

# **Projekt optimalizace výrobní buňky se zaměřením na layout pracoviště ve Společnosti XY**

Bc. Petra Uhlířová

---

Diplomová práce  
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta managementu a ekonomiky

---

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petra Uhlířová**  
Osobní číslo: **M11792**  
Studijní program: **N6208 Ekonomika a management**  
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Projekt optimalizace výrobní buňky se zaměřením  
na layout pracoviště ve Společnosti XY**

Zásady pro vypracování:

## Úvod

### I. Teoretická část

- Na základě dostupných literárních zdrojů zpracujte literární rešerši z oblasti optimalizace výrobních buněk pomocí metod průmyslového inženýrství.

### II. Praktická část

- Popište a analyzujte současný stav výrobní buňky.
- Na základě provedené analýzy navrhněte východiska pro zlepšení.
- Vypracujte vhodný layout výrobní buňky.

## Závěr

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

Seznam odborné literatury:

- IMAI, Masaaki. Gemba Kaizen. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2005. ISBN 80-251-0850-3.  
KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006. ISBN 80-86851-38-9.  
LIKER, Jeffrey. Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce. 1. vyd. Praha: Management Press, 2010. ISBN 978-80-7261-173-7.  
MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. Nové cesty k vyšší produktivitě: Metody průmyslového inženýrství. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. ISBN 80-902235-6-7.  
VYTLAČIL, Milan, Miroslav STANĚK a Ivan MAŠÍN. Podnik světové třídy: geneze produktivity a kvality. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1997. ISBN 80-902235-1-6.

Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Felicita Chromjaková, Ph.D.  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů  
Datum zadání diplomové práce: 22. února 2013  
Termín odevzdání diplomové práce: 2. května 2013

Ve Zlíně dne 22. února 2013

prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková  
děkanka



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

# PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

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

---

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

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

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

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

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

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

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

Prohlašuji, že:

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

Ve Zlíně 9.4.2013



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

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

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce popisuje optimalizaci výrobní buňky se zaměřením na změnu layoutu. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Teoretická část představuje obor průmyslové inženýrství, je zde popsáno plýtvání a jeho nejčastější příčiny. V druhé polovině je zpracovaná literární rešerše na vybrané metody průmyslového inženýrství, které jsou posléze použity v praktické části. Na začátku praktické části je zhodnocen projekt. Dále je popsána výrobní buňka a v ní produkované výrobky. Současný stav pracoviště je analyzován pomocí miniauditů, zhodnocení materiálových toků, zásobování pracoviště, chronometráže, balancování výrobní buňky, mapování toku hodnot a představení současného rozložení pracoviště. Společnosti XY navrhuji drobná zlepšení pro jednotlivé pozice výrobní buňky, změnu layoutu, přesun jedné z operací do stroje Bossard, nové balancování buňky. Možné změny jsou ekonomicky zhodnoceny.

**Klíčová slova:** průmyslové inženýrství, štíhlá výroba, plýtvání, 5S, vizualizace, layout, kanban, mapování toku hodnot, chronometráž, MOST, balancování, 3P

## **ABSTRACT**

My thesis is focus to optimalization of production cell focused to changing layout. Work is separate on theoretical and practical part. Partical part consists of project proposal, describe of work place, analyzing of current stage, proposals for improve and showing 3P mehtods.

Theoretical part presents industry engineering, there is describe wasting and its the most often causes. In the second half is processed literature review on choosen methods of industry engineering, which are used in practical part. On the start of the practical part is evaluated project. Next is described production cell and produced goods in it. Curently state of workplace is analyzing with miniaudits, evaluated of material flows, supplying of workplace, chronometric, balancing of production cell, value stream mapping and introducing of current workplace decompositon. Company XY are proposing small improvements for individual positions of production sell, changing layout, movement of one operation into Bossard, new balancing of cell. Changes are economically evaluated.

**Keywords:** industry engineering, lean manufacturing, wasting, 5S, visualization, layout, kanban, value stream mapping, chronometric, MOST, balancing, 3P

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala mé vedoucí diplomové práce, prof. Ing. Felicitě Chromjakové, PhD. za vstřícný a inspirativní přístup během konzultací, za cenné rady a připomínky, které mi poskytla při vypracování teoretické i praktické části diplomové práce.

Rovněž chci poděkovat vedení Společnosti XY za možnost vykonat zde odbornou praxi, jejíž náplň mi poskytla potřebné informace a znalosti k vypracování diplomové práce.

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

*„Lidé se obávají neznáma. Jest pravda, že každé opuštění starého znamená nejistotu - skok do tmy. Avšak kdo chce pomoci sobě a jiným, musí opustit dobré, aby mohl vybojovat lepší. Nesmí držeti pevně vrabce v hrsti jen proto, že je lepší než holub na střeše. Bez odvahy ke změně není zlepšení, a tak není ani blahobytu!“*

*Tomáš Baťa*

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ</b> .....	<b>12</b>
1.1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ .....	12
1.2 PRŮMYSLOVÝ INŽENÝR .....	12
1.3 ŠTÍHLÝ PODNIK .....	13
1.4 PLÝTVÁNÍ.....	15
1.4.1 Sedm druhů plýtvání .....	16
1.4.1.1 Nadvýroba.....	16
1.4.1.2 Čekání .....	16
1.4.1.3 Doprava.....	17
1.4.1.4 Nadměrné zpracování .....	17
1.4.1.5 Nadbytečné zásoby .....	17
1.4.1.6 Zbytečné pohyby.....	17
1.4.1.7 Vady.....	18
1.4.1.8 Nevyužité schopnosti pracovníků .....	18
<b>2 METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ</b> .....	<b>19</b>
2.1 METODA 5S.....	19
2.1.1 Seiri .....	19
2.1.2 Seiton.....	19
2.1.3 Seiso .....	20
2.1.4 Seiketsu .....	20
2.1.5 Shitsuke .....	22
2.2 VIZUALIZACE .....	22
2.3 ROZLOŽENÍ PRACOVNÍHO MÍSTĚ .....	23
TYPY VÝROBNÍCH BUNĚK.....	24
Technologické uspořádání.....	25
2.4 MATERIÁLOVÉ TOKY .....	27
2.4.1 Systém Kanban.....	27
2.4.2 Mapování toku hodnot .....	28
2.5 MĚŘENÍ PRÁCE .....	30
2.5.1 Časové studie .....	31
2.5.2 Metoda předem určených časů .....	32
2.5.2.1 Metoda MOST .....	33
2.5.3 Balancování buňky.....	34
2.6 METODA 3P.....	35
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>36</b>
<b>3 NÁVRH PROJEKTU</b> .....	<b>37</b>
3.1 SWOT ANALÝZA .....	37
3.2 LOGICKÝ RÁMEC .....	39
3.3 ANALÝZA PROJEKTOVÝCH RIZIK .....	41
<b>4 POPIS PRACOVNÍHO MÍSTĚ</b> .....	<b>43</b>



4.1	PRACOVÍŠTĚ MK.....	43
4.1.1	Výroba VL .....	44
4.1.2	Výroba RL.....	44
<b>5</b>	<b>ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....</b>	<b>46</b>
5.1	5S A VIZUALIZACE .....	46
5.1.1	Miniaudit 5S.....	46
5.1.2	Miniaudit vizualizace .....	47
5.2	MATERIÁLOVÝ TOK.....	48
5.2.1	Produkt VL.....	48
5.2.2	Produkt RL.....	49
5.3	KANBAN PRO PRACOVÍŠTĚ MK .....	50
5.4	CHRONOMETRÁŽ .....	52
5.5	SOUČASNÉ ROZBALANCOVÁNÍ PRACOVÍŠTĚ .....	53
5.5.1	Balancování pro 5 operátorů pro výrobek VL .....	54
5.5.2	Balancování pro 6 operátorů pro výrobek RL .....	56
5.6	MAPOVÁNÍ TOKU HODNOT .....	58
5.6.1	Mapování toku hodnot pro výrobek VL.....	60
5.6.2	Mapování toku hodnot pro výrobek RL.....	61
5.6.3	Výsledek analýzy .....	61
5.7	STÁVAJÍCÍ LAYOUT.....	63
<b>6</b>	<b>NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ.....</b>	<b>64</b>
6.1	NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ .....	64
6.2	ZMĚNA PRACOVÍŠTĚ MK.....	66
6.3	ZMĚNA LAYOUTU PRACOVÍŠTĚ MK .....	69
6.3.1	Orážení u Bossardu .....	70
6.3.1.1	Přeprava na vozičku.....	71
6.3.1.2	Přeprava na kolejnicích.....	72
6.3.2	Orážení v Bossardu .....	72
6.3.2.1	Porovnání s normou .....	73
6.3.2.2	Náklady na zpomalení Bossardu.....	74
6.3.2.3	Úspora člověka .....	74
6.4	BALANCOVÁNÍ BUŇKY .....	74
6.4.1	Cyklové časy stanovené metodou MOST .....	74
6.4.2	Balancování VL .....	76
6.4.3	Balancování RL.....	78
6.5	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ PROJEKTU .....	80
<b>7</b>	<b>METODA 3P.....</b>	<b>82</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>84</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>85</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>87</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>88</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>90</b>

## ÚVOD

Průmyslové inženýrství je mladý inženýrský obor, jeho základní principy však můžeme vidět ve vedení a organizaci práce Tomáše Bati. Průmyslový inženýr je spojovací článek mezi jednotlivými inženýry ve společnosti, který jim pomáhá najít společný jazyk a podporuje synergický efekt týmu.

Nabídka sortimentu společnosti je ohrožena nejen tuzemskými, ale kvůli globalizaci i zahraničními firmami. Pokud chce být podnik v tomto konkurenčním boji úspěšný, musí plnit přání zákazníka v co nejkratším termínu, požadované kvalitě a s nejnižší cenou. Čím nižší jsou náklady společnosti, tím vyšší je zisk. Společnost díky nízkým nákladům na výrobu produktů může bojovat s konkurencí pomocí snižování ceny. Jak ale nízké ceny dosáhnout? Má se společnost využívat nízkonákladové dodavatele a tím snižovat kvalitu? Odpovědí na tyto otázky je cesta štíhlé výroby.

Podstatu podniku tvoří procesy – výrobní, administrativní, logistické, dodavatelsko-odběratelské, vývojové, atd. Ne vždy jsou tyto procesy vykonávány efektivně. Všechny procesy obsahují činnosti, kterými pracovníci tráví část pracovní doby, ale nepřidávají hodnotu výrobku nebo službě. Pokud se podnik rozhodne pro implementaci štíhlé výroby, musí se v první řadě jeho management kriticky podívat na průběh procesů a klást si otázky: „Proč vykonáváme tuto činnost? Kam si chodí operátoři pro materiál/pracovní pomůcky? Proč se na pracovišti nachází rozpracovat? Na jak dlouhou dobu je zásoba na pracoviště? Je pracovní postup nejefektivnější možný a jednotný pro všechny pracovníky? Proč seřizovač během přetypování stroje chodí po celé hale? Z jakého důvodu operátor na své pozici čeká? Jak poznám rozbitý nástroj od dobrého?“ Po té, co tento krok udělali manažeři, by měli i své podřízené stimulovat ke kritickému zhodnocení procesu. Tento pohled by se měl přenést přes všechny stupně řízení až k operátorům na lince. Všichni operátoři musí vědět, že při práci pracují ruce a ne nohy.

Důležité je uvědomit si, že princip štíhlé výroby je komplexní filozofie řízení výroby. Vybalancovaná linka, nebude fungovat, pokud neoptimalizujeme logistiku. Řízení výroby, komunikace s dodavateli a odběrateli nebude systematické, pokud neaplikujeme princip štíhlosti také do administrativy.

Kritický pohled na výrobu je pro většinu dlouholetých zaměstnanců těžký, protože trpí tzv. profesní slepotou. V takovém případě mohou společnosti využít pomoci průmyslových inženýrů, kteří mají ve zvyšování efektivity výroby a eliminaci plýtvání zkušenosti Prů-

myslový inženýr se stane hnacím motorem při odhalování neefektivity procesu. Pomůže pracovníkům najít společný jazyk a v neposlední řadě se stane koordinátorem změn.

Narovnání procesu nemůžeme dělat na sílu. Pracovníky musíme naučit myslet v principu štíhlé výroby. O přínosu změn je musíme přesvědčit. V ideálním případě přijdou pracovníci sami na možná zlepšení jejich pracoviště. Pokud v tomto kroku průmyslový inženýr selže, je proces zlepšování odsouzen k neúspěchu. Pracovníci si nevezmou filozofii štíhlosti za svou a postupně budou hledat cestu, jak nově nastavený proces obejít.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Termín průmyslové inženýrství, je překladem anglického termínu Industrial engineering. Jedná se o nejmladší inženýrský obor, jehož kořeny sahají do přelomu 19. a 20. století. V ČR je tento pojem znám od roku 1989. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 79)

## 1.1 Průmyslové inženýrství

Průmyslové inženýrství je multidisciplinární obor, který se zabývá aktuálními potřebami podniků v oblasti moderního průmyslového managementu. Kombinuje poznatky z technických oborů, z oblasti řízení lidských zdrojů, projektování, plánování a řízení provozů, kvantitativní metody pro rozhodování a jejich pomocí racionalizuje, optimalizuje a zefektivňuje výrobní i nevýrobní procesy. Průmyslové inženýrství nám pomáhá hledat cesty jak jednodušeji, kvalitněji, rychleji a levněji vykonávat a řídit procesy v podniku. (Průmyslové inženýrství, 2005)

Mašín s Vytlačilem (2000, s. 82) definují průmyslové inženýrství následovně: „*Je to uznávaný vedoucí obor, který plánuje, navrhuje, zavádí a řídí integrované systémy, jejich cílem je produkce výrobků nebo poskytování služeb. V těchto systémech PI zajišťuje a podporuje vysoký výkon, spolehlivost, údržbu, plnění plánu a řízení nákladů. Tyto systémy budou mít socio-technickou povahu a budou integrovat lidi, informace, materiál, stroje, energie a procesy v rámci celého životního cyklu výrobku, služby nebo programu.*“

## 1.2 Průmyslový inženýr

Průmyslový inženýr se dívá na věci týkající se procesu v podniku s jistým nadhledem. Zabývá se komplexním řešením problému. Hlavním cílem jeho činnosti je maximalizace zisku, produktivity, kvality a neustálé zlepšování procesů, které vede k odstraňování plýtvání ve všech oblastech podniku. (Průmyslové inženýrství, 2005)

Průmyslový inženýr je skloubením:

- poradce, konzultanta, experta
- analytika, projektanta
- organizátora, manažera
- motivátora a vůdce při vedení týmu
- integrátora, inovátora
- vedoucího pracovníka na různých pozicích

- lobbisty při prosazování projektů
- trenéra, instruktora. (Průmyslové inženýrství, 2010)

### 1.3 Štíhlý podnik

Dle Košturiaka a Frolíka (2006) můžeme podnik označit za štíhlý, pokud dělá potřebné věci, ve správný čas, v požadované kvalitě, správně a napoprvé, dělá je s nižšími náklady rychleji než ostatní. Zvolit si cestu šetření není nejvhodnější řešení, podniky by se měly zaměřit na zvyšování jejich výkonnosti. Měly by být schopny na dané ploše s danými zdroji vyprodukovat více než jejich konkurenti – vyrobit vyšší přidanou hodnotu.

Štíhlost podniku tedy znamená zaměřit se na činnosti, které přidávají zákazníkovi hodnotu (VA) a eliminovat veškeré plýtvání a ztráty v podniku (N-VA). Eliminací plýtvání se nám podaří zkrátit průběžnou dobu výroby, popř. poskytnutí služby. Tento krok ovlivní naši flexibilitu, rychlost realizace zakázky a sníží nám velikost zásob na skladu. Je důležité si uvědomit, že štíhlost se nevztahuje pouze na výrobu, ale ovlivňuje i ostatní oblasti v podniku – vývoj, administrativu a logistiku. Všechny čtyři oblasti musí stát na pevných základech – kultura realizace, koncentrace na cíle. (Debnár, 2011)



Obrázek 1 Štíhlý podnik (Debnár, 2011)

### **Štíhlá administrativa**

Celkový průběžný čas výroby je kombinace času, který výrobek stráví ve výrobním procesu a času potřebného na administrativní činnosti. Příčinu dlouhých výrobních časů a plýtvání ve výrobě, v mnoha případech nalezneme právě v administrativních procesech. (Co je to štíhlá administrativa?, 2010)

Košťuriak a Frolík (2006, s. 34) ve své knize uvádí, že zakázka stráví v administrativním procesu více než 50 % průběžné doby výroby.

### **Štíhlý vývoj**

Cesta ke štíhlému podniku začíná již ve fázi vývoje. Oblast vývoje má vliv 80 % na náklady výroby. Jelikož konstruktér a technolog určují způsob dané výroby, mohou již v této fázi zabudovat do výroby první štíhlé výroby – vyloučit chyby, vybudovat autonomní pracoviště, nízkonákladovou automatizaci apod. Dalším bodem štíhlého vývoje je zefektivnit tento proces – zajistit kompletní dokumentaci bez chyb a zkrátit čas vývoje na polovinu. (Košťuriak a Frolík, 2006, s. 31)

### **Štíhlá výroba (lean manufacturing)**

Koncept štíhlé výroby je založen na zkrácení průběžné doby výroby, eliminaci plýtvání, zefektivnění výrobního procesu. (Co je to štíhlá výroba?, 2010)

Štíhlé pracoviště je základem štíhlé výroby. Od layoutu pracoviště se odvíjí pohyby na pracovišti, od pohybů se odvíjí spotřeba času, normy a další parametry výroby. (Košťuriak a Frolík, 2006, s. 24)

Dle Likera (2007, s. 30) můžeme štíhlou výrobu vymezit jako proces o pěti krocích: vymezení hodnoty pro zákazníka, vymezení hodnotového toku, dosažení toho, aby „proudil“, systém tahu od zákazníka, snaha dosáhnout excelence.

### **Štíhlá logistika**

Logistika je nedílnou součástí výroby, zaměstnává až 25 % pracovníků, zabírá 55 % plochy a tvoří 87 % času, který stráví materiál v podniku. Logistické činnosti mohou tvořit 15 – 70 % celkových nákladů na výrobek a mají nemalý vliv na kvalitu výrobku. Bez štíhlé logistiky není možné rozvíjet štíhlou výrobu. (Košťuriak a Frolík, 2006, s. 28)

## 1.4 Plýtvání

Do produkce výrobků a služeb vstupuje materiál, práce lidí, režijní náklady. Tyto vlivy automaticky zvyšují náklady na produkci jednoho kusu, ale nelze o nich říci, že automaticky zvyšují hodnotu produktu či služby pro zákazníka. Tento bod je klíčový k určení činností, které přidávají hodnotu, které nepřímo přidávají hodnotu a které jsou považovány za plýtvání. (Mašín, 2003, s. 9)

### Přidaná hodnota

Většina procesů v podniku přidává hodnotu pouze z deseti procent, zbylý čas procesu, tzn. devadesát procent je plýtvání. (Liker, 2007, s. 122) Dle Mašína (2003, s. 10) nejčastější definice přidané hodnoty zní: „*Přidaná hodnota je to, za co je zákazník ochoten zaplatit.*“ Z procesního pohledu lze za činnosti přidávající hodnotu považovat aktivity, při kterých se mění fyzické a chemické vlastnosti produktu, nebo aktivity, které přibližují produkt k zákazníkovi. (Mašín, 2003, s. 11)

### Nepřímo přidaná hodnota

Jedná se o činnosti, které nepřidávají hodnotu, ale jsou v procesu nezbytné. U těchto činností je nutné zkrátit potřebný čas na co nejnížší. Toho je možné docílit například správným rozložením pracoviště. (Liker, 2007, s. 55)

### MUDA = plýtvání

Japonským slovem MUDA jsou označeny aktivity, které nepřidávají hodnotu, neboli plýtvání. Tento pojem zahrnuje 7 druhů plýtvání, kterým se budu ještě podrobněji věnovat. (Imai, 2005, s. 79)

### MURA = nepravidelnost

Jedná se o přerušení hladkého toku práce stroje a jeho obsluhy, postup výrobků na lince nebo plynutí plánu výroby. (Imai, 2005, s. 87)

### MURI = namáhavá práce

Nejedná se pouze o namáhavé podmínky pro zaměstnance podniku, ale také pro stroje a celý výrobní proces. (Imai, 2005, s. 79)

Pokud ve výrobním procesu vznikne jedno z 3 MU, většinou je následováno dalším. Jako příklad bych uvedla nově přijatého pracovníka, kterému je přidělena náročná práce pro zkušeného zaměstnance, bez dostatečného zaškolení. Práce bude pro operátora náročná



(=MURI), pravděpodobně se bude také dopouštět chyb (= MUDA), a je možné, že bude také brzdit tok výroby (=MURA). (Imai, 2005, s. 79)

### **1.4.1 Sedm druhů plýtvání**

Společnost Toyota v rámci svého Toyota Production System popsala sedm významných druhů plýtvání, při kterých se nezvyšuje hodnota procesu. Tyto ztráty se vztahují nejen k výrobním procesům, ale je možno je identifikovat také v rámci vývoje výrobků, přijímání nových objednávek nebo v administrativních činnostech. Postupem času bylo k sedmi druhům plýtvání přidáno osmé plýtvání – nevyužité schopnosti pracovníků. (Liker, 2007, s. 55 – 56)

#### **1.4.1.1 Nadvýroba**

Při nadvýrobě vyrábí podnik více položek, než kolik si jich zákazník objednal. Tento druh plýtvání způsobuje ztráty v podobě přezaměstnanosti, skladovacích a dopravních nákladů. Je považována za nejhorší ze všech osmi druhů plýtvání, protože její eliminací se odkryjí i ostatní druhy plýtvání. Tento problém je možno vyřešit jedním z pilířů štíhlé výroby – a to zásobování Just In Time. (Liker, 2007, s. 55), (Nadprodukce, 2005)

Znaky nadprodukce:

- zákazník dostává více informací, než požaduje,
- pracovní postupy, které nepřidávají hodnotu
- zpracování nepotřebných informací,
- nepotřebné výkony pracovníků,
- špatné definování odpovědností a povinností. (Nadprodukce, 2005)

#### **1.4.1.2 Čekání**

Za čekání je považován čas procesu, kdy operátoři dohlíží na automatický chod stroje a nevyužívají tento čas k tvorbě přidané hodnoty na výrobku. Čekání je dále způsobeno vyčerpáním zásob, zpožděním procesu, prostoji, poruchami a špatným rozbilancováním procesu, nedostatečnými informacemi. (Liker, 2007, s. 55)

### **1.4.1.3 Doprava**

Tento druh plývání je způsoben špatným rozložením výrobního procesu na velké vzdálenosti, což způsobuje potřebu neefektivní přepravy, přesunu materiálu, dílů a hotového zboží mezi jednotlivými činnostmi výrobního procesu i mezi sklady. (Liker, 2007, s. 56)

Pokud chceme eliminovat nadbytečnou přepravu, je nezbytné zredukovat množství zásob na pracovišti. Materiál i rozpracovaná výroba jsou často přesunovány, než najdou své stálé místo. Pokud pro materiál najdeme správné strategické místo hned napoprvé, vyhneme se jeho pozdějšímu přesunu. Úpravou layoutu docílíme snížení přepravní vzdálenosti na co nejkratší. (Přeprava, 2005)

### **1.4.1.4 Nadměrné zpracování**

Nadměrné zpracování je možné specifikovat jako činnosti v procesu, které jsou nepotřebné ke zpracování dílů. K neefektivnímu zpracování dochází při použití špatných nástrojů a nevhodného konstrukčního řešení, které způsobuje zbytečné pohyby a vady. Za nadměrné zpracování je možno považovat poskytování vyšší kvality, než jakou požaduje zákazník. (Liker, 2007, s. 56)

### **1.4.1.5 Nadbytečné zásoby**

Nadbytečné zásoby zahrnují zásobu surovin, hotového zboží, rozpracovaných výrobků. Tyto zásoby způsobují delší dobu výroby, zastarávání materiálu, poškození zboží, zvyšují dopravní a skladovací náklady. Velké množství zásob zakrývají problémy výroby, mezi které patří nevyváženost, opožděné dodávky, vady, prostoje, dlouhé seřizovací časy. (Liker, 2007, s. 56)

Nadbytečné zásoby jsou pracovníky často označovány za pojistnou zásobu a jejich odstranění je z psychologického hlediska nejsložitější. (Zásoba, 2005)

### **1.4.1.6 Zbytečné pohyby**

Zbytečné pohyby vykonává pracovník během výrobního procesu. Tyto pohyby však nezvyšují přidanou hodnotu. Jako příklad bych uvedla hledání dílů a nástrojů, natahování se pro ně, jejich rovnání a skládání na sebe. Za ztrátu je považována nadbytečná chuze. (Liker, 2007, s. 56)

Nadbytečné pohyby jsou protikladem čekání. Při analýze činnosti pracovníka je třeba rozlišovat zbytečné pohyby, efektivní pohyby a pohyby, které zastírají nečinnost pracovníka.

Nadbytečné pohyby je možné eliminovat správným upořádáním pracoviště a vizualizací. (Pohyb, 2005)

#### ***1.4.1.7 Vady***

Mezi tento druh plýtvání řadíme výrobu vadných dílů i jejich následnou opravu. Opravy, zmetky, náhradní produkce, kontrola a dohled způsobují ztrátovou manipulaci, časy a zbytečné úsilí. (Liker, 2007, s. 56)

Zmetky mohou být odhaleny ve výrobě, při výstupní kontrole a v nejhorším případě až u zákazníka. Čím dříve je chyba odhalena, tím je pro podnik méně ztrátová. (Zmetky, 2005)

#### ***1.4.1.8 Nevyužité schopnosti pracovníků***

Pokud podnik nenaslouchá svým zaměstnancům, přichází o ztráty nápadů, dovedností, nových zlepšení a příležitostí k učení. Tento druh plýtvání nejvíce ovlivňují vedoucí pracovníci. (Liker, 2007, s. 56)

## 2 METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ

### 2.1 Metoda 5S

5S je označení pro metodu, pomocí které se eliminuje plýtvání ve výrobě. V oblasti průmyslového inženýrství spadá tato oblast pod standardizaci procesů a štíhlé pracoviště. Metoda 5S zastřešuje pět základních principů péče o pracovní a týmový prostor, které zlepšují procesy podniku. Pracovní týmy, které se řídí metodou 5S, redukují plýtvání, zvyšují produktivitu práce i její kvalitu. Odhalení abnormalit je díky uklizenému a uspořádanému pracovišti snadnější. Metoda 5S je popsána 5 japonskými slovy: seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke. (Burieta, 2007), (Starker, 2009)



Obr. 2 Pět kroků metody 5S (Burieta, 2007)

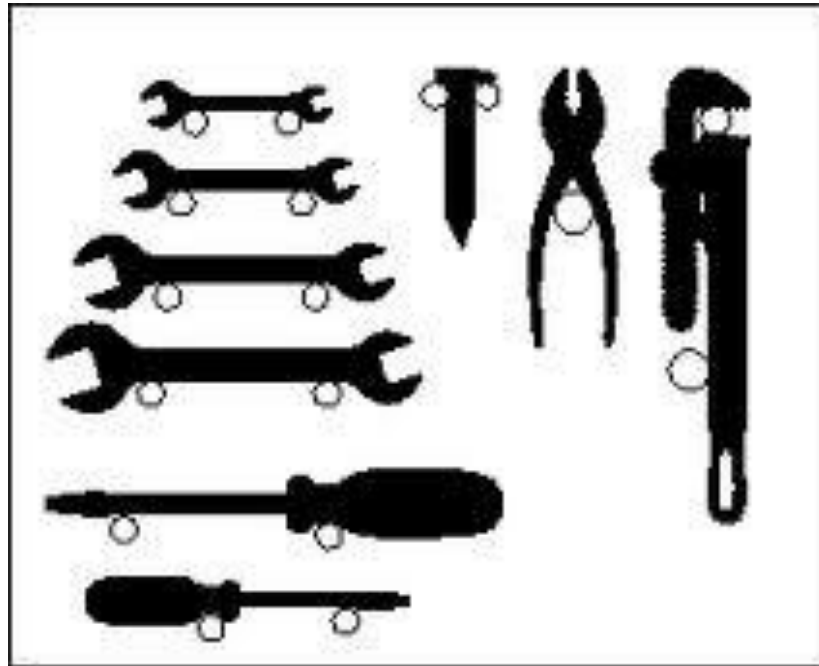
#### 2.1.1 Seiri

Při aplikaci metody se začíná prvním krokem, což je setřídění všech položek, které se vyskytují na pracovišti. Tyto položky je možno rozdělit na 3 skupiny. Položky, které na pracovišti musí být (přidávají hodnotu výrobku, jsou potřebné k výkonu operace), položky, které mají být přemístěné (nepoužíváme je tak často k výkonu operace) a položky, které nepoužíváme k výkonu operace, a musí být z pracoviště odstraněny. K tomuto třídění položek se používají výrazné kartičky. Každý objekt je zapsán do seznamu a označen příslušnou kartičkou. (Burieta, 2007)

#### 2.1.2 Seiton

Ve druhém kroku se snažíme najít místo pro položky z prvního kroku, tak aby byly dostupné s minimální námahou a časovou ztrátou. Každé položce je přiřazeno místo, které je možno vyznačit v layoutu, a počet, ve kterém se na pracovišti vyskytuje. Uspořádání ob-

jektů eliminuje pohyby operátora po pracovišti a minimalizuje množství skladové plochy. U skříní a polic, které mohou obsahovat více položek, je dobré zaznamenat soupis položek. U větších položek, které se nacházejí na podlaze, je zaznamenání do layoutu žádoucí. Položky na podlaze mohou být označeny barevnými čarami. (Burieta, 2007),( Starker, 2009)



Obr. 3 Složení náradí (Starker, 2009)

### 2.1.3 Seiso

Ve třetím kroku se vyčistí pracoviště a definují se úseky, které je třeba v rámci pracoviště pravidelně udržovat a čistit. Čištění a úklid pomáhají odstraňovat abnormality, jako je kapající olej nebo chybějící součástka. Aby byl úklid efektivní, musí se stanovit konkrétní metody, pomůcky a zodpovědné osoby za určité úkony. Čištění pracoviště by se mělo zasadit na konec pracovní doby tak, aby následující směna přebírala čisté a zkontrolované pracoviště. Zavedení této metody na pracoviště urychlí a zjednoduší práci provozu i údržby. Předchází výpadkům v podobě defektu stroje, poškození pracovních nástrojů nebo náradí. Pokud se nám podaří tento krok zařadit do pravidelného chodu pracoviště, nezabere více než 5 minut a přitom usnadní provoz, omezí neproduktivní časy, pracovní úrazy a další zbytečné pracovní úrazy. (Burieta, 2007), ( Imai, 2005)

### 2.1.4 Seiketsu

Všechny změny, které byly uskutečněny v kroku jedna, dva a tři, je třeba v kroku čtyři standardizovat. Vznikne tak standard celkové péče o pracoviště, které je vhodné opatřit

fotografiemi před a po změně, aby bylo na první pohled zřejmé, co a z jakého důvodu se změnilo. Vizualní kontrola je prvním krokem k disciplíně v péči o pracoviště. Přístup k úklidu je postaven na trvalém vyžadování odmítavého postoje ke zbytečným věcem, ke špíně a nepořádku na pracovišti – 3x Ne. (Burieta, 2007), (Košturiak, 2006, s. 72)

Standard pracoviska						
Pracoviško: Q Size						
Teritórium: Pílenie		Číslo: 44 424		Úr t 1/4		
P. č.	Co treba dať	Ako c íať	Pomôcky	Ako c íať	Zodpov	Čas
1.	P íla SAS 142/1,2	Okovými píli z smáčvného presávanu	Vôľučbová píla	Pracovní zmaný	Číslo/ha	
2.	P íla SAS 142/1,2	Okoví od píly, úhroví handrová vodíca okoví	Vôľučbová píla, handra	Na konci zmaný	Číslo/ha	10 min.
3.	Zachytávacia nádobý	Výpust íto kontajnera na píly	–	Na konci zmaný	Číslo/ha	3 min.
4.	Pracovní stôl	Úhroví handrová, žemcoví okoví obšle	Pracovní, mešle, špátka, nápraví, iný kúly príslušk	Na konci zmaný	Číslo/ha	3 min.
Vypracoval:		Schválil:		Platí odtod:		

Obr. 4 Standard pracoviště (Burieta, 2007)

Jak uvádí Košturiak (2006, s. 88) ve své knize, standardy a vyžadování jejich dodržování ovlivňují produktivitu, kvalitu, bezpečnost, dodržování termínů, efektivní využití zdrojů. Standardizace situace přispívá k její stabilizaci, protože nepřipouští nahodilé chování a eliminuje abnormality. Obecně lze vytvářet standardy pro:

- vyjasnění pracovních postupů,
- redukci variability procesů,
- zlepšení tréninku a vzdělání,
- zviditelnění problémů,
- ujasnění reakce na problémy.

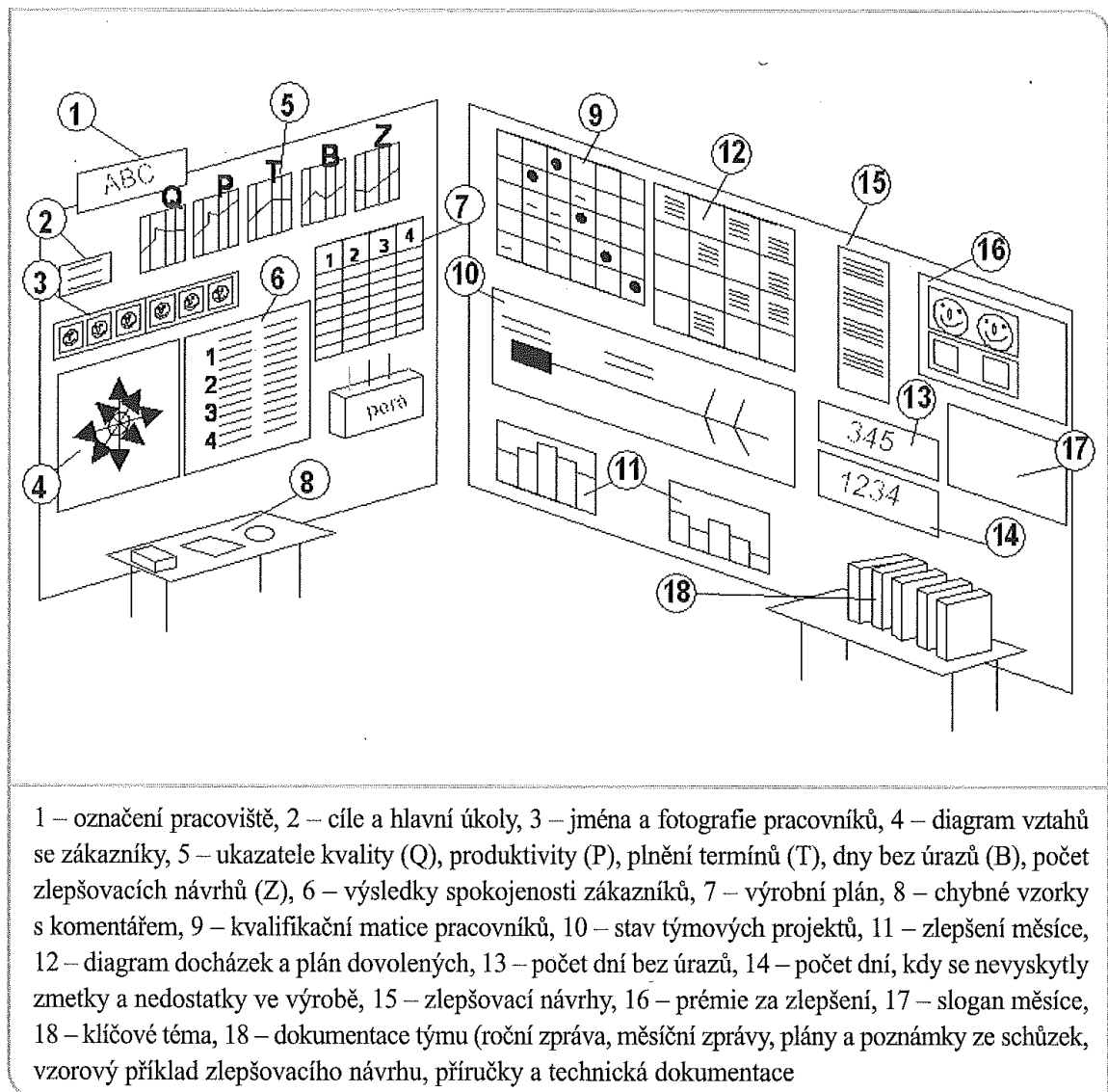
### 2.1.5 Shitsuke

Pátý krok – sebedisciplína a trvalé udržení změn je nejobtížnějším krokem 5S. Pokud totiž pracovníci nebudou uskutečněné změny dodržovat, více než k eliminaci plýtvání dojde k její podpoře. Začlenění pracovníků do týmu implementujícího metodu 5S je více než žádoucí. Abychom pátý krok podpořili, můžeme operátory proškolit, provádět pravidelné audity a zavést kontrolní karty. Toto je úlohou managementu, který musí dodržování metody 5S kontrolovat. Jejich úkolem je také motivace operátorů – odměny za dodržování pravidel, sankce za porušení. (Burieta, 2007), (Imai, 2005)

## 2.2 Vizualizace

Metody 5S a vizuální management jdou ruku v ruce. Vizualizace umožňuje efektivnější komunikaci a snadnou dostupnost informací všem osobám, které se nacházejí na pracovišti. Zavádění vizualizace má dva hlavní důvody – zviditelnění problémů a odchylek od standardu, pomoc operátorům a manažerům zůstat v kontaktu s gemba realitou. Pomocí vizualizace je podněcováno vnímání, rozpoznání a kvalifikaci plýtvání, autonomnost pracoviště a jeho postupné zeštíhlení. Upozorňuje na všechny potenciální původce chyb, tedy lidské zdroje, výrobní zařízení, materiály, pracovní metody a informace. (Vytlačil, 1997)

K aplikaci vizuálního managementu je využívána široká škála nástrojů, které jsou členěny na vizuální standardy, ukazatele a řízení. Za nástroj vizuálního řízení je považováno jakékoliv komunikační zařízení, které nám již na první pohled říká, jak správně danou činnost vykonávat, kde a v jakém množství se konkrétní objekty nachází, co nejčastěji způsobuje neshody produkce, v jaké fázi se výrobní proces nachází, jaký výkon pracoviště vykazuje a jakých zlepšení dosáhlo. (Vytlačil, 1997)



Obrázek 5 Příklad vizuálního pracoviště (Košturiak, 2006, s. 79)

### 2.3 Rozložení pracoviště

Během posledních dvaceti let se při hledání optimálního výrobního systému ukázalo klíčové projektování výrobních buněk. Materiálové toky dnes neplní pouze potřeby plánování, ale také potřeby zákazníků. Jsou stále více vyžadovány pružné buňky, ve kterých lze vyrábět také kusovou a malosériovou výrobu. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 162)

Dle Mašína a Vytlačila (2000, s. 163) by se České podniky při projektování výrobních buněk měly zaměřit na eliminaci:



- zbytečných pohybů pracovníků,
- zbytečného hledání, porovnávání a nalézání předmětů
- zbytečného transportu.

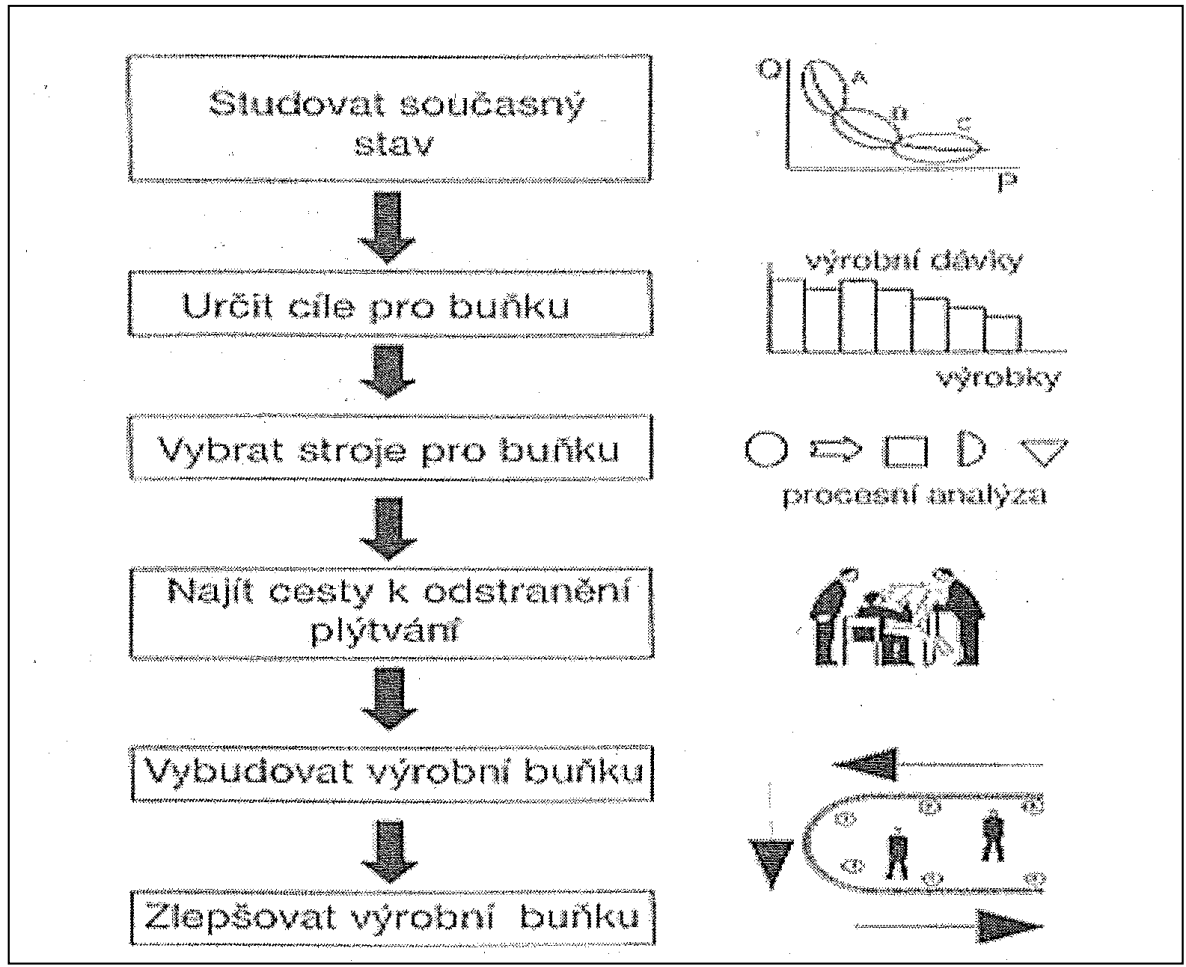
Abychom mohli podnik označit za štíhlý, měl by být jeho layout navržen ve shodě s filosofií štíhlého podniku. Dle Košturiaka a Frolíka (2006, s. 135) nevhodné upořádání layoutu zaměstnává až 25 % pracovníků, tvoří 87 % času materiálu v podniku a blokuje až 55 % ploch.

Štíhlý layout by měl splňovat následující parametry:

- materiál tok, který končí v montážní lince a poté na expedici,
- minimální vzdálenosti mezi kroky montáže,
- minimální plochy meziskladů,
- minimální průběžné časy,
- odstranění nadbytečné manipulace,
- FIFO, tahový systém, kanban, DBR,
- buňkové uspořádání se vstupem a výstupem u logistické cesty,
- flexibilita buněk,
- nízké náklady na instalaci a přestavbu. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 135)

### **Typy výrobních buněk**

Výrobní buňky je možno projektovat do mnoha tvarů, dle různých způsobů uspořádání. Než však tyto činnosti započnou, je potřeba zvážit všechny výhody a nevýhody jednotlivých uspořádání. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 163)



Obrázek 6 Kroky při vytváření výrobní buňky. (Tuček a Bobák, 2006, s. 246)

Při optimalizaci layoutu pracovišť se musíme zaměřit na následující aspekty:

- Materiálový tok, u kterého je rozhodující rychlost, vzdálenost a plynulost přepravy
- Uspořádání pracovišť, které může být s pevnou pozicí, technologicky uspořádané, buňkově uspořádané, předmětně uspořádané. (Keřkovský, 2001, s. 15)

Ve své diplomové práci podrobněji rozeberu rozdíl mezi technologickým a předmětným uspořádáním.

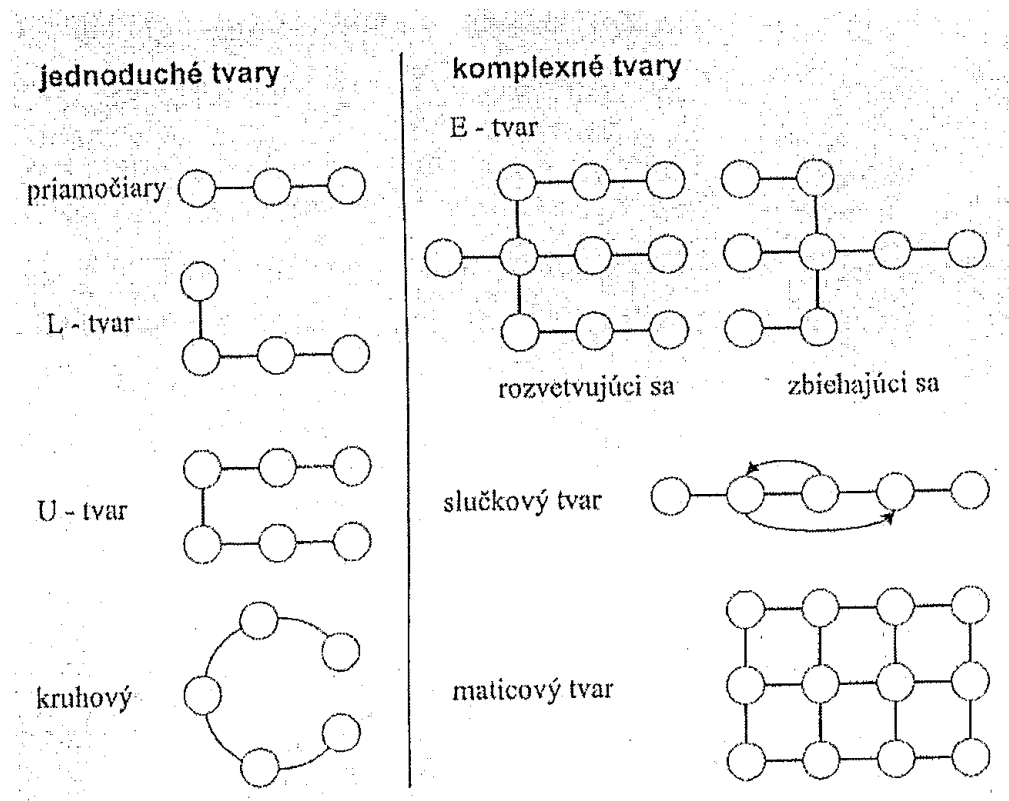
#### Technologické uspořádání

- Stroje a zařízení jsou seskupena dle technologické příbuznosti.
- Vytvářejí se dílny se stejnými druhy strojů. Materiál a polotovary přecházejí mezi jednotlivými dílnami.
- Materiálové toky se mohou křížovat.

- Buňky jsou univerzální a jednoduché na organizaci.
- Vhodné pro kusovou a malosériovou výrobu
- Buňky mohou být s centrálním skladem, nebo bez centrálního skladu. (Tuček a Bobák, 2006, s. 235)

#### Předmětné uspořádání

- Při projektování výrobních buněk se vychází z technologického postupu výrobku.
- Materiál a polotovary jdou během výrobního cyklu nejkratší cestou z jednoho pracoviště přímo na druhé.
- Vhodné pro větší série výrobků a pro hromadnou výrobu.
- Toto uspořádání se může dále dělit na linkové a hnízdové uspořádání. (Tuček a Bobák, 2006, s. 236)



Obrázek 7 Základní tvary výrobních buněk. (Tuček a Bobák, 2006, s. 247)

## 2.4 Materiálové toky

Pokud se společnost rozhodne vydat na cestu štíhlosti, jejím výchozím bodem by mělo být vytvoření nepřetržitého toku v rámci výrobních i obslužných procesů. Vytvořením toku se zkrátí časy přeměny surovin v hotové výrobky. Tento krok dovede společnost k vytvoření nejvyšší jakosti, minimalizace nákladů a co nejkratším dodacím lhůtám. Vytvoření toku materiálu a informací pomůže odhalit neefektivitu procesu. Podnik je motivován k okamžitému řešení důvodů neefektivity procesu. (Liker, 2007, s. 122)

### 2.4.1 Systém Kanban

Kanban je slovo japonského původu, které v překladu znamená: karta, štítek nebo v širším překladu slova informace. Pod slovem kanban se může skrývat přepravní bedna, identifikační místo na podlaze, v regálu. Tento pojem se z Japonska rozšířil do celého světa a označuje filosofie řízení zásob, která využívá princip tahu. (Kanban a jeho aplikace, 2005)

Metodu kanban lze chápat jako podporu Just-in-time při zásobování jednotlivých pracovišť. Na základě této metody je ve výrobě dodržován princip tahu. Pracoviště začne vyrábět požadované výrobky až po obdržení kanban karty od následujícího výrobního týmu. Tímto krokem snížíme jeden ze sedmi druhů plýtvání - nadvýrobu. (Tuček a Bobák, 2006, s. 73)

Mezi základní prostředky kanbanu patří:

- Kanban karta – je využívána pro přenos informací o objednavce od externího nebo interního odběratele.
- Kanban tabule – jedná se o základní vizuální prvek, pomocí kterého interní dodavatel přebírá informace o požadavcích interního odběratele.
- Kanban schránka – jsou umístěny na pracovišti interních odběratelů a slouží na odkládání kanbanových karet. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 175)

Tuček s Bobákem (2006, s. 74) za hlavní přínosy metody kanban považují:

- snížení zásob,
- zajištění systémového toku informací,
- podporu plynulosti výroby při nárůstu sortimentu,
- zmenšení pracnosti plánování,
- přehled o stavu zásob rozpracované výroby

- úspora přepravních nákladů,
- otevřený flexibilní systém dílenského řízení

Při aplikaci metody kanban se musíme řídit následujícími pravidly:

- díly jsou z předchozího pracoviště odebrány na základě údajů na kanban kartě,
  - není akceptovatelné přidělovat součástky do výroby bez kanban karty
  - není akceptovatelné převzetí nekvalitních kusů od předchozího pracoviště, při objevení neshodného kusu se musí výroba okamžitě zastavit,
  - palety s díly nesmí být přemísťovány bez kanbanové karty,
  - množství kanbanových karet v oběhu se musí odvíjet od potřeb finální montáže.
- (Kučerák, 2007a)

#### 2.4.2 Mapování toku hodnot

Mapování toku hodnot je využíváno při implementaci štihlé výroby. Mapování toku zahrnuje veškeré procesy, kterými produkt v podniku projde. Je zde zaznamenaný tok přímého materiálu od dodávky dodavatelem až po expedování k zákazníkovi. Hlavním cílem mapování toku hodnot je zobrazit všechny procesní kroky, které se vážou k produkci vybraného produktu. (Rother a Shook, 1999)

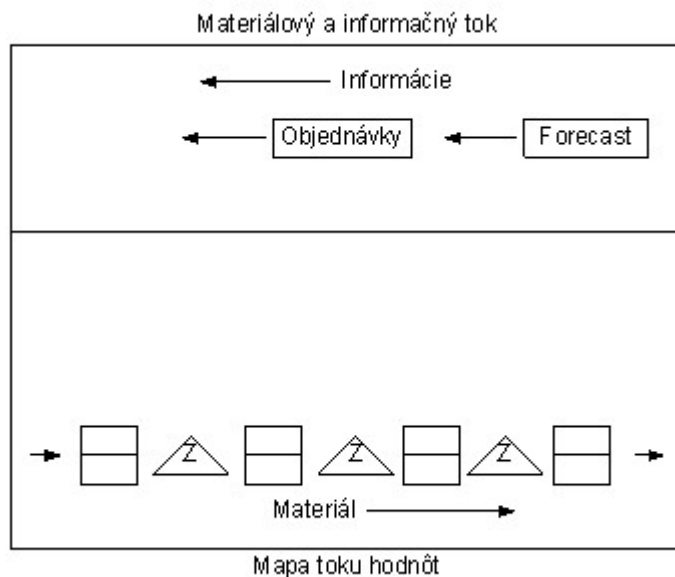
Pod pojmem hodnotový tok se skrývají veškeré činnosti, které umožňují transformaci materiálu na zboží, které uspokojí poptávku zákazníků. Hodnotový tok obsahuje činnosti přidávající i nepřidávající hodnotu. Hodnotový tok zahrnuje například:

- zpracování nabídek,
- zpracování návrhu výrobku,
- zpracování konstrukční a technologické dokumentace,
- komunikaci s dodavateli,
- přepravu materiálu,
- plánování výroby,
- činnosti, které zpracují informace,
- výrobní operace
- komunikaci s odběrateli. (Mašín, 2003, s. 13)

Rother a Shook (1999) ve své knize za největší přínosy mapování toku hodnot označují:

- umožňuje zaměření na komplexní proces, ne na jednotlivé činnosti,

- pomáhá odhalovat nejen plýtvání, ale i jeho zdroj,
- poskytuje jednotné označení pro činnosti výrobního procesu,
- můžeme se rozhodovat na základě informací v mapě,
- propojuje koncepci lean a technické řešení výroby,
- pomáhá při tvorbě budoucího toku hodnot,
- provazuje informační a materiálový tok.



Obrázek 8 Materiálový versus informační tok (Kučerák, 2007b)

Vytváření map hodnot je neustálý proces, který nikdy nekončí. V prvním kroku musíme vybrat reprezentanta, který bude zastupovat rodinu produktů. V dalším kroku znázorníme mapu současného stavu, poté navrhne stav budoucí. Posledním krokem je návrh časového harmonogramu, během kterého budeme realizovat navržené změny. V důsledku změn výroby je třeba mapy aktualizovat. (Kučerák, 2007b)

Při tvorbě mapy současného stavu se musí začít požadavkem zákazníka a informace sbírat od konce procesu k jeho začátku. Prvním krokem je zjištění požadavku zákazníka. Dalším krokem je zaznamenání jednotlivých procesů, kdy se každému procesu přidělí jeden „čtverec“. Materiálový tok se zaznamenává v jedné linii zprava do leva, není zde zohledněn layout podniku. Při mapování sledujeme pouze klíčové komponent. (Kučerák, 2007b)

Pokud je vytvořená hrubá podoba mapy, je nutné zajít do výrobní haly a posbírat informace o jednotlivých procesech: cyklový čas, čas přetypování, počet pracovníků, počet variant

produktu, dostupný čas, počet směn, rozpracovanost před a za každým procesem. (Kučerák, 2007b)

Po doplnění potřebných informací z mapy zjistíme:

- čas přidávající hodnotu
- čas nepřidávající hodnotu. (Kučerák, 2007b)

## 2.5 Měření práce

Měření práce je soubor technik vytvořených pro stanovení časové spotřeby při výkonu jednotlivých operací kvalifikovaným dělníkem. Tyto časy slouží především k normování práce a mohou být podkladem pro zeštíhlení pracovních procesů. (Analýza a měření práce, 2005)

Techniky měření práce se odvíjí od znalosti podniku o štihlé výrobě. Podniky, které neaplikují principy štihlé výroby, mají časové normy nastavené dle prvních dvou skupin. Podniky aktivně aplikující metody štihlé výroby určují časové normy dle třetí popřípadě čtvrté skupiny.



Obrázek 9 Techniky měření spotřeby času (Analýza a měření práce, 2005)

V mé diplomové práci jsou využity metody přímého měření a metoda MOST, proto se budu podrobněji věnovat těmto dvěma metodám.

### 2.5.1 Časové studie

Časové studie jsou v praxi využívány pro účely plánování, k určení výkonnosti a stanovení nákladů. Při posuzování časové náročnosti pracovního procesu pomocí časových studií se definují pracovní elementy. Pracovní element zahrnuje malý počet pracovních pohybů, které operátor provádí v přirozeném sledu. Pracovní element lze považovat za jednotku práce, která by mohla být předána dalšímu pracovníkovi s ohledem na zachování pracovního postupu. Časové ocenění pracovních elementů položilo základ časových studií. (Mašín, 2003, s. 30 – 31)

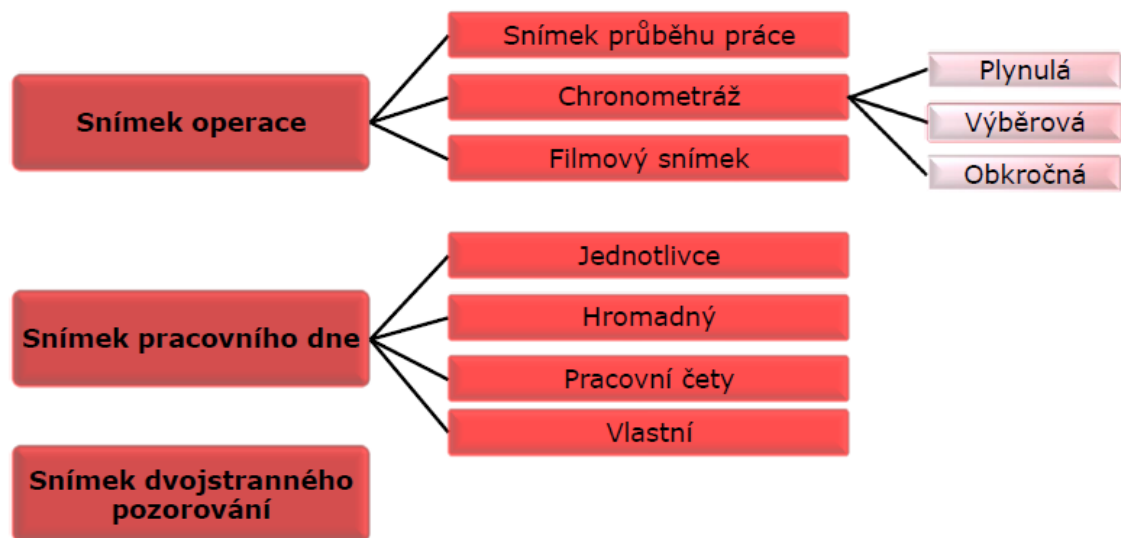
Značným přínosem časových studií pro podnik je snadná identifikace plýtvání v jednotlivých operacích. Časové studie umožňují uspořádání pracovních elementů v optimální sekvenci, popsání standardních postupů práce, určení přidané hodnoty operace. (Mašín, 2003, s. 31)

Postup při provádění časových studií:

1. příprava tabulky na analýzu,
2. seznámení s výrobním procesem a pracovištěm,
3. náskres layoutu,
4. natočení pracovního postupu,
5. identifikace pracovních elementů,
6. náměry celého cyklu,
7. náměry pracovních elementů,
8. určení nepravidelných činností,
9. rozpoznání elementů, které nepřidávají hodnotu procesu,
10. zpracování výsledků, konečná analýza. (Mašín, 2003, s. 31)

Při provádění časových studií se vybírá z následujících metod. Výběr metody se přizpůsobuje pracovnímu procesu a účelu, pro který je časová studie zpracovaná.





Obrázek 10 Metody měření spotřeby času (Analýza a měření práce, 2005)

### 2.5.2 Metoda předem určených časů

Při stanovení časové spotřeby pracovního procesu pomocí metody předem určených časů je možno si volit z následujících systémů:

- MODAPTS – Modular Arrangement of Predetermined Time Standards
- MTM – Methods Time Measurement
- UMS – Universal Maintenance Standards
- USD – Unified Standard Data
- UAS – Universelles Analysier System
- MOST – Maynard Operation Sequence Technique (Analýza a měření práce, 2005)

Systémy předem určených časů využívají při určování spotřeby času výstupy časových a mikropohybových studií. Základy systémů předem určených časů položili manželé Gilberothovy a jejich pohybovými studii. Druhý základ položil Taylor, který při své práci aktivně využíval časové studie. Spojením techniky časových studií a filozofie pohybových studií se rozvinuly systémy předem určených časů, kdy specifikovaným základním pohybům je přiřazena časová náročnost. Tyto časy jsou k dispozici v tzv. časových tabulkách. Základní měrná jednotka u systémů předem určených času je TMU (Time Measurement Unit). Ta představuje 1/100 000 hodiny, tedy 1 TMU = 0,036 sec a naopak 1 sec. = 27,8 TMU. (Mašín, 2003, s. 33), (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 105)

### 2.5.2.1 Metoda MOST

Za práci můžeme považovat přemísťování hmoty či objektu. Všechny jednotky práce jsou vedeny za účelem dosažení užitečného výsledku pomocí prostého přemístění objektů. Z této filosofie vychází metoda MOST, která se koncentruje na přemísťování objektů. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 105)

Autor metody MOST – K. Zandin vyzpozoval, že při přemísťování objektu se neustále opakují sumární vzorce, jako např. „sáhnout + uchopit + přemístit + umístit objekt“. Tato skutečnost dělá metodu MOST jednodušší oproti ostatním metodám. Není nutné, aby se operace rozpadaly do individuálních pohybů, protože seskupuje základní pohyby do předem definovaných sekvenčních modelů. (Mašín, 2003, s. 33 – 34)

Metoda MOST se dělí na 3 další aplikace:

#### Mini-MOST

Metoda Mini-MOST je využívána u operací, které se opakují více než 1 500 krát za týden a jejichž časy cyklů jsou kratší než 1,6 min. Bez ohledu na délku cyklu se Mini-MOST využívá u operací, jejichž vzdálenosti u činností sáhnout a přemístit jsou kratší než 25 cm. Mini-MOST není vhodný pro operace, které přesahují u akcí na určitou vzdálenost 2 kroky. Jedná se o nejpodobnější a nejpřesnější analýzu pracovních metod. (Mašín, 2003, s. 35)

#### Basic-MOST

Metoda Basic-MOST je využívána pro operace, které jsou vykonávány více než 150 krát a méně než 1 500 krát za týden. Rozsah operací je od několika sekund až po 10 minut. Většina operací v průmyslovém odvětví spadá právě do této kategorie. (Mašín, 2003, s. 34)

#### Maxi-MOST

Metoda Maxi-MOST se využívá u operací, které jsou vykonávány méně než 150 krát za týden. Délka operací je od méně než 2 minuty až po několik hodin. Rozsah indexů Maxi-MOSTu je schopen pokrýt i velké kolísání procesu. (Mašín, 2003, s. 34)

Při popisu manuální práce metodou MOST je zapotřebí jen tří sekvencí aktivit, plus čtvrté sekvence pro použití ručního jeřábu:

- **OBEČNÉ PŘEMÍSTĚNÍ** – pro prostorové přemístění objektu volně vzduchem
- **ŘÍZENÉ PŘEMÍSTĚNÍ** – pro přemísťování objektu, který zůstává v kontaktu s povrchem

- POUŽITÍ NÁSTROJE – při používání běžných ručních nástrojů. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 109)

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

Obrázek 11 Sekvenční modely metody Basic-MOST (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 111)

### 2.5.3 Balancování buňky

Před začátkem balancování výrobní buňky, je třeba stanovit správný počet operátorů ve výrobní buňce.

$$\text{Optimální počet operátorů} = \frac{\sum \text{času manuálních činností}}{\text{takt zákazníka}}$$

Při balancování pracovních činností operátorů je možno se rozhodnout pro 2 koncepce:

- chasing – pronásledování, kdy všichni operátoři postupují v rovnoměrných rozestupech od první až po poslední operaci na lince,
- přidělení jednotlivých činností mezi operátory, tak aby byli všichni rovnoměrně vytížení. (Zlochová, 2012)

## 2.6 Metoda 3P

V první řadě je třeba rozšifrovat význam jednotlivých P.

P = Production - výroba

P = Preparation – příprava

P = Process - process

Metoda 3P je jedním z nástrojů průmyslového inženýra, který využije v předvýrobní etapě výrobku. Metodu 3P je možné využít ve fázi mezi ukončením vývoje, návrhem realizačního procesu a náběhem realizace projektu, kdy je nápomocná při přípravě realizace produktu. Zaměřuje se na identifikaci plýtvání ve fázi vývoje, kdy je možno eliminovat ho ve větším množství, než při samotné výrobě, definování procesu realizace produktu. (Debnár, 2011)

Mezi hlavní cíle využití metody 3P patří:

- zabezpečení implementace principů štihlého myšlení pomocí simulací a multiprofesních týmů,
- sjednocení produktu a realizačního procesu,
- eliminace problémů již v předvýrobní fázi,
- být proaktivní v řešení možných problémů. (Debnár, 2011)

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

### 3 NÁVRH PROJEKTU

Na začátku projektu si zpracuji analýzu vnitřního a vnějšího prostředí, vytvořím plán projektu a zhodnotím možná rizika. Tyto analýzy mi pomohou objektivně posoudit realizovatelnost projektu.

#### 3.1 SWOT Analýza

Tabulka 1 SWOT Analýza (Zdroj: Vlastní zpracování)

ANALÝZA VNIŘNÍHO PROSTŘEDÍ			
Silné stránky		Slabé stránky	
Kvalitní výrobky	25%	Činnosti závodu v Brně orientovaná pouze na úzký sortiment výrobků	22%
Zkušenosti zaměstnanci	20%	Vztahy s dodavateli	20%
Lokalita závodu - v blízkosti dálničního tahu	15%	Některá výrobní zařízení starší 20 let	15%
Stabilní postavení na českém trhu	15%	Řízení interní logistiky	15%
Firemní kultura	10%	Část výroby náročná na čistotu - vysoká citlivost na prach	10%
Velký důraz kladený na výběr nových zaměstnanců	10%	Nepochopení štíhlé výroby operátory na linkách	10%
Nadnárodní společnost s širokým portfoliem výrobků	5%	Strategické cíle stanoveny pro celý korporát	8%
ANALÝZA VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ			
Příležitosti		Hrozby	
Otevření nových trhů v zahraničí	25%	Finanční situace zastaví investice do výstavby a rekonstrukcí	30%
Zprostředkovatel bude hledat výhradního dodavatele	20%	Rostoucí ceny komplementů	20%
Nespolehlivá konkurence	17%	Zvýšení daní	17%
Krachující konkurence	15%	Vstup nových konkurentů na trh	15%
Rostoucí ceny substitutů	15%	Využití alternativních zdrojů	10%
Klesající ceny komplementů	5%	Klesající ceny substitutů	5%
Masová investice do komplexních rekonstrukcí domů a podniků	3%	Poškození dobrého jména společnosti	3%

Za nejsilnější stránku společnosti pokládám výrobky vysoké kvality, díky kterým společnost získala dobré jméno na českém trhu i na zahraničních trzích. Druhou nejsilnější stránkou jsou zkušenosti zaměstnanci. Značná část pracovníků ve společnosti pracuje více než 5 let. Tito pracovníci znají dobře pracovní postupy, jsou schopni zastupitelnosti a sdílí firemní kulturu.

Za nejslabší stránku podniku považuji úzce orientovanou činnost závodu v Brně. Tento závod se orientuje na komponenty pouze jednoho druhu výrobků. Pokud by na trh vstoupil silný konkurent, popřípadě by poklesla poptávka po tomto výrobku, mohlo by to mít na společnost kritický dopad. Při stanovení strategických cílů bych doporučila diverzifikovat riziko a jednu z divizí orientovat na odlišný druh výrobků. Druhou nejslabší stránkou jsou, dle mého názoru, vztahy s dodavateli. Společnost nemá smluvně určené podmínky, proto není schopná s dodavateli vyjednávat. Společnost v dodavatelsko-odběratelských vztazích neuplatňuje svoje pevné místo na trhu.

Největší příležitost vidím v otevření nových trhů v zahraničí. Rozšíření odběratelských míst pokládám za částečnou diverzifikaci rizika. Druhou největší příležitostí je uzavření smluv s odběrateli, kdy se společnost stane jejich výhradním dodavatelem.

Největší hrozbou pro společnost je špatná ekonomická situace, která pozastavila rekonstrukce a výstavby domů a nových podniků. Tuto situaci by mohla částečně zmírnit implementace vybraných metod štíhlé výroby, která sníží náklady společnosti a tak se stanou její výrobky cenově dostupnější. Druhou největší hrozbou je růst cen komplementů. Tato hrozba se v Česku za poslední dva roky již několikrát realizovala. Jednalo se o nárůst cen v řádu procent.

### 3.2 Logický rámec

Tabulka 2 Logický rámec (Zdroj: Vlastní zpracování)

Strom cílů	Objektivně ověřitelné ukazatele	Zdroje informací k ověření	Předpoklady a rizika
1. Zvýšit efektivitu výroby	Koeficient efektivnosti výroby	Vizuální tabule	Změna vedení - nepodpoří projekt
1.1 Optimalizace výroby	CT jednotlivých operací	standard pracovní činnosti	Zaměstnanci nebudou ochotni spolupracovat
1.2 Efektivnější využití výrobní plochy	Změna layoutu pracoviště	Layout pracovní haly	Vedení není zainteresováno do štíhlé výroby
1.1.1. Eliminace plýtvání	Počet vyrobených kusů za hodinu	Vizuální tabule	Malý odbyt výrobků - pozastavení výroby na MK
1.1.2 Balancování buňky	Sloupcový diagram	SOP	Dlouhodobě rozbitý Bossard -zastavení výroby MK
1.1.3 Změna materiálového toku	Tok materiálu	Špagetový diagram	Neschopnost aplikovat metody štíhlé výroby do praxe
1.2.1 Změna layoutu	Změna layoutu pracoviště	Layout pracovní haly	
1.1.1.1 Miniaudit 5S	Formulář, propiska, podložka	13. 8. 2012	Znalost metod štíhlé výroby
1.1.1.2 Miniaudit vizualizace	Formulář, propiska, podložka	13. 8. 2012	Schopnost aplikovat metody do praxe
1.1.2.1 Materiálový tok	Papír, propiska, podložka	15. 8. 2012	
1.1.3.1 Chronometráž	Stopky, formulář, propiska, podložka	17. 8. 2012	
1.2.1.1 Využití kanbanového regálu	Papír, propiska, podložka	22. 8. 2012	
1.2.1.2. VSM	Stopky, papír, propiska, podložka, Visio	15. 12. 2012	
1.2.1.3 Návrh nového layoutu	Layout pracoviště, pc s AutoCadem	30. 8. 2012	
			Souhlas Top managementu s optimalizací výrobní buňky



Hlavním cílem mého projektu je zvýšení efektivity výroby, kterým se zajistí výroba většího počtu výrobků za stejnou časovou jednotku s nižšími náklady. Tohoto cíle se docílí pomocí několika kroků. Tyto kroky lze rozdělit do dvou kategorií – optimalizace výroby, efektivní využití výrobní plochy. Optimalizace výroby proběhne pomocí eliminace plýtvání, vybalancování výrobní buňky a úpravy materiálového toku. Efektivnější využití výrobní plochy se docílí změnou layoutu pracoviště. K realizaci těchto změn využiji nástrojů průmyslného inženýrství. Pro časové dodržení projektu, jsem pro jednotlivé analýzy určila jejich datum zpracování. Při hodnocení projektu jsem se zaměřila také na předpoklady a rizika, která budou dále analyzována pomocí metodiky RIPRAN.

## 3.3 Analýza projektových rizik

Tabulka 3 RIPRAN (Zdroj: Vlastní zpracování)

ID	Hrozba	P hrozby	ID	Scénář	P scénáře	P celková	Dopad	Hodnota rizika	Opatření
1	Změna Top Managementu	NP	1.1	Nové vedení neschválí realizace projektu	VP	SP	VD	VHR	Požádat současné vedení o zaplánování realizace projektu do cílů na následující rok
2	Neochota zaměstnanců ke spolupráci	SP	2.1	Zaměstnanci budou sabotovat projekt	SP	SP	MD	MHR	Navázat kontakt s pracovníky, vysvětlit jim podrobně cíl projektu
		SP	2.2	Neschopnost nasbírat potřebná data	SP	SP	SD	SHR	Zapojit zaměstnance do realizace projektu, vyslechnout jejich názory na nedostatky pracovní buňky
3	Vedení není zainteresováno do štihlé výroby	NP	3.1	Neochota vedení podporovat projekty na zeštíhlení výroby	SP	NP	MD	MHR	Uspořádat meeting s vedením a vysvětlit jim přínosy projektu
4	Dlouhodobě rozbitý Bossard - zastavení výroby MK	SP	4.1	Vyřazený Bossard zastaví pracoviště MK	VP	VP	SD	VHR	Probrat se procesními inženýry stav Bossardu a obeznámit je s TPM
5	Neschopnost aplikovat metody štihlé výroby do praxe	NP	5.1	Nebudu schopná přenést nasbíraná data do praxe	VP	SP	VD	VHR	Aktivní přístup ke studiu a dané problematice

## LEGENDA:

P	Pravděpodobnost	MD	Malý dopad
NP	Nízká pravděpodobnost	SD	Střední dopad
SP	Střední pravděpodobnost	VD	Velký dopad
VP	Velká pravděpodobnost		
MHR	Malá hodnota rizika		
SHR	Střední hodnota rizika		
VHR	Velká hodnota rizika		

Podle analýzy rizik jsem za hrozby s největší hodnotou rizika určila změnu top managementu, dlouhodobě rozbitý Bossard a neschopnost aplikovat vybrané metody štíhlé výroby do praxe. Abych eliminovala hodnotu rizika, které nastane při změně top managementu, požádala jsem současný top management o zaplánování realizace projektu mezi cíle pro rok 2013. Pro eliminaci rizika plynoucího z dlouhodobě rozbitého Bossardu, zkonzultuji současný stav stroje s procesními inženýry a požádám je o nastavení TPM pro tuto hodnotu rizika při neschopnosti aplikace vybraných metod štíhlé výroby mohu minimalizovat aktivním přístupem ke studiu, zájmem o danou problematiku, vhodnou volbou mentora.

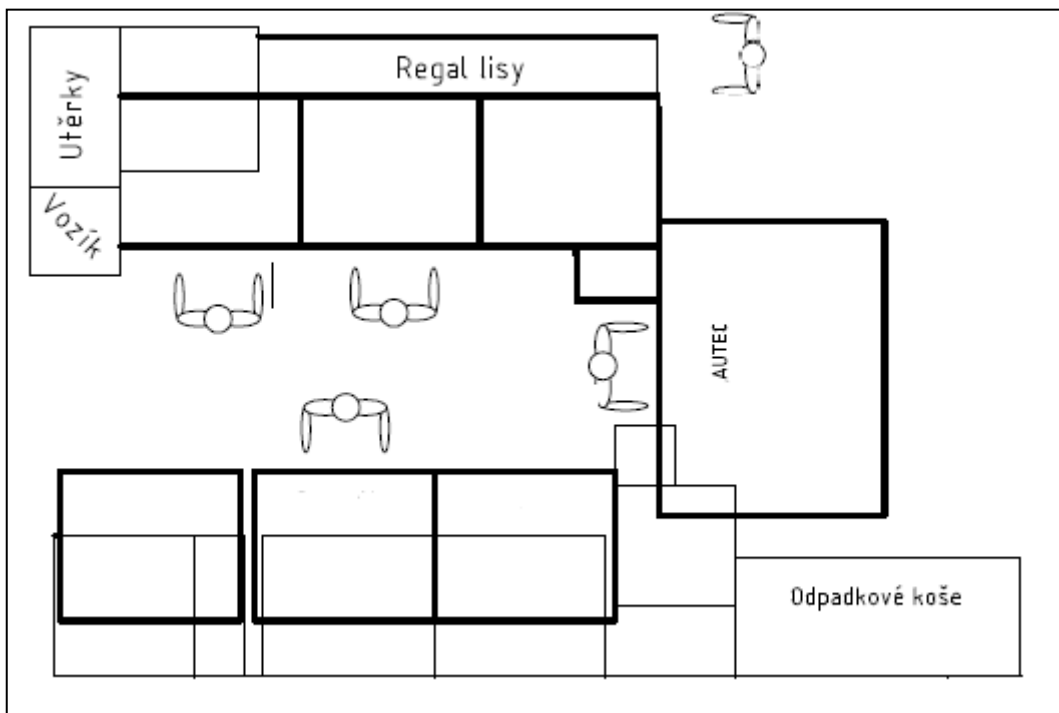
## 4 POPIS PRACOVIŠTĚ

Pro optimalizaci pomocí metod průmyslového inženýrství bylo vybráno pracoviště Montáž MK. Základní požadavek zoptimalizovat toto pracoviště byl v průběhu odborné stáže rozšířen o požadavek navrhnout layout, kde by se k pracovišti Montáž MK přidružilo také pracoviště Montáž VK.

### 4.1 Pracoviště MK

Na tomto pracovišti pracuje 4 až 6 operátorů. Ti montují MK z komponent, které mají uskladněné v kanbanovém regálu nebo na vyhrazeném místě, které se nachází přes logistickou cestu. Takt pracoviště udává Autec, který obsluhuje jeden operátor. Na pracovišti se vyrábí 3 druhy výrobků – VL, RL, SW. VL a RL se vyrábí ve dvou velikostech. Většina výroby probíhá na výrobcích VL a RL. Výrobky SW se vyrábí jen výjimečně. Výrobků SW se vyrábí dva druhy, na jeden jsou potřeba 3 speciální lisy a na druhý 2 speciální lisy. Ty zabírají značnou část pracovní plochy.

Stávající pracoviště je uspořádáno do U buňky.



Obr. 12 Stávající layout – pracoviště MK (Zdroj: interní materiály)

#### 4.1.1 Výroba VL

Při výrobě VL se ve stroji Autecu na Vřeteno nasazují 3 komponenty. Toto je vykonáváno ve třech otáčkách stroje.

Při první otáčce operátor nasadí do Autecu Vřeteno, které získá z kanbanového regálu. Při vkládání vřetene zároveň vyjme ze stroje hotové kusy. Tento krok můžeme označit jako první krok nové operace a poslední krok předešlé operace.

Při druhé otáčce operátor nasadí na Vřeteno první komponentu – Vnitřní kužel, který získá z kanbanového regálu, kde je uložen již předpřipraven. Příprava Vnitřního kuželu probíhá ve dvou krocích. V prvním kroku se na Vnitřní kužel pomocí ručního lisu nalisuje Těsnění. V druhém kroku na Vnitřní kužel operátor navleče dva O-Kroužky a poté komponentu uloží do kanbanového regálu.

Současně s Vnitřním kuželem je při druhé otáčce do Vřetena nasazeno Tělo. To se umístí na Vnitřní kužel. Při přípravě této komponenty jsou do těla pomocí stroje Zafukovačka zafouknuty dva O-Kroužky. Třetí O-Kroužek operátor navleče na Tělo. Poté předá komponenty operátorovi na Autec.

Při třetí otáčce vkládá operátor Těsnící kužel do Těla. Na této komponentě pracují dva operátoři na dvou pracovištích. Na prvním pracovišti operátor nalisuje Těsnění pomocí lisu na Těsnící kužel. Zalisované kusy předá na druhé pracoviště. Na tomto pracovišti operátor Těsnící kužely naskládá do plechové formy, nasadí do nich Pružinu, Čep a O-Kroužek. Po té předá komponenty operátorovi na Autec.

Hotové sestavy z Autecu jsou předány poslednímu operátorovi, který na sestavy našroubuje Matku a vyrazí na ni číslo MK. Paletku (48ks) hotových oražených MK předá operátorovi na Bossard.

#### 4.1.2 Výroba RL

Při výrobě RL se na stroji Autec do Vřetena zasazují 4 komponenty. Výroba na stroji probíhá v pěti otáčkách.

Při první otáčce se do Autecu nasadí Vřeteno, které operátor získá z kanbanového regálu. Současně vyjme operátor ze stroje hotové kusy z předešlé montáže.

Při druhé otáčce Autecu je na Vřeteno nasazována komponenta Tělo. Při přípravě této komponenty jsou do Těla pomocí stroje Zafukovačka zafouknuty dva O-Kroužky. Třetí O-Kroužek operátor navleče na Tělo. Po té předá komponenty operátorovi na Autec.

Při třetí otáčce Autecu je na Tělo nasazena komponenta Dutý kužel. Tato komponenta je připravována ve dvou krocích. V prvním kroku se na Dutý kužel nalisuje pomocí ručního lisu Těsnění. V dalším kroku operátor nasadí Pružinu na Dutý kužel. Hotové komponenty předá operátorovi na Autec.

Při čtvrté otáčce vloží operátor do Těla Kužel DN. Ten předpřipravuje operátor pomocí lisu. Na lisu je do Kuželu DN nalisováno Těsnění, poté jej operátor namaže mazivem a nasadí do formy. Hotové komponenty předá operátorovi na Autec.

Při páté otáčce operátor do Kuželu DN vloží Regulační kužel. Ten se předpřipravuje na předchozím pracovišti, kde operátor na Regulační kužel navleče O-Kroužek.

Hotové sestavy z Autecu jsou předány poslednímu operátorovi, který na sestavy našroubuje Matku a vyrazí na MK číslo. Paletku (48ks) hotový ořazených MK předá operátorovi na Bossard.

## 5 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Abych mohla lépe analyzovat pracoviště a navrhnout potřebná zlepšení, provedla jsem několik vstupních analýz.

### 5.1 5S a Vizualizace

Společnost XY má v průmyslovém inženýrství silné zázemí. O optimalizaci pracovišť a zavádění potřebných metod průmyslového inženýrství se zde stará speciální útvar zaměřený na zeštíhlování výroby i administrativy. Metody 5S a vizualizace jsou zde zavedeny a jejich standardy kontrolovány pomocí auditu. Přesto jsem se rozhodla udělat miniaudit pracovišť, abych se přesvědčila o dodržování těchto základních metod.

#### 5.1.1 Miniaudit 5S

Tab. 4 Miniaudit 5S (Zdroj: vlastní zpracování)

<b>Pracoviště čisté, přehledné a uspořádané.</b>	
Pracoviště čisté, přehledné a uspořádané.	ano
Na pracovišti se nevyskytují žádné nepotřebné věci.	částečně
Logistické cesty jsou prázdné a volné.	ano
Je dodržován postup dle plánu úklidu.	částečně
Jsou zavedeny standardy 5S.	ano
<b>počet bodů</b>	<b>8</b>

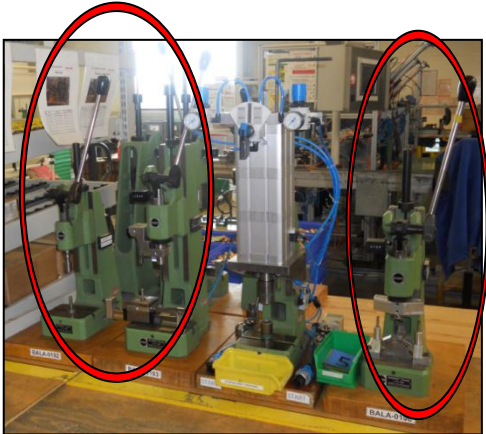
#### PŘIDĚLENÉ BODY:

ano	2 body
částečně	1 bod
ne	0 bodů

Z Miniauditů 5S vyplývá, že situace na pracovišti je uspokojivá. Jsou zde rezervy v podobě nepotřebných věcí na pracovišti a přesného dodržování plánu úklidu.

Na pracovišti se nachází nepotřebné lisy, které se používají pouze na montáž SW, která probíhá jen zřídkakdy, velké zásoby v kanbanovém regálu u méně často používaných součástek, nebo ve spojovacím materiálu. Operátoři při montáži často drobný materiál pokládají na hadrové ubrusky.

Na pracovišti se nenachází přesně vytyčený plán úklidu. Ten by měl být umístěn na viditelném a dostupném místě, aby všem operátorům byly stanoveny jejich povinnosti.



Obr. 13 Nepotřebné lisy (Zdroj: vlastní zpracování)

### 5.1.2 Miniaudit vizualizace

Tab. 5 Miniaudit vizualizace (Zdroj: vlastní zpracování)

Miniaudit vizualizace na pracovišti	
Všechna nekvalita je vytříděna a označena.	ano
Pomůcky a nástroje jsou označeny.	ano
Je snadné nalézt součást nebo díl pro výrobní činnosti.	částečně
Na pracovišti je zavedena vizualizace v podobě tabule s ukazateli výkonu a produktivity práce.	ano
Věci jsou uloženy na definovaných místech.	ano
Je jasně a přehledně dán plán výroby a pracovní postup.	částečně
<b>počet bodů</b>	<b>10</b>

#### PŘIDĚLENÉ BODY:

ano	2 body
částečně	1 bod
ne	0 bodů

Miniaudit vizualizace dopadl lépe než miniaudit 5S. Výsledek 10 bodů z 12 je velice příznivý. Nekvalitní výrobky jsou vytříděny do červených boxů a následně odstraněny z pracoviště. Všechny lisy, vstupní materiál, nástroje na pomůcky k provádění úklidu jsou zřetelně označeny a mají své vyhrazené místo. Přímo na pracovišti na viditelném místě je umístěna vizuální tabule, která sleduje výkon pracovníků v kusech i kvalitě.

Rezervy vidím ve špatně uloženém materiálu. Materiál se dle popisku má nacházet v kanbanovém regálu, ale kvůli nevhodným přeprávkám, které nesedí do kolejnic, se na-



chází na odkládacím místě. Jejich hledání může zabrat část pracovní doby operátora. Operátor pro ně několikrát během směny chodí.

Dále by měl být plán výroby aktualizován a měl by být umístěn přímo nad pracovištěm. Operátorky si pak upravují práci. Jejich upravený pracovní postup je poté méně efektivní.



Obr. 14 Vizuální tabule (Zdroj: vlastní zpracování)

## 5.2 Materiálový tok

U buňka je zde nevyužitá, protože každý operátor vykoná přidělený úkol a pošle polotovar přímo k Autecu. Není zde jeden vstup materiálu a jeden výstup hotových výrobků. Máme zde dva lehce odlišné materiálové toky pro VL i RL.

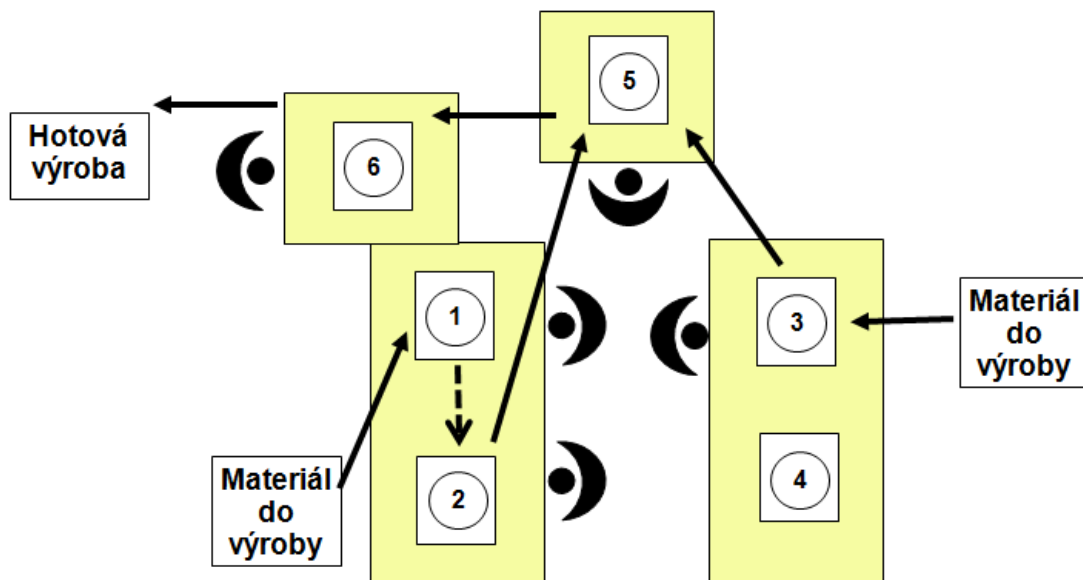
### 5.2.1 Produkt VL

Operátor na pracovišti č. 1 získá Těsnící kužel z odkládacího místa, kam si pro něj několikrát během montáže dochází. Těsnění získá operátor z kanbanového regálu, který se nachází na pracovišti. Zalisovaný Těsnící kužel předá operátorovi č. 2, ten do něj vloží Pružinu, Čep a O-Kroužek, které získá z kanbanového regálu. Polotovar odevzdá operátorovi na Autec. Tato činnost probíhá ve směru od stroje viz. obr. 12. Operátor č. 3 by měl získat Tělo v kanbanovém regálu. Zde se však nenachází. Kvůli špatným přepravkám je uložen na odkládacím místě. O-Kroužky jsou uloženy v kanbanovém regálu. Tělo po zafouknutí a nasazení O-Kroužku předá operátorovi na Autec.

Veškerý materiál potřebný na montáž Vnitřního kuželu, který se skládá na 4. pracovišti je uskladněn v kanbanovém regálu. Jedná se o drobný materiál. Po té co je Vnitřní kužel slo-

žen, je uskladněn zpět do kanbanového regálu. Operátoři si tento úkon předpřipravují během volného času.

Z Autecu putují složené MK na pracoviště č. 6, kde je na MK našroubována Matka a vyraženo označení.



Obrázek 15 Materiálový tok při výrobě VL (Zdroj: Interní materiály, vlastní zpracování)

### 5.2.2 Produkt RL

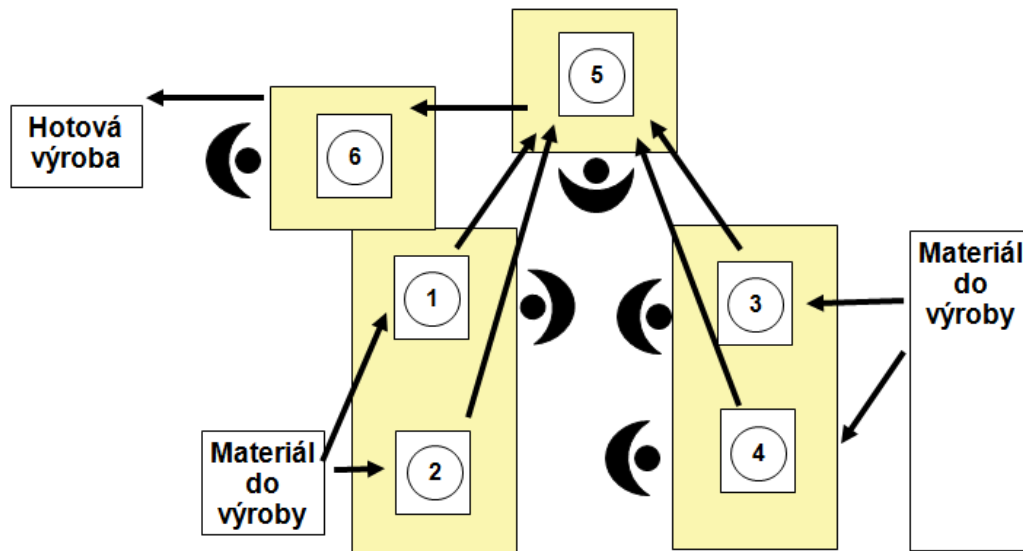
Na pracovišti č. 1 je Těsnění vlisováno do Kuželu DN. Po té je součástka namazána mazi-  
vem a předána operátorovi na Autec. Těsnění získá operátor z kanbanového regálu. Pro  
Kužel DN chodí operátor na odkládací místo několikrát za směnu.

Na pracovišti č. 2 je na Regulační kužel navlečen O-Kroužek, poté je Regulační kužel  
předán operátorovi obsluhujícímu Autec. Obě komponenty jsou dodány na toto pracoviště  
z kanbanového regálu.

Na pracovišti č. 3 jsou do Těla zafouknuty dva O-Kroužky, třetí O-Kroužek je na Tělo  
navlečen. O-Kroužek získá operátor z kanbanového regálu. Zde by se měla nacházet také  
Tělo. Ta jsou však většinou uložena na odkládacím místě, kvůli nevhodným boxům. Po  
zafouknutí a navlečení O-Kroužku předá operátor polotovary na pracoviště č. 5. Na 4.  
pracovišti je na Dutý kužel navlečeno v prvním kroku Těsnění a ve druhém kroku Pružina.  
Všechny tři komponenty získá operátor z kanbanového regálu.

Z Autecu putují složené MK na pracoviště č. 6, kde je na MK našroubována Matka a vyraženo označení.

V pracovní buňce se nachází 5 operátorů. Pracoviště č. 2 je balancováno operátory z pracoviště 3 nebo 4.



Obrázek 16 Materiálový tok při výrobě RL (Zdroj: Interní materiály, vlastní zpracování)

### 5.3 Kanban pro pracoviště MK

Pracoviště MK je zásobováno pomocí systému kanban. Kanbanový regál je umístěn přímo na pracovišti, navazuje na pracovní desky tak, aby operátoři získali zásoby bez zbytečného pohybu. Kanbanový regál je uspořádán do třech pater po celé délce pracovní desky. Je zde uskladněn drobný materiál jako O-Kroužek, Těsnění, Tlačná pružina, Vnitřní kužel, Regulační kužel. Z většího materiálu je zde uloženo Tělo a Vřeteno, které je položeno na pomocných vozíčkách pod kanbanovými regály. Je zde také vyčleněno místo pro rozpracovanou výrobu. Tu je potřeba snížit na minimum. Kanbanový regál je využit z 60 % a to především drobným materiálem - vnitřní kužel, těsnění, o-kroužek, pružina, čip, dutý kužel, regulační kužel. V kanbanovém regálu je vyčleněno místo pro rozpracovanou výrobu, scrap, podložky. Zbytky materiálu doplněného na kitting.

Na pracoviště MK je materiál objednáván dvěma způsoby – na kitting a pomocí kanbanových karet. Systém objednávání materiálu je nejasný, protože některé komponenty jsou doplňovány na kitting i kanban. Na kitting by měly být vychystávány velké komponenty – vřeteno, tělo, těsnící kužel, matka, kužel DN. Na kanban by se měli vychystávat drobné věci.

Požadavky výroby na doplnění materiálu ze skladu jsou stahovány každé dvě hodiny. Poté má oddělení vychystávání 2 hodiny čas na přípravu materiálu do výroby. Materiál ze skladu do výroby odváží milk run každou hodinu jedenkrát. Materiál složí na vyhrazeném místě u výtahu, odkud poté materiál na pracoviště přepraví Handler.

Po podrobnějším pozorování jsem zjistila, že většina zásob není v kanbanovém regálu uložena a musí si pro ně operátoři chodit přes logistickou cestu na protější odkládací místo, kam Handler zásoby doplňuje. Tělo také není na svém místě v kanbanovém regálu, protože je vychystáno do přepravek, které nesedí do kolejnic. Nejlukrativnější místo v kanbanovém regálu blokuje stroj Zafukovačka. Na pracovišti si drží zásobu na jednu směnu dopředu. Vedoucí pracovník objedná na začátku ranní směny materiál na druhý den. Milk run doveze materiál na linku nejpozději v 11 hod, což je o 19 hod dřív, než se začne materiál zpracovávat. Materiál se na pracoviště dostane nejpozději 5 hodin po jeho objednání. Pokud zohledníme pojistnou zásobu, pracovišti MK by měla stačit zásoba na 5,5 hod. Pracoviště MK by měl z odkládacího místa zásobovat Handler. Mohl by se zde použít Andon pro upozornění Handlera na potřebu doplnit na pracoviště materiál.



Obr. 17 Zablokované místo v kanbanovém regálu (Zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 18 Volné kanbanové pozice (Zdroj: vlastní zpracování)

## 5.4 Chronometráž

Na pracovišti jsem u každé operace provedla pět náměrů po deseti kusech. Náměr pro 10 kusů jsem zprůměrovala a zadala do tabulky. Časy operací jsou velice krátké, proto jsem se rozhodla pro průměr z času 10 kusů.

Tabulka 6 Chronometráž VL (Zdroj: Interní materiály, vlastní zpracování)

Název operace	Náměry [s]					Výpočet	
	1	2	3	4	5	Median [s]	Zaokrou. [s]
Zafouknutí O-Kroužku	4,5	4,1	3,5	4,3	3,8	4,3155	4,3
Nasazení O-Kroužku na Tělo	3,2	3,6	3,7	3,2	2,7	3,36	3,4
Zalisování Těsnění na Těsnící kužel	7,6	7,2	9,1	5,6	6,6	7,56	7,6
Naskládání Těsnícího kuželu do plechové formy	1,1	1,5	1,6	1,0	0,9	1,155	1,2
Umístění Pružiny do Těsnícího kuželu	1,1	1,3	1,9	1,1	1,4	1,365	1,4
Umístění Čep do Těsnícího kuželu	1,3	1,7	1,3	1,9	2,1	1,8165	1,8
Umístění O-Kroužku do Těsnícího kuželu	1,3	1,4	1,1	1,5	1,4	1,47	1,5
Autec - usazení Vřetena a vyjmutí hotových dílů	2,1	2,4	2,1	2,3	2,3	2,415	2,4
Autec - nasazení Vnitřního kuželu	2,8	2,8	2,4	2,9	2,6	2,94	2,9
Autec - nasazení Těsnícího kuželu	1,7	2,6	1,3	1,5	1,8	1,785	1,8
Našroubování Matky na sestavu + vizuální kontrola	4,3	4,1	5,3	4,8	5,2	5,04	5,0
Vyražení kódu	3,1	3,2	2,7	4,0	3,5	3,36	3,4

Při výrobě výrobku VL je časově nejnáročnější operace zalisování Těsnění na Kužel DN. Tato operace je úzkým místem a měla by určovat takt celé linky. Všechny operace v lince jsou vykonávány v dávkách. Nejvýraznější neefektivitu procesu je možno vidět při vykonávání operací - zalisování Těsnění na Těsnící kužel, naskládání Těsnícího kuželu do ple-

chové formy. Operátor nalisuje Těsnění na Těsnící kužel a poté ho odloží do boxu, který je určený pro rozpracovanost. Po vytvoření dávky zhruba 15 kusů, operátor Těsnící kužel naskládá do plechové formy. Kdyby operátor Těsnící kužel odkládal přímo do plechové formy, eliminoval by zbytečné pohyby a snížil by rozpracovanost na pracovišti. Ostatní operace na pracovišti jsou vykonávány stejně neefektivním způsobem.

Tabulka 7 Chronometráž RL (Zdroj: Interní materiály, vlastní zpracování)

Název operace	Náměry [s]					Výpočet	
	1	2	3	4	5	Median [s]	Zao-krou. [s]
Zafukování O-Kroužku do Těla	4,5	3,5	4,3	3,8	4,1	4,3155	4,3
Nasazení O-Kroužku na Tělo	3,2	3,6	3,7	3,2	2,7	3,36	3,4
Nasazení O-Kroužku na Regulační kužel	4,7	4,2	3,2	3,1	3,9	4,095	4,1
Zalisování Těsnění do Kuželu DN	5,2	7,7	6,3	6,4	7,2	6,72	6,7
Namazání Kuželu DN	2,5	2,0	2,4	2,2	2,0	2,31	2,3
Nalisování Těsnění na Dutý kužel	3,4	3,5	3,8	3,8	3,9	3,99	4,0
Nasazení Tlačné pružiny na Dutý kužel	2,4	2,5	2,7	3,1	3,4	2,835	2,8
Nasazení Vřetena do stroje Autec + odložení hotových kusů	2,1	2,1	2,3	2,1	2,1	2,205	2,2
Nasazení Těla do stroje Autec	2,0	2,5	2,0	2,1	2,3	2,205	2,2
Nasazení Dutého kuželu do stroje Autec	1,7	1,9	2,1	1,9	1,8	1,995	2,0
Nasazení Kuželu DN do stroje Autec	1,5	1,6	1,7	1,7	1,5	1,68	1,7
Nasazení Regulačního kuželu do stroje Autec	1,7	1,7	1,5	1,7	1,6	1,785	1,8
Našroubování Matky	4,3	4,1	5,3	4,8	5,2	5,04	5,0
Vytlačení čísla	3,1	3,2	2,7	3,5	4,0	3,36	3,4

Úzkým místem při výrobě výrobku RL je operace zalisování Těsnění do Kuželu DN. Tato operace určuje takt celé linky. Všechny operace v lince jsou prováděny v dávkách. Jako příklad bych uvedla první dvě operace - zafouknutí O-Kroužku, nasazení O-Kroužku na Tělo. Obě operace vykonává jeden operátor. Tyto operace by mohly být vykonávány na základě principu toku jednoho výrobku, kdy by operátor do Těla zafoukl O-Kroužek, poté by na tělo nasadil O-Kroužek a polotovár by odložil. V současném stavu operátor zafoukne O-Kroužek do zhruba 15 Těl a poté na ně nasazuje 2. O-Kroužek, čímž vzniká velká rozpracovanost a dochází zde k nadbytečným pohybům - odložení, uchopení. Stejně neefektivně jsou vykonávány i zbylé operace.

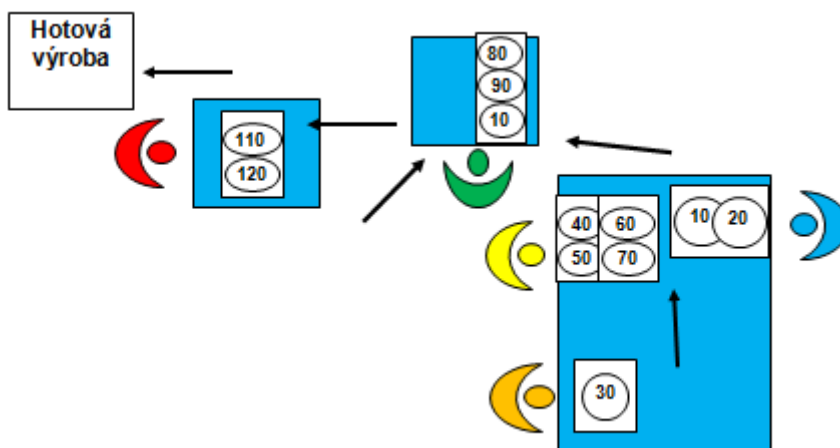
## 5.5 Současné rozbalancování pracoviště

Na rozbalancování pracoviště dle současného stavu jsem použila časy získané chronometráží. Tyto časy jsou navýšeny o časovou rezervu 5 %.

## 5.5.1 Balancování pro 5 operátorů pro výrobek VL

Tabulka 8 Balancování VL pro 5 operátorů (Zdroj: interní materiály, vlastní zpracování)

Proces. krok	Popis	Manual	Operátor
10	Zafouknutí O-Kroužku	4,3	1
20	Nasazení O-Kroužku na Tělo	3,4	1
30	Zalisování Těsnění na Těsnící kužel	7,6	2
40	Naskládání Těsnícího kuželu do plechové formy	1,2	3
50	Umístění Pružiny do Těsnícího kuželu	1,4	3
60	Umístění Čep do Těsnícího kuželu	1,8	3
70	Umístění O-Kroužku do Těsnícího kuželu	1,5	3
80	Autec - usazení Vřetena a vyjmutí hotových dílů	2,4	4
90	Autec - nasazení Vnitřního kuželu	2,9	4
100	Autec - nasazení Těsnícího kuželu	1,8	4
110	Našroubování Matky na sestavu + vizuální kontrola	5	5
120	Vyražení kódu	3,4	5



Obrázek 19 Balancování VL pro 5 operátorů (Zdroj: interní materiály, vlastní zpracování)

První operátor (modrý) zajišťuje zafouknutí O-Kroužku do Těla (operace č. 10), nasazení O-Kroužku na Tělo (operace č. 20) Spotřeba času prvního operátora na jeden kus MK je 7,7 sec.

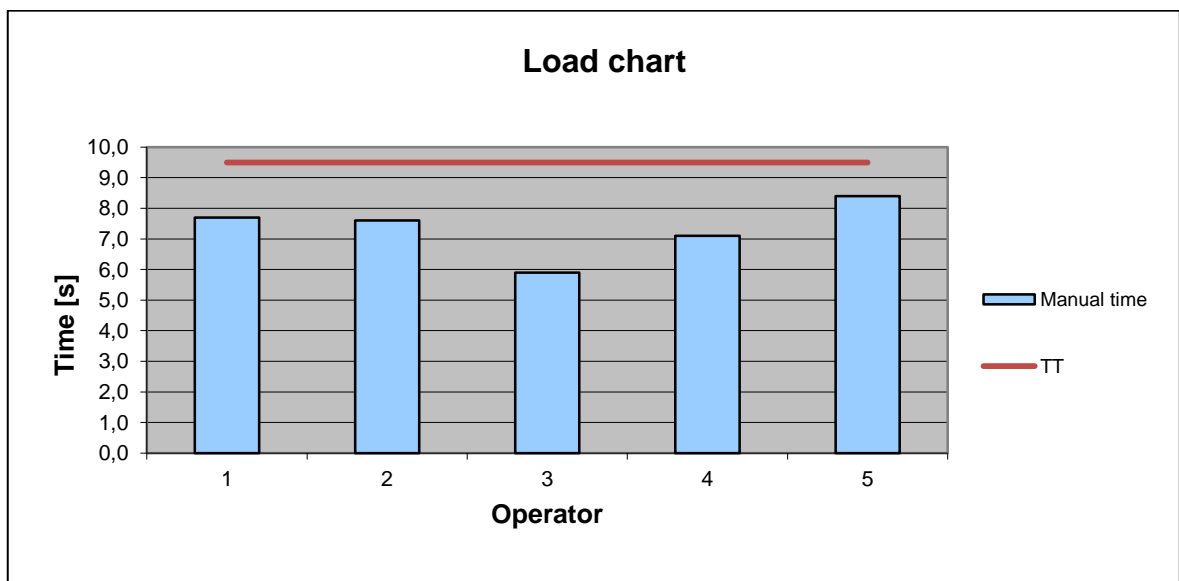
Druhý operátor (oranžový) zajišťuje zalisování Těsnění do Těsnícího kuželu (operace č. 30). Spotřeba času druhého operátora na jeden kus MK je 7,6 sec.

Třetí operátor (žlutý) zajišťuje naskládání Těsnícího kuželu do plechové formy (operace č. 40), umístění Pružiny do Těsnícího kuželu (operace č. 50), umístění Čepu do Těsnícího kuželu (operace č. 60) a umístění O-Kroužku do Těsnícího kuželu (operace č. 70). Spotřeba času třetího operátora na jeden kus MK je 5,9 sec.

Čtvrtý operátor (zelený) zajišťuje veškeré operace, které se týkají nasazení a vyjmutí komponent z Autecu (operace č. 80, 90, 100). Spotřeba času čtvrtého operátora na jeden kus MK je 7,1 sec.

Pátý operátor (červený) zajišťuje našroubování Matky (operace č.. 110) a oražení MK (operace č. 120). Spotřeba času čtvrtého operátora na jeden kus MK je 8,4 sec.

Jelikož úzké místo určené podle náměrů není sloučeno s žádnou z operací, vzniklo nám zde nové úzké místo. Za úzké místo po rozbalancování buňky považují operace vykonávané operátorem číslo pět.



Graf 1 Balancování VL pro 5 operátorů (Zdroj: interní materiály, vlastní zpracování)



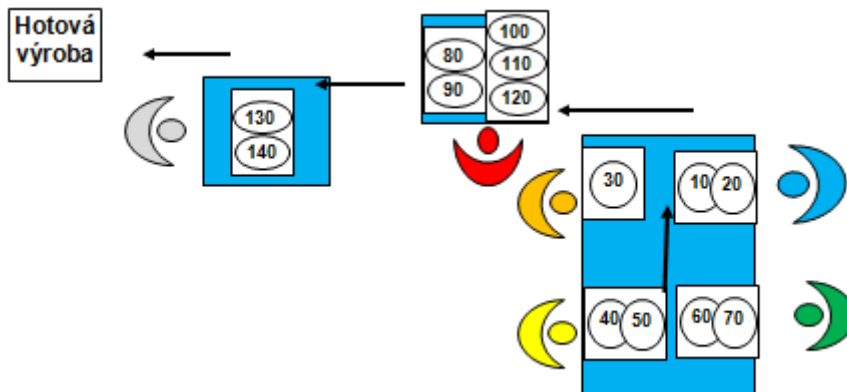
Takt zákazníka je určen na základě následujícího pracoviště, které má výstup 380 ks za hodinu. Z požadavku tohoto pracoviště jsem takt zákazníka určila na 9,5 sec. Z grafu vyplývá, že všechny pracoviště splňují takt zákazníka a mají časovou rezervu. Časová rezerva vznikla i na pracovišti, které je označeno jako úzké místo.

Doporučila bych zoptimalizovat jednotlivé činnosti na lince a zvážit rozbalancování linky mezi čtyři operátory.

### 5.5.2 Balancování pro 6 operátorů pro výrobky RL

Tabulka 9 Balancování RL pro 6 operátorů (Zdroj: interní materiály, vlastní zpracování)

Proces. krok	Popis	Manu- al	Operá- tor
10	Zafukování O-Kroužku do Těla	4,3	1
20	Nasazení O-Kroužku na Tělo	3,4	1
30	Nasazení O-Kroužku na Regulační kužel	4,1	2
40	Zalisování Těsnění do Kuželu	6,7	3
50	Namazání Kuželu	2,3	3
60	Nalisování Těsnění na Dutý kužel	4	4
70	Nasazení Pružiny na Dutý kužel	2,8	4
80	Nasazení Vřetena do stroje Autec + odložení hotových kusů	2,2	5
90	Nasazení Těla do stroje Autec	2,2	5
100	Nasazení Dutého kuželu do stroje Autec	2	5
110	Nasazení Kuželu do stroje Autec	1,7	5
120	Nasazení Regulačního kuželu do stroje Autec	1,8	5
130	Našroubování Matky	5	6
140	Vytlačení čísla	3,4	6



Obr. 20 Balancování RL pro 6 operátorů (Zdroj: interní materiály, vlastní zpracování)

První operátor (modrý) zajišťuje zafukování Těla (operace č. 10), nasazení O-Kroužku na Tělo (operace č. 20). Obě operace se nacházejí na stejném pracovišti. Spotřeba času prvního operátora na jeden kus MK je 7,7 sec.

Druhý operátor (oranžový) zajišťuje nasazení O-Kroužku na Regulační kužel (operace č. 30) Spotřeba času druhého operátora na jeden kus MK je 4,1 sec.

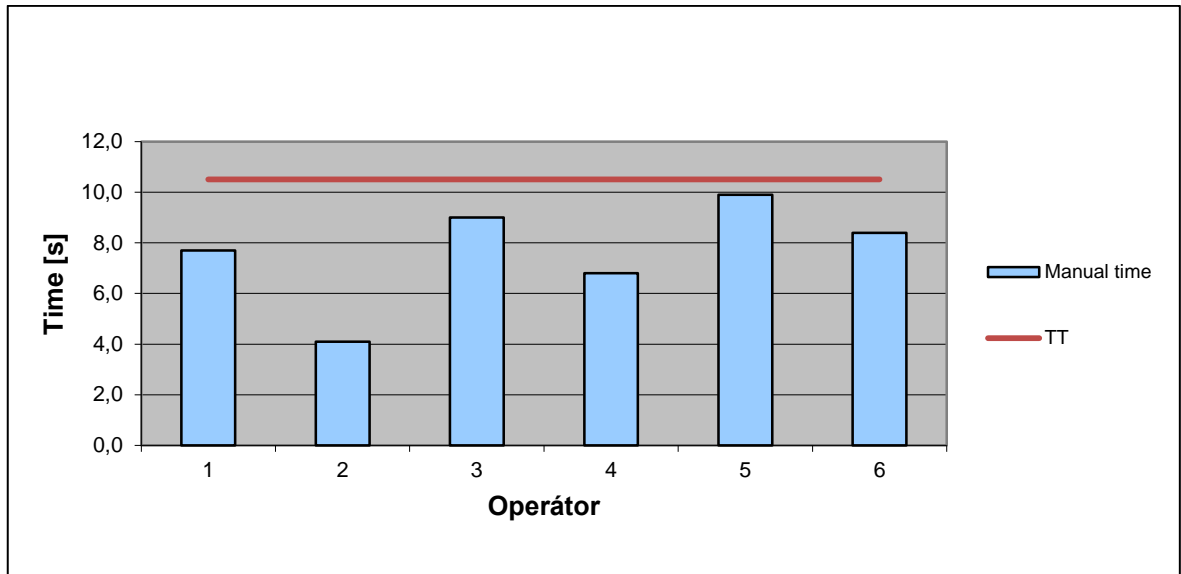
Třetí operátor (žlutý) zajišťuje zalisování Těsnění do Kuželu DN (operace č. 40) a namažání Kuželu DN (operace č. 50). Obě činnosti probíhají na stejném pracovišti a navazují na sebe. Spotřeba času třetího operátora na jeden kus MK je 9 sec.

Čtvrtý operátor (zelený) zajišťuje nalisování Těsnění na Dutý kužel (operace č. 50) a nasazení Tlačné pružiny na Dutý kužel (operace č. 60). Obě činnosti probíhají na stejném pracovišti. Spotřeba času čtvrtého operátora na jeden kus MK je 6,8 sec.

Pátý operátor (červený) zajišťuje veškeré operace, které se týkají nasazení a vyjmutí komponent z Autecu (operace č. 80, 90, 100, 110, 120). Spotřeba času pátého operátora na jeden kus MK je 9,9 sec.

Šestý operátor (šedý) v prvním kroku našroubuje na MK Matku (operace č. 130), po té na MK vyrazí číslo (operace č. 140). Spotřeba času šestého operátora na jeden kus MK je 8,4 sec.

Po rozbalancování buňky mezi šest operátorů se úzkým místem stává operátor číslo pět, který obsluhuje stroj Autec.



Graf 2 Balancování RL pro 6 operátorů (Zdroj: interní materiály, vlastní zpracování)

Takt zákazníka určuje stroj Bossard, na kterém jsou polotovary z pracoviště MK. Výstup Bossardu je 380 ks/hod. Na základě tohoto výstupu jsem stanovila takt zákazníka na 9,5 sec. V grafu je možno vidět, že všechny pracoviště splňují takt zákazníka a mají časovou rezervu. Časová rezerva vznikla i na pracovišti, které je označeno jako úzké místo.

Stejně jako o výrobku VL bych doporučila zoptimalizovat jednotlivé činnosti na lince a zvážit rozbalancování linky mezi čtyři operátory.

## 5.6 Mapování toku hodnot

Pro zmapování procesu a odhalení největších problémů jsem se rozhodla využít nástroj Mapování toku hodnot. Za zákazníka procesu jsem si zvolila následující pracoviště Bossard, které má hodinovou normu 380 ks pro oba typy výrobků. Celý proces řídí útvar Plánování, který zadává požadavky na výrobu. Pracoviště je zásobováno jednou za směnu Milk Runnerem, který doplňuje materiál na kanban i na kitting. Velké kusy, které jsem se rozhodla ve své analýze sledovat, jsou doplňovány na kitting.

POTŘEBNÝ VÝPOČET:

Dostupný čas na pracovišti MK:

$$(480 - 30 - 10 - 10) * 0,85 = 365,5 \text{ minut} = 21\,930 \text{ s}$$

Od času směny jsem odečetla přestávku na svačinu, úklid pracoviště a schůzku linky a zohlednila jsem index celkové efektivnosti zařízení.

Požadavek Bossardu:

Dostupný čas:  $(480 - 30 - 10 - 10) * 0,85 = 365,5$  minut = 6,092 hod.

Požadavek za směnu:  $6,092 * 380 = 2\,314$  kusů za směnu.

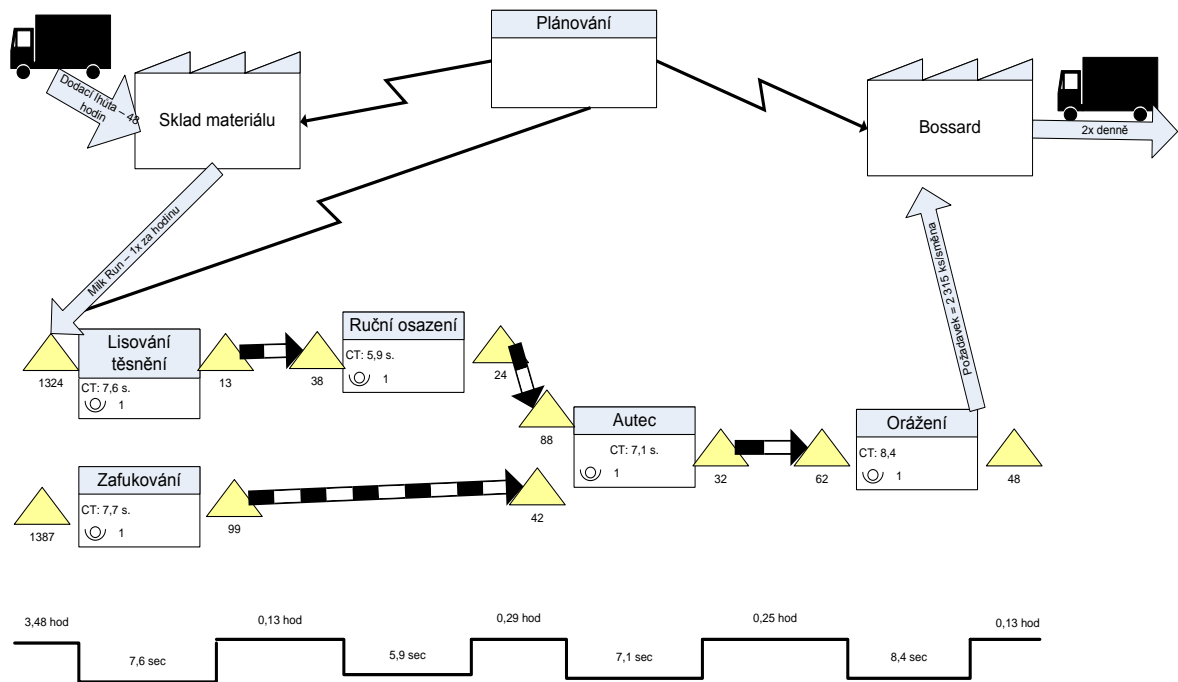
Při výpočtu požadavku Bossardu je potřeba odečíst čas přestávky, čas na úklid a zohlednit celkovou efektivnosti zařízení, která je v tomto případě 85 %.

Takt zákazníka:

$21\,930 / 2\,314,8 = 9,5$  sec/ks

Dostupný čas linky jsem podělila požadavkem zákazníka, abych zjistila čas připadající na jeden kus.

5.6.1 Mapování toku hodnot pro výrobek VL



Obrázek 21 VSM pro výrobek VL (Zdroj: vlastní zpracování)

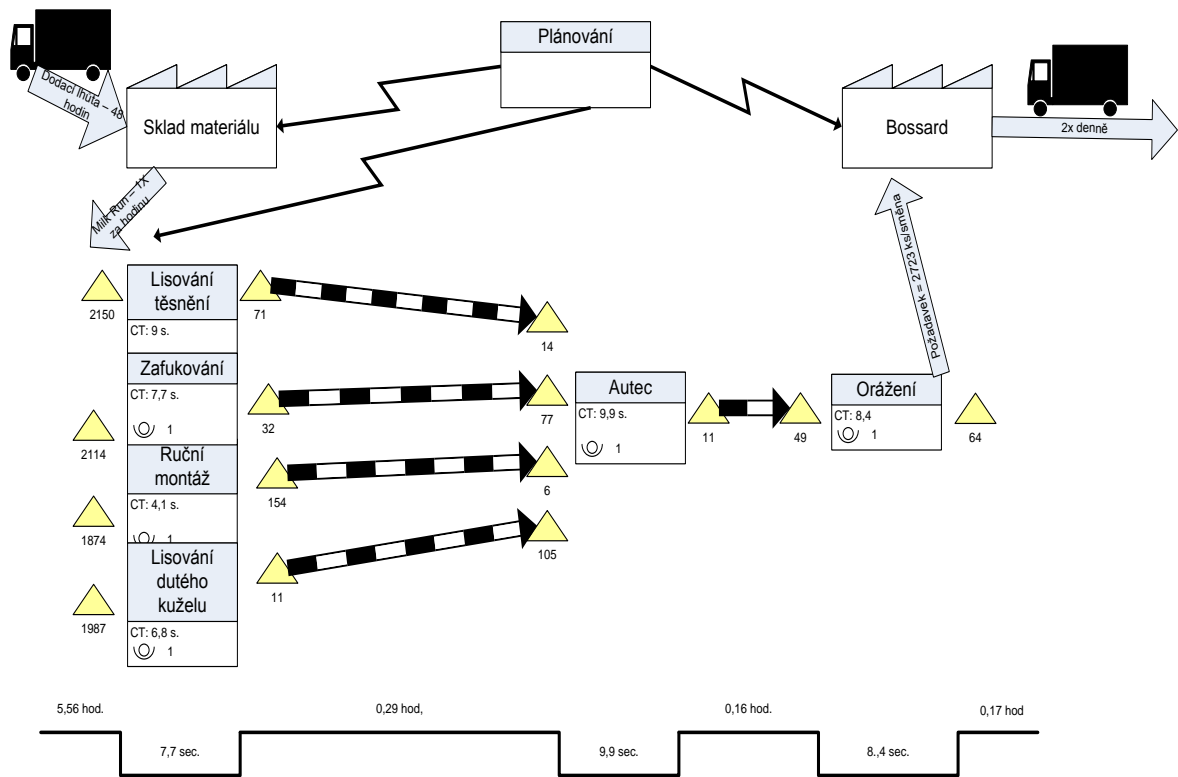
VÝPOČET INDEXU PŘIDANÉ HODNOTY:

Čas VA: 29 sec

Čas NVA: 15 408 sec.

Index VA:  $(29/15408) * 100 = 0,188 \%$

5.6.2 Mapování toku hodnot pro výrobek RL



Obrázek 22 VSM pro výrobek RL (Zdroj: vlastní zpracování)

VÝPOČET INDEXU PŘIDANÉ HODNOTY:

Čas VA: 26 sec

Čas NVA: 22 248 sec

Index VA:  $(26/22\ 248) \cdot 100 = 0,117 \%$

5.6.3 Výsledek analýzy

Indexy přidané hodnoty jsou v obou případech velice nízké, kvůli vysokým zásobám na pracovišti. Analýza nám odhalila úzká místa. Při výrobě výrobku VL se úzkým místem stává orážení, které ale splňuje takt zákazníka. Při výrobě RL se úzkým místem stává Autec, takt zákazníka však nesplňují 2 pracoviště – Lisování těsnění a Autec.

Pracoviště je při výrobě výrobku RL i výrobku VL přezásobené. Milkrunner přijede na pracoviště jedenkrát za hodinu. Doba určená na vychystání je 2 hodiny. Pokud by pracoviště objednalo materiál na konci směny v 14:00, na začátku ranní směny tj. v 6 hod by

mělo materiál připravený k výrobě. Tento materiál by spotřebovali v době 6:00 – 9:00. V 6:00 by pracoviště objednalo materiál určený k výrobě 9:00 – 12:00. V 9:00 by pracovníci objednali materiál, který by spotřebovali v době 12:00 – 14:00. Na pracovišti by stačila zásoba na 3 hodiny + pojistná zásoba, která by vykryla výkyvy Milkrunnera. Pojistnou zásobu bych stanovila na dobu 20 minut.

ZÁSOBA NA 3 HODINY:

$$3 * 3600 * 0,85 = 9\ 180 \text{ sec.}$$

$$9\ 180/9,5 = 967 \text{ ks}$$

Při výpočtu jsem zohlednila celkovou efektivnost zařízení na pracovišti. Disponibilní časový fond jsem vydělila taktem zákazníka a zjistila jsem, že pracoviště vyprodukuje 967 kusů za 3 hodiny.

POJISTNÁ ZÁSOBA:

$$20 * 60 = 1200 \text{ se.}$$

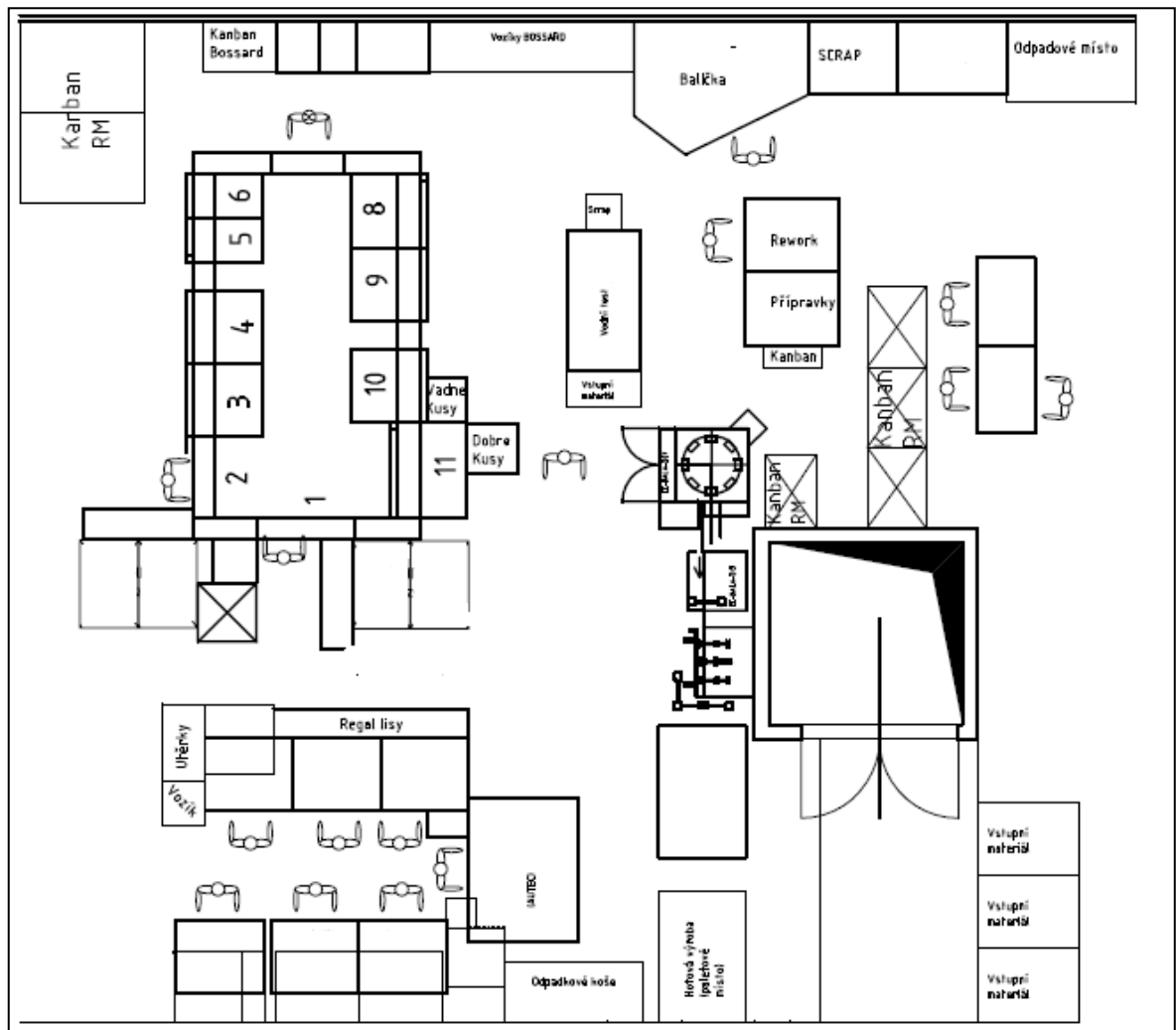
$$1200/9,5 = 127 \text{ ks}$$

Na pracovišti by měla být zásoba ve výši 127 ks.

Z těchto dvou výpočtů vyplývá, že po zásobení Milkrunnerem by měla být na pracovišti zásoba 1094 ks. Tato maximální zásoba je v některých případech více než dvojnásobek této hodnoty. V nejhorším případě dosahuje 214,53 %.

Na mapě je vidět chaotičnost zásobování Autecu, které postrádá řád.

## 5.7 Stávající layout



Obrázek 23 Stávající layout (Zdroj: Interní materiály)

Na stávajícím layoutu je vidět prostorová náročnost nevyužitého kanbanového regálu. Je zde také vidět nevhodnost zvoleného typu buňky. Operátoři se při zásobování pracoviště Autec obcházejí. Operátoři na začátku buňky chodí s těžkými polotovary přes celou buňku. Z prostorového hlediska není možné využít na převoz materiálu pomocný vozík.



## 6 NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ

### 6.1 Návrhy na zlepšení

#### Pracoviště č. 1

Veškerý materiál pro pracoviště č. 1 bude uložený v kanbanovém regálu nad pracovištěm. Na pracovišti se střídají dva lisy dle druhu výroby. Nepoužívaný lis se odsune doprostřed stolu vedle kolejnic. Boxy na O-Kroužky se pomocí vrutu přichytí k lisu, aby je měla operátorka po ruce.



Obrázek 24 Ukázka uchycení krabičky k lisu (Zdroj: vlastní zpracování)

#### Pracoviště č. 2

Na tomto pracovišti jsou používány dvě zafukovačky, které se odlišují podle velikosti výroby. Zafukovačky pracují na 80 %, kvůli výpadkům při zafukování O-Kroužků do těl. Údržbáři by měli dát zafukovačky opravit a měla by se na ně stanovat autonomní údržba, aby se těmto výpadkům předcházelo. Rozvodovou bednu u velké zafukovačky je třeba umístit pod pracovní desku, jak je tomu u malé zafukovačky. Současný tok výroby teče směrem od Autecu. Tok výrobků by se měl otočit směrem k Autecu. Operátor do těla zafoukne dva kroužky a tělo odloží. Až si vytvoří zásobu zafouknutých těl, navléká na ně třetí O-Kroužek. Pokud by operátor netvořil zásobu zafouknutých těl a na těla by po zafouknutí ihned navlékl O-Kroužek, výroba by probíhala v toku jednoho kusu.

Úspora:

- nadměrného pohybu při odložení a uchopení těla, čímž by se zkrátil čas operace.

- místa, protože by operátor potřeboval pouze jeden box na hotové kusy.
- snížení rozpracovanosti
- vytvoření toku



Obrázek 25 Ukázka rozvodové bedny umístěné pod pracovní plochou (Zdroj: vlastní zpracování)

### Pracoviště č. 3

V budoucím rozložení buňky je potřeba pracoviště 3 a 4 prohodit a pracoviště č. 4 umístit blíže k Autecu, kvůli toku výroby, který v současném stavu při výrobě výrobku VL probíhá od stroje.

Při výrobě výrobku VL operátor zalisuje Těsnění do Těsnícího kuželu a ten odloží do boxu. Vytvoří si zásobu těchto kuželů a poté je skládá do plechové formy. Tu poté pošle na pracoviště č. 3, které je umístěné v toku směrem od Autecu. Operátor by měl Těsnící kužel umístit přímo do plechové formy.

Operátor na pracovišti č. 3 při výrobě výrobku RL zalisuje Těsnění do Kuželu DN, vytvoří si zásobu těchto kuželů a poté je namaže na mazačce a umístí do formy. V budoucím stavu je potřeba aby operátor vyráběl v toku jednoho kusu, tzn. Kužel DN po zalisování těsnění namaže na mazačce a poté umístí do formy.

Úspora:

- nadměrného pohybu při odložení a uchopení Těsnícího Kuželu i Kuželu DN, čímž by se zkrátil čas operace.
- místa, protože by operátor potřeboval pouze formu na hotové kusy

- snížení rozpracovanosti
- vytvoření toku

#### Pracoviště č. 4

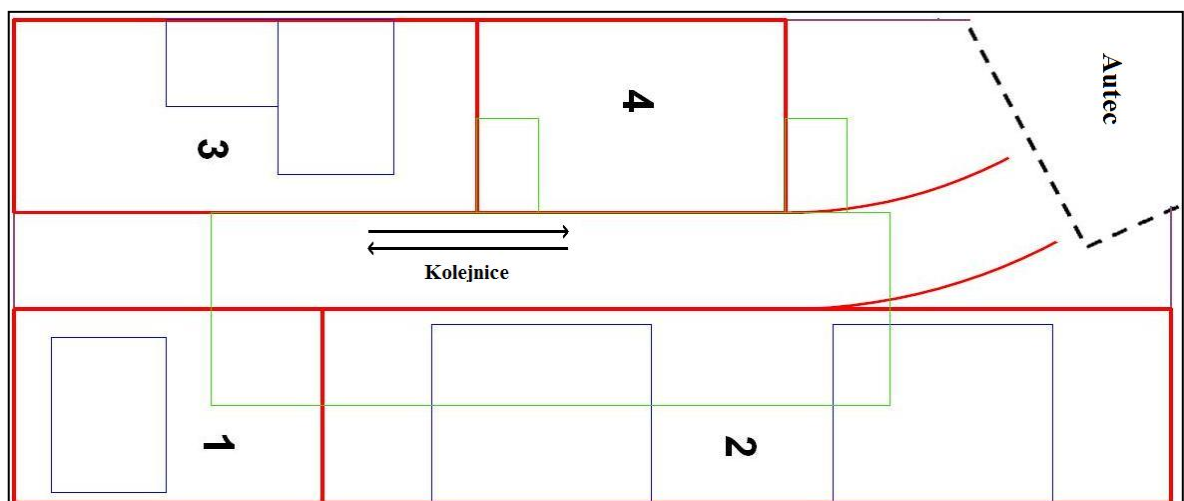
Na tomto pracovišti probíhá ruční montáž, kdy operátor má drobný materiál chaoticky rozmístěný po stole. V budoucím stavu je požadavek umístit do pracovní plochy boxy na drobný materiál, čímž se eliminuje pomíchání materiálu, chyby a urychlí se čas výroby. Na pracovní ploše by se zvizualizovala místa určená pro jednotlivé boxy.

#### Pracoviště Orážení MK

Pracoviště Orážení MK se přesune blíže ke stroji Bossard. Operátor na této pozici pracuje v dávkách. V prvním kroku našroubuje na MK matku, po vytvoření zásoby zhruba 15 kusů MK orazí. Operátor bude vyrábět v toku jednoho kusu, nebude vytvářet nadbytečnou rozpracovanost.

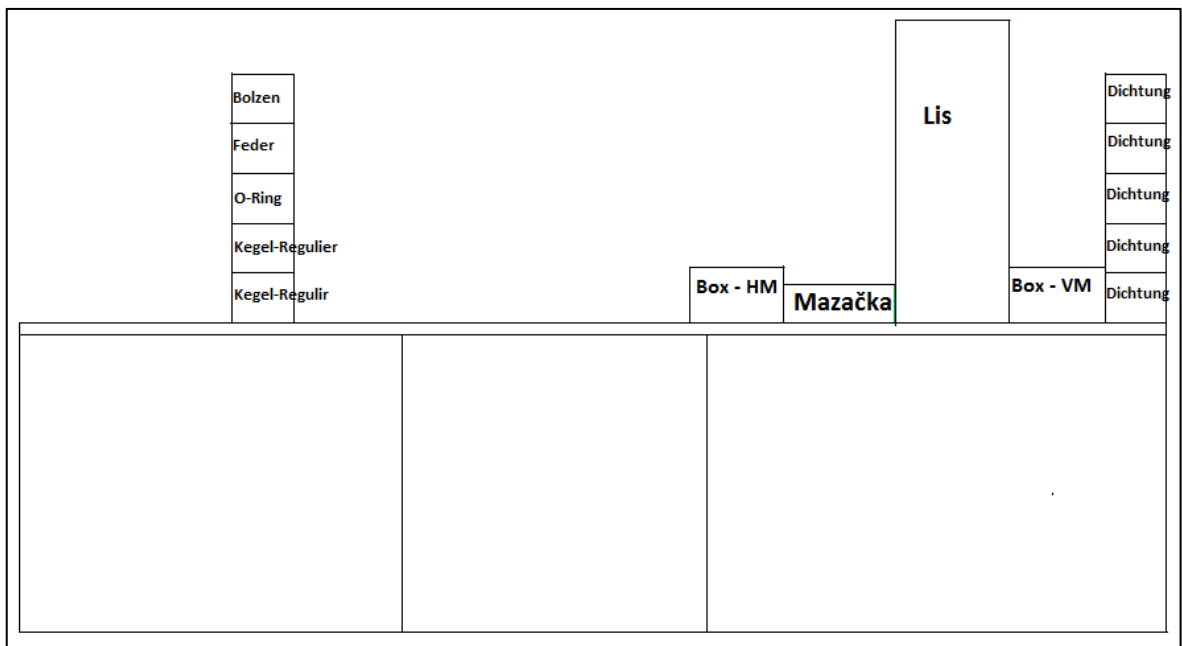
## 6.2 Změna pracoviště MK

Pracoviště MK je uspořádané do tvaru buňky U. Toto rozložení pracoviště je označováno za nejideálnější, mě se však v tomto případě jeví jako nevhodné. Tvar U neodpovídá materiálovému toku v buňce a je prostorově náročný. Navrhují zvolit vhodnější typ buňky a upravit pracoviště pro danou výrobu.



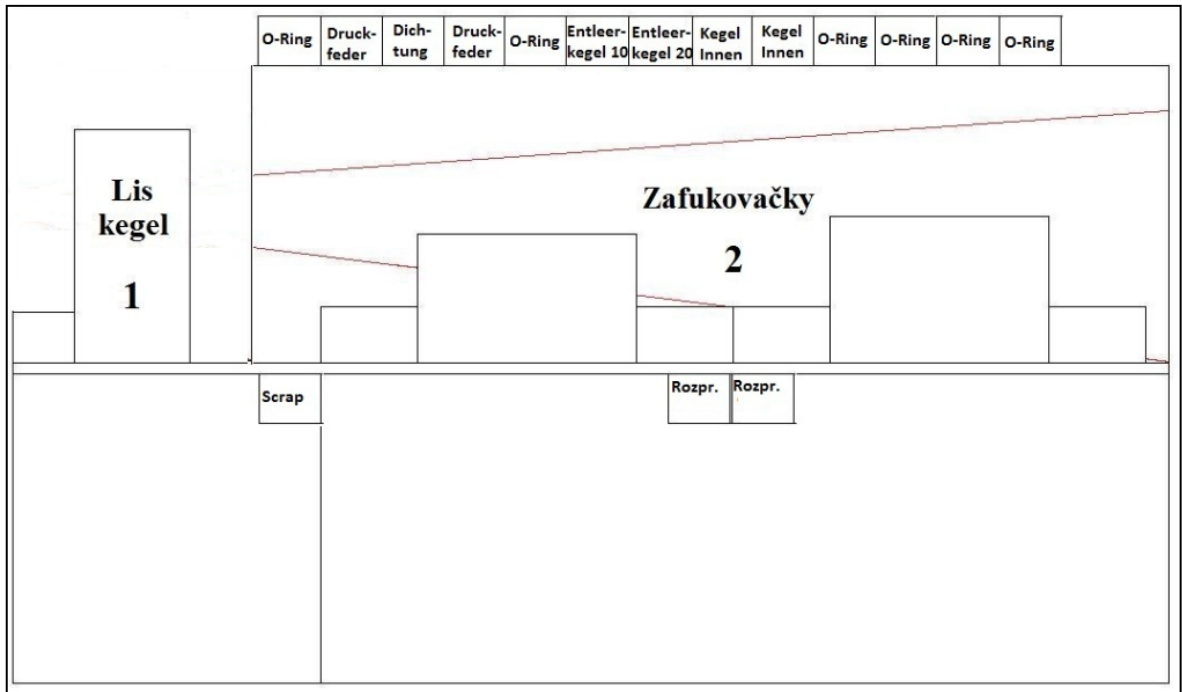
Obrázek 26 Půdorys pracoviště MK (Zdroj: vlastní zpracování)

Na pracovišti budou operátorky sedět naproti sobě. Uprostřed stolu povedou kolejnice. Spodní kolejnice povedou z pracoviště ke stroji Autecu a budou určeny na hotové výrobky. Horní kolejnice povedou od stroje Autecu k pracovišti a budou určeny na prázdné boxy. Oražení a našroubování Matky bude probíhat na stole u Bossardu. V budoucnu je výhled na orážení MK Bossardem, což by uspořilo jednoho pracovníka.



Obrázek 27 Bokorys pracoviště MK (Zdroj: vlastní zpracování)

Kanbanový regál pro pracoviště 3 a 4 je umístěn na pracovní desce. Kvůli užívání vysokých lisů při montáži SCH, není možné umístit kanbanový regál nad pracoviště. Lisy budou z pracoviště odstraněny na odkládací desku a v případě potřeby si ho operátoři pomocí pojízdného vozíku přivezou na pracoviště MK.



Obrázek 28 Bokorys pracoviště MK (Zdroj: vlastní zpracování)

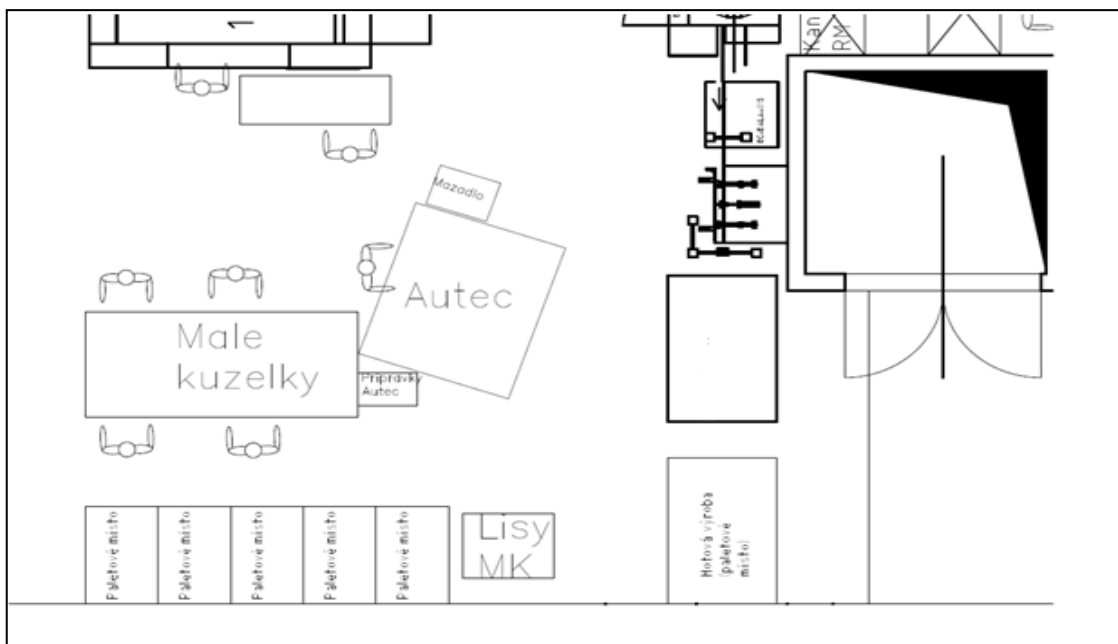
Kanbanový regál na drobný materiál pro pracoviště 1 a 2 bude umístěn nad pracovištěm 2. Kanbanový regál není umístěn nad pracovištěm 1, protože se zde mění dva lisy, nepotřebný lis se odsune doprostřed stolu (vedle kanbanového regálu). Skříň od velké Zafukovačky je potřeba umístit pod stůl, jak je tomu u malé Zafukovačky, aby neblokovala pracovní plochu.

Boxy na Scrap a rozpracovanost je potřeba umístit pod pracovní desku. Kde to bude možné, přivrtat k lisům krabičky pomocí vrutu. Pokud by krabičky omezovaly operátory při práci s lisem, je možnost krabičky umístit do pracovní desky. Vřetena pro Autec bude mít operátor umístěna na výsuvném vozíku.



Obrázek 29 Výsuvný vozík

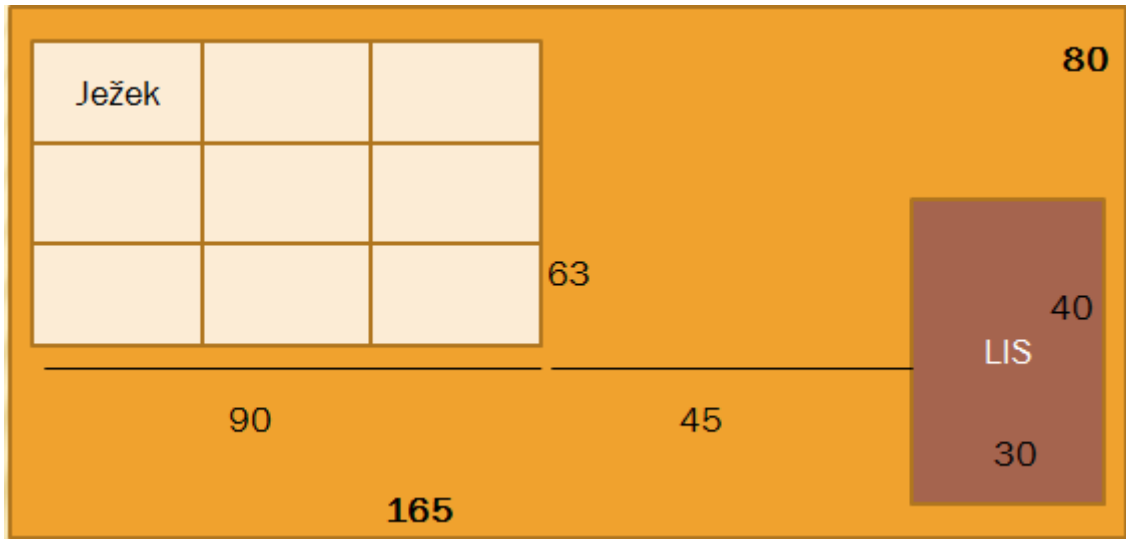
### 6.3 Změna layoutu pracoviště MK



Obrázek 30 Optimalizace pracoviště MK (Zdroj: interní materiály, vlastní zpracování)

Tento krok změny layoutu MK bych označila jako mezikrok ke změně, která následuje na layoutu č. 27. Autec by se natočil již v tomto prvním mezikroku. Optimalizací pracovní plochy se uspoří místo na palety se vstupním materiálem. Operátoři by tak uspořili čas přechodu pro vstupní materiál. Na pracoviště je umístěno odkládací místo na SCH lisy, které budou z pracoviště odstraněny.

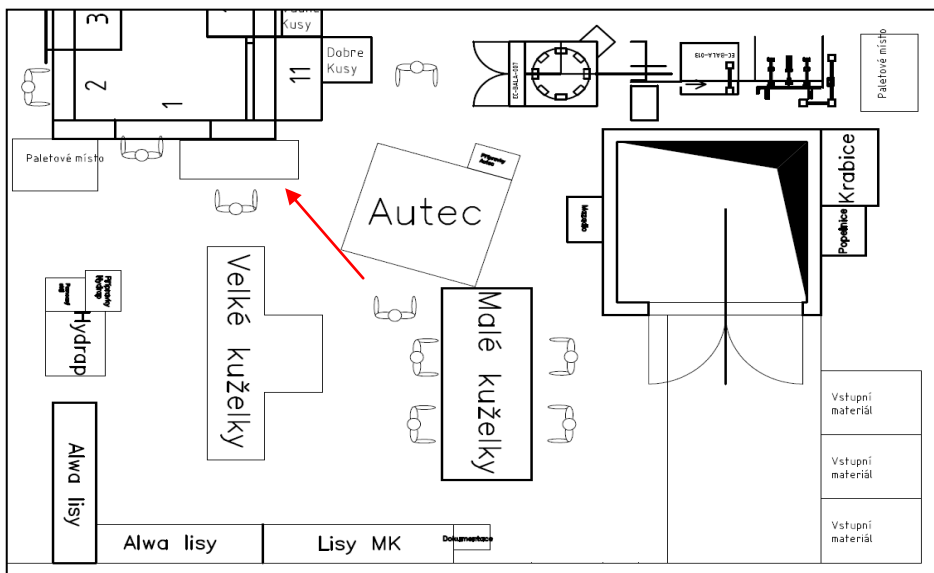




Obrázek 32 Stůl na orážení (Zdroj: vlastní zpracování)

### 6.3.1.1 Přeprava na vozíčku

K přepravě MK od Autecu k Bossardu může sloužit vozíček (stejný jako bude u Autecu na zásobování Vřetenem). Vozíček by musel být v počtu dvou kusů, aby nedocházelo k zbytečným prostojům. Operátor na orážení by bral kuželky přímo z vozíčku.



Obrázek 33 Přeprava MK pomocí vozíčku (Zdroj: interní materiály, vlastní zpracování)



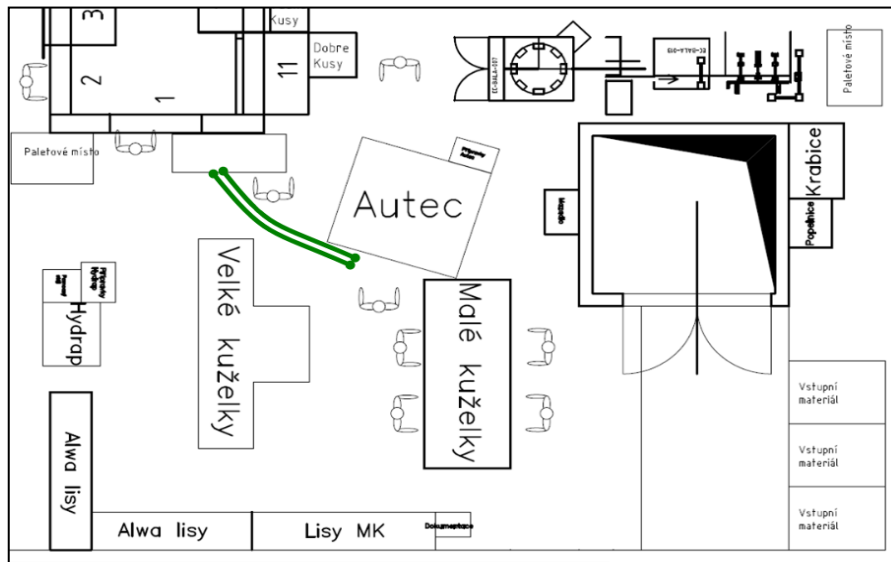
### 6.3.1.2 Přeprava na kolejnicích

MK by se mohly od stroje Autec k operátorovi na orážení přepravovat pomocí kolejnic. Kolejnice by bylo možné nadzvednout. Přeprava po kolejnici nebude omezovat chod Bossardu, protože operátor od baličky (reworku) chodí k prvnímu stanovišti jen v těchto případech:

- Vadné tělo, dobrá MK
- Vadná MK, dobré tělo (v případě, že jsou těla vychystaná na Kitting)

Tyto komponenty může předat i operátorovi, který kuželky oráží.

Kolejnice mohou mít také funkci zásobníku.



Obrázek 34 Přeprava po kolejnicích (Zdroj: interní materiály, vlastní zpracování)

### 6.3.2 Orážení v Bossardu

Byla by také možnost naprogramovat jedno ze stanovišť v Bossardu na orážení MK. Matici, která se oráží, by na MK nasadil operátor, který zakládá MK do Bossardu. Pomocí Basic MOST jsem stanovila čas, který operátor stráví na nasazení matice.

- Nasadit matku
  - A1B0G1A1B0P3A0 = 60 TMU
- Otočit matkou

- A0B0G0M1X0I0A0 = 10 TMU

70 TMU = 2,52 sec.

Stanovit čas, který operátorovi zabere nasadit MK do Bossardu, není možné stanovit pomocí chronometráže, protože operátor je závislý na taktu Bossardu. Z toho důvodu jsem čas jeho činnosti stanovila podle metody Basic MOST. Tento čas je pro nás důležitý, abychom zjistili, zda je tato pozice úzkým místem, popřípadě, zda se jím po zpomalení stane.

- Uchopit díl
  - A1B0G1A1B0P3A0
- Zašroubovat kuželku
  - A0B0G0M3X0I0
- Nasazení matky
  - A1B0G1A1B0P3A0
- Zapnout knoflík
  - A1B0G0M1X3I0A0

210 TMU = 7,56 sec.

Operace na první pozici na Bossardu zabere operátorovi 7,56 sec.

### 6.3.2.1 Porovnání s normou

- Tak time = 9,5 sec./ výrobek → Norma Bossard = 380 ks/hod
- Nový takt time = 10,1 sec./výrobek → Norma Bossard = 356ks/hod
  - Čas operace (MOST) = 7,56
  - Čas nasazení matka (MOST) = 2,52

Hodinová norma na pracovišti MK:

- VL = 426 ks/hod
- RL = 342 ks/hod

Při výrobě RL bude takt Bossardu vyšší než takt pracoviště MK. Bude docházet ke zpomalování Bossardu. Při výrobě VL je takt MK rychlejší než takt Bossardu. Bossardu bude

mít dostatečnou zásobu a bude vznikat zásobník. Tento zásobník může řešit problém nedostatku MK při výrobě RL.

### 6.3.2.2 Náklady na zpomalení Bossardu

Snížení výstupu bossardu = - 24 ks/hod = - 180 ks/směna = 0,5 hod/den

Navýšení hodin práce na bossardu po jeho zpomalení =

$0,5 \text{ hod/den} * 251 \text{ (prac.dny)} = 125,5 \text{ hod/rok}$

Práce člověka/hod = 481,66 Kč

Práce stroje/hod = 478 Kč

Náklady práce lidí =  $125,5 * 481,66 = 181\,097 \text{ Kč}$

Náklady práce stroje =  $125,5 * 478 = 59\,989$

Při zpomalení Bossardu se náklady zvýší o 241 086 Kč za rok.

### 6.3.2.3 Úspora člověka

Orážení a našroubování Bossardem uspoří společnost jednoho člověka:

Úspora za směnu =  $481,66 \text{ Kč} * 7,5 = 3\,612 \text{ Kč/směna}$

Úspora za rok =  $3\,612 * 251 = 906\,725 \text{ Kč}$

Úspora při orážení a našroubování Bossardem je 906 725 Kč za rok. Pokud zohledníme náklady na zpomalení Bossardu, činní celková úspora 665 639 Kč za rok.

## 6.4 Balancování buňky

Navrhuji úpravu některých operací, délku jejich trvání po aplikaci změn prověřím pomocí metody MOST a poté linku vybalancuji na vhodný počet operátorů. U operací, které zůstanou neměnné, použiji pro určení cyklových časů údaje z chronometráže.

### 6.4.1 Cyklové časy stanovené metodou MOST

U výrobku RL se pomocí optimalizace změny cyklové časy na 3 pracovištích. Na pracovišti č. 2, kde se zafukují O-Kroužky do Těla, na pracovišti č. 3, kde je zalisování Těsnění do Kuželu, a na pracovišti, kde jsou nasazeny a oraženy Matky. Tyto operace jsou pro oba druhy výrobků stejné, pouze zalisování Těsnění do Kuželu je lehce odlišné u obou výrobků.

**MOST – Zafukování**

- Přiložení těla k nafukovače
  - A1 B0 G1 A1 B0 P3 A0
- Zafouknutí dvou O-Kroužků
  - A0 B0 G0 M0 X6 I0 A0
- Navlečení O-Kroužku na tělo – přiložení na nástavce
  - A0 B0 G0 A1 B0 P3 A0
- Navlečení O-Kroužku
  - A0 B0 G0 M1 X0 I0 A0
- Odložení Těla
  - A0 B0 G0 A1 B0 P1 A0

190 TMU = 6,84 sec.

Po určení času pomocí metody MOST a eliminaci plýtvání v procesu, se uspořilo 0,86 sec. času pracovníka na jeden kus pro výrobu výrobku VL i RL.

**MOST – Lisování těsnění - RL**

- Nasazení těsnění do kuželu
  - A1 B0 G1 A1 B0 P3 A0
- Nasazení kuželu do lisu
  - A0 B0 G0 A1 B0 P3 A0
- Zalisování
  - A1 B0 G1 M0 X3 I0 A0
- Namazání Kuželu
  - A1 B0 G1 M1 X0 I0 A0
- Odložení do stojanu
  - A0 B0 G0 A1 B0 P3 A0

220 TMU = 7,92 sec.

Metoda MOST po eliminaci plýtvání ukázala úsporu času 1,08 sec. na jeden kus.

**MOST – Lisování těsnění VL**

- Nasazení těsnění do kuželu

- A1 B0 G1 A1 B0 P3 A0
- Nasazení kuželu do lisu
  - A0 B0 G0 A1 B0 P3 A0
- Zalisování
  - A1 B0 G1 M0 X3 I0 A0
- Odložení do stojanu
  - A0 B0 G0 A1 B0 P3 A0

190 TMU = 6,84 sec.

Po eliminaci plýtvání jsem určila čas opera o 0,76 sec. kratší.

#### **MOST – Nasazení Matky + oražení**

- Nasazení matky
  - A1 B0 P1 A0 B0 P3 A0
- Našroubování matky
  - A0 B0 G0 M6 X0 I0 A0
- Umístění do orážecího lisu
  - A0 B0 G0 A1 B0 P3 A0
- Oražení
  - A1 B0 G1 M3 X0 I0 A0
- Odložení do stojanu
  - A0 B0 G0 A1 B0 P3 A0

220 TMU = 7,92 sec

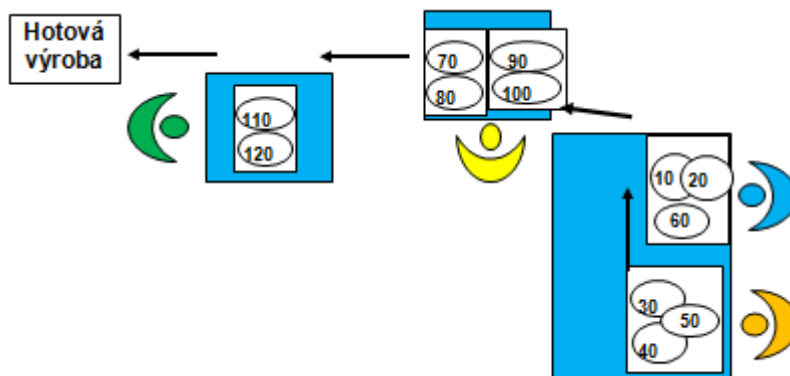
Na této operaci je po eliminaci plýtvání čas o 0,48 sec. kratší oproti chronometráži.

#### **6.4.2 Balancování VL**

Tabulka 10 Balancování VL pro 4 operátory (Zdroj: interní materiály, vlastní zpracování)

Proces. krok	Popis	Manu- al	Operá- tor
10	Zafouknutí O-Kroužku + Nasazení O-Kroužku na tělo	7,18	1
20	Zalisování Těsnění na Těsnící kužel+Naskládání do formy	7,18	2
30	Umístění Pružiny do Těsnícího kuželu	1,40	2

40	Umístění Čep do Těsnícího kuželu	1,80	1
50	Umístění O-Kroužku do Těsnícího kuželu	1,50	3
60	Autec - usazení Vřetena a vyjmutí hotových dílů	2,40	3
70	Autec - nasazení Vnitřního kuželu	2,90	3
80	Autec - nasazení Těsnícího kuželu	1,80	3
90	Našroubování Matky na sestavu + vyražení kodu	8,32	4

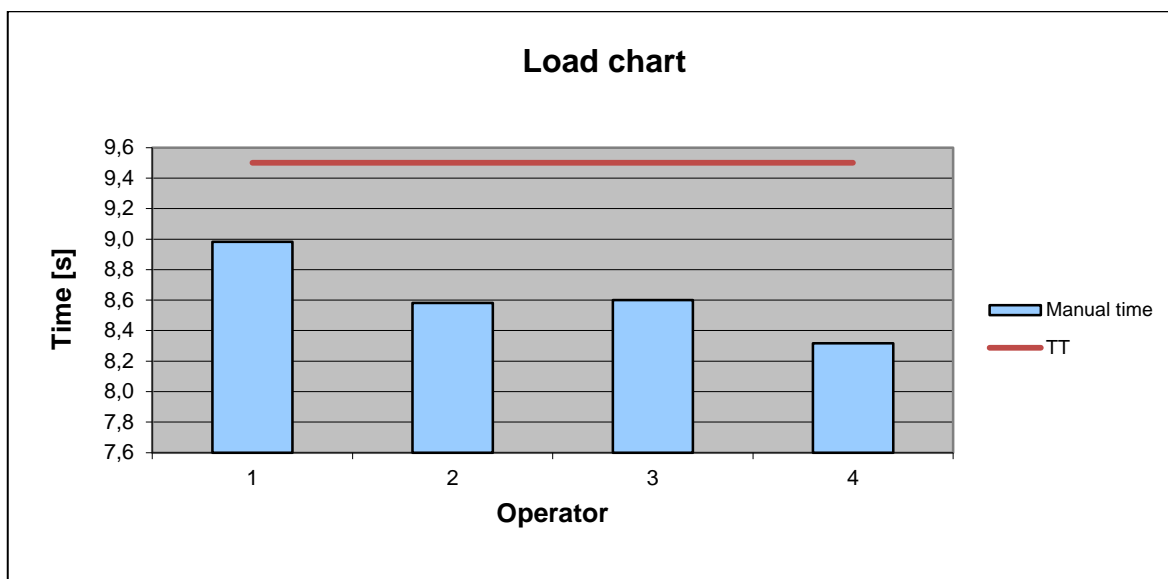


Obrázek 35 Balancování VL pro 4 operátory (Zdroj: interní materiály, vlastní zpracování)

Operace pro výrobu výrobku VL budou rozbalancovány pro 4 operátory. První operátor bude mít za úkol zalisování Těsnění do Těsnícího kuželu, kdy hotové díly bude odkládat do plechové formy. Poté do zalisovaného Těsnícího kuželu umístí pružinu. Druhý operátor bude zafukovat O-Kroužku do Těla. Jeho druhým úkolem bude umístit do Těsnícího kuželu Čep. Třetí operátor, který pracuje na stroji Autec, do Těsnícího kuželu umístí O-Kroužek. Jeho druhým úkolem bude do Autecu naskládat v první otočce Vřeteno a vyjmout hotové díly. Při druhé otočce umístí do Vřetena Vnitřní kužel. Při třetí otočce umístí do Vnitřního kuželu Těsnící kužel. Úkolem čtvrtého operátora bude našroubování Matky a oražení. Poté předá hotové kusy k dalšímu pracovišti Bossard, který je pro toto pracoviště zákazníkem.

Operace, která v původním balancování vykonával pátý operátor – nasazení Pružiny, Čepu a O-Kroužku do Těsnícího kuželu, se rozdělí mezi operátory 1,2 a 3, kdy každý operátor

umístí do Těsnícího kuželu jedno komponentu. Toto balancování je možné díky dosažené úspoře.



Graf 3 Balancování VL pro 4 operátory (Zdroj: interní materiály, vlastní zpracování)

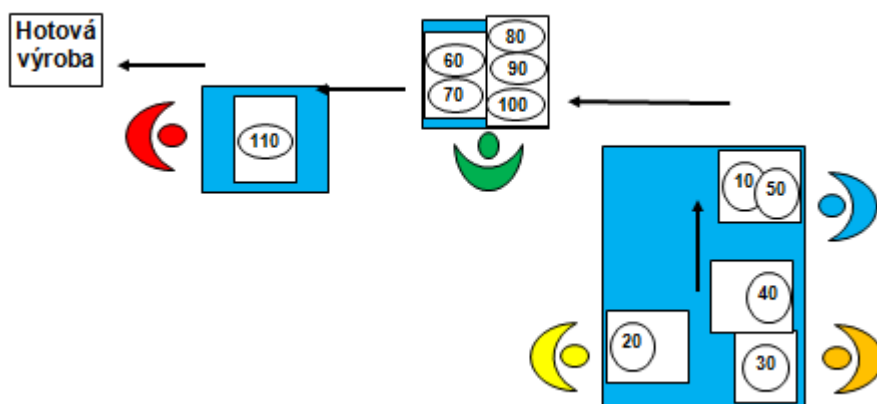
Rozbalancování výroby výrobků VL pro 4 operátory je optimálnější než předešlé balancování. Pracovníci plní takt zákazníka a jsou zde časové rezervy, které mohou využít při zásobování linky. Největší časovou rezervu má operátor na pozici č. 4, jeho větší využití je však složité, protože sedí bokem od ostatních operátorů a uspořené čas by ztratil přechody. Tento operátor má časovou rezervu ve výši 2,5 sec.

### 6.4.3 Balancování RL

Tabulka 11 Balancování RL pro 5 operátorů (Zdroj: interní materiály, vlastní zpracování)

Proces. krok	Popis	Manu- al	Operá- tor
10	Zafouknutí O-Kroužku + Nasazení O-Kroužku na tělo	7,18	1
20	Zalisování Těsnění na Těsnící kužel+Namazání	8,32	3
30	Nasazení O-Kroužku na Regulační kužel	4,10	2
40	Nalisování Těsnění na Dutý kužel	4,00	2
50	Nasazení Pružina na Dutý kužel	2,80	1
60	Nasazení Vřetana do stroje Autec + odložení hotových	2,20	4

	kusů		
70	Nasazení Těla do stroje Autec	2,20	4
80	Nasazení Dutého kuželu do stroje Autec	2,00	4
90	Nasazení Kuželu do stroje Autec	1,70	4
100	Nasazení Regulačního kuželu do stroje Autec	1,80	4
110	Našroubování Matky na sestavu + vyražení kodu	8,32	5

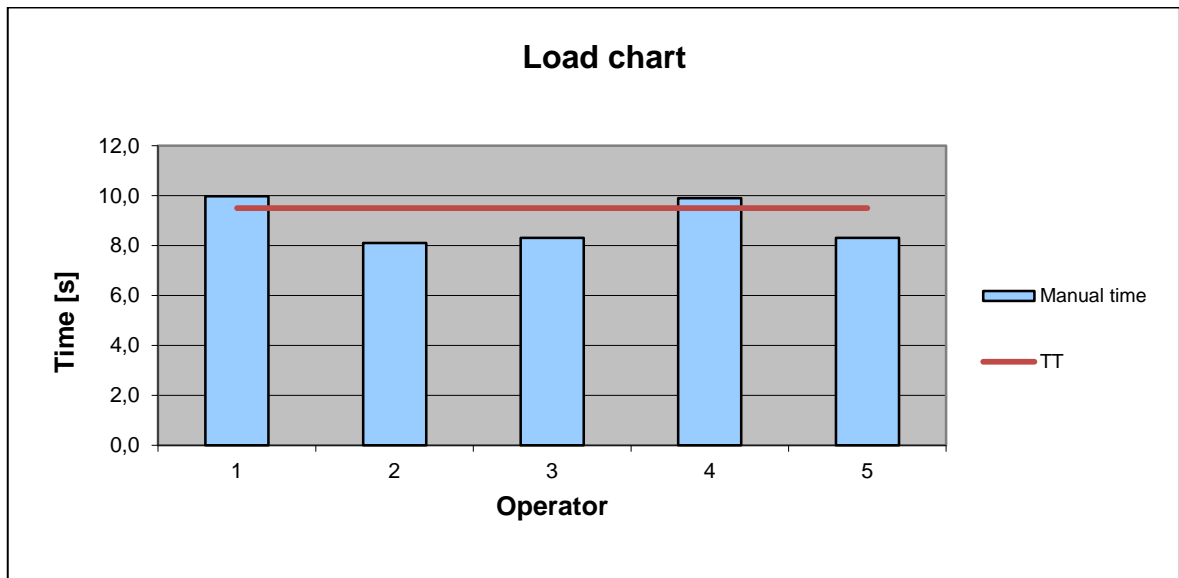


Obrázek 36 Balancování RL pro 5 operátorů (Zdroj: interní materiály, vlastní zpracování)

Činnosti pro výrobu výrobku RL budou vybalancovány pro 5 operátorů. První operátor bude mít za úkol nasazení O-Kroužku na Regulační kužel. Druhou činností, kterou bude vykonávat první operátor, bude nalisování Těsnění na Dutý kužel. Úkolem druhého operátora bude zafouknutí O-Kroužku do Těla. Jeho další činností bude nasazení Pružiny na Dutý kužel. Třetí operátor bude mít za úkol zalisování Těsnění na Těsnící kužel a jeho namazání. Tato činnosti bude vykonávána v toku jednoho výrobku. Čtvrtý operátor bude zajišťovat obsluhu stroje Autec. Jeho druhým úkolem bude do Autecu naskládat v první otáčce Vřeteno a vyjmout hotové díly. Při druhé otáčce nasadí Tělo do Vřetena. U třetí otáčky nasadí do Těla Dutý kužel. Během čtvrté otáčky nasadí do Dutého kuželu Kužel. Jeho posledním úkolem bude zasadit do Kuželu Regulační kužel. Úkolem pátého operátora bude našroubování Matky a oražení. Poté předá hotové kusy k dalšímu pracovišti Bossard, který je pro toto pracoviště zákazníkem.



Operace, které by vykonával 6 operátor – nalisování těsnění do kuželu a namazání kuželu, jsou rozděleny mezi operátory 1 a 2. Toto balancování je možné díky dosažené úspoře.



Graf 4 Balancování RL pro 5 operátorů (Zdroj: interní materiály, vlastní zpracování)

Graf balancování výrobku RL pro 5 operátorů je více vyvážený, než původní balancování pro 6 operátorů.

## 6.5 Ekonomické zhodnocení projektu

Vhodným ergonomickým uspořádáním pracoviště uspoříme pohyby pracovníků, čímž se zvýší využitelný čas pro výrobu a zvýší se produktivita.

Změnou layoutu a sloučením pracovišť MK a VK se uspoří plocha, na které jsou teď umístěny VK, což je  $49,6 \text{ m}^2$ .

Cena za  $1 \text{ m}^2$  je stanovena na 1 000 Kč. Vzhledem k obratu firmy pokládám tuto částku za podhodnocenou, proto se domnívám, že úspora projektu je mnohem vyšší. K této úspoře bychom mohli přičíst ještě výnos z výroby, které bude umístěna na pozici VK.

Úspora za 1 měsíc za  $49,6 \text{ m}^2 = 49,6 * 1000 = 4 960 \text{ Kč}$

Úspora za 1 rok =  $4 960 * 12 = 59 520 \text{ Kč}$ .

Cena jednoho pracovníka je 481,66 Kč. Eliminací plýtvání při montáži výrobků VL a RL docílíme úspory jednoho člověka při montáži výrobku VL i RL.

Úspora za směnu =  $481,66\text{Kč} * 7,5 = 3\,612\text{ Kč/směna}$

Úspora za rok =  $3\,612 * 251 = 906\,725\text{ Kč}$

Po aplikaci doporučení je celková úspora za rok činí 966 245 Kč. Tento projekt je pro Společnost XY výnosný.

## 7 METODA 3P

Pro ověření funkčnosti linky a prostorové náročnosti jsem se s vedením společnosti dohodla na postavení modelu 3D v měřítku 1:1. Linku jsem stavěla 3 dny z polystyrenu a lepenkové krabice. V poslední fázi pracovníci z oddělení Kaizen sestavili kolejnice. Díky tomuto modelu jsme zjistili, že je potřeba nakoupit zatáčky. Poskládání kolejnic do zatáčky se ukázalo jako nevhodné, protože boxy po projetí vypadávaly. Tento model jsem představila operátorům, kteří měli možnost si jednotlivá pracoviště detailně prohlédnout a vyjádřit se k provedeným změnám.



Obrázek 37 Model pracoviště 1 (Zdroj: Vlastní zpracování)



Obrázek 38 Model pracoviště 2 (Zdroj: Vlastní zpracování)



Obrázek 39 Model pracoviště 3 (Zdroj: Vlastní zpracování)

## ZÁVĚR

Diplomová práce je zaměřená na zpracování projektu optimalizace výrobní buňky se zaměřením na změnu layoutu pracoviště. Při zpracování práce jsem sbírala kvalitní hodnotné informace, které mi umožnily provést jednotlivé analýzy odhalující neefektivitu procesu.

Abych mohla posoudit realizovatelnost projektu, provedla jsem několik analýz – analýzu vnitřního a vnějšího prostředí, logický rámec a analýzu projektových rizik. SWOT analýza odhalila jako nejsilnější stránku společnosti kvalitní výroby a zkušené pracovníky. Za nejslabší stránky podniku jsem shledala činnosti závodu v Brně orientované pouze na úzký sortiment výrobků a vztahy s dodavateli. Největší příležitostí pro společnost je otevření nových trhů v zahraničí a uzavření smluv o výhradních dodávkách s velkými odběrateli. Podnik může nejvíce ohrožit nepříznivá finanční situace, která zastaví výstavby a rekonstrukce a rostoucí ceny konkurentů. V logickém rámci je rozvržen průběh projektu. Analytická část měla být ukončena analýzou VSM. Tento termín byl dodržen. Dále jsem zhodnotila rizika projektu a navrhla jejich nápravná opatření v analýze projektových rizik.

Pro reálné posouzení současného stavu pracoviště jsem provedla následující analýzy - miniaudit 5S, miniaudit vizualizace, zhodnocení materiálových toků a kanbanu, chronometráže jednotlivých operací, posouzení současného balancování výrobní buňky a mapu toku hodnot.

Po provedení a zhodnocení analýz jsem navrhla opatření, která by mohla zvýšit efektivitu procesů. Navrhla jsem drobná zlepšení, která zvýší výstup linky a ergonomii pracoviště. Jako nejzásadnější změnu jsem doporučila úpravu layoutu, která vytvoří tok na pracovišti a zvýší ergonomii pracoviště. Další změnou, která uspoří 665 639 Kč, je doporučení přesunu jedné z operací do stroje Bossard. Pomocí metody MOST jsem určila časy operací, ve kterých je eliminováno plýtvání. Takto získané časy jsem použila pro nové balancování linky, které uspořílo jednoho operátora při montáži výrobků VL i RL.

Abych mohla operátory i management přesvědčit o pozitivní změně při úpravě layoutu, sestavila jsem celý model z polystyrenu.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

Analýza a měření práce. API: Akademie produktivity a inovací [online]. 2005 [cit. 2013-04-01]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68397.analyza-a-mereni-prace/>

BURIETA, J, 2007. 5S. In: *IPA Slovakia* [online]. [cit. 2012-11-05]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/5s>

Co je to štíhlá administrativa?. CPI: Centrum průmyslového inženýrství s.r.o. [online]. 2010 [cit. 2013-02-26]. Dostupné z: [http://www.centrumpi.eu/Default.aspx?id=52&sub\\_id=0&pos=1](http://www.centrumpi.eu/Default.aspx?id=52&sub_id=0&pos=1)

Co je to štíhlá výroba?. CPI: Centrum průmyslového inženýrství s.r.o. [online]. 2010 [cit. 2013-02-26]. Dostupné z: [http://www.centrumpi.eu/Default.aspx?id=50&sub\\_id=0&pos=1](http://www.centrumpi.eu/Default.aspx?id=50&sub_id=0&pos=1)

DEBNÁR, P. Nové trendy v oblasti průmyslového inženýrství. API: Akademie produktivity a inovací [online]. 2011a [cit. 2013-03-12]. Dostupné z: <http://e-api.cz/article/70373.nove-trendy-v-oblasti-prumysloveho-inzenyrstvi/>

DEBNÁR, P. Průmyslové inženýrství a štíhlý a inovativní podnik. *API: Akademie produktivity a inovací* [online]. 2011b [cit. 2012-11-05]. Dostupné z: <http://e-api.cz/article/70224.prumyslove-inzenyrstvi-a-stihly-a-inovativni-podnik/>

IMAI, M. *Gemba Kaizen: Řízení a zlepšování kvality na pracovišti*. Brno: Computer Press, a. s., 2005. ISBN 80-251-0850-3.

Kanban a jeho aplikace. API: Akademie produktivity a inovací [online]. 2005 [cit. 2013-03-01]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68342.kanban-a-jeho-aplikace/>

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

KOŠTURIÁK, J, FROLÍK, Z, ET AL. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006. ISBN 80-86851-38-9.

KUČERÁK, D. Kanban. IPA [online]. 2007a [cit. 2013-03-01]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/cz/ipa-slovník/kanban>

KUČERÁK, D. VSM. IPA [online]. 2007b [cit. 2013-03-02]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/cz/ipa-slovník/vsm>

LIKER, J. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Praha: Management Press, 2007. ISBN 978-80-7261-173-7.

MAŠÍN, I., *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech*. Liberec:

Institut průmyslového inženýrství, 2003. 77 s. ISBN 80-902235-9-1

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

Nadprodukce. API: Akademie produktivity a inovací [online]. 2005 [cit. 2013-02-20]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/67790.nadprodukce-nadvyroba/>

Pohyb. API: Akademie produktivity a inovací [online]. 2005 [cit. 2013-02-20]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68165.pohyb/>

Průmyslové inženýrství. API: Akademie produktivity a inovací [online]. 2005 [cit. 2013-03-15]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/101/>

Průmyslové inženýrství. CPI: Centrum průmyslového inženýrství s.r.o. [online]. 2010 [cit. 2013-03-15]. Dostupné z: [http://www.centrumcpi.eu/Default.aspx?id=32&sub\\_id=0&pos=1](http://www.centrumcpi.eu/Default.aspx?id=32&sub_id=0&pos=1)

Přeprava. API: Akademie produktivity a inovací [online]. 2005 [cit. 2013-02-20]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68169.preprava/>

ROTHER, M. a J. SHOOK. *Learning to see: Value stream mapping to create value and eliminate muda*. Brookline: The lean enterprise institute, 1999. ISBN 0-9667843-0-8.

STRAKER, D. *The five Ss: Number 2: Seiton (neatness)* [online]. 2009 [cit. 2013-03-14]. Dostupné z: [http://syque.com/quality\\_tools/tools/Tools45.htm](http://syque.com/quality_tools/tools/Tools45.htm)

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

VYTLAČIL, M, MAŠÍN, I, STANĚK, M. *Podnik světové třídy : geneze produktivity a kvality*. 1. vyd. Liberec : Institut průmyslového inženýrství, 1997. ISBN 80-902235-1-6.

Zásoba. API: Akademie produktivity a inovací [online]. 2005 [cit. 2013-02-20]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68163.zasoby/>

ZLOCHOVÁ, M. *Optimalizace výrobních buněk*. API: Akademie produktivity a inovací [online]. 2012 [cit. 2013-03-10]. Dostupné z: <http://e-api.cz/article/70911.optimalizace-vyrobnich-bunek/>

Zmetky. API: Akademie produktivity a inovací [online]. 2005 [cit. 2013-02-20]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/67793.zmetky/>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

DBR	Princip tažného systému
FIFO	Princip, který polotovar je první vyrobený, ten se první zpracuje
Kanban	Filozofie zásobování pracoviště
MK	Označení pracoviště
MOST	Metoda předem určených časů
NVA	Nepřidaná hodnota
RIPRAN	Analýza projektových rizik
RL	Označení výrobku
SCH	Označení výrobku
SWOT	Analýza vnitřního a vnějšího okolí podniku
TMU	časové jednotky
VA	Přidaná hodnota
VK	Označení pracoviště
VL	Označení výrobku
VSM	Mapování toku hodnot
3D	Trojrozměrné zpracování
3P	Simulování procesu
5S	Metoda pro udržení pořádku na pracovišti
3D	Trojrozměrné zpracování
3P	Simulování procesu
5S	Metoda pro udržení pořádku na pracovišti



**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 Štíhlý podnik (Debnár, 2011).....	13
Obr. 2 Pět kroků metody 5S (Burieta, 2007) .....	19
Obr. 3 Složení náradí (Starker, 2009) .....	20
Obr. 4 Standard pracoviště (Burieta, 2007) .....	21
Obrázek 5 Příklad vizuálního pracoviště (Košturiak, 2006, s. 79).....	23
Obrázek 6 Kroky při vytváření výrobní buňky. (Tuček a Bobák, 2006, s. 246) .....	25
Obrázek 7 Základní tvary výrobních buněk. (Tuček a Bobák, 2006, s. 247) .....	26
Obrázek 8 Materiálový versus informační tok (Kučerák, 2007b) .....	29
Obrázek 9 Techniky měření spotřeby času (Analýza a měření práce, 2005) .....	30
Obrázek 10 Metody měření spotřeby času (Analýza a měření práce, 2005).....	32
Obrázek 11 Sekvenční modely metody Basic-MOST (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 111).....	34
Obr. 12 Stávající layout – pracoviště MK (Zdroj: interní materiály) .....	43
Obr. 13 Nepotřebné lisy (Zdroj: vlastní zpracování) .....	47
Obr. 14 Vizuální tabule (Zdroj: vlastní zpracování).....	48
Obrázek 15 Materiálový tok při výrobě VL (Zdroj: Interní materiály, vlastní zpracování) .....	49
Obrázek 16 Materiálový tok při výrobě RL (Zdroj: Interní materiály, vlastní zpracování) .....	50
Obr. 17 Zablockované místo v kanbanovém regálu (Zdroj: vlastní zpracování) .....	51
Obr. 18 Volné kanbanové pozice (Zdroj: vlastní zpracování).....	52
Obrázek 19 Balancování VL pro 5 operátorů (Zdroj: interní materiály, vlastní zpracování) .....	54
Obr. 20 Balancování RL pro 6 operátorů (Zdroj: interní materiály, vlastní zpracování) .....	57
Obrázek 21 VSM pro výrobek VL (Zdroj: vlastní zpracování).....	60
Obrázek 22 VSM pro výrobek RL (Zdroj: vlastní zpracování).....	61
Obrázek 23 Stávající layout (Zdroj: Interní materiály) .....	63
Obrázek 24 Ukázka uchycení krabíčky k lisu (Zdroj: vlastní zpracování).....	64
Obrázek 25 Ukázka rozvodové bedny umístěné pod pracovní plochou (Zdroj: vlastní zpracování) .....	65
Obrázek 26 Půdorys pracoviště MK (Zdroj: vlastní zpracování) .....	66
Obrázek 27 Bokorys pracoviště MK (Zdroj: vlastní zpracování).....	67

Obrázek 28 Bokorys pracoviště MK (Zdroj: vlastní zpracování) .....	68
Obrázek 29 Výsuvný vozík.....	69
Obrázek 30 Optimalizace pracoviště MK (Zdroj: interní materiály, vlastní zpracování) .....	69
Obrázek 31 Optimalizace pracoviště MK a VK (Zdroj: interní materiály, vlastní zpracování) .....	70
Obrázek 32 Stůl na orážení (Zdroj: vlastní zpracování) .....	71
Obrázek 33 Přeprava MK pomocí vozíčku (Zdroj: interní materiály, vlastní zpracování) .....	71
Obrázek 34 Přeprava po kolejnicích (Zdroj: interní materiály, vlastní zpracování) .....	72
Obrázek 35 Balancování VL pro 4 operátory (Zdroj: interní materiály, vlastní zpracování) .....	77
Obrázek 36 Balancování RL pro 5 operátorů (Zdroj: interní materiály, vlastní zpracování) .....	79
Obrázek 37 Model pracoviště 1 (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	82
Obrázek 38 Model pracoviště 2 (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	83
Obrázek 39 Model pracoviště 3 (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	83

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 SWOT Analýza (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	37
Tabulka 2 Logický rámec (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	39
Tabulka 3 RIPRAN (Zdroj: Vlastní zpracování) .....	41
Tab. 4 Miniaudit 5S (Zdroj: vlastní zpracování) .....	46
Tab. 5 Miniaudit vizualizace (Zdroj: vlastní zpracování).....	47
Tabulka 6 Chronometráž VL (Zdroj: Interní materiály, vlastní zpracování) .....	52
Tabulka 7 Chronometráž RL (Zdroj: Interní materiály, vlastní zpracování).....	53
Tabulka 8 Balancování VL pro 5 operátorů (Zdroj: interní materiály, vlastní zpracování) .....	54
Tabulka 9 Balancování RL pro 6 operátorů (Zdroj: interní materiály, vlastní zpracování) .....	56
Tabulka 10 Balancování VL pro 4 operátory (Zdroj: interní materiály, vlastní zpracování) .....	76
Tabulka 11 Balancování RL pro 5 operátorů (Zdroj: interní materiály, vlastní zpracování) .....	78