukou pájku krátce zasune do čistícího zařízení a umístí do pružinového držáku. Levou rukou vyjme kotvu z přípravku, umístí do zkoušečky a po rozsvícení zeleného kontrolního světla provede vizuální kontrolu a vrátí opracovanou kotvu do stejného zásobníku, odkud si současně vezme novou kotvu. Aby nedošlo k záměně zapájených a nezapájených kotev, operátorka kotvy do zásobníku ukládá opačnou stranou a ještě mezi nimi nechává jednu řadu volnou. Kotvy z této řady, vždy když bere nové plato k zapájení, odkládá do volného plata umístěného na manipulačním vozíku. Pracovní postup pro tuto operaci je značně neaktuální. V postupu není uvedeno zkoušení kotev na testeru. Pro zavedení toho kroku přispěl fakt, že nefunkční kotvy byly odhaleny až na další části linky po tom, co prošly následujícími čtyřmi operacemi. Tento krok napomáhá odhalení zmetku v průběhu procesu i za cenu zařazení další kontroly. Dále nebylo v postupu uvedeno, že operátorka je povinna používat zařízení s čistící houbičkou pro čištění pájecího hrotu. Pracovní postup byl vybaven i velmi neaktuální fotodokumentací. Na pracovišti se také nacházel igelitový sáček s podložkami a použitá čistící utěrka.

### **Soustružení kolektorů**

Pracoviště pro soustružení kolektorů se skládá z vlastního soustruhu, čistícího zařízení a zásobníku na neshodné výrobky. Operátorka má neosoustružené kotvy umístěny na vrchu manipulačního vozíku, odkud levou rukou kotvu vezme, přemístí si ji do pravé ruky, aby levou rukou mohla uvolnit páku a ukotvit kotvu do soustruhu. Při zakládání kotvy stejnou rukou vyjme osoustruženou kotvu. Poté operátorka pravou rukou vloží kotvu do čistícího zařízení, zároveň vyjme očištěnou kotvu a umístí ji do zásobníku s osoustruženými kotvami na manipulačním vozíku po své pravé straně. Soustruh spouští operátorka stiskem zeleného kulatého tlačítka, které je umístěné po pravé ruce a zmáčkne ho při pohybu ruky



k čistícímu zařízení. Při soustružení je nutné vykonávat časově náročné měření ovality a drsnosti. Kontrolní stanice je od pracoviště soustružení vzdálená 10 metrů. Operátorka vloží na prázdné plato 5 kotev a přesune se ke stanici pro měření drsnosti komutátoru, vloží kotvu a stiskne tlačítko, které po automatickém změření zaznamená naměřené hodnoty na papír. Toto operátorka provede se všemi kotvami, poté papír s hodnotami odtrhne z papírové pásky a ponechá si ho pro pozdější zaznamenání. Dalším krokem je měření lamelového skoku a ovality kolektorů na vedlejší stanici. Nejprve operátorka pod mikroskopem zkontroluje, zda mezi lamelami nejsou přítomny špony nebo jiné vady. Operátorka usadí kotvu do karuselu a pomocí dvou vyrovnávacích šroubů reguluje výchylky. Poté stiskem tlačítka zapne měření, vloží zapisovací kotouček a otočením páčky pro pravé ruce zapne zapisovač, který zaznamená naměřené hodnoty na papírový kotouček. Kotouč operátorka připojuje spolu s lístkem z měření drsnosti k dokumentaci. Kotouč předem označí číslem motoru, datem, časem měření, hodnotou, šířkou lamelového skoku a svým osobním číslem. Celou operaci soustružení je nutné provádět v rukavicích, protože by mohlo dojít ke kontaminaci komutátoru nečistotami a jeho následné oxidaci.



*Obr. 25 Měřicí stanice pro měření ovality a drsnosti komutátoru (Vlastní zpracování)*

### **Nalisování mosazných podložek**

Pracoviště nalisování mosazných podložek je vybaveno dvěma lisami pro lisování podložek z obou stran kotvy, polohovatelným držákem pro zásobník s neopracovanými kotvami, polohovatelným držákem pro zásobník s hotovými kotvami a zásobníkem pro neshodné

výrobky. Podle pracovního postupu by na pracovišti měla být umístěna ještě přepravka na nástroje a čisticí štětce. K pracovišti náleží ještě přípravky s digitálními hodinkami se signalizací nastavených tolerancí pro kontrolu hloubky nalisování mosazných podložek. Operátorka levou rukou uchopí kotvu, kterou má umístěnou v zásobníku na držáku na levé straně pracovní plochy. Kotvu umístí do levého lisu a zalisuje tahem páky dolů, poté kotvu pravou rukou vyjme, otočí o 180° a umístí ji do pravého lisu a opět zalisuje tahem páky dolů. Následně pravou rukou kotvu vyjme z lisu a odloží do zásobníku se zalisovanými kotvami po své pravé ruce. Poté operátorka provede kontrolu na příslušném měřicím přípravku. Tuto operaci je nutné provádět v rukavicích, protože by mohlo dojít ke kontaminaci komutátoru nečistotami a jeho následné oxidaci.

### **Nalisování plastových podložek**

Pracoviště pro nalisování plastových podložek se skládá z ionizačního zařízení s vibrátorem, zásobníku s neosazenými kotvami, zásobníku s osazenými kotvami a modrou přepravkou na nástroje. Operátorka uchopí do každé ruky jednu kotvu z neopracovaného plata a střídavě je vloží do středového otvoru náběhové podložky, kotvy v ruce otočí o 180° a to samé provede na druhé straně hřídelky. Poté kotvy odloží do plata na pravé straně pracovní desky. Tuto operaci je nutné provádět v rukavicích, protože by mohlo dojít ke kontaminaci komutátoru nečistotami a jeho následné oxidaci.

### **Závěrečná kontrola- Ankertester**

Poslední stanicí je 100% kontrola, která se skládá ze tří 100 % zkoušek, vysokonapětový test vinutí, měření vymezovacích podložek a zkouška na Ankertesteru, kde se zkouší zkrat nebo přerušené vinutí. Tyto tři zařízení jsou v řadě zleva doprava umístěny na pracovním stole. Dále se na pracovním stole nachází krabička a zásobník na neshodné kusy, čisticí prostředek, nástroje a zásobník se vzorky dobrých a špatných kusů. Plato s nezkontrolovanými kusy je umístěno na manipulačním vozíku po levé ruce operátorky. Operátorka tedy levou rukou uchopí nezkontrolovanou kotvu a vloží ji do jedné z šesti pozic otočného přípravku vysokonapětového testu. Následně kotvu pravou rukou vyjme a odzkouší nalisování podložek na měřicím přípravku se dvěma hodinkami se signalizací. Poté operátorka pravou rukou kotvu vloží do ankertesteru a podle barvy kontrolního světla odhalí případnou chybu ve vinutí. Následně operátorka pravou rukou vyndá kotvu z testovacího přípravku a umístí na plato se zkontrolovanými kusy po své pravé ruce. Každou řadu kotev operátorka ještě označí fixem příslušné barvy. Tuto operaci je nutné provádět v

rukavicích, protože by mohlo dojít ke kontaminaci komutátoru nečistotami a jeho následné oxidaci.

### Klíčové problémy:

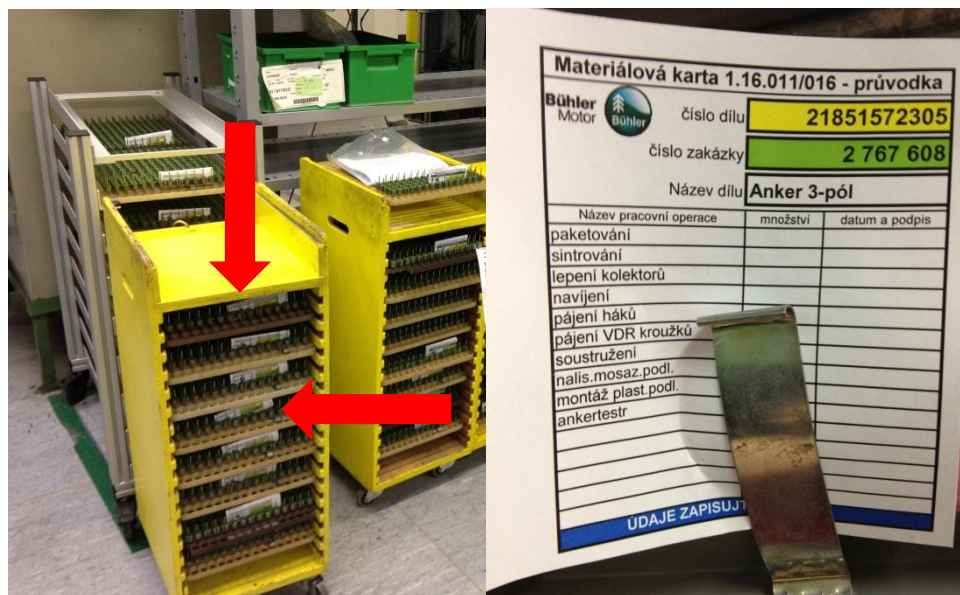
- neaktuální pracovní postupy,
- různé uspořádání pracoviště pro různé operátorky.

Klíčové problémy byly identifikovány na základě studia pracovních postupů a uspořádání pracovišť.

#### 5.1.4 Vizualizace a standardy na pracovištích

Na každém pracovišti mají operátorky vyvěšeny složky s přesným pracovním postupem, životopis zařízení, předpis pro údržbu a příslušné listy pro zaznamenávání provedených kontrol a měření. Všechny pracovní postupy však nejsou zpracovány standardně. Mezi nejčastější odchylku patří chybějící fotodokumentace, dále některé pracovní postupy obsahují kontrolní činnosti, jiné naopak ne.

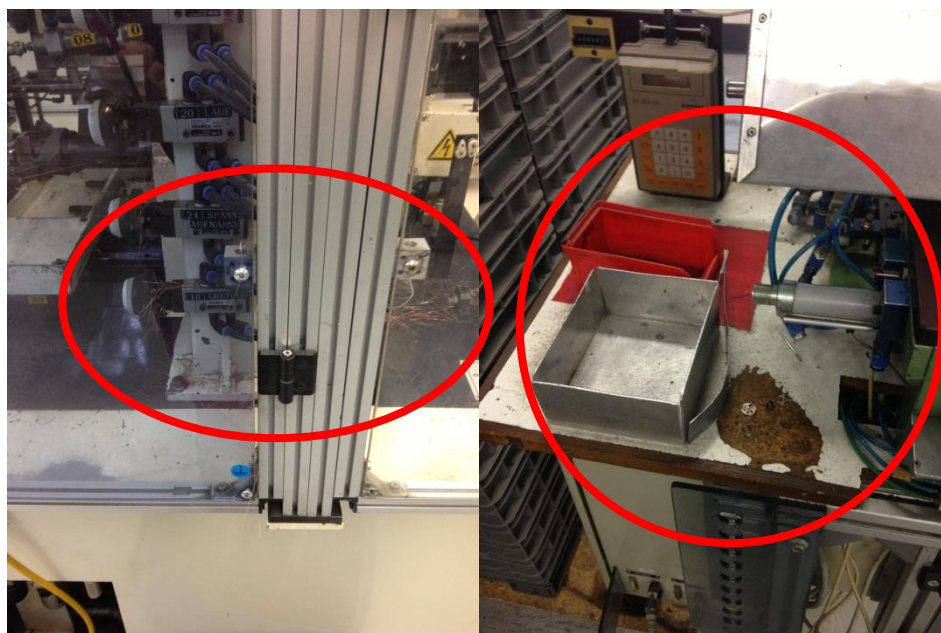
Každé plato s kotvami nebo přepravka jsou označeny materiálovou kartou, kam operátorka vždy zapíše množství, datum a podpis.



Obr. 26 Materiálová karta a její umístění, parkoviště vozíků (Vlastní zpracování)

Na pracovištích existují také standardy pro údržbu a čištění. Některé úkony provádí operátorka a některé seřizovač, ale ne vždy všichni pracovníci respektují vytvořený standard, jak jsem již zmiňovala v kapitole 5. 1. 3. Základní popis výroby. Standardy by bylo vhodné

přepracovat a aktualizovat. Pro všechny operátorky a seřizovače by mělo být jejich dodržování závazné.



Obr. 27 Nedostatky ve standardech čištění (Vlastní zpracování)

Na podlaze jsou také vyznačena místa pro umístění manipulačních vozíků. Vozíků je však na lince tolik, že nelze všechny vměstnat pouze na vyznačené plochy. Jelikož operátorky mnohdy odebírají kotvy přímo z vozíků a využívají je jako držáky, snaží se vozík mít co nejbližší a tím i mimo vyznačená místa.



Obr. 28 Nedodržování standardů umístění vozíků (Vlastní zpracování)

### **Klíčové problémy:**

- **nedodržování standardů umístění,**
- **nepořádek na pracovištích.**

Problém byl identifikován na základě vlastní analýzy a vyhotovené fotodokumentace.

### 5.1.5 Administrativa a kontroly na pracovištích

Operátorky provádí na pracovištích řadu administrativních a kontrolních činností. Níže je uveden seznam činností rozdělený podle jednotlivých pracovišť. Stanovené údaje byly získány na základě pozorování, snímků a konzultací s pracovníky.

#### Paketování kotev

- zapisování kontroly délky hřídelky do regulační karty,
- zapisování kontroly tolerance a šířky paketu do regulační karty,
- zapisování do materiálové karty a zakázkového listu.

#### Sintrování kotev

- zapisování kontroly typu kotvy,
- zapisování kontroly tloušťky vrstvy a barvy prášku,
- podepisování údržbové karty,
- zapisování počtu kusů, hodin a přehledu střídání do knihy,
- zapisování do materiálové karty a zakázkového listu.

#### Vypékání kotev

- podepisování údržbové karty,
- zapisování do materiálové karty a zakázkového listu.

#### Lisování kolektorů

- zapisování kontroly tolerance do regulační karty,
- zapisování kontroly zakřivení do regulační karty,
- podepsání dvou údržbových karet (lepidlo a dolévání vody).

#### Navíjení kotev

- podepisování údržbové karty,
- zapisování do materiálové karty a zakázkového listu.

#### Pájení háků

- podepisování údržbové karty,
- zapisování do materiálové karty a zakázkového listu.

#### Pájení odrušovací podložky



- podepisování údržbové karty,
- zapisování správnosti pájení, typu kotvy a typu kroužku,
- zapisování do materiálové karty a zakázkového listu.

#### Soustružení

- potvrzení provedení vizuální kontroly,
- zapisování kontroly drsnosti a lamelového skoku,
- zapisování do materiálové karty a zakázkového listu.

#### Nalisování mosazných podložek

- kontrola správnosti nalisování a typu kotvy,
- kontrola rozměru nalisování,
- podpis údržbové karty,
- zapisování do materiálové karty a zakázkového listu.

#### Nalisování plastových podložek

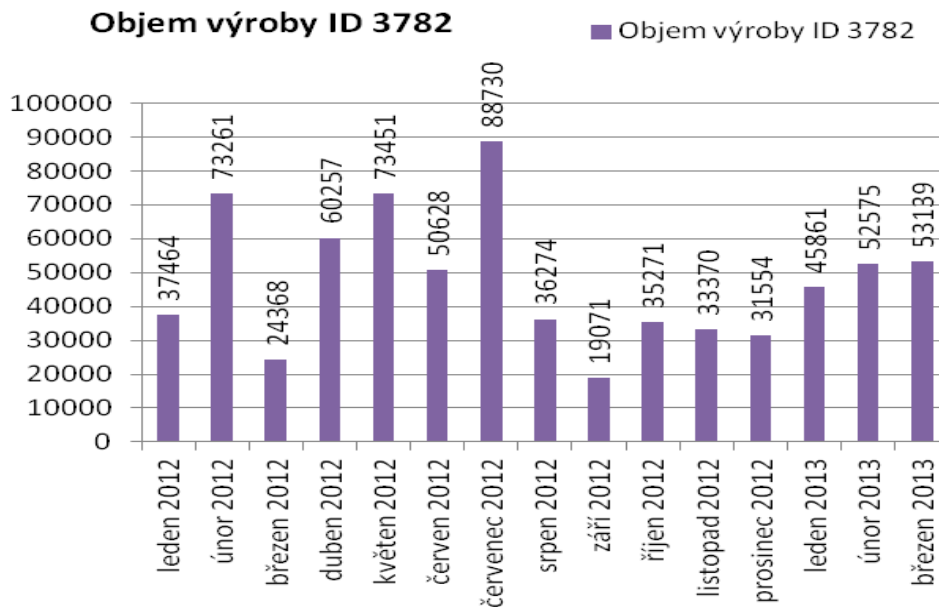
- podpis údržbové karty,
- zapisování do materiálové karty a zakázkového listu.

#### Ankertester

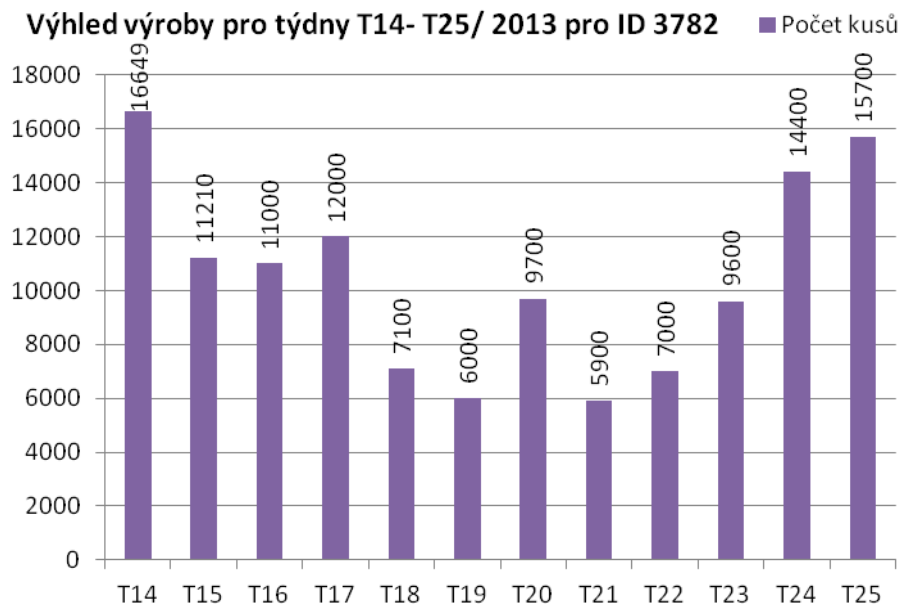
- podpis údržbové karty,
- zapisování do materiálové karty a zakázkového listu.

### **5.1.6 Vývoj objemu produkce**

Jedním z identifikovaných problémů je výrazné kolísání odvolávek. Objemy produkce jsou zachyceny na grafu 2. V období od ledna roku 2012 do března 2013 dosáhly měsíční odvolávky až 88 730 ks a to v červenci 2012. Nejnižší odvolávky v analyzovaném období byly v září 2012 a to pouze 19 071 ks, což je pokles o 78,5 %. Kolísání je patrné i z výhledu pro v současnosti nadcházející týdny. Nejvyšší požadavek je pro 14. kalendářní týden ve výši 16 649 ks a nejnižší pro 21. kalendářní týden ve výši 5 900 ks.



Graf 2 Objem produkce za období 1/ 2012- 3/ 2013 ID 3782 (Vlastní zpracování)



Graf 3 Výhled výroby pro kalendářní týdny T14- T25/ 2013 pro ID 3782 (Vlastní zpracování)

**Klíčový problém:**

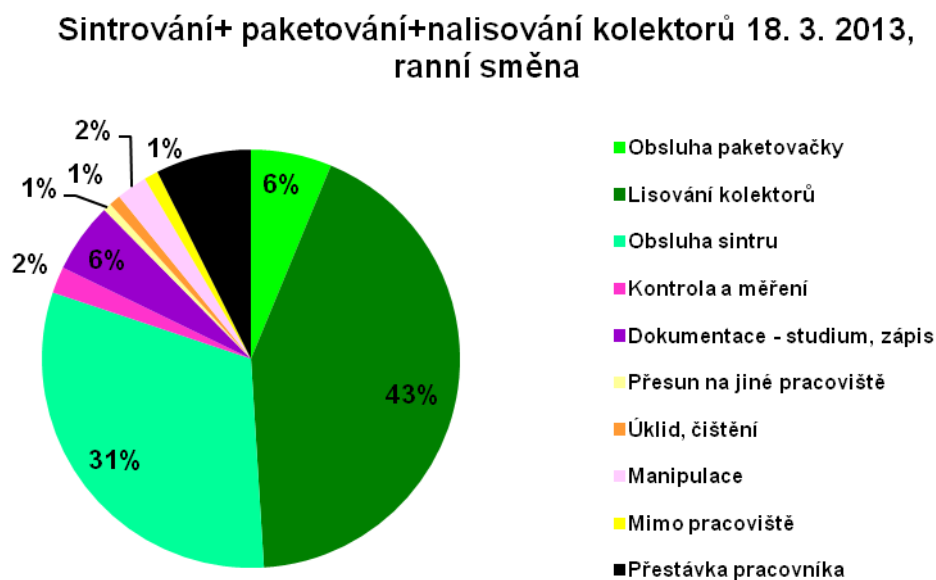
Z grafů 2 a 3 je patrné, že výroba na lince 1. 16. 11 velmi kolísá. Mezi týdny až o několik tisíc kusů a meziměsíčně až o několik desítek tisíc kusů.

Klíčový problém v oblasti kolísání objemu produkce byl stanoven na základě konzultací s materiálovou disponentkou a procesním ředitelem úseku, do kterého spadá analyzovaná výrobní linka.

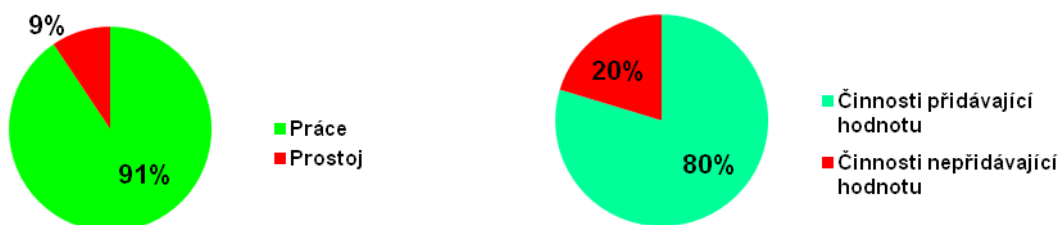
## 5.2 Analýza snímků pracovního dne

V kapitole věnované analýze snímků pracovního dne byly využity metody měření práce., konkrétně snímky pracovního dne a chronometráž. Tyto snímky byly provedeny na analyzované výrobní lince v průběhu ranní směny. Cílem snímkování bylo identifikovat rozložení činností operátorek, časovou náročnost činností v rámci směny a případné plýtvání.

### 5.2.1 Operátorka 1

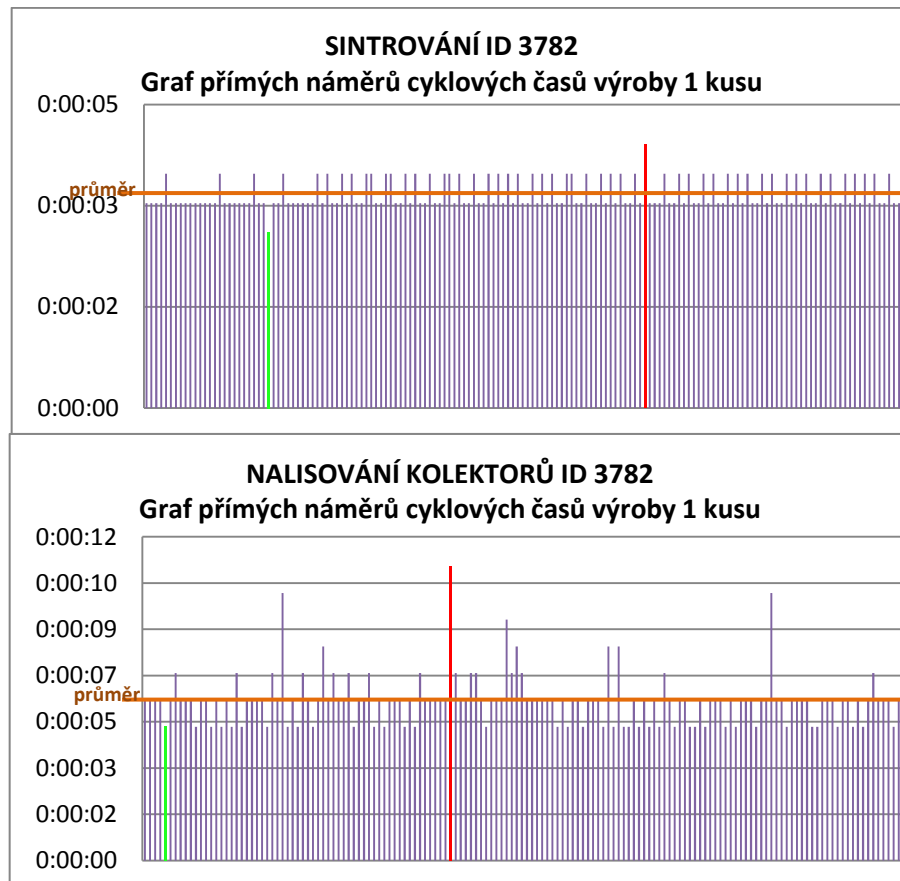


Graf 4 Rozložení aktivit operátorky 1 (Vlastní zpracování)



Graf 5 Hodnocení aktivit operátorky 1 (Vlastní zpracování)





Graf 6 Přímé náměry cyklových časů pro sintrování a lisování kolektorů (Vlastní zpracování)

Z grafu 4 vidíme, že operátorka z 80 % lisuje kolektory, obsluhuje sintrovací stroj a pake-  
tovací stroj. V grafu 4 jsou také zohledněny přestávky operátorky, které činí 10 a 20 minut.  
Pokud pomineme tyto přestávky, operátorka vykonává nejvíce administrativu a potom ma-  
nipulaci. Dokumentace tvoří celkem 6%. Náměry byly prováděny pro různé ID skupiny  
v různé dny a operace prováděly různé operátorky. Pro skupinu ID 3782 byl čas sintrování  
3, 54 s a pro ID 3783 3, 63s. Můžeme říci, že časy obou operátorek pro různé ID skupiny  
jsou téměř identické, stejně jako celá operace. Jediným rozdílem je zručnost a zkušenost  
operátorek. Stroj má vždy dva zakládací úchyty nad sebou, každých 7 sekund se tyto úchy-  
ty otočí o jednu pozici a operátorka tedy založí a sundá dvě kotvy. Vlastní procesní čas  
stroje je nastavitelný podle zručnosti operátorky, v případě rychlejší operátorky je 78 s. a  
v případě pomalejší je 88 s. Pokud operátorka potřebuje udělat kontrolu nebo manipulovat,  
stroj zastaví. Pracovní postupy pro různé ID skupiny jsou také identické. Pro operaci nali-  
sování kolektorů byly naměřeny časy pro ID 3782 5, 99 s a pro ID 3783 7, 35 s. Operace je  
u obou ID skupin opět identická. Časová diference vznikla různou zručností operátorek a  
výrazně odlišnou dobou, po kterou operátorky na této pozici pracují. Graf 4 slouží jako

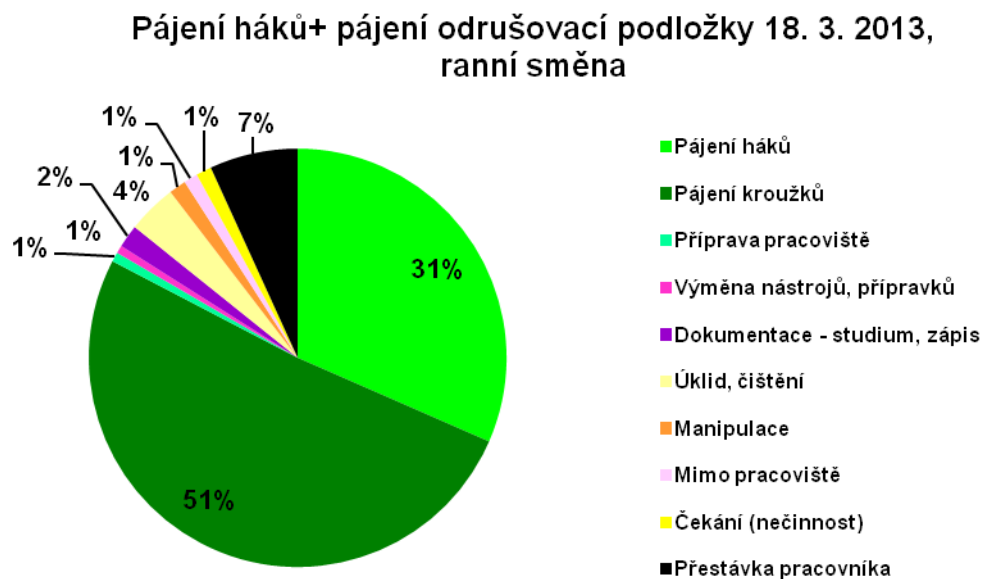
přehled rozložení aktivit operátorky. Následující části grafu 5 slouží jako ohodnocení těchto aktivit, zda se jedná o práci nebo prostoje nebo činnost přidávající či nepřidávající hodnotu. Z těchto grafů je možné identifikovat podíl plýtvání.

### Klíčové problémy:

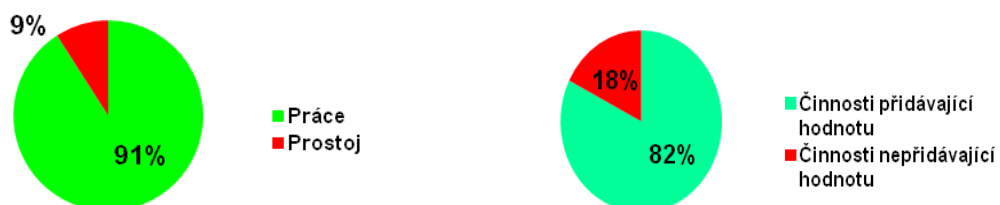
- nedodržování rotace,
- vysoký podíl dokumentace,
- odlišné časy pro stejný pracovní postup u různých operátorek,
- různé ID skupiny pro výrobky se stejným postupem.

Identifikované problémy byly stanoveny na základě snímků, pozorování, konzultací s pracovníky a studia pracovních postupů

### 5.2.2 Operátorka 2

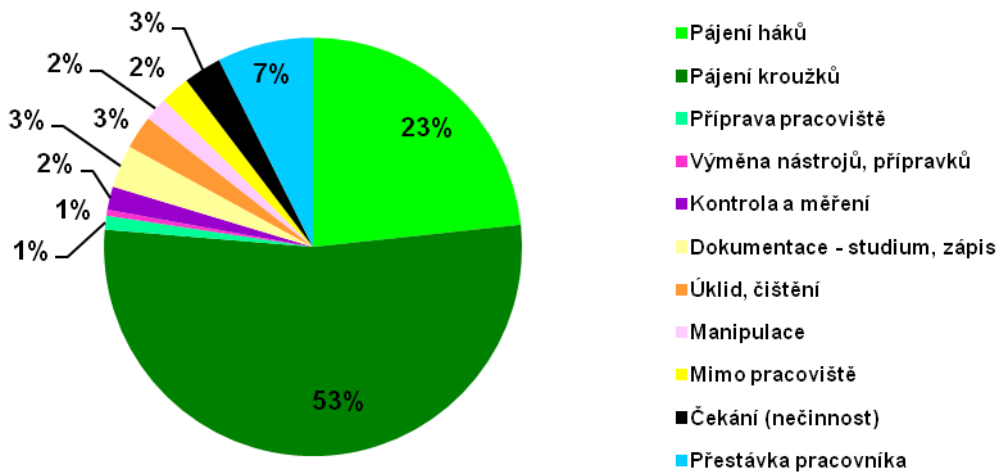


Graf 7 Rozložení aktivit operátorky 2 (Vlastní zpracování)

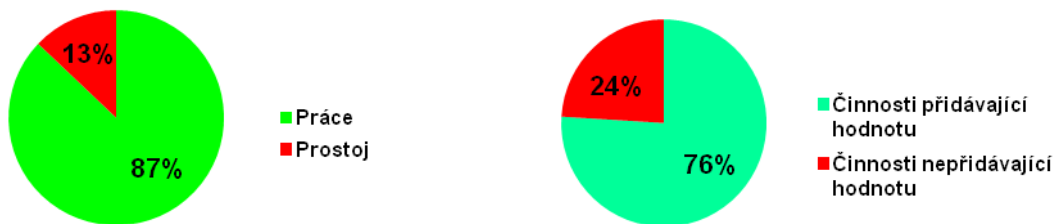


Graf 8 Hodnocení aktivit operátorky 2 (Vlastní zpracování)

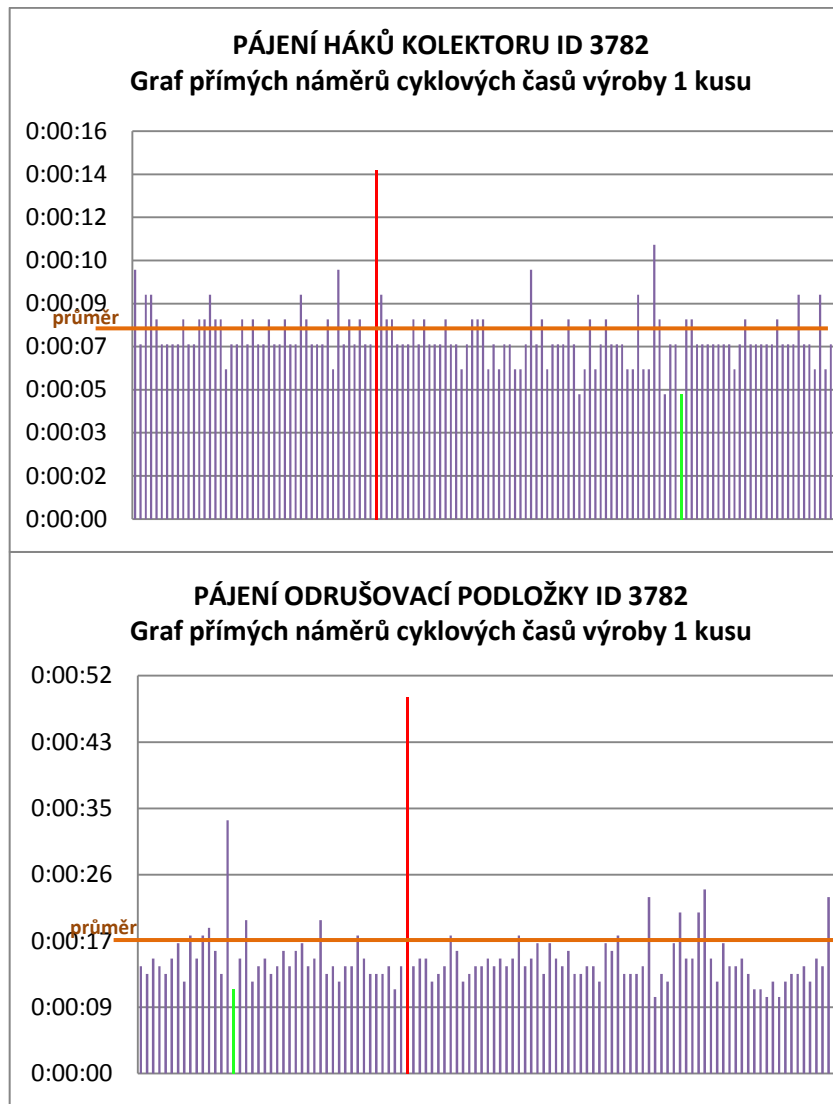
Pájení háků+ pájení odrušovací podložky 18. 3. 2013, ranní směna



Graf 9 Rozložení aktivit operátorky 3 (Vlastní zpracování)



Graf 10 Hodnocení aktivit operátorky 3 (Vlastní zpracování)



Graf 11 Přímé náměry cyklových časů pro pájení háků kolektoru a pájení odrušovací podložky (Vlastní zpracování)

Z grafů 7 a 8 vyplývá, že 82 % času operátorka 2 přidává výrobku hodnotu. V tomto případě tedy pájí. Operátorka má po dvou hodinách rotovat mezi pracovišti, ale na grafu 7 vidíme, že pájení odrušovacích kroužků zabírá 51 % časového fondu a pájení háků pouze 31 %. Tato disproporce přímo souvisí s náměry cyklových časů pro jednotlivé operace. Zapájení háků pro jeden výrobek skupiny ID 3782 trvá 7,34 s a pro ID 3783 trvá 6,47 s. Jako u operace nalisování kolektorů však operace u obou skupin probíhá naprosto identicky a odlišnost vznikla v měření dvou různých operátorek. Operace je velmi náročná na přesnost a čas pájení je většinou přímo úměrný zkušenostem operátorky. Pájení odrušovacích podložek zahrnuje ještě zkoušení na testeru, takže operace trvá déle a celkově je náročnější než pájení háků. Pro ID 3782 trvá vlastní pájení odrušovací podložky 15,18 s a pro ID 3783 14,62 s. Operátorka však musí po každých 20 kusech očistit přípravek pro

zakládání kotvy ocelovým kartáčem a štětcem, což je nutné do přímého náměru zohlednit. Po zohlednění tohoto nutného čištění získáme časy 16, 18 s (ID 3782) a 15, 62 s (ID 3783). Pájení odrušovací podložky zabere více času, a proto pokud vycházíme ze současného stavu, nelze zajistit rotování operátorek po dvou hodinách. Operátorky totiž nejprve zapájí háky a pak výrobky přenesou na pájení odrušovacích podložek. Operátorka 3 se pájení věnovala 76 % své pracovní doby. Pájení odrušovacích podložek bylo náročnější, zabralo 53 % času a pájení háků pouze 23 %. Pokud pomineme přestávky pracovníků, všechny ostatní činnosti jsou do 5 % pracovní doby. Na rozdíl od operátorky 2 však můžeme vidět, že operátorka 3 trávila o několik procent více času nečinností a mimo pracoviště. Postup při pájení háků se pro různé ID skupiny neliší. U pájení odrušovacích podložek však na testeru dochází k drobným odlišnostem. Při navíjení kotev se používají pro jednotlivé výrobky různé tlusté dráty. Tester u některých kusů není schopen naměřit odpor napoprvé, operátorka tedy musí do testeru kotvu přikládat opakovaně a tímto vychází průměrný čas na kus podle přímého náměru delší pro výrobky ID skupiny 3782. Samozřejmě i pro tuto operaci platí to, že ve větším množství náměrů se vždy objeví odchylky. Je to ovlivněno tím, že každá operátorka není stejně zručná a proto i náměry stejné operace mají různé hodnoty. Z grafů 8 a 10 vidíme, že prostoje byly u obou operátorek různé. U operátorky 2 činily prostoje 9 % a u operátorky 3 13 %. U operátorky 2 byl taktéž vyšší podíl činností přímo přidávajících hodnotu výrobku.

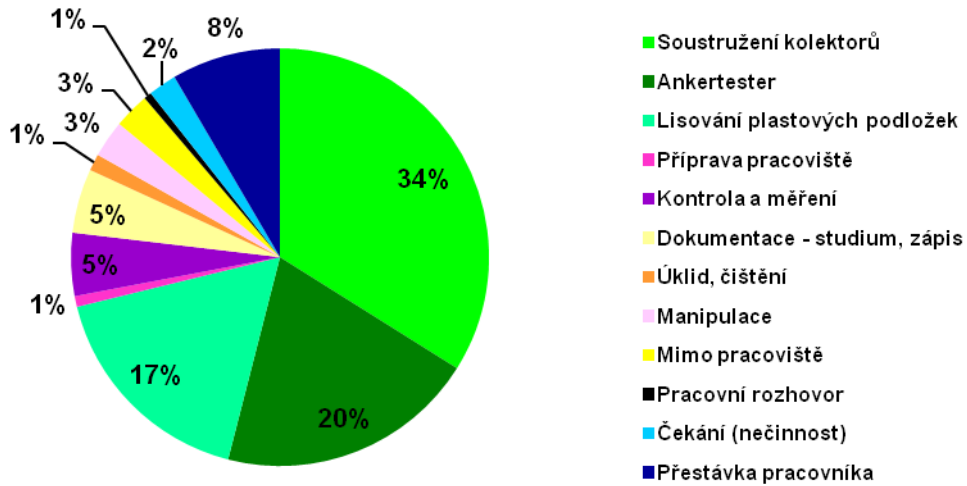
#### **Klíčové problémy:**

- **nemožnost dodržování nařízené rotace operátorek,**
- **odlišné časy pro stejný pracovní postup u různých operátorek,**
- **různé ID skupiny pro výrobky se stejným postupem,**
- **neaktuální pracovní postupy (nezpracování kontrolní stanice a čištění pájky po každém kuse),**
- **nízká produktivita práce.**

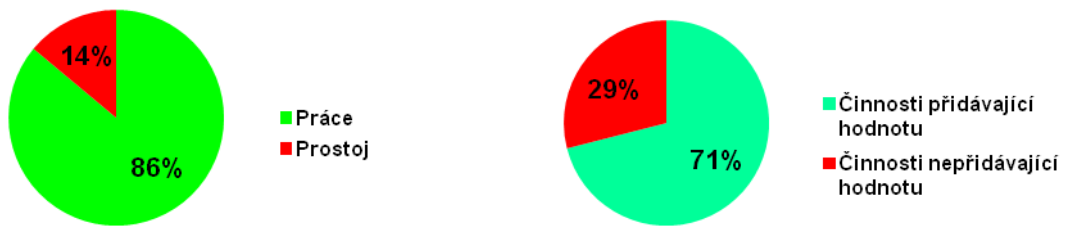
Uvedené problémy byly identifikovány na základě snímků, pozorování, konzultací s pracovníky a studia pracovních postupů.

5.2.3 Operátorka 4

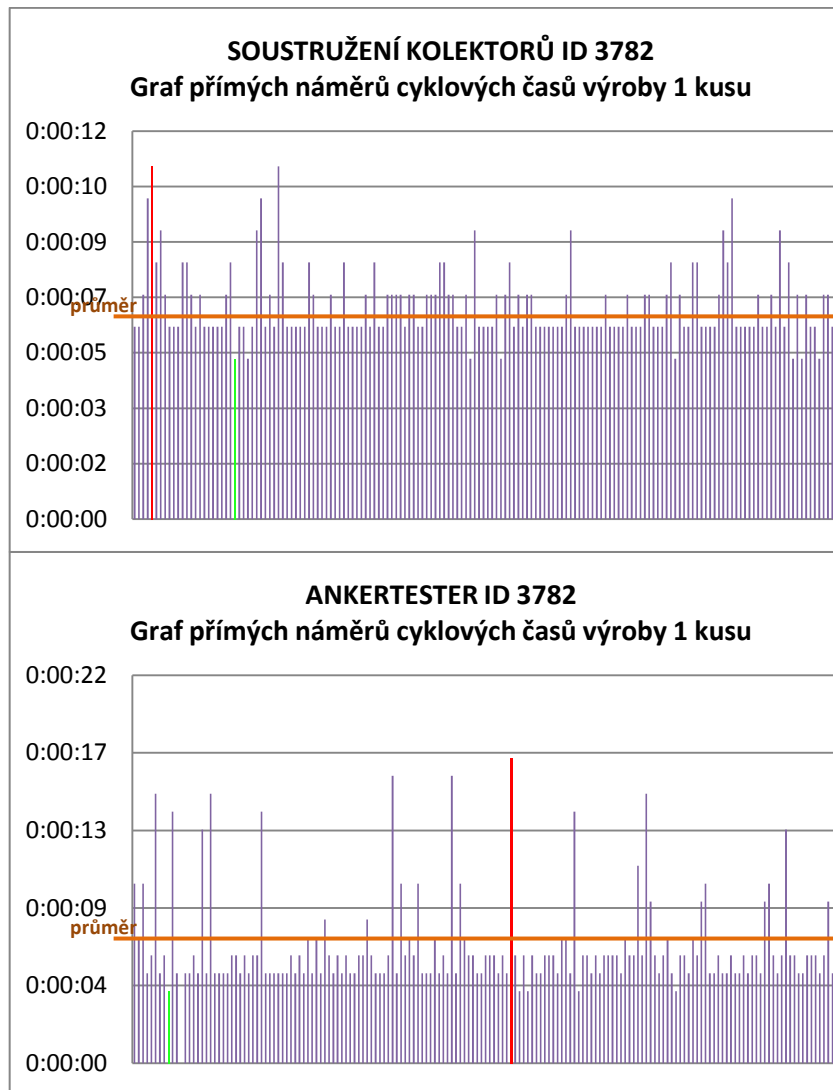
Soustružení+ Ankertester+ lisování plastových podložek  
18. 3. 2013, ranní směna



Graf 12 Rozložení aktivit operátorky 4 (Vlastní zpracování)



Graf 13 Hodnocení aktivit operátorky 4 (Vlastní zpracování)



Graf 14 Přímé náměry cyklových časů pro soustružení kolektorů a ankertester  
(Vlastní zpracování)

U operátorky 4 vidíme z grafu 12, že rozložení činností je pestřejší, než u předcházejících dvou operátorek. Jelikož na posledních čtyřech operacích linky byly pouze dvě operátorky, více rotovali. Operátorka číslo 4 tedy nejprve 17 % času lisovala plastové podložky, poté 20 % pracovní doby strávila na ankertesteru a následně 34 % doby soustružila. U této operátorky vidíme i 5 % podíl kontrol a měření, toto je způsobeno především náročným měřením ovality a drsnosti u soustružených kolektorů. Měření je podle pracovního postupu nutno vykonávat každé dvě hodiny. Operátorka celkem na pracovišti soustružení strávila 2 hodiny a 35 minut a měření provedla pouze jednou. Pokud by dodržela pracovní postup, musela by měření provádět dvakrát a tím by čas nutný pro kontrolu ještě narostl. Vše, co pracovnice naměří, také musí zaznamenat do příslušných dokumentů. Než operátorka vypsalala všechny hodnoty do záznamových archů a vykonala nutnou administrativu, uběhlo

22, 75 s. Z hlediska časů pro různé ID skupiny se opět objevují odlišnosti. Soustružení pro skupinu ID 3782 trvá 6, 65 s na kus a pro skupinu ID 3783 6, 16 s, jak je zachyceno na grafu 14. V pracovním postupu rozdíl není a měření se provádí také totožně. Pokud do času náměru na kus zohledníme měření, čas se navýší o 1, 38 s. U operace ankertester operátorka každou řadu kotev na přepravním platu označuje fixem v příslušné barvě. Pokud bychom pro skupinu ID 3782 nezohlednili značení výrobku fixem, bude náměr na 1 kus 5, 72 s, pokud bychom značení zohlednili, konečný čas bude 6, 43 s na kus. Pro skupinu ID 3783 platí totéž. Výsledný čas se značením kotev 6, 74 s a bez značení 6, 01s.

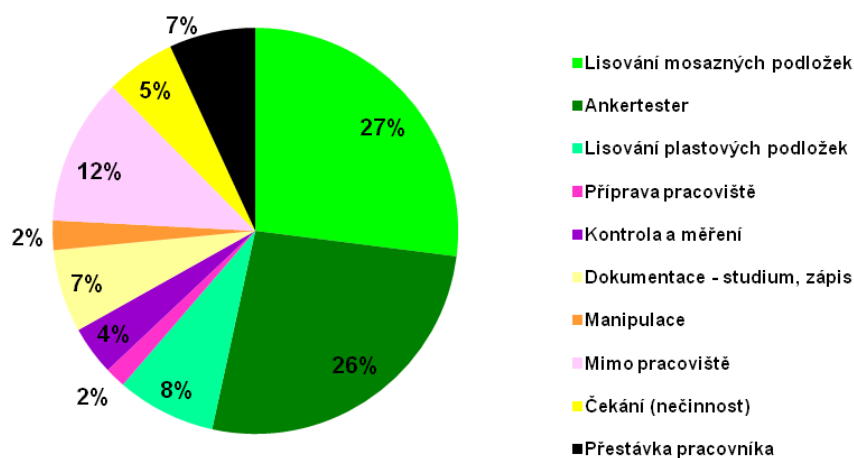
### **Klíčové problémy:**

- náročné měření u operace soustružení,
- nedodržování předepsané četnosti měření,
- velké množství dokumentace,
- odlišné časy pro stejný pracovní postup u různých operátorek,
- různé ID skupiny pro výrobky se stejným postupem,
- nízká produktivita práce.

Identifikované problémy byly stanoveny na základě snímků, pozorování, konzultací s pracovníky a studia pracovních postupů.

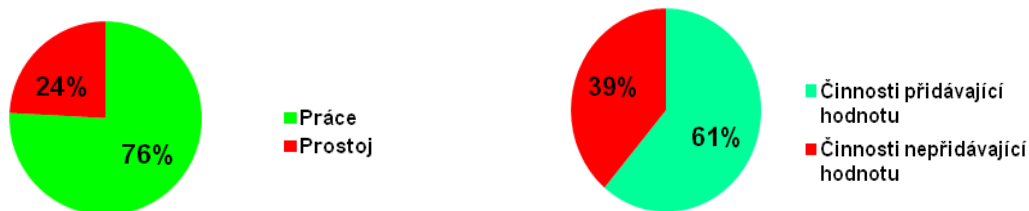
### **5.2.4 Operátorka 5**

Lisování mosazných podložek+ Ankertester+ lisování  
plastových podložek 18. 3. 2013, ranní směna

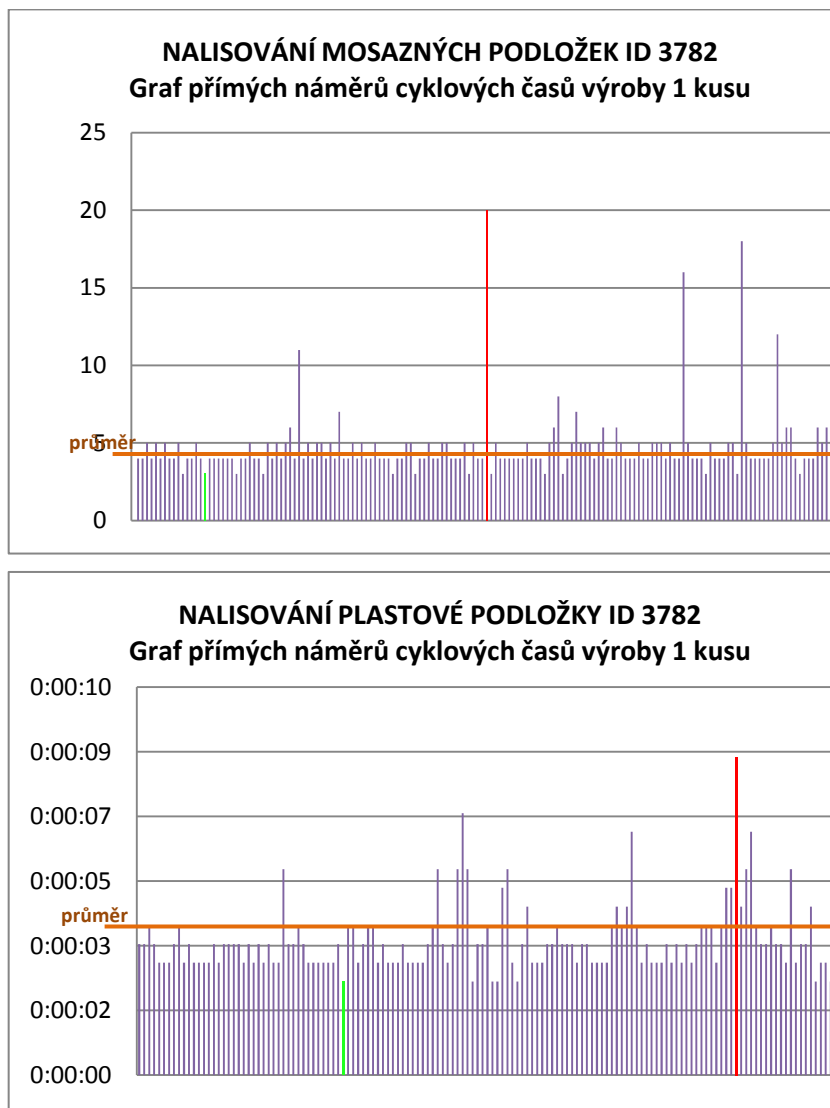


Graf 15 Rozložení aktivit operátorky 5 (Vlastní zpracování)





Graf 16 Hodnocení aktivit operátorky 5 (Vlastní zpracování)



Graf 17 Přímé náměry cyklových časů pro nalisování mosazných podložek a nalisování plastových podložek (Vlastní zpracování)

Operátorka 5 pracovala pouze 76 % pracovní doby, zbytek času tvořily prostoje, jak je znázorněno na první části grafu 16. Z uvedených 76 % činily činnosti přidávající hodnotu 61 %. Operátorka během pracovní doby rotovala po 3 pracovištích a nejdéle lisovala mosazné podložky a prováděla kontrolu na ankertesteru, tyto dvě činnosti činily dohroma-

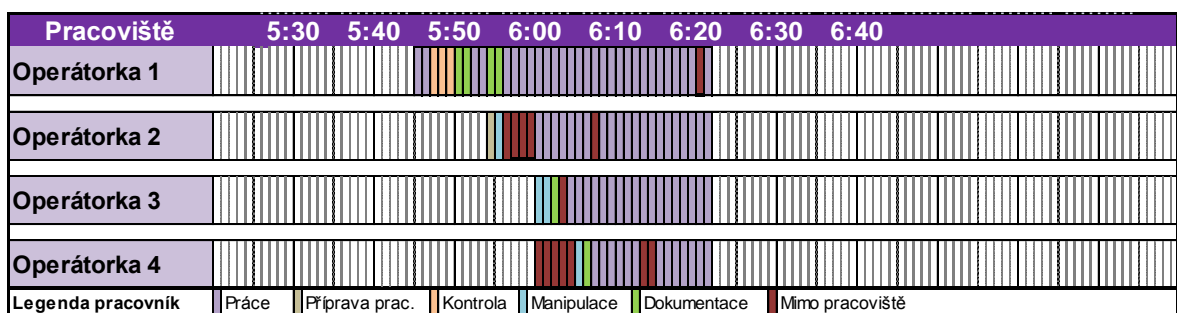
dy 53 % pracovní doby a 8 % pracovní doby tvořilo lisování plastových podložek, jak je zřejmé z grafu 15. 15 % pracovní doby operátorka 5 vypisovala dokumentaci, manipulovala, kontrolovala, měřila a připravovala pracoviště. Pokud k zákonným přestávkám, které tvoří 7 %, přičteme časy, kdy operátorka byla mimo pracoviště nebo byla nečinná, získáme číslo 24 %, což znamená, že z času stráveného na pracovišti operátorka téměř čtvrtinu nepracovala. Nalisování mosazných podložek pro ID 3782 trvá 4, 75 s a pro ID 3783 4, 48 s. Operace je opět identická, jsou pro ni však vyhrazeny dva stroje, které se využívají podle typu výrobku. Rozdíl mezi stroji je pouze v drobném nastavení. Seřizovači tímto šetří čas přetypování na úkor jednoho pracoviště navíc. U operace nalisování plastových podložek byly naměřeny časy ID 3782 3, 54 s a pro ID 3783 čas 3, 58 s. Jedná se o ruční operace, časy jejich trvání jsou tedy bezesporu ovlivněny individuálními výkony operátorek.

### **Klíčové problémy:**

- vysoký podíl prostojů,
- odlišné časy pro stejný pracovní postup u různých operátorek,
- různé ID skupiny pro výrobky se stejným postupem.

Identifikované problémy byly stanoveny na základě snímků, pozorování, konzultací s pracovníky a studia pracovních postupů.

### **5.2.5 Náběh a ukončení směny**



*Tab. 7 Náběh ranní směny (Vlastní zpracování)*

Z tabulky 7 je patrné, že operátorka 1 byla na pracovišti více než 15 minut před začátkem směny a lisovala kolektory, poté provedla měření, které zdokumentovala a pokračovala v práci. Operátorka 2 se dostavila na pracoviště v 5:54, pracoviště připravila, poté ho na 4 minuty opustila a od 6: 00 pájela háky. Operátorka 3 přišla na pracoviště přesně v 6: 00 a první čtyři minuty věnovala rozhovoru, manipulaci a přípravě pracoviště a v 6: 05 započala práci. Operátorka 4 přišla na pracoviště také v 6: 00, ale do 6: 05 opět pracoviště opustila,

následující dvě minuty prováděla manipulaci a dokumentaci a od 6: 08 lisovala plastové podložky. Operátorka 5 se dostavila na pracoviště v 8: 48.

Pracoviště	13:30	13:40	13:50	14:00	14:10	14:20	14:30	14:40
Operátorka 1								
Operátorka 2								
Operátorka 3								
Operátorka 4								
Operátorka 5								
Legenda pracovník	Práce	Dokumentace	Mimo pracoviště	Údržba, čištění				

Tab. 8 Ukončení ranní směny (Vlastní zpracování)

Operátorka 1 do 13: 38 pracovala, poté tři minuty prováděla čištění, následujících osm minut dokumentaci a ve 13: 49 opustila pracoviště. Operátorka 2 do 13:42 pájela odrušovací podložky, poté do 13: 45 prováděla údržbu a dokumentaci, do 13: 48 byla operátorka mimo pracoviště, následující tři minuty se věnovala administrativním činnostem a poté od 13: 51 do 14: 01 uklízela a čistila pracoviště. V 14: 01 operátorka 2 pracoviště opustila. Operátorka 3 ve 13: 38 začala vyplňovat dokumentaci, poté ještě dvě minuty pájela, od 13: 43 do 13: 50 byla mimo pracoviště, poté 8 minut uklízela a čistila pracoviště a v 13: 58 pracoviště opustila. Operátorka 4 do 13: 33 prováděla dokumentaci, poté na minutu opustila pracoviště, následujících 6 minut se opět věnovala dokumentaci, od 13: 41 do 13: 42 čistila pracoviště a ve 13: 43 pracoviště opustila. Operátorka 5 ve 13: 30 začala vyplňovat dokumentaci, poté na minutu pracoviště opustila, od 13: 36 do 13: 40 vykonávala dokumentaci a pracoviště opustila ve 13: 40. Vše je podrobně zachyceno v tabulce 8.

#### **Klíčové problémy:**

- **pozdní příchody z přestávek,**
- **odchody z pracoviště před ukončením směny.**

Identifikované problémy byly stanoveny výstupy z analýzy náběhu a ukončení směny.

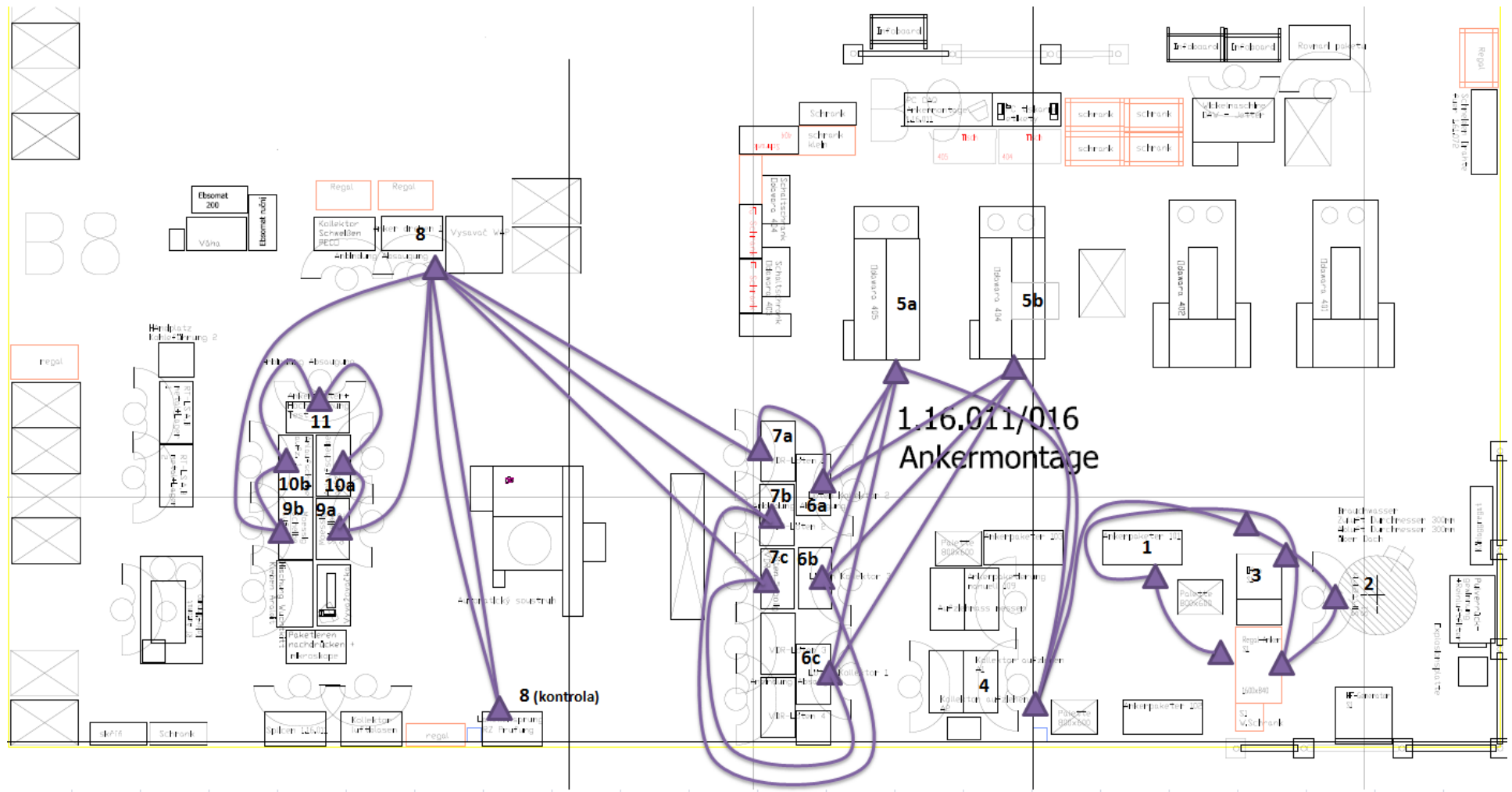
### 5.2.6 Přehled přímých náměrů na kus podle ID skupin

Jedná se o průměrné hodnoty získané chronometráží a uvedené v grafech 6, 11, 14, 17 a v grafech uvedených v příloze 1.

	ID 3782	ID 3783
<b>Sintrování</b>	<b>3, 54 s</b>	<b>3, 63 s</b>
<b>Nalisování kolektorů</b>	<b>5, 99 s</b>	<b>7, 35 s</b>
<b>Pájení háků kolektoru</b>	<b>7, 34 s</b>	<b>6, 47 s</b>
<b>Pájení odrušovací podložky</b>	<b>16, 18 (15, 18) s</b>	<b>15, 62 (14, 62) s</b>
<b>Soustružení kolektorů</b>	<b>8, 03 (6, 65) s</b>	<b>7, 54 (6, 16) s</b>
<b>Nalisování mosazných podložek</b>	<b>4, 75 s</b>	<b>4, 48 s</b>
<b>Nalisování plastových podložek</b>	<b>3, 54 s</b>	<b>3, 58 s</b>
<b>Závěrečná kontrola- Ankertester</b>	<b>6, 43 (5, 72) s</b>	<b>6, 74 (6, 01) s</b>
*časy uvedené v závorkách jsou časy bez nutných vedlejších operací, které náleží k operaci uvedené v prvním sloupci, blíže jsem tuto problematiku vysvětlila v kapitole 5. 2 Analýza snímků pracovního dne		

*Tab. 9 Přehled přímých náměrů na kus podle ID skupin (Vlastní zpracování)*

### 5.3 Analýza pohybu materiálu



Obr. 29 Grafické znázornění pohybu materiálu linkou (Interní materiály firmy, Vlastní zpracování)

Na obrázku 29 je znázorněn tok materiálu výrobní linkou. Do první operace (pakětování kotev), vstupují kotevní plechy a hřidelky. Hřidelky jsou zabaleny v krabici po cca 7000 ks (podle typu). Jedna tyč obsahuje 1000 kotevních plechů. Tento vstupní materiál je umístěn v regálu, dále pokračuje na pakětovací stroj, kde hotové kotvy padají do přepravky. Tuto přepravku poté operátorka přenáší z druhé strany regálu k sintrovacímu stroji. Podle pokynů seřizovače nebo mistra operátorka vybere zakázku, která se bude aktuálně zpracovávat, a příslušné kotvy pokračují na sintrování. Po nasintrování se kotvy hodinu zapékají v peci. Poté následuje nalisování kolektoru, navíjení, pájení háků, pájení odrušovací podložky, soustružení (s příslušnými zkouškami), nalisování mosazných podložek, nalisování plastových podložek a ankertester. Po sintrování jsou kotvy zakládány do plat, která dále putují linkou umístěna na manipulačních vozících. Celkem kotvy na lince urazí dráhu 58 m.

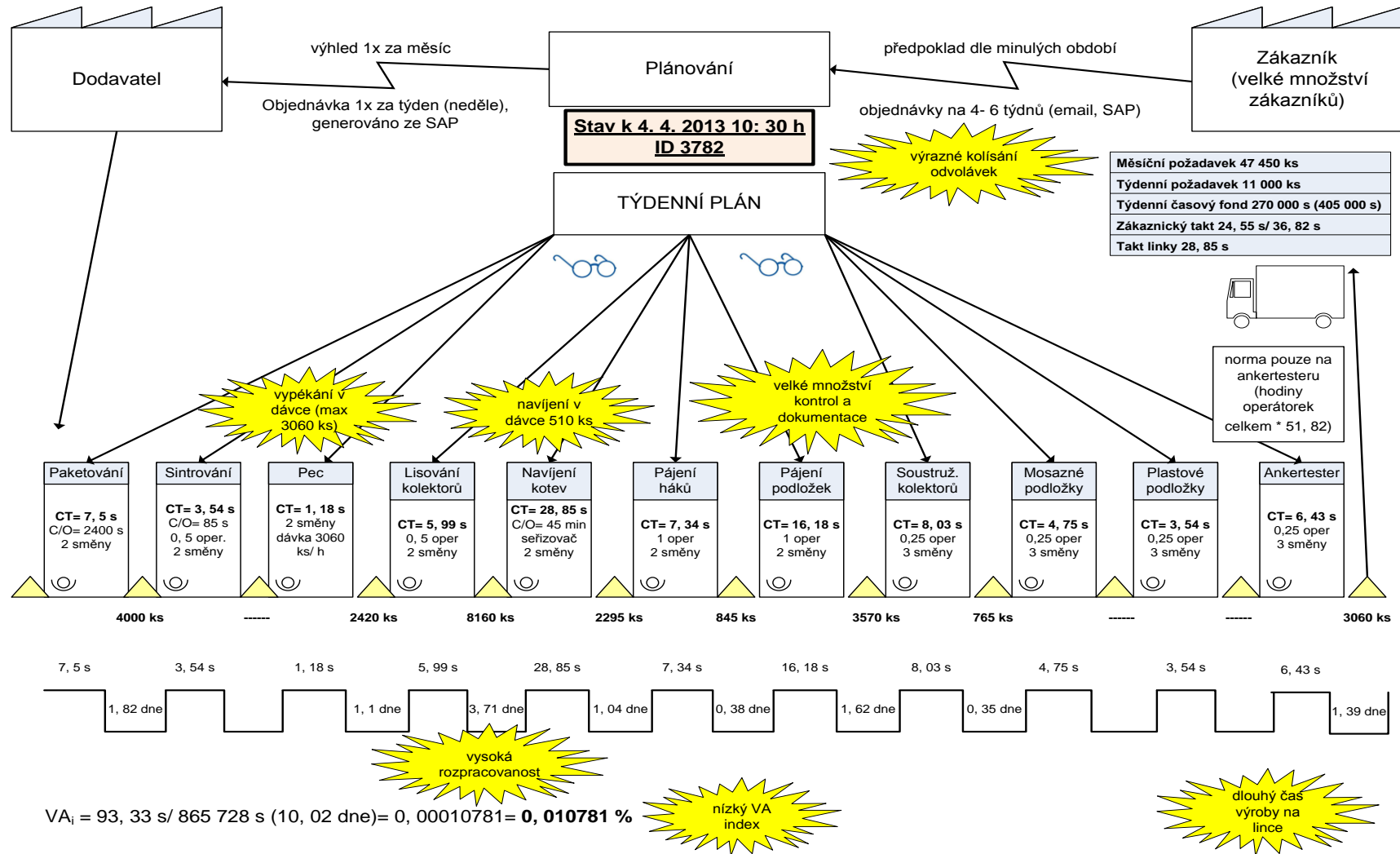
#### **Klíčové problémy:**

- **nevhodné uspořádání linky a materiálový tok.**

Klíčové problémy byly stanoveny na základě konzultací s pracovníky a vlastní tvorby špagetového diagramu.

#### **5.4 Mapa současného hodnotového toku- VSM**

- pakětování kotev- 7, 5 s/ks,
- sintrování kotev- 3, 54 s/ks,
- vypékání kotev- 1, 18 s/ ks,
- lisování kolektorů- 5, 99 s/ks,
- navíjení kotev- 28, 85 min/ ks,
- pájení háků- 7, 34 s/ks,
- pájení odrušovací podložky- 16, 18 (15, 18) s/ks,
- soustružení- 8, 03 (6, 65) s/ks,
- nalisování mosazných podložek- 4, 75 s/ks,
- nalisování plastových podložek- 3, 54 s/ks,
- ankertester- 6, 43 (5, 72) s/ks.



Obr. 30 VSM současný stav (Vlastní zpracování)

Z mapy hodnotového toku je patrné, že zákaznický takt je při dvousměnném provozu 24, 55 sekund. Vinou výrazného kolísání odvolávek se však zákaznický takt výrazně mění. Spolu s dlouhým výrobním časem toto způsobuje, že výrobu na lince lze jen velmi těžko řídit pružně a zákazníci mnohdy musí na své výrobky dlouhou dobu čekat. Takt linky je určen úzkým místem, což v tomto případě je navíjení kotev. Na lince jsou k dispozici 3 navíječky, ale všechny nejsou plně využity a před touto operací se tedy hromadí zásoba rozpracovaných kotev.

Další problematickou oblastí, kterou VSM mapa odhalila, jsou dávková pracoviště. Stroje pro navíjení kotev jsou nastaveny na dávku 510 kusů, což jsou dvě plata kotev. Dalším dávkovým pracovištěm je pec, její kapacita činí 1- 3060 ks. Z finančního hlediska by bylo vhodné zjistit optimální velikost dávky, pro kterou se běh pece vyplatí.

Na VSM mapě je znázorněno ještě velké množství kontrol. Ze snímků operátorek vyplývá, že tráví administrativou 2- 7% pracovní doby. S administrativou velmi úzce souvisí i prováděné kontroly.

Největší problém však činí rozpracovanost, která dosahuje až 3, 71 dne. Před operacemi vypékání kotev, nalisování plastových podložek a ankertester není na VSM mapě znázorněna žádná rozpracovanost. Před pecí je nulová rozpracovanost způsobena tím, že v době tvorby VSM mapy byly odvolávky na lince velmi nízké, a proto se na pracovišti sintrování zpracovávala předvýroba kotev pro jinou výrobní linku závodu. Z pohledu ID skupiny 3782 tedy žádná rozpracovanost před operací nebyla, rozpracované kotvy byly ze skupiny ID 3780. Tato skupina však na lince prochází pouze sintrem a poté mapovaný proces opusť. Nulová rozpracovanost před operacemi nalisování plastových podložek a ankertester měla jinou příčinu. Nízké odvolávky způsobily pokles výroby na výrobním úseku a pokles počtu operátorek. K této části linky se ještě nedostala velká zásoba z předchozí části, která vznikla náhlým prudkým růstem odvolávek. Mistr tedy vyhodnotil, že operátorka vykonávající poslední čtyři operace, bude přesunuta na jinou linku. V den tvorby VSM byla na poslední části linky pouze jediná operátorka, což způsobilo nahromadění zásoby před soustružením, protože na posledních čtyřech operacích výroba nepokračovala.

Součet časů ručních operací je 55, 8 s a takt zákazníka při týdenním požadavku 11 000 ks a dvousměnném provozu je 24, 55 s. Teoretická potřeba operátorů tedy činí 2, 273 operátorky.  $(55, 8 / 24, 55 = 2, 273)$ .



## 5.5 Shrnutí klíčových problémů

Analýzou současného stavu byly odhaleny problematické oblasti, kterými by se členové projektového týmu měli dále zabývat. Použitými nástroji a metodami byly snímky, pracovního dne, chronometrů, analýza toku materiálu, studium poskytnutých pracovních postupů, mapa hodnotového toku a rozhovory s kompetentními pracovníky podniku.

Mezi oblasti řešení patří:

- vysoká rozpracovanost na lince,
- nevhodné rozdělení výrobků do ID skupin,
- nedodržování standardů údržby, čištění a umístění,
- nedodržování pracovních postupů,
- neaktuální pracovní postupy a standardy,
- vysoký podíl dokumentace a administrativy,
- výroba ve velkých dávkách,
- nevhodné uspořádání linky a materiálový tok,
- nedodržování pracovní doby operátorkami,
- obtížné dodržování rotace operátorek,
- nízká produktivita práce,
- velké odchylky v odvolávkách od zákazníků,
- nízká flexibilita linky.

### 5.5.1 Matice priorit

<b>Vysoký finanční přínos</b>	vysoká rozpracovanost na lince výroba ve velkých dávkách nízká flexibilita linky nízká produktivita práce		
<b>Střední finanční přínos</b>	nevhodné uspořádání linky a materiálový tok	nevhodné rozdělení výrobků do ID skupin	
<b>Nízký finanční přínos</b>	obtížné dodržování rotace operátorek	nedodržování standardů údržby, čištění a umístění	
	<b>Realizace do 3 měsíců</b>	<b>Realizace do 6ti měsíců</b>	<b>Realizace do 1 roku</b>

Tab. 10 Matice priorit (Vlastní zpracování)

Sestavení matice priorit podle kritéria finančního přínosu po odstranění problému a délka doby řešení potenciačního opatření ukazuje, že je vhodné zabývat se oblastmi, které se nacházejí v levém horním kvadrantu z důvodu vysokého finančního přínosu a krátké doby realizace.

## 6 PROJEKTOVÁ ČÁST

V následující části budou navržena řešení problematických oblastí, které byly odhaleny analýzou současného stavu. Oblasti řešení byly na workshopu rozděleny do okruhů: problémy v oblasti rozpracovanosti a materiálového toku, problémy v oblasti produktivity práce, standardizace a pracovních postupů a problémy v oblasti balancování operací. Řešením těchto tří okruhů jsme se dále v projektovém týmu zabývali.

### 6.1 Řešení rozpracovanosti a materiálového toku

Do problémů v oblasti rozpracovanosti a materiálového toku jsme zařadili tyto klíčové problémy:

- vysoká rozpracovanost na lince,
- výroba ve velkých dávkách,
- nevhodné uspořádání linky a materiálový tok,
- nízká flexibilita linky,
- vysoký podíl dokumentace a administrativy.

Současný stav	Řešení
Vysoká rozpracovanost na lince, nevhodné uspořádání linky a nevhodný materiálový tok	Návrh nového layoutu a materiálového toku
Výroba ve velkých dávkách	Návrh nového materiálového toku a nové velikosti dávky
Nízká flexibilita linky	Návrh nového layoutu, materiálového toku a snížení výrobní dávky
Vysoký podíl dokumentace a administrativy	Snížení výrobní dávky a zavedení one piece flow

*Tab. 11 Stávající problémy a jejich řešení (Vlastní zpracování)*

Průběžná doba výroby činí na tomto výrobním úseku 3 týdny, v rámci projektu se zaměříme na zkrácení této doby. Vysoká rozpracovanost způsobuje, že má společnost vázané velké množství finančních prostředků v zásobách, které by mohly být využity na financování jiných aktivit společnosti. S rozpracovaností souvisí i výroba ve velkých dávkách, cílem projektu bude tedy i snížení výrobní dávky a zvýšení celkové flexibility linky.

Z vysoké rozpracovanosti, dlouhé průběžné doby výroby a vysoké výrobní dávky plyne i množství kontrol a dokumentace během procesu. Pokud doba od započetí výroby zakázky po dokončení výrobních procesu trvá 3 týdny, je nutné během výroby vykonávat množství kontrol, díky kterým eliminujeme odhalení nekvality až závěrečnou kontrolou. Každou kontrolu je nutné zdokumentovat, proto s navyšováním kontrol roste úměrně i nutnost dokumentace. Pokud by se projektovému týmu podařilo navrženými opatřeními snížit průběžnou dobu výroby a zavést plynulý materiálový tok, bylo by možné nekvalitu odhalit mnohem dříve. V dalším kroku by bylo vhodné zaměřit na snížení kontrol, dokumentace a administrativy.

Řešením uvedených problémů se členové projektového týmu zabývali a v rámci workshopy byla navržena změna layoutu a materiálového toku.

### **6.1.1 Návrh nového uspořádání linky**

Z důvodu složitého materiálového toku a nepřehlednosti na lince byl projektovým týmem navržen nový layout výrobní linky. Na lince se nachází také mnoho nevyužívaných pracovišť, které jsou jednoznačným plýtváním a je potřeba je eliminovat.

V celé výrobní hale v současné době probíhá postupná výměna podlahy a v souvislosti s tím i změna uspořádání výroby a seskupování linek vyrábějících podobné výrobky. Analyzovaná linka bude přesunuta do jiné části výrobní haly. Změně layoutu nahrává i fakt, že plocha nebude úplně stejná a bude žádoucí část plochy uspořít.

### **Soustružení**

V současnosti již na lince modernizace probíhá. Ruční pracoviště soustružení bude nahrazeno automatickým soustruhem, který bude rychlejší a přesnější a bude schopen provádět i vysokonapěťový test, který je v současné době prováděn ručně na pracovišti ankertester. Měření ovality již také nebude probíhat ručně, ale bude přesunuto na oddělení metrologie, kam bylo zakoupeno nové měřicí zařízení a byl již zkonstruován i příslušný program pro měření. K soustruhu bude z důvodu snížení investice přesunut vysavač ze stávajícího pracoviště.

### **Nalisování mosazných podložek**

Z pracoviště pro nalisování mosazných podložek budou odstraněny ruční lisy a operace bude probíhat jinak. Operátorka do zakládacího přípravku uprostřed umístí horizontálně

kotvu a stiskem tlačítek se pneumaticky nalisují podložky z každé strany kotvy. Proces bude zrychlen a zároveň se sníží zátěž operátorky.

### **Lisování kolektorů**

Z pracoviště pro lisování kolektorů bude odstraněno odsávací zařízení pro lepidlo a místo toho dojde k připojení na centrální odsávání. Stávající řešení odsávání je zbytečně komplikované a vyžaduje údržbu.

Při návrhu nového layoutu jsme byli omezeni zadanými podmínkami. Jednou z podmínek byl vyhrazený prostor a také to, že ve výrobní hale je ještě jedna linka pro výrobu kotev a je žádoucí, aby linky byly paralelně vedle sebe. Z důvodu rozmanitosti výroby nebylo možné vhodně uspořádat pracoviště do buňky tvaru U, a tak má nový layout tvar písmene I.

### **Nadbytečná pracoviště**

Z důvodu nadbytečnosti z výrobní linky budou odstraněna:

- dvě pracoviště pro pájení odrušovacích podložek,
- jedno pracoviště pro lisování a lepení kolektorů,
- jedno pracoviště pro lisování mosazných podložek,
- jedno pracoviště pro lisování plastových podložek,
- jedno pracoviště pro paketování kotev,
- jedno pracoviště pro navíjení kotev.

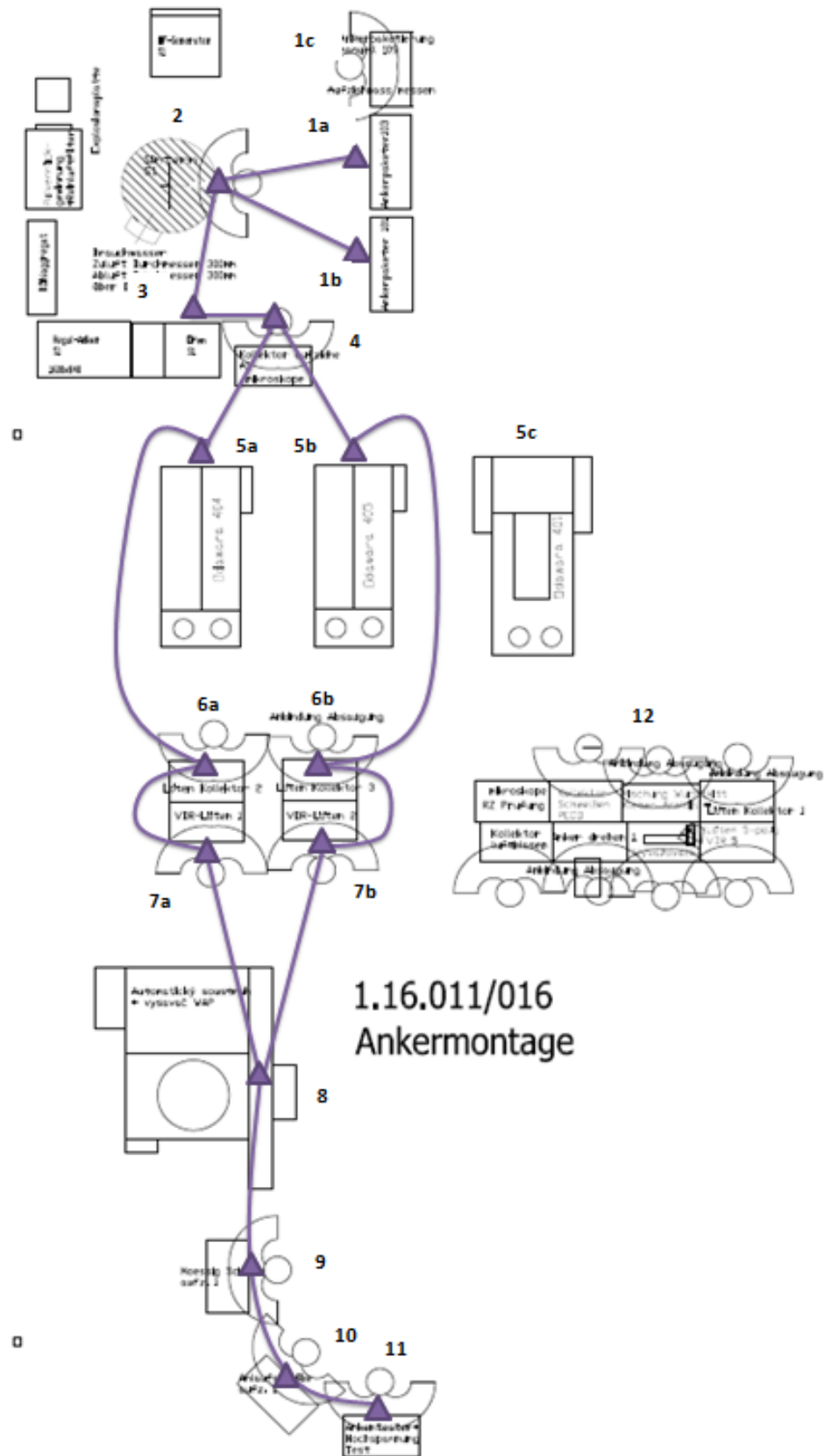
Analýza byla prováděna pro vybrané ID skupiny 3- pólových kotev, ale na lince se vyrábí ještě kotvy s 5- ti póly z jiné ID skupiny. Tento typ kotev prochází více operacemi a jejich výroba se v operacích liší. 5- ti pólové kotvy nejsou v celkovém objemu výroby zásadní, proto layout linky bude primárně nastaven pro klíčové představitele výrobků a pracoviště pro 5- ti pólové kotvy budou soustředěny ve vlastní části linky.

Označení pracoviště	Název operace
<b>1a, 1b</b>	Strojní paketování 3- pólových kotev
<b>1c</b>	Ruční paketování 5- ti pólových kotev
<b>2</b>	Sintrování kotev
<b>3</b>	Vypékání kotev v peci
<b>4</b>	Nalisování kolektorů
<b>5a, 5b</b>	Navíjení 3- pólových kotev
<b>5c</b>	Navíjení 5- ti pólových kotev
<b>6a, 6b</b>	Pájení háků
<b>7a, 7b</b>	Pájení odrušovací podložky
<b>8</b>	Soustružení
<b>9</b>	Nalisování mosazných podložek
<b>10</b>	Nalisování plastových podložek
<b>11</b>	Závěrečná kontrola-Ankertester
<b>12</b>	Skupina pracovišť pro výrobu 5- ti pólových kotev (Pájení háků, pájení odrušovacích podložek, míchání tmelu, vyvažování, sváření, soustružení, ofukování kotev, měření drsnosti+ mikroskop)

*Tab. 12 Název operací označených v layoutu (Vlastní zpracování)*

Tabulka 12 slouží jako legenda k obrázku 31, kde je návrh nového layoutu.

6.1.1.1 Nový layout



Obr. 31 Návrh nového layoutu (Vlastní zpracování)

Současný stav	Cíl
Vysoká rozpracovanost na lince	Štíhlý layout a narovnání složitého materiálového toku
Výroba ve velkých dávkách	Snížení velikosti výrobní dávky a zavedení one piece flow na části linky
Nízká flexibilita linky	Vyšší flexibilita dosažená štíhlým materiálovým tokem a snížením průběžné doby výroby
Vysoký podíl dokumentace a administrativy	Snížení počtu nutných kontrol díky zkrácení průběžné doby výroby a rychlejšímu odhalení nekvality

Tab. 13 Cíl dosažený po realizaci návrhů (Vlastní zpracování)

## 6.2 Řešení balancování operací

Do problémů v oblasti balancování operací jsme zařadili tyto klíčové problémy:

- velké odchylky v odvolávkách od zákazníků,
- obtížné dodržování rotace operátorek,
- nedodržování pracovní doby operátorkami,
- nízká produktivita práce.

Současný stav	Řešení
Velké odchylky v odvolávkách od zákazníků	Balancování operací na lince
Obtížné dodržování rotace operátorek	Rozdělení operací mezi operátorky
Nedodržování pracovní doby operátorkami	Balancování operací, návrh nové normy
Nízká produktivita práce	Návrh nové normy

Tab. 14 Stávající problémy a jejich řešení (Vlastní zpracování)

Odvolávky od zákazníků na této výrobní lince velmi kolísají a v současnosti není možné na ně dostatečně flexibilně reagovat, tento fakt komplikuje i organizaci práce. Je nutné podle potřeby měnit počty operátorek, aby došlo k pokrytí výroby a zároveň nedocházelo k tomu,



že operátorky jsou na lince nadbytečné a nepracují. Operátorky pro práci nevyužívají celou pracovní dobu a přes to jsou schopny splnit stanovenou normu. Na lince je také různá směnnost. V současnosti je na části linky vykonávána práce i v noční směně, což nezanedbatelně zvyšuje mzdové náklady společnosti.

Projektovým týmem bylo navrženo vybalancování operací jako řešení výše uvedených problémů. Operace budou vybalancovány dle zjištěných skutečných průměrných časů pomocí přímého měření a časů zjištěných MOST analýzou s cílem nastavení správné normy a zvýšení produktivity práce.

### 6.2.1 Balancování operací

Jak již bylo zmíněno v části analýza současného stavu, časy vykonávání ručních operací se u různých operátorek liší v závislosti na jejich zručnosti. Pro tyto případy lze využít metodu MOST, pomocí níž můžeme určit dobu trvání operace prováděné průměrným člověkem.

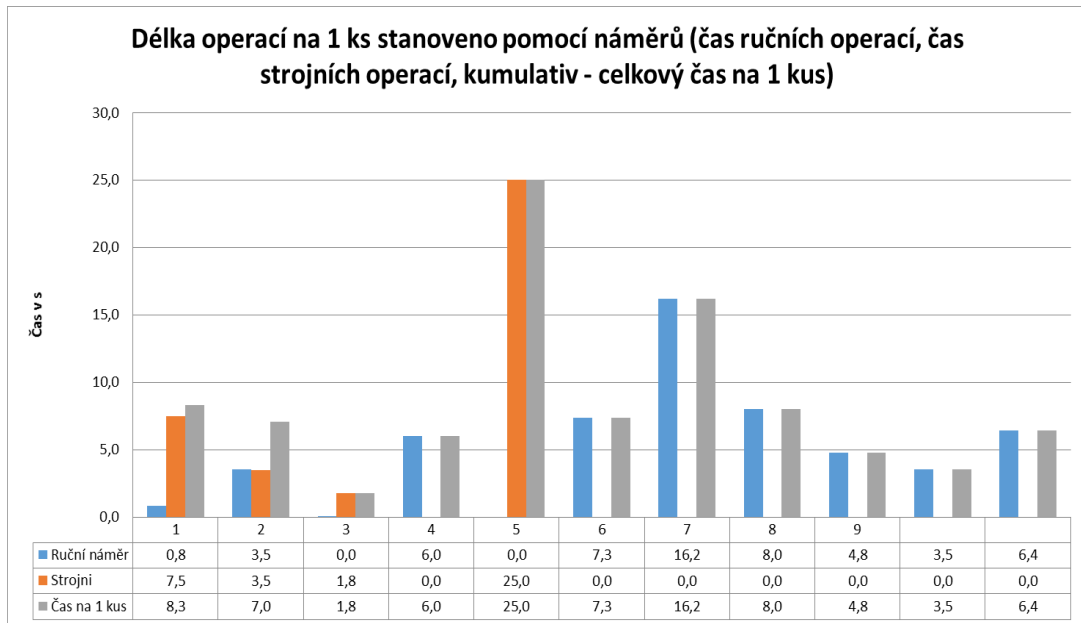
Balancování je provedeno pro časy přímých náměrů a také pro časy určené metodou MOST.

		Ruční náměr		Strojní		Čas na 1 kus		Ruční MOST		Strojní		Čas na 1 kus	
1	Paketování kotev	0,8	s	7,5	s	8,3	s	0,8	s	7,5	s	8,3	s
2	Sintrování kotev	3,5	s	3,5	s	7,0	s	3,7	s	3,5	s	7,2	s
3	Vypékání kotev	0,0	s	1,8	s	1,8	s	0,0	s	1,8	s	1,8	s
4	Lisování kolektorů	6,0	s	0,0	s	6,0	s	5,5	s	0,0	s	5,5	s
5	Navíjení kotev	0,0	s	25,0	s	25,0	s	0,0	s	25,0	s	25,0	s
6	Pájení háků	7,3	s	0,0	s	7,3	s	6,3	s	0,0	s	6,3	s
7	Pájení odrušovací podložky	16,2	s	0,0	s	16,2	s	13,7	s	0,0	s	13,7	s
8	Soustružení	8,0	s	0,0	s	8,0	s	7,0	s	0,0	s	7,0	s
9	Nalisování mosazných podložek	4,8	s	0,0	s	4,8	s	4,1	s	0,0	s	4,1	s
10	Nalisování plastových podložek	3,5	s	0,0	s	3,5	s	3,3	s	0,0	s	3,3	s
11	Ankertester	6,4	s	0,0	s	6,4	s	6,0	s	0,0	s	6,0	s

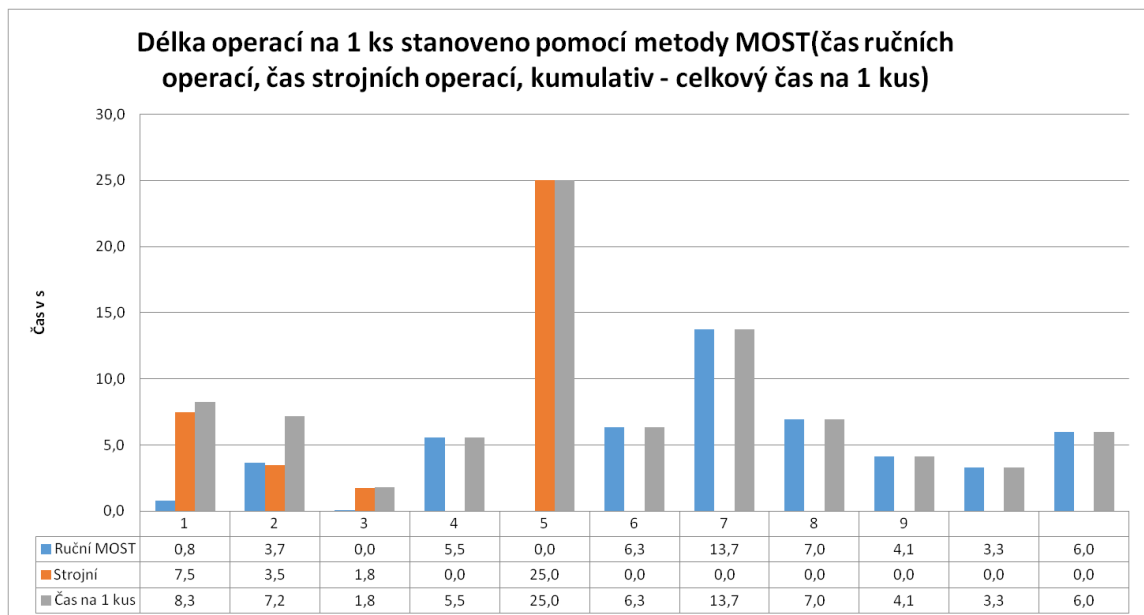
*Tab. 15 Časy operací podle náměru, metody MOST a současná norma (Vlastní zpracování)*

V tabulce 15 jsou uvedeny jednotlivé časy na kus pomocí metody přímého měření a metody MOST. Časy jsou rozděleny na časy ručních operací (práce operátora), strojních operací (práce stroje) a kumulativního času na 1 hotový kus, což znamená součet ručního a strojního času. Pro balancování operátorů a stanovení normy pracovní, budou následně použity ruční časy (ruční náměr, ruční MOST). Strojní časy budou sloužit pro definování kapacit strojů. Časy jsou rozděleny na ruční a strojní z důvodu, že operátor zpravidla nečeká na chod stroje a vykonává jinou pracovní operaci, nebo zakládá další kusy. Z tohoto důvodu

řešíme reálnou pracnost a reálné kapacity strojů odděleně. Na obrázcích 32 a 33 jsou uvedeny grafy časů na 1 kus z tabulky 15.



Graf 18 Čas na kus stanoven pomocí přímého náměru (Vlastní zpracování)



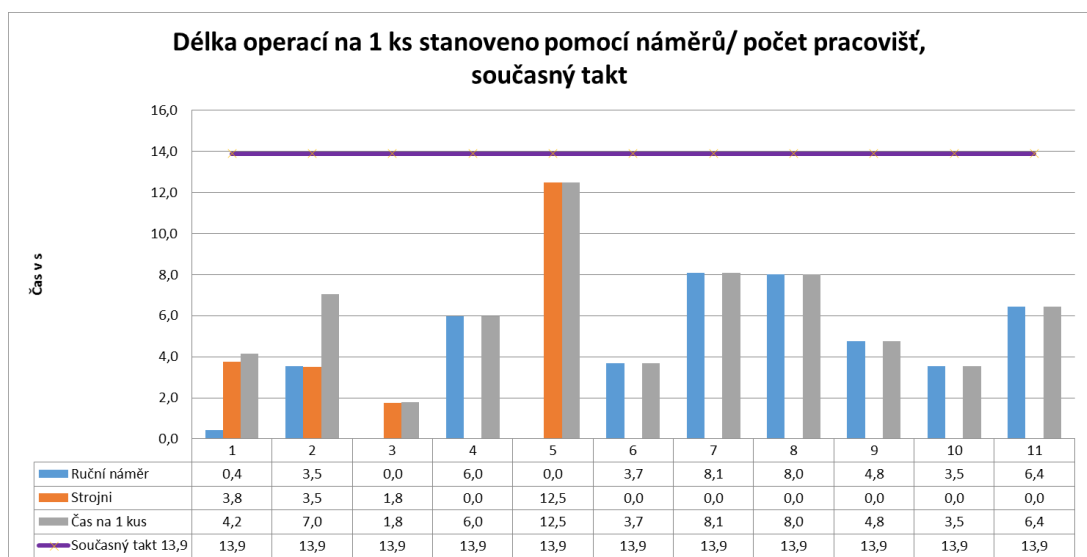
Graf 19 Čas na kus stanoven pomocí metody MOST (Vlastní zpracování)

Délka operací dle pracovišť a náměrů na 1 ks / pracoviště														
			Ruční náměr		Strojní		Čas na 1 kus		Ruční MOS		Strojní		Čas na 1 kus	
1	Paketování kotev	2	0,4	s	3,8	s	4,2	s	0,4	s	3,8	s	4,1	s
2	Sintrování kotev	1	3,5	s	3,5	s	7,0	s	3,7	s	3,5	s	7,2	s
3	Vypékání kotev	1	0,0	s	1,8	s	1,8	s	0,0	s	1,8	s	1,8	s
4	Lisování kolektorů	1	6,0	s	0,0	s	6,0	s	5,5	s	0,0	s	5,5	s
5	Navíjení kotev	2	0,0	s	12,5	s	12,5	s	0,0	s	12,5	s	12,5	s
6	Pájení háků	2	3,7	s	0,0	s	3,7	s	3,2	s	0,0	s	3,2	s
7	Pájení odrušovací podložky	2	8,1	s	0,0	s	8,1	s	6,9	s	0,0	s	6,9	s
8	Soustružení	1	8,0	s	0,0	s	8,0	s	7,0	s	0,0	s	7,0	s
9	Nalisování mosazných podložek	1	4,8	s	0,0	s	4,8	s	4,1	s	0,0	s	4,1	s
10	Nalisování plastových podložek	1	3,5	s	0,0	s	3,5	s	3,3	s	0,0	s	3,3	s
11	Ankertestér	1	6,4	s	0,0	s	6,4	s	6,0	s	0,0	s	6,0	s

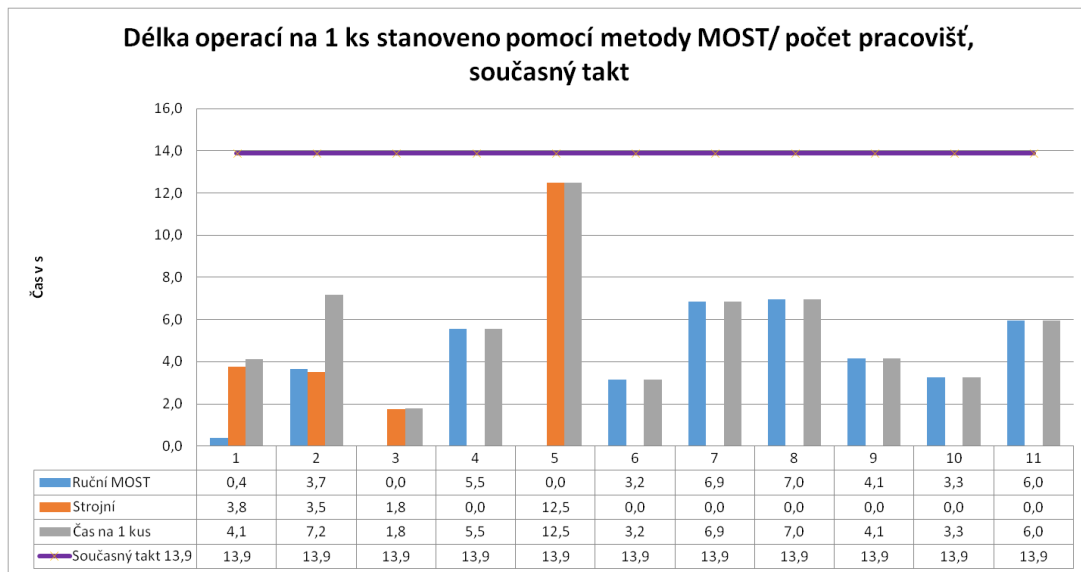
Tab. 16 Časy operací podle náměru, metody MOST a současná norma se zohledněním duplikovaných pracovišť (Vlastní zpracování)

Tabulka 16 uvádí jednotlivé počty pracovišť v novém uspořádání layoutu. Pracoviště pakevování kotev, navíjení kotev, pájení háků a pájení odrušovací podložky zůstala na výrobní lince duplikována, z důvodu kapacity jednotlivých pracovišť. Stejně jako do času přímého náměru na kus musíme i do času stanoveného metodou MOST počet pracovišť zohlednit.

V grafech 20, 21 vidíme porovnání časů jednotlivých operací dle počtu pracovišť a současného taktu výrobní linky pro 5 operátorů: 13, 9 s.



Graf 20 Čas na kus stanoven pomocí přímého náměru se zohledněním taktu a počtu pracovišť (Vlastní zpracování)



*Graf 21 Čas na kus stanoven pomocí metody MOST se zohledněním taktu a počtu pracovišť (Vlastní zpracování)*

Z grafů 18, 19, 20 a 21 vyplývá že:

- úzké místo z pohledu ručních časů je operace 7 a 8. na tyto časy budeme balancovat kapacitu linky a počet operátorů,
- úzké místo z pohledu strojních časů je navíjení kotev.

Vidíme 2 úzká místa – je to z důvodu, že operace navíjení kotev je obsluhována seřizovačem a nepočítá se do časů potřebných pro stanovení normy práce, ale ovlivňuje nám celkový průtok linkou (kapacitu).

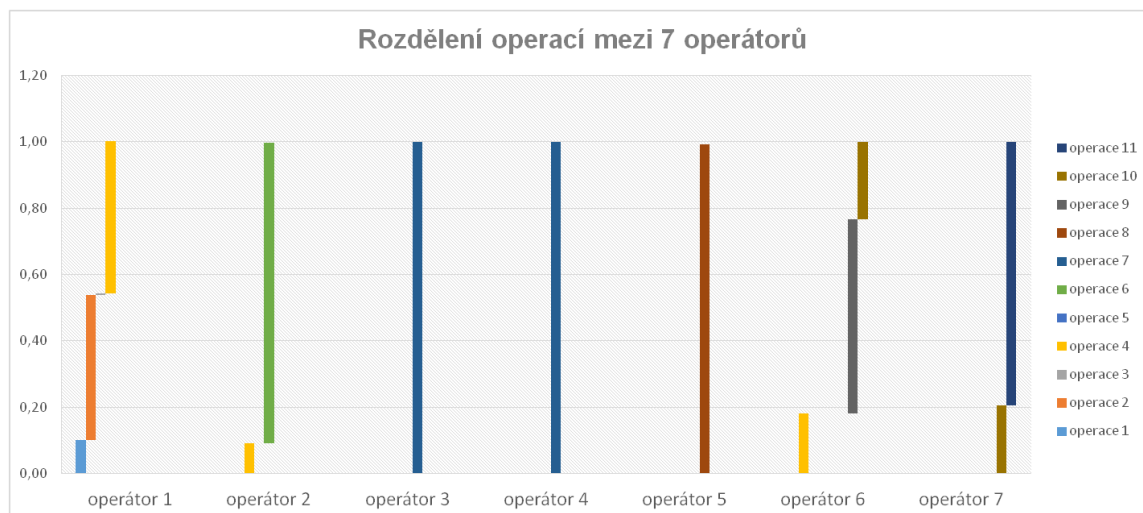
Navíjení kotev je úzkým místem a to i přes to, že pro navíjení mohou být použita dvě shodná zařízení. Z ručních operací je nejvíce časově náročné pájení odrušovací podložky, které trvá 8,09 s. Druhou nejdelší ruční operací je soustružení, což je způsobeno měřením, které se na tomto pracovišti provádí. Jelikož ruční soustružení bude nahrazeno automatickým soustruhem a měření ovality bude vykonávat pracovník metrologie, doma trvání této operace se sníží.

Matematický model balancování pracovních operací										Počet operátorů
										7
										Celkový dostupný čas
										2929,5 minut
										Počet operátorů na operaci
Výbalancování				1	42,4	45,0	minuty	0,1	0,1	minuty
450	min	100%		2	183,0	213,3	minuty	0,4	0,5	minuty
418,5	min	93%		3	1,5	1,5	minuty	0,0	0,0	minuty
ks/směna(náměr)		ks/směna(MOST)		4	309,7	322,1	minuty	0,7	0,8	minuty
3102,0		3488,0		5	0,0	0,0	minuty	0,0	0,0	minuty
				6	379,5	367,4	minuty	0,9	0,9	minuty
				7	836,5	797,0	minuty	2,0	1,9	minuty
počet kusu na směnu				8	415,2	404,6	minuty	1,0	1,0	minuty
3102,0	směna	3488,0	směna	9	245,6	240,7	minuty	0,6	0,6	minuty
59,1	ks/hodina/ operátor	66,4	ks/hodina /operátor	10	183,0	190,1	minuty	0,4	0,5	minuty
				11	332,4	346,5	minuty	0,8	0,8	minuty
					Suma celkem operátorů			7,00	7,00	
					2928,8	2928,1	Spotřebovaný směnový čas			
					0,7	1,4	Zbývá suma minut operátorů			

Tab. 17 Model balancování operací a pracovních (Vlastní zpracování)

Model balancování operací a pracovních v tabulce 17 řeší porovnání vyrobených kusů za směnu podle náměru a podle metody MOST vzhledem ke stejnému počtu operátorek. Podle časů přímých náměrů je na lince možné při obsazení 7 operátorkami vyrobit 3102 ks a z celkového dostupného času na směnu pro všechny operátorky (2929, 5 minut) zůstane nevyužito 0, 7 minuty. Podle časů určených metodou MOST je možné vyrobit 3488 ks za směnu a z dostupného času zůstane nevyužito 1, 4 minuty.

Tyto počty kusů jsou taktovány podle úzkého místa ručních operací, což je pro přímý náměr pájení odrušovací podložky a pro MOST soustružení. Současný požadavek zákazníka činí 11000 ks/ týden. Požadavek zákazníka by tedy bylo schopno uspokojit při obsazenosti sedmi operátorkami za 3, 54 dne (přímý náměr) a 3, 15 dne (MOST) pouze v ranní směně. Pokud bychom chtěly vyrábět 5 dní v týdnu v ranní směně a pokrýt požadavek zákazníka, museli bychom využít 5 operátorek a výkon za směnu úzkého místa by podle přímého náměru byl 2217 ks a podle metody MOST 2492 ks. Nebyl by však spotřebován všechen směnový čas a docházelo by k plýtvání. V tabulce 17 je také uvedena potřeba operátorek na jednotlivé operace při použití obou přístupů. Pro pájení odrušovacích podložek jsou potřeba dvě operátorky, pro soustružení jedna operátorka a pro všechny další operace méně než jedna operátorka. Po uskutečnění plánovaných technologických a procesních změn na lince dojde také ke změně potřeby operátorek.



Graf 22 Rozdělení operací mezi 7 operátorů (Vlastní zpracování)

V grafu 22 je znázorněno rozdělení operací mezi 7 operátorů. Operátor 1 bude vykonávat operace lisování kolektorů, sintrování kotev a obsluhu paketovačky. Operátor 2 bude vykonávat pájení háků a lisování kolektorů. Operátoři 3 a 4 budou vykonávat pájení odrušovacích podložek. Operátor 5 bude vykonávat soustružení. Operátor 6 bude vykonávat lisování kolektorů, lisování mosazných podložek a lisování plastových podložek. Operátor 7 bude vykonávat kontrolu na ankertesteru a lisování plastových podložek. Procentuelní podíly jednotlivých operací na jednoho operátora jsou znázorněny v grafu 22.

		Původní stav	
	Současná norma práce	Taktování na počet operátorů	Kusů / směna
Současná norma	51,82	5	1943
Norma pomocí přímého měření		Navrhovaný stav	
	Současná norma práce	Taktování na počet operátorů	Kusů / směna
Navrhovaná norma	59,09	7	3102
Poznámka	Stanovena na základě pozorování z reálných náměrů.		
Zvýšení produktivity práce	<b>114,0%</b>	Porovnání normy na operátora a hodinu	
Norma pomocí metody MOST		Potenciál linky	
	Současná norma práce	Taktování na počet operátorů	Kusů / směna
Teoretická norma MOST	66,44	7	3487,99862
Poznámka	Stanovena na základě předem určených časů metodou MOST		
Zvýšení produktivity práce	<b>128,2%</b>	Porovnání normy na operátora a hodinu	

Tab. 18 Výpočet normy (Vlastní zpracování)

V současnosti je na lince stanovena hodinová norma na jednu operátorku ve výši 51,82 ks. Podle přímého náměru by norma mohla být navýšena o 14 % na 59,09 ks a podle MOST o 28,2 % na 66,44 ks. Navrhované normy jsou taktovány na 7 operátorů, aktuální norma je

taktována na současný počet 5 operátorů. Po navýšení normy by došlo i k navýšení počtu vyrobených kusů na směnu, jak je uvedeno v tabulce 18 ve sloupci kusů/ směna.

Současný stav	Cíl
Velké odchylky v odvolávkách od zákazníků	Snížit dopad kolísání odvolávek pomocí balancování operací
Obtížné dodržování rotace operátorů	Zajištění nutnosti rotace pomocí rozdělení operací mezi operátory
Nedodržování pracovní doby operátorkami	Stanovení správné normy, která zajistí efektivní využití pracovní doby
Nízká produktivita práce	Zvýšení produktivity práce stanovením odpovídající normy

Tab. 19 Stávající problémy a jejich řešení (Vlastní zpracování)

### 6.3 Řešení standardizace a pracovních postupů

- nedodržování standardů údržby, čištění a umístění,
- nedodržování pracovních postupů,
- neaktuální pracovní postupy a standardy.

Současný stav	Řešení
Nedodržování standardů	Návrh vhodného standardu
Nedodržování pracovních postupů	Návrh nového pracovního postupu
Neaktuální pracovní postupy a standardy	

Tab. 20 Stávající problémy a jejich řešení (Vlastní zpracování)

Dalším klíčový problém je nedodržování pracovních postupů, což je způsobeno především jejich neaktuálností. V pracovních postupech nejsou zahrnuty některé činnosti, které operátorky provádějí. Pracovní postupy také nejsou standardizovány a každý je zpracován jinak podrobně. Například chybí vizualizace nekvality nebo postupy nejsou doplněny o fotodokumentaci.

V rámci workshopu byla projektovým týmem navržena šablona pro zpracování pracovního postupu. Při tvorbě pracovního postupu podle uvedené šablony bychom se měli snažit co

nejlépe popsat jednotlivé kroky procesu a doplnit vhodnou fotodokumentací a vizuálními symboly, aby veškeré části procesu byli srozumitelné všem operátorkám, které budou operaci vykonávat. Šablona je znázorněna na obrázku 33.

Jedním z problémů je i nedodržování standardů umístění, což se týká především umístění manipulačních vozíků, zásobníků a nástrojů na pracovním stole. V rámci projektového týmu je vhodné do týmu začlenit i operátorky, které by se na vytváření těchto standardů měly přímo podílet. Jejich názor je v tomto ohledu velmi důležitý, protože ony mají největší zkušenosti s vykováváním dané operace a ví, jak vytvořit pracovní podmínky, které pro ně budou optimální, vyhovující a budou minimalizovat zátěž operátorek a případné plýtvání. Na obrázku 32 je znázorněno nové umístění vozíku podle požadavku operátorky.



*Obr. 32 Změna standardu umístění manipulačního vozíku (Vlastní zpracování)*



LOGO SPOLEČNOSTI	POPIS PRACOVNÍ OPERACE (Ag xxxxxx)	PLATÍ OD STRANA 1 z X
Pracovní operace:		
Číslo stroje:		
<b>Uspořádání pracoviště</b>		
<p>Pracoviště x se skládá z těchto částí:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.</li> <li>2.</li> <li>X.</li> </ol>		
POZNÁMKA:		
<b>POPIS PROCESU:</b>		
<b>1. DETAILNÍ POPIS ČÁSTI PROCESU</b>		
POZNÁMKA:		
<b>2. STEJNÉ ZNÁZORNĚNÍ DALŠÍ ČÁSTI PROCESU JAKO U KROKU 1.</b>		

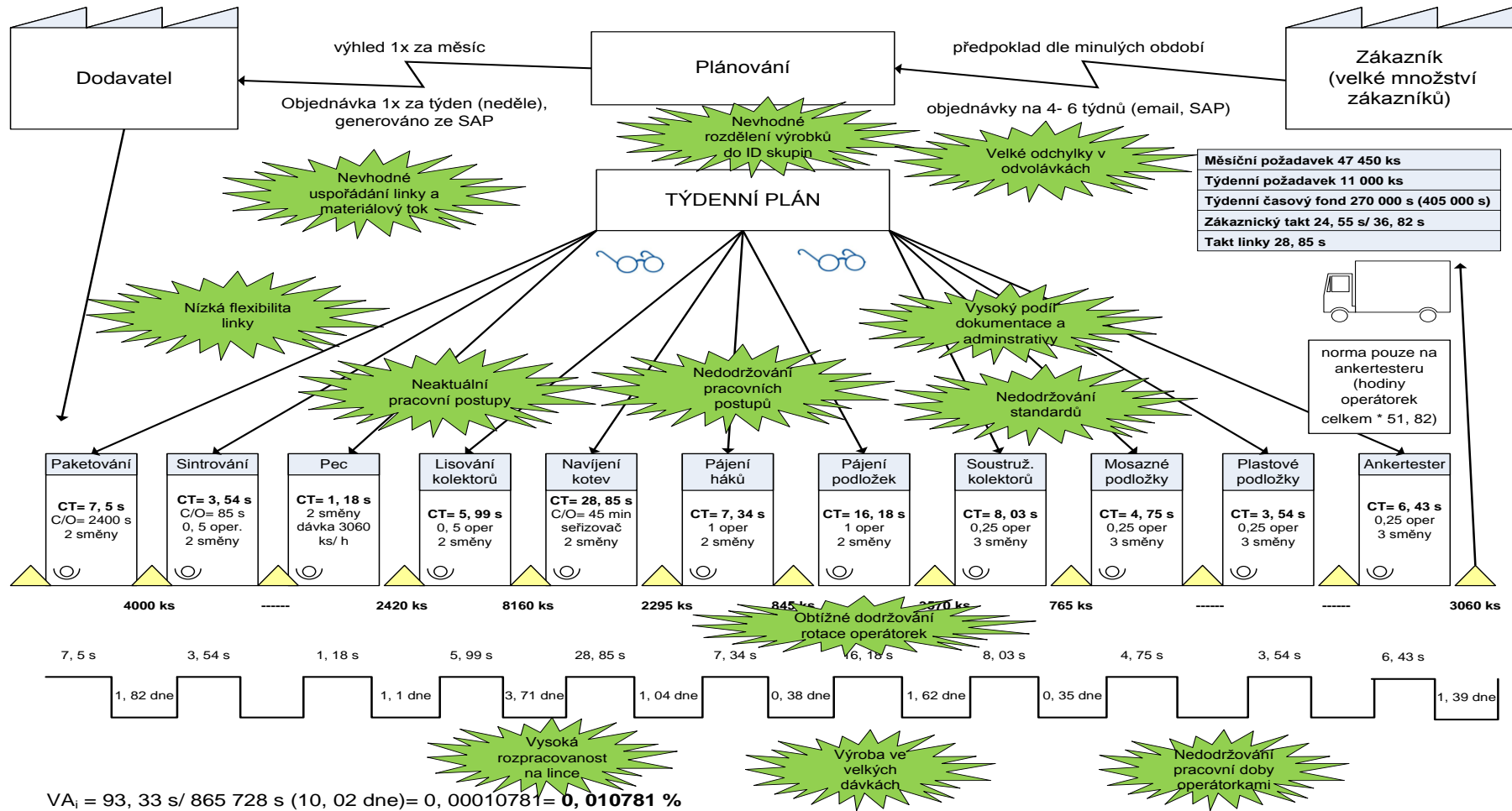
Obr. 33 Návrh standardu pracovního postupu (Vlastní zpracování)

Současný stav	Cíl
Nedodržování standardů	Úprava standardů podle optimálního umístění/ postupu
Nedodržování pracovních postupů	Úprava pracovních postupů podle činností, které je operátor povinen vykonávat
Neaktuální pracovní postupy a standardy	Aktualizace pracovních postupů podle standardu uvedeného na obrázku 33 a doplnění o vizuální prvky

*Tab. 21 Stávající problémy a jejich řešení (Vlastní zpracování)*

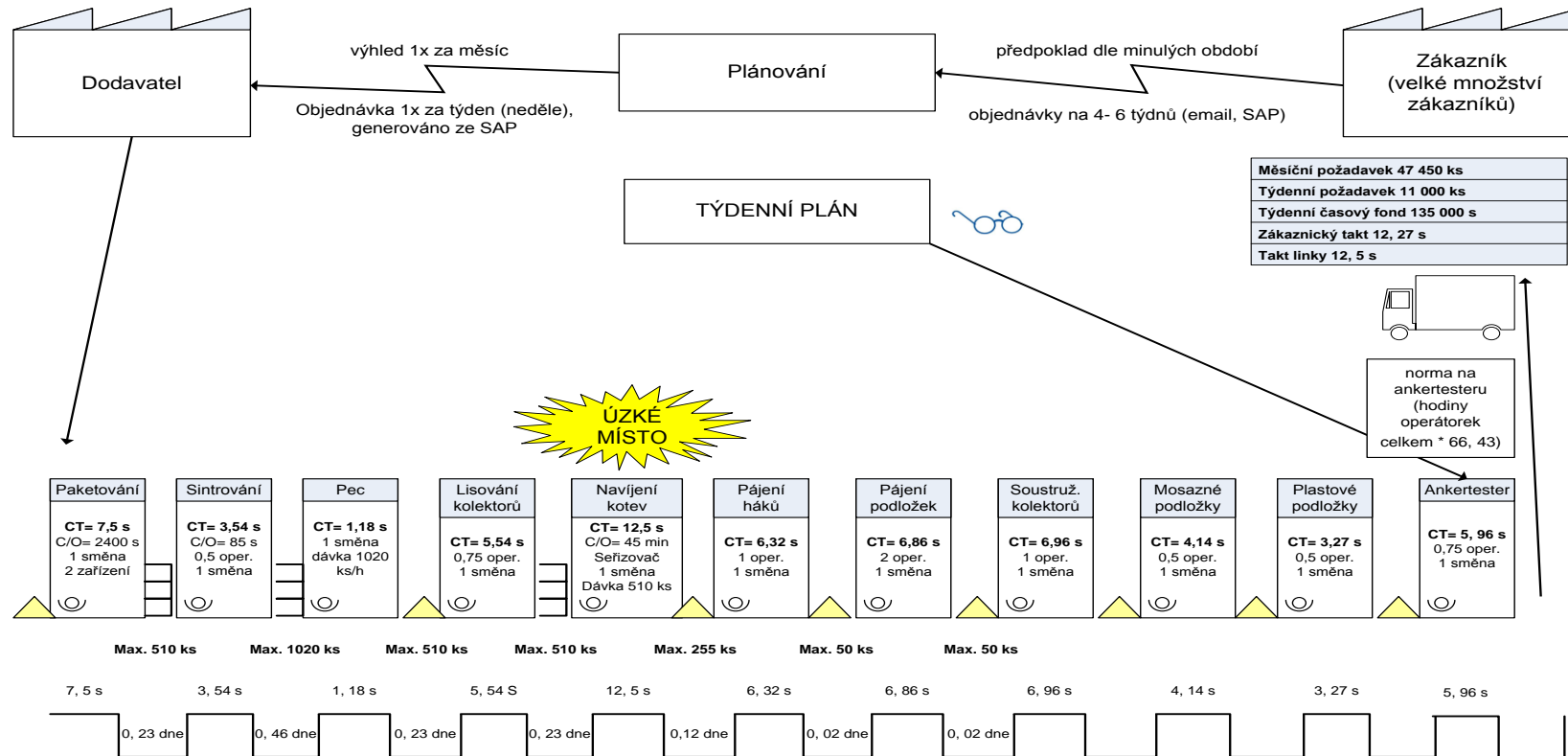
#### 6.4 VSM s vizualizací problémů

Na obrázku 34 je VSM mapa současného stavu s vizualizovanými problematickými oblastmi, které byly odhaleny analýzou současného stavu. Všechny tyto problémy byly řešeny projektovým týmem v rámci workshopů, které se konaly za účelem optimalizace vybrané výrobní linky.



Obr. 34 VSM s vizualizací problémů (Vlastní zpracování)

### 6.5 VSM budoucího stav



$$VA_i = 63, 77 \text{ s} / 113 184 \text{ s} (1, 31 \text{ dne}) = 0, 000563419 = \mathbf{0, 0563419 \%}$$

Obr. 35 VSM budoucího stavu (Vlastní zpracování)

VSM mapa budoucího stavu je znázorněna na obrázku 35. Snížením počtu směn za tří na jednu se snížil zákaznický takt na 12, 27 s. Takt výroby určený úzkým místem činí 12, 5 s. Současné vybalancování linky je však vyhovující. Protože navíc obsluhuje jeden seřizovač společný pro několik linek, který pracuje ve dvou směnách, řešením by mohla být předvýroba. Navíjení kotev by mohlo probíhat částečně i v odpolední směně. Časy všech ostatních operací jsou výrazně nižší, než zákaznický takt, proto by bylo plýtváním vyrábět ve dvou směnách jen vysokému strojnímu času navíjení. Změny zákaznického taktu by bylo vhodné řešit balancováním.

Na části linky bude výroba probíhat v dávkách kvůli stávajícím strojním zařízením, u kterých nelze velikost dávky ovlivnit. Navíjení kotev bude probíhat na dvou navíječkách, které pracují s dávkou 510 ks (2 plata). Vytvrzování kotev v peci bude také probíhat dávkově, ale dávka bude snížena na maximální počet 1020 kusů (4 plata). Vypékání nižšího počtu kusů by bylo neekonomické. Na operacích nalisování mosazných podložek, nalisování plastových podložek a ankertester bude kontinuální tok kusů a mezioperační zásoby sníženy na minimum nebo pokud možno úplně zrušeny.

Do časů ručních operací byly zohledněny časy určené metodou MOST. Tyto časy byly až na operaci sintrování kratší, než časy zjištěné přímým náměrem. Úzkým místem však není ruční operace, ale strojní operace navíjení kotev.

Plánování na lince by mělo probíhat podle potřeby zákazníka plánováním výstupu posledního pracoviště, tahovým systémem. Na výstupu byl také zvýšen koeficient pro výpočet normy z 51, 82 na 66, 43.

Optimalizací by také došlo k výraznému snížení rozpracovanosti. Současná rozpracovanost mezi operacemi dosahovala až 3, 71 dne, maximální rozpracovanost optimalizované linky by měla dosahovat maximálně 0, 46 dne.

Cílem optimalizace linky bylo zvýšení indexu přidané hodnoty. Původní výše indexu byla 0, 010781 %, optimalizací se index zvýší na 0, 0563419 %, tedy více než 5 krát.

Nutno však dodat, že v rámci přístupu kontinuálního zlepšování by optimalizace procesu výroby rotoru měla jistě pokračovat. Projektovým týmem již byly vybrány další oblasti zlepšování, které budou řešeny v rámci dalších workshopů.

## 7 ZHODNOCENÍ PROJEKTOVÉ ČÁSTI

V následující části práce budou shrnuta a vyhodnocena zlepšení, kterých bude dosaženo po realizaci návrhů uvedených v projektové části.

	<b>Původní stav</b>	<b>Nový stav</b>	<b>Procentuální vyjádření</b>
<b>Value index</b>	<b>0, 010781 %</b>	<b>0, 0563419 %</b>	<b>Zvýšení o 522%</b>
<b>Rozpracovanost</b>	<b>10, 02 dne</b>	<b>1, 31 dne</b>	<b>Snížení o 87 %</b>
<b>Počet směn</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>Snížení o 67 %</b>
<b>Počet operátorek</b>	<b>5 ranní směna, 4 odpolední směna, 1 noční směna</b>	<b>7 ranní směna</b>	<b>Snížení o 30 %</b>
<b>Plochy</b>	<b>227, 5 m<sup>2</sup></b>	<b>209 m<sup>2</sup></b>	<b>Snížení o 8 %</b>

*Tab. 22 Shrnutí přínosů optimalizace (Vlastní zpracování)*

Realizací navržených opatření dojde k navýšení indexu přidané hodnoty, snížení rozpracovanosti, snížení počtu směn, snížení počtu operátorek a snížení celkové plochy.

Pro rok 2013 je na analyzované výrobní lince plánovaná hodinová spotřeba ve výši 15 392 hodin. Po zvýšení normy a počtu vyrobených kusů dojde i ke snížení spotřeby hodin na výrobní lince. Společnost má stanovenou hodinový náklad na práci operátorku ve výši 120 Kč. Vyčíslené roční úspory mzdových nákladů jsou uvedeny v tabulce 23.

Podle časů přímého náměru dojde k úspoře nákladů ve výši 12, 33% a podle metody MOST úspoře ve výši 22, 03%.

<b>Výše normy (ks/operátorka/hodina)</b>	51,82	59,10	66,40
<b>Plánovaná spotřeba hodin pro rok 2013</b>	15392,00	13493,83	12000,55
<b>Roční mzdové náklady v Kč</b>	1 847 040 Kč	1 619 260 Kč	1 440 065 Kč
<b>Úspora nákladů vyjádřená v Kč</b>	0 Kč	227 780 Kč	406 975 Kč
<b>Úspora nákladů vyjádřená v %</b>	0,00%	12,33%	22,03%

*Tab. 23 Vyčíslení úspory mzdových nákladů (Vlastní zpracování)*

V projektové části byla řešena široká škála identifikovaných problémů. Tyto problémy byly rozděleny do oblastí:

- rozpracovanost a materiálový tok,
- balancování operací,
- standardizace a pracovní postupy.

<b>Rozpracovanost a materiálový tok</b>	Vysoká rozpracovanost na lince,	Řešením uvedených problémů v oblasti rozpracovanosti a materiálového toku byl návrh nového layoutu, zeštíhlení materiálového toku, zmenšení výrobní dávky a zavedení one piece flow na části linky, zvýšení flexibility a snížení průměrné doby výroby a rychlejší odhalení nekvality
	Výroba ve velkých dávkách,	
	Nevhodné uspořádání linky a materiálový tok	
	Nízká flexibilita linky,	
<b>Balancování operací</b>	Vysoký podíl dokumentace a administrativy	Řešením uvedených problémů bylo vybalancování operací na lince, rozdělení operací mezi operátory, návrh nové normy, efektivní využití pracovní doby, snížení negativního dopadu kolísání odvolávek, zvýšení produktivity práce
	Velké odchylky v odvolávkách od zákazníků	
	Obtížné dodržování rotace operátorů	
	Nedodržování pracovní doby operátorkami	
<b>Standardizace a pracovní postupy</b>	Nízká produktivita práce	Řešením uvedených problémů byla úprava a aktualizace standardů a pracovních postupů, doplnění vizuálních prvků do standardu a tvorba šablony pro zhotovení standardu
	Nedodržování standardů	
	Nedodržování pracovních postupů	
	Neaktuální pracovní postupy a standardy	

Tab. 24 Shrnutí optimalizace (Vlastí zpracování)

Tabulka 24 znázorňuje oblasti řešení, konkrétní problémy v těchto oblastech a jejich řešení, které je uvedeno v posledním sloupci.

## 7.1 Návrh dalších kroků optimalizace

V následující části budou uvedeny kroky, které budou probíhat v rámci další fáze optimalizace vybrané výrobní linky.

V projektové části bylo zmíněno, že se na lince plánují technologické změny a investice do nových zařízení. Po uvedení nových zařízení do provozu bude nutné výstupy analýzy znovu validovat, opravit a zapracovat vykonané změny.

Na lince přetrvávají abnormality, které nejsou na první pohled úplně zřejmé, protože jsou skryty v nízké normě. Tyto abnormality vyjdou na povrch po zapracování návrhů provedené analýzy a odkryjí tím další prostoje, plýtvání a skryté abnormality.

### 1) TPM a SMED

Mezi stávajícími problémy na lince bylo uvedeno nedodržování standardů údržby a čištění. Na strojích neprobíhá žádná preventivní údržba, což se odráží na jejich stavu. Jelikož naví-

ječky jsou pro analyzovanou linku úzkým místem, každý jejich výpadek je výpadkem celého systému, proto by bylo vhodné poruchám předcházet.

Navíječky je také nutné seřizovat podle různých typů navíjených kotev. Některé změny vyžadují jenom změnu navíjeného drátu, jiné vyžadují komplikovanější seřízení. Toto seřízení je také plýtvání, proto by bylo nutné časy přetypování snížit na minimum.

Vhodnými metodami pro řešení uvedených problémů je využití dalších metod průmyslového inženýrství.

Členy projektového týmu byl navržen další krok v rámci optimalizace této výrobní linky. Dalším krokem bude implementace metod TPM a SMED. Pomocí metody SMED bude vytvořen postup pro přetypování na různé typy výrobků a budou sníženy časy nutné pro seřízení. Po zavedení metody TPM bude stanovený přesný postup údržby, který přispěje celkovému zlepšení stavu strojů a bude předcházet poruchám. Nutností zavedení totálně produktivní údržby přispívá i fakt, že strojní zařízení zajišťující provoz linky jsou několik desítek let staré a obtížně se na ně získávají náhradní díly. Navíječky, které jsou úzkým místem, nemají servisní zastoupení ani na našem kontinentě, což značně prodlužuje a komplikuje případné opravy. Zavedení a dodržování standardů údržby je tedy nutné i z důvodu nedostupnosti servisu a náhradních dílů.

### **Nevhodné rozdělení výrobků do ID skupin**

Analýzou současného stavu bylo odhaleno také nevhodné rozdělení výrobků do ID skupin. Výrobky jsou do skupin seskupovány na základě časové náročnosti ručních operací. Pracovní postupy pro vybrané ID skupiny jsou totožné a ani časy stanovené metodou MOST pro skupiny ID 3782 a ID 3783 se neliší. Výrobky tedy podle kritérií zařazování do jednotlivých skupin mají patřit do skupiny shodné.



## ZÁVĚR

Diplomová práce se zabývala optimalizací výroby rotoru ve vybrané společnosti z pohledu průmyslového inženýrství. Teoretická část byla věnována literární rešerši dostupných zdrojů. Cílem této části bylo seznámení čtenáře se základními pojmy průmyslového inženýrství a nastínění obsahu následující praktické části.

Praktická část mi umožnila v praxi uplatnit poznatky získané nejen zpracováním teoretické části, ale především studiem. V této části práce byla provedena analýza současného stavu a za pomoci metod průmyslového inženýrství identifikována problematická místa procesu. Hlavním nástrojem pro zaznamenání plynutí byla mapa hodnotového toku, která sloužila i jako ucelený nástroj, pomocí něhož bylo možné členy projektového týmu co nejlépe seznámit s výstupy analýzy. Analýza současného stavu přesně definovala oblasti řešení pro následující fázi projektu.

V části návrhy na zlepšení se již projektový tým zaměřil na odstranění konkrétních problémů. Tyto problémy byly rozděleny do tří oblastí řešení.

První oblastí byly problémy v oblasti rozpracovanosti a materiálového toku. Platformou pro odstranění těchto problémů byl návrh nového layoutu a určení materiálového toku, čímž se podařilo odstranit hned několik definovaných problémů.

Dalším okruhem byly problémy v oblasti balancování operací. Vybalancováním operací bylo možné řešit i problém kolísajících odvolávek, který byl na této výrobní lince aktuální.

Zbývající problémy byly zahrnuty do oblasti produktivity práce, standardizace a pracovních postupů. Praktická část byla zakončena mapou hodnotového toku budoucího stavu a shrnutím, kde byly shrnuty přínosy potenciální optimalizace.

Zpracování celé diplomové práce pro mě bylo velkým přínosem. Získala jsem představu o výhodách i nevýhodách práce průmyslového inženýra a také mnoho zkušeností, které by se mi jinak podařilo asi jen těžko načerpat. Věřím, že zpracování diplomové práce i průběh celého projektu naplnil očekávání všech zainteresovaných stran stejně tak, jako očekávání má.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

BRATHOVÁ, Jana. JB Consulting. [online]. © 2011 [cit. 2013-04-22]. Dostupné z: <http://www.jbconsulting.cz/desatero-remesel-prumysloveho-inzenyra>

C. MILLER, Deborah. Deborah C. Miller: Process and Project Specialist. [online]. © 2013 [cit. 2013-04-22]. Dostupné z: <http://deborahcmiller.com/wp-content/uploads/2008/09/everythinginplace.jpg>

Interní materiály firmy

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

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.

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

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

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

ManagementMania. Ganttův diagram (Gantt Chart) [online]. ©2011- 2013 [cit. 2013-04-22]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/ganttuv-diagram>

ManagementMania. SMART [online]. ©2011- 2013 [cit. 2013-04-22]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/smart>

MILLER, Jon. Ten Reasons Why One Piece Flow Will Not Work. Gemba panta rei [online]. 2007 [cit. 2013-04-22]. Dostupné z: [http://www.gembapantarei.com/2007/04/ten\\_reasons\\_why\\_one\\_piece\\_flow.html](http://www.gembapantarei.com/2007/04/ten_reasons_why_one_piece_flow.html)

PIVODOVÁ, Pavlína. Měření práce. 2011b.

PIVODOVÁ, Pavlína. Metody zdokonalování výroby. 2010.

PIVODOVÁ, Pavlína. Studium práce. 2011a.

- PEREIRA, Ron. 10 Benefits of One Piece Flow. LSS Academy [online]. 2008 [cit. 2013-04-22]. Dostupné z: <http://lssacademy.com/2008/03/27/10-benefits-of-one-piece-flow/>
- Plýtvání. CPI. Svět produktivity [online]. © 2012 [cit. 2013-04-22]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/clanek/metodika-plytvani.htm>
- Projektový manažer. NIDV. [online]. (C) 2010 [cit. 2013-04-22]. Dostupné z: <http://www.projektmanazer.cz/faq/co-je-logicky-ramec>
- RIPRAN. [online]. (C) 2013 [cit. 2013-04-22]. Dostupné z: <http://www.ripran.cz/>
- ROSS, Graham. Spaghetti diagram. LEANKAIZEN LTD. [online]. (C) 2013a [cit. 2013-04-22]. Dostupné z: <http://www.leankaizen.co.uk/spaghetti-diagram.html>
- ROSS, Graham. Visual Management. LEANKAIZEN LTD. [online]. (C) 2013b [cit. 2013-04-22]. Dostupné z: <http://www.leankaizen.co.uk/visual-management.html>
- ROUSE, Margaret. Lean Production. TECHTARGET. [online]. (C) 2008- 2013 [cit. 2013-04-22]. Dostupné z: <http://searchmanufacturingerp.techtarget.com/definition/lean-production>
- SILVEIRA, Cristiano Bartulucci. Andon. CITISYSTEMS. [online]. 2012 [cit. 2013-04-22]. Dostupné z: <http://www.citisystems.com.br/andon/>
- TUČEK, David a Roman BOBÁK. Výrobní systémy. Vyd. 2. upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, 298 s. ISBN 8073183811.
- TUČEK, David. Zlepšování procesů a vybrané nástroje PI. 2011.
- VOLKO, Vladimír. Co je to: "One Piece Flow"?. Vladimír Volko: Poradenství pro podniky [online]. (c) 2009 [cit. 2013-04-22]. Dostupné z: <http://www.volko.cz/co-je-to-one-piece-flow>
- VOLKO, Vladimír. Co je to: "TPM"?. Vladimír Volko: Poradenství pro podniky [online]. (c) 2009 [cit. 2013-04-22]. Dostupné z: <http://www.volko.cz/co-je-to-tpm>
- 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.
- "5S" kvalita je pořádek. Vlastní cesta [online]. (c) 2006- 2009 [cit. 2013-04-22]. Dostupné z: <http://www.vlastnicesta.cz/metody/metody-kvalita-system-kvality-iso/5s-kvalita-je-poradek/>

## SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1 Schéma složek tvorby štíhlého podniku (VZ podle Košturiak, Frolík et al., 2006, s. 20) .....</i>	15
<i>Obr. 2 Štíhlá výroba (Košturiak, Frolík et al., 2006, s. 22).....</i>	16
<i>Obr. 3 Osm druhů plýtvání (CPI, © 2012) .....</i>	16
<i>Obr. 4 Kaizen „deštník“ (Tuček a Bobák, 2006, s. 270) .....</i>	18
<i>Obr. 5 Příklady různých typů andonu (Silveira, 2012).....</i>	19
<i>Obr. 6 Příklad 5S pracoviště (Deborah C. Miller, © 2013).....</i>	20
<i>Obr. 7 Diagram metod a měření práce (VZ podle Pivodová, 2011a, 2011b) .....</i>	21
<i>Obr. 8 Příklad špagetového diagramu (Ross, 2013a) .....</i>	22
<i>Obr. 9 Sekvenční modely Basic MOST (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 111) .....</i>	23
<i>Obr. 10 Schéma výroby v dávkách versus One Piece Flow (Volko, © 2009a).....</i>	24
<i>Obr. 11 Schéma montážní buňky (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 167).....</i>	26
<i>Obr. 12 Typy výrobních buněk (Tuček a Bobák, 2006, s. 247).....</i>	27
<i>Obr. 13 Uspořádání výrobní buňky ve tvaru U (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 170).....</i>	27
<i>Obr. 14 Schéma Drum- Buffer- Rope (Tuček a Bobák, 2006, s. 99) .....</i>	28
<i>Obr. 15 Totálně produktivní udržba (Volko, © 2009b) .....</i>	31
<i>Obr. 16 Kroky zavádění TPM (Tuček, 2011).....</i>	31
<i>Obr. 17 Kroky při zavádění SMED (Tuček a Bobák, 2006, s. 121).....</i>	32
<i>Obr. 18 Hotová kotva a příklad využití hotového elektromotoru (Vlastní zpracování) .....</i>	41
<i>Obr. 19 Sintrování kotev (vlevo) a nalisování a lepení kolektorů (vpravo) (Vlastní zpracování).....</i>	42
<i>Obr. 20 Vytvrzovací pec (vlevo) a paketovací poloautomat (vpravo) (Vlastní zpracování).....</i>	42
<i>Obr. 21 Pájení háků (vlevo) a pájení odrušovací podložky (vpravo) (Vlastní zpracování).....</i>	43
<i>Obr. 22 Soustružení kolektorů (vlevo) a nalisování mosazných podložek (vpravo) (Vlastní zpracování) .....</i>	44
<i>Obr. 23 Montování plastových podložek (vlevo) a kontrola kotev (vpravo) (Vlastní zpracování).....</i>	44
<i>Obr. 24 Navíječka Odawara pro navíjení kotev (Vlastní zpracování) .....</i>	45
<i>Obr. 25 Měřicí stanice pro měření ovality a drsnosti komutátoru (Vlastní zpracování).....</i>	49

---

<i>Obr. 26 Materiálová karta a její umístění, parkoviště vozíků (Vlastní zpracování) .....</i>	<i>51</i>
<i>Obr. 27 Nedostatky ve standardech čištění (Vlastní zpracování).....</i>	<i>52</i>
<i>Obr. 28 Nedodržování standardů umístění vozíků (Vlastní zpracování).....</i>	<i>52</i>
<i>Obr. 29 Grafické znázornění pohybu materiálu linkou (Interní materiály firmy, Vlastní zpracování).....</i>	<i>69</i>
<i>Obr. 30 VSM současný stav (Vlastní zpracování) .....</i>	<i>71</i>
<i>Obr. 31 Návrh nového layoutu (Vlastní zpracování).....</i>	<i>79</i>
<i>Obr. 32 Změna standardu umístění manipulačního vozíku (Vlastní zpracování) .....</i>	<i>88</i>
<i>Obr. 33 Návrh standardu pracovního postupu (Vlastní zpracování) .....</i>	<i>89</i>
<i>Obr. 34 VSM s vizualizací problémů (Vlastní zpracování) .....</i>	<i>91</i>
<i>Obr. 35 VSM budoucího stavu (Vlastní zpracování) .....</i>	<i>92</i>

**SEZNAM TABULEK**

<i>Tab. 1 Podmínky použití druhu MOST (VZ podle Mašín a Vytlačil, 2000, s. 117) .....</i>	24
<i>Tab. 2 Logický rámec projektu (Vlastní zpracování) .....</i>	37
<i>Tab. 3 RIPRAN analýza rizik (Vlastní zpracování) .....</i>	38
<i>Tab. 4 Činnosti projektu a jejich doby trvání (Vlastní zpracování) .....</i>	39
<i>Tab. 5 Ganttův diagram (Vlastní zpracování) .....</i>	40
<i>Tab. 6 SMART analýza pro vybraný projekt (Vlastní zpracování) .....</i>	40
<i>Tab. 7 Náběh ranní směny (Vlastní zpracování) .....</i>	66
<i>Tab. 8 Ukončení ranní směny (Vlastní zpracování) .....</i>	67
<i>Tab. 9 Přehled přímých náměrů na kus podle ID skupin (Vlastní zpracování).....</i>	68
<i>Tab. 10 Matice priorit (Vlastní zpracování) .....</i>	73
<i>Tab. 11 Stávající problémy a jejich řešení (Vlastní zpracování).....</i>	75
<i>Tab. 12 Název operací označených v layoutu (Vlastní zpracování) .....</i>	78
<i>Tab. 13 Cíl dosažený po realizaci návrhů (Vlastní zpracování).....</i>	80
<i>Tab. 14 Stávající problémy a jejich řešení (Vlastní zpracování).....</i>	80
<i>Tab. 15 Časy operací podle náměru, metody MOST a současná norma (Vlastní zpracování) .....</i>	81
<i>Tab. 16 Časy operací podle náměru, metody MOST a současná norma se zohledněním duplikovaných pracovišť (Vlastní zpracování) .....</i>	83
<i>Tab. 17 Model balancování operací a pracovní (Vlastní zpracování) .....</i>	85
<i>Tab. 18 Výpočet normy (Vlastní zpracování) .....</i>	86
<i>Tab. 19 Stávající problémy a jejich řešení (Vlastní zpracování).....</i>	87
<i>Tab. 20 Stávající problémy a jejich řešení (Vlastní zpracování).....</i>	87
<i>Tab. 21 Stávající problémy a jejich řešení (Vlastní zpracování).....</i>	90
<i>Tab. 22 Shrnutí přínosů optimalizace (Vlastní zpracování) .....</i>	94
<i>Tab. 23 Vyčíslení úspory mzdových nákladů (Vlastní zpracování) .....</i>	94
<i>Tab. 24 Shrnutí optimalizace (Vlastní zpracování) .....</i>	95

**SEZNAM GRAFŮ**

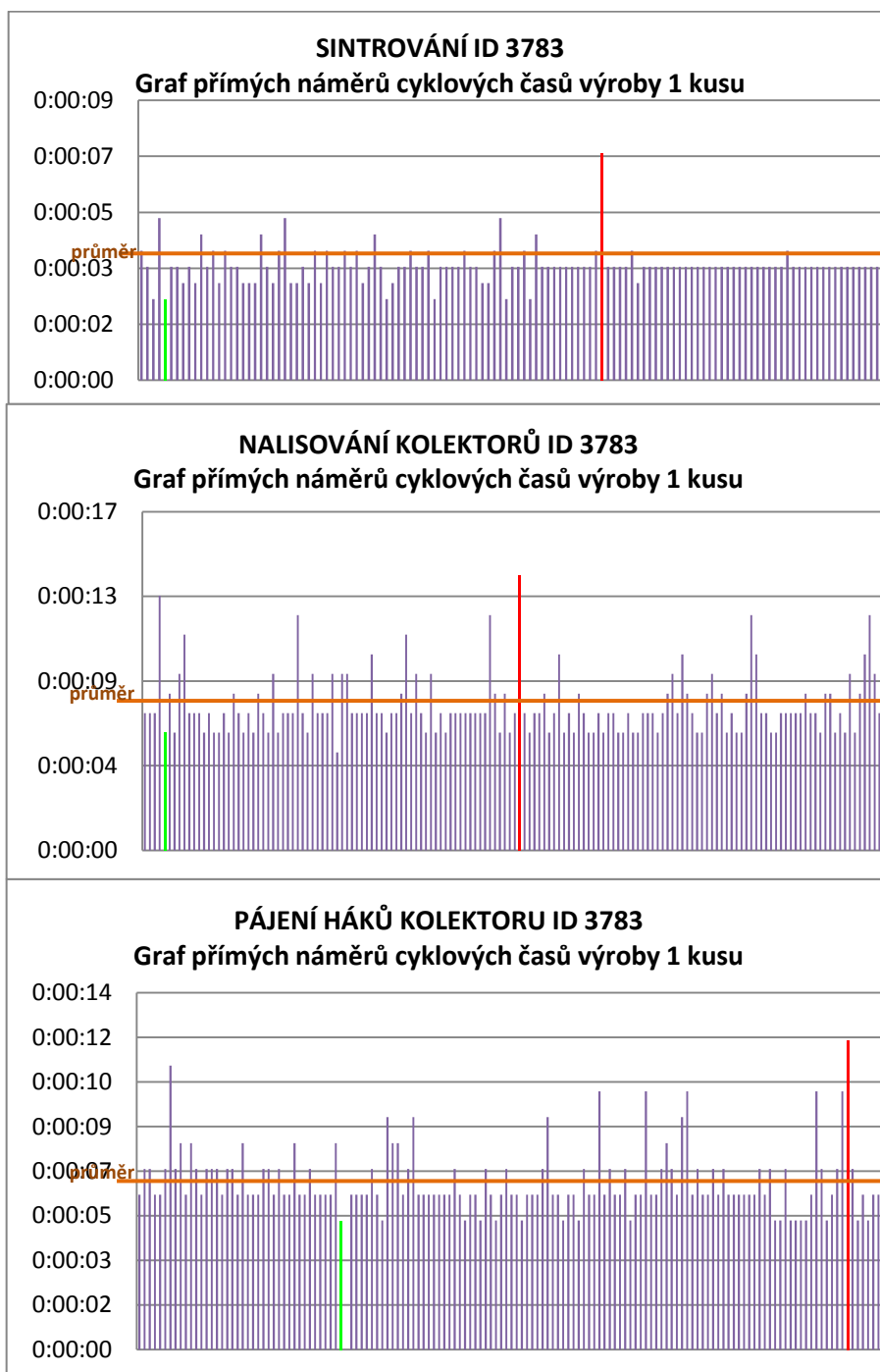
<i>Graf 1 Grafické znázornění síťového grafu a kritických cest pomocí programu WinQSB (Vlastní zpracování) .....</i>	39
<i>Graf 2 Objem produkce za období 1/ 2012- 3/ 2013 ID 3782(Vlastní zpracování) .....</i>	55
<i>Graf 3 Výhled výroby pro kalendářní týdny T14- T25/ 2013 pro ID 3782 (Vlastní zpracování) .....</i>	55
<i>Graf 4 Rozložení aktivit operátorky 1 (Vlastní zpracování) .....</i>	56
<i>Graf 5 Hodnocení aktivit operátorky 1 (Vlastní zpracování) .....</i>	56
<i>Graf 6 Přímé náměry cyklových časů pro sintrování a lisování kolektorů (Vlastní zpracování) .....</i>	57
<i>Graf 7 Rozložení aktivit operátorky 2 (Vlastní zpracování) .....</i>	58
<i>Graf 8 Hodnocení aktivit operátorky 2 (Vlastní zpracování) .....</i>	58
<i>Graf 9 Rozložení aktivit operátorky 3 (Vlastní zpracování) .....</i>	59
<i>Graf 10 Hodnocení aktivit operátorky 3 (Vlastní zpracování) .....</i>	59
<i>Graf 11 Přímé náměry cyklových časů pro pájení háků kolektoru a pájení odrušovací podložky (Vlastní zpracování) .....</i>	60
<i>Graf 12 Rozložení aktivit operátorky 4 (Vlastní zpracování) .....</i>	62
<i>Graf 13 Hodnocení aktivit operátorky 4 (Vlastní zpracování) .....</i>	62
<i>Graf 14 Přímé náměry cyklových časů pro soustružení kolektorů a ankertester (Vlastní zpracování) .....</i>	63
<i>Graf 15 Rozložení aktivit operátorky 5 (Vlastní zpracování) .....</i>	64
<i>Graf 16 Hodnocení aktivit operátorky 5 (Vlastní zpracování) .....</i>	65
<i>Graf 17 Přímé náměry cyklových časů pro nalisování mosazných podložek a nalisování plastových podložek (Vlastní zpracování) .....</i>	65
<i>Graf 18 Čas na kus stanoven pomocí přímého náměru (Vlastní zpracování) .....</i>	82
<i>Graf 19 Čas na kus stanoven pomocí metody MOST (Vlastní zpracování) .....</i>	82
<i>Graf 20 Čas na kus stanoven pomocí přímého náměru se zohledněním taktu a počtu pracovišť (Vlastní zpracování) .....</i>	83
<i>Graf 21 Čas na kus stanoven pomocí metody MOST se zohledněním taktu a počtu pracovišť (Vlastní zpracování) .....</i>	84
<i>Graf 22 Rozdělení operací mezi 7 operátorů (Vlastní zpracování) .....</i>	86

## SEZNAM PŘÍLOH

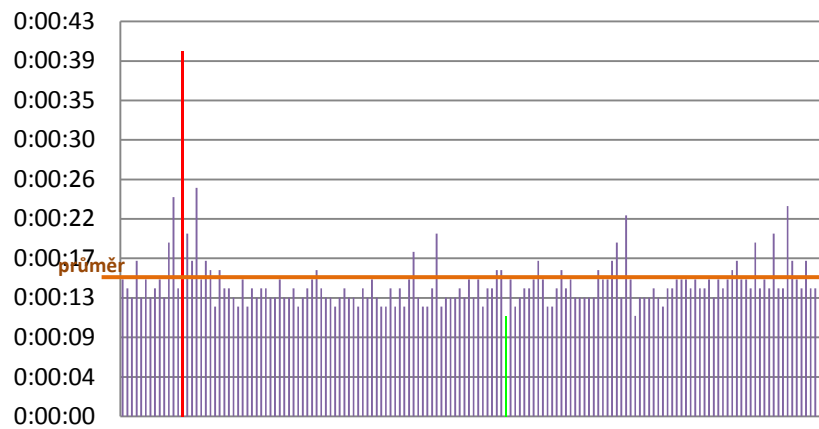
Příloha P1: Grafy přímých náměrů cyklových časů výroby 1 kusu pro představitele ID skupiny 3783



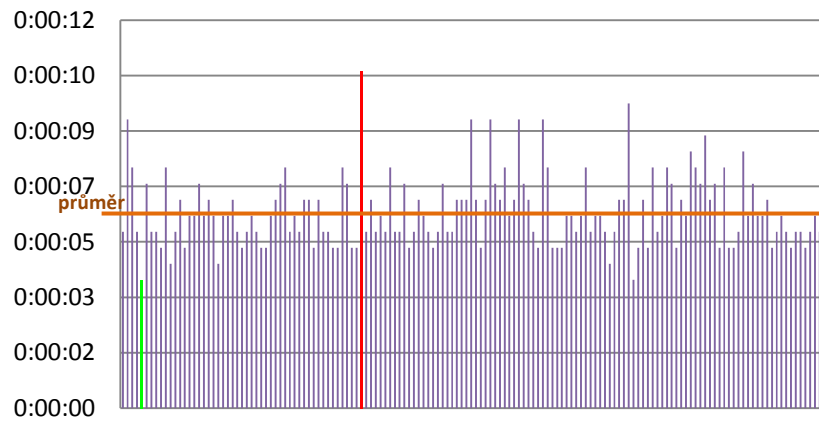
# PŘÍLOHA P I: GRAFY PŘÍMÝCH NÁMĚRŮ CYKLOVÝCH ČASŮ VÝROBY 1 KUSU PRO PŘEDSTAVITELE ID SKUPINY 3783



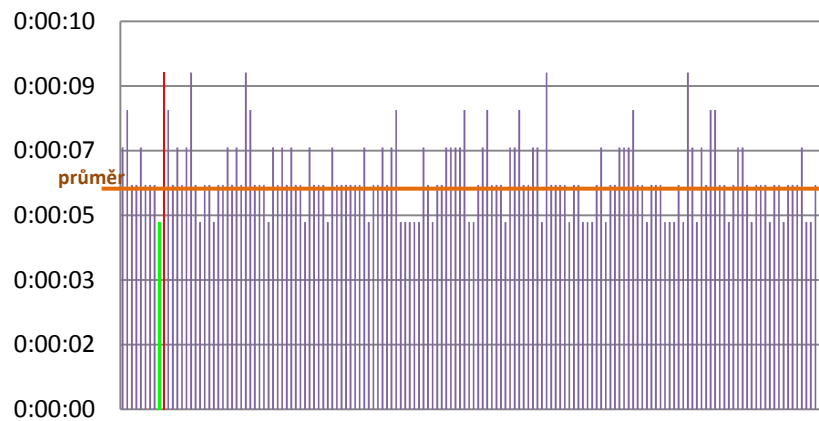
**PÁJENÍ ODRUŠOVACÍ PODLOŽKY ID 3783**  
**Graf přímých náměrů cyklových časů výroby 1 kusu**



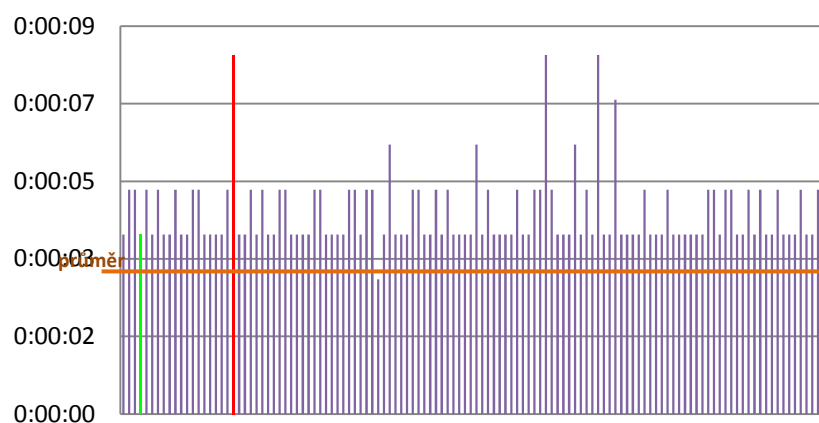
**SOUSTRUŽENÍ KOLEKTORŮ ID 3783**  
**Graf přímých náměrů cyklových časů výroby 1 kusu**



**ANKERTESTER ID 3783**  
**Graf přímých náměrů cyklových časů výroby 1 kusu**



**NALISOVÁNÍ MOSAZNÝCH PODLOŽEK ID 3783**  
**Graf přímých náměrů cyklových časů výroby 1 kusu**



**NALISOVÁNÍ PLASTOVÉ PODLOŽKY ID 3783**  
**Graf přímých náměrů cyklových časů výroby 1 kusu**

