

# Balancování výrobního taktu na montážních linkách ve vybrané firmě

Bc. Hana Krajčová

---

Diplomová práce  
2016

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta managementu a ekonomiky

---

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Hana Krajčová**  
Osobní číslo: **M14445**  
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**  
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Balancování výrobního taktu na montážních linkách ve vybrané firmě**

Zásady pro vypracování:

### Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

#### I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši na dané téma a formulujte teoretická východiska pro zpracování praktické části práce.

#### II. Praktická část

- Provedte analýzu současného stavu procesu výroby ve zvolené společnosti.
- Zhodnoťte výsledky analýzy a navrhněte varianty pro zlepšení současného stavu.
- Vypracujte projekt zvolených variant ve vybrané společnosti.

### Závěr



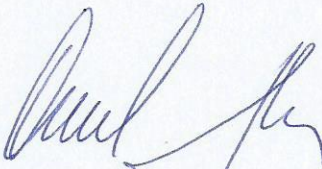
Rozsah diplomové práce: cca 70 stran  
Rozsah příloh:  
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

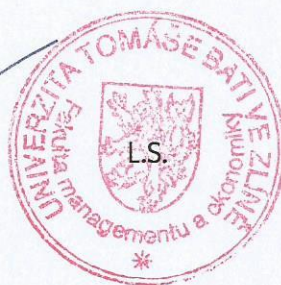
Seznam odborné literatury:

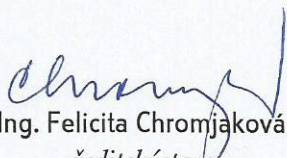
BADIRU, Adedeji Bodunde. Handbook of industrial and systems engineering. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, c2014, 1452 s. ISBN 978-1-4665-1504-8  
LIKER, Jeffrey K. The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer. New York: McGraw-Hill, c2004, 330 s. ISBN 0-07-139231-9  
CHROMJAKOVÁ, Felicity a Rastislav RAJNOHA. Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra. Žilina: GEORG, 2011, 138 s. ISBN 978-80-89401-26-0  
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

Vedoucí diplomové práce: Ing. Barbora Dombeková  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů  
Datum zadání diplomové práce: 15. února 2016  
Termín odevzdání diplomové práce: 18. dubna 2016

Ve Zlíně dne 15. února 2016

  
doc. RNDr. PhDr. Oldřich Hájek, Ph.D.  
děkan



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



# PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

## Prohlašuji, že

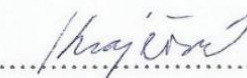
- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou 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;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

## Prohlašuji,

1. že jsem na diplomové/bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
2. že odevzdaná verze diplomové/bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

14.4.2016

  
.....  
podpis diplomanta

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce je zaměřena na vybalancování montážní linky ve vybrané společnosti. Obsahem teoretické části je popis průmyslového inženýrství, štíhlé výroby, plýtvání, ergonomie práce a standardizace. Tato teoretická část slouží jako podklad pro část praktickou. Praktická část je zaměřena na popis a analýzu současného stavu. Na základě výsledků je formulován projekt, na vybalancování vybrané montážní linky.

Klíčová slova: plýtvání, ergonomie, vybalancování linky, štíhlá výroba, materiálový tok, layout

## **ABSTRACT**

The thesis is focused on the balancing of assembly lines in the selected company. The theoretical part is a description of the concepts industrial engineering, lean manufacturing, waste, ergonomics and standardization. This theoretical part serves as a basis for the practical part. The practical part is focusing on the analysis of the current state. Based on the results is formulated project selected to balance the assembly line.

Keywords: waste, ergonomics, line balancing, lean manufacturing, material flow, layout

Touto cestou bych ráda poděkovala vedoucí mé diplomové práce

*paní Ing. Barboře Dombekové,*

za cenné rady, náměty a odborné vedení nejen při tvorbě této diplomové práce.

Mé poděkování dále patří

*Ing. Jiřímu Černému – JPS manažerovi ve firmě XY*

pod jehož vedením jsem měla tu čest ve firmě pracovat.

V neposlední řadě patří poděkování

*Ing. Lucii Šustkové – JPS specialiste*

a

*všem členům projektového týmu společnosti XY,*

kteří svými připomínkami, poskytnutými informacemi a důležitými podněty

prispěli k zpracování této diplomové práce.

# OBSAH

<b>ÚVOD .....</b>	<b>8</b>
<b>CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE .....</b>	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>10</b>
<b>1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....</b>	<b>11</b>
1.1 ANALÝZA A MĚŘENÍ PRÁCE.....	12
1.1.1 Měření práce.....	12
1.1.1.1 Přímé měření .....	13
1.1.1.2 Nepřímé měření.....	13
1.1.2 Druhy časových studií .....	14
1.2 ŠTÍHLÁ VÝROBA A ŠTÍHLÉ PRACOVIŠTĚ .....	16
1.2.1 5S .....	18
1.2.2 Další prvky štíhlého podniku .....	19
1.2.3 Omezení a rizika štíhlého pracoviště.....	22
1.2.4 Štíhlá logistika .....	23
1.3 PLÝTVÁNÍ .....	23
1.4 ERGONOMIE PRÁCE .....	26
1.4.1 Základní principy ergonomie pro pohyby rukou a zápěstí .....	26
1.4.2 Základní ergonomické principy pro manipulační úkoly .....	26
1.4.3 Ergonomická metoda RULA.....	27
1.4.4 Ruční manipulace s břemeny .....	27
1.5 STANDARDIZACE.....	28
1.5.1 Klíčové náležitosti standardů .....	28
1.6 SHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI .....	29
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>30</b>
<b>2 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI.....</b>	<b>31</b>
2.1 ZÁKLADNÍ INFORMACE.....	32
2.2 DOPLŇUJÍCÍ INFORMACE O ZÁVODU .....	32
2.3 HISTORIE ZÁVODU.....	32
2.4 VÝROBNÍ PORTFOLIO.....	32
2.5 TECHNOLOGIE VÝROBY .....	33
<b>3 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....</b>	<b>35</b>
3.1 MONTÁŽ .....	35
3.2 KRITERIÁLNÍ SWOT ANALÝZA.....	36
3.2.1 Materiálový tok na montáži .....	37
3.2.2 Montáž výrobku na lince MC6.....	41
3.2.3 Analýza činností operátora.....	42
3.2.4 Pohyb operátora u montážní linky.....	42
3.2.5 Spaghetti diagram .....	43
3.3 ANALÝZA CYKLU SE OPAKUJÍCÍCH ČINNOSTÍ OPERÁTORA.....	45
3.3.1 Kontrola hlučnosti .....	47
3.3.2 Kontrola radiální vůle .....	48
3.3.3 Uložení do krabice a vizuální kontrola .....	50

3.3.4	Zabalení a označení krabice .....	51
3.3.5	Srovnání spotřeby času u prvního a druhého operátora.....	52
3.4	ERGONOMICKÁ ANALÝZA .....	53
3.4.1	Ergonomická metoda RULA.....	55
3.4.1.1	Skóre polohy horní končetiny .....	55
3.4.1.2	Skóre polohy krku, trupu a nohou .....	56
3.4.1.3	Celkové skóre.....	56
<b>4</b>	<b>ZHODNOCENÍ ANALYTICKÉ ČÁSTI .....</b>	<b>57</b>
<b>5</b>	<b>PROJEKTOVÁ ČÁST.....</b>	<b>60</b>
5.1	POPIS PROJEKTU .....	60
5.2	CÍLE PROJEKTU .....	60
5.3	HARMONOGRAM PROJEKTU .....	61
5.4	PROJEKTOVÝ TÝM .....	61
5.5	LOGICKÝ RÁMEC .....	62
5.6	RIPRAN ANALÝZA .....	62
<b>6</b>	<b>NAVRHOVANÉ ZMĚNY .....</b>	<b>63</b>
6.1	NÁVRHY KE SNÍŽENÍ ERGONOMICKÉHO HLEDISKA .....	63
6.2	ODNÁŠENÍ SCHAFFER BEDEN .....	65
6.3	UMÍSTĚNÍ SCHAFFER BEDEN .....	67
6.4	CHŮZE PRO KRABICE .....	68
6.5	ŠTÍTKY.....	69
6.6	STANDARDIZACE ČINNOSTI OPERÁTORA.....	69
6.7	NEDOPLNĚNÉ KOMPONENTY .....	70
6.8	ZMĚNY PO VYBALANCOVÁNÍ TAKTU NA MONTÁŽNÍ LINCE .....	72
6.9	ČINNOST WATER SPIDERA .....	75
6.9.1	Činnosti vykonávané water spiderem.....	76
6.9.2	Zvýšení efektivity operátora .....	77
<b>7</b>	<b>ZHODNOCENÍ PROJEKTU .....</b>	<b>79</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>83</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>84</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>87</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>88</b>
	<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>89</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>91</b>



## ÚVOD

Diplomová práce se zabývá problematikou vybalancování výrobního taktu na montážních linkách. Z toho důvodu, že se závod chce neustále zlepšovat a posouvat dopředu, byl závodem zadán požadavek na vybalancování montážní linky, která je nejvíce vytížená. Touto linkou prochází nejdůležitější výrobní portfolio.

Současná situace na trhu vyžaduje, aby každá společnost, která produkuje jakékoli výrobky, neustále analyzovala a vyhodnocovala data z výrobního procesu. Díky provádění těchto analýz je možné zvýšit efektivitu všech operátorů na linkách a zabránit tak plýtvání, ke kterému může ve výrobním procesu docházet.

Diplomová práce je členěna do tří částí. V teoretické části jsou popsány odborné poznatky, které dále poslouží jako podklad ke zpracování praktické části. Na teoretickou část navazuje analytická část. V této části je stručně představena společnost. Dále jsou zde formulována obecná východiska projektu a analýza současného stavu. Na základě výsledků analýzy jsou doporučena opatření, která poslouží k vybalancování vybrané montážní linky.

Cílem této práce je vybalancovat montážní linku tak, aby se snížil čas věnovaný operátorem na činnosti, které nepřidávají hodnotu výrobku.

## CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cílem zadaného projektu je vybalancovat výrobní takt na montážní lince MC6. Autorka práce specifikovala cíl jako uspoření času stráveného u činnostech, které nepřidávají hodnotu výrobku. Tento uspořený čas využít k činnostem, které tvoří přidanou hodnotu a případné rozšíření pravomocí operátorů o další činnosti, které může vykonávat.

Za pomoci literární rešerše byla zkoumána daná problematika. Autorka práce věnovala čas studiu odborné literatury a článků v písemné i elektronické podobě.

V analytické části byla využita SWOT analýza, která popisuje oblast montáže závodu. Mimo analytické metody byly v práci použity také metody empirické, mezi které patří dotazování, pozorování a měření.

K analýze současného stavu byly použity následující metody a prostředky:

- **firemní dokumentace:** firemní dokumentace byla použita k analyzování situace na montáži,
- **studium metod práce:** informace o pracovních postupech byly získány pomocí studia metod práce s cílem vybalancovat výrobní takt na montážní lince,
- **měření práce:** pro vybalancování výrobního taktu na lince bylo nutné provést časové studie, které dopomohly s určením potřebného času na vykonávání jednotlivých činností,
- **fotodokumentace:** pořízené fotografie posloužily k názornému zobrazení procesu montáže,
- **rozhovory:** pro seznámení se s chodem montáže byly nutné rozhovory s vedoucími pracovníky i ostatními zaměstnanci,
- **technické pomůcky:** při zpracování a vyhodnocení analytické části byly použity následující pomůcky tužka, papír, stopky, fotoaparát a počítač,
- **teoretické poznatky:** v analytické části byly využity získané poznatky, které jsou popsány v teoretické části práce.

Za nejdůležitější část práce je považována projektová část, kde jsou navrženy opatření pro vybalancování výrobního taktu linky.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**



## 1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Pro definování, co průmyslové inženýrství znamená, byla vybrána definice pana Mašina a Vytlačila (1996. str. 79) Průmyslové inženýrství popisují jako: „*interdisciplinární obor, který se zabývá projektováním, zaváděním a zlepšováním integrovaných systémů lidí, strojů, materiálů a energií, s cílem dosáhnout co nejvyšší produktivity. Pro tento účel využívá speciální znalost matematiky, fyziky, sociálních věd i managementu, aby je společně s inženýrskými metodami dále využilo pro specifikaci a hodnocení výsledků dosažených těmito systémy.*”

Mezi základní techniky a činnosti průmyslového inženýra patří:

- tvorba pracovních míst (stanovení nejekonomičtější cesty k výkonu práce),
- nastavení výkonnostních standardů, a kritérií pro kvalitu, množství a cenu,
- projektování a instalace zařízení.
- konstrukce integrovaných systémů lidí, technologií, procesů a metod,
- rozvíjet modelování výkonů, měření a vyhodnocení systémů,
- rozvíjet a udržovat standardy kvality,
- zlepšit celkovou produktivitu integrovaných systémů lidí, materiálů a procesů,
- rozpoznat a začlenit faktory, které ovlivňují výkonost systému,
- plánovat, organizovat a řídit výrobní a servisní projekty,
- organizovat týmy ke zlepšení účinnosti a efektivnosti organizace,
- instalovat technologii s cílem usnadnit pracovní postup,
- zlepšit tok informací s cílem usnadnit hladký chod systémů,
- koordinovat materiály a zařízení pro efektivní výkon systémů. (Badiru, 2014, str. 4)

Dle Košturiaka (© 2007) by průmyslový inženýr měl být: poradce, konzultant, expert, analytik, projektant, organizátor, manažer, motivátor a vůdce při vedení týmů, trenér, instruktor atd.

## 1.1 Analýza a měření práce

Analýza a měření práce patří k základní znalosti každého průmyslového inženýra. Jedná se o jednoduchý a velmi účinný nástroj v boji proti plýtvání a neefektivnosti v procesech.

Aktivity, které souvisí s analýzou a měřením práce, můžeme rozdělit do dvou částí. Nejprve bychom se měli zabývat analýzou práce, jejímž výsledkem je identifikace plýtvání a neproduktivních činností. Po této fázi bychom se měli zaměřit na zjednodušení vykonávané práce. (Dlabač API, © 2015)

Ve druhé fázi se již můžeme zabývat konkrétním měřením práce, tedy určením spotřeby času dané činnosti. Při analyzování práce jde o detailní sledování pracovního postupu a zapojení selského rozumu. V celém procesu si neustále klademe otázky, zda je daná operace vykonávána tím nejlepším možným způsobem, či je možné některé činnosti eliminovat. (Dlabač API, © 2015)

Výstupem měření práce jsou normy spotřeby času, do kterých se promítá čas, který pracovník s určitými průměrnými dovednostmi a vloženým úsilím vynaloží na splnění pracovního úkolu. (Zandin, 2003, str. 7)

Dalšími oblastmi, ve kterých je měření práce možno použít jsou oblasti: stanovení celkových nákladů produktu nebo služby, výpočet optimálního počtu operátorů v měřeném procesu, výpočet optimální výše materiálu a také určení kapacit zařízení. (Zandin, 2003, str. 1)

### 1.1.1 Měření práce

Cílem měření práce je určit co nejobektivnější normu spotřeby času. Měření času je možno provádět různými postupy a to pomocí:

- hrubých odhadů,
- kvalifikovaných odhadů,
- využití historických údajů,
- časových studií, pomocí přímého měření,
- systémů předem určených časů. (Mašín, Vytlačil, 2000, str. 92)

### *1.1.1.1 Přímé měření*

Jedná se o stanovení spotřeby času za pomoci stopek, standardizovaných formulářů případně softwaru. Rozlišují se dva základní přístupy v oblasti přímého měření. Pokud sledujeme pracovníka a činnosti, které provádí, jedná se o snímek pracovního dne. Pokud je cílem sledování určení času operace, mluvíme o chronometráži. V této práci bude použit jak snímek pracovního dne operátora, tak chronometráž. (Dlabač API, © 2015)

### *1.1.1.2 Nepřímé měření*

Cílem nepřímého měření je rozbor jednotlivých úkonů na základní pohyby, kterým je následně přiřazen index, odpovídající určité spotřebě času. Všechny systémy předem definovaných časů pracují s jednotkou TMU (Time Measurement Units). 1 TMU = 0,036 s.

#### **Mezi nepřímé metody patří:**

- MOST (Maynard Operation Sequence Technique),
- MTM (Method Time Measurement),
- USD (Unified Standard Data),
- UAS (Universelles Analysier System),
- The Work Factor System. (Košturiak, Frolík, 2006, str. 73)

V dnešní době je MOST nejvíce používaný systém předem určených časů. Jedná se o systém, který je až na výjimky univerzálně použitelný ve všech odvětvích průmyslu. Systém MOST má čtyři základní rodiny a to Mini MOST, Basic MOST, Maxi MOST a Admin MOST. Nejpoužívanější je Basic MOST, který normuje činnosti trvající od desítek vteřin po minuty. Basic MOST pracuje s přesností setiny vteřiny. (Dlabač API, © 2015)

#### Výhody systému MOST:

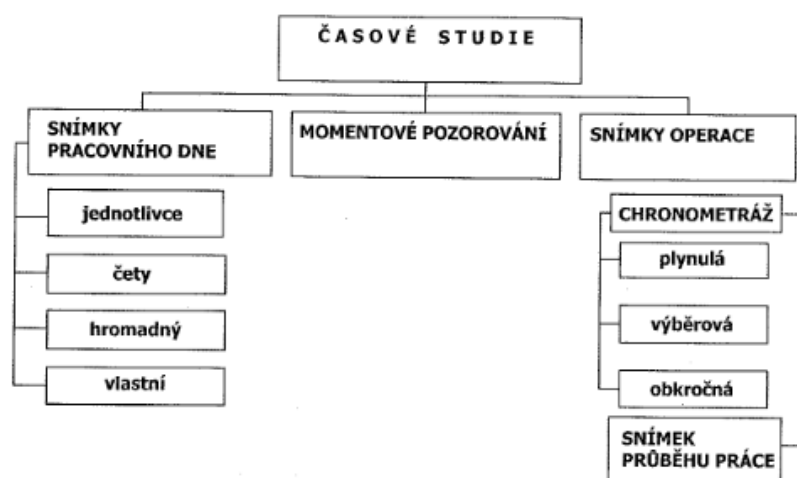
- při stanovení časových norem se přehodnocuje i pracovní postup z pohledu produktivity práce a nepotřebných činností,
- lze použít i ve fázi přípravy nové výroby,
- nejsou třeba stopky,



- je definován nutný čas pro výkon dané činnosti, neposuzuje se zde pracovní tempo,
- umožňuje analýzy alternativních řešení a výběr nákladově nejpříjemnější varianty. (Košturiak, Frolík, 2006, str. 73 - 74)

### 1.1.2 Druhy časových studií

Druhy časových studií, které se nejčastěji používají k měření spotřeby času, jsou znázorněny na Obrázku 1. Tyto metody budou popsány v následující podkapitole.



Obrázek 1: Druhy časových studií (Lhotský, 2005, str. 65)

#### Snímky pracovního dne

Snímek pracovního dne patří k formě přímého měření spotřeby času. Při této metodě se nepřetržitě měří a zaznamenává spotřeba času po dobu celé pracovní směny pracovníka nebo výrobního stroje. Cílem je změřit spotřebu času ve směně, zaměřit se také na velikost přestávek, ztrát a jejich příčin a následně podíl jednotlivých časů v celkovém čase. (Lhotský, 2005, str. 66)

Dle Pivodové (2014) jsou v praxi často využívány následující druhy snímků:

- snímek pracovního dne jednotlivce,
- snímek pracovního dne čety,
- hromadný snímek pracovního dne,
- vlastní snímek pracovního dne.

Jednotlivé druhy snímku pracovního dne:

- **Snímek pracovního dne jednotlivce:** nejvíce využívaný. Objektem pozorování je vždy jeden pracovník, který pracuje na jednom konkrétním pracovišti. Jedná se zde o detailní zachycení informací o využití času při pracovní směně
- **Snímek pracovního dne čtyř:** na jednom pracovišti se pozoruje skupina pracovníků, kteří pracují na hromadném úkolu. Je nutné pozorovat jak úkoly vykonávané jednotlivci, tak úkoly vykonávané celou pracovní četou.
- **Hromadný snímek pracovního dne:** při provádění tohoto snímku je nutné pozorování několika pracovníků, kteří provádějí samostatnou práci. Pozorovatel v pravidelných intervalech obchází sledované pracovníky v průběhu celé směny. Do pozorovacího listu pracovníka zaznamenává činnosti, které pracovník vykonává právě v danou chvíli.
- **Snímek vlastního pracovního dne:** provádí sám pracovník.
- **Snímek obsluhy více strojů jedním pracovníkem:** je nutné pozorovat pracovníka při obsluze všech strojů. Účelem tohoto snímku je především odstranění čekání pracovníka. (Líbal 1974, str. 366-368)

Při procesu snímkování je dobrá příležitost k zjišťování informací o lince přímo od zaměstnanců, kteří se na lince pohybují. Pokud komunikujeme přímo s pracovníky, dozvíme se řadu důležitých informací, které během pozorování nepostřehneme. Tyto informace nám mohou pomoci při řešení daného problému.

**Snímek operace (chronometráž)**

Snímek operace se provádí, pokud pozorujeme a měříme spotřebu času při vykonávání pravidelně se opakujících činností. Cílem snímku operace je určit skutečnou spotřebu času při vykonávání jednotlivých částí operace. (Líbal 1974, str. 368-370)

Etapy chronometráže:

1. **Příprava k pozorování a měření:** první etapa zahrnuje výběr pracoviště a daného pracovníka, rozdělení operace na jednotlivé úkony a následně určení doby trvání snímku. V této etapě je důležitý cíl chronometráže. Pokud je cílem studium pokrokových metod, sledujeme nejlepší pracovníky. Pokud se zaměřujeme na příčiny neplnění norem, pozorujeme pracovníky pracující pomaleji. Je-li cílem

získání podkladů pro vytvoření normativů času, zaměříme se na pracovníka, který má dostatečnou kvalifikaci, odvádí výrobky požadované kvality a dodržuje předpisy bezpečnosti práce. Důležité je, aby každý pozorovaný pracovník byl seznámen s účelem chronometráže.

- 2. Pozorování a měření:** zaznamenávání úkonů, měření stopkami a zapisování naměřených údajů do formuláře. Je nutné zapisovat postupný čas, ze kterého se počítá jednotlivý čas až po ukončení celého měření.
- 3. Zpracování a analýza naměřených hodnot:** Časy se shromažďují do časových řad, ze kterých se pak vyloučí velmi se odchylovající hodnoty. (Líbal 1974, str. 368-370)

#### Druhy snímku operace:

- **Plynulý:** kombinace snímku pracovního dne a chronometráže. Využívá se především v malosériové výrobě.
- **Výběrový:** předmětem pozorování jsou jen vybrané operace. Využívány v případě, že se operace nevykonávají v pravidelných cyklech.
- **Obkročný:** využívány v případě, že je třeba zjistit spotřebu času při velmi krátkých a opakujících se operacích. (Líbal 1974, str. 370)

## 1.2 Štíhlá výroba a štíhlé pracoviště

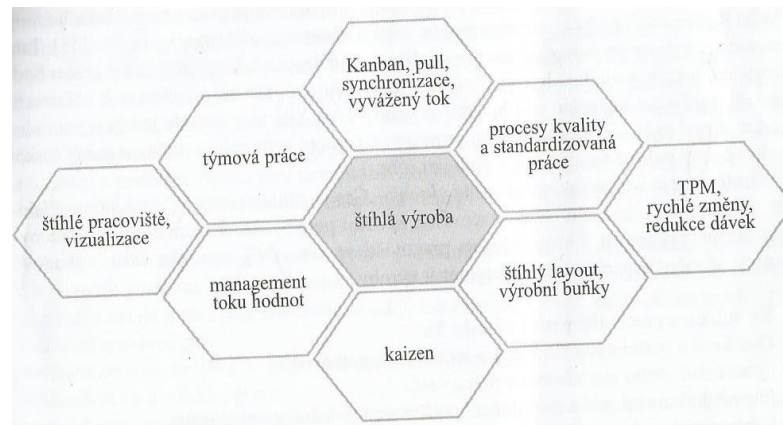
Štíhlá výroba je kompletní systém, který se orientuje především na změnu myšlení v oblasti řízení a organizace výrobních konceptů. Cílem je dosáhnout efektivně řízeného postupu optimalizace výrobních procesů. (Chromjaková, Rajnoha, 2011, str. 44)

Liker (2004, str. 6) definuje štíhlou výrobu jako: „*proces o pěti krocích, a to: vymezení hodnoty pro zákazníka, vymezení hodnotového toku, dosažení toho, aby proudil, tažení od zákazníka zpět a usilování o dosažení excelence.* ”

Košturiak a Frolík (2006, str. 17) tvrdí, že zeštíhlování je pouze provádění pouze těch činností, které přináší hodnotu. Tyto činnosti je potřeba dělat správně a hned napoprvé.

Pokud chce podnik implementovat principy štíhlé výroby, je nutné se dle Košturiaka a Frolíka (2006, str. 23) zaměřit se na prvky, které jsou zobrazeny v následujícím Obrázku 2.





Obrázek 2: Štíhlá výroba (Košturiak, Frolík, 2006, str. 23)

Za autora celé koncepce štíhlé výroby je považován Taichi Ohno, který se soustředil na uplatňování pravidel, mezi které patří: zlepšovat pouze to, co je třeba, eliminovat vše, co nepřidává hodnotu a ihned zastavit vše, co je špatné. (Charron, 2015, s. 48-49; Tuček, 2006, s. 226)

Zavedením prvků štíhlé výroby dochází eliminaci plýtvání, které je popsáno v následující kapitole. Základem štíhlé výroby je **štíhlé pracoviště**. Pohyby, které pracovníci na svém pracovišti denně provádějí, závisí na tom, jak je pracoviště rozvržené. Od pohybů na pracovišti se pak odvíjí spotřeba času, výkonové normy, výrobní kapacity a další parametry výroby. (Košturiak, Frolík, 2006, str. 24)

Košturiak a Frolík (2006, str. 64) tvrdí, že ke štíhlému pracovišti patří implementovaná metoda 5S. Krišťák (©2007) tento názor potvrzuje a dodává, že změna původního pracoviště na štíhlé by měla být prováděna v následujících krocích:

- přestavba pracoviště za pomoci metody 5S,
- vizualizace pracoviště,
- identifikace činností nepřidávajících hodnotu a jejich odstranění + provedení ergonomických analýz,
- odpovědnost pracovníků za kvalitu na pracovišti.

Košturiak a Frolík (2006, str. 136) navíc doplňují další koncepci a to *chaku-chaku*, která je založena na zakládání více součástek ve skupině pracovišť. Tyto pracoviště následně obsluhuje pouze jeden pracovník. Pracovník je v takovém procesu dostatečně využitý a kombinuje práci u více pracovišť tak, že od jednoho stroje přechází k druhému. Napomáhá

tomu uspořádání pracovišť, které je ve tvaru písmene U, aby mohl pracovník plynule přecházet z konce procesu opět na začátek.

### 1.2.1 5S

5S tedy pět kroků dobrého hospodaření, vzniklo intenzivní prací lidí působících ve výrobní sféře. Následuje 5 kroků dobrého hospodaření označených jejich japonskými názvy:

1. Seiri: rozdělit na pracovišti nezbytné pomůcky od zcela zbytečných a tyto zbytečné z pracoviště odstranit. K tomuto kroku jsou nejčastěji využívány červené štítky, kterými jsou označovány všechny nepotřebné věci na pracovišti. Platí zde jednoduché pravidlo a to odstranit z pracoviště vše, co nebude použito v následujících dnech.
2. Seiton: všechny věci, které po prvním kroku na pracovišti zůstaly uspořádat přehledným způsobem. K tomuto kroku je důležité označení pracoviště speciálními značkami. Značky na podlaze nebo v jednotlivých částech pracoviště označují místa pro rozpracované výrobky, pomůcky, nástroje apod.
3. Seiso: udržovat pracoviště v čistotě. Obsluha pracoviště může během čištění narazit na různé drobné poruchy a nedostatky, které mohou následně výrobu negativně ovlivnit. Je-li stroj pokryt nečistotou, je těžké odhalit jakékoliv problémy, které se mohou na stroji objevit. Neustálým udržováním čistoty na pracovišti se předchází zbytečným poruchám.
4. Seiketsu: předchozí koncepci rozšířit i na sebe a neustále opakovat předchozí tři kroky. Udržovat osobní čistotu je zde chápáno tak, že každý pracovník má na sobě vhodný pracovní oděv, ochranné pracovní pomůcky a udržuje pracoviště v čistém a zdravotně nezávadném stavu.
5. Shitsuke: zavedení důležitých standardů pro každý z pěti kroků. Součástí těchto standardů by měl být také způsob, jak hodnotit v každém kroku dosažený pokrok. (Imai, 2005, str. 70 - 76)

Košturiak a Frolík koncepci 5S vysvětlují podobně. Toto vysvětlení se nachází v Tabulce 1. V tabulce se nachází nejen české, anglické a japonské názvy, ale také popis jednotlivých kroků.

Tabulka 1: Prvky štíhlého pracoviště (Košturiak, Frolík, 2006, str. 65)

japonsky	anglicky	česky	akce
seiri	sort	setřídít	definovat položky, které jsou na pracovišti potřebné, a které se musejí odstranit
seiton	streighten	systematizovat	definovat místo pro položky na pracovišti
seiso	shine	společně čistit	vyčistit a uspořádat pracoviště
seiketsu	standardize	standardizovat	vytvořit standardy uspořádání pracoviště
shitsuke	sustain	stále zlepšovat	audity a zlepšování systému 5S

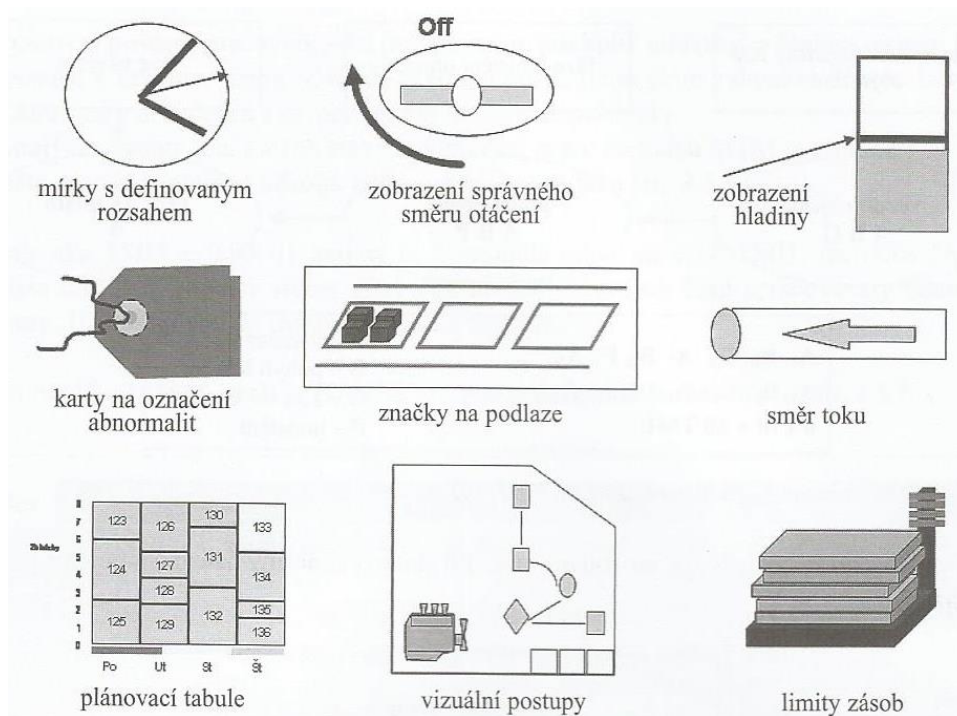
### 1.2.2 Další prvky štíhlého podniku

**Vizualizace** je důležitým prvkem všech štíhlých podnikových procesů. Pomocí vizualizace zjišťujeme, jakou rychlostí probíhá daný proces, co je standardní průběh procesu a co nestandardní, jaká je kvalita, produktivity a efektivnost procesu. Pomocí vizualizace procesů je možné předcházet chybám. Napomáhá také správné komunikaci na pracovišti a zviditelnění hlavních cílů a výsledků. (Košturiak, Frolík, 2006, str. 25, Krišťák ©2007)

Mezi základní prvky vizualizace na pracovišti, můžeme zařadit následující:

- tabule výrobního týmu,
- kanban karty,
- červené kartičky,
- čáry limitů,
- označení ploch na podlaze,
- postup práce,
- označení neshodných výrobků,
- tabule chyb, plánovací a taktovací tabule,

- checklisty,
- fotografie apod. (Košturiak, Frolík, 2006, str. 77)



Obrázek 3: Příklady vizualizace na pracovišti (Košturiak, Frolík, 2006, str. 78)

**Týmová práce** je základem pro správné fungování většiny prvků štíhlého podniku. V každém podniku je velmi důležitá správná komunikace a spolupráce mezi lidmi, z toho důvodu je potřeba zapojovat pracovníky do projektových a procesních týmů. Důležité znaky týmové práce zobrazuje Obrázek 4. (Košturiak, Frolík, 2006, str. 25)

Pro to, aby probíhala týmová práce, je třeba vytvořit vhodné prostorové a organizační podmínky. Většinou je důležité změnit **layout** a vytvořit **výrobní buňky**. (Košturiak, Frolík, 2006, str. 25)



Obrázek 4: Znaky týmové práce (Debnár, ©2007)

**Kaizen** je japonské slovo, které v češtině znamená neustálé zlepšování. Je velmi důležité, aby pracovníci, kteří v podniku pracují, viděli problémy, upozorňovali na ně a aktivně odstraňovali jejich příčiny. Nikdo jiný nemá tolik zkušeností a poznatků z procesu, jako člověk, který tam přímo pracuje. (Košturiak, Frolík, 2006, str. 25)

**TPM** (Total Productive Maintenance) = totálně produktivní údržba. Hlavním cílem je zvyšovat produktivitu zařízení tím, že se redukuje všechny čas, který ubírá danému stroji kapacitu. Mezi aktivity TPM patří zvyšování výkonnosti firmy, zapojení všech pracovníků do zlepšování, postupné zvyšování efektivnosti zařízení, růst kvalifikace pracovníků údržby i všech operátorů, vytvoření vyhovujících pracovních podmínek a v neposlední řadě eliminace poruch, abnormalit a všech ztrát na stroji. Důležitá je zde spolupráce výrobních pracovníků s pracovníky údržby. (Košturiak, Frolík, 2006, str. 26, Buledovič, ©2012)

**SMED** (Single Minute Exchange of Die) = rychlé změny výrobního sortimentu. Metoda SMED má většinou dva cíle. Prvním je získat část kapacity stroje, která se ztrácí zdlouhavým přestavováním. Druhým cílem je zajistit rychlý přechod z jednoho typu výrobku na druhý, a tím umožnit výrobu v malých dávkách. (Košturiak, Frolík, 2006, str. 26)

Pro urychlení časů při přetypování strojů je možné použít následující kroky:

1. Oddělení interních činností (provádí se při vypnutém stroji) přetypování od externích činností (je možné ho vykonávat při zapnutém stroji).
2. Redukce interních činností tak, aby se více činností provádělo externě.
3. Redukce externího času přetypování. Důležitá je organizace pracoviště a ostatních činností v dílně.
4. Redukce celkového času pro přetypování. (Kormanec, ©2007)

**Procesy kvality a standardizovaná práce** jsou základem každé výroby. Kvalita není několikanásobná kontrola ani přísné směrnice kvality. Jedná se o okamžité zjištění jakékoliv chyby, okamžité reagování na ni, hledání a odstraňování příčiny vzniku nekvality. Pokud chce podnik správně standardizovat práci, je nutné umět správně analyzovat a měřit. (Košturiak, Frolík, 2006, str. 26 - 27)

### 1.2.3 Omezení a rizika štíhlého pracoviště

Pokud chceme v podniku implementovat štíhlé pracoviště, mohou nastat různá omezení a rizika, které z této implementace vychází. Omezení a rizika jsou následující:

1. Analýza a měření práce se musí vykonávat s přímou spoluprací pracovníků na daném pracovišti.
2. Pokud lidé zjistí, co se na pracovišti děje, začnou mít obavu ze zkracování výkonových norem.
3. Může se také stát, že dojde k chybné interpretaci – měření práce není normováním, naměřený čas není výkonová norma.
4. Pokud nemá pověřená osoba dostatečnou znalost metod, vede to obvykle k nesprávným výsledkům.
5. Nízká produktivita měření práce s pomocí metod předdefinovaných časů.
6. Někdy není možnost měnit konstrukci výrobních zařízení, z toho důvodu, že mateřská firma má vývoj a přípravu výroby v zahraničí a její inženýři nedostatečně akceptují připomínky výrobních pracovníků z východní části Evropy.
7. Pokud není ve firmě správně nastaven motivační systém a systém odměňování, mají pracovníci odpor vůči všem formám zvyšování produktivity.

8. Nesouhlas může být i ze strany odborářů, kteří se někdy domnívají, že štíhlé pracoviště znamená vykořisťování pracovníků.
9. Nesprávně vybrané pracoviště, kdy náklady na zeštíhlení pracoviště mohou vysoce převyšovat přínosy. (Košturiak, Frolík, 2006, str. 80)

#### 1.2.4 Štíhlá logistika

V logistických systémech, se stejně jako všude jinde využívá mnoho přístupů a metod, vedoucích k optimalizaci všech vykonávaných činností. S rozvojem moderní logistiky vznikají stále nové techniky, jak dosáhnout štíhlé logistiky. (Uhrová, © 2012)

##### Milk Run

Jedná se o jednu z technik štíhlé výroby. Tuto techniku je možné využít jak interně, tak externě. Interní Milk Run je realizován mezi dodavatelem a podnikem, kdežto interní Milk Run slouží k zásobování pracovišť uvnitř podniku. Materiál se rozváží (většinou pomocí vláčeků) ze skladu po přesně určených logistických trasách s přesně stanoveným harmonogramem na přímo určené místo. Při vyložení nového materiálu jsou zároveň z tohoto místa odvezeny již prázdné obaly. Technika Milk Run je využívána při větších vzdálenostech mezi procesy. (Uhrová, © 2007)

##### Water spider

Jedná se o osobu, jejímž hlavním úkolem může být doplňování materiálu k daným pracovištím. Může také vykonávat činnosti jako dohled nad novými pracovníky, poskytování školení apod. Hlavním přínosem water spidera je, že dochází k maximálnímu zaměření operátorů na lince na činnosti přidávající hodnotu výrobku. Techniku water spidera je možné využít, pokud jsou dopravní vzdálenosti krátké, na rozdíl od Milk Runu. (Miller, © 2010)

### 1.3 Plýtvání

Obecná definice plýtvání je dle Pavelky (© 2015) vše, co zvyšuje náklady na daný produkt a nepřidává mu žádnou hodnotu pro zákazníka. Pokud podnik chce jakkoliv zlepšovat své procesy, je nutné plýtvání eliminovat.

Operátor vykonává během pracovního procesu mnoho jednotlivých kroků, ale jen malý počet z těchto kroků zvyšuje hodnotu produktu, pokud jde o zákazníka. Na druhou stranu některé z těchto kroků, které nepřidávají hodnotu produktu, jsou pro vykonávání práce



nezbytné. Důležité je, minimalizovat čas strávený hledáním, přinášením nástrojů a materiálu a umístit je co nejlíže k místu, kde jsou třeba. (Liker, 2004, str. 28)

7 + 1 druhů plýtvání:

1. Nadvýroba – dle výrobního systému Toyota je nadprodukce jedním z nejhorších druhů plýtvání, protože vyžaduje dodatečné náklady, skladovací prostory, dodatečnou práci na znehodnocených výrobcích, které v konečném důsledku nejsou prodány.
2. Čekání – zde patří různé varianty a to čekání na: materiál, opravu stroje, čekání seřízeného stroje na uvolnění do výroby a pozorování běžícího stroje operátorem.
3. Nadbytečná manipulace a transport – nejčastější druh plýtvání.
4. Nevhodný pracovní postup – může vyvolat potřebu dodatečné práce.
5. Vysoké zásoby – vyvolávají dodatečné náklady na jejich udržování. Ovlivňují plynulou výrobu bez výpadků, snadnější překlenování poruch, hospodárnou produkci apod.
6. Zbytečné pohyby – tyto pohyby nezvyšují hodnotu výrobku, můžeme zde zařadit např. přesun pracovní úlohy na jiného pracovníka, přesun produktů mezi pracovištěm, hledání náradí, nástrojů po dílně, přesouvání materiálu, informací, produktů, hledání vedoucího týmu apod.
7. Chyby pracovníků – zvyšují náklady díky dodatečným činnostem, jako jsou např.: opakované operace, vícenásobný transport nebo manipulace, opakovaná kontrola apod.
8. Nevyužití schopnosti pracovníků – velmi nákladný druh plýtvání. Je důležité využívat potenciál každého pracovníka. Příkladem může být umístění pečlivého a svědomitého pracovníka na pracoviště kvality a fyzicky zdatného pracovníka např. do skladu. (Chromjaková, Rajnoha, 2011, str. 47 – 48, Mašín, 2000, str. 46 – 47)

Pavelka (© 2015) označuje tyto příčiny plýtvání:

- nedostatečný pořádek a čistota,
- nedostatečná komunikace v podniku,
- poruchy strojů,

- dlouhá doba seřízení,
- nevhodné plánování,
- neznalost stavu na lince,
- nevhodné pracovní postupy,
- nedostatečné zaučení a trénink pracovníků.

Následně Pavelka (© 2015) definuje také důsledky plýtvání, mezi které patří:

- nevyužité stroje, úzká místa a hlavně vysoké prostoje,
- vysoké zásoby, rozpracovaná výroby,
- nekvalita a zmetky,
- neuspořádané pracoviště,
- vysoké náklady,
- přetíženost některých pracovních pozic.

Pokud podnik chce změřit možnost zlepšení, je nutné plýtvání převést do číselných hodnot. Pokud tyto číselné hodnoty jsou k dispozici, můžeme porovnat, zda se podniku náklady na odstranění plýtvání vrátí. (Pavelka API, © 2015)

API používá tyto nástroje na zachycení a kvantifikaci plýtvání:

- mapa plýtvání,
- VSM mapa,
- procesní analýzy,
- špagetový diagram,
- snímkování práce,
- náměry cyklových časů,
- metoda MOST apod. (Pavelka API, © 2015)

## 1.4 Ergonomie práce

Ergonomie je věda, která se zabývá optimalizací činností ve vztahu k možnostem, rozměrům a potřebám pracovníků. Principy ergonomie jsou aplikovány na přizpůsobení pracovních podmínek vzhledem k fyzické, psychické i sociální dispozici každého pracovníka. Cílem ergonomie práce je zajištění pohodlí a bezpečnosti každého pracovníka v podniku.

V ergonomickém přístupu je ústředním bodem pracovník a veškeré faktory pracovního systému jsou navrženy tak, aby pracovník pracoval v co nejpohodlnějším prostředí, a zároveň se stal co nejvíce efektivním. (Salvendy, 2001, str. 1194 - 1195)

### 1.4.1 Základní principy ergonomie pro pohyby rukou a zápěstí

Mezi základní principy ergonomie pro opakující se pohyby horních končetin patří:

- redukovat počet pohybů za směnu,
- udržovat neutrální polohy zápěstí (snížit ohýbání a rotaci zápěstí),
- snižovat zatěžování velkých svalových sil rukou (snížit na minimum hmotnost ručně manipulovaných břemen),
- zkracovat dosahové vzdálenosti ručně manipulovaného materiálu,
- vyhýbat se nepříznivým pracovním polohám,
- výběr vhodného náradí pro danou činnost,
- užívání ochranných osobních pracovních pomůcek. (Hlávková, Valečková, 2007, str. 6)

### 1.4.2 Základní ergonomické principy pro manipulační úkoly

Základní ergonomické principy pro manipulační úkoly jsou následující:

- redukovat ruční manipulaci s břemeny a manipulaci na paletových vozících,
- redukovat hmotnost přenášených a převážených břemen,
- omezit dráhu manipulace, frekvenci manipulace a zavést vhodnou techniku manipulace s břemeny,
- věnování pozornosti ukládání (vhodné kontejnery a jejich umístění),

- v neposlední řadě výchova a školení pracovníků v oblasti ergonomie při ruční manipulaci s břemeny. (Hlávková, Valečková, 2007, str. 8)

### 1.4.3 Ergonomická metoda RULA

RULA (Rapid Upper Limb Assessment) je ergonomická metoda, která je využívána na pracovištích, kde se vyskytuje zatížení horních končetin. Speciální důraz klade na zatížení krku, trupu, paží, předloktí a zápěstí. Výsledkem této analýzy je vypočítané skóre, které doporučuje úroveň potřeby provedení změn na pracovišti. (Hlávková, Valečková, 2007, str. 64)

Metoda RULA má tři fáze:

1. Pozorování a výběr rizikového pohybu.
2. Hodnocení a zaznamenání pohybu.
3. Výpočet finálního skóre. Vyhodnocení naléhavosti opatření. (Podnikátor, 2012)

Vyhodnocení dle vypočítaného skóre:

- Skóre 1-2: Přijatelná práce, jestli není prováděna po dlouhou dobu. Kategorie 1.
- Skóre 3-4: Potřeba dalšího hodnocení. Kategorie 2.
- Skóre 5-6: Naléhavé požadavky na změny. Kategorie 3.
- Skóre 7: Nutnost okamžitého zastavení činnosti. Kategorie 4. (Podnikátor, 2012)

### 1.4.4 Ruční manipulace s břemeny

Podmínky ochrany zdraví při manipulaci s břemeny stanovuje Nařízení vlády č.361/2007 Sb. Pod pojmem ruční manipulace s břemeny se rozumí přepravování, zvedání, pokládání, tahání, posunování nebo přemísťování jakéhokoli břemene jedním nebo více pracovníky. (Gaurd7, 2016)

V této problematice se vyskytují následující pojmy:

- Občasné = nepřesahuje 30 minut v osmihodinové směně.
- Časté = přesahuje 30 minut v osmihodinové směně.
- Ve směně = součet hmotnosti manipulovaných břemen během osmihodinové směny. (Gaurd7, 2016)

Tabulka 2: Hmotnostní limity pro ruční manipulaci s břemeny (Gaurd7, 2016)

	Ruční manipulace s břemeny		
	Občasné [kg]	Časté [kg]	Ve směně [kg]
<b>muži</b>	50	30	10 000
<b>ženy</b>	20	15	6 500

## 1.5 Standardizace

Standardizace na pracovišti znamená nutnost převést technologické a technické požadavky do každodenních provozních standardů pro dělníky a všechny zaměstnance podniku.

(Imai, 2005, str. 35)

V podniku existují dva typy standardů a to manažerské standardy, mezi které patří administrativní předpisy, směrnice v oblasti personální politiky, popisy pracovních zařazení apod. Druhým typem standardů jsou provozní standardy, které se zaměřují na to, jak pracovníci provádí svou práci. Provozní standardy se zaměřují na externí požadavky jak dosáhnout kvalitních výrobků a uspokojit tak požadavky zákazníka. (Imai, 2005, str. 63)

Liker (2004, str. 148) tvrdí, že při tvorbě jakéhokoli standardu je nutné splnit dvě podmínky. Standardy musí být vytvořeny dostatečně podrobně a jasně. Musí ale působit pružně až proměnlivě. Pracovníci, kteří vykonávají standardizovanou práci, musí mít možnost nejen tuto práci neustále zlepšovat, ale také navrhopvat změny a poskytovat zpětnou vazbu, aby byla práce vykonávána co nejpřirozeněji.

K předcházejícímu tvrzení doplňuje Košturiak (2010, str. 205), že bez standardů není možné dosáhnout zlepšení a bez zlepšení nelze řídit.

### 1.5.1 Klíčové náležitosti standardů

Standard představuje nejlepší, nejsnadnější a nejbezpečnější způsob, jak danou práci vykonávat. Ve standardech se odráží mnohaleté zkušenosti pracovníků. Nabízí také způsob, jak zachovat know-how a odborné znalosti. Pokud z podniku odejde zaměstnanec, který zná nejlepší způsob, jak práci vykonávat, a nepodělí se s ostatními o své zkušenosti, odejde jeho know-how s ním. Proto je nejvhodnější práci standardizovat, aby zkušenosti zůstávaly v podniku a neodcházeli se zaměstnanci.

Z důvodu zavedených standardů mohou manažeři měřit a spravedlivě hodnotit pracovní výkony. Každá nepřítomnost nebo nedodržení standardů vede k abnormalitám, variabilitě a plýtvání. Standardy jsou základem pro udržování i zlepšování. Pokud nejsou zavedeny standardy, není možné srovnávat, zda podnik dosáhl zlepšení nebo ne.

Důležitou úlohou je, že poskytují cíle a specifikují úkoly v oblasti školení zaměstnanců. Součástí standardů jsou i vizuální znaky, které napomáhají ke správnému vykonávání dané činnosti. Důležitým předpokladem standardů je, aby byly snadno srozumitelné.

Jsou základem pro školení zaměstnanců, audity a diagnózy. Standardy pomáhají manažerům při kontrole, zda práce probíhá normálně. Závěrem napomáhají zabránit opakovaným chybám a minimalizují variabilitu. (Imai, 2005, str. 63-65)

## 1.6 Shrnutí teoretické části

Literární rešerše, provedená v teoretické části práce, tvoří východiska pro praktickou část diplomové práce, jejímž tématem je balancování výrobního taktu na montážních linkách. Pro zpracování teoretické části byla využita odborná literatura, zahraniční zdroje i materiály elektronických článků. V první kapitole byl popsán pojem průmyslové inženýrství, co průmyslové inženýrství znamená a čím se průmyslový inženýr zabývá. V podkapitole průmyslového inženýrství byla popsána analýza a měření práce. Byly zde zmíněny různé druhy časových studií, vybrané metody budou užity v praktické části práce. Další částí této kapitoly byla štíhlá výroba, štíhlé pracoviště a štíhlá logistika. V této části byly rozepsány možnosti, jak štíhlého podniku, štíhlého pracoviště a také štíhlé logistiky dosáhnout. Také zde byla zmíněna rizika a omezení, která z implementace štíhlého pracoviště vychází.

Následovala také kapitola o plýtvání, na které bylo při vybalancování výrobního taktu často naráženo. Další část rešerše se vztahuje k ergonomii práce. Ergonomie byla v práci zdůrazněna z důvodu snížení ergonomického rizika při práci. Poslední částí byla kapitola o standardizaci, která je nevyhnutelně nutná v každém podniku a při každé činnosti. V této kapitole bylo zmíněno, co standardizace znamená, a také jaké náležitosti mají standardy mít.

## **PRAKTICKÁ ČÁST**



## 2 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Závod popisovaný v této práci se zabývá výrobou jehličkových, válečkových ložisek a kladek pro automobilový průmysl. Ve vybraném závodu je produkováno celkem přes 2 500 různých typů ložisek.

Vizi společnosti je: *„Odhodlání být závodem bezpečným a šetrným k životnímu prostředí, vyhledávaným zaměstnavatelem a významným partnerem pro zákazníky, dodavatele, místní komunitu a všechny ostatní obchodní partnery.“* (Zdroj: Interní materiály společnosti)

Závod věnuje vysokou pozornost dosahování kvality a svého výkonu společně s rozvojem lidských zdrojů. Společnost usiluje o to být lídrem na trhu v automobilovém průmyslu a strojírenství v produktovém portfoliu jehličkových ložisek, válečkových ložisek a kladek.

Podíl exportu tvoří 98 % produkce. Nejvíce výrobků se vyváží do Německa, Švédska, Francie, Itálie a Španělska. Mezi hlavní odběratele závodu patří například VW, Škoda, Renault, Nissan, John Deere, Bosch a mnoho dalších. (Zdroj: Interní materiály společnosti)



Obrázek 5: Produkty společnosti (Zdroj: Interní materiály společnosti)

## 2.1 Základní informace

Název společnost: XY, s.r.o.

Sídlo: Bystrovany

Vznik společnosti: 2000

Počet zaměstnanců: 400

## 2.2 Doplnující informace o závodu

Závod je členem:

- Sdružení automobilového průmyslu,
- Svazu průmyslu a dopravy ČR,
- Krajské hospodářské komory / Okresní hospodářské komory,
- Japonské obchodní komory / Americké obchodní komory,
- České platformy bezpečnosti průmyslu.

Závod je certifikován dle standardů:

- ISO TS 16949 – oblast kvality,
- ISO 14001 – oblast životního prostředí,
- ISO 18001 – oblast bezpečnosti práce. (Zdroj: Interní materiály společnosti)

## 2.3 Historie závodu

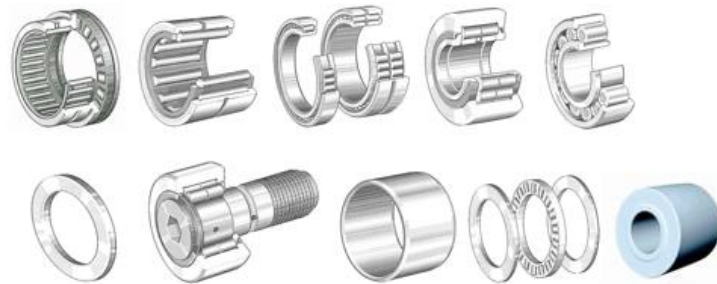
Závod byl založen v roce 2000. V roce 2001 proběhla výstavba závodu a v roce 2002 zde byla převedena výroba jehličkových a válečkových ložisek z Německa. V roce 2004 byla úspěšně dokončena výstavba procesu na výrobu kladek do motorů. V roce 2006 zde byla převedena výroba z Francie. V letech 2007, 2008 a 2011 byl závod oceněn jako nejlepší zaměstnavatel olomouckého kraje. (Zdroj: Interní materiály společnosti)

## 2.4 Výrobní portfolio

V závodě jsou vyráběny následující typy ložisek a kladek do spalovacích motorů:

- jehličková ložiska,

- kombinovaná ložiska,
- axiální ložiska,
- ložiska do železničního průmyslu,
- vnitřní kroužky (komponenty),
- válečková ložiska,
- válečková axiální ložiska,
- kladky. (Zdroj: Interní materiály společnosti)



Obrázek 6: Výrobní portfolio (Zdroj: Interní materiály společnosti)

## 2.5 Technologie výroby

Ložisko se skládá z vnějšího kroužku, vnitřního kroužku a valivých prvků. Těmito valivými prvky jsou kuličky, kuželíky, jehličky nebo válečky, které bývají umístěny v tzv. kleci. Závod je zaměřen na výrobu ložiskových kroužků a montáž ložisek. Výroba ložiskových kroužků prochází těmito výrobními fázemi: soustružení, dokončovací operace za měkka i za tvrda, kalení, broušení a montáž.

První výrobní fází je soustružení, které je prováděno na CNC strojích, na nichž se z bezešvých trubek a tyčí vysoustruží komponenty požadovaných tvarů a rozměrů. Následně takto připravené polotovary ze soustružny prochází praním, sušením a zakalením buď ve vlastní kalící peci, nebo se zakalení provádí externě. V rámci další fáze dochází k broušení čelní plochy ložiskových kroužků, vnějšího průměru, vnitřního průměru, oběžné dráhy

a opěrného čela. Vše je broušeno na speciálních bruskách. Poté kroužky prochází přehlazováním povrchu (tzv. honováním), čímž se minimalizuje jeho hlučnost.

Závěrečnou etapou je montáž, která bude detailněji popsána v následujících kapitolách.

(Zdroj: Interní materiály společnosti)

### 3 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Tato kapitola je věnována analýze současné situace na montážní lince. Začíná SWOT analýzou oblasti montáže, následuje popis materiálového toku a popis montáže výrobku na zvolené lince. Nakonec následují jednotlivé prováděné analýzy.

Cílem analýzy současného stavu je odhalení možných nedostatků na firmou zvoleném pracovišti.

#### 3.1 Montáž

Proces montáže ložisek byl vybrán z toho důvodu, že je v daném závodě jednou z hlavních činností, které jsou zde prováděny. Na pracovišti jsou vykonávány dva druhy montáže a to ruční a s pomocí automatických strojů. K provedení vybalancování výrobního taktu bylo vybráno pracoviště na montážní lince MC6, kde je robot a jeden operátor, který montáž provádí. Tato linka byla vybrána z důvodu nejvyšší vytíženosti a také proto, že zde prochází nejvýznamnější výrobní portfolio.

Z toho důvodu, že v současné době nelze změnit rychlost linky, tudíž nelze zvýšit produktivitu operátora, budou analyzovány pouze činnosti, které provádí operátor. Na základě těchto analýz budou navrženy změny, které by měly posloužit k lepšímu vybalancování výrobního taktu na lince MC6.



Obrázek 7: Montážní linka MC6 (Zdroj: Vlastní zpracování)

### 3.2 Kriteriaální SWOT analýza

SWOT analýza pomáhá společností zhodnotit nejen své silné a slabé stránky, ale také zaměřit se na problematická místa nebo příležitosti, které mohou sloužit k rozvoji společnosti. Tato SWOT analýza byla zpracována na oblast montáže ve vybraném závodě.

Při vytváření analýzy bylo vycházeno z pozorování na daném místě.

Tabulka 3: Kriteriaální SWOT analýza (Zdroj: Vlastní zpracování)

<b>Silné stránky</b>		<b>Slabé stránky</b>	
Rotace operátorů na pracovišti	0,3	Nedostatečná komunikace mezi pracovníky	0,3
Aktualizace standardů	0,2	Neochota operátorů přistoupit na nové změny	0,4
Kvalitní výrobky	0,5	Nízké zapojení operátorů do zlepšování	0,3
<b>Příležitosti</b>		<b>Hrozby</b>	
Orientace zákazníků na vysokou kvalitu	0,4	Ekonomická krize v exportních zemích	0,5
Vstup na nové trhy	0,4	Změna legislativy, daní, zákonů	0,2
Pohyby kurzu české koruny (výnosy při vývozu)	0,2	Změna spotřebitelských preferencí	0,3

Jako nejvýznamnější silnou stránkou byla zvolena vysoká a trvalá kvalita vyrobených výrobků. Vysoká kvalita je silnou stránkou z toho důvodu, že na kvalitu je v závodě kladen velký důraz. Oproti tomu nejslabší stránkou se jevila neochota zaměstnanců přistoupit na nové změny, což bylo vyzpozorováno přímo na pracovišti při rozhovorech se zaměstnanci. Někteří zaměstnanci jsou toho názoru, že není nutné něco měnit, když to tak funguje doposud.

Společnost může využít příležitosti z vnějšího prostředí, mezi které byla zařazena možnost vstupu na nové trhy. Podíl exportu tvoří 98 % produkce, firma vyváží do mnoha zemí, ale stále je možnost vstoupit na nové trhy, které s firmou ještě nespolupracují. Dle Mezinárodního měnového fondu se zhoršil výhled celé světové ekonomiky na letošní i příští rok. Z toho důvodu může dojít k ekonomické krizi v exportních zemích. (Hospodářské noviny, ©2016). Pokud budou zákazníci upřednostňovat vysokou kvalitu výrobků, může to

vést ke zvýšení počtu spokojených zákazníků a tím pádem je to příležitost právě pro tento závod. Upřednostňování kvality nad nízkou cenou se pro dnešní zákazníky stává stále důležitější ve všech oblastech nákupu výrobků a služeb. Na druhou stranu každý zákazník je jiný a má jiné preference. Z toho vyplývá, že pokud budou chtít zákazníci ušetřit, bez ohledu na kvalitu, stane se tato situace hrozbou pro podnik. Tuto změnu spotřebitelských preferencí může vyvolat i zhoršující se ekonomická situace, která může nastat v exportních zemích. Exportní země byly uvedeny z toho důvodu, že jsou pro firmy velkým zákazníkem.

### 3.2.1 Materiálový tok na montáži

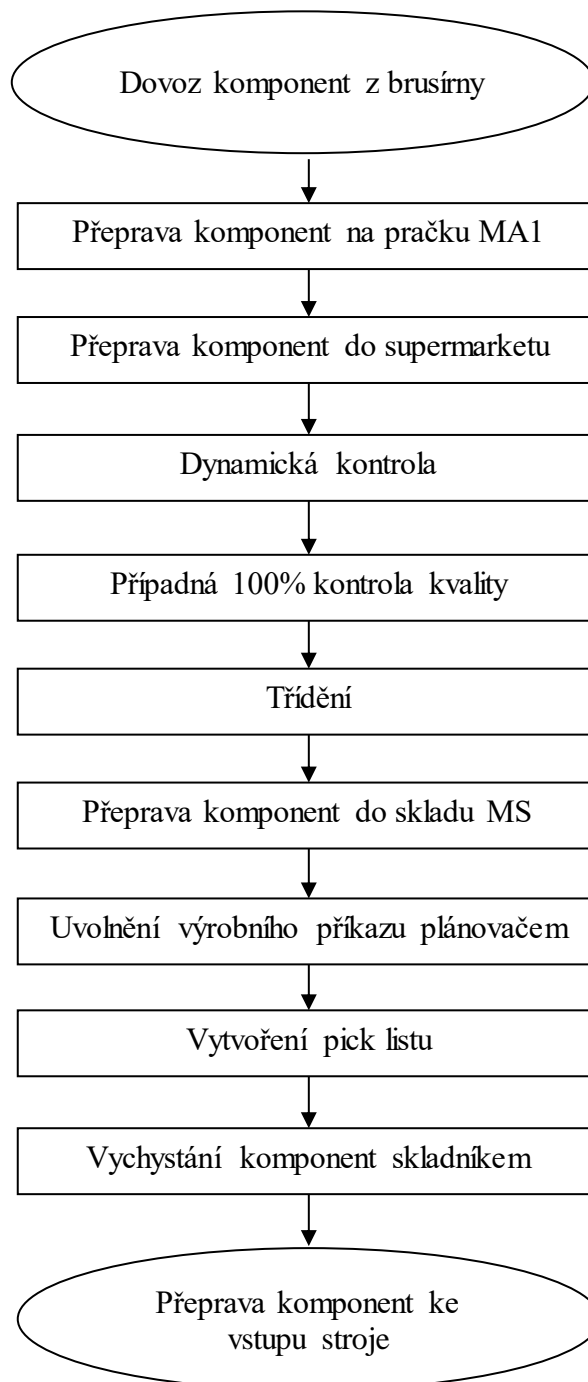
V následujícím layoutu jsou zaznačeny dva rozdílné materiálové toky, které se vztahují k montáži na lince MC6.



Obrázek 8: Materiálový tok (Zdroj: Vlastní zpracování)



## Materiálový tok A



Obrázek 9: Materiálový tok A (Zdroj: Vlastní zpracování)

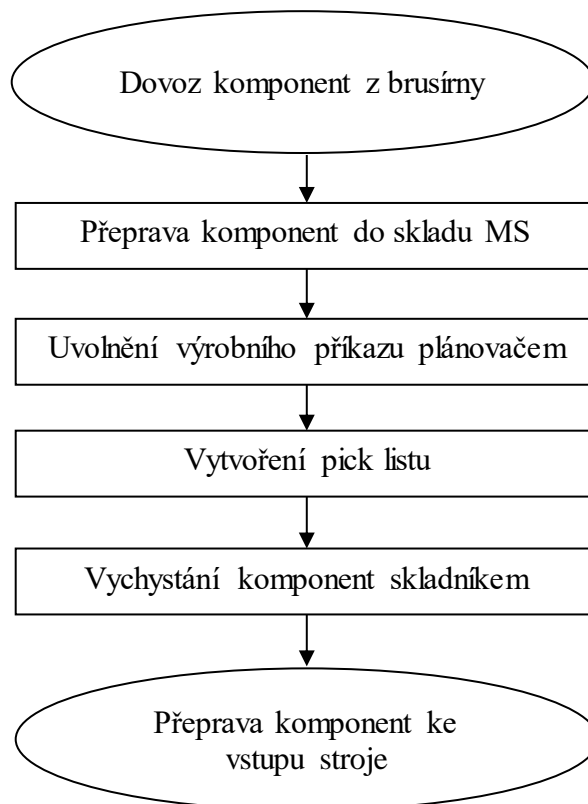
Červeně je v layoutu zachycena první varianta toku materiálu na montáži. Komponenty přichází z brusírny v schafér bednách na montáž. Na základě principu FIFO jsou tyto

komponenty převezeny na pračku MA1. Komponenty prochází pračkou až poté, co jsou volné kapacity na pracovišti MGU nebo laseru. Následuje přepravení komponent přímo na lasery, nebo na MGU a poté na lasery. Z laserů se přepraví komponenty do supermarketu. Do supermarketu přichází pracovník kvality a vybere namátkou 10 komponent. Tyto komponenty odnese na své pracoviště, kde provede dynamickou kontrolu. Tato kontrola spočívá v kompletním měření vybraných komponent. Pokud vybrané komponenty v pořádku nejsou, provede se 100% kontrola celé dávky.

V případě, že jsou komponenty v pořádku, přechází na třídění. Zde dochází k roztřídění dle jednotlivých tříd a označení schafar beden danou třídou. Následně putují komponenty do skladu MS.

Plánovač uvolní výrobní příkaz, který vloží do plánovací tabule. Z plánovací tabule si seřizovač výrobní příkaz převezme a vytvoří pick list, na kterém jsou sepsány potřebné komponenty pro danou zakázku, a vloží jej zpět do plánovací tabule.

Skladník převezme připravenou dokumentaci zakázky, vychystá komponenty ze skladů a celou dávku odveze na vychystávací prostor 1 (VP1) nebo vychystávací prostor 2. Seřizovač přiveze potřebné komponenty z vychystávacího prostoru (VP) ke vstupu linky a provede seřízení linky dle plánované zakázky.

**Materiálový tok B**

Obrázek 10: Materiálový tok B (Zdroj: Vlastní zpracování)

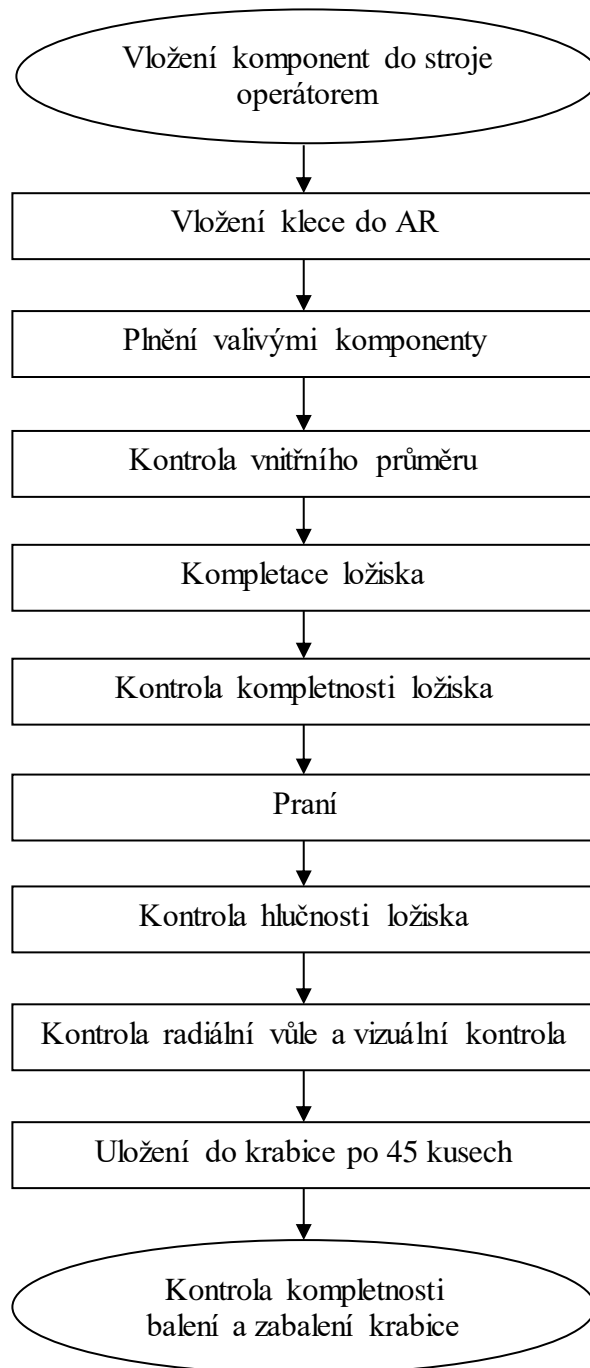
Modrou barvou je zachycena druhá varianta materiálového toku (Obrázek 8). Z brusírny jsou již roztríděné komponenty v schafér bednách převezeny na sklad MS. Zde probíhá dynamická kontrola, která je popsána v materiálovém toku A. Nyní je postup stejný jako v předchozí variantě.

Plánovač vyvolá výrobní příkaz, který vloží do plánovací tabule. Z plánovací tabule si seřizovač výrobní příkaz převezme a vytvoří pick list, na kterém jsou sepsány potřebné komponenty pro danou zakázku, a vloží jej zpět do plánovací tabule.

Na základě plánované zakázky převezme skladník potřebné komponenty na vychystávací prostor 1 nebo vychystávací prostor 2. Z toho místa seřizovač převezme komponenty ke vstupu linky a linku seřídí dle zakázky.

### 3.2.2 Montáž výrobku na lince MC6

Montáž výrobku NU2206E.TVP. BL.C5.HT61 na lince MC6 probíhá v následujících fázích:



Obrázek 11: Montáž výrobku (Zdroj: Vlastní zpracování)

Operátor vloží komponenty ze schafar beden do zásobníku linky. Komponenty jsou dopraveny do stroje. Rameno odebere AR (vnější kroužek) a klec a nasadí AR na klec. Následně dojde k naplnění klece valivými komponenty ze zásobníku valivých komponent. Ve strojové jednotce dochází také ke kontrole vnitřního průměru. Ramenem je umístěn JR (vnitřní kroužek) a AR na váhu. Na váze dojde ke kompletaci JR a AR. Dle hmotnosti zde také dochází ke kontrole kompletnosti ložiska. Následně ložisko prochází pračkou a opouští strojovou jednotku.

Po opuštění strojové jednotky dochází ke kontrole hlučnosti ložiska a kontrole radiální vůle. Obě tyto kontroly jsou prováděny operátorem na daném přístroji. Po provedení kontrol dochází k uložení ložiska do krabice, zabalení krabice a kontrole kompletnosti balení dle hmotnosti na váze. Každá krabice je označena štítkem a uložena na paletu.

### 3.2.3 Analýza činností operátora

Na montážní lince byl proveden snímek činností operátora. Byly analyzovány činnosti, které operátor provádí opakovaně po celou pracovní dobu. Bylo naměřeno 6 náměrů, a to po 3 náměrech na 1 směně. Tabulka s jednotlivými náměry je uvedena v *příloze P I*.

Vyskytují se zde operace, které jsou prováděny periodicky. Mezi tyto operace patří doplnění krabic, doplnění komponent do stroje, zvážení a zabalení krabice. Tyto operace nejsou přímo součástí montáže výrobku, ale je nutné je vykonávat.

Z této analýzy bylo zjištěno, že proces obsahuje činnosti, u kterých je spotřeba času vyšší, i když nepřidávají hodnotu výrobku. Proto jsou v této práci tyto činnosti dále rozebírány. Mezi tyto činnosti patří doplnění krabic a komponent. Projektová část bude zaměřena na zkrácení těchto časů.

### 3.2.4 Pohyb operátora u montážní linky

Operátor při montáži vykonává jak cyklicky, tak i periodicky se opakující činnosti. Cyklicky se opakující činnosti jsou v zeleně označené oblasti a periodicky v červené.

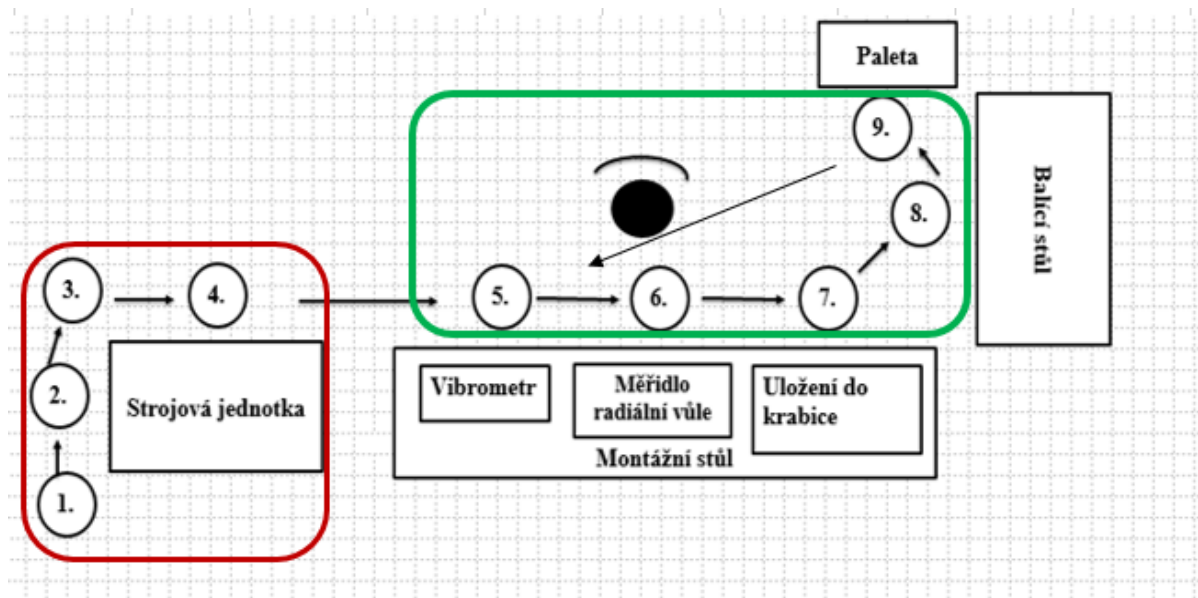
Činnosti, které vykonává v periodách (průměrně 1 krát za hodinu) patří:

1. doplnění AR (vnější kroužek),
2. doplnění klece,
3. doplnění JR (vnitřní kroužek),

4. doplnění valivých komponent.

Dále následují činnosti, které se opakují pravidelně v cyklu:

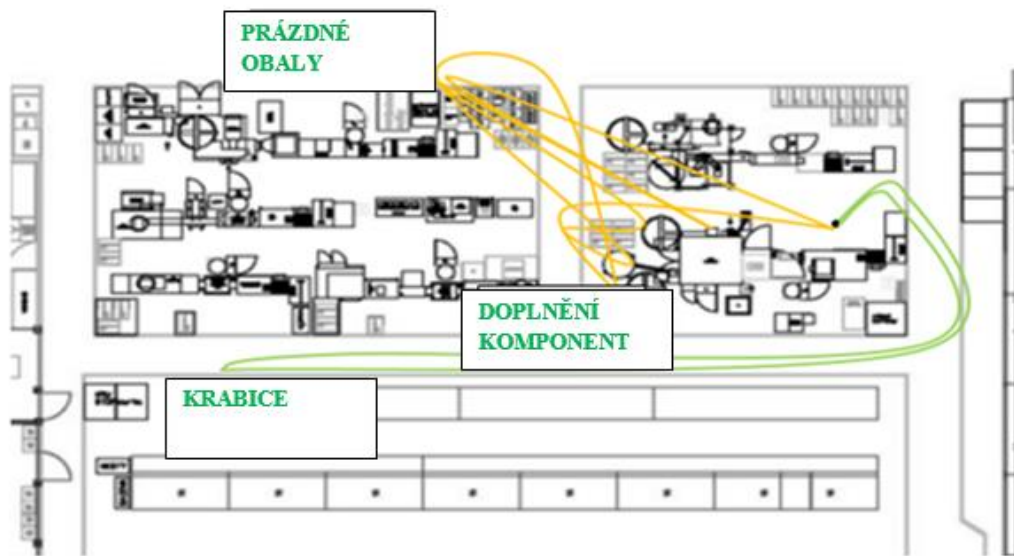
5. uchopení ložiska, kontrola hlučnosti,
6. zkouška funkčnosti, kontrola radiální vůle,
7. uložení do krabice,
8. zabalení krabice,
9. odložení na paletu.



Obrázek 12: Pohyb operátora u montážní linky (Zdroj: Vlastní zpracování)

### 3.2.5 Spaghetti diagram

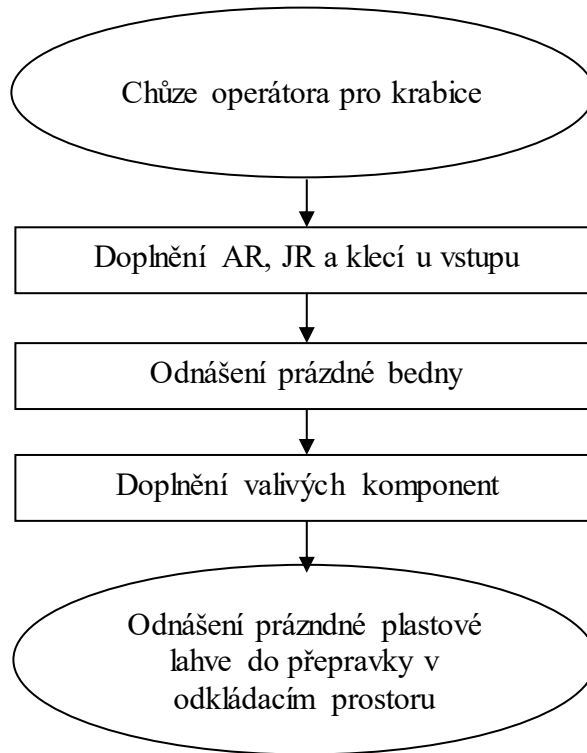
Na následujícím layoutu (Obrázek 13) je znázorněn pohyb operátora při práci na lince MC6.



Obrázek 13: Spaghetti diagram (Zdroj: Vlastní zpracování)

V layoutu je zeleně zaznačena cesta operátora, kterou vykonává jednou za hodinu. Operátor odchází z montážního prostoru pro krabice, kde odebere počet krabic potřebných na další hodinu, s krabicemi se vrací na montážní prostor, kde dochází k poskládání krabice.

Žlutě je označena cesta, kterou operátor absolvuje vždy dle potřeby. Operátor přichází na vstup linky, kde doplňuje komponenty AR, klece a JR. Pokud vyprázdní schafar bednu, odnese ji vždy do odkládacího prostoru, pro prázdné obaly. Následně se vrací a doplní valivé komponenty z boční strany linky, tyto komponenty jsou uloženy v plastových lahvích. Z prázdných obalů se odstraní štítek a tento obal je uložen do přepravky v odkládacím prostoru. Po doplnění všech komponent se operátor vrací do montážního prostoru, kde pokračuje v montáži.



Obrázek 14: Pohyb operátora (Zdroj: Vlastní zpracování)

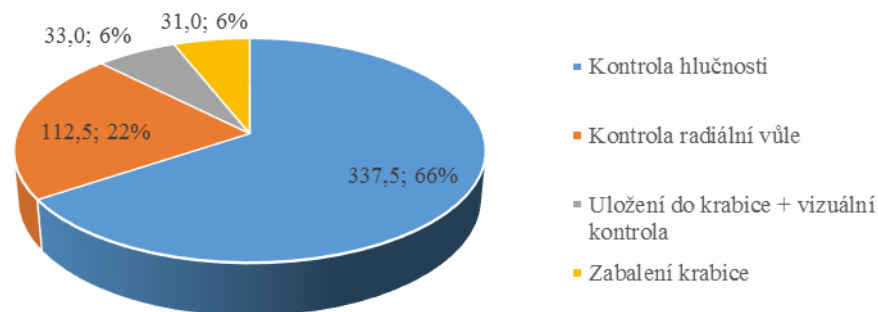
### 3.3 Analýza cyklicky se opakujících činností operátora

Proces montáže na lince MC6 obsahuje cyklicky se opakující činnosti, které jsou operátorem vykonávány po většinu jeho pracovního času. Tyto operace byly pozorovány a byly provedeny časové náměry, které jsou uvedeny v *příloze P II*.

Tyto náměry byly provedeny na dvou odlišných směnách ve stejnou dobu. Počet náměrů v oblasti zabalení krabice je nižší z toho důvodu, že tato činnost není vykonávána tak často jako činnosti ostatní. Pro lepší srovnání mezi směnami je použito znázornění pomocí grafů.



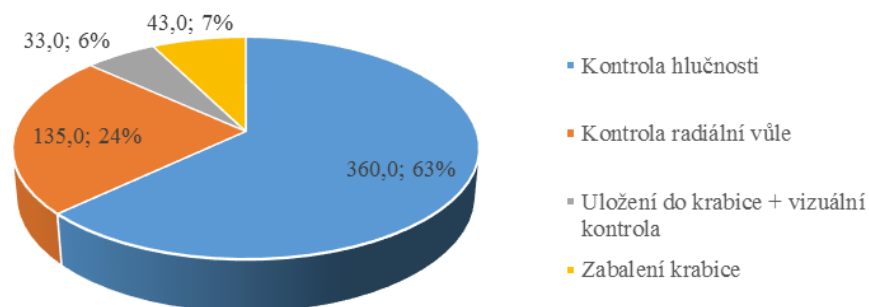
### Cyklicky se opakující činnosti operátora na 1. směně



Graf 1: Cyklicky se opakující činnosti operátora na 1. směně (Zdroj: Vlastní zpracování)

Graf 1 zobrazuje, kolik času v průměru věnuje operátor jednotlivým činnostem. Tyto činnosti byly přepočítány na jednu krabici. Nejvíce času stráví operátor kontrolou hlučnosti 45 ks ložisek. Během měření bylo vyzorováno, že tato činnost trvá 337,5 s. Dále se operátor zabývá kontrolou radiální vůle, kdy u 45 ks ložisek je spotřeba času 112,5 s. Následně jsou ložiska uložena do krabice. Tato činnost trvá 33 s a nakonec krabici přibližně za 31 s zabalí.

### Cyklicky se opakující činnosti operátora na 2. směně



Graf 2: Cyklicky se opakující činnosti operátora na 2. směně (Zdroj: Vlastní zpracování)

Graf 2 zobrazuje totožné údaje jako Graf 1. Jsou zde zobrazeny také cyklicky se opakující činnosti, které byly ale naměřeny u druhého operátora. Jak je vidět, dochází zde k nárůstu časů a to při kontrole hlučnosti o 6,67 %, kontrole radiální vůle o 20 %, uložení do krabice

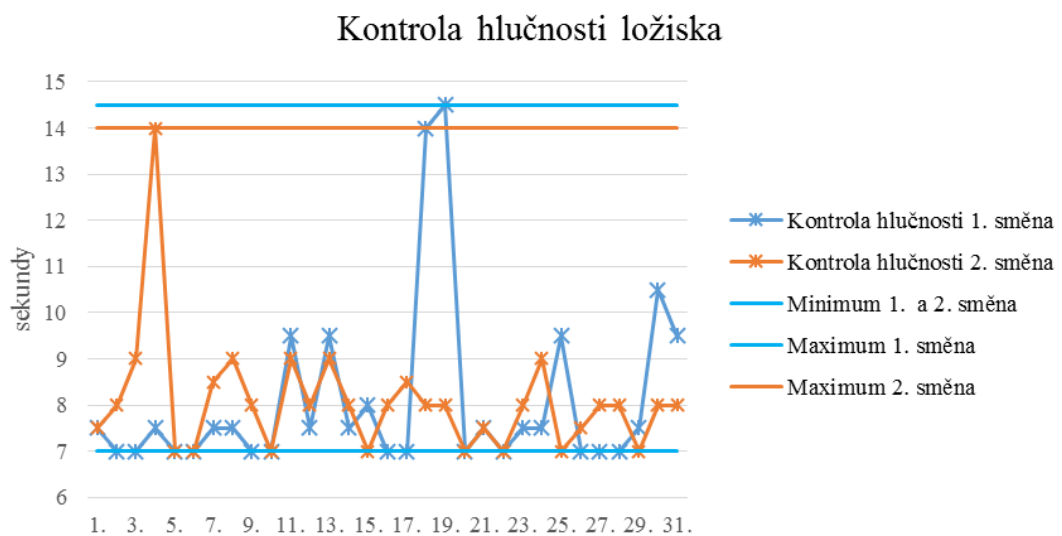
bylo provedeno v průměru za stejný čas jako u prvního operátora a čas na zabalení krabice vzrostl oproti prvnímu operátorovi o 38,71 %.

### 3.3.1 Kontrola hlučnosti

Kontrola hlučnosti probíhá na vibrometru. Operátor každé ložisko umístí do přístroje, viz Obrázek 15, který změří hlučnost. Pokud je vše v pořádku, ložisko se posunuje na další měření a to je měření radiální vůle. Pokud kontrolou hlučnosti neprojde, musí se provést kontrola hlučnosti opakovaně. Pokud ložisko kontrolou opět neprojde, je vyřazeno jako nekvalitní.



Obrázek 15: Vibrometr (Zdroj: Vlastní zpracování)



Graf 3: Kontrola hlučnosti (Zdroj: Vlastní zpracování)

V Grafu 3 jsou zaznačeny naměřené hodnoty u dvou operátorů, tyto hodnoty jsou zaznačeny modře (první operátor) a oranžově (druhý operátor). Je zde také znázorněna minimální hodnota a maximální hodnota spotřeby času pro kontrolu hlučnosti u každého operátora. Tyto hodnoty byly znázorněny z toho důvodu, aby bylo jasné vidět minimum a maximum času, který byl k činnosti potřebný.

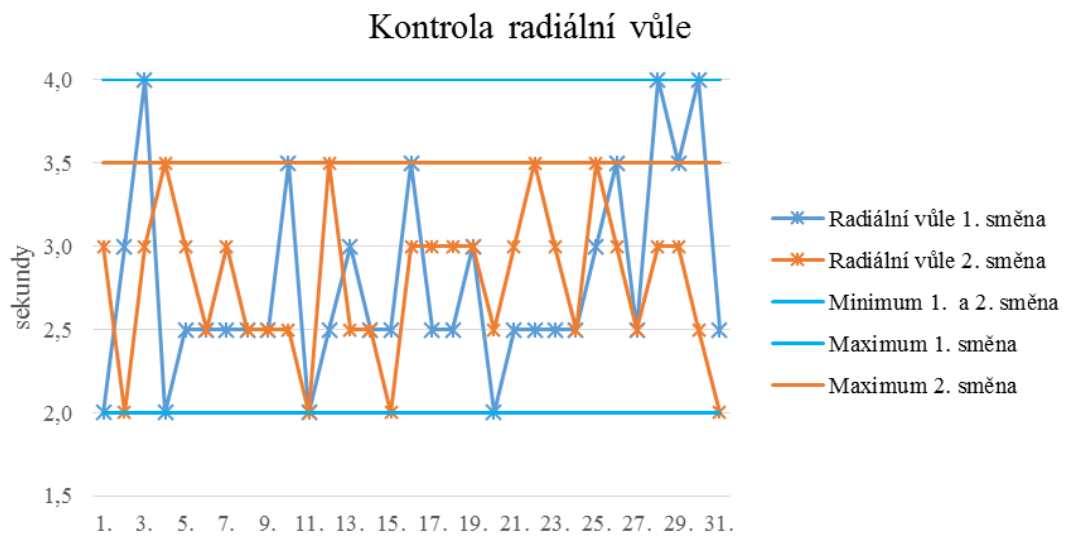
Kontrola hlučnosti na první i druhé směně se pohybuje kolem průměru. Výkyvy byly způsobeny tím, že ložisko kontrolou hlučnosti neprošlo, tudíž se měřilo znovu a čas se navýšil.

### 3.3.2 Kontrola radiální vůle

Kontrola probíhá na měřidle radiální vůle. Operátor v této fázi provádí také vizuální kontroly funkčnosti ložiska.



Obrázek 16: Měřidlo radiální vůle (Zdroj: Vlastní zpracování)



Graf 4: Kontrola radiální vůle (Zdroj: Vlastní zpracování)

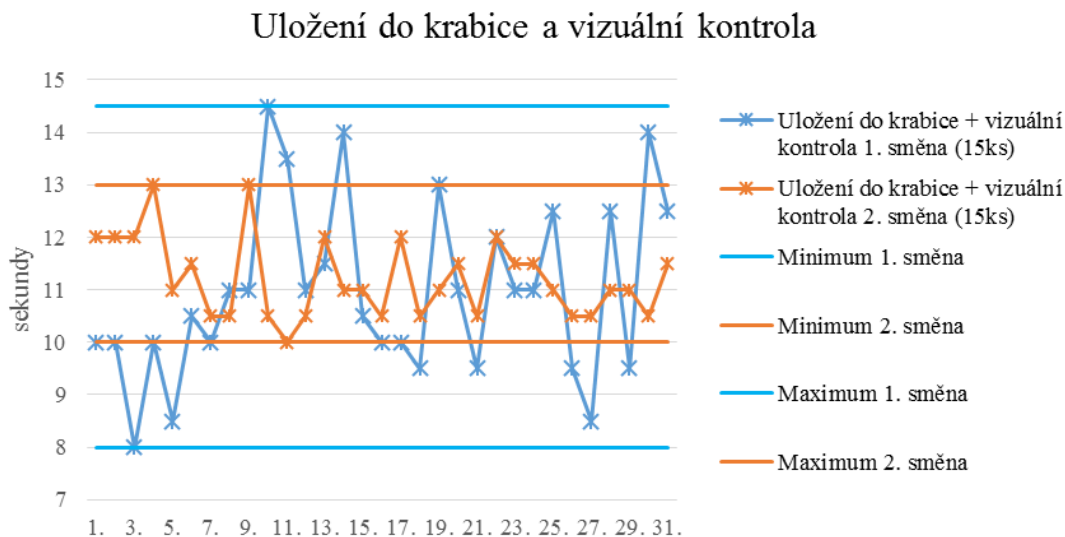
Maximum i minimum časů, které byly naměřeny na první směně, jsou vyšší. Důvodem je, že operátorovi trvalo o něco déle upevnění ložiska do přístroje. Druhý operátor byl zručnější, tím pádem byla práce s ložiskem kratší.

Dalším pozorovaným rozdílem bylo, že druhý operátor využíval princip toku jednoho kusu (one piece flow).

První operátor provedl kontrolu hlučnosti na 15 kusech, následně na této dávce změřil radiální vůli a celou dávku po změření odložil do krabice.

### 3.3.3 Uložení do krabice a vizuální kontrola

Po kontrole každého ložiska jsou ložiska umístěna do krabice po 45 ks (3 patra po 15ks). Probíhá zde také vizuální kontrola správnosti kompletace ložiska.



Graf 5: Uložení do krabice a vizuální kontrola (Zdroj: Vlastní zpracování)

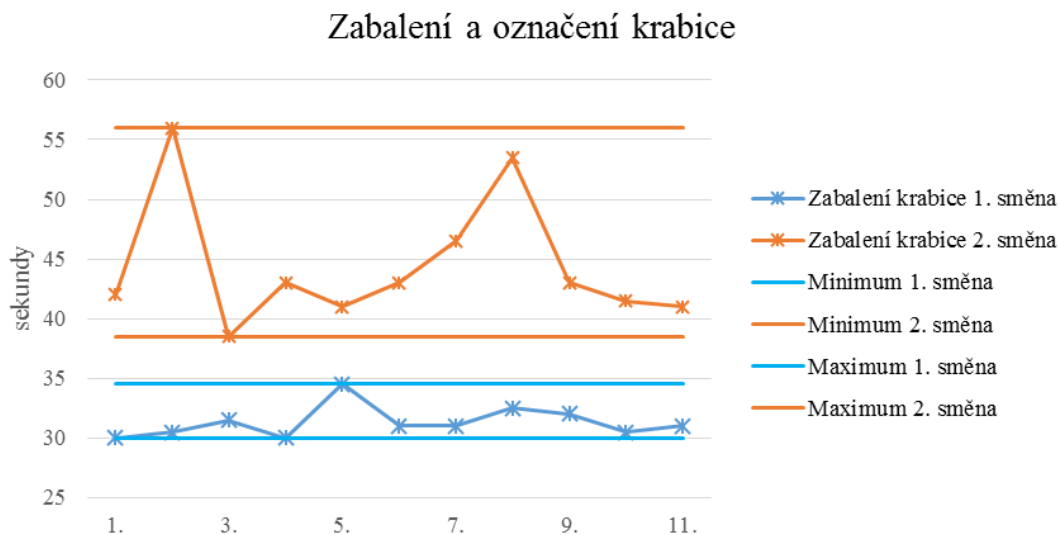
Z Grafu 5 jsou patrné velké rozdíly mezi první a druhou směnou.

První operátor, který pracuje v dávkách, má vyšší rozdíly v naměřených časech. Tento první operátor také prováděl navíc vizuální kontrolu. Tato kontrola byla nad rámec standardu práce. Operátor byl pouze v tomto ohledu přísnější.

Druhý operátor, který ukládá ložiska do balení po jednom kusu má menší výkyvy v naměřených časech. To je způsobeno tím, že operátor v krabici již neprovádí vizuální kontrolu ložiska. Vizuální kontrolu provádí jen průběžně při montáži. Hned po uložení všech ložisek do balení krabici zabalí.

### 3.3.4 Zabalení a označení krabice

Po uložení 45ks výrobku do krabice dochází k zabalení ochranou folií, utěsnění kartonem, nasazení horní části krabice, označení a upevnění celé krabice páskou.



Graf 6: Zabalení a označení krabice (Zdroj: Vlastní zpracování)

Rozdílné hodnoty zabalení krabice u operátorů jsou způsobeny více faktory.

#### První operátor:

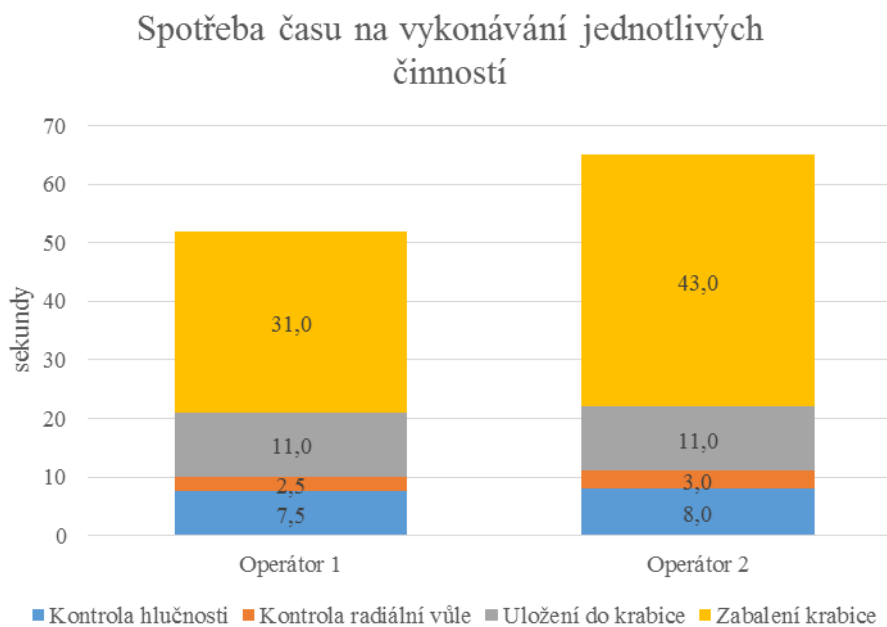
Štítky měl již ořezány a nalepeny na krabicích. Tím si zkrátil čas potřebný k zabalení krabice. Rozdíl byl také v tom, že balil krabice až poté, co měl připraveno více plných krabic k zabalení.

#### Druhý operátor:

Po naplnění krabice vzal štítek, který označil datem a osobním číslem, nalepil na krabici a následně krabici zabalil. Operátor balil každou krabici hned po naplnění.

### 3.3.5 Srovnání spotřeby času u prvního a druhého operátora

Následující kapitola je shrnutím kapitol 3.3.1 až 3.3.4. Časy uvedeny v grafu jsou průměrem všech naměřených údajů z *přílohy P II*.



Graf 7: Srovnání spotřeby času na jednotlivé činnosti u obou operátorů  
(Zdroj: Vlastní zpracování)

V Grafu 7 je vidět, kolik času potřebuje první a druhý operátor na vykonávání jednotlivých činností. První operátor spotřebuje na jednotlivé činnosti celkem 52 sekund, kdežto druhý operátor celkem 65 sekund. Nejvyšší rozdíl je při zabalení krabice. Tuto činnost provádí každý operátor zcela odlišně. První operátor má krabice již předpřipraveny, označeny štítkem a pouze krabici zabalí. Druhý operátor před zabalením krabice štítek orazí, nalepí na krabice a teprve dojde k zabalení krabice. Spotřeba času na kontrolu hlučnosti a radiální vlně na jeden kus výrobku. Čas na uložení do krabice je uveden na 15 ks, což je jedno patro v krabici a čas na zabalení krabice je na jednu krabici. Detailní informace jsou obsaženy v předešlých kapitolách, které každou situaci přesně popisují.

### 3.4 Ergonomická analýza

Dle nařízení vlády č. 361/2007 Sb. (©2007), kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, se zdravotní riziko pracovní polohy hodnotí, pokud pracovník vykonává opakovaně pracovní činnosti, při nichž si pracovní polohu nemůže volit sám. Tato poloha je přímo závislá na uspořádání pracoviště a charakteru prováděné práce.

Operátor na pozorovaném pracovišti vykonává pohyb, který je zobrazen na Obrázku 17. Tento pohyb je prováděn opakovaně. Četnost ohybů závisí na druhu výrobku, který se zrovna na montážní lince vyrábí.



Obrázek 17: Neergonomické pracoviště (Zdroj: Vlastní zpracování)

Při pozorování u daného typu výrobku, byly vypočítány následující hodnoty:

Komponenty AR:

- počet schafér beden, ke kterým se sklání pod větším úhlem než  $60^\circ$  : 9 beden,
- počet kusů komponent v 9 bednách: 2250 ks,
- počet ohybů při uchopení průměrně 18 ks najednou: 125 ohybů za směnu,
- 1 ohyb trvá průměrně: 4 s,
- ohyb pro komponenty: 500 s za směnu.



Komponenty JR:

- počet schafér beden, ke kterým se sklání pod větším úhlem než  $60^\circ$  : 9 beden,
- počet komponent v 9 bednách: 2466 ks,
- počet ohybů při uchopení průměrně 8 ks najednou: 308 ohybů za směnu,
- 1 ohyb trvá průměrně: 3 s,
- ohyb pro komponenty: 924 s za směnu.

Na dané lince se vyrábí více druhů výrobků, tudíž počet beden i počet ohybů za směnu se mění. Stává se, že počet beden je i 2 krát vyšší než ve sledovaném případě. U pozorované výroby, kdy počet ohybů je průměrně 450 za směnu, je nízký oproti ohybům vykonávaných při montáži jiného výrobku, který byl na lince zaznamenán.

Při daném typu výrobku bylo vypočítáno, že pracovník stráví přibližně 1424 s, což je necelých 24 minut za směnu v poloze, kdy jsou záda ohnuta pod větším úhlem než  $60^\circ$ .

Dle nařízení vlády č. 361/2007 Sb. (©2007), se rozlišuje nepřijatelná poloha a podmíněně přijatelná poloha. O nepřijatelnou polohu se jedná, pokud předklon trupu, při statické poloze trupu, převyšuje již zmíněných  $60^\circ$ . Dalším důležitou podmínkou u nepřijatelné pracovní polohy je hygienický limit pro dobu práce v této poloze. Tento limit je stanoven maximálně na 30 minut za směnu.

U podmíněně přijatelné polohy je v nařízení vlády č. 361/2007 Sb. (©2007) uveden úhel pro předklon trupu v rozmezí  $40^\circ$ -  $60^\circ$ . Hygienický limit pro práci v této poloze je 160 minut v osmihodinové směně.

Při srovnání naměřených údajů s údaji v legislativě byly vyvozeny následující návrhy na změnu. Pro daný typ výrobku, kdy operátor stráví v ohybu přibližně 24 minut za směnu, nejde o nepřijatelnou pracovní polohu. Je zde rozdíl 6 minut, který ale může být překročen v případě jiného typu výrobku.

#### Příklad:

Pokud operátor provede o 90 ohybů více, pod úhlem větším než je  $60^\circ$ , bude již tento časový limit překročen.

90 ohybů při uchopení 8 ks komponent JR najednou, je pouze o 720 ks komponent na vstupu více. V tomto případě se jedná o tři schafy bedny navíc. Tudiž nejde o situaci, která ve výrobě nemůže nastat. Proměnlivost údajů může nastat v případě rozdílnosti počtu komponent na vstupu nebo rozdílném počtu uložených komponent v jednotlivých bednách. Z toho byla navržena opatření, které budou nápomocny operátorům k menšímu ohýbání trupu při vkládání komponent do zásobníku.

### 3.4.1 Ergonomická metoda RULA

Pro vyhodnocení pracovní polohy byla zvolena jedna ergonomická metoda. Metoda RULA (Rapid Upper Limb Assessment) byla vybrána z toho důvodu, aby výsledky ergonomické analýzy byly více podloženy.

RULA je metodika pro hodnocení rizika poškození horních končetin. Touto metodikou je hodnocena poloha paží, předloktí, zápěstí, krku, trupu a nohou. Je zde také zahrnuto skóre silové zátěže a skóre užívané u svalů. (Hlávková, Valečková, 2007, str. 64)

K výpočtu byly použity tabulky z *přílohy P VI*.

#### 3.4.1.1 Skóre polohy horní končetiny

Skóre polohy horních končetin bylo hodnoceno v závislosti na přiložené fotografii (Obrázek 17) polohy operátora při doplňování komponent. Jak již bylo zmíněno, tato poloha není prováděna po celou pracovní dobu, ale přibližně 24 minut za osmihodinovou směnu.

V závislosti na přiložené fotografii, bylo stanoveno následující skóre:

- poloha paže: 3 (paže je pod úhlem 45°- 90°),
- poloha předloktí: 1 (předloktí je po úhlem menším než 100°),
- poloha zápěstí: 1 (zápěstí je pod úhlem 0°),
- používání svalů: 1 (poloha se opakuje více než 4 krát za minutu),
- silová zátěž: 0 (méně než 2 kg přerušované zátěže).

Při srovnání stanovených bodů s tabulkou (viz *příloha P VI*), bylo vyvozeno skóre A, které je ve výši 3. Doplňme-li skóre 3 z tabulky o využití svalů a silovou zátěž, získáme skóre C, které je ve výši 4.

**Skóre C:** 3 (skóre A z tabulky) + 1 (používání svalů) + 0 (silová zátěž) = **4**

### **3.4.1.2 Skóre polohy krku, trupu a nohou**

Skóre polohy krku, trupu a nohou bylo stanoveno stejným postupem, jako skóre horních končetin.

U polohy krku, trupu a nohou bylo stanoveno následující skóre:

- Poloha krku: 2 - krk je pod úhlem 0°-20°, krk není ani otočený, ani nakloněný na stranu.
- Poloha trupu: 4 - trup je pod úhlem 60° a více, není ale ani otočený, ani nakloněný na stranu.
- Poloha nohou: 1 - dolní končetiny a chodidla jsou dobře podepřena a v rovnoměrně vyvážené poloze.

Ze stanovených hodnot vychází z tabulky (viz *příloha P VI*) skóre B, které je ve výši 5. Doplníme-li skóre 3 z tabulky o využití svalů a silovou zátěž, bude získáno skóre D, které je ve výši 6.

**Skóre D:** 5 (skóre B z tabulky) + 1 (používání svalů) + 0 (silová zátěž) = **6**

### **3.4.1.3 Celkové skóre**

Celkové skóre vyplývá také z přiložené tabulky (viz *příloha P VI*), kde se vyhledá hodnota skóre C a srovná se s hodnotou skóre D a vyjde výsledná hodnota, která je ve výši **6**.

Celkové skóre vychází 6, tzn., dle Hlávkové a Valečkové (2007, str. 74), že změna pracovní polohy je třeba co nejdříve.

## 4 ZHODNOCENÍ ANALYTICKÉ ČÁSTI

Analytická část této diplomové práce obsahuje několik analýz, které bylo nutné provést pro zmapování situace na montážní lince.

V analytické části byly použity následující metody:

- SWOT analýza závodu XY,
- materiálový a informační tok v oblasti montáže,
- analýza procesu montáže výrobku na lince MC6,
- snímek činností operátora na lince,
- spaghetti diagram,
- RULA,
- chronometráž.

Na základě provedených analýz vyplynuly následující skutečnosti, které mají vliv na výrobní takt na montážní lince:

- a) Schafer bedny s komponenty jsou naskládány na sebe, při odebrání komponent se operátor musí sklánět (u poslední schafar bedny až k zemi), tento pohyb provádí několikrát za sebou, tím pádem dochází k velkému namáhání zad. Žlutou šipkou je označeno odkud komponenty bere, modrou šipkou je označen prostor pro vkládání komponent.



Obrázek 18: Ergonomie vkládání komponent (Zdroj: Vlastní zpracování)

- b) Operátor odnáší vyprázdněné schafy bedny každou zvlášť do odkládacího prostoru, kde jsou schafy bedny uloženy. Odnášení trvá průměrně 17 s na jednu schafy bednu.
- c) Schafy bedny jsou umístěny ve vyznačeném prostoru dál od vstupu, kde se komponenty doplňují (žlutá šipka). Operátor musí nosit komponenty jen v malém množství kusů, jinak hrozí riziko upuštění komponent. Schafy bedny by měly být umístěny blíže vstupu (modrá šipka).



Obrázek 19: Umístění schafy beden s komponenty (Zdroj: Vlastní zpracování)

- d) Operátor si musí jít každou hodinu pro potřebný počet krabic na další hodinu. Odebírá přibližně 5 krabic a vrací se na montážní místo. Tento pohyb vykonává přibližně 7 krát za směnu. Donesení krabic trvá operátorovi přibližně 30 s.
- e) Na každý štítek, který je třeba k označení krabice musí operátor vyrazit své číslo a také datum. Je též nutné čekat, než barva zaschne, jinak hrozí rozmazání. Operátor proto musí každý štítek 2 krát označit a teprve poté jej může nalepit na krabici.
- f) Každý operátor provádí činnosti montáže jinak. První operátor pracuje v dávkách, druhý operátor uplatňuje princip toku jednoho kusu (one piece flow). Z tohoto důvodu dochází k rozdílným naměřeným časům.

- g) Při pozorování se stávalo, že linka byl zastaven z důvodu nedoplnění komponent. Tato činnost se neopakovala každou hodinu, ale tento problém se za směnu vyskytoval a tudíž byla pozastavena montáž ve strojové jednotce. Operátor musel jít na vstup linky a doplnit potřebné komponenty. Doplnění komponent trvá v závislosti na druhu chybějících komponent v rozmezí 30 s až 120 s.

## 5 PROJEKTOVÁ ČÁST

Tato kapitola popisuje projekt diplomové práce, jeho hlavní cíl a dílčí cíle, projektový tým, jednotlivé aktivity projektu a také časový harmonogram. Pro zjištění, jaká rizika se mohou v projektu vyskytnout, byla vypracována RIPRAN analýza. Dále následuje popis navrhovaných řešení, který poslouží k vybalancování výrobního taktu na montážních linkách ve společnosti XY.

### 5.1 Popis projektu

Projekt vybalancování výrobního taktu na montážních linkách byl zadán společností v lednu 2015. Na středisko montáže je ve společnosti zaměřena vysoká pozornost a to z toho důvodu, že je jednou z hlavních činností vykonávaných v daném závodě.

Na základě výsledků provedených analýz byl vytvořen návrh na zlepšení současné situace.

### 5.2 Cíle projektu

**Hlavní cíl projektu:** Vybalancování výrobního taktu na montážních linkách.

**Dílčí cíle projektu:**

- uspořené času na činnosti nepřidávající hodnotu výrobku,
- využití uspořené času k výrobním činnostem, které souvisí s montáží,
- zlepšení ergonomie pracoviště.

### 5.3 Harmonogram projektu

Tabulka 4: Časový harmonogram projektu (Zdroj: Vlastní zpracování)

Fáze	Popis činnosti	18.1.-24.1.	25.1. - 30.1.	31.1.	1.2.-7.2.	8.2.-14.2.	15.2.-21.2.	22.2.-28.2.	29.2.	29.2.-6.3.	7.3.-13.3.	14.3.	14.3.-20.3.	21.3.-27.3.	28.3.-3.4.	4.4.-11.4.	18.4.
1.	Popis činnosti pracovníka, Snímkování pracovníka	■															
2.	Materiálový tok, Spaghetti diagram, případně další analýzy		■														
3.	Odevzdání analytické části DP			■													
4.	Zaměření se na vybalancování činnosti na lince				■												
5.	Návrhy na zlepšení					■											
6.	Zpracování projektové části DP						■	■	■								
7.	Odevzdání projektové části DP								■								
8.	Zpracování teoretické části DP									■	■	■					
9.	Odevzdání teoretické části DP											■					
10.	Čas na opravy DP												■	■	■	■	■
11.	Odevzdání konečné DP																■

Tabulka 4 zobrazuje činnosti, které vedly ke zpracování této diplomové práce. S firmou byla navázána spolupráce v lednu 2016. Po seznámení se s firmou proběhlo nejprve seznámení s činnostmi operátora pomocí snímkování a provedení chronometráže vykonávaných činností. Následně byl analyzován materiálový tok a vytvořen spaghetti diagram pohybů operátora. Po provedení analýz byly odhaleny činnosti, u kterých bude doporučena změna. Následně byla navržena opatření na zlepšení, která byla konzultována ve firmě.

### 5.4 Projektový tým

**Zadavatel projektu:** Závod XY

**Vedoucí projektu:** Ing. Jiří Černý – JPS manažer

**Účastníci projektu:** Ing. Lucie Šustková – JPS specialista

Jiří Sitta – JPS specialista

Marek Gajdošík – výrobní plánovač

Ing. Barbora Dombeková – vedoucí diplomové práce

Bc. Hana Krajčová – autorka diplomové práce

pracovníci montáže



## 5.5 Logický rámec

Ve fázi definování projektu byl vytvořen logický rámec projektu, který na jedné straně zobrazuje aktivity a výstupy potřebné ke splnění cíle, a na straně druhé výstupy a ověřitelné ukazatele. V logickém rámci jsou také formulována rizika, která se mohou v jednotlivých fázích objevit. Logický rámec je uveden v *příloze P IV*.

## 5.6 RIPRAN analýza

Před implementací projektu je třeba provést rizikovou analýzu. K tomuto účelu byla vybrána analýza RIPRAN. Jde o analýzu rizik, které se mohou vyskytnout v jednotlivých fázích projektu. Nejprve se zformulují rizika, která mohou nastat. Tato rizika dále slouží jako vstupy analýzy. Na základě celkové pravděpodobnosti a dopadu se vyjádří celková hodnota rizika. RIPRAN analýza je k nahlédnutí v *příloze P V*.

Jako nejzávažnější riziko byla stanovena situace, kdy zainteresovaní pracovníci nebudou spolupracovat a to z toho důvodu, že nelze předpovídat chování a vnímání pracovníků. Hodnotu rizika také zvyšuje dopad rizika na projekt. Pokud nebudou zainteresovaní pracovníci spolupracovat, nebude pravděpodobně splněna většina dílčích cílů projektu a projekt bude ohrožen. Aby došlo k předcházení tohoto rizika je třeba neustálá komunikace se všemi zainteresovanými pracovníky.

Jako druhé nejvyšší riziko byla stanovena situace, kdy dojde k chybám při analýzách. Pravděpodobnost tohoto rizika je nižší, ale pokud by k tomu došlo, závěry analýzy budou chybné a dopad na projekt bude vysoký. Je třeba provést opětovnou analýzu.

Hrozba nesprávně vybalancované linky a nesplnění termínů projektu byla ohodnocena střední úrovní rizika.

## 6 NAVRHOVANÉ ZMĚNY

Na základě analýz, které byly provedeny, vyplynuly následující skutečnosti, které měly vliv na řešenou problematiku. Tyto skutečnosti jsou uvedeny v kapitole Zhodnocení analytické části. Následující kapitola se na tyto skutečnosti zaměřuje a jsou zde uvedené návrhy, které mohou posloužit k vybalancování linky.

### 6.1 Návrhy ke snížení ergonomického hlediska

V analytické části bylo zjištěno, že je nutné provést opatření, které poslouží k omezení ergonomického rizika, které vzniká při vkládání komponent do zásobníku.

#### Spádový regál:

Pro uvolnění zádových svalů a předcházení bolesti bylo navrženo, aby schafery bedny, které skladník přiváží ke vstupu linky, byly skladníkem vkládány do spádových regálů. Možný spádový regál je zobrazen na Obrázku 20.



Obrázek 20: Spádový regál (Trilogiq, ©2016)

Spádové regály je možné vyrábět na zakázku. V daném případě, by postačoval regál se dvěma policemi. Skladník by vždy při přivezení materiálu naskládal schafery bedny do regálu a odpovědný pracovník by odebíral komponenty a vkládal do stroje. Tím by se zamezilo ohýbání a předcházelo by se bolesti zad.

Z dostupných zdrojů je odhadovaná investice ve výši 6 000 Kč. Pokud by závod investoval do tohoto regálu, předcházelo by se tak možným zdravotním problémům.

#### Podesta:

Další variantou, kterou lze situaci řešit je vyvýšená podesta u vstupu linky. Výška podesty by byla 40 – 50 cm. Podesta by byla ohraničena zábranou, aby nedocházelo ke skluzu schafér beden.

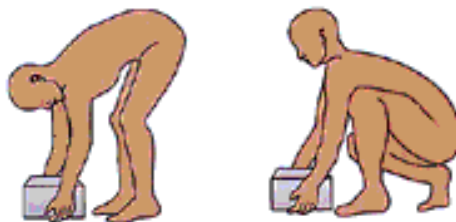
Schafer bedny by byly přivázeny na pojízdných vozičkách. Pokud operátor odebere první dvě schafér bedny, ke třetí se už musí sklánět.

V tomto případě je doporučeno přivázat schafér bedny po menším množství. Tuto práci je možné vykonávat pomocí water spidera, který bednu přiveze a vyveze na podestu. Tím se zamezí opětovnému ohýbání operátora až k zemi. Nevýhodou u této podesty je, že skluzy, které by k podestě vedly, by zabíraly volné místo kolem stroje.

Obě varianty poslouží ke stejnému účelu. Je jen na závodě, jakou investici může provést a která varianta bude pro operátory nejvhodnější. Důležité v tomto případě je snížit ergonomické riziko, které z dané pracovní polohy vyplývá.

#### Proškolení zaměstnanců:

Proškolení zaměstnanců ohledně možných ergonomických rizik a manipulace s břemeny. Z toho důvodu, že v závodě funguje rotace na pracovišti, je nutné proškolení všechny zaměstnance. Obrázek 21 zobrazuje jedno z doporučených variant při zvedání těžkých břemen. První styl zvedání břemene je špatný, správné zvedání břemene je zobrazeno v druhé části obrázku.



Obrázek 21: Zvedání těžkých břemen (Zdroj: Bolesti zad, 2007)

Nejvhodnějším řešením ergonomického problému je spádový regál. Tento regál umožní manipulaci s komponenty bez zbytečného ohýbání a pohybů navíc. Po vyprázdnění bedny zvolený pracovník bednu vezme a odloží do spodní části regálu. Z tohoto místa se bedna odebere a uloží na podvozek. Z toho důvodu, že závod spolupracuje se společností Trilogiq, je možné požadovat tento regál přímo od této společnosti, která vyrábí přímo na míru potřebám zákazníka. Tato investice se ale závodu vrátí tím, že bude předcházet ergonomickým rizikům a nemocem z povolání.

## 6.2 Odnášení schafel beden

Operátor v současné době vždy po vyprázdnění schafel bedny tuto bednu odnese do určeného prostoru. Tato činnost zabere operátorovi přibližně 17 s na jednu bednu. Počet beden se liší vzhledem k danému typu výrobku.

### Původní stav:

- počet beden za směnu: 24,
- spotřeba času: 408 s za osmihodinovou směnu,
- spotřeba času za měsíc: 8160 s (2,27 hodiny za měsíc)

Zde bylo navrženo nejprve následující opatření. Zvolený pracovník bude mít u linky podvozek, který je zobrazen na Obrázku 22, na který si prázdné bedny odloží. Pokud bude mít na podvozku 5 beden, teprve ho odveze na místo pro prázdné schafel bedny. Tím si ušetří čas, který může využít k jiné potřebné činnosti.

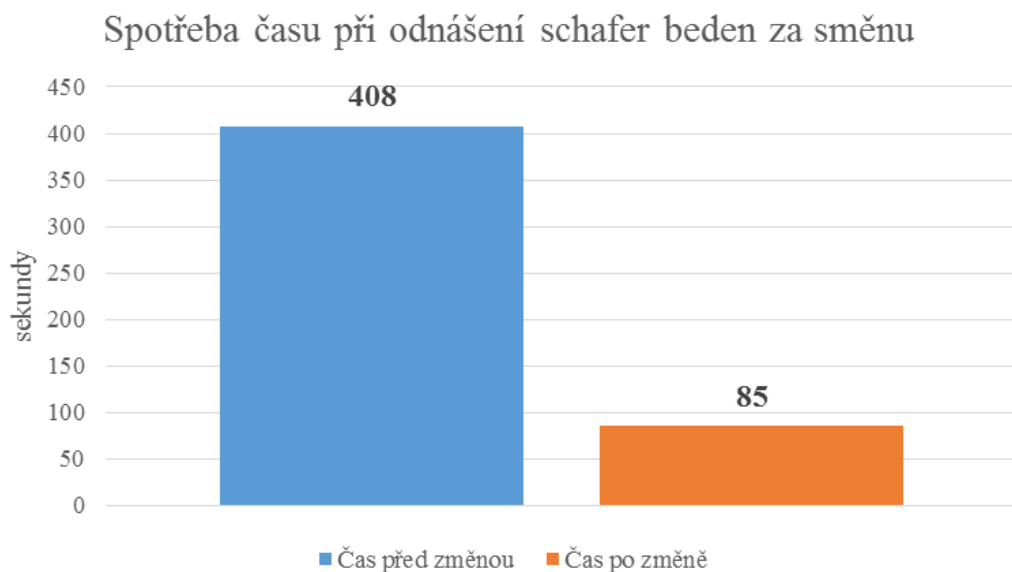


Obrázek 22: Podvozek na odvoz schafér beden (Zdroj: Vlastní zpracování)

Po zavedení návrhu:

- odvoz beden po 5 ks: 5 krát za směnu,
- spotřeba času: 85 s na osmihodinové směně,
- ušetřený čas celkem za osmihodinovou směnu: 323 s (80%),
- ušetřený čas za měsíc: 6460 s (1,79 hodiny za měsíc)

Dle ČSÚ (©2016) je průměrná hrubá mzda v Olomouckém kraji 150 Kč na hodinu. Zavedením tohoto opatření firma ušetří za měsíc 268,5 Kč na jednom pracovníkovi, který by před opatřením trávil čas zbytečnou chůzí. Po zavedení opatření se bude moci více věnovat činnostem, které přidávají hodnotu výrobku.



Graf 8: Spotřeba času při odnášení schafér beden (Zdroj: Vlastní zpracování)

Graf 8 znázorňuje, kolik času zvolený pracovník uspoří, pokud bude odnášet bedny dle návrhu. Modrý sloupeček znázorňuje dobu, po kterou operátor odnáší schafér bedny, pokud odnáší každou zvlášť. Oranžově je zaznačen čas, který spotřebuje, pokud odváží bedny na podvozku po 5 ks.

#### Činnost water spidera

Z toho důvodu, že odvážení prázdných beden netvoří přidanou hodnotu výrobku, je vhodnější, aby se operátor takovou činností nezabýval a přenesl tuto odpovědnost na water spidera, který se bude těmito činnostmi zabývat. Je zde také doporučeno neodnášet bedny po jednom kusu, ale po více kusech. Důvod tohoto způsobu odnášení beden vyplývá z Grafu 8. Další informace, které se týkají water spidera jsou uvedeny dále v práci.

### **6.3 Umístění schafér beden**

Schafér bedny jsou umístěny 1 m od vstupu. Z toho důvodu, musí operátor vkládat komponenty v menším počtu a častěji se pro komponenty sklánět.

Bylo navrženo umístit prostor pro schafér bedny blíže k vstupu linky. V případě linky MC6 nebudou bedny operátorovi nijak překážet z toho důvodu, že je prostor kolem vstupu dost velký. Tím bude sníženo riziko upuštění komponent při přemístění z bedny do zásobníku.

## 6.4 Chůze pro krabice

Operátor si musí každou hodinu přinést zásobu 5 krabic na další hodinu. Chůze pro krabice zabere operátorovi průměrně 30 s.

### Původní stav:

- chůze pro krabice: 7 krát za směnu,
- spotřeba času: 210 s za osmihodinovou směnu,
- spotřeba času za měsíc: 4 200 s (1,16 hodiny za měsíc).

Z toho důvodu, že je u montážní linky dostatek prostoru na uložení krabic, jedním z návrhů je, aby si operátor přinesl krabice vždy na půl směny.



Graf 9: Spotřeba času při chůzi pro krabice (Zdroj: Vlastní zpracování)

### Po zavedení návrhu:

- chůze pro krabice: 2 krát za směnu,
- spotřeba času: 60 s,
- ušetřený čas celkem za osmihodinovou směnu: 150 s za směnu (70%),

- ušetřený čas za měsíc: 3 000 s (0,83 hodiny za měsíc).

Prostor pro krabice je u montážní linky buď pod stolem (tento prostor je zcela nevyužit) nebo je možnost mít krabice opřeny o balicí stůl (zde operátorovi nepřekáží).

#### Činnost water spidera

Z toho důvodu, že nošení krabic nijak nepřidává hodnotu výrobku, je navrženo následující opatření, které je vhodnější, než nošení krabic operátorem. O nošení krabic se postará water spider, který nejen krabici přinese, ale také složí a označí štítkem. Tím se bude moci operátor více věnovat výrobním činnostem.

### **6.5 Štítky**

Každý štítek musí operátor vzít 2 krát, nejprve na něj vyrazí datum a pak také své číslo. Operátor také musí dávat pozor, aby označení nebylo rozmazané. V tomto případě je vhodnější, aby byly štítky označeny datem již při tisku z PC. Zkrátí se tak čas na označení. Štítek bude opatřen pouze osobním číslem a označení krabice bude trvat o polovinu kratší dobu. Pokud budou štítky oraženy datem již v PC, je nutné před tiskem zjistit, jaký počet štítků bude na danou zakázku třeba. Z toho důvodu je zde důležitá komunikace s plánovačem výroby, který nahlásí potřebný počet štítků. K tomuto počtu je nutné připočítat přibližně 5 štítků navíc. Tato rezerva poslouží k tomu, pokud oražení bude rozmazané apod. Je nutné předcházet zbytečně vysokému počtu štítků navíc. Docházelo by tak k plýtvání materiálem.

#### Činnost water spidera

Z toho důvodu, že cílem práce je vybalancovat výrobní takt na lince, je doporučením přenechat tuto činnost na water spidera. Tento pracovník se postará nejen o oražení štítků, ale také o nalepení štítku na krabici. Tím se prodlouží čas operátora, který může věnovat výrobním činnostem a nebude věnovat tolik času činnostem nepřidávajícím hodnotu výrobku.

### **6.6 Standardizace činnosti operátora**

Kontrola a balení ložiska:

- první operátor pracuje v dávkách,
- druhý operátor uplatňuje princip toku 1 kusu.



Práce v dávkách:

Zde bylo navrženo pracovat v dávkách. Bylo vyzpozorováno, že první operátor, který pracuje v dávkách, věnuje více pozornosti jednotlivým operacím. Vždy provede kontrolu hlučnosti přibližně na 15 ks, následně se přesune ke kontrole radiální vůle, kterou provede zase v celé dávce a nakonec celou dávku ukládá do krabice.

Druhý operátor tím, že pracuje principem toku jednoho kusu, vykonává práci více automaticky. Přechází neustále od jedné kontroly ke druhé. U operátorů, kteří nejsou ještě dostatečně zruční, může dojít k zanedbání kontroly kvality.

Skládání a označení krabic:

- První operátor orazí štítky, poskládá krabice, označí krabice a poté vkládá ložiska do připravených krabic.
- Druhý operátor vždy po zabalení krabice skládá novou, kterou označí štítkem a rovnou naplní.

Z toho důvodu, že skládání krabic a označení potřebným štítkem netvoří přidanou hodnotu výrobku. Bude tato činnost převedena také na water spidera.

## 6.7 Nedoplněné komponenty

Při pozorování se také stávalo, že byla linka zastavena z důvodu nedoplněných komponent do zásobníku. V tomto případě záleží na typu výrobku, který montáží v danou chvíli prochází a také na operátorovi, jak často komponenty doplňuje. V této oblasti bylo navrženo, aby water spider, které bude mít doplňování komponent na starost, každých 20 – 30 minut (v případě výrobku, který byl pozorován) přišel ke vstupu a doplnil potřebné komponenty. Tímto opatřením se předejde tomu, aby byla linka zastavena z důvodu nedoplnění komponent. Tím že bude tento pracovník doplňovat komponenty častěji, nebude docházet k tak velkému zdržení při doplňování komponent, které by bylo v případě prázdného zásobníku.

Doplňující návrhy:

- Upozornění zaměstnanců na dodržování vymezených prostor, které jsou u pracoviště vizuálně označeny (např. prostor u vstupu pro schafu bedny s komponenty).
- Protahování na židli. Z toho důvodu, že operátor provádí montáž v sedě, bylo navrženo proškolení zaměstnanců o možnosti protahovacích cviků na židli, které je možné provádět v pracovním procesu. Tím se také může předcházet zdravotním problémům všeho druhu.

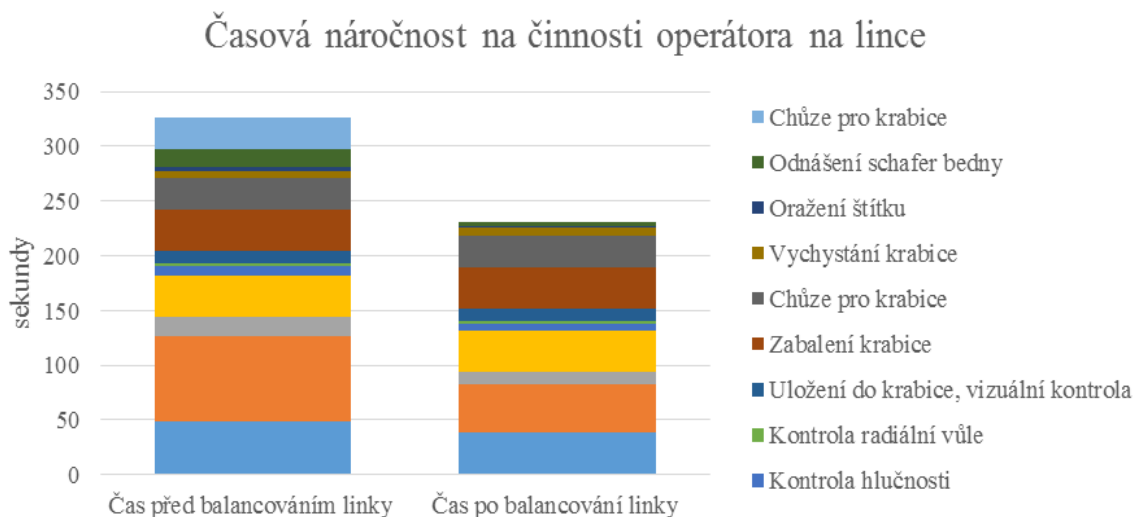
## 6.8 Změny po vybalancování taktu na montážní lince

Následující tabulka zobrazuje změny, které byly provedeny po vybalancování taktu na lince. V tabulce jsou zobrazeny činnosti v průběhu jednoho pracovního cyklu. Tímto cyklem je myšleno provedení všech nutných pracovních úkonů pro montáž ložisek. Tento pracovní cyklus se opakuje několikrát v hodině. Časy, které jsou v tabulce uvedeny, vychází z průměrů naměřených údajů.

Tabulka 5: Změny po vybalancování linky (Zdroj: Vlastní zpracování)

Činnosti	Čas před vybalancováním linky [s]	Čas po vybalancování linky [s]	Čas před vybalancováním linky [s]	Čas po vybalancování linky [s]	Časy před vybalancováním linky [s]	Činnosti po vybalancování linky [s]
Doplnění JR	48,5	38,0	182,2	131,0	242,1	189,9
Doplnění AR	77,5	44,0				
Doplnění klece	18,7	11,5				
Doplnění val. komponent	37,5	37,5				
Kontrola hlučnosti	8,1	7,5	59,9	58,9		
Kontrola rad. vůle	2,8	2,5				
Uložení do krabice	11,1	11,0				
Zabalení krabice	37,9	37,9				
Chůze pro krabice	29,0	29,0	84,5	40,4	84,5	40,4
Vychystání krabice	6,5	6,5				
Oražení štítku	3,0	1,5				
Odnášení schafér bedny	17,0	3,4				
Chůze pro krabice	29,0	0,0				

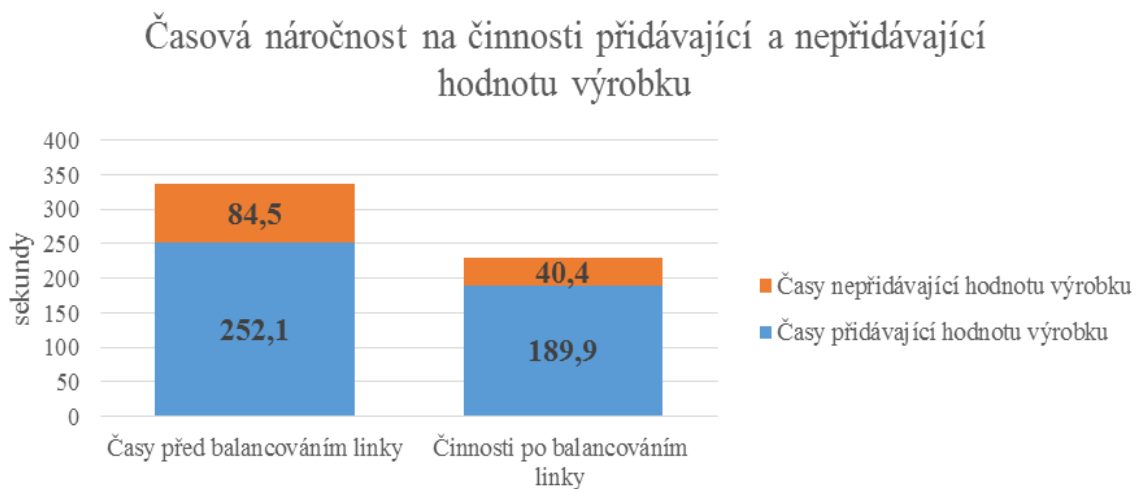
Z Tabulky 5 jsou patrné rozdílné časy. V tomto cyklu jsou uvedeny činnosti, které operátor vykonává opakovaně v průběhu celé směny. Po zavedení změn proběhlo snížení spotřeby času na manipulaci s materiálem o 28,1 % a na kontrolu výrobku pouze o 1,7 %. Tyto činnosti patří k činnostem přidávajícím hodnotu výrobku. U činností, které hodnotu výrobku nepřinášejí, klesla spotřeba času o 52,2 %. Celková spotřeba času klesla o 29,5 %.



Graf 10: Časy před a po vybalancování linky během jednoho cyklu

(Zdroj: Vlastní zpracování)

V Grafu 10 jsou znázorněny činnosti, které vykonává pracovník během jednoho cyklu. Graf 10 a Graf 11 jsou totožné. Rozdíl je pouze ve zpracování. Graf 10 uvádí detail a Graf 11 shrnutí operací v jednom pracovním cyklu, který se neustále opakuje několikrát za hodinu.



Graf 11: Srovnání činností přidávajících a nepřidávajících hodnotu výrobku (Zdroj: Vlastní zpracování)

Graf 11 zobrazuje činnosti přidávající a nepřidávající hodnotu výrobku. Jak již bylo zmíněno. Čas u činností nepřidávající hodnotu výrobku klesl o 52,2 %. Spotřeba času u činností, které tvoří přidanou hodnotu výrobku, klesla o 24,7 %.

Čas před vybalancováním linky byl počítán jako průměr všech naměřených časů. Čas po vybalancování linky byl počítán následovně:

- Doplnění JR a AR je nižší, protože se doplňuje častěji, z toho důvodu doplnění neprobíhá tak dlouho.
- Doplnění klece je nižší, z toho důvodu, že klece jsou vysypány přímo z krabice do zásobníku.
- Chůze pro krabice je nulová z toho důvodu, že operátor nechodí pro krabice každou hodinu.
- Oražení štítků je poloviční z toho důvodu, že operátor razí pouze osobní číslo, datum je předraženo.
- Odnášení schafar beden: čas je vydělen pěti z toho důvodu, že se bedny sváží po 5 kusech, ne každá zvlášť.

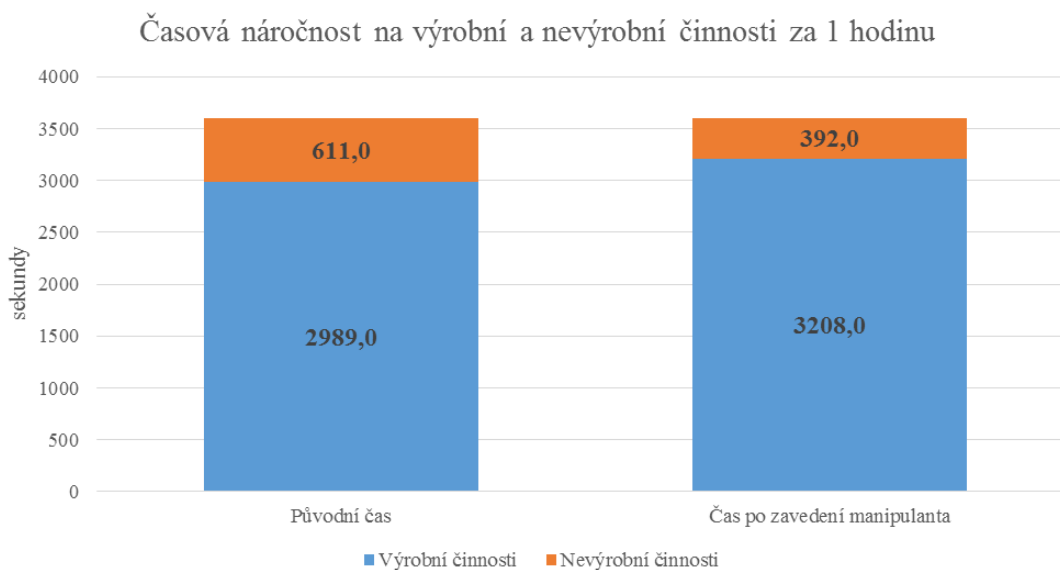
## 6.9 Činnost water spidera

Další možností, která je vhodná pro oblast montáže, je zavedení funkce water spidera.

Následující Tabulka 6 a Graf 12 zobrazují, kolik času za hodinu trvají činnosti, které přidávají hodnotu výrobku a naopak činnosti, které hodnotu nepřidávají.

Tabulka 6: Spotřeba času na činnosti vykonávané operátorem během 1 hodiny  
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Vykonávané činnosti	Původní časy za 1 hodinu [s]	Časy po zavedení manipulanta za 1 hodinu [s]
Doplnění JR	97,0	-
Doplnění AR	155,0	-
Doplnění klece	37,4	-
Doplnění valivých komponent	37,5	-
Kontrola	2662,1	2662,1
Uložení do krabice	88,8	88,8
Zabalení krabice	303,2	303,2
Chůze pro krabice	29,0	-
Vychystání krabice	52,0	-
Oražení štítku	24,0	-
Odnášení schafér bedny	68,0	-
Odnášení plastové lahve	17,0	-
Chůze pro krabice	29,0	-
<b>Činnosti nepřidávající hodnotu výrobku</b>	<b>611,0</b>	<b>392,0</b>
<b>Činnosti přidávající hodnotu výrobku</b>	<b>2989,0</b>	<b>2662,1</b>
<b>Celkem</b>	<b>3600,0</b>	<b>3054,1</b>



Graf 12: Spotřeba času na výrobní a nevýrobní činnosti po zavedení water spidera (Zdroj: Vlastní zpracování)

Operátor na lince MC6 tráví přibližně 17 % času z jedné hodiny operacemi, které nepřidávají hodnotu výrobku. Za 8 hodinovou směnu se jedná o 76,375 minuty. Za měsíc jde o 1527,5 minuty, což je v přepočtu 25,458 hodiny.

### 6.9.1 Činnosti vykonávané water spiderem

Water spider, který bude na montáži pracovat, bude nápomocen všem šesti linkám v této oblasti. Analyzováním všech montážních linek, může dojít k situaci, kdy zavedením water spidera bude ušetřen pracovník, který v současné době obsluhuje montážní linku. V tomto případě by tento pracovník místo montáže vykonával činnosti, určené water spiderovi. V případě, že bude nutné zachovat všechny pracovníky montáže, bude zaměstnána další pracovní síla, která bude provádět činnosti určené pro water spidera. Výše provozního nákladu je odhadnuta na 23 483 Kč (ČSÚ, ©2016), což je průměrná hrubá mzda v Olomouckém kraji. Následující Tabulka 7 zobrazuje činnosti, které by vykonával pouze na lince MC6 a MC5.

Tabulka 7: Práce water spidera na linkách MC6 a MC5

(Zdroj: Vlastní zpracování)

Činnosti	Spotřeba času MC6	Spotřeba času MC5
Kontrola komponent	60	60
Doplnění JR	77	264
Doplnění AR	89	
Doplnění klece	23	
Odnášení schafér bedny	17	17
Doplnění valivých komponent	75	-
Odnášení plastové lahve	20	-
Chůze pro krabice	30	-
Vychystání krabice	52	-
Oražení štítku	24	-
<b>Celkem</b>	<b>467</b>	<b>341</b>
<b>Procentuálně</b>	<b>12,97%</b>	<b>9,47%</b>

Časy uvedené v tabulce pro linku MC6 byly použity z naměřených údajů. Pro linku MC5 byly použity časy ze standardu práce na montážní lince. Z Tabulky 7 je patrné, že pouze obsluha těchto dvou linek water spiderovi zabere 22,44 % času z jedné hodiny. Jedná se tedy o 808 s za hodinu. Zbýlých 2792 s z hodiny bude vykonávání činností, které nepřidávají hodnotu výrobku u jiných linek. Montážních linek je v této oblasti celkem 6, z toho důvodu bude zbylý čas věnován nutným operacím, které nepřinášejí hodnotu výrobku na zbylých 4 linkách. Od tohoto času je nutné odečíst také čas na chůzi mezi linkami, který je zde nezbytný.

### 6.9.2 Zvýšení efektivity operátora

Z Grafu 12 je patrné, že zavedením water spidera se zvýší podíl času, který má operátor pro vykonávání výrobní činnosti. Aby byla zvýšena efektivita operátora, je doporučeno v ušetřeném čase, který operátor získal, obsluhovat současně 2 montážní linky. Kolik času bude operátor věnovat jednotlivým operacím, je uvedeno v Tabulce 8.

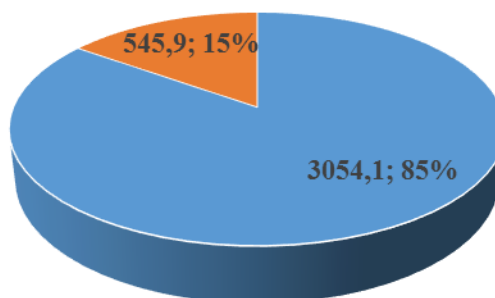


Tabulka 8: Čas na obsluhu dvou linek (Zdroj: Vlastní zpracování)

Činnosti	Montážní linka MC6	Montážní linka MC5
Kontrola	2662,1	-
Uložení do krabice	88,8	545,9
Zabalení krabice	303,2	
<b>Celkem</b>	<b>3054,1</b>	<b>545,9</b>

Na montážní lince MC5 bude operátor vykonávat pouze činnosti, přidávající hodnotu výrobku. Z toho důvodu, bude všechnen čas strávený u linky MC5 věnovat ukládání hotových výrobků do balení. Z Tabulky 8 vyplývá, že na montážní lince MC6 by operátor trávil přibližně 3054,1 s a 545,9 s ze zbylé hodiny by trávil na lince MC5. Záleží zde také na zručnosti operátora. Každý operátor vykonává práci jinak rychle, z toho důvodu se mohou časy strávené na linkách měnit.

Spotřeba času operátora na obsluhu dvou linek za 1 hodinu



■ Montážní linka MC6 ■ Montážní linka MC5

Graf 13: Spotřeba času operátora na obsluhu dvou linek  
(Zdroj: Vlastní zpracování)

## 7 ZHODNOCENÍ PROJEKTU

Následující kapitola je věnována přínosům projektu, kterých bude dosaženo po realizaci návrhů uvedených v projektové části. Dále byly zmíněny výdaje na projekt, bez kterých se realizace opatření neobejde.

Hlavním přínosem celého projektu bude, že operátoři na montáži budou mít více času na montáž ložisek. Budou se věnovat více činnostem přidávajícím hodnotu a naopak spotřeba času u činnostech nepřidávajících hodnotu výrobku klesne.

### Zavedení funkce water spidera

Bude zaveden jeden pracovník, který se bude na celé montáži věnovat činnostem nepřidávajícím hodnotu výrobkům. Tím ušetří výrobní čas všem operátorům na šesti montážních linkách. Konkrétní přínos pro linky MC5 a MC6 zobrazuje Tabulka 9 a 10.

Tabulka 9: Původní stav před vybalancováním linky (Zdroj: Vlastní zpracování)

Před vybalancováním linky za 1 hodinu					
Ukazatele	MC6		MC5		WS MC5+MC6
Počet pracovníků	1		1		-
Čas přidávající hodnotu výrobku [s]	2989,0	83,0%	3600,0	100,0%	-
Čas nepřidávající hodnotu výrobku [s]	611,0	17,0%			
Počet vyrobených výrobků za hodinu [ks]	328		327		-

Tabulka 9 zobrazuje, původní stav na linkách MC5 a MC6. Každou linku obsluhoval jeden operátor. Na lince MC5 není spotřeba času rozdělena na činnosti přidávající a nepřidávající hodnotu výrobku z toho důvodu, že operátor zde pouze doplňuje komponenty a ukládá již hotové výrobky do přepravky. Poslední sloupec znázorňuje, že water spider (WS) nebyl na montáži zaveden.

Tabulka 10: Změna po vybalancování linky (Zdroj: Vlastní zpracování)

Po vybalancování linky za 1 hodinu						
Ukazatele	MC6		MC5		WS MC5+MC6	
Počet pracovníků	1		-		1	
Čas přidávající hodnotu výrobku [s]	2662,1	74,0%	545,9	15,0%	808,0	22,4%
Čas nepřidávající hodnotu výrobku [s]	392,0	11,0%				
Počet vyrobených výrobků za hodinu [ks]	328		109		-	

Tabulka 10 zobrazuje, stav na linkách MC5 a MC6 po realizaci projektu. Poslední sloupec znázorňuje, využití water spidera na 22,4 % z jedné hodiny při obsluze linek MC5 a MC6. Zbylý čas využije k obsluze dalších linek a pohybu mezi linkami.

Operátor, který pracuje na lince MC6 bude současně obsluhovat i linku MC5. Tím, že se ušetří jeden operátor na lince MC5, může se využít jako water spider.

Operátor, který bude obsluhovat obě linky zároveň, si musí správně rozložit čas na obsluhu obou linek. Velmi velkou roli při obsluze dvou linek současně hraje zručnost a zkušenosti operátora. Pokud bude operátor trávit kontrolou ložisek na lince MC6 stejnou dobu jako doposud, zvýší se jeho efektivita o 25 %, tím, že k ložiskům, z linky MC6 přibude za jednu hodinu průměrně 109 ložisek z linky MC5. Pokud bude operátor zručnější a rychlejší, může si čas rozdělit lépe a tím stihne uložit do balení na lince MC5 více kusů než je uvedeno v Tabulce 10.

Pokud by v budoucnu došlo k zrychlení výrobního taktu a byl by třeba zachovat počet pracovníků u montážních linek, bylo by nutností najmout dělníka navíc, který by vykonával práci water spidera. Měsíční náklady by v tomto případě byly přibližně ve výši 31 468 Kč, při uvažování hrubé mzdy ve výši 23 483Kč (ČSÚ, ©2016). Tyto náklady na dalšího pracovníka by se vrátily formou zvýšení produktivity jednotlivých operátorů na montážních linkách.

#### Možnost zvýšení produktivity operátorů

U montážních linek, které nejsou závislé na rychlosti stroje, dojde ke zvýšení produktivity operátorů tím, že budou mít více času na montáž a tudíž vyrobí více kusů za směnu. Více výrobního času získají tím, že jim budou odstraněny činnosti nepřidávající hodnotu výrobku.

U linek, které jsou závislé na rychlosti stroje (MC6 a MC5), je doporučuji úvahu ze strany závodu nad zrychlení výrobního taktu stroje.

Jak se zvýší produktivita, případně dojde-li ke snížení počtu potřebných zaměstnanců u montážních linek, se zjistí analyzováním až po zavedení water spidera do procesu.

#### Ergonomie pracoviště

Značná část projektu je věnována ergonomii. Tím, že budou zavedena opatření, která byla v projektové části navržena, se bude předcházet zdravotním problémům a z toho potenciálně plynoucím nemocem z povolání či dalším zdravotním omezením operátorů. Navrhovanou změnou bylo zavedení spádového regálu. Tato položka bude závod stát přibližně 6 000 Kč u jedné linky v závislosti na požadavcích závodu na konstrukční řešení regálu.

#### Nedoplněné komponenty

V projektu bylo zmíněno zastavení stroje, z důvodu nedoplněných komponent. V tomto případě bylo myšleno nedoplnění komponent operátorem do zásobníku stroje. Může se také stát, že komponenty nebudou doplněny skladníkem nebo nebudou již na skladě. V interních materiálech společnosti je uvedeno čekání na komponenty v kusech.

U linky MC5 se jedná o 97 ks za měsíc a u linky MC6 o 91 ks za měsíc. Nejsou ale k dispozici údaje, z jakého důvodu se na komponenty čekalo. Pokud by v tomto případě nejednalo a chybějící materiál na skladě, ale o chybu člověka, budou přínosy po zavedení water spidera následující. Water spider bude mít pod kontrolou množství komponent na všech linkách. Standardem bude určeno, v jakém časovém intervalu se bude znovu k linkám vracet. Na základě tohoto intervalu se bude rozhodovat, v jakém množství je nutné komponenty doplnit. Tímto opatřením se zamezí tomu, že stroj nepojede z důvodu prázdného zásobníku. Pokud budou docházet komponenty u vstupu, bude informovat skladníka o nutnosti přivezení komponent s dostatečným předstihem.

Výpočet ztráty z nedoplněných komponent

Z interních materiálů společnosti bylo zjištěno, že náklady na 1 ks výrobku jsou ve výši 5,44 Kč a marže z 1 ks výrobku je 20 %, tedy 1,09 Kč.

Tabulka 11: Ušlý zisk při nedoplnění komponent (Zdroj: Vlastní zpracování)

	<b>MC5</b>	<b>MC6</b>	<b>Celkem</b>
<b>Čekání [ks/měsíc]</b>	97	91	188
<b>Náklady [ks]</b>	5,44	5,44	-
<b>Marže [ks]</b>	1,09	1,09	-
<b>Náklady celkem [Kč/měsíc]</b>	527,68	495,04	1022,72
<b>Marže celkem [Kč/měsíc]</b>	105,73	99,19	204,92

Z Tabulky 11 je patrné, že nedoplněním daných komponent závod přišel o 204,92 Kč za měsíc. Pokud by se tato situace opakovala každý měsíc přibližně ve stejné výši, jednalo by se o částku 2 459,04 Kč za rok. Náklady uvedené v Tabulce 11, jsou fixní a variabilní náklady na stroj, budovu, operátora, seřizovače apod. Tyto náklady jsou placeny i v případě, že stroj jede a nevyrábí se z důvodu nedoplněných komponent. V měsíci březnu při daném počtu kusů se celkem jednalo o náklady ve výši 1022,72 Kč za měsíc. Pokud by se tato situace opakovala každý měsíc ve stejné výši, jednalo by se o 12 272,64 Kč za rok, kdy stroj jede, ale nevyrábí.

Tím, že bude zaveden water spider se snáže této situaci předejde.

## ZÁVĚR

Diplomová práce byla zaměřena na vybalancování výrobního taktu na montážních linkách ve vybrané společnosti. Hlavním cílem bylo analyzovat stávající situaci na závodem zvolené montážní lince MC6. Na základě této analýzy vypracovat projekt, vedoucí ke zlepšení stávající situace.

V teoretické části byly definovány základní pojmy z oblasti měření práce, štihlé výroby, plýtvání a ergonomie práce. Tyto získané poznatky sloužily jako podklad pro zpracování praktické části práce.

V analytické části byla vypracována analýza současného stavu na montážní lince. Byla provedena analýza materiálového toku vztahujícího se k lince MC6, snímek činností operátora a chronometráž a také analýza pohybu operátora.

Z provedených analýz vyplynulo několik nedostatků. Tyto nedostatky byly dále v analytické části podrobně popsány.

Na analytickou část navazuje projektová část, která se zabývala odhalenými nedostatky. Nejprve byla navržena opatření, která by zlepšila situaci pouze změnou spotřeby času na vykonávání jednotlivých činností operátora. Jako hlavní řešení celého projektu bylo zavedení nové funkce na celé montáži. Tato funkce se jmenuje water spider. Water spider bude vykonávat většinu činností, které netvoří přidanou hodnotu výrobku. Tím se zvýšil výrobní čas jednotlivých operátorů. Hlavním přínosem water spidera bylo ušetření času operátorům na nevýrobní činnosti. Zavedením této funkce může následovat posouzení závodu, zda by šel zrychlit výrobní takt na montážních linkách, buď přenastavením strojů, nebo zvýšením času na výrobu u linek bez strojové jednotky.

Jedním z řešených problémů byla také ergonomie práce při vkládání komponent do stroje. Tato pracovní poloha se jevila jako riziková. Z toho důvodu byl navržen spádový regál, který omezí rizikovost pracovní polohy.

Na závěr diplomové práce bylo provedeno shrnutí projektu. Kde byly popsány přínosy a výdaje projektu.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

### Monografie:

BADIRU, Adedeji Bodunde. Handbook of industrial and systems engineering. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, c2014. ISBN 978-1-4665-1504-8

HLÁVKOVÁ, Jana a Alena VALEČKOVÁ. *Ergonomické checklisty a nové metody práce při hodnocení ergonomických rizik*. Praha: Státní zdravotní ústav, 2007. ISBN 978-80-7071-289-4.

CHARRON, Rich. *The Lean Management Systems Handbook*. Boca Raton, FL: CRC Press, 2015. ISBN 978-146-6564-350.

CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: Georg, 2011. ISBN 978-80-89401-26-0.

IMAI, Masaaki. *Gemba Kaizen*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2005. Business books (Computer Press). ISBN 80-251-0850-3.

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006. Management studium. ISBN 80-868-5138-9.

LÍBAL, Vladimír. *Organizace a řízení výroby*. 7. nezm. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1974. ISBN 80-030-0050-5.

LIKER, Jeffrey K. *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. New York: McGraw-Hill, c2004. ISBN 00-713-9231-9.

MAŠÍN, Ivan. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. ISBN 80-902-2356-7.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. *Cesty k vyšší produktivitě: strategie založená na průmyslovém inženýrství*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1996. ISBN 80-902-2350-8.

MAŠÍN, Ivan. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. ISBN 80-902-2356-7.

TUČEK, David a Roman BOBÁK. *Výrobní systémy*. Vyd. 2., upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. ISBN 80-731-8381-1.

EDITED BY GAVRIEL SALVENDY. *Handbook of industrial engineering*. 3rd ed. New York: John Wiley, 2001. ISBN 978-047-0241-820.

ZANDIN, Kjell B. *MOST work measurement systems*. 3rd ed., rev. and expanded. New York: Marcel Dekker, c2003. ISBN 08-247-0953-5.

### Elektronické zdroje:

Interní materiály společnosti.

Bolesti zad. *Geografie, sport, info: Informace, které potřebujete, možná nejdete zde* [online]. 2007 [cit. 2016-04-06]. Dostupné z: <http://www.jindrichpolak.wz.cz/ostatni/bolestizad.php>

BULEDOVIČ, Lúdvít, ©2012. TPM. IPA Slovakia [online]. [cit. 2016-03-25]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/cz/ipa-slovník/tpm>

Český statistický úřad: Krajská správa ČSÚ v Olomouci. *Český statistický úřad: Krajská správa ČSÚ v Olomouci* [online]. Olomouc, 2014 [cit. 2016-03-21]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/xm>

DEBNÁR, Róbert, ©2007. Týmová práce. IPA Slovakia [online]. [cit. 2016-03-25]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/cz/ipa-slovník/tymova-prace>

DLABAČ, Jaroslav. *API - Akademie produktivity a inovací: Analýza a měření práce* [online]. [cit. 2016-03-11]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/25784n-analyza-a-mereni-prace>

*Guard7: BEZPEČNOST PRÁCE A POŽÁRNÍ OCHRANA PO CELÉ ČESKÉ REPUBLICE* [online]. [cit. 2016-04-06]. Dostupné z: <http://www.guard7.cz/rucni-manipulace-s-bremeny>

KORMANEC, Peter, ©2007. SMED. IPA Slovakia [online]. [cit. 2016-03-25]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/cz/ipa-slovník/smed>

KOŠTURIÁK, Ján, ©2007. Průmyslové inženýrství. IPA Slovakia [online]. [cit. 2016-03-26]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/cz/ipa-slovník/prumyslove-inzenyrstvi>

KRIŠŤÁK, Josef, ©2007. Štíhlé pracoviště. IPA Slovakia [online]. [cit. 2016-03-25]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/cz/ipa-slovník/stihle-pracoviste>

MILLER, Jon. The Milk Run vs. the Water Spider: Why water spiders can be much more than material handlers. *Qualitydigest* [online]. 2016 [cit. 2016-04-12]. Dostupné z: <http://www.qualitydigest.com/inside/twitter-ed/milk-run-vs-water-spider.html#>

..



MMF zhoršil výhled světové ekonomiky. V Česku růst zpomalí na 2,5 procenta. *Hospodářské noviny* [online]. 2016 [cit. 2016-04-12]. Dostupné z: <http://byznys.ihned.cz/c1-65245470-mmf-zhorsil-vyhled-svetove-ekonomiky>

PAVELKA, Marcel. *API - Akademie produktivity a inovací: Naučte se vidět a odstraňovat plýtvání* [online]. [cit. 2016-03-11]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/25781n-naucte-se-videt-a-odstranovat-plytvani>

PIVODOVÁ, Pavlína, 2014. Měření práce [prezentace v rámci předmětu Studia metod měření práce]. Zlín, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2014.

*Podnikátor: Pomůže Vám v podnikání* [online]. 2012 [cit. 2016-04-06]. Dostupné z: <http://www.podnikator.cz/provoz-firmy/management/rady-pro-manazery/n:16784/Metody-ergonomie-pro-pouziti-v-praxi>

Předpis č. 361/2007 Sb.: Nařízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. *Zákony pro lidi.cz* [online]. AION.cs, 2007 [cit. 2016-03-26]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2007-361>  
*Trilogiq* [online]. [cit. 2016-04-01]. Dostupné z: <http://www.trilogiq.cz/>

*Tvoje provozovna.cz* [online]. [cit. 2016-03-26]. Dostupné z: <http://www.tvojeprvovozovna.cz/regalove-a-policove-systemy/regaly-se-sikmymi-policemi//spadove-regaly-s-nosnosti-200-kg-141407/>

Uhrová, Monika, ©2007. Milk run. IPA Czech [online]. [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: <http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/milk-run>

Uhrová, Monika, ©2012. Štíhlá logistika. IPA Czech [online]. [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: <http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/stihla-logistika>

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

- AR Vnější kroužek.  
HV Hotové výrobky.  
JR Vnitřní kroužek.  
VP Vychystávací prostor.

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1: Druhy časových studií (Lhotský, 2005, str. 65).....	14
Obrázek 2: Štíhlá výroba (Košturiak, Frolík, 2006, str. 23).....	17
Obrázek 3: Příklady vizualizace na pracovišti (Košturiak, Frolík, 2006, str. 78).....	20
Obrázek 4: Znaky týmové práce (Debnár, ©2007).....	21
Obrázek 5: Produkty společnosti (Zdroj: Interní materiály společnosti) .....	31
Obrázek 6: Výrobní portfolio (Zdroj: Interní materiály společnosti) .....	33
Obrázek 7: Montážní linka MC6 (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	35
Obrázek 8: Materiálový tok (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	37
Obrázek 9: Materiálový tok A (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	38
Obrázek 10: Materiálový tok B (Zdroj: Vlastní zpracování).....	40
Obrázek 11: Montáž výrobku (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	41
Obrázek 12: Pohyb operátora u montážní linky (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	43
Obrázek 13: Spaghetti diagram (Zdroj: Vlastní zpracování).....	44
Obrázek 14: Pohyb operátora (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	45
Obrázek 15: Vibrometr (Zdroj: Vlastní zpracování).....	47
Obrázek 16: Měřidlo radiální vůle (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	48
Obrázek 17: Neergonomické pracoviště (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	53
Obrázek 18: Ergonomie vkládání komponent (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	57
Obrázek 19: Umístění schafér beden s komponenty (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	58
Obrázek 20: Spádový regál (Trilogiq, ©2016).....	63
Obrázek 21: Zvedání těžkých břemen (Zdroj: Bolesti zad, 2007).....	64
Obrázek 22: Podvozek na odvoz schafér beden (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	66

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1: Prvky štíhlého pracoviště (Košturiak, Frolík, 2006, str. 65) .....	19
Tabulka 2: Hmotnostní limity pro ruční manipulaci s břemeny (Gaurd7, 2016) .....	28
Tabulka 3: Kriteriaální SWOT analýza (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	36
Tabulka 4: Časový harmonogram projektu (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	61
Tabulka 5: Změny po vybalancování linky (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	72
Tabulka 6: Spotřeba času na činnosti vykonávané operátorem během 1 hodiny (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	75
Tabulka 7: Práce water spidera na linkách MC6 a MC5 (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	77
Tabulka 8: Čas na obsluhu dvou linek (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	78
Tabulka 9: Původní stav před vybalancováním linky (Zdroj: Vlastní zpracování) ...	79
Tabulka 10: Změna po vybalancování linky (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	80
Tabulka 11: Ušlý zisk při nedoplnění komponent (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	82

**SEZNAM GRAFŮ**

Graf 1: Cyklicky se opakující činnosti operátora na 1. směně (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	46
Graf 2: Cyklicky se opakující činnosti operátora na 2. směně (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	46
Graf 3: Kontrola hlučnosti (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	47
Graf 4: Kontrola radiální vůle (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	49
Graf 5: Uložení do krabice a vizuální kontrola (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	50
Graf 6: Zabalení a označení krabice (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	51
Graf 7: Srovnání spotřeby času na jednotlivé činnosti u obou operátorů (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	52
Graf 8: Spotřeba času při odnášení schafér beden (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	67
Graf 9: Spotřeba času při chůzi pro krabice (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	68
Graf 10: Časy před a po vybalancování linky během jednoho cyklu (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	73
Graf 11: Srovnání činností přidávajících a nepřidávajících hodnotu výrobku (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	74
Graf 12: Spotřeba času na výrobní a nevýrobní činnosti po zavedení water spidera (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	76
Graf 13: Spotřeba času operátora na obsluhu dvou linek (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	78

## SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha P I: Snímek činností operátora
- Příloha P II: Cyklické činnosti operátora
- Příloha P III: Periodické činnosti operátora
- Příloha P IV: Logický rámec
- Příloha P V: RIPRAN analýza
- Příloha P VI: Ergonomická analýza RULA

## Příloha P I: Snímek činností operátora

Operace	1. náměr [s]	2. náměr [s]	3. náměr [s]	1. náměr [s]	2. náměr [s]	3. náměr [s]
Doplnění krabic 5ks (chůze)	31,0	35,0	33,0	21,0	25,5	26,0
Složení krabice	6,0	6,5	7,0	6,0	6,5	6,5
Chůze	6,0	5,0	6,0	6,0	6,0	5,5
Doplnění AR	85,0	92,5	113,5	42,0	44,0	88,5
Chůze	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0
Doplnění klece	24,0	28,0	27,0	10,0	11,5	11,5
Chůze	1,5	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5
Doplnění JR	38,0	39,5	42,0	33	40	98
Chůze	2,0	2,0	1,5	2,0	2,0	1,5
Doplnění valivých komponent	48,0	49,0	56,5	25	27	21
Uchopení ložiska, kontrola hlučnosti	9,0	7,0	7,0	7,0	7,0	8,0
Zkouška funkčnosti + kontrola radiální vůle	2,5	2,0	3,0	3,0	2,5	2,5
Uchopení ložiska, kontrola hlučnosti	13,0	9,0	14,5	8,0	7,0	8,5
Zkouška funkčnosti + kontrola radiální vůle	3,0	3,0	4,0	2,5	3,0	3,5
Uchopení ložiska, kontrola hlučnosti	7,5	8,0	7,0	7,0	8,0	9,0
Zkouška funkčnosti + kontrola radiální vůle	6,0	2,5	3,5	2,5	3,5	3,0
Uchopení ložiska, kontrola hlučnosti	8,0	9,5	6,5	7,0	7,5	7,0
Zkouška funkčnosti + kontrola radiální vůle	3,0	3,5	3,0	2,5	3,5	3,0
Uložení do krabice + vizuální kontrola 15ks	10,5	13,0	11,5	12,0	13,0	11,0
Zapsání	10,0	10,5	11,5	5,0	7,0	6,0

Uchopení ložiska, kontrola hlučnosti	7,0	6,5	8,0	7,5	8,0	9,0
Zkouška funkčnosti + kontrola radiální vůle	9,0	3,0	3,0	3,0	2,0	3,0
Uchopení ložiska, kontrola hlučnosti	7,0	7,0	7,5	14,0	7,0	7,0
Zkouška funkčnosti + kontrola radiální vůle	9,0	3,0	3,0	3,0	2,5	3,0
Uchopení ložiska, kontrola hlučnosti	7,5	8,0	7,5	9,0	8,0	7,0
Zkouška funkčnosti + kontrola radiální vůle	3,5	3,0	2,5	3,5	3,5	3,0
Uchopení ložiska, kontrola hlučnosti	7,0	11,0	8,0	9,0	8,0	9,0
Zkouška funkčnosti + kontrola radiální vůle	2,5	3,0	4,0	3,0	3,0	3,0
Uložení do krabice + vizuální kontrola 15ks	14,0	10,5	9,5	10,5	10,5	13,0
Vychystání krabice	5,0	7,0	5,5	8,0	7,0	6,0
Chůze	5,5	5,0	5,5	5,5	6,0	6,0
Doplnění AR	88,0	89,0	77,5	42,0	44,0	82,5
Uchopení ložiska, kontrola hlučnosti	7,0	7,0	7,0	7,0	8,0	8,5
Zkouška funkčnosti + kontrola radiální vůle	3,0	3,0	3,0	2,5	2,5	2,0
Uchopení ložiska, kontrola hlučnosti	7,5	7,5	8,0	8,5	8,0	8,0
Zkouška funkčnosti + kontrola radiální vůle	3,0	3,0	2,0	3,0	3,5	3,5
Uchopení ložiska, kontrola hlučnosti	7,0	7,5	9,0	7,0	7,5	7,0
Zkouška funkčnosti + kontrola radiální vůle	5,5	2,0	2,5	3,0	3,0	2,5
Uchopení ložiska, kontrola hlučnosti	8,0	11,0	9,0	8,0	9,0	7,0
Zkouška funkčnosti + kontrola radiální vůle	2,5	7,5	3,0	3,0	3,0	2,5
Uchopení ložiska, kontrola hlučnosti	11,5	3,0	7,0	8,0	8,0	9,0
Zkouška funkčnosti + kontrola radiální vůle	2,5	8,0	2,0	3,5	2,0	2,5
Uložení do krabice + vizuální kontrola 15ks	10,0	11,0	10,5	12,0	10,5	10,5
Zvážení krabice + zabalení	42,0	50,0	46,5	43,0	46,5	53,5
<b>Celkem</b>	<b>589,5</b>	<b>604,5</b>	<b>611,5</b>	<b>431,0</b>	<b>448,5</b>	<b>591,5</b>



## PŘÍLOHA P II: CYKLICKÉ ČINNOSTI OPERÁTORA

Náměry	1. směna				2. směna			
	Kontrola hlučnosti [s]	Radiální vůle [s]	Uložení do krabice (15ks) [s]	Zabalení krabice [s]	Kontrola hlučnosti [s]	Radiální vůle [s]	Uložení do krabice (15ks) [s]	Zabalení krabice [s]
1.	7,5	2,0	10,0	30,0	7,5	3,0	12,0	42,0
2.	7,0	3,0	10,0	30,5	8,0	2,0	12,0	56,0
3.	7,0	4,0	8,0	31,5	9,0	3,0	12,0	38,5
4.	7,5	2,0	10,0	30,0	14,0	3,5	13,0	43,0
5.	7,0	2,5	8,5	34,5	7,0	3,0	11,0	41,0
6.	7,0	2,5	10,5	31,0	7,0	2,5	11,5	43,0
7.	7,5	2,5	10,0	31,0	8,5	3,0	10,5	46,5
8.	7,5	2,5	11,0	32,5	9,0	2,5	10,5	53,5
9.	7,0	2,5	11,0	32,0	8,0	2,5	13,0	43,0
10.	7,0	3,5	14,5	30,5	7,0	2,5	10,5	41,5
11.	9,5	2,0	13,5	31,0	9,0	2,0	10,0	41,0
12.	7,5	2,5	11,0	-	8,0	3,5	10,5	-
13.	9,5	3,0	11,5	-	9,0	2,5	12,0	-
14.	7,5	2,5	14,0	-	8,0	2,5	11,0	-
15.	8,0	2,5	10,5	-	7,0	2,0	11,0	-
16.	7,0	3,5	10,0	-	8,0	3,0	10,5	-
17.	7,0	2,5	10,0	-	8,5	3,0	12,0	-
18.	14,0	2,5	9,5	-	8,0	3,0	10,5	-
19.	14,5	3,0	13,0	-	8,0	3,0	11,0	-
20.	7,0	2,0	11,0	-	7,0	2,5	11,5	-
21.	7,5	2,5	9,5	-	7,5	3,0	10,5	-
22.	7,0	2,5	12,0	-	7,0	3,5	12,0	-
23.	7,5	2,5	11,0	-	8,0	3,0	11,5	-
24.	7,5	2,5	11,0	-	9,0	2,5	11,5	-
25.	9,5	3,0	12,5	-	7,0	3,5	11,0	-
26.	7,0	3,5	9,5	-	7,5	3,0	10,5	-
27.	7,0	2,5	8,5	-	8,0	2,5	10,5	-
28.	7,0	4,0	12,5	-	8,0	3,0	11,0	-
29.	7,5	3,5	9,5	-	7,0	3,0	11,0	-
30.	10,5	4,0	14,0	-	8,0	2,5	10,5	-
31.	9,5	2,5	12,5	-	8,0	2,0	11,5	-
min	7,0	2,0	8,0	30,0	7,0	2,0	10,0	38,5
max	14,5	4,0	14,5	34,5	14,0	3,5	13,0	56,0
celkem	251,0	86,0	340,0	344,5	250,5	86	347,5	489,0
medián	7,5	2,5	11,0	31,0	8,0	3,0	11,0	43,0

## PŘÍLOH P III: PERIODICKÉ ČINNOSTI OPERÁTORA

Č.	Periodické pracovní operace	Časy operace			Výrobní čas [s]													
		Ruční	Strojní	Čekání	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280
1	Doplnění 5 ks krabic (chůze)	-	-	29	[Gantt bar from 0 to 29s]													
2	Složení krabice	6,5	—	6	[Gantt bar from 29 to 35.5s]													
3	Doplnění AR	84	—	1,5	[Gantt bar from 35.5 to 120.5s]													
4	Doplnění klece	18	—	1,5	[Gantt bar from 120.5 to 140s]													
5	Doplnění JR	40	—	2	[Gantt bar from 140 to 182s]													
6	Doplnění valivých komponent	38	—	2	[Gantt bar from 182 to 222s]													
7	Uchopení ložiska, kontrola hlučnosti	8	—		[Gantt bar from 222 to 230s]													
8	Zkouška funkčnosti, kontrola radiální vůle	3	—		[Gantt bar from 230 to 233s]													
9	Uložení do krabice, vizuální kontrola (15 ks)	11	—		[Gantt bar from 233 to 244s]													
10	Zapsání	8,5	—		[Gantt bar from 244 to 252.5s]													
11	Zvážení krabice, zabalení	47	—		[Gantt bar from 252.5 to 300s]													
<b>CELKEM</b>		<b>306</b>			[Total bar from 0 to 306s]													

## PŘÍLOHA P IV: LOGICKÝ RÁMEC

Strom cílů	Objektivně ověřitelné ukazatele	Zdroje informací k ověření	Předpoklady a rizika
<b>Hlavní cíl:</b> Zvýšení využití pracovníků na montáži	Rozšíření pravomocí operátorů na montáži	Uspoření času jiného pracovníka a převzetí části jeho odpovědnosti	-
<b>Projektový cíl:</b> 1.1 Balancování výrobního taktu na montážních linkách	Rozšířené pravomoci operátora na lince	DP 6.9.2	Nenaplnění cíle
<b>Výstupy:</b> 1.1.1 SWOT analýza závodu 1.1.2 Navržené změny činností pracovníka 1.1.3 Diplomová práce	SWOT analýza Změny v pracovním postupu operátora Diplomová práce	DP 3.2 DP 6.2 – 6.7	Chybně zpracovaná data Neochota při analyzování
<b>Aktivity:</b> 1.1.1.1 Studium informací o společnosti 1.1.1.2 Časové snímky pracovníka, chronometrů 1.1.1.3 Analýza pohybů operátora a materiálového toku 1.1.1.4 Vyhodnocení analýz 1.1.2. Návrhy na změnu činností vykonávaných operátorem 1.1.3. Studium vhodné literatury 1.1.4 Zpracování praktické části 1.1.5 Zpracování teoretické části 1.1.6 Odevzdání Diplomové práce	<b>Prostředky</b>  Počítač Stopky Tužka Papír Layout pracoviště Fotoaparát MS Excel Formulář k snímku pracovních činností operátora, Výsledky analýz Znalosti stávající odpovědnosti operátora	<b>Časový rámec aktivit</b>  1.1.1. + 1.1.3. - 1/2016 1.1.2. + 1.1.3. + 1.1.4 – 2/2016 1.1.5 – 3/2016 1.1.6 – 4/2016	Nespolupráce operátorů Neochota zaměstnanců podstupovat změny Špatná komunikace Neplnění časového harmonogramu Nedostatečná znalost zkoumané problematiky
			<b>Předběžné podmínky</b>  Schválení zadání Podpora ze strany firmy Vymezení prostoru pro potřebné analýzy, Dostatečné znalosti

## PŘÍLOHA P V: RIPRAN ANALÝZA






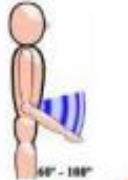
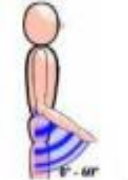


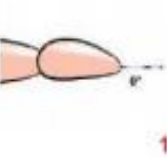
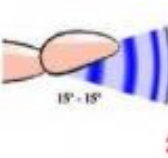

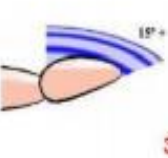



ID	HROZBA	PRAVDĚPOD. HROZBY	SCÉNÁŘ	PRAVDĚPOD. SCÉNÁŘE	PRAVDĚPOD. CELKOVÁ	DOPAD	HODNOTA RIZIKA	OPATŘENÍ
1.	Při analýzách došlo k chybám	30%	Chybné závěry analýzy	85%	25,5% SP	VD	VHR	Opětovné provedení analýz
2.	Nespolupráce zainteresovaných pracovníků	50%	Neúspěch projektu	70%	35% SP	VD	VHR	Komunikace se zaměstnanci
3.	Nesprávné vybalancování linky	30%	Nesprávné závěry DP	65%	19,5% MP	VD	SHR	Pravidelná konzultace s projektovým týmem Komunikace s operátory na lince
			Neobhájím DP	20%	6% MP	SD	MHR	Akceptace rizika
4.	Nesplnění termínů projektů	20%	Nevhodně naplánovaný projekt	50%	10% MP	VD	SHR	Dostatečná časová rezerva

PRAVDĚPODOBNOST			HODNOTA RIZIKA A REAKCE			MP	SP	VP
<b>MP</b>	Malá	0,01 – 0,2	<b>VHR</b>	Vyhnutí se riziku	<b>MD</b>	MHR	MHR	SHR
<b>SP</b>	Střední	0,21 – 0,66	<b>MHR</b>	Akceptace	<b>SD</b>	MHR	SHR	VHR
<b>VP</b>	Vysoká	0,67 – 0,99	<b>SHR</b>	Tvorba rizikového plánu	<b>VD</b>	SHR	VHR	VHR










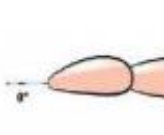
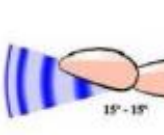

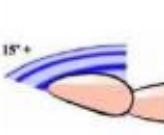



ŠKODA (DOPAD)		
<b>MD</b>	Malý dopad	Dopady vyžadují určité zásahy do plánu projektu. Škoda do 0,5 % z celkové hodnoty projektu
<b>SD</b>	Střední dopad	Ohrožení týmu, nákladů, zdrojů, což bude vyžadovat mimořádné akční zásahy do plánu projektu. Škoda 0,5 % až 20 %.
<b>VD</b>	Velký dopad	Ohrožení cíle. Ohrožení koncového termínu, možnost překročení celkového rozpočtu. Škoda přes 20 % z celkové hodnoty.

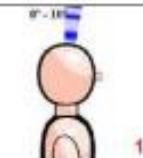
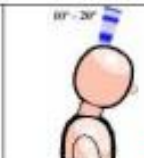
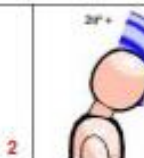









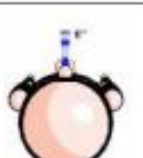

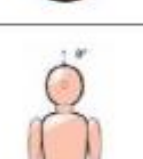

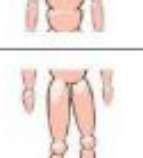

# PŘÍLOHA P VI: ERGONOMICKÁ ANALÝZA RULA

(Hlávková, Valečková)

Pravá strana:						
Pravé nadloktí						<input type="checkbox"/> Zvednuté rameno <b>1</b> <input type="checkbox"/> HK v abdukci <b>1</b> <input type="checkbox"/> Sklonění nebo podpora váhy paže <b>-1</b>
Pravé předloktí				 <input type="checkbox"/> Činnosti přes střednici těla nebo na stranu <b>1</b>		
Pravé zápěstí						<input type="checkbox"/> Zápěstí vytočeno mimo střednici <b>1</b>
Pravé zápěstí otočené			<p>Síla &amp; Zátěž pro pravou ruku</p> <p>VYBERTE JEDNU Z NABÍZENÝCH MOŽNOSTÍ:</p> <input type="checkbox"/> Žádná překážka • méně než 2 kg přerušované zátěže nebo síly <b>0</b> <input type="checkbox"/> 2-10 kg přerušované zátěže nebo síly <b>1</b> <input type="checkbox"/> 2-10 kg statická zátěž • 2-10 kg opakující se zátěž nebo síla • 10 kg či více přerušované zátěže nebo síly <b>2</b> <input type="checkbox"/> 10 kg statická zátěž • 10 kg opakovaná zátěž nebo síla • náraz nebo prudké zvyšování síly <b>3</b>			
Užití svalů	<input type="checkbox"/> Poloha převážně statická, např. držení více jak 1 min. nebo opakování více než 4krát za min. <b>1</b>					

Levá strana:

Levé nadloktí	 <p>30° - 30° <b>1</b></p>	 <p>20°+ <b>2</b></p>	 <p>20° - 45° <b>2</b></p>	 <p>45° - 90° <b>3</b></p>	 <p>90°+ <b>4</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Zvednuté rameno <b>1</b></li> <li><input type="checkbox"/> HK v abdukci <b>1</b></li> <li><input type="checkbox"/> Sklonění nebo podpora váhy paže <b>-1</b></li> </ul>
Levé předloktí	 <p>60° - 100° <b>1</b></p>	 <p>90° - 50° <b>1</b></p>	 <p>100°+ <b>2</b></p>		<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Činnosti přes střednici těla nebo na stranu <b>1</b></li> </ul>	
Levé zápěstí	 <p>0° <b>1</b></p>	 <p>15° - 15° <b>2</b></p>	 <p>15°+ <b>3</b></p>	 <p>15°+ <b>3</b></p>		<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Zápěstí vytočeno mimo střednici <b>1</b></li> </ul>
Levé zápěstí otočené	 <p><b>1</b></p>	 <p><b>2</b></p>	<p>Síla &amp; Zátěž pro levou ruku</p> <p><b>VYBERTE JEDNU Z NABÍZENÝCH MOŽNOSTÍ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Žádná překážka + méně než 2 kg přerušované zátěže nebo síly <b>0</b></li> <li><input type="checkbox"/> 2-10 kg přerušované zátěže nebo síly <b>1</b></li> <li><input type="checkbox"/> 2-10 kg statická zátěž + 2-10 kg opakující se zátěž nebo síla + 10 kg či více přerušované zátěže nebo síly <b>2</b></li> <li><input type="checkbox"/> 10 kg statická zátěž + 10 kg opakovaná zátěž nebo síla + náraz nebo prudké zvyšování síly <b>3</b></li> </ul>			
Užití svalů	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Poloha převážně statická, např. držení více jak 1 min. nebo opakování více než 4krát za min. <b>1</b></li> </ul>					

Krk	 1	 2	 3	 4	
Otočený krk	 1	 1			
Krk nakloněný na stranu	 1	 1			
Trup	 1	 2	 3	 4	
Trup otočený	 1	 1			
Trup nakloněn na stranu	 1	 1			
Dolní končetiny	 1	DK a chodidla jsou dobře podepřena a v rovnoměrné vyvážené poloze. 1	 2	DK a chodidla NEJSOU rovnoměrně vyvážené a podepřené. 2	
Síla & Zátěž pro krk, trup a dolní končetiny	<b>VYBERTE JEDNU Z NABÍZENÝCH MOŽNOSTÍ:</b> <input type="checkbox"/> Žádná překážka • méně než 2 kg přerušované zátěže nebo síly 0 <input type="checkbox"/> 2-10 kg přerušované zátěže nebo síly 1 <input type="checkbox"/> 2-10 kg statická zátěž • 2-10 kg opakující se zátěž nebo síla • 10 kg či více přerušované zátěže nebo síly 2 <input type="checkbox"/> 10 kg statická zátěž • 10 kg opakovaná zátěž nebo síla • náraz nebo prudké zvyšování síly 3				
Užití svalů	<input type="checkbox"/> Poloha převážně statická, např. držení více jak 1 min. nebo opakování více než 4krát za min. 1				



Tabulka A (Hlávková, Valečková, 2007, str. 73)

		Skóre zápěstí							
		1		2		3		4	
		zápěstí	stočení	zápěstí	stočení	zápěstí	stočení	zápěstí	stočení
Paže	Předloktí	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	6	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Tabulka B (Hlávková, Valečková, 2007, str. 74)

		Skóre trupu											
		1		2		3		4		5		6	
		skóre nohou		skóre nohou		skóre nohou		skóre nohou		skóre nohou		skóre nohou	
Krk		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9

Celkové skóre (Hlávková, Valečková, 2007, str. 74)

		Celkové skóre								
		Skóre D = skóre tabulky B + skóre svalové + síla								
Skóre C*		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	2	3	3	4	5	5	5	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5	5	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6	6	6	6
4	3	3	3	4	5	6	6	6	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7	7	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7	7	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7	7	7	7
8	5	5	6	7	7	7	7	7	7	7
9	5	5	6	7	7	7	7	7	7	7