

# **Projekt racionalizace výrobní linky DEL za využití nástrojů štíhlé výroby**

Bc. Adam Hrozínek

---

Diplomová práce  
2017



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta managementu a ekonomiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta managementu a ekonomiky  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů  
akademický rok: 2016/2017

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Adam Hrozínek  
Osobní číslo: M15919  
Studijní program: N6209 Systémové inženýrství a informatika  
Studijní obor: Průmyslové inženýrství  
Forma studia: prezenční

Téma práce: Projekt racionalizace výrobní linky DEL za využití nástrojů štihlé výroby

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

### I. Teoretická část

- Proveďte průzkum literárních pramenů a zpracujte teoretické a metodologické poznatky vztahující se k problematice nástrojů štihlé výroby.

### II. Praktická část

- Popište a analyzujte současný stav výrobní linky DEL.
- Vytvořte projekt racionalizace výrobní linky DEL za využití nástrojů štihlé výroby.
- Zpracujte nákladovou, časovou a rizikovou analýzu.

Závěr

---

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

Seznam odborné literatury:

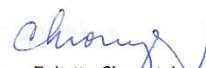
BADIRU, Adedeji Bodunde. Handbook of industrial and systems engineering. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, c2014. Industrial innovation series, 1452 s. ISBN 978-1-4665-1504-8.  
CHROMJAKOVÁ, Felicita. Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štihlým řízením procesů. 1. vyd. Žilina: Georg, 2013, 116 s. ISBN 978-80-8154-058-5.  
KOŠTURIAK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štihlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006. Management studium, 237 s. ISBN 80-86851-38-9.  
MAŠÍN, Ivan. Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech. Vyd. 1. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, c2003, 80 s. ISBN 80-902235-9-1.  
SALVENDY, Gavriel. Handbook of industrial engineering: technology and operations management. 3rd ed. New York: Wiley, 2001, 2796 s. ISBN 0-471-33057-4.

Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Felicita Chromjaková, PhD.**  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů  
Datum zadání diplomové práce: **15. prosince 2016**  
Termín odevzdání diplomové práce: **18. dubna 2017**

Ve Zlíně dne 15. prosince 2016



doc. Ing. David Tuček, Ph.D.  
*děkan*



prof. Ing. Felicita Chromjaková, PhD.  
*ředitel ústavu*

## PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

### Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užit své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

### Prohlašuji,

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

Ve Zlíně 18.4.2017



.....  
podpis diplomanta

## **ABSTRAKT**

Cílem diplomové práce je zefektivnění výrobních procesů výrobní linky DEL s využitím nástrojů štíhlé výroby. Dílčím cílem je analýza současného stavu výrobního procesu na výrobní lince, na který bude následně navazovat projektová část diplomové práce. Na základě provedených analýzy jako balancování linky, spaghetti diagram a mapě hodnotového toku byly vybrány pracoviště, kterými se bude projekt zabývat. V rámci projektové části byl navrhnout a realizován nový layout vybraných pracovišť. Následně bylo provedeno balancování linky, spaghetti diagram, BasicMost a snímek pracovního dne nového stavu pracoviště. Výsledky analýz nového stavu byly porovnány s původním stavem výroby a zjištění přínosu nového řešení. V závěru projektové části je vypracována nákladová analýza projektu.

**Klíčová slova:** Štíhlá výroba, layout, BasicMost, snímek pracovního dne, spaghetti diagram, výrobní linka, plýtvání, balancování, mapování hodnotového toku

## **ABSTRACT**

The thesis aim is to make production process of DELL assamble line more efficient by using tools of lean production. Secondary aim is to analyze the current state of the production process on assamble line on which the thesis will follow. Based on the analysis like balancing the line, spaghetti diagram and maps of the value flow were selected workplaces which the project will be concerned. Concern of the project part was proposed and realized new layout of the selected workplaces. Later on was done a line balancing, spaghetti diagram, BasicMost and the picture of the working day from the new workplace. Results of the analysis of the new state were compared with the original state of production and finding the advantages of the new solution. At the end of the project part was developed cost analysis of the project.

**Keywords:** Lean production, layout, BasicMost, the workday snapshot, spaghetti diagram, production line, waste, balanced production, balancing, value stream mapping

Tímto bych chtěl velice poděkovat vedoucí mé diplomové práce paní prof. Ing. Felicitě Chromjakové, PhD. za její odborné rady a konzultace, které mi poskytovala.

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

*„Jednoduchost je nekonečná dokonalost.“*

*Leonardo da Vinci*

# 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 HISTORIE PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ.....	12
1.2 KLASICKÉ PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....	13
1.3 MODERNÍ PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ .....	15
<b>2 PLÝTVÁNÍ A JEHO IDENTIFIKACE</b> .....	<b>17</b>
<b>3 ŠTÍHLÝ PODNIK</b> .....	<b>20</b>
3.1 ŠTÍHLÁ VÝROBA .....	20
3.2 TOTÁLNĚ PRODUKTIVNÍ ÚDRŽBA TPM.....	21
3.2.1 Samostatná údržba.....	22
3.3 ŠTÍHLÉ PRACOVIŠTĚ .....	24
3.4 ŠTÍHLÝ LAYOUT.....	26
3.5 TYPY VÝROBNÍCH BUNĚK.....	27
3.5.1 Technologické uspořádání pracoviště .....	27
3.5.2 Předmětné uspořádání pracoviště.....	28
3.5.3 Buňkové uspořádání pracoviště .....	29
3.6 STANDARDIZACE.....	30
<b>4 PROGRAM 5S A VIZUALIZACE</b> .....	<b>32</b>
4.1 PROGRAM 5S.....	32
4.2 5 PILÍŘŮ .....	32
4.3 VIZUALIZACE .....	34
<b>5 MĚŘENÍ PRÁCE</b> .....	<b>35</b>
5.1 SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE .....	35
<b>6 SPAGHETTI DIAGRAM</b> .....	<b>37</b>
<b>7 MAPA HODNOTOVÉHO TOKU</b> .....	<b>38</b>
7.1 POSTUP TVORBY MAPOVÁNÍ HODNOTOVÉHO TOKU .....	39
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>40</b>
<b>8 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI</b> .....	<b>41</b>
8.1 ORGANIZAČNÍ STRUKTURA SPOLEČNOSTI.....	42
8.2 ŘÍZENÍ JAKOSTI .....	43
<b>9 PŘEDSTAVENÍ PRACOVIŠTĚ</b> .....	<b>44</b>
9.1 PRODUKTY NA VÝROBNÍ LINCE DEL.....	45
9.2 LAYOUT VÝROBNÍ LINKY DEL.....	46
<b>10 VÝROBNÍ PROCES</b> .....	<b>48</b>

10.1	PM-3 SVAŘOVÁNÍ RÁMEČKU .....	48
10.2	PM-4 KOMPLETACE SLUNEČNÍ CLONY A PM-5 KOMPLETACE VÝZTUHY .....	49
10.3	PM-6 SVAŘOVÁNÍ OBVODU.....	49
10.4	PM-7 OŘEZ OBVODU A PM-8 OBSTŘIH.....	50
10.5	PM-9 KOMPLETACE ČEPU .....	51
10.6	PM-10 KONEČNÁ KONTROLA.....	51
10.7	VÝVOJOVÝ DIAGRAM .....	52
<b>11</b>	<b>ANALÝZA PRACOVNÍKŮ NA PRACOVIŠTI PM3 A PM4 .....</b>	<b>53</b>
11.1	PŘEHLED OPERAČNÍCH ČASŮ .....	55
11.2	BALANCOVÁNÍ LINKY.....	58
<b>12</b>	<b>SPAGHETTI DIAGRAM.....</b>	<b>59</b>
<b>13</b>	<b>VSM – HODNOTOVÁ MAPA SOUČASNÉHO STAVU .....</b>	<b>60</b>
13.1	PRŮBĚŽNÁ DOBA VÝROBY .....	61
13.2	INDEX PŘIDANÉ HODNOTY .....	61
<b>14</b>	<b>PROJEKTOVÁ ČÁST.....</b>	<b>63</b>
14.1	POPIS PROJEKTU .....	63
14.2	SWOT ANALÝZA PROJEKTU .....	63
14.2.1	Silné stránky.....	64
14.2.2	Slabé stránky .....	65
14.2.3	Příležitosti.....	65
14.2.4	Hrozby.....	65
14.3	LOGICKÝ RÁMEC .....	65
14.4	RIPRAN .....	69
14.5	ČASOVÝ HARMONOGRAM.....	70
<b>15</b>	<b>REALIZACE PROJEKTU .....</b>	<b>71</b>
15.1	NÁVRH ZMĚNY LAYOUTU .....	71
15.2	REALIZACE ZMĚNY LAYOUTU.....	74
15.3	SPAGHETTI DIAGRAM .....	76
15.4	BALANCOVÁNÍ LINKY.....	77
15.5	MOST.....	79
15.5.1	PM3 .....	80
15.5.2	PM4 .....	81
15.6	SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE PO ZMĚNĚ.....	82
<b>16</b>	<b>NÁKLADOVÁ ANALÝZA .....</b>	<b>85</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>86</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>87</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>89</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>90</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>92</b>
	<b>SEZNAM GRAFŮ .....</b>	<b>93</b>



## ÚVOD

V dnešní uspěchané a hektické době, je pro výrobní společnost velmi náročné udržet krok s dobou, kdy nové inovace přicházejí každým týdnem a konkurence je velmi vysoká. Pro společnost je tedy velmi důležité zaměřit se na své výrobní procesy a aplikovat do nich nástroje štíhlé výroby. Je to dlouhá a nelehká cesta, ale pokud se podaří tyto nástroje implementovat kvalitně a racionálně do výroby, firma tak může ušetřit velké množství nákladů a naopak také může ze stejných výrobních kapacit vyrobit klidně i dvojnásobný počet výrobků. Při této racionalizaci a optimalizaci je také brán velký zřetel na kvalitu, která musí být, jelikož zákazník není ochoten platit za nekvalitní výrobky. Nástroje štíhlé výroby jsou tedy pro výrobní společnost velmi důležité, zlepšují její procesy, maximalizují tvorbu přidané hodnoty a hlavně se snaží eliminovat plýtvání vznikající ve výrobě.

Cílem této práce bude nejprve zanalyzovat výrobní proces na výrobní lince DEL a poté na základě nástrojů štíhlé výroby se jí pokusit racionalizovat a navrhnout změny, které povedou ke zlepšení procesu a úspoře nákladů.

V teoretické části se nejprve zaměřím na definici průmyslového inženýrství od jeho počátku až po současnost. Dále se zaměřím na plýtvání ve výrobě a jeho identifikaci na což bude následovat definice štíhlého podniku. V rámci definice štíhlého podniku se zaměřím konkrétněji na štíhlou výrobu, štíhlé pracoviště a štíhlý layout. Ve zbytku teoretické části popíši nástroje štíhlé výroby jako je program 5s, měření práce, spaghetti diagram a mapa hodnotového toku.

Praktická část je zaměřena nejprve na analýzu pracoviště, kde bylo provedeno balancování linky, spaghetti diagram a mapování hodnotového toku. Na základě těchto analýz byl definován projekt a sestaven tým. V projektové části byl proveden návrh a realizace změny layoutu. Po aplikaci změn byly na novém stavu pracoviště provedeny další analýzy jako balancování linky, BasicMost, spaghetti diagram a snímek pracovního dne. V závěru této části je nákladová analýza tohoto projektu a jeho finanční přínos pro vybranou společnost.

## CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cílem diplomové práce je racionalizace výrobní linky DEL ve vybrané společnosti na základě využití analýz a metod průmyslového inženýrství a štíhlé výroby, které současně vedou k eliminaci plýtvání, úsporám nákladů a zvýšení efektivity procesu.

Cíle projektu diplomové práce jsou následující:

Hlavní cíl projektu:	Racionalizace výrobní linky DEL.
Dílčí cíle projektu:	Návrh nového zeštíhleného layoutu pracoviště PM3 a PM4. Maximalizace využití pracoviště. Další návrhy a doporučení.

V Praktické části této diplomové práce bylo využito několik metod, které jsou popsány níže:

- Balancování linky
- BasicMOST
- Layout
- Snímek pracovního dne
- Spaghetti diagram
- VSM analýza

V projektové části je vypracována SWOT analýza, ve které jsou popsány silné a slabé stránky projektu, ale také příležitosti a hrozby. Dále je vypracován logický rámec projektu a v neposlední řadě také riziková analýza RIPRAN a časový harmonogram projektu.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Průmyslové inženýrství je v dnešní době ve společnostech velmi žádané jelikož se snaží najít cesty, jak eliminovat ztráty ve výrobní a administrativních procesech. Klíčovou oblastí zájmu průmyslových inženýrů, procesních inženýrů, supervizorů, mistrů a ředitelů výrobních útvarů a dílenských provozů dnes je, jak co nejvíce eliminovat plýtvání ve výrobních procesech, které je nežádoucí a mnohdy stojí společnost velké množství peněz. Cílem je také co nejlépe nastavit vzájemné vazby mezi výrobními a administrativními procesy, které se vzájemně ovlivňují a doplňují. Velmi důležité je také v rámci průmyslové inženýrství motivovat lidi k neustálému zlepšování procesů a hledání inovačních řešení. V dnešní době je také klíčové identifikovat přidanou hodnotu, kterou společnost každodenně produkuje lidmi, stroji a procesy. Přidaná hodnota je předmětem zájmu zákazníku o naše produkty a služby. (Chromjaková 2013, s. 4)

Badiru popisuje průmyslové inženýrství jako dobře fungující systém s malým plýtváním, lepší kvalitou a méně zdroji. (Badiru, 2014, s. 4)

## 1.1 Historie Průmyslového inženýrství

Od prvních zmínek o průmyslovém inženýrství uplynulo již více než sto let. V mezidobí průmyslové inženýrství akceptovaly všechny vyspělé průmyslové země jako hlavní obor potřebný pro růst produktivity. Přestože se v základních principech uplatnění průmyslového inženýrství neliší, tak lze v určitých věcech najít odlišnosti. PI lze tedy podle těchto odlišností rozdělit na tři základní „školy“. (Mašín 2000, s. 80)

- Americkou
- Německou
- Japonskou

Podíváme-li se více do historie tak vývoj průmyslové inženýrství se začal významně vyvíjet pod vlivem Fredericka Winslowa Taylora (1858- 1915), který je považován za jeho zakladatele. Orientoval se primárně na růst produktivity dělníků, propojených s vysokou efektivností i dalších navazujících pracovních pozic v závodech. Zaměřoval se na dva klíčové parametry ve vazbě na produktivitu: produktivitu člověka a produktivitu stroje. (Chromjaková 2013, s. 4)

Historický vliv na formování průmyslového inženýrství měli zejména tito reprezentanti s jejich studiemi:

- Frederick W. Taylor – časové studie práce
- Frank Gilbreth – pohybové studie na pracovišti
- Morgensen – do kompaktní metodiky integroval časové a pohybové studie
- Gantt – optimalizace procesu plánování a rozvrhování projektů
- Hopf – oblast bezpečnosti práce
- Lillian Gilbreth - řízení růstu pracovníka
- Emerson – řízení kvality produktu a procesu

## 1.2 Klasické průmyslové inženýrství

Základy průmyslového inženýrství sahají do anglické průmyslové revoluce, která začínala v manufaktuře a skončila v továrně plné strojů usnadňující lidem práci. *„zavedení strojů přivedlo úžasnou proměnu: za prvních sto let se v Anglii (a poté v dalších průmyslových zemích) zvýšila produktivita práce podle všeho pětikrát. Takový zázrak se zatím neopakoval, ani v naší době převratných automatů.“* (Jirásek 1998, str. 13)

Za průkopníka v oblasti pásové výroby považujeme Henryho Forda tzv. fordismus, který svou továrnou na legendární model T předběhl dobu. Za jeho úspěchem v novém velkoprámyslovém myšlení stálo zejména to, že vyráběl auta jedno stejné jak druhé a tím dokázal snížit jak náklady na materiál, tak vzhledem k opakovanému stejnému úkonu dokázal snížit různými zlepšením cenu z původních 440 dolarů na pouhých 250 dolarů za jeden automobil.

Zásady výrobního způsobu podle H. Forda:

- *„uniformní, jednotejný výrobek,*
- *Hluboká dělba práce (každý vykonává prostý soubor úkonů, jemuž se snadno naučí a dosahuje v něm pracovní virtuozity)*
- *Nucený pohyb výroby (unášený běžícím pásem),*
- *Jednotné ústřední řízení práce. (Jirásek 1998, str. 15)*



Obrázek 1 Výrobní linka modelu T (zdroj:  
<https://corporate.ford.com/history.html>)

Bylo tedy jasné, že tento způsob je budoucností průmyslové výroby a začalo ji využívat mnoho firem. Henrymu Fordovi bylo vyčítáno, že si zákazník nemůže vybrat vůz podle svého přání, ale že vždy dostane pouze černý model T. Tato uniformita byla však jednou z podmínek extrémně levné výroby. V této době přišel Fordův velký konkurent General Motors s výrobou různých vozů, v jednotlivých divizích. Tento styl výroby známe i v dnešních dnech.

Podíváme-li se do českých poměrů, tak byl dozajista největším průkopníkem průmyslové výroby Tomáš Baťa. Ten se byl také inspirovat u H. Forda, když u něj rok pracoval. „*T. Baťa Fordovu přímou výrobní linku zatočil do kruhu*“ (Jirásek 1998, str. 17). Dělníci na tomto kruhu dokončovali z již připravených součástí botu na několika posloupných pracovištích. Jelikož na sebe dělníci u kruhu viděli a operace byly posloupné, bylo jednoduché ohlídat kvalitu předcházející operace, ale také motivace dělníků.

Mezi další průkopníky průmyslové inženýrství můžeme označit F. W. Taylora tzv. taylorismu a F. B. Gilberta tzv. gilbertismus. Taylorismus se soustředil na dělnický výkon a vytvořil metodu, kterou nazval „úkolové řízení“ jejíž principy byly:

- „každý dělník má mít svůj závazný pracovní úkol,
- Jeho stanovení je záležitostí provozního inženýra,
- Pracovní úkol má být na úrovni znamenitého dělníka,
- Rozvržení úkolů v dílně a v závodu je záležitostí ústředního plánovacího oddělení“ (Jirásek 1998, str. 21).

F. W. Taylor začal jako jeden z prvních využívat úkolovou mzdu, kdy si dělník mohl přijít na větší peníze, avšak za vynaložení vyššího výkonu. Na rozdíl od toho Gilbertův přístup byl téměř opačný, v případě racionalizace a zvyšování výkonnosti podle Gilberta bylo

nejdůležitější spolupráce inženýra a dělníka. Taylor prosazoval, že se dělník o vše musel postarat sám. Gilbert vyvinul „grafickou metodu, která rozkládala pracovní děj na jednoduché úkony (přiblížit ruku k předmětu, uchopit, zvednout, přenést, uvolnit atp.), provázené údaji o vzdálenost i potřebném času, a přisoudil jim určité co možná názorné znaky“.(Jirásek 1998 str. 23)

Toto měření lidské práce bylo dále rozvíjeno a s jejich pomocí se zjišťuje čas, který je potřebný k provedení určité pracovní operace. Bylo vypracováno mnoho různých základních technik např.

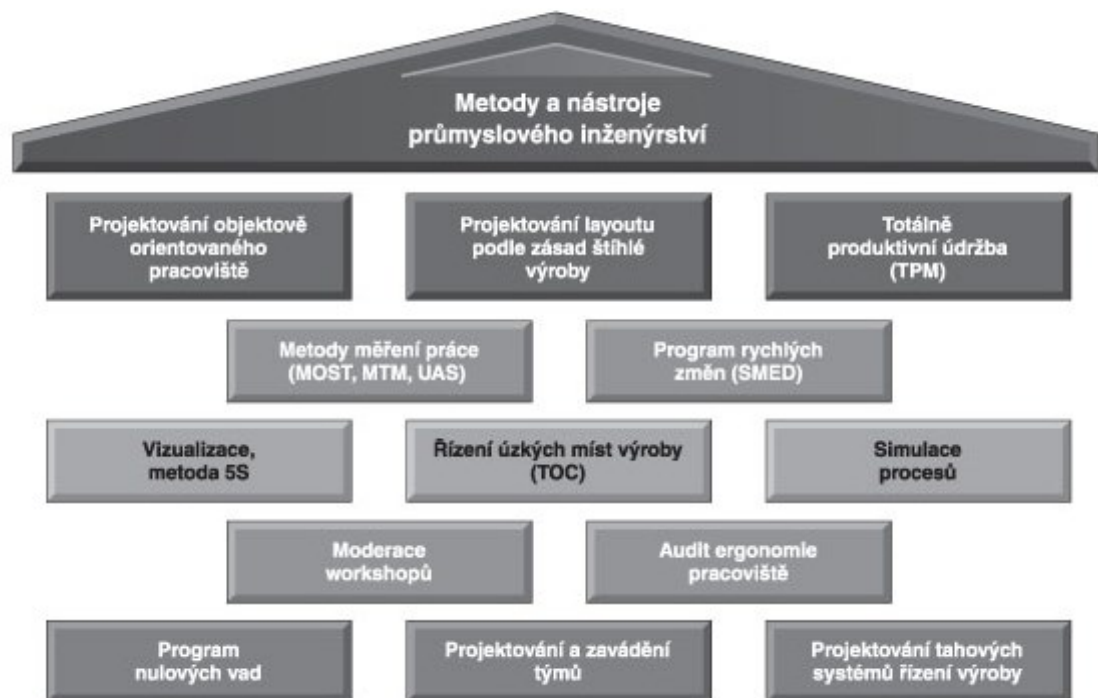
- „*hrubé odhady,*
- *kvalifikované odhady,*
- *využití historických údajů,*
- *časové studie pomocí přímého měření,*
- *systemy předem určených časů.“ (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 90)*

### 1.3 Moderní průmyslové inženýrství

Dnešní moderní průmyslové inženýrství vychází ve velké míře z japonské školy. Nejvíce ji ovlivnil výrobní systém Toyota (TPS), byl vyvinut v letech 1948 – 1975 Taiiči Óno, Šigeo Šingó a Eidži Tojodou. Výrobní systém Toyota lze považovat za hlavního předchůdce štíhlé výroby. Je to integrovaný sociotechnický systém, který vyvinula firma Toyota, a zahrnuje filosofii a praktiky jejího managementu. Základním prvkem TPS je kooperace výroby a logistiky automobilky, včetně její kooperace s dodavateli a zákazníky

Moderní průmyslové inženýrství je založeno na mnoha komplexních programech a metodách, jejichž cílem je spojení výkonu práce dělníků s jejich správným plánováním. Velmi důležité je taky neustále důležité klást důraz na osobní rozvoj pracovníků. (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 95) Na následující obrázku můžete vidět základní metody moderního průmyslového inženýrství.

## METODY A NÁSTROJE PI



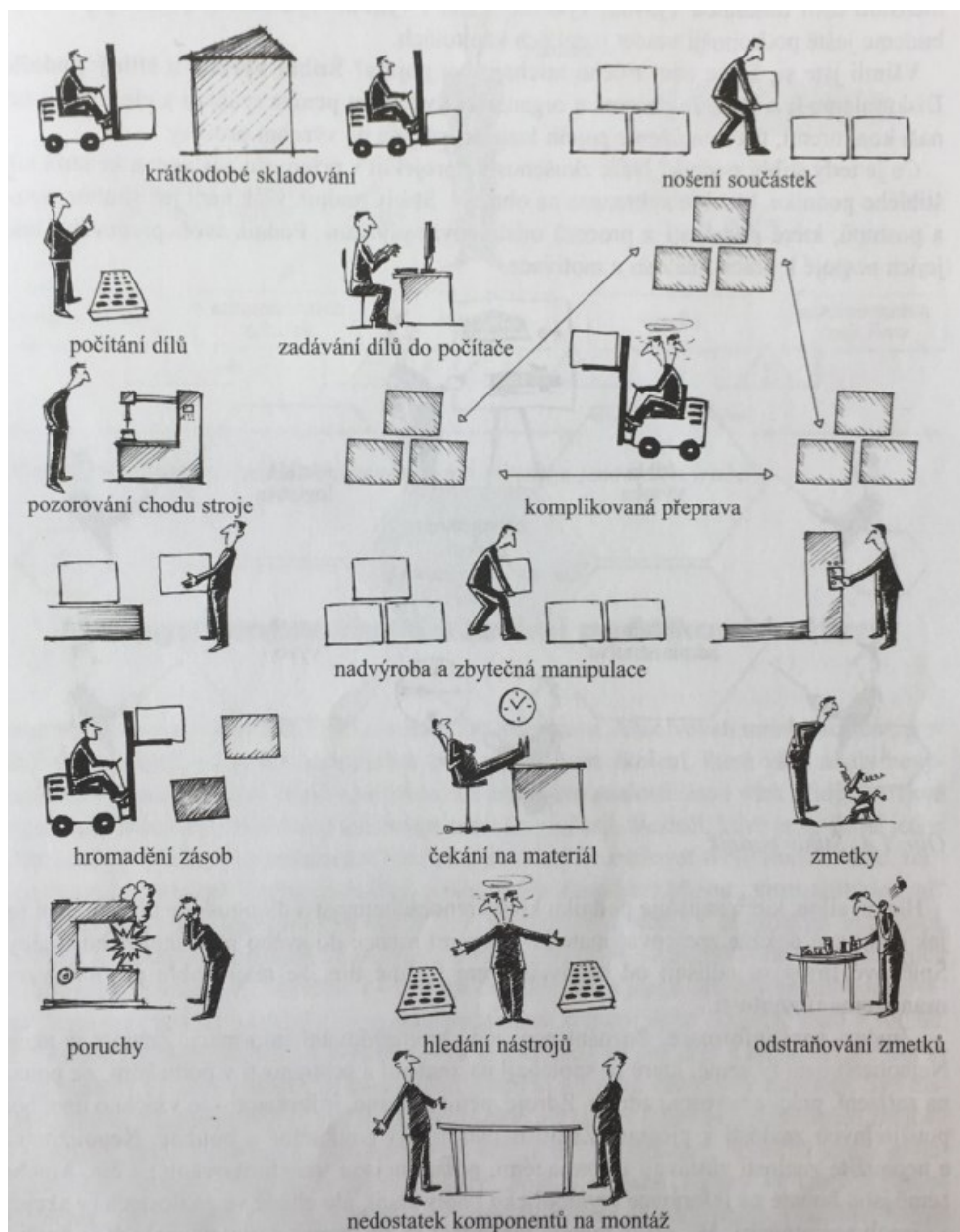
Obrázek 2 Metody a nástroje moderního průmyslového inženýrství, zdroj: (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 95)



## 2 PLÝTVÁNÍ A JEHO IDENTIFIKACE

Hlavním pojmem ve filozofii štíhlého podniku a také základem průmyslové inženýrství je co možná nejvíce zamezit plýtvání ve výrobě. Pro označení plýtvání je používáno různých pojmů např. Japonci jej nazývají „muda“, Američané „waste“ a Němci „Verschwendung“. (Košturiak, Frolík et al., 2006, s. 19) „Plýtvání je vše co zvyšuje náklady, ale nepřidává hodnotu nebo nepřibližuje produkt zákazníkovi“ (Mašín 2005, s. 60)

Na následujícím obrázku můžete vidět nejčastější situace, při nichž dochází k plýtvání



Obrázek 3 Typické situace, ve kterých vzniká plýtvání ve výrobě; (Zdroj: Košturiak, Frolík et al., 2006, s. 19)

V následujících řádcích detailněji popíši nejčastější situace plýtvání ve výrobě.

### **Čekání na materiál**

Plýtvání nastává, když stroje nebo dělníci čekají na materiál, který potřebují ke svému výkonu pro vytvoření přidané hodnoty pro zákazníka. Zákazník tudíž čeká na náš produkt, ale vzhledem k našemu špatnému zásobování pracoviště se mu produktu nedostává a vzniká tak zpomalení přeměny produktu, které zákazník nemusí tolerovat a můžeme o něj přijít.

### **Hromadění zásob**

Na rozdíl od předchozího plýtvání, je zde naopak přebytek surovin, materiálu a rozpracované výroby. Je zde špatné plánování výroby, kdy je vyráběno více, než si zákazník žádá a firmě tak vznikají velké zásoby, které akorát fixují peníze. Nehledě jen na fixování peněz, které může být pro firmu ničující, tyto nadbytečné zásoby také výrazně stěžují manipulaci, jelikož mohou bránit výrobní a skladovací plochy.

### **Komplikovaná přeprava**

Výrobky nebo materiál jsou složitě přepravovány ve firmě, vzdálenost výroby a skladu je neefektivně vzdálená. Vzniká zde riziko poškození přepravovaného výrobku, ale především tato dlouhá a neefektivní přeprava zabere mnoho času, který firmu stojí nemalé peníze. K těmto penězům je třeba také přičíst zvýšené náklady na pohonné hmoty a přepravní techniku.

### **Zmetky a odstraňování zmetků**

Snahou každé firmy by měla být snaha zamezení produkce zmetků a jejich následných oprav. Opravy zmetků si žádají další vícenáklady, ale také drahocenný čas, který mohl být využit na výrobu dalších kvalitních výrobků. Přecházet výrobě zmetků je možné přes aplikací nástrojů pro plánování a řízení jakosti.

### **Poruchy**

Mohou vznikat chybně navrženým výrobním postupem nebo layoutem. Při poruše se prodlužuje výrobní proces a můžou tak vznikat kumulované ztráty.

### **Nadvýroba a zbytečná manipulace**

Jedním z posledních druhů plýtvání je výroba výrobků na sklad. Od tohoto druhu plýtvání jsou odvozeny také další druhy plýtvání, především zbytečná manipulace, kdy pracovníci

dělají při výrobě zbytečné pohyby, které není zákazník ochotný zaplatit.(Bauer, Haburaiová, Vlček et al., 2012, s. 19-28)

### 3 ŠTÍHLÝ PODNIK

Pro každý štíhlý podnik by mělo být prioritou vyvarovat se s činnostmi, které nepřinášejí žádnou přidanou hodnotu. Měl by se soustředit na činnosti, které přinášejí tuto přidanou hodnotu a snažit se je nastavit co nejefektivněji, aby se minimalizovali náklady spojené s řešením nápravy různého plýtvání. Pro štíhlý podnik je tedy nezbytné snažit se zlepšováním procesů zvyšovat výkonnost firmy, díky níž může dosáhnout vyšších výdělků s vynaložením menšího úsilí. (Košturiak, Frolík 2006, s. 17)

Racionální štíhlý podnik se však nesoustředí a neomezuje pouze na zlepšování výrobních procesů a tím spojené maximalizace výnosů, ale je mu jasné, že pokud nebude mít kvalifikované lidi, kteří výrobní proces vymyslí a také obslouží, tak nikdy nedosáhne kvalitních výsledků. Je tedy nutné soustředit se také na postoj k práci, osobní rozvoj, znalosti a motivaci pracovníků. (Košturiak, Frolík 2006, s. 20)

Velmi důležité je také objasnit rozdíl mezi znalostí a informací, protože poznání neznamena jen kolektivizaci informací, ale také v akci jakožto znalostí. Je velmi důležité se těmito znalostmi zabírat, jelikož znalosti tvoří většinou podstatu našeho podnikání a náskoku před konkurencí. Dostatek informací je také zásadní, ale je nutné tyto informace přetavit do znalostí, aby bylo možné tyto informace naplno využít. (Zelený, 2011, s. 77)

Podstata štíhlého podniku se dá také shrnout do 4 důležitých aspektů a to na štíhlou továrnu, štíhlou dodavatelskou síť, štíhlý produktový vývoj a vztahy mezi distributory a zákazníky. (Salvendy, 2001, s. 555)

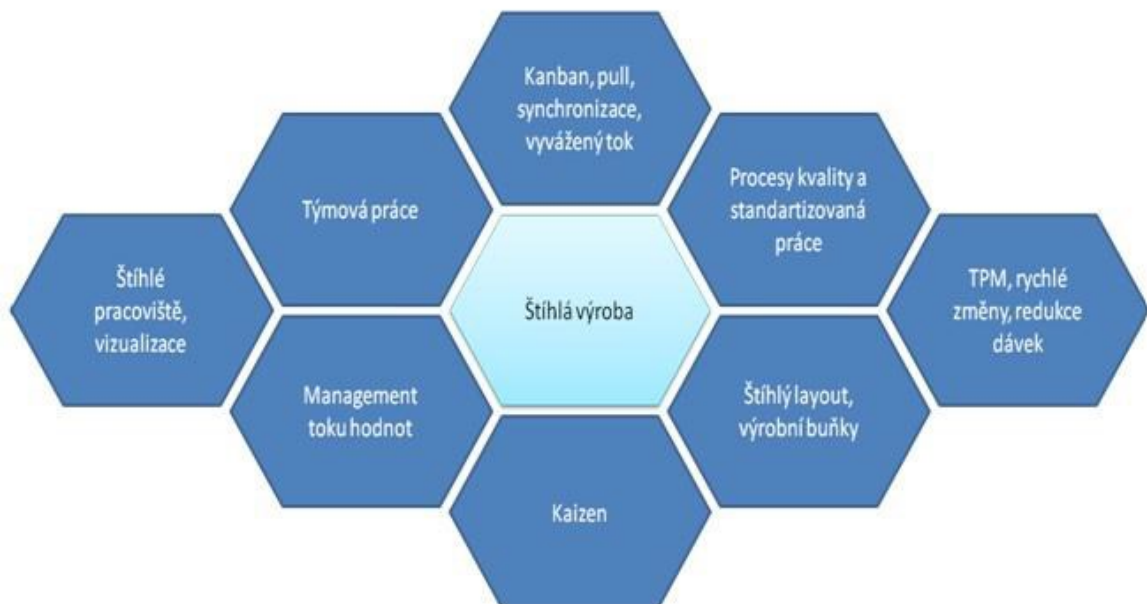
#### 3.1 Štíhlá výroba

Štíhlá výroba dle Košturiaka a Frolíka filozofie, jejímž cílem je zkrácení času, který je mezi dodavatelem a zákazníkem a to tím, že se snaží zamezit plýtvání, které může v této interakci nastat. Klíčové je tedy zaměřit se na kvalitnější, rychlejší a levnější výrobu, abychom zákazníkovi dodali přesně takový výrobek, jaký si představuje s bezkonkurenčním servisem a konkurenceschopnou cenou. Klíčový faktor však ve štíhlé výrobě znamená plýtvání, které je třeba eliminovat, jelikož až 80% všech výrobních nákladů mohou být způsobeny plýtváním. (Košturiak, Frolík, 2006, s. 22)

Na následujícím obrázku jsou znázorněny nejdůležitější části štíhlé výroby podle Košturiaka a Frolíka. Jedná se o 8 klíčových částí, jako jsou:

- Štíhlé pracoviště, vizualizace
- Týmová práce
- Management toku hodnot
- Kanban, pull, synchronizace, vyvážený tok
- Kaizen
- Procesy kvality a standardizovaná práce
- Štíhlý layout, výrobní buňky
- TPM, rychlé změny, redukce dávek

Vybrané části štíhlé výroby budou podrobněji rozepsány v následujících kapitolách.



Obrázek 4 Štíhlá výroba (zdroj: Košturiak, Frolík, 2006, s.23)

Principy štíhlé výroby jsou spojovány především pouze s výrobou, podle Pascala (2007, s. 13) je však možné je uplatnit i univerzálně, pokud je konkrétní situace vhodně přizpůsobena.

### 3.2 Totálně produktivní údržba TPM

TPM neboli totálně produktivní údržba je jedním pilířem filozofie štíhlé výroby, jejíž snahou je maximalizovat pracovní výkon výrobních zařízení. Snaží se do této aktivity zapojit všechny pracovníky, aby přispěli a snažili se předcházet poruchám při výrobě. Hlavním cílem TPM je tedy eliminovat poruchovost strojů a tím tedy i zamezit zmetkovitosti.

„Hlavním motorem TPM v podniku však musí být management firmy, protože se jedná o výraznou změnu zvyků, které byly léta budovány a zakořenily se v hlavách a konání lidí“ (Košturiak, Frolík, 2006, s. 93)

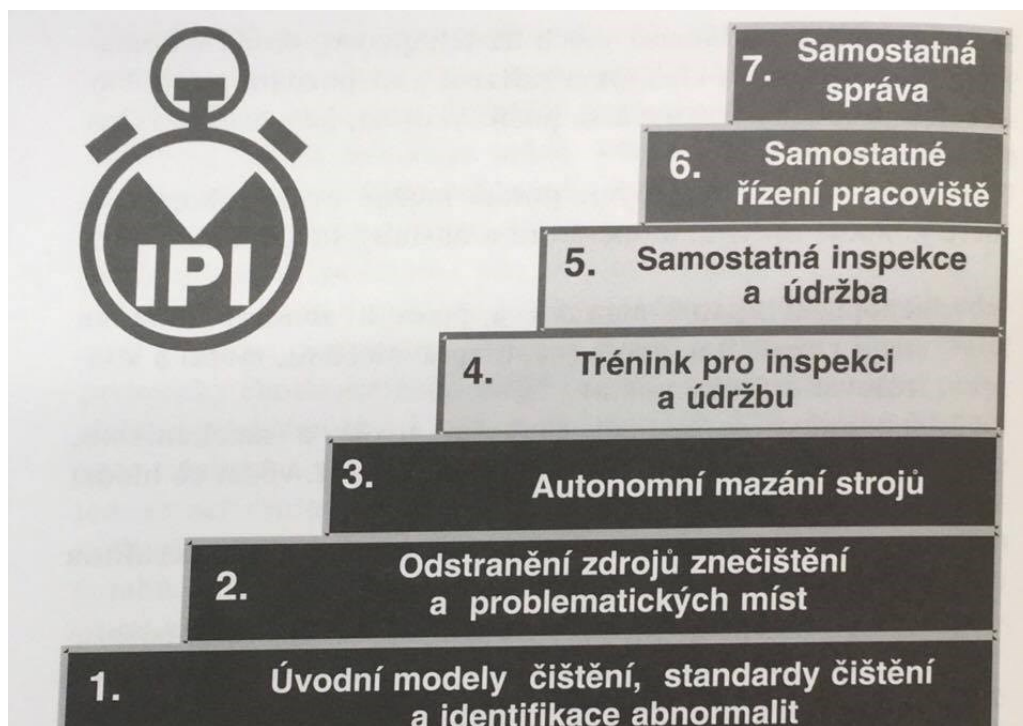
„Základní principy TPM:

- TPM má za cíl maximalizovat efektivnost výrobního zařízení
- TPM je celopodnikový systém produktivní údržby obsahující preventivní i produktivní údržbu a zlepšování stavu strojů
- TPM vyžaduje nejen obsluhy údržbářů, ale i konstruktérů strojů a dalších techniků
- TPM zahrnuje každého jednotlivého zaměstnance od top manažera až po řadového pracovníka
- TPM je založeno na podpoře produktivní údržby pomocí aktivity výrobních týmů (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 237)“

### 3.2.1 Samostatná údržba

Do samostatné údržby řadíme mazání, čištění, seřizování a další činnosti důležité pro správný chod stroje. Tuto údržbu by měla vykonávat zaškolená a kvalifikovaná obsluha výrobních zařízení. Tato údržba se dále rozděluje na rutinní údržbu, která je vykonávána často a je díky ní možné předejít různým závažnějším poruchám, které by mohly stroj vyřadit na dlouhou dobu a stát firmu mnoho peněz. Dalším může být preventivní údržba, která je naplánovaná dopředu a při níž se stroj nebo výrobní linka zastaví a dojde k výměně dílů, které jsou nejvíce namáhány a mohly by způsobit v budoucnu zastavení stroje a tím i výroby. (Mašín a Vytlačil, 1996, s. 197-198)

Sedm kroků samostatné údržby:



Obrázek 5 Kroky samostatné údržby (zdroj: Mašín, Vytlačil 2000, s. 244)

Rozdělení na 7 jednotlivých kroků samostatné údržby je důležité z toho důvodu, že je velmi obtížné dělat v rámci TPM více kroků najednou, bylo tedy vytvořeno těchto 7 kroků, které jsou plněny postupně krok po kroku a výrazně tak snižují riziko nezdaru.

Tyto jednotlivé kroky provádějí výrobní týmy a týmy TPM, jsou podporovány programem vzdělávání operátorů a údržbářů, manažerů a pracovníků továrního i průmyslového inženýrství.

Každý krok samostatné údržby má jinou aktivitu a cíl, dohromady však směřují ke stejnému cíli. Je nutné dokonale porozumět a procvičit si daný krok.

V prvním kroku je nutné provést úvodní čištění, na to následuje druhý krok, při kterém jsou odstraněny zdroje, které způsobují nečistoty. V třetím kroku autonomního mazání stroje se pomáhají stanovit základní podmínky provozu stroje, které jsou podstatné pro efektivní samostatnou údržbu. Krok 4 a 5 mají za cíl nejprve zaškolit pracovníky pro inspekci a údržbu a následně tyto znalosti využít při samostatné inspekci a údržbě. Patří sem také tvorba standardizace údržby a během těchto kroků dochází k podstatnému snížení poruch. Poslední 6. a 7. krok klade důraz na zlepšování znalostí obsluhy a její motivaci a sžití s cíli společnosti při snaze vytvořit bezporuchový provoz. (Mašín, Vytlačil 2000, s. 244-245)

### 3.3 Štíhlé pracoviště

Podle Košturiaka s Frolíkem je základním pilířem štíhlé výroby štíhlé pracoviště. Říkají, že „čas je stínem pohybu“. Štíhlé pracoviště by mělo být rozvrženo podle každé operace, která je na ní vykonávána tak, aby pohyby pracovníků byli co možná nejmenší a tím byla také menší spotřeba času a energie, ale hlavně vyšší výrobní kapacity. S tím jdou ruku v ruce principy 5S a správné ergonomie. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 24)

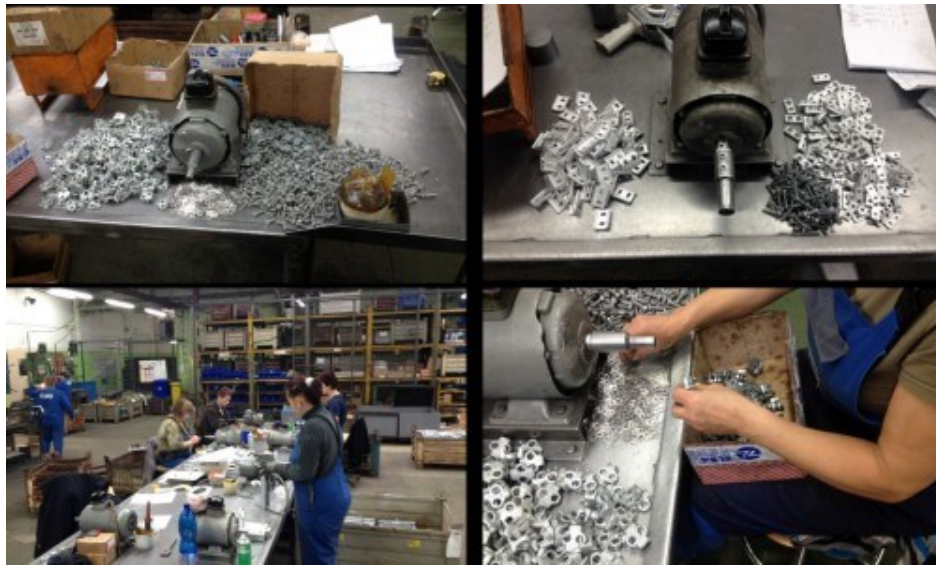
Cílem každého štíhlého pracoviště by tedy mělo být snížení úrazů, snížení fyzického zatížení pracovníka, zlepšení procesu s dosažením vyšší výkonosti pracoviště. Jakožto hlavní prvky považujeme minimalizaci nároků na prostor používaného vybavení, plynulý tok, správnou organizaci pracoviště s možností rychlého přestavění podle potřeby výroby.

Již v rané fázi plánování rozmístění pracoviště bychom měli brát tyto prvky v potaz, abychom vytvořili a hlavně naučili pracovníky pracovat na správném pracovišti. Podle Heřmana (2001) 140, by tyto prvky měly být rozšířeny o následující principy:

- *„Vytvoření pohybových návyků v důsledku toho, že každý předmět má na pracovišti přesně určené místo,*
- *Materiál, nářadí a ovladače mají být umístěny ve funkčním prostoru pracovníka tak, aby byl zajištěn optimální sled pohybů. Nejpoužívanější a těžké předměty se umísťují ve funkčním prostoru ve výši pracovní plochy, předměty používané levou rukou se umísťují vlevo, předměty používané pravou rukou vpravo,*
- *mezi jednotlivými předměty a ovladači má být na pracovišti co nejmenší vzdálenost,*
- *uložení materiálu a nářadí má dovolovat rychlé a snadné uchopení.*
- *Z bezpečnostních důvodů, by mělo být pracoviště viditelné ze sousedních pracovišť s pohodlným přístupem, který v případě nebezpečí umožní jeho rychlé opuštění.*  
(Heřman, 2001, s140)

Jako příklad můžeme použít návrh štíhlého pracoviště, který dělala IPA Czech. Na prvním obrázku (obr. 6) je pracoviště v původním rozložení. Nejprve proběhla analýza pracoviště formou interview a dotazníku. Následně proběhla analýza samostatného pracoviště, kdy bylo zjištěno mnoho nedostatků jako: náročná příprava materiálu na stůl, překládání a přepočítávání. Dále neergonomické sezení a špatná vizuální stránka pracoviště. (Višňanský, 2016, [www.ipaczech.cz](http://www.ipaczech.cz))





Obrázek 6 Pracoviště před úpravou (zdroj: <http://www.ipaczech.cz/cz/tisk-a-media/aktuality/ergonomicke-montazni-pracoviste>)

Po této analýze následoval návrh nového pracoviště, které bylo nově sestaveno z trubkového systému včetně dopravníků, regálů se zásobou boxů s materiálem a bylo nastaveno tak, aby se minimalizovali uchopovací vzdálenosti. Výsledek nového pracoviště je vidět na následujícím obrázku a hned na první pohled lze vidět, že vizuální stránka pracoviště je mnohem lepší a přehlednější. Pracovník nově také nemusí přepočítávat materiál a při práci může využít také židle. (Višňanský, 2016, [www.ipaczech.cz](http://www.ipaczech.cz))



Obrázek 7 Pracoviště po úpravě (zdroj: <http://www.ipaczech.cz/cz/tisk-a-media/aktuality/ergonomicke-montazni-pracoviste>)

### 3.4 Štíhlý Layout

Košturiak a Frolík říkají, že hlavní příčinou ve firmách bývá většinou nesprávně navržený layout pracoviště. Téměř 25% všech pracovníků zaměstnává manipulace, skladování a přeprava materiálu, v podniku zabírá 55% ploch a tvoří až 87% času. V dnešní době proběhla ve většině společností vlna změn, při kterých došlo k rozšiřování, změnou výrobního sortimentu nebo přesunem výroby ze zahraničí. Jelikož tyto změny v mnoha případech probíhaly pod časovým presem, firmy neřešily správné rozložení layoutu a díky tomu mají nyní zdouhavé materiálové toky, ale i množství manipulačních, skladovacích a kontrolních činností, složité řízení logistiky a výroby. Všechny tyto procesy jsou neefektivní a způsobují firmě náklady. (Košturiak, Frolík, 2016, s. 135)

Řešením pro toto neefektivní rozložení je štíhlý layout, který přináší podniku výraznou úsporu jak skladovacích, tak i výrobních ploch. Tyto nově vzniklé prostory může společnost využít například pro další výrobní zařízení, které firmě přinesou další výnosy. Snížením skladovacích prostor se také uvolní peníze fixované v zásobách, které jsou nyní menší a zajistí především lepší přehled pohybu materiálu a zjednodušení řízení. (Košturiak, Frolík, 2016, s. 135)

Štíhlý layout by měl splňovat následující parametry:

- *„Přímý materiálový tok směrem k montážní lince a expedici.*
- *Minimalizace přepravních vzdáleností mezi operacemi.*
- *Minimální plochy na zásobníky a mezisklady.*
- *Dodavatelé co nejbliže k zákazníkům.*
- *Přímočaré a krátké časy.*
- *Minimální průběžné časy.*
- *Sklady v místě spotřeby, vizuální kontrola počtu dílů v přepravce nebo na skladovací ploše.*
- *odstranění dvojnásobné manipulace.*
- *FIFO a tahový systém, kanban, DBR.*
- *Buňkové uspořádání, segmentace a spine layout.*
- *Flexibilita s ohledem na variabilitu produktů, výrobní množství a změny výrobního layoutu (mobilní zařízení- kolečka, vzduchové polštáře).*
- *Nízké náklady na instalaci.“ (Košturiak, Frolík, 2016, s. 135)*

### 3.5 Typy výrobních buněk

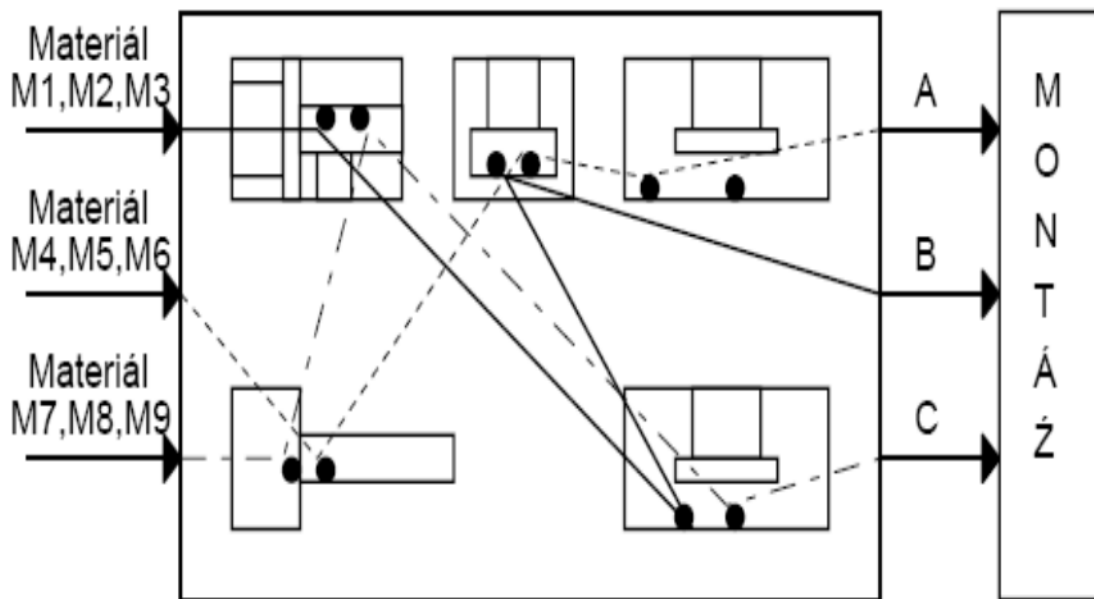
Podle Mašína jsou výrobní buňky znakem podniku budoucnosti. Za posledních 20 let se vývoj průmyslového inženýrství odhodlal k velkým změnám, které bořily zaběhnuté tradice. Jelikož staré výrobní systémy, již nestačily potřebám současnosti. V moderních výrobních systémech je zapotřebí odstraňovat veškeré zdroje plýtvání, zejména však nadměrné produkce. Po odstranění tohoto plýtvání se otevírá cesta pro efektivní filozofii Just in time. Pro odstranění nadměrné produkce je vhodné využívat následujících principů:

- Výroba založená na tahu
- Jednokusová výrobní dávka
- Multiprofesní buňky (Mašín, Vytlačil 2000, s. 162)

#### 3.5.1 Technologické uspořádání pracoviště

V tradičním pojetí výroby, která je založena na technologické organizaci, kdy jsou např. frézky v jednom provozu, soustruhy v druhém a vzdálenost mezi těmito provozy může být velká, přepravní čas zabere mnoho času. (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 163)

Tento typ uspořádání se také nazývá proces layout. Nevýhodou tohoto layout je zejména velmi komplikovaný tok materiálu. Vzhledem k možné velké vzdálenosti mezi jednotlivými pracovišti, je neefektivní přeprava pouze jednoho výrobku, čeká se tedy, až bude vyrobeno několik dílů a až poté jsou transportovány na jiné pracoviště. To však způsobuje nadbytečné zásoby a poté zase vytváří frontu před pracovišti. Tento druh layoutu je tedy vhodný pro malosériové výroby s velmi širokým spektrem výroby, jako je např. strojírenská výroba. (Keřkovský, 2019, s. 15-16)



Obrázek 8 Technologické uspořádání (zdroj: Tuček a Bobák, 2006, s. 236)

### 3.5.2 Předmětné uspořádání pracoviště

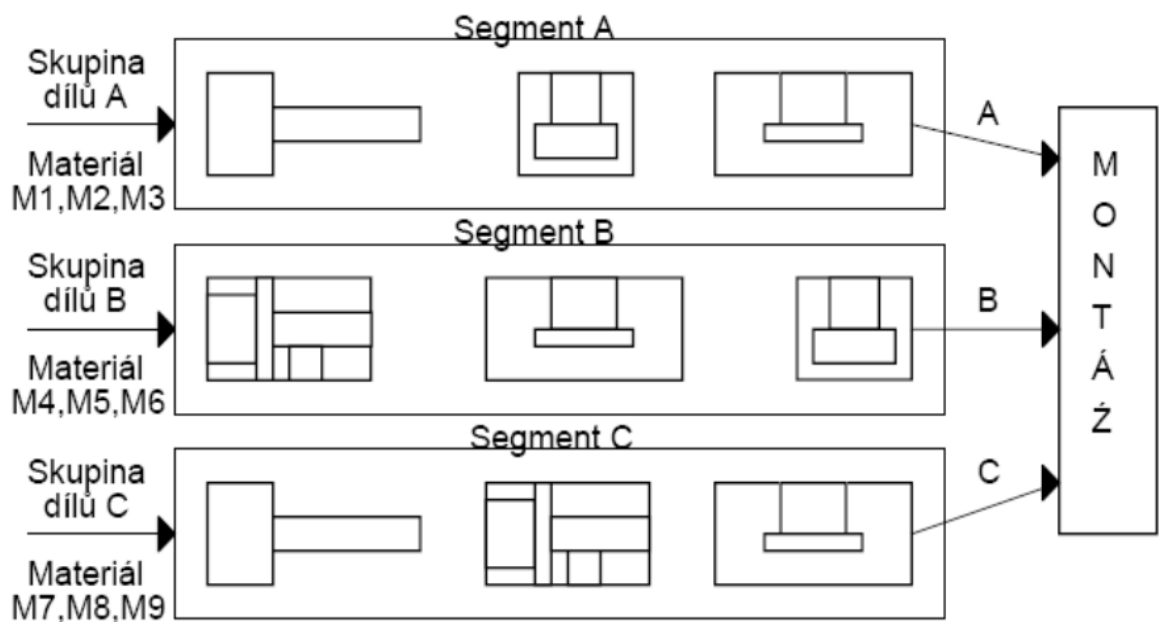
Při předmětném uspořádání pracoviště, je pracoviště uspořádáno tak, jak to potřebuje technologický postup daného výrobku. Ve výrobním procesu jsou za sebou poskládána technologicky odlišná pracoviště např. v jednom procesu je nejprve soustruh, frézka a nakonec vrtačka. Výrobek v tomto uspořádání postupuje nejkratší možnou cestou v procesu přímo z jednoho pracoviště na druhé. (Tuček a Bobák 2006, s. 238)

Výhody tohoto uspořádání:

- Zvýšená specializace pracoviště a pracovníků,
- Dopravní cesty jsou kratší a je tedy potřeba méně manipulačních pracovníků a techniky,
- Nižší náklady na manipulaci s materiálem
- Nižší objem rozpracované výroby, snížení počtu meziskladů
- Krátká průběžná doba výroby,
- Jednodušší operativní řízení výroby.

Naopak nevýhody jsou:

- Vysoké požadavky na úroveň přípravy výroby,
- Malá pružnost.
- Vyšší nároky na údržbu. (Tuček a Bobák, 2006, s.239)



Obrázek 9 Předmětné uspořádání (zdroj: Tuček a Bobák, 2006, s. 238)

Předmětné uspořádání výroby se uplatňuje ve dvou základních formách a to :

- Hnízdové – je vhodné pro výrobu většího počtu druhů výrobků a nižšího výrobního množství technologicky podobných výrobků,
- Linkové – používá se při výrobě menšího počtu druhů výrobků a vyššího výrobního množství technologicky podobných produktů.

### 3.5.3 Buňkové uspořádání pracoviště

Velmi rozšířeným uspořádáním je buňkové neboli také modulární upořádání pracoviště. Jedná se o takové uspořádání pracoviště, kde se skupina výrobků s podobnými vlastnostmi vyrábějí v jednom provozu. Mezi tyto vlastnosti považujeme podobný pracovní postup, tvar nebo výrobní technologii. Výroba v modulárním uspořádání pracoviště většinou obsahuje určitý stupeň automatizace, usnadňující práci obsluhy. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 135)

Nejčastější typy výrobních buněk jsou:

- Týmově orientované výrobní buňky,
- Montážní buňky,
- Procesní buňky- tepelné zpracování, pískování, lakování aj. (Mašín, Vytlačil, 2000 s. 165)

Výhody tohoto uspořádání tkví zejména v lepší flexibilitě zaměstnance, který takto může obsloužit více strojů najednou. Ve výrobních buňkách jsou stroje postaveny blízko k sobě

nejčastěji do tvaru L nebo U, usnadňující tak pohyb pracovníkovi po pracovišti. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 136)

V následující tabulce, lze vidět, jakého je možné dosáhnout zlepšení při využití modulární pracovišti oproti klasickému uspořádání. (Tuček a Bobák, 2006, s. 243)

Výrobek	Trvání cyklu		Úspora prostor	Kvalita v % vad	
	před	po		před	po
Šité oděvy	13 dní	2 dny	12%	5,30%	1%
Pletené košile	4 dny	10 minut	25%	2%	1,20%
Šité košile	3 dny	1 hodina	50%	2%	0,20%

*Tabulka 1 Výsledky modulární výroby při výrobě oděvů (zdroj: Tuček, 2000, s. 243)*

### 3.6 Standardizace

Standardizace se dá definovat jako „*dynamicky probíhající systematicky realizovaný proces výběru, sjednocování a účelné stabilizace jednotlivých prvků procesů, řešení, postupů a činitelů, jakož i výstupů, činností a informací ve výrobním procesu.*“ (Heřman, 2001 s. 84)

S vývojem technologie potřeba standardizace pracoviště roste, aby byl dodržován pracovní postup u jednotlivých strojů a nedocházelo ke špatnému použití a vzniku rizika zmetků a poškození stroje. Důležité tedy je aby pracovníci tyto standardy znali, ale hlavně se jimi řídili a dodržovali je. Mělo by být vytvořeno tolik standardů, aby došlo k zajištění plynulé výroby. (Chromjaková, 2013, s. 35-36)

V rámci standardů je potřeba vytvářet nejenom ty, které řeší „jak“, ale také „co - když“. Důležitost těchto standardů roste vzhledem k vyskytujícím se problémům ve výrobním procesu. V případě typu standardů „co – jak“ se pracovníkovi stanoví přesný postup činnosti, kterou má vykonat na určeném stroji nebo pracovišti. Standardy typu „co – když“ zase pracovníkovi říkají, jak má postupovat v případě nenadále situace např. porucha stroje. Tak, aby byl vliv na výrobní tok co nejmenší.

Při implementaci standardizace jen nutné najít rovnováhu mezi tím, že pracovníci musí dodržovat dané postupy, ale také se jim musí nechat prostor na různé inovace, které by mohly v budoucnu zlepšit efektivnost daného pracoviště. Klíč této rovnováhy je v tom, aby standardy byly tak formulovány, jakož i v tom, kdo k nim přispívá (Liker, 2007, s. 191)

Standardizace předpokládá výběr způsobů řešení procesů, které přispívají k optimální realizace transformace výrobního procesu. Jedná se o standardizaci:

- „Pracovních postupů
- Montážních postupů
- Technologických postupů
- Logických postupů
- Kontrolních a zkušebních metod a postupů“ (Tomek, 2014, s. 125)

Standarty by však měly být velmi stručné a jednoduché, jednoznačné a kvalitně vizualizované, aby jejich plnění bylo co nejsnazší a v případě potřeby změny procesu, rychle modifikovatelné.



Obrázek 10 Proces standardizace (zdroj: Tomek, 2007, s. 72)

## 4 PROGRAM 5S A VIZUALIZACE

### 4.1 Program 5S

Program 5S a jeho principy se skládají z pěti kroků, které byly původně převzaty z americké armády do japonských firem. Pro využití této metody nejsou nutné, žádné nové manažerské techniky a teorie (Bauer, 2012, s.32)

V zásadě jde o program s pěti základními principy pracoviště pro dosažení trvale čistého, přehledného, organizovaného a disciplinovaného pracoviště s kompetentními pracovníky, které vycházejí z pěti japonských slov:

- seiri – úklid, odstranění nepotřebných předmětů;
- seiton – pořádek, eliminace hledání;
- seiso – čištění;
- seiketsu – standardizace a kontrola;
- shitsuke – výcvik a disciplína. (Tuček a Bobák, 2006 s. 117)

*„Důkladné zavedení všech pěti kroků metody 5S je začátkem pro rozvoj zlepšovacích činností zajišťujících přežití firmy. A přežití firmy je samozřejmě nezbytné pro zachování pracovních míst zaměstnanců.“ (5S pro operátory, 2009, s. 10)*

### 4.2 5 pilířů

Nejdůležitějšími prvky v programu 5S jsou třídění a nastavení pořádku, na kterých závisí celý úspěch zlepšovacích činností. Je nutné zajistit takové pracoviště, ve kterém bude mít vše jasný řád a bude intuitivně rozděleno, že každý pracovník bude schopný najít každou věc, kterou potřebuje ke svému výkonu práce v co nejkratší době. Ve společnostech, kde program 5S nefunguje je hledání pracovních pomůcek velmi zdlouhavé, protože nalézt je v chaosu jiných pomůcek je téměř nereálné. S tím také stoupá riziko výroby zmetků a hlavně podnik se může dostat do problému při plnění svých závazků vůči odběratelům. (5S pro operátory, 2009, s. 11)

Základem úspěchu zlepšování je tedy pět pilířů, jelikož aniž si to lidé uvědomují, používají 5 pilířů i v osobních životech, kdy odpadkové koše, ručníky a kapesníky mají také svoje



stálé místo. V případě naplnění koše nebo použití ručníku jej člověk vysype nebo uklidí a tímto stylem by mělo fungovat i na pracovišti. (5S pro operátory, 2009, s. 11)

### **Seiri - třídění**

Princip první pilíře je v třídění. Tímto krokem dojde k lepšímu vizuálnímu pracovišti, kdy jsou odstraněny všechny předměty, které nejsou pro daný výrobní proces a pracoviště potřeba. (5S pro operátory, 2009, s. 26)

V prvním kroku je tedy nutné, klasifikovat všechny položky na dvě kategorie a to nezbytné a zbytečné. Po tomto rozdělení je nutné odstranit ty zbytečné. Většinou se ukáže, že většina položek je na pracovišti zbytečných. Jednoduché základní pravidlo říká, že co nebude použito v nejbližších 30ti dnech, by mělo být odstraněno. (Imai, 2005, s. 69)

### **Seiton - pořádek**

Dalším krokem je Seiton znamená pořádek, věci tedy musejí být v pořádku a na svém stálém místě, aby je v případě potřeby bylo možné co nejrychleji použít. „*Jeden americký strojní inženýr vzpomíná, že když pracoval v Cincinnati, trávil hodiny hledáním náradí a součástek. Jakmile přešel k japonské společnosti a zjistil výhody rychlého nalezení náradí, uvědomil si význam seiton.*“ (Imai, 2007, s. 243)

### **Seiso - úklid**

Po nastolení pořádku je potřeba tento pořádek udržet a to má na starosti třetí pilíř. Je nutné za zametení podlah, čištění strojů a celkově zajistit, aby vše v podniku zůstávalo čisté. Pokud společnost nalezne způsob jak zabránit hromadění špíny, prachu a odpadu v dílně, bude zachování pořádku na pracovišti pro ni snazší. (5S pro operátory, 2009, s. 15)

### **Seiketsu - standardizace**

V tomto kroku je nutné určení pravidel a vytvoření standardů. Standardizace slouží k zachování stavu, který byl dosažen předcházejícími třemi kroky. Standardy by měly být velmi stručné a jednoduché, jednoznačné a kvalitně vizualizované, aby jejich plnění bylo co nejsnazší a v případě potřeby změny procesu, rychle modifikovatelné.

### Shitsuke – výcvik a disciplína

Obsahem posledního pilíře je sebedisciplína a zavedení kontroly plnění vybudovaného 5S všemi pracovníky. Konají se audity, které kontrolují, zda je nastavený stav dodržován. Tyto audity jsou v praxi velmi důležité a účinné, vedou pracovníky k systematickému pořádku a odpovědnosti. (Bauer, 2012, s. 38)

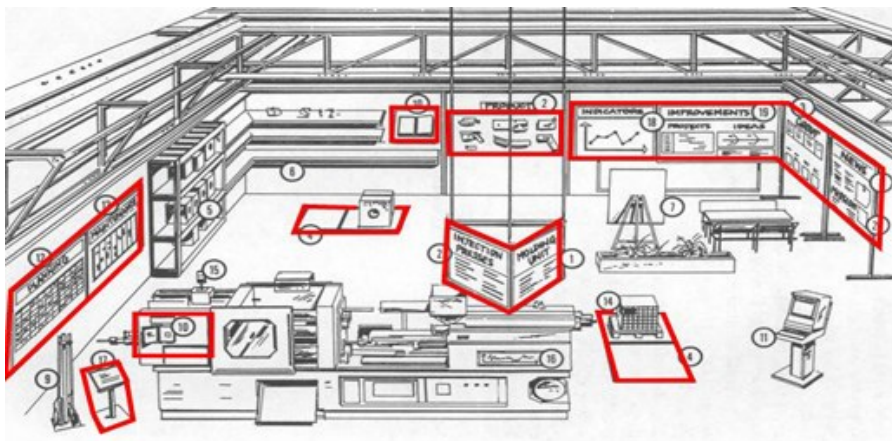
### 4.3 Vizualizace

Vizualizace je jedním z nejdůležitějších prvků štíhlé výroby. Jedná se o takový „tachometr“ řízení procesu, který nám říká, jakou rychlostí daný proces probíhá. Ukazatele vizualizace nám ukazují, zda proces má standardní průběh anebo se vyskytla nějaká abnormalita, jaká je kvalita produktivity a efektivnost procesu na pracovišti. (Košturiak, Frolík, 2006, s. 25)

Tuček s Bobákem k vizuální přidávají, že člověk vnímá, až 80% informací vizuálně. Je tedy velmi důležité vizuální management ve výrobě zavést, jelikož jeho cílem je podpořit:

- Předání a sdílení informací o stavu procesu bez zbytečných zpoždění;
- Nasměrování informací o aktuálních problémech na každého pracovníka;
- využití schopností každého pracovníka pro zlepšení stavu;
- týmovou práci a její výsledky
- stav řešených projektů
- rozvoj pocitu hrdosti a úspěchu v lidech
- předávání informací o dosaženém zlepšení. (Tuček a Bobák, 2006, s. 286)

Vizuální management je součástí a využívá se téměř v každé metodě průmyslového inženýrství.



Obrázek 11 Vizualizace ve výrobě (zdroj: [www.ipaslovakia.sk](http://www.ipaslovakia.sk))

## 5 MĚŘENÍ PRÁCE

Mezi metody racionalizace v podniku patří měření práce, které vychází z předpokladu, že hlavním činitelem ve výrobě je pracovní síla. Měření práce také můžeme definovat jako aplikaci technik vytvořených pro určení času pracovníkem na definované úrovni výkonu. Využívá se v organizaci práce, která hledá optimální sladění činností lidí, techniky, výrobního zařízení za co nejlepšího využití materiálních a pracovních zdrojů, vysoké efektivnosti výroby a zabezpečení ochrany zdraví člověk. Pro správně fungující organizaci práce, je velmi důležitá znalost spotřeby času, pro splnění daného úkolu. (Tuček a Bobák, 2006, s. 111)

K měření práce jsou nejčastěji využívány stopky, kterými zaznamenáváme čas v průběhu snímku pracovního dne. Kde to však není možné, využívá se systém předem určených časů. Tento systém je možné aplikovat na velkou škálu výrobních procesů a jako nejznámější metody předem určených časů jsou:

- *„MTM (Methods Time measurement) – rozkládá manuální práci do 10 základních pohybů,*
- *UMS (Universal Maintenance Standards) – univerzální normy pro údržbu,*
- *USD (Unified Standard Data) – sjednocená standardní data pro práce s delšími cykly,*
- *UAS (Universelles Analysier System) – je odvozený od MTM, je však vhodný pro seriovou výrobu vzhledem k vyšší rychlosti,*
- *MOST (Maynard Operation Sequence Technique – Basic, Mini, Maxi, Giga, Clerical) – využívá sekvenčních modelů pro analýzu lidské práce.“*

Pro měření práce se však dají také použít hrubé odhady, kvalifikované odhady a lze také využít historické údaje, které jsou již v podniku. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 92-93)

### 5.1 Snímek pracovního dne

*„Snímky pracovního dne jsou metodou měření spotřeby času, při které se přímo a nepřetržitě měří a zaznamenávají druhy a velikost spotřeby času po dobu celé pracovní směny (dne pracovníka nebo výrobního zařízení). Cílem je zjistiti druh a velikost spotřebovaného času ve směně, zejména druh a velikost přestávek, ztrát a jejich příčiny, podíl jednotlivých druhů času v celkovém čase směny.“ (Lhotský, 2005, s. 66)*

Snímek pracovního dne se dále dělí na:

- Snímek pracovního dne jednotlivce.
- Hromadný snímek pracovního dne.
- Snímek pracovního dne čtyř.
- Vlastní snímek pracovního dne.
- Snímek výrobního procesu. (Tuček a Bobák, 2006, s.112)

Pořízení samostatného snímku pracovního dne rozdělujeme do 3 fází:

1. **Příprava** – nejprve je potřeba upřesnit si co bude zaznamenáváno a na co bude snímek pracovního dne zaměřen. Je možné využít předem připravených vzorů pro záznam snímku pracovního dne, nebo si může pozorovatel vytvořit svůj formulář podle své potřeby.
2. **Vlastní měření** – V této fázi snímkování se do formuláře zapisují všechny prováděné úkony pracovníka v reálném čase a s veškerými informacemi, které se s daným úkolem pojí. Pozorovatel by měl dbát na to, aby se pracovníkovi při měření nepletl do práce a neomezoval tak jeho pracovní výkon. V rozhovoru s pracovníkem poté mohou být upřesněny poznámky, které si pozorovatel během měření zaznamenal.
3. **Vyhodnocení** – poslední a nejdůležitější částí je vyhodnocení materiálu z předchozích operací. Zjistí se minutové podíly a skutečné bilance spotřeby času v jednotlivých kategoriích.

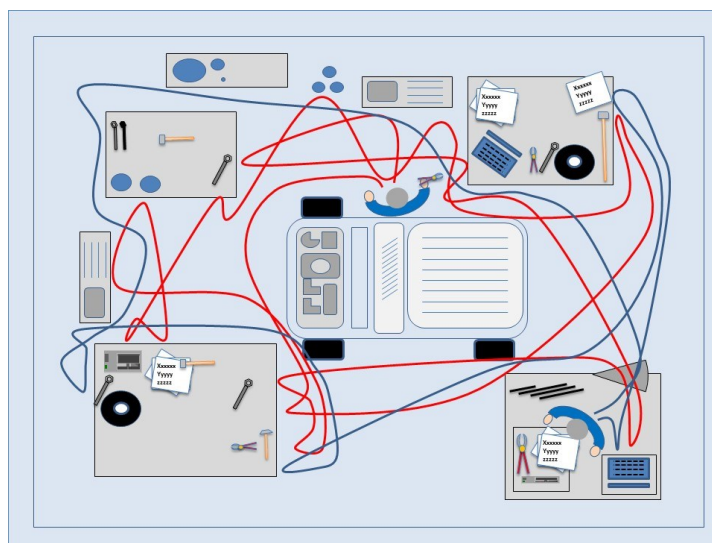
Celkově je snímek pracovního dne velmi náročným procesem po psychické stránce jak pro pozorovatele, tak i pracovníka a také časová náročnost této metody je velká. Výhodou však je získání podrobných informací o průběhu pracovního dne. Na základě vyhodnocení snímku pracovního dne se vypracují návrhy na odstranění případného plýtvání a také se provedou rozborů ukazatelů výkonosti na jejichž základech lze odstranit případné překážky v procesech.

## 6 SPAGHETTI DIAGRAM

Spaghetti diagram slouží pro zachycení pohybu pracovníka, výrobků a materiálu po výrobě. Jednotlivé pohyby se zakreslují pomocí čar do layoutu pracoviště, každý jednotlivý pohyb má vlastní čáru, proto se tomuto diagramu říká špagetový. Tento diagram nám může pomoci odhalit různé druhy plýtvání jako je zbytečná chůze a manipulace. Díky těmto zjištěním je poté možné upravit rozložení strojů a skladů pro eliminaci plýtvání.

Postup tvorby Spaghetti diagramu:

- Nejprve je potřeba zvolit proces který bude zaznamenáván, ideálně takový, který se často opakuje.
- Následuje sledování pracovníka a zaznamenávání pohybu pomocí čar do připraveného layoutu. Pro větší přesnost může být pracovník vybaven krokoměrem.
- Analyzujeme stávajícího stav
- Vytvoření nové mapy pohybu a návrhu na implementaci opatření.
- Ověření zda bude nový návrh fungovat a splňovat to, co se od něj očekává s ostatními pracovníky. V případě nalezení nedostatku nebo poznámek jejich doplnění.
- V poslední fázi je potřeba uvést nový návrh do praxe. Je potřeba s ním seznámit všechny pracovníky, kterých se týká. Představit jim výhody nového opatření a získávat zpětnou vazbu od pracovníků.



Obrázek 12 Spaghetti diagram kanceláře (zdroj: [www.leanprogression.co.uk](http://www.leanprogression.co.uk))

## 7 MAPA HODNOTOVÉHO TOKU

„Mapa hodnotové toku neboli také VSM (Value Stream Mapping), vznikla v padesátých letech v automobilce Toyota, kde sloužila jako jednoduchý komunikační nástroj k vysvětlování současného, budoucího i ideálního stavu výrobních procesů.“ (Mašín, 2003, s. 45)

Chromjaková popisuje VSM jako moderní metodu, kterou v současnosti využívá řada firem s cílem identifikovat a eliminovat ztráty v produkčním procesu, jako jedna z metod štihlé výroby usiluje primárně o synchronizaci toků. Za produkční proces v této souvislosti považujeme nejenom výrobní proces, ale rovněž i pomocné a obslužné procesy ve výrobě, či administrativní procesy. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 51)

Popis hodnotových metod se dělí do tří základních kategorií ikon:

- Ikony pro materiálový tok
- Ikony pro informační tok,
- Ikony obecné.

Ikony pro materiálový tok			
Externí zdroje 	Proces 	Data o procesu 	Zásoby 
Transport 	Tok hotových výrobků 	Pohyb tlakem 	Pohyb tahem 
Supermarket 	Výrovnávací zásoba 	Bezpečnostní zásoba 	
Ikony pro informační tok			
Manuální informování 	Elektronická informace 	Typ informace 	Inventurní plánování 
Výrobní kanban 	Dopravní kanban 	Signální kanban 	Kanbanová schránka 
Heijunka 	Heijunka-správce 	FIFO 	Výrobní mix 
Všeobecné ikony a symboly			
Operátor 	Výrobní buňka 	Počítačová podpora 	Příležitost ke zlepšení 
VA-linka 			

Obrázek 13 Ikony pro mapování hodnotového toku (zdroj: Mašín, 2003, s. 46)

## 7.1 Postup tvorby mapování hodnotového toku

Pro postup mapování hodnotového toku, lze použít následující scénář, který popisuje tok „od vrat k vratům“:

1. Výběr reprezentativního hodnotového toku
2. Nakreslení hrubé skici procesu
3. Příprava formulářů pro zaznamenání dat
4. Výpočet taktu zákazníka
5. Zaznamenání a výpočet aktuálních údajů o procesu a operacích přímo na výrobním pracovišti, zjistíme:
  1. Aktuální čas cyklu,
  2. OEE
  3. Čas prostojů z důvodu změn sortimentu v minutách za směnu
  4. Časový fond pracoviště
  5. Počet operátorů a pracovišť
  6. Počet variant výrobku
  7. Typ valení
  8. Procesní rychlost
  9. VA-index
6. Zmapování stavu rozpracované výroby a velikost zásob ve skladech
7. Do přichystaného schématu mapy hodnotového toku postupně zaznamenáme údaje o externím zákazníkovi a externím dodavateli, a poté zleva doprava zaznamenáme sled procesních kroků v podniku včetně dodavatele a uvedeme jednotlivé zjištěné údaje. Dokreslí se materiálové toky, externí transport
8. Zakreslí se VA-linka do spodní části mapy
9. Nakonec se vypočítají základní údaje o hodnotovém toku:
  1. Celková průběžná doba ve dnech
  2. Celkový procesní čas
  3. Čas přidávající hodnotu
  4. VA-index (Mašín 2003, s. 47)

Je však potřeba si uvědomit, že mapování hodnotového toku nezachytí všechny formy plýtvání, jako je plýtvání energií nebo lidským potenciálem. Přesto je však tato metoda velmi účinná v eliminaci plýtvání a v možnosti zavádění štíhlé výroby (Mašín 2003, s. 47)

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**



## 8 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

**Právní forma:** Akciová společnost

**Předmět podnikání:**

- výroba nebezpečných chemických látek a nebezpečných chemických směsí a prodej chemických látek a chemických směsí klasifikovaných jako vysoce toxické a toxické
- zámečnictví, nástrojářství
- výroba, instalace, opravy elektrických strojů a přístrojů, elektronických a telekomunikačních zařízení
- montáž, opravy, revize a zkoušky elektrických zařízení
- vodoinstalatérství, topenářství
- montáž, opravy, revize a zkoušky zdvihacích zařízení
- činnost účetních poradců, vedení účetnictví, vedení daňové evidence
- truhlářství, podlahářství
- klempířství a oprava karoserií
- obráběčství
- výroba, obchod a služby neuvedené v přílohách 1 až 3 živnostenského zákona
- zpracování gumárenských směsí
- technicko- organizační činnost v oblasti požární ochrany
- poskytování služeb v oblasti bezpečnosti a ochrany zdraví při práci
- zpracování gumárenských směsí
- činnost účetních poradců, vedení účetnictví, vedení daňové evidence
- hostinská činnost

Výrobní program společnosti je orientován na zákazníky z automobilového průmyslu, a to hlavně na pěnové výplně sedáků, hlavové opěrky, sluneční clony, výrobky z EPP, tlumící díly a další součásti interiérů vozidel. Významný podíl výrobního portfolia představují nafukovací jádra do postelových matrací, technické textilie povrchově upravované speciálními nánosy, výroba nafukovacích člunů, raftů, lodí pro sport a volný čas a další speciální produkty, jako jsou nafukovací stany a prvky integrovaných záchranných systémů, jako např. protipovodňové zábrany, dekontaminační sprchy a nafukovací záchranné lávky.

Nově vyrábí různá zařízení, manipulátory, a také kompletační a testovací přípravky pro automatizaci výrobních procesů.

**Statutární orgán:** za společnost jedná představenstvo společnosti, které je složeno z 6-ti členů. Společnost zastupuje samostatně předseda představenstva nebo samostatně místopředseda představenstva nebo společně dva členové představenstva.

**Akcie:** 444882 ks kmenových akcií na jméno v zaknihované podobě ve jmenovité hodnotě 260,- Kč.

**Základní kapitál:** 115 669 320,-Kč

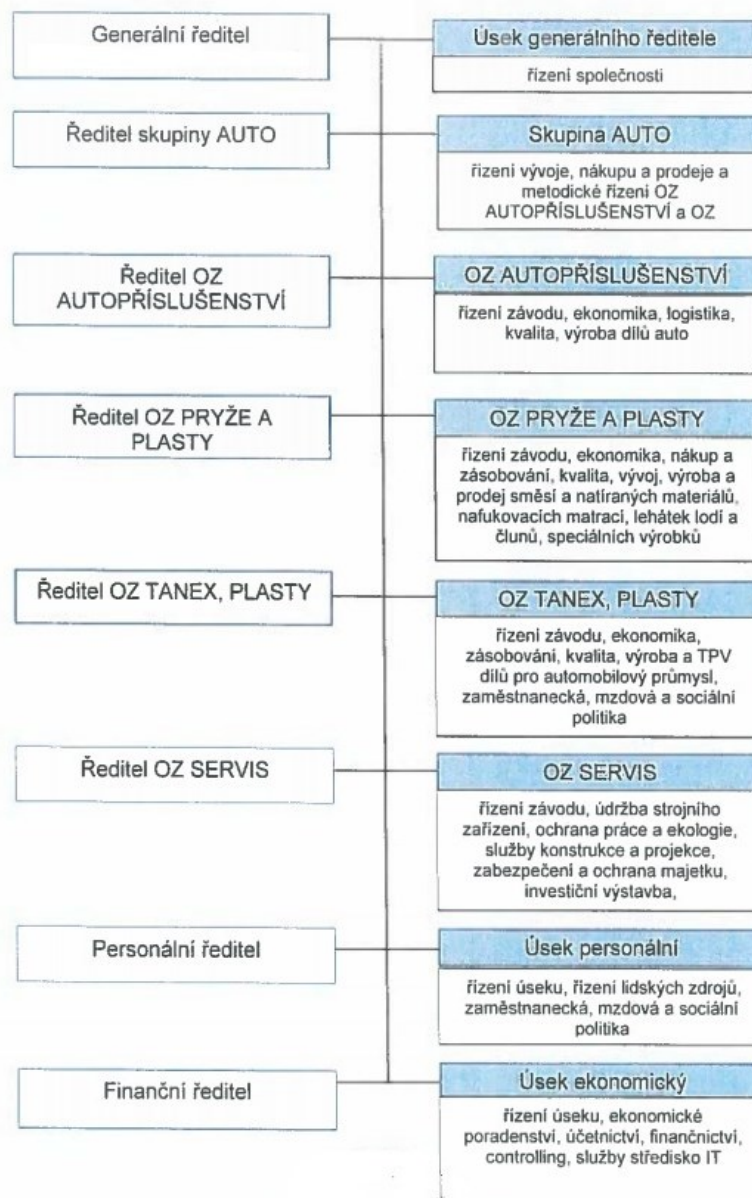
**Počet zaměstnanců:** 1477

*Tabulka 2 Vývoj stavu zaměstnanců v letech 2012 – 2015, Zdroj: výroční zpráva společnosti*

<b>Rok</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
<b>Celkový počet zaměstnanců</b>	1441	1260	1274	1477

## **8.1 Organizační struktura společnosti**

V Organizační struktuře společnosti je hlavním orgánem představenstvo společnosti. Pod něj spadá generální ředitel, který má na starosti řízení celé společnosti. Ta je rozdělena na 4 odštěpné závody ve skupině AUTO, jedná se o OZ Auto příslušenství, OZ Pryže a plasty, OZ Tanex, plasty, OZ Servis. Do organizační struktury patří také personální ředitel odpovědný za personální úsek a dále také finanční ředitel odpovědný za ekonomický úsek.



Obrázek 14 Organizační struktura společnosti zdroj: internetové stránky společnosti

## 8.2 Řízení jakosti

Společnost je od roku 1995 certifikována podle norem kvality ISO 9001, dále od roku 2001 podle norem ISO/TS 16949, které se uplatňují především ve výrobě pro automobilový průmysl, a od roku 2003 je certifikován podle norem ISO 14001, prokazujících zavedení systému environmentální řízení. Ve stanovených intervalech probíhají recertifikace společnosti podle výše uvedených norem.

## 9 PŘEDSTAVENÍ PRACOVIŠTĚ

Tato diplomová práce se zabývá výrobní linkou DEL, na které jsou vyráběny 4 druhy slunečních clon do osobních automobilů. Výrobní linka DEL se svým strojním vybavením řadí k těm modernějším, většina věcí probíhá automaticky ve strojích, jako je kompletace výztuh, kompletace čepu, svařování rámečku a obvodu clony. Většinu strojního vybavení dodala firma Kiefel. Některé činnosti však stroje nezvládnou a je tudíž nutné využít také lidskou práci. Jedná se zejména o kompletaci slunečních clon, ořez a obstrih obvodu až po konečnou kontrolu. Vzhledem k velkým nárokům na kvalitu ze strany automobilky, je na ni dbán velký důraz a poslední kontrolu výrobku zajišťují 4 pracovníci. Tato práce se bude zaměřovat na sluneční clony, určené pro osobní automobil VW Scirocco. Výroba na lince probíhá na 8 jednotlivých pracovištích, které obsluhuje celkem 13 pracovníků a kteří jsou rozděleni do jednotlivých pracovních skupin. Poptávka po slunečních clonách je velmi vysoká tudíž zde výroba probíhá na tří směnný provoz.

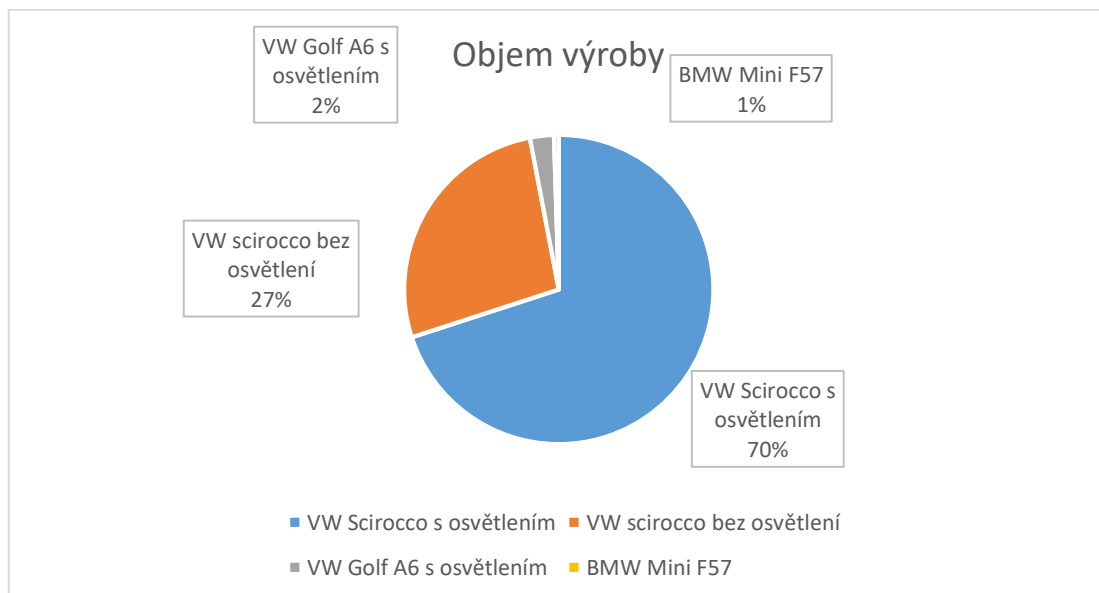
Z důvodu citlivosti dat vybrané společnosti byl zvolen jednotný koeficient, kterým byla v této práci všechna poskytnutá data upravena. Originální data jsou skryta, avšak vypovídající hodnota upravených dat je zachována.

*Tabulka 3 Pracovní místa na lince DEL, vlastní zpracování*

Pracovní místo	Popis pracovního místa	Počet pracovníků
PM3	Svařování rámečku	2
PM4	Kompletace sluneční clony	2
PM5	Kompletace výztuhy	1
PM6	Svařování obvodu	2
PM7	Ořez obvodu	1
PM8	Obstrih	0,5
PM9	Kompletace čepu	0,5
PM10	Balení a konečná kontrola	4

## 9.1 Produkty na výrobní lince DEL

Jak jsem již psal dříve na lince DEL se vyrábí portfolio 4 druhů slunečních clon. Nejčastěji vyráběným druhem je sluneční clona pro VW Scirocco s osvětlením, které zabírá v celkovém objemu výroby linky DEL 70%. Sluneční clona se dále dělí na černé a světlé. Druhým nejvíce vyráběným produktem, je také sluneční clona pro VW Scirocco s 27% z objemu výroby, avšak v tomto případě se jedná o typ bez osvětlení. Další produkty na lince DEL jsou sluneční clony pro VW Golf a BMW. Jedná se však o okrajovou výrobu jelikož se vyrábějí pouze většinou jen jednu směnu v týdnu a zabírají 3% z celkového výrobního objemu linky



*Graf 1 objemu výroby na lince DEL, vlastní zpracování*

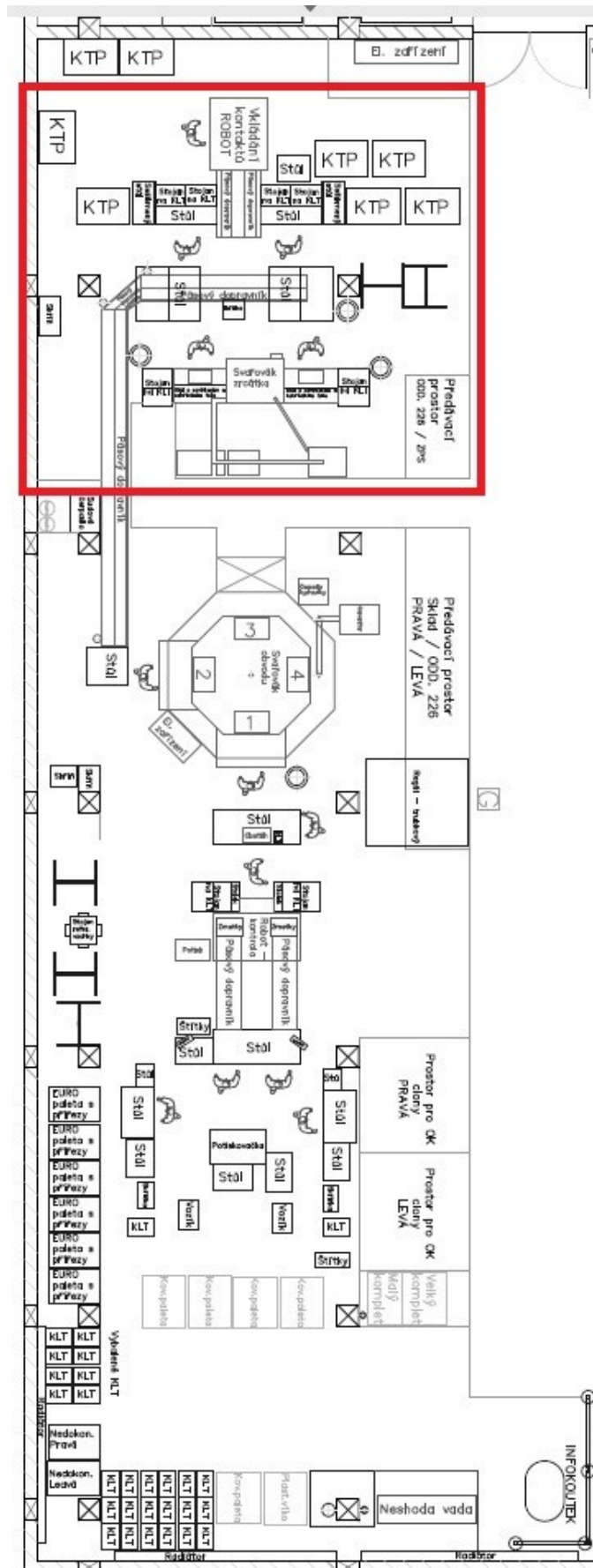
Na následujícím obrázku je sluneční clona pro VW scirocco ve světlém provedení, která je určena pro pravou stranu a součástí je osvětlení. Tato diplomová práce se bude zabývat výrobou této clony, jelikož zaujímá téměř celý výrobní objem linky DEL a je zde veliký potenciál ke zlepšení, který by mohl firmě přinést výrazné finanční úspory.



Obrázek 15 Sluneční clona VW Scirocco, materiál vybrané společnosti

## 9.2 Layout výrobní linky DEL

Na následujícím obrázku je layout výrobní linky DEL, kde lze vidět jednotlivé pracoviště a pracovníky, kteří je obsluhují. Pro analýzu byly zvoleny pracoviště PM3 svařování rámečku a PM4 kompletace sluneční clony. Důvod byl zejména největší podíl ručních prací vykonávaných na těchto pracovištích. Tyto pracoviště jsou vyznačeny na layout v červeném čtverci.



Obrázek 16 Layout výrobní linky DEL, materiál vybrané společnosti

## 10 VÝROBNÍ PROCES

Výrobní proces sluneční clony pro VW Scirocco se skládá z 8 pracovišť.

### 10.1 PM-3 Svařování rámečku

Výrobní proces na lince DEL začíná u pracoviště PM-3, které je v případě sluneční clony pro VW Scirocco rozděleno na pravou a levou, kdy výroba probíhá současně. Toto pracoviště je průběžně zásobováno materiálem od externích dodavatelů. Následně na pracovišti PM-3 dochází ke svařování plastových rámečku s PVC folií, u které je rozdíl mezi tou, která se používá vlevo a vpravo. Clona používána vpravo má na PVC folii nelepený ještě štítek s upozorněním na airbag. Po svaření rámečku s PVC folií se na tomto pracovišti vkládá do rámečku zrcadlovina, pružina krytky a krytka. Toto pracoviště obsluhují dva pracovníci jeden na levé straně stroje a druhý na pravé straně. Pokud je vše v pořádku, posílá se tento polotovár dále na pracoviště PM-4, je-li na něm nějaká vada, vyhodí se ke zmetkům.



*Obrázek 17 zásoba rámečků a PVC folií,  
vlastní pracování*



*Obrázek 18 Svařování rámečku s PVC folií,  
vlastní pracování*



*Obrázek 19 Svařený rámeček,  
vlastní pracování*



## 10.2 PM-4 Kompletace sluneční clony a PM-5 Kompletace výztuhy

Zkompletované rámečky se dále posouvají na pracoviště PM-4 (Kompletace sluneční clony), na kterém kompletují clony dva pracovníci a je také rozdělené pro levou a pravou clonu. Na tomto pracovišti probíhá vkládání rámečků do EPP vložky, která se dále dělí na elektrické a neelektrické a je dodávána od externího dodavatele. Dále se zde přidá vložka podle strany, na kterou je clona určena. Jako poslední se vkládá výztuha, která je kompletována na pracovišti PM-5 s obsluhou jednoho pracovníka, kde dojde k jejímu svaření a automatickému přesunutí k pracovišti PM-4. Po zkompletování sluneční clony je dále posílána po dopravníku k dalším pracovištím.



*Obrázek 20 Kompletace sluneční clony,  
vlastní pracování*



*Obrázek 21 Kompletace výztuh,  
vlastní pracování*

## 10.3 PM-6 Svařování obvodu

Následně rámeček s vložkou a výztuhou jede po dopravníku k pracovišti PM-6 na kterém proběhne svaření obvodu. Na tomto pracovišti se přidá k sluneční cloně zadní PVC folie a následně je svařen. Svaření je situováno do kruhu se čtyřmi svářečkami.



*Obrázek 23 Dopravník, vlastní  
pracování*



*Obrázek 22 Sváření obvodu, vlastní  
pracování*

#### 10.4 PM-7 Ořez obvodu a PM-8 Obstřih

Po svaření obvodu sluneční clony přechází výrobek na pracoviště PM-7 Ořez obvodu, na kterém jsou ořezány zbytky PVC folie. Jelikož nároky na kvalitu v Automotive odvětví je obrovský, následuje po tomto pracovišti obstřih na pracovišti PM-8, kde pracovníci ručně nůžkami obstřívají nedokonalosti po ořezávání obvodu, aby clona měla perfektní hrany, bez sebemenšího zbytku PVC folie. Na tomto pracovišti musí být velmi pečliví pracovníci, jelikož je velmi jednoduché nůžkami zajet více do sluneční clony a tím ji tak nenávratně znehodnotit. Pokud obstřihl proběhl v pořádku, sluneční clona se posouvá dále.



*Obrázek 24 Pracoviště ořezu, vlastní pracování*

### 10.5 PM-9 Kompletace čepu

Po obštíhu se na pracovišti PM-9 do clony vkládají čepy, které clony rozdělují na pravou a levou, ale také na to jestli jsou elektrické nebo neelektrické. Jejich kompletace následně probíhá ve stroji.



*Obrázek 25 Vkládání čepů, vlastní pracování*

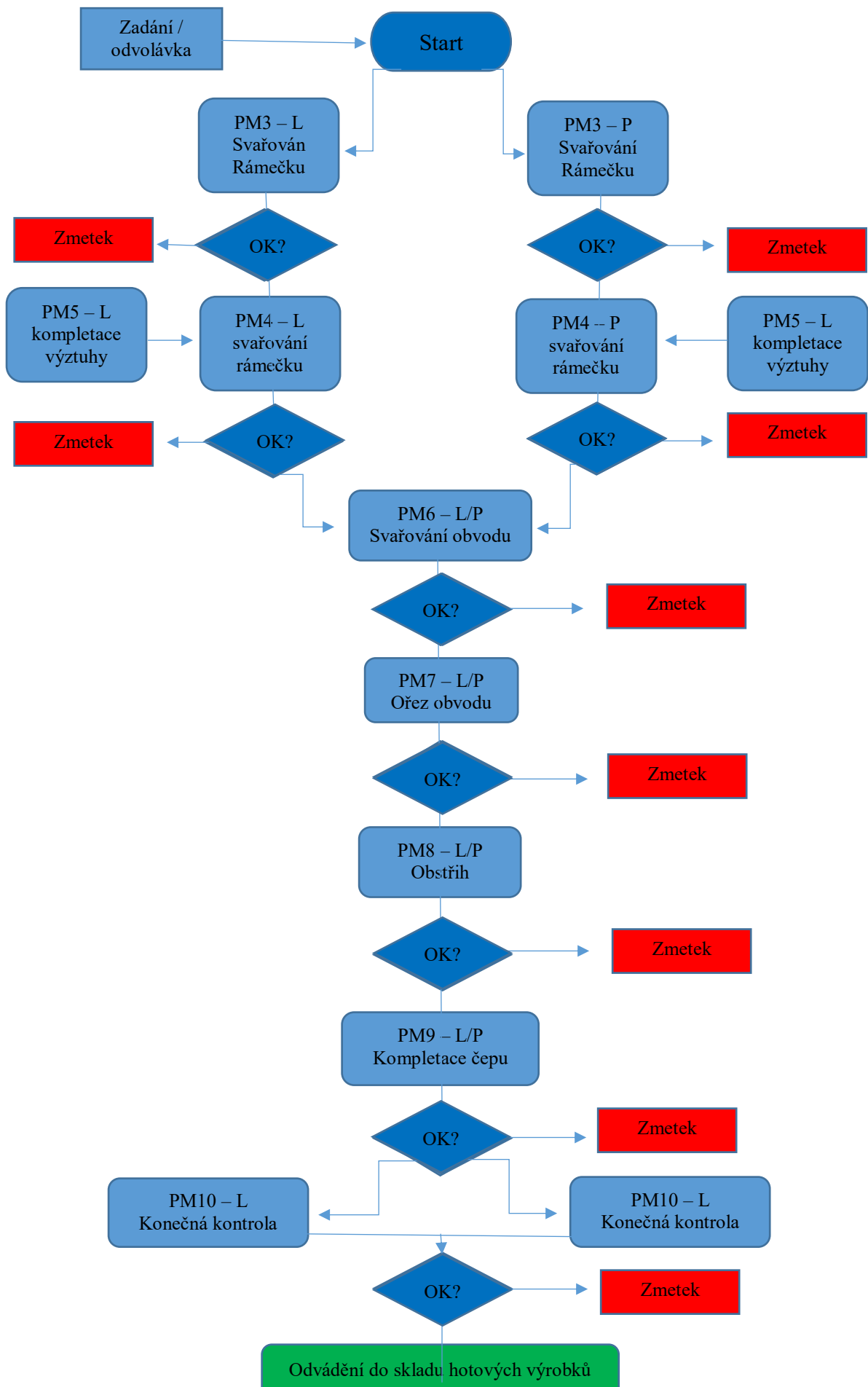
### 10.6 PM-10 Konečná kontrola

Pokud kompletace čepu proběhla v pořádku, clony jsou automaticky dopraveny na pracoviště PM-10, kde probíhá konečná kontrola. Pracoviště je rozděleno do dvou řad, kde každá má na starosti levou nebo pravou clonu. U konečné kontroly, se ještě naposledy kontroluje, zda na cloně nejsou nějaké vizuální nedostatky, které by nesplňovaly požadavky odběratele. Následně se vyzkouší, zda krytka na zrcátku funguje, a zda je její chod plynulý a nikde se nezadrhává. Vyzkouší se čep, jestli splňuje všechny požadavky, nikde se nezadrhává a nijak nevrže. Nakonec pokud sluneční clona obsahuje elektriku pro rozsvícení žárovky při otevření krytky zrcátka, se vyzkouší, zda je funkční a žárovku rozsvítí. Projedli sluneční clona konečnou kontrolou, je následně poslána do skladu hotových výrobků.



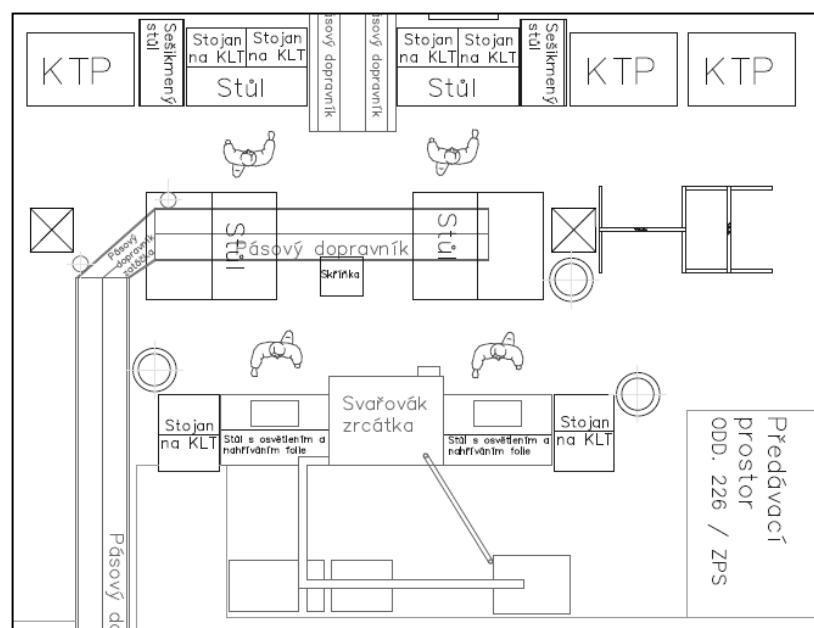
*Obrázek 26 Konečná kontrola, vlastní pracování*

### 10.7 Vývojový diagram



## 11 ANALÝZA PRACOVNÍKŮ NA PRACOVIŠTI PM3 A PM4

Celý výrobní proces začíná na pracovištích PM3 a PM4. Tyto pracoviště jsou průběžně zásobovány materiálem, který jim vozí denní operátoři. Jak již bylo řečeno na pracovišti PM3 se svařují rámečky slunečních clon s PVC folií. Na tomto pracovišti pracují dva pracovníci, kdy každý z nich má na starosti levou a pravou stranu stroje. Toto rozdělení je z toho důvodu, že se současně vyrábějí clony jak pro levou stranu, tak i pro pravou stranu. Stroj však nedokáže svařovat naráz dva rámečky, takže jeden z pracovníků vždycky čeká, než proběhne svaření rámečku na druhé straně stroje. Celý proces výroby je následující, nejprve pracovník na levé straně stroje vloží plastový rámeček do vymezeného prostoru a na něj položí PVC fólii, následně stiskne tlačítko pro spuštění operace, strojní čas je cca 12s pro jednu stranu. Mezi tím pracovníce na pravé straně stroje, vyjme svařený rámeček s PVC folií, který byl svařen před započítáním operace druhou pracovnící. Vyjme tedy tento rámeček ze stroje a vyloupne z něj přebytečnou PVC folii kterou hodí do koše. Následně nachystá do stroje nový rámeček a folii. V mezičase, než stroj dokončí operaci se pracovníce na levé straně stroje, přesune se svařeným rámečkem ke stolu za ní, při přesunu očistí rámeček a zkontroluje svár. Na tomto stole do rámečku vloží zrcátko, pružinu krytky a nakonec vloží krytku, kterou je potřeba namazat speciálním přípravkem pro hladký chod krytky v rámečku. Po vyzkoušení chodu krytky, je dále rámeček přes stůl posílán na pracoviště PM4. Tento proces zvládne většinou pracovník dřív, než stroj stihne svařit rámeček a poté čeká na stroj. Celá tato operace zabere jednomu pracovníkovi cca 24s



Obrázek 27 Původní layout pracoviště, vlastní pracovní

Na pracovišti PM4 pracovníci přeberou ze stolu, který dělí obě pracoviště, svařený rámeček s krytkou a přenesou si jej na své pracoviště. Tady si připraví EPP vložku, do které vloží rámeček, tento kus poté otočí a položí na stůl. Následně každý pracovník vezme výztuhu, která automaticky přichází přímo ze stroje na pracovišti PM5, výztuhu zacvakne do EPP vložky s rámečkem. Pracovník poté vezme lepidlo a aplikuje je do dvou děr, po této operaci zkontroluje funkci kontaktu, je-li vše v pořádku, odchází ke stolu za ním a dává clonu na dopravník, který ji přepraví k dalším pracovištím.

Operace na tomto pracovišti provádějí dva pracovníci, a probíhá zrcadlově jen s tím rozdílem, že jeden montuje levou clonu a druhý pravou. Jinak jsou operace totožné. Operace jednomu pracovníkovi na cloně zabere cca 19s.

Podíváme-li se ještě na zásobování pracoviště a uložení materiálu na pracovišti, tak na PM3 má na každé straně na sestrojeném trubkovém stojanu 2 KLT boxy s plastovými rámečky a jednu s PVC foliemi, ta je pouze jedna, jelikož oproti rámečkům je v ní více kusů. Na stole dělicí pracoviště PM3 a PM4 je vždy po jedné bedně s krytkami, zrcátky a pružinami, tento materiál si pracovníci nachystají na pracovní stůl a v průběhu směny jej postupně odebírají. Pracoviště PM4 je zásobováno z KTP boxu ve kterých jsou EPP vložky, které si pracovníci skládají do zásobníků na 30 kusů. Za směnu se tedy musí několikrát vzdálit od pracoviště a nachystat si do zásobníků EPP vložky. Posledním materiálem, který vstupuje do výroby na PM4 jsou výztuhy, které však automaticky dodává stroj z pracoviště PM5 a posílá je po malém dopravníku.



*Obrázek 28 původní stav PM3, vlastní  
pracování*



*Obrázek 29 Původní stav PM4, vlastní  
pracování*

## 11.1 Přehled operačních časů

Pro lepší obraz o prováděných operacích, proběhlo v týmech měření operačních časů pro zjištění současného stavu balancování linky. Využitelný časový fond za směnu je 440 minut a celkem 13 pracovníků na lince. Takt výrobní linky byl vypočten na 13,5s.

Tabulka 4 Časy operací na PM3, vlastní zpracování

	Operace	Čas pracovníka	Strojní čas	Celkem operátor	Na kus
	PM3- L/P	Vyjme svařený rámeček	1,7s	11,7s	17s
Vyhodí "výlupek"					
Založí rámeček		3,4s			
Založí fólii					
Zmáčkne start					
Přejde ke stolu a čistí hranu		1,8s			
Položí svařený rámeček na stůl					
Uchopí a namaže krytku		3s			
Vloží krytku					
Uchopí pružinu		2,5s			
Nasadí pružinu do drážky					
Odloží krycí papírek		3s			
Uchopí zrcátko					
Usadí zrcátko					
Zkontroluje posuv krytky		2,1s			
Odloží komplet rámečku					
Přechod ke stroji		5,6s			

Po změření jednotlivých operací, celkový čas výroby pracovníka na pracovišti PM3 je 17s. V průběhu tohoto měření jsme si všimli, že pracovníci při posledním přechodu ke stroji mají velké prostoje, jelikož vždy čekají na stroj, než dokončí svou operaci. Ta stroji zabere pro levou a pravou sluneční clonu 23,4s. Délka čekání jednoho pracovníka je cca 6,4s, při počtu

dvou pracovníků na pracovišti to znamená prostoj v jednom pracovním cyklu 12,8s. Tento prostoj je tedy o 1.1s delší než je vůbec strojní čas svařovačky. V tomto bodě je tedy shledán případný prostor pro zlepšení procesu.

Tabulka 5 Časy operací na PM4-L, vlastní zpracování

	Operace	Čas pracovníka	Celkem operátor	Na kus
PM4-L	Položí si EPP na stůl	1s	15,6s	7,8s
	Vloží rámeček	6,3s		
	Otočí kus			
	Položí na stůl			
	Vloží výztuhu	3,5s		
	Uchopí páku	4,2s		
	Přítlačí páku a zacvakne výztuhu			
	Uchopí lepidlo			
	Aplikuje lepidlo do dvou děr			
	Odloží lepidlo	2,3s		
	Zkontroluje funkci kontaktu			
	Odloží clonu na stůl	1,7s		

Celkový čas operace jednoho pracovníka na pracovišti PM4-L je 15,6s. Při pozorování pracovníka, vznikla otázka, zda je vůbec v budoucnu potřeba vykonávat kontrolu funkci kontaktu, jelikož v něm nebyl spatřen požadovaný efekt a pracovníka stojí drahocenný čas.

Na pracovišti PM4-P je rozdíl v tom, že se zde neaplikuje lepidlo a tudíž i celkový čas pracovníka je 12,6s



Tabulka 6 Časy operací na PM4-P, vlastní zpracování

PM4-P	Operace	Čas pracovníka	Celkem operátor	Na kus
	Položí si EPP na stůl	1s	12,6s	6,3s
	Vloží rámeček	6,3s		
	Otočí kus			
	Položí na stůl			
	Vloží výztuhu	3,5s		
	Uchopí páku	2,3s		
	Zkontroluje funkci kontaktu			
	Odloží clonu na stůl			

Při pozorování bylo zaznamenáno několik druhů plýtvání na jednotlivých pracovištích.

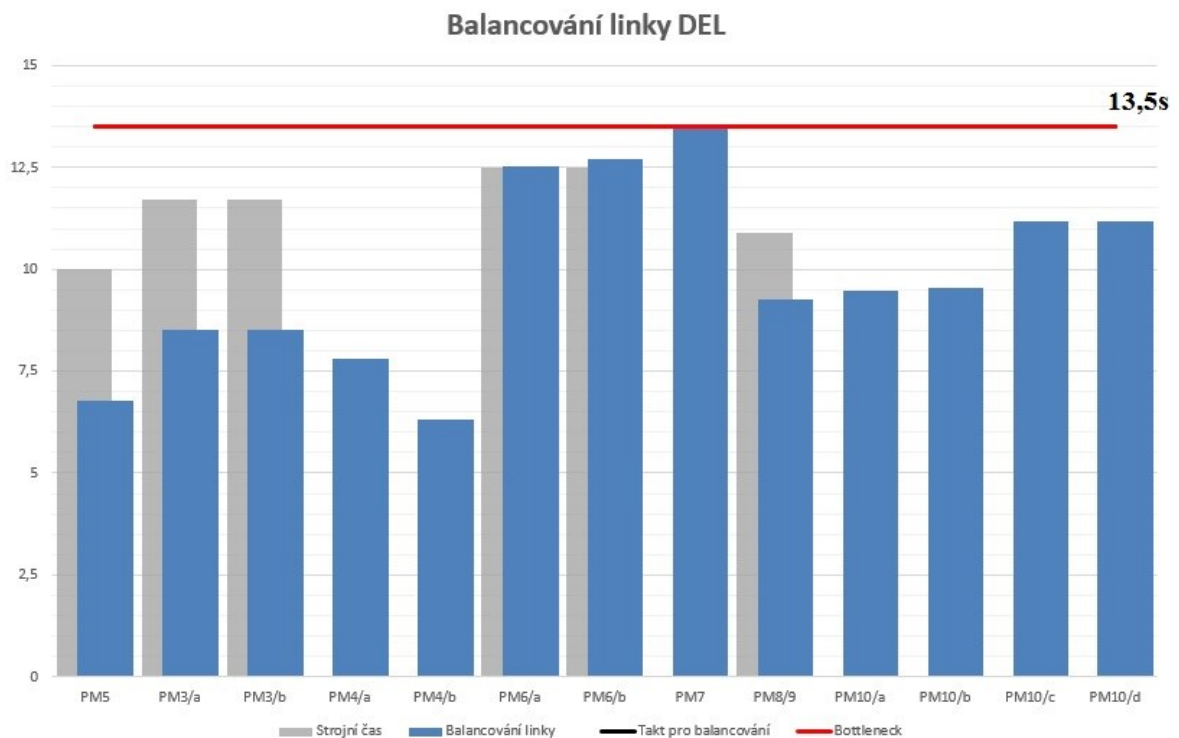
PM3:

- Pokrýt pracovní plochu silikonem proti pohybu clony při práci.
- Při hromadění clon, můžou spadnou na zem, clony pracovník odkládá daleko.
- Poličky na materiál jsou zbytečně vysoko.

PM4:

- Pro rámeček si pracovník chodí ke stolu nad dopravník, bylo by vhodnější rámeček přisunovat k ruce v pracovní výšce
- Rozebírání paklu výztuh je zdlouhavé díky obtížnému trhání papírové pásky.

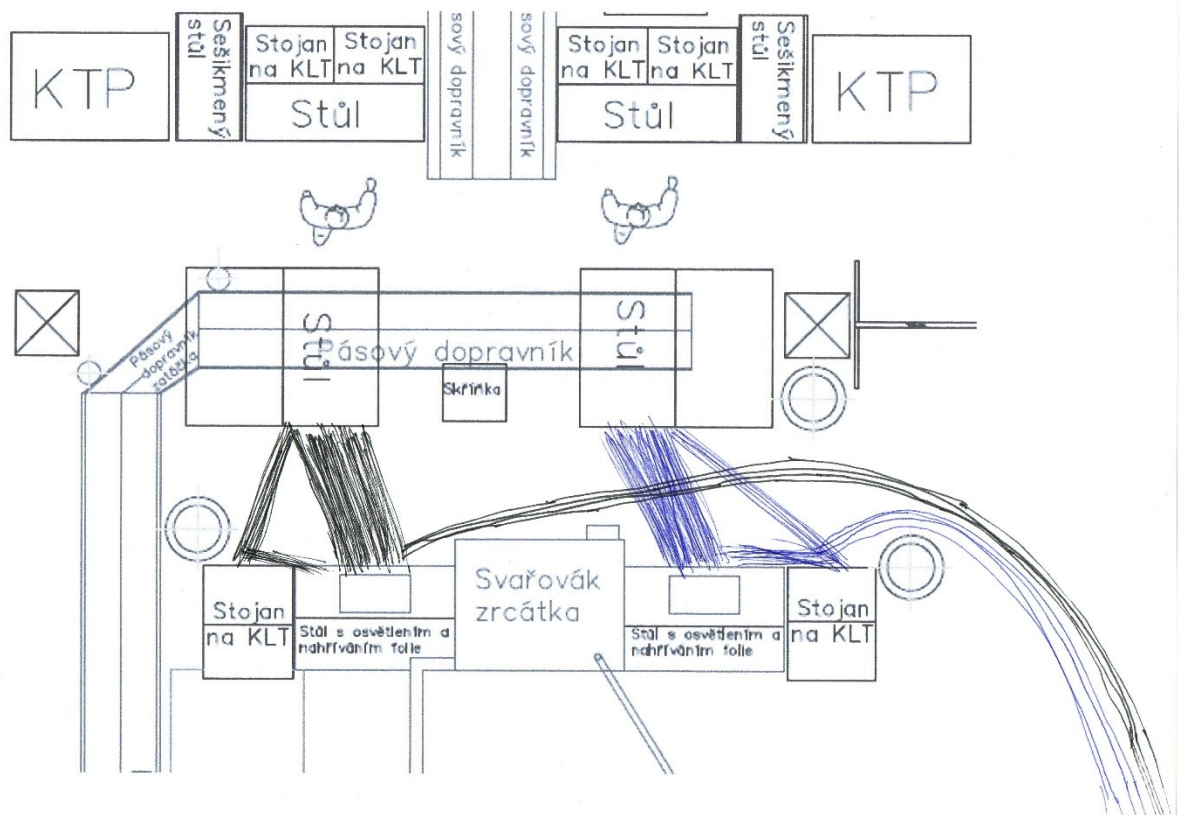
## 11.2 Balancování linky



*Graf 2 Původní balancování linky DEL, vlastní zpracování*

V rámci projektového týmu byl sestaven graf balancování celé výrobní linky DEL, pro účely této diplomové práce budou použity data pouze pro pracoviště PM3 a PM4. Důvod volby těchto pracovišť a ne pracoviště PM7, které, jak je z grafu patrné, je úzkým místem, je především to, že v případě pracoviště PM7, by bylo velmi obtížné, v rámci zachování perfektní kvality ořezu tento proces zrychlit. Dalším důvodem je také pracoviště PM6, kde na kruhové svářečce je dlouhý strojní čas, který vzhledem k technologickému postupu také nelze nijak zkrátit. Tudíž efektivní zlepšení pracoviště PM7 by bylo pouze o 0,9s, jelikož to je rozdíl mezi strojním časem PM6 a dobou ořezu. Jako vhodná varianta pro zlepšení se tedy jeví pracoviště PM3 a PM4, které při pohledu na graf je jasně patrné, že mají velké rezervy do naplnění výrobního taktu. Také je zde jasně vidět, jak strojní čas je delší než operační čas pracovníka při výrobě jednoho kusu výrobku. Prostor pro zlepšení procesu a přiblížení se k taktu linky a eliminace prostojů, je zde největší.

## 12 SPAGHETTI DIAGRAM



Obrázek 30 Spaghetti diagram pracovníku na PM3, vlastní zpracování

Na obrázku výše (obr. 31) je v layoutu pracoviště znázorněn pohyb dvou pracovníků na pracovišti PM3. Nejfrekventovanější pohyb pracovníka směřoval od svařovacího stroje ke stolu naproti, kam přenášel svařené rámečky. Dále se pracovník pohyboval ke stojanu na KLT, odkud si bral materiál do zásobníku, který má u stroje, aby mohl pokračovat v práci.

Pracovníci jak na levé, tak i pravé straně stroje vykonali za dobu pozorování téměř identické pohyby. Pracovníci za celou dobu pozorování opustili pracoviště pouze, když měli přestávku a šli se občerstvit nebo na toaletu.

### Zjištěné nedostatky

Při pozorování pracovníků na pracovišti PM3, byly identifikovány některé nedostatky jako:

- Absence standardů, vizualizace
- Nepořádek na pracovišti – zbytky folie po svařování, rozsypané pružiny krytky atd.
- Nečinnost

### 13 VSM – HODNOTOVÁ MAPA SOUČASNÉHO STAVU

Mapování hodnotového, neboli Value Stream Mapping - VSM, je jednou z metod, která nám pomáhá detailně porozumět celému výrobnímu procesu. Sestavení mapy současného stavu nám v budoucnu bude podkladem pro identifikaci plýtvání a návrhu zlepšení.

Při sestavování VSM současného stavu bylo potřeba sledovat materiálový tok, který se udál přímo ve výrobě. Při mapování se drželo pravidla, že mapování se provádí proti směru materiálového toku. Začínalo se tedy u expedice a postupně se postupovalo až k začátku celého procesu a to objednávky materiálu u dodavatele.

VSM současného stavu popisuje veškeré procesy, které probíhají ve výrobě a následně je z něj možné vyčíst tyto informace:

- Čas jednotlivých operací, cyklový čas
- Tok dokumentů
- Název procesu
- Odpovědný pracovník
- Příležitosti ke zlepšení

Při zpracovávání mapy hodnotového toku se vycházelo z informací, které byly poskytnuty zaměstnanci. Informace, které nebylo možné nikde získat, byly změřeny přímo ve výrobě, jednalo se především o časy jednotlivých operací a prostojů. Jako další podklady sloužily dokumenty týkající se informací o dodavatelích, formy objednávek materiálu a také způsob řízení a plánování výroby.

Velmi důležitou součástí mapování hodnotového toku je informační tok, ten je znázorněn ve vrchní části VSM (obr. 35). Jedná se především o znázornění plánování a řízení výroby, dodavatele materiálu nebo zákazník. V další části jsou zobrazení pracovníci, kteří zodpovídají za jednotlivé operace, které hrají důležitou roli v celém procesu.

Ve spodní části mapy VSM jsou popsány jednotlivé operace, kterými výrobek prochází. Jedná se o tzv. VA linku, která znázorňuje časy přidávající hodnotu, jakožto cyklové časy a časy, které žádnou hodnotu nepřidávají, jedná se zejména o výši zásob přepočítanou na dny a minuty. Dále jsou zde zobrazeny vypočítané hodnoty, které podávají věrohodný pohled na výsledky této analýzy a hodnotí tak celkový výrobní proces z pohledu parametru průběžné doby výroby a indexu přidané hodnoty.

V mapě VSM jsou také zaznamenány poznatky z průběhu mapování, v podobě příležitosti ke zlepšení procesu, které mohou být v budoucnu využity.

### 13.1 Průběžná doba výroby

Jedná se o dobu, která je mezi příjmem objednávky od zákazníka až po její expedici k němu. Průběžná doba výroby je součet časů přidávajících a nepřidávajících hodnotu spolu s dobou plýtvání jako je skladování a manipulace.

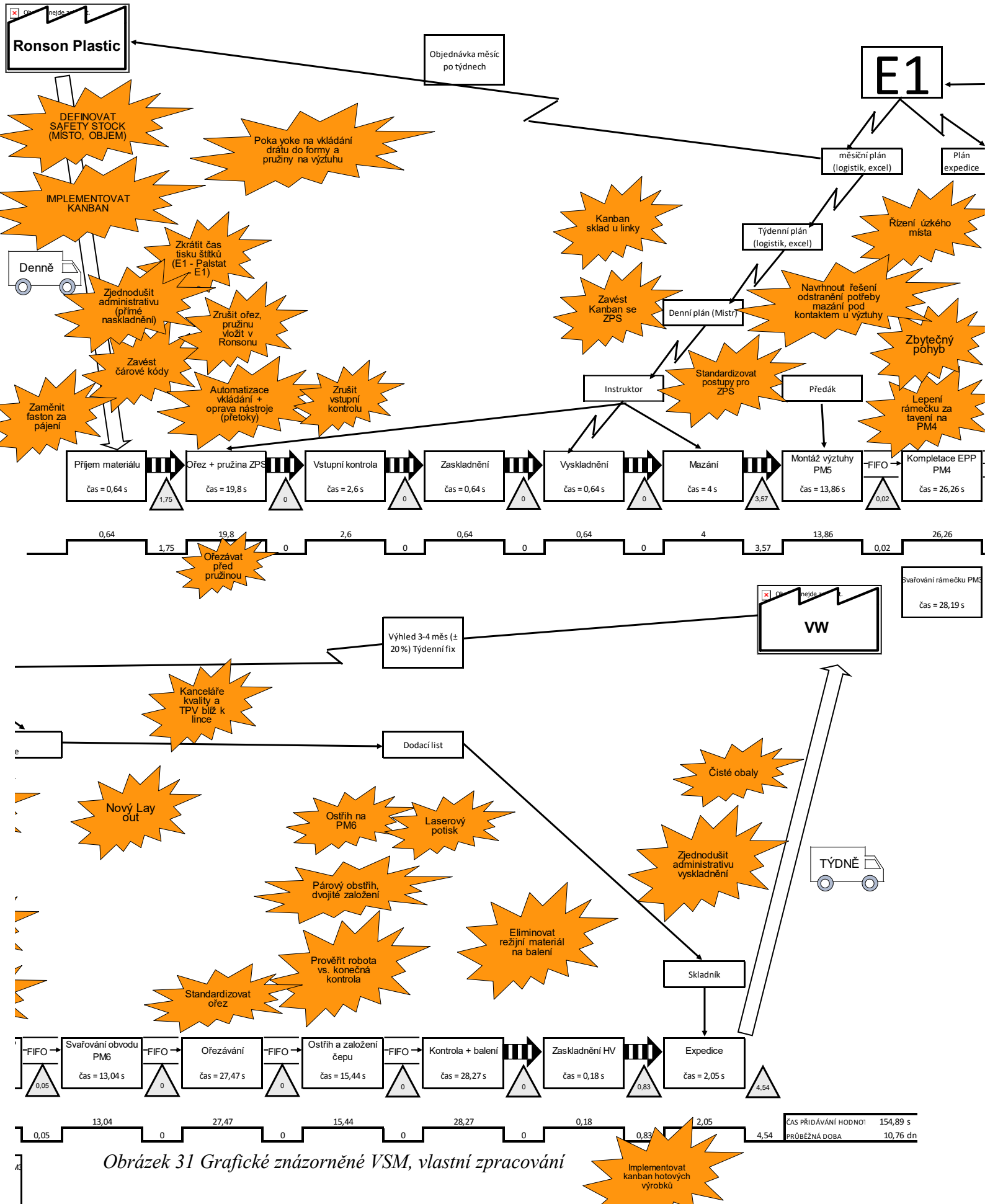
$$PDV = 0,0017927 + 10,76 = 10,7618 \text{ dne}$$

### 13.2 Index přidané hodnoty

VA index vyjadřuje procentuálně kolik a jaký podíl mají procesy přidávající hodnotu v poměru s těmi, které hodnotu nepřidávají.

$$VA \text{ index} = \frac{0,0017927}{10,76} * 100 = 0.0167\%$$

Doba přidávající přidanou hodnotu výrobku tvoří pouze 0.0167% z celého času výroby. 99.983% času je plýtvání nepřinášející žádnou přidanou hodnotu.



Obrázek 31 Grafické znázornění VSM, vlastní zpracování

## 14 PROJEKTOVÁ ČÁST

V této části definuji svou projektovou část diplomové práce, jako jsou hlavní cíle projektu a jednotlivé dílčí cíle. Pro analýzu projektu bylo využito několik základních metod jako je SWOT analýza, která podá komplexní pohled na projekt. Dále byl zpracován logický rámec, ve kterém jsou definovány jednotlivé cíle projektu a v neposlední řadě také riziková analýza RIPRAN. V druhé polovině projektové části jsou specifikované návrhy řešení, jejímž cílem je zefektivnění výroby na výrobní lince DEL a vytvoření úspory pro společnost.

Z důvodu citlivosti dat vybrané společnosti byl zvolen jednotný koeficient, kterým byla v této práci všechna poskytnutá data upravena. Originální data jsou skryta, avšak vypovídající hodnota upravených dat je zachována.

### 14.1 Popis projektu

**Název projektu:** Projekt racionalizace výrobní linky DEL, za využití nástrojů štíhlé výroby

**Cíl projektu:** Zefektivnění výrobních procesů na vybrané výrobní lince.

**Projektový tým:** 4 členové

**Dílčí cíle projektu:**

1. Analyzovat současný stav výrobního procesu výrobní linky.
2. Navrhnout možná řešení pro efektivnější výrobu na výrobní lince.

### Východiska pro zpracování projektu

Pro zpracování projektu bylo jako základní metoda zvoleno přímé měření práce snímkem pracovního dne a dále balancování linky, čímž se identifikovalo slabé místo ve výrobě. Pro zefektivnění slabého místa byl vytvořen nový layout pracoviště.

### 14.2 SWOT analýza projektu

Jednou z metod strategické analýzy je SWOT analýza, díky které můžeme jednoduše vyhodnotit získané poznatky, které dále využijeme ve strategickém rozvoji společnosti.

SWOT analýza se dělí na 4 základní části a to na silné stránky (Strengths), slabé stránky (Weaknesses), příležitosti (Opportunities) a hrozby (Threats). V následující tabulce je zpracována SWOT analýza na projekt, kdy ke každému poznatku je připsáno % v jakém může nastat.

Tabulka 7 SWOT analýza projektu, vlastní zpracování

Silné stránky		Slabé stránky	
Spolupráce se zaměstnanci	35%	Časová náročnost sběru dat	35%
Ochota při poskytování dat	20%	Chybějící zkušenosti s danou problematikou	25%
Nová linka	25%	Neochota mistrů	20%
Podpora oddělení PI	20%	Tok materiálu ve výrobě	20%
Příležitosti		Hrozby	
Návrh nového Layoutu	30%	Neuskutečnění realizace projektu	30%
Jednodušší manipulace s výrobkem	25%	Návrh špatného řešení	20%
Přehlednost pracoviště	25%	Nespokojenost společnosti	30%
Zlepšení pracovních podmínek	20%	Zaměstnanci nebudou návrh respektovat	20%

#### 14.2.1 Silné stránky

Mezi silné stránky projektu patří zejména spolupráce se zaměstnanci, kteří se aktivně podílejí na zlepšování pracoviště a jsou otevření změnám, pokud povedou ke zlepšení výrobního procesu. Ve společnosti je nastaven program odměn pro pracovníky, kteří přinesou nové návrhy jak zlepšit procesy, což je pro ně motivující. Velmi důležité je také poskytnutí dat přímo společností, kdy se jedná např. o stávající layout pracoviště, zmetkovitost a počty vyrobených kusů za směnu. Silnou stránkou je fakt, že výrobní linka je nová, tudíž jsou zde již využity moderní technologie, a případné návrhy zlepšení budou lépe realizovatelné, než u staré linky. V neposlední řadě je velmi silnou stránkou podpora oddělení zlepšování procesů společnosti.



### 14.2.2 Slabé stránky

Nejslabší stránkou je časová náročnost sběru dat, i přesto, že společnost některé data poskytla, tak pro návrh zlepšení je potřeba mnoho dat nasbírat vlastním pozorováním a měřením, což je časově velmi náročné. S tím souvisí další slabá stránka a to taková, že s daným měřením a problematikou máme málo zkušeností. Neochota mistrů ke spolupráci, která může být spojena s časovým vytížením mistra. Poslední slabou stránkou je tok materiálu ve výrobě, kdy zejména v počátečních operacích výrobní linky není nachystaný dostatek materiálu.

### 14.2.3 Příležitosti

Jako příležitost se jeví návrh nové layoutu pro pracoviště 3 a s tím související také zjednodušení manipulace s výrobkem. Pro zlepšení pracovních podmínek je příležitostí více zpřehlednit dané pracoviště.

### 14.2.4 Hrozby

Největší hrozbou projektu je jeho následné neuskutečnění ve společnosti, a tím ztráta času, který mu byl věnován. Další hrozbou může být návrh špatného řešení, které povede k nespokojenosti společnosti a tím se zpátky vrátí k první hrozbě a projekt nebude realizován. V případě realizace projektu je hrozbou, že pracovníci tento návrh změny nebudou respektovat a nebudou podle něj pracovat.

## 14.3 Logický rámec

Logický rámec je metoda, která je využívána pro stručný, přehledný a srozumitelný popis projektu na 1 list. Používá se v předprojektové fázi a slouží jako nástroj pro plánování, návrh a také pro vyhodnocení projektu.

Tabulka 8 Logický rámec, vlastní zpracování

Strom cílů	Objektivně ověřitelné informace	Zdroje informací	Předpoklady a rizika
<b>Hlavní cíle</b>			<b>Neochota zaměstnanců a společnosti, časový skluz a nedostatek informací</b>
Racionalizace výrobní linky DEL	Zefektivnění pracoviště PM3 a PM4	MOST, VSM, Balancování	
<b>Projektové cíle</b>			
Návrh nového Layoutu pracoviště	Zrychlení o 20%	Analýza procesu	
Zlepšení manipulace s výrobkem	Zkrácení manipulace o 15%	Analýza procesu	
Maximalizovat kapacitu pracovišť	Analýza pracoviště	Plán výroby	
<b>Aktivity</b>	<b>Prostředky</b>	<b>Harmonogram</b>	
Seznámení se společností	Vedoucí oddělení PI	Červenec 2016	
Sestavení projektové týmu	Sponzor	Červenec 2016	
Vybrání analyzovaného výrobku	Tým/sponzor	Červenec 2016	
Balancování linky	Tým	Srpen 2016	
Snímek pracovního dne	Kamera, stopky	Srpen 2016	
Spaghetti diagram	layout, PC	Září 2016	
VSM	Zaměstnanci, Tým	Září 2016	
Analýza příčin jednotlivých problémů linky	VSM, snímek prac. dne, spaghetti diagram, tým	Září/říjen 2016	

Implementace zlepšení	Projektový tým	Říjen 2016 - Únor 2017	
Zaškolení zaměstnanců	Projektový tým	Únor - Březen 2017	

Tabulka 9 Riziková analýza RIPRAN, zdroj: Vlastní zpracování

ID	Hrozba	Scénář	Prav. Hrozby	Prav. Scénáře	Dopad	Hodnota rizika	Opatření
1	Nezájem ze strany vedení společnosti	Práce s nepravdivými informacemi	30%	60%	SD	MHR	Akceptace
		Ohrožení realizace projektu		99%	VD	VHR	Jasně definování cíle před zahájením projektu Udržování komunikace s vedením společnosti
2	Neochota zaměstnanců přijmout nové řešení	Nedodržování standardů	55%	40%	SD	SHR	Kontrolo dodržování standardů, motivace pracovníků
		Ohrožení spolupráce se společnostmi		40%	SD	SHR	Připravit zainteresované osoby na plánovanou změnu
3	Chybné vyhodnocení dat	Zkreslené údaje a nesprávná interpretace výsledků	30%	75%	VD	VHR	Systematická kontrola údajů
4	Navržená opatření nepovedou k zlepšení	Nedojde ke zlepšení procesu	30%	90%	VD	VHR	Průběžná kontrola se zadáním
		Nenaplnění cíle DP		85%	VD	VRH	Průběžná kontrola se zadáním
5	Nedostatečná znalost řešené problematiky	Nenaplnění cíle DP	30%	35%	SD	MHR	Akceptace

6	Nedodržení časového harmonogramu	Ohrožení naplnění všech dílčích cílů DP	65%	80%	VD	VHR	Pravidelná kontrola časového harmonogramu
7	Velký rozsah zkoumané oblasti	Nenaplnění všech dílčích cílů DP	35%	65%	VD	VRH	Konzultace rozsahu s vedoucí DP před zahájením projektu
8	Jeden z členů týmu nespolupracuje	Ovlivnění aktivity ostatních členů týmu	20%	85%	VD	SHR	Zdůraznit důležitost projektu pro společnost

Tabulka 10 Vysvětlivky, vlastní zpracování

Pravděpodobnost		Dopad		Hodnota rizika	
Vysoká	VP	Velký	VD	Vysoká	VHR
Střední	SP	Střední	SD	Střední	SHR
Nízká	NP	Malý	MD	Nízká	NHR

#### 14.4 RIPRAN

Na základně metody analýzy rizik RIPRAN je nutné vyhodnotit rizika, která mohou být s realizací projektu spojena. Výsledky jsou vyobrazeny v tabulce 5 a v tabulce 6 jsou vysvětlivky ke zkratkám, které jsou v rizikové analýze použity. Celková pravděpodobnost daného rizika je složena z pravděpodobnosti vzniku hrozby a následné pravděpodobnosti scénáře. Jako největší riziko, vychází neochota pracovníků spolupracovat na změnách, i přesto, že jsou pracovníci na této lince ke změnám otevřeni, může se stát, že navrhované řešení se jim nebude líbit a nebudou se tedy podle něj řídit a to by mohlo mít katastrofické následky pro realizaci a prezentaci tohoto projektu před vedením společnosti.

### 14.5 Časový Harmonogram

rok	měsíc	kalendářní týden	2016/2017																																						
			7			8			9			10			11			12			1			2			3														
			27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
KROKY - POPS			ZODPOVÍDÁ																																						
<b>Nominace vedoucího projektu</b> - téma řešení, popis projektu, potenciál úspěš. Rozsah, vstupy/výstupy			Promotor/Sponzor																																						
<b>DEFINOVÁNÍ</b> - stanovení měřitelných cílů projektu, časový plán, mílnky			tým/sponzor																																						
<b>MĚŘENÍ</b> - získání vstupních údajů			tým																																						
<b>ANALYZOVÁNÍ (např. metodou SIPOC)</b> - analýza získaných dat. Kdo je zákazník, dodavatel, vstupy a výstupy. Určení kořenové příčiny problému.			tým																																						
<b>Obhajoba</b> potvrzení sponzora a ekonoma OZ, prezentace Steering týmu - Radě ředitelů			tým																																						
<b>ZLEPŠOVÁNÍ</b> - fáze implementace zvolené metody zlepšování procesu			tým																																						
<b>ŘÍZENÍ</b> - fáze udržení zavedených zlepšení			tým																																						
<b>Sumarizace a prezentace výšedků</b> - AS Report			tým																																						

Obrázek 32 Časový harmonogram, vlastní zpracování

## 15 REALIZACE PROJEKTU

Projekt byl realizován od července roku 2016, kdy byl sestaven tým a definován projekt, následně v srpnu probíhalo měření současného stavu výroby a v září se získané data z měření analyzovaly. Od října roku 2016 do února 2017 probíhaly operace, které sloužily k optimalizaci výrobní linky DEL. Tyto operace budou popsány v následujících kapitolách

### 15.1 Návrh změny layoutu

Po detailnější analýze pracovišť PM3 a PM4, byly v týmu návrhy na přestavění layoutu těchto pracovišť. Vzhledem k tomu, že stroj na pracovišti PM3 obsluhují dva pracovníci, přičemž jejich prostoje v jednom pracovním cyklu byly delší, než je strojní čas svářečky. Došlo se k závěru, že by bylo možné jednoho pracovníka z tohoto pracoviště odebrat. K tomuto kroku bylo však nutné předělat layout pracoviště, aby bylo přizpůsobeno pouze pro jednoho pracovníka.

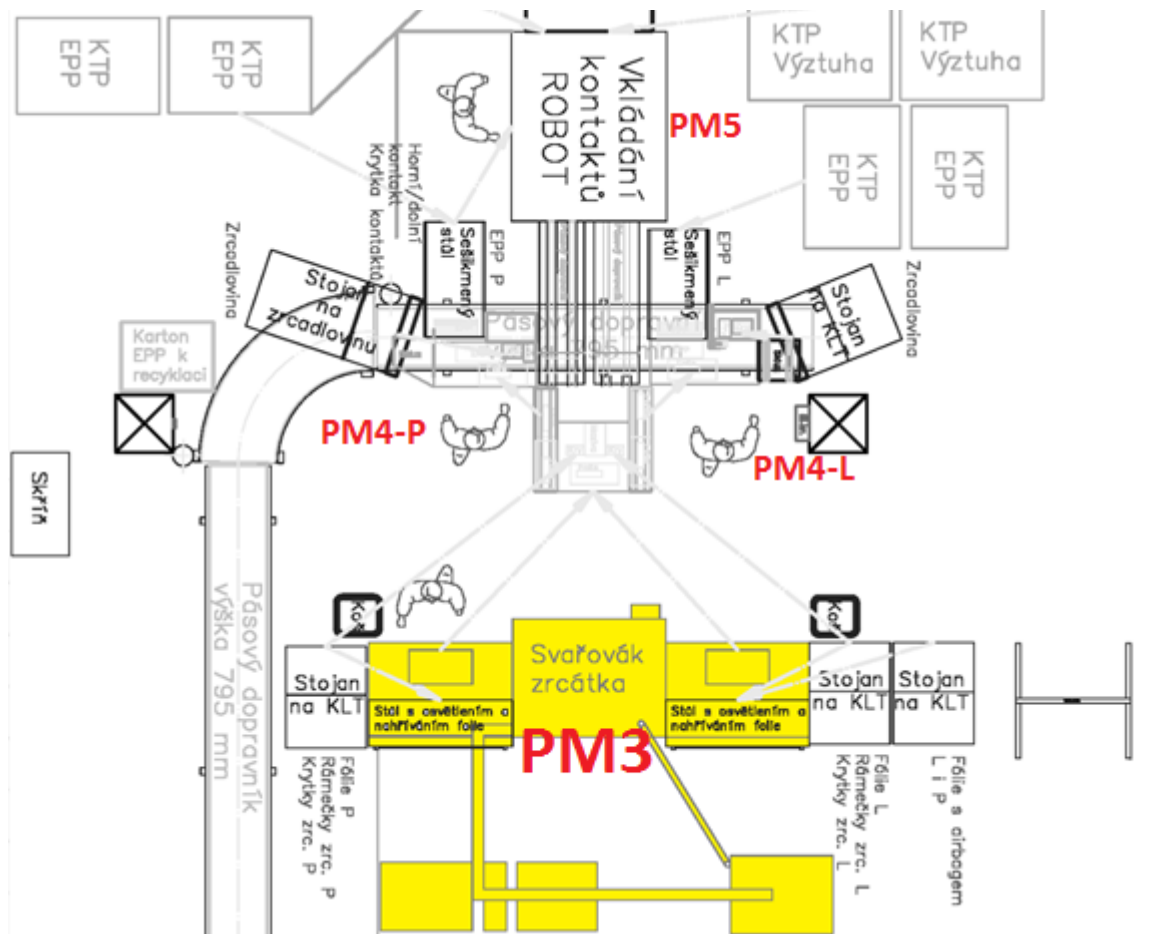
Na základě sestavené DMAIC metodě bylo sestaveno několik variant návrhů, u kterých byly vyčísleny náklady na realizaci. Následně se sestavila tabulka, kde byly rozepsány požadavky jako BOZP, náklady, takt, balance index a úspora místa, ke každému byly podle varianty připsány body podle toho, jak která varianta vyhovovala či nevyhovovala danému požadavku. Po sestavení této tabulky byla vybrána varianta, která dosáhla největšího skóre.

Ve vybrané variantě bylo navrženo přiblížení pracovišť PM3 a PM4. Toho bylo docíleno odstraněním stolu, který tyto dvě pracoviště rozdělával. Místo něj se vytvoří speciální stůl mezi pracovníky PM4, který budou mít hned po ruce a nemusí k němu chodit, jak tomu bylo u starého layoutu. S tím bylo také nutné prodloužit dopravník, který se teď nachází přímo pod pracovištěm PM4. Zkompletované sluneční clony tedy pracovník jen položí na dopravník, který je nyní pod stolem a ten sluneční clonu odveze k dalším pracovištím.

Po přiblížení pracovišť PM3 a PM4 vznikl prostor mezi pracovištěm PM5, které dodávalo zkompletované výztuhy pracovišti PM4 a tudíž bylo nutné jej posunout blíže k pracovišti PM4, aby byla zajištěna bezproblémová funkce dopravníku, který dodává zkompletované výztuhy.

V novém návrhu layoutu pracoviště je také navrženo jiné zásobování pracoviště PM4 EPP vložkami. Vzhledem k posunutí pracoviště brání nyní sloup tomu, aby si pracovníci mohli pro tyto vložky zajít. Nyní tuto činnost bude vykonávat pracovník z pracoviště PM5, který

má pohodlný přístup k zešíkmeným stolům, ze kterých si berou EPP vložky pracovníci z PM4.



Obrázek 33 Návrh nové layoutu pracoviště, materiál vybrané společnosti

Největší změna je však navrhnutá u pracoviště PM3 svařování rámečků. V původní verzi layoutu zde pracovali 2 pracovníci, každý na jedné straně stroje. V nové verzi, jak je vidět na obrázku výše (obr. 36), je nyní pracovník pouze jeden. Ten teď obsluhuje obě strany stroje.

Nový pracovní postup na pracovišti PM3 vypadá nyní následovně:

1. Pracovník přijde k levé straně svařováků a vyjme svařený rámeček.
2. Odloží svařený rámeček stranou a vyhodí výlupek.
3. Uchopí rámeček a založí do stroje.
4. Uchopí fólii a založí do stroje.
5. Zmáčkne start.
6. Uchopí svařený rámeček, přejde ke stolu a čistí hranu.
7. Zkontroluje svařený rámeček.



8. Uchopí a namaže krytku.
9. Vloží krytku a odloží svařený rámeček.

Poté co pracovník odloží svařený rámeček, tak se celý postup opakuje i na pravé straně stroje.

Další výraznou změnou je odstranění stolu mezi pracovišti a nahrazení stolem, který bude uprostřed cesty pracovníka při přechodu z jedné strany stroje na druhou. Součástí stolku by byla zešíkmená válečková trať pro svařené rámečky, které by automaticky sjížděly přímo k ruce pracovníka PM4, ten by si je z této tratě bral a následně kompletoval sluneční clonu.

Oproti původnímu pracovnímu postupu, nyní přibýly některé operace, které původně byly prováděny na pracovišti PM3. Nový pracovní postup pracoviště PM4:

1. Uchopí krycí papírek ze zrcátka a odloží
2. Uchopí svařený rámeček z dopravníku a položí na stůl
3. Uchopí pružinku a založí
4. Uchopí zrcátko a založí
5. Zkontroluje posuv krytky
6. Uchopí EPP a položí na stůl
7. Založí svařený rámeček do EPP
8. Odloží komplet na stůl
9. Uchopí výztuhu a založí
10. Zacvakne kontakt
11. Uchopí lepidlo
12. Aplikuje lepidlo
13. Odloží lepidlo
14. Uchopí vrchní EPP a spojí
15. Očistí povrch SC
16. Odloží SC na dopravník

Na pracovišti PM4, jak již bylo psáno, je největší změna umístění dopravníku přímo pod stoly pracovníků a ti tudíž již nemusí nikam chodit pro odeslání zkompletované sluneční clony na další pracoviště. Dále je nové rozmístění zešíkmených stolů na EPP vložky, které jsou nyní blíže k dopravníku zkompletovaných výztuh a pracovník má tak vše na dosah ruky. Poslední změnou je přiblížení stojanů na KLT a zrcadlovinu šikmo k pracovišti, pro minimalizaci vzdálenosti od pracovníka.

## 15.2 Realizace změny layoutu

Po schválení návrhu nového layoutu sponzorem projektu následovala jeho realizace. Bylo rozhodnuto, že se použije trubkový stavebnicový systém pro sestavení nových věcí. Trubkový systém byl zvolen z důvodu ceny a jednoduchého sestavení podle potřeb pracoviště přímo na místě. Celá realizace úpravy pracoviště byla rozplánována na 2 týdny a probíhala vždy v pátek a druhý týden také v sobotu, kdy byl zásah do výroby minimální.

Realizace byla rozdělena na dílčí úkoly a probíhala následovně.

První týden:

1. Sestavení stolu
2. Sestavení stojanu 2x
3. Sestavení 2ks košů
4. Výroba rámu pod válečkovou trať
5. Zásobník pro EPP vložky

V prvním týdnu byl podle nového návrhu layoutu pracoviště sestaven stůl, stojany, koše atd., avšak ještě nebyly do výroby implementovány.

Druhý týden:

1. Posunutí pásového dopravník
2. Zvednutí dopravníku
3. Posunutí pracovišť PM4 a PM5
4. Nové nádoby na mazivo, pružinky krytky
5. Stojánek na lepidlo

Finální úprava byla naplánována na druhý týden v pátek a byla nazvána jako „den D“. Celkově úprava zabrala pátek i sobotu, jelikož přestavba a zprovoznění nově rozvržené linky je náročný proces. Po úspěšném přestavení a zprovoznění pracoviště následovalo zaškolení a seznámení pracovníků s novým pracovištěm. Nějakou dobu po spuštění linky probíhalo její pozorování a zlepšování procesů, aby vše na lince fungovalo bez problémů.



*Obrázek 34 Nový stůl na vkládání zrcátka a krytky, vlastní zpracování*

Na obrázku výše (Obr. 35) je vidět nově sestavený stolek, na kterém pracovnice z PM3 vkládá krytku do svařeného rámečku.

Na dalším obrázku (Obr. 36) je nová válečková trať, po které jsou dopravovány svařené rámečky přímo k rukám pracovníku na PM4. Ti je mají teď v ergonomické výšce přímo u ruky a nemusí si pro svařené rámečky nikam chodit. Celkově byl pohyb pracovníků na PM4 minimalizován, vše co potřebují tak mají nově na dosah ruky a nemusí se starat ani o zásobování pracoviště novým materiálem, protože to má nově na starosti pracovník z PM5. Ten dodává na pracoviště hlavně EPP vložky, ke kterým se kvůli sloupu a posunutému pásovému dopravníku nemůžou dostat. KTP boxy jsou tedy umístěny blíže k pracovišti PM5, aby je měl pracovník po ruce a mohl plynule zásobovat pracoviště PM4 a přitom stíhal také kompletovat výztuhy na svém pracovišti.

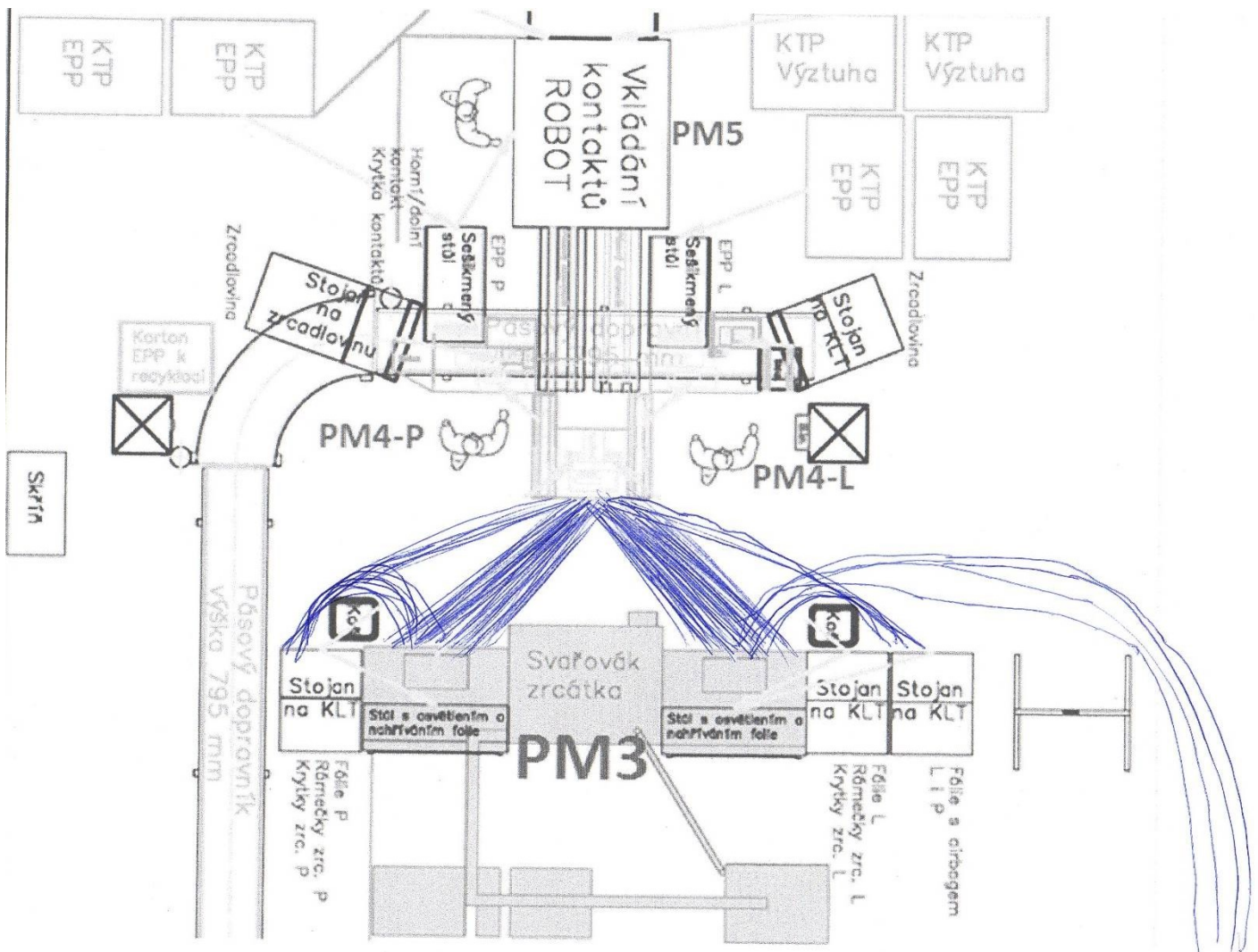


*Obrázek 35 Válečková trať, vlastní zpracování*

### 15.3 Spaghetti diagram

Na obrázku níže (obr. 37) je v novém layoutu pracoviště znázorněn pohyb pracovníka na pracovišti PM3. Vzhledem k absenci druhého pracovníka, který byl v původním layoutu, se nově pracovník nachodí více. Nejfrekventovanější cesta je od stroje ke stolu a od stolu ke stroji, jelikož nově pracovník obsluhuje obě strany stroje. Při poklesu zásob materiálu u stroje se po cestě od stolu ke stroji pro něj zastavil u stojanu na KLT boxy a zásobu si doplnil. Pracovník opustil pracoviště pouze dvakrát a to když odešel při přestávkách.

Pracovník neměl při pozorování žádný problém se stíháním obsluhy obou stran stroje. Oproti původnímu pracovnímu postupu mu také ubyly některé činnosti, které nově za něj vykonávají pracovníci na pracovišti PM4.



Obrázek 36 Spaghetti diagram pracovníka na PM3 v novém layoutu, vlastní zpracování

## 15.4 Balancování linky

Po zavedení nového layoutu pracoviště, byly naměřeny nové časy jednotlivých operací. Využitelný časový fond za směnu je 440 minut nově s celkem 12 pracovníky na lince. Takt výrobní linky byl vypočten na 14,3s. Za směnu by se mělo vyrobit, podle nového taktu výroby, 1846 ks výrobků. Což je oproti původnímu stavu 1955 ks za směnu méně, ale při přepočtu výrobků na jednotlivé pracovníky, nově vychází parciální produktivita na pracovníka 154 ks. To je 4 ks více oproti původním 150 ks. Za směnu se tak jedná o 48ks, denně o 144ks a měsíčně o 2784ks. Zvýšený takt výrobní linky nevedí, jelikož stále plní požadavky zákazníka.

Tabulka 11 Nové časy operací na PM3, vlastní zpracování

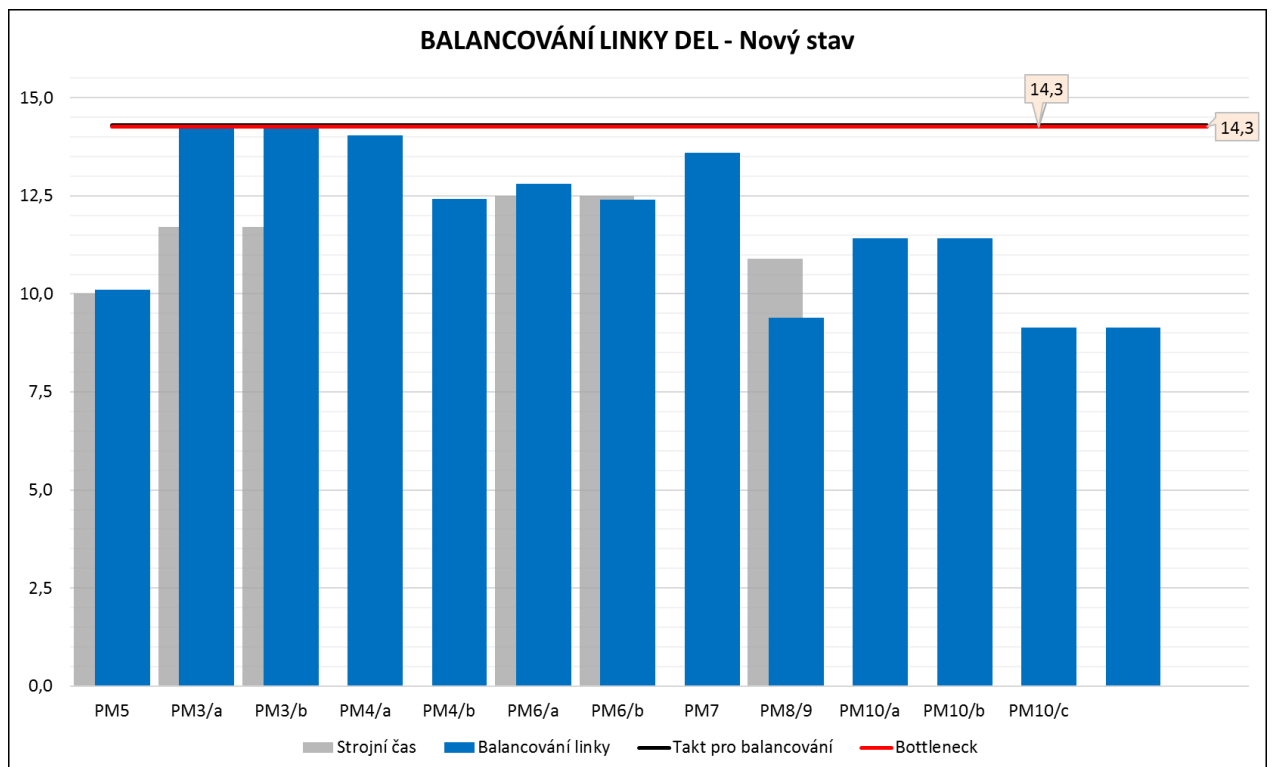
	Operace	Čas pracovníka	Strojní čas	Celkem operátor	Na kus
PM3- L/P	Přijde ke svařováku a vyjme svařený rámeček	2,2s	11,7s	14,3s	14,3s
	Odloží svařený rámeček stranou a vyhodí výlupek				
	Uchopí rámeček a založí do stroje	4,3s			
	Uchopí fólii a založí do stroje				
	Zmáčkne start	1,1			
	Uchopí svařený rámeček, přejde ke stolu a čistí hranu	1,8			
	Zkontroluje svařený rámeček	1,7			
	Uchopí a namaže krytku	3,2			
	Vloží krytku a odloží svařený rámeček				

Po odebrání pracovníka z pracoviště PM3 se čas operátora snížil ze 17s na 14,3s, avšak vzrostl celkový čas na jeden kus, který je nyní také 14,3s. Pracovník však nemá již žádné prostoje a nedochází tak k plýtvání.

Tabulka 12 Časy operací na PM4-L, vlastní zpracování

PM4-L	Operace	Čas pracovníka	Celkem operátor	Na kus
	Uchopí krycí papírek ze zrcátka a odloží	1,4s	28,1s	14s
	Uchopí svařený rámeček z dopravníku a položí na stůl	5,8s		
	Uchopí pružinku a založí			
	Uchopí zrcátko a založí			
	Zkontroluje posuv krytky	2,5s		
	Uchopí EPP a položí na stůl	6,1s		
	Založí svařený rámeček do EPP			
	Odloží komplet na stůl			
	Uchopí výztuhu a založí	2,9s		
	Zacvakne kontakt			
	Uchopí lepidlo	3,2s		
	Aplikuje lepidlo			
	Odloží lepidlo			
	Uchopí vrchní EPP a spojí	2,2s		
	Očistí povrch SC	4,0s		
	Odloží SC na dopravník			

Celkový čas operace jednoho pracovníka na pracovišti PM4-L je 28,1s, z toho práce na jednom kuse výrobku zabere 14s. To je oproti původnímu stavu o cca 6s více, ale navazuje přesně na takt pracovníka z PM3. V případě pracoviště PM4-P je čas potřebný pro jeden kus 12,4s, jelikož zde neprobíhá práce s lepidlem.



*Graf 3 Nové balancování linky DEL, vlastní zpracování*

Po realizaci projektu byl opět sestaven graf balancování linky DEL, sledované pracoviště jsou PM3 a PM4, na kterých projekt probíhal. Podle nového stavu je jasně patrné, že volné časové kapacity, které u těchto pracovišť byly v původním stavu, byly odstraněny. Pracovník již nečeká na stroj, než svaří rámeček, jelikož jeho operační čas je momentálně delší než čas strojní. Z grafu lze vyčíst, že operační čas pracoviště PM4 se zvýšil, ale nejedná se o úzké místo. Nově se úzkým místem stalo právě pracoviště PM3 s operačním časem 14,3s. To je způsobeno zejména absencí jednoho pracovníka.

## 15.5 MOST

Pro lepší zmapování daných časů a operací a ověření balancování linky byla na pracovišti PM3 a PM4 provedena analýza Basic MOST. Tato analýza by měla podat obraz o tom, jak si pracovníci vedou při jednotlivých operacích, podle metody MOST jsme vypočítali, jaký čas by daný pracovní proces měl trvat a ten následně porovnali s časy, které byly naměřeny pracovníkům.

## 15.5.1 PM3

Na následujícím obrázku (Obr. 38) je karta metody MOST, ve které jsou zapsané jednotlivé úkony, které pracovník musí v dané operaci vykonat. Jednotlivé úkony se ohodnotily podle tabulek pro BasicMOST a podle náročnosti jim byl přiděleno odpovídající TMU (Time Measure Units), 1 TMU se rovná 0,036s. Po zanalyzování celé operace na pracovišti PM3, vyšlo výsledné TMU 396,5 a to odpovídá 14,26s, za které by měl pracovník operaci zvládnout. Při porovnání s reálným časem operátora u balancování linky, který byl 14,3s, bylo zjištěno, že pracovník dělá operaci přesně podle vypočtené normy.

Pořadové číslo	Operátor	Popis operace	Sekvence							A - Návrat	Frekvence	TMU				
			OP	ABG - Ziskat			ABP - Položit									
			ŘP	ABG - Ziskat			MXI - Přemístit/Spustit									
			N	ABG - Ziskat			ABP - Položit	Nástroj	ABP - Položit stranou							
			J	ATK - Ziskat			FVL - Položit		VPT - Položit stranou							
1		Příchod ke svařováků, uchopí svař. rámeček a současně uchopí přetok, odloží rámeček stranou	OP	A 3	B 0	G 1	A 1	B 0	P 1			A 0	1,00	60		
				1	1	1	1	1	1			1				
2		Vyhodí výlupek do koše (činnost dělá současně s odložením rámečku)	OP	A 0	B 0	G 0	A 1	B 0	P 0			A 0	1,00	0		
				0	0	0	0	0	0			1				
3		Uchopí krytku a založí	OP	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 3			A 0	1,00	60		
				1	1	1	1	1	1			1				
4		Uchopí fólii a založí	OP	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 3			A 0	1,00	60		
				1	1	1	1	1	1			1				
5		Zmáčkne start	ŘP	A 1	B 0	G 1	M 1	X 0	I 0			A 0	1,00	30		
				1	1	1	1	1	1			1				
6		Uchopí svařovaný rámeček, přejde ke stolu (během chůze čistí rámeček)	OP	A 1	B 0	G 1	A 3	B 0	P 0			A 0	1,00	50		
				1	1	1	1	1	1			1				
8		Přetočí rámeček a zkontroluje svařovaný rámeček (2 body) a položí na stůl	NT	A 0	B 0	G 0	A 1	B 0	P 0	T 3	A 1	B 0	P 1	A 0	0,77	46
				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
9		Vezme krytku a 2x namaže	OP	A 1	B 0	G 1	A 0	B 0	P 1			A 0	1,00	40		
				1	1	1	1	1	2			1				
10		Vloží krytku	OP	A 0	B 0	G 0	A 1	B 0	P 3			A 0	1,00	40		
				1	1	1	1	1	1			1				
11		Posune po stole blíž k PM3	OP	A 0	B 0	G 0	A 1	B 0	P 0			A 0	1,00	10		
				1	1	1	1	1	1			1				
12		Kontrola svaru 1x hodina (cca 234 ks)	ŘP	A 1	B 0	G 1	M 1	X 0	I 0			A 0	0,00	0,5		
				4	1	4	4	1	1			1				
Celková spotřeba času:				Čas/1 ks →			0,24		14,26		396,5128205					
							minut		sekund		TMU					

Obrázek 37 MOST pracoviště PM3, vlastní zpracování



15.5.2 PM4

Na obrázku 39 je karta BasicMOST pro pracoviště PM4-L. Při analýze tohoto pracoviště bylo vypočítáno TMU 780, což při převodu na sekundy odpovídá 28,06s na pár výrobků. Při porovnání s reálným časem pracovníků, který je 28,1s, bylo zjištěno, že pracovníci téměř perfektně splňují čas vypočtený podle metody MOST.

Pořadové číslo	Operátor	Popis operace	Sekvence						A - Návrat	Frekvence	TMU
			OP	ABG - Získat			ABP - Položit				
		ŘP - řízené přemístění (Č - Procesní čas)	ŘP	MXI - Přemístit/Spustit							
		N - Použití nástroje	N	ABP - Položit			Nástroj	ABP - Položit stranou			
		J - Jeřáb	J	ATK - Získat			FVL - Položit	VPT - Položit stranou			
1		Sundá papír ze zrcátka a odloží	OP	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1			A 0	1,00	40	
				1 1 1	1 1 1			1			
2		Uchopí svařený rámeček (z dopravníku) a položí na stůl	OP	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1			A 0	1,00	40	
				1 1 1	1 1 1			1			
3		Uchopí pružinku a vloží	OP	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3			A 0	1,00	60	
				1 1 1	1 1 1			1			
4		Uchopí zrcátka a vloží	OP	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3			A 0	1,00	60	
				1 1 1	1 1 1			1			
5		Uchopí SC a přetočí v ruce	OP	A 0 B 0 G 1	A 1 B 0 P 0			A 0	1,00	20	
				1 1 1	1 1 1			1			
6		Uchopí krytku zrcátka a 3x zkusí posuv	ŘP	A 1 B 0 G 1	M 1 X 0 I 0			A 0	1,00	50	
				1 1 1	3 1 1			1			
7		Zohne fólii a drží	OP	A 1 B 0 G 1	A 0 B 0 P 0			A 0	1,00	20	
				1 1 1	1 1 1			1			
8		Uchopí EPP vložku a položí na stůl	OP	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1			A 0	1,00	40	
				1 1 1	1 1 1			1			
9		Umístí svařený rámeček do EPP	OP	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 3			A 0	1,00	40	
				1 1 1	1 1 1			1			
10		Uchopí EPP vložku na hranu a 2x zacvakne	ŘP	A 1 B 0 G 1	M 1 X 0 I 0			A 0	1,00	50	
				1 1 2	2 1 1			1			
11		Odloží na stůl	OP	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 1			A 0	1,00	20	
				1 1 1	1 1 1			1			
12		Uchopí výztuhu a vloží	OP	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3			A 0	1,00	60	
				1 1 1	1 1 1			1			
13		Zacvakne kontakt	ŘP	A 0 B 0 G 1	M 1 X 0 I 0			A 0	1,00	20	
				1 1 1	1 1 1			1			
14		Uchopí lepidlo, označí, položí lepidlo	NR	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	R 1	A 1 B 0 P 1	A 0	1,00	90	
				1 1 1	1 1 1	1	1 1 1 1	1			
15		Uchopí vrchní EPP a umístí	OP	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3			A 0	1,00	60	
				1 1 1	1 1 1			1			
16		Přetočí	OP	A 0 B 0 G 1	A 1 B 0 P 0			A 0	1,00	20	
				1 1 1	1 1 1			1			
17		Očistí povrch	NS	A 0 B 0 G 0	A 0 B 0 P 1	S 3	A 0 B 0 P 0	A 0	1,00	70	
				1 1 1	1 1 1	2	1 1 1	1			
18		Odloží SC	OP	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 1			A 0	1,00	20	
				1 1 1	1 1 1			1			
Celková spotřeba času:				Čas/pár →			0,47		28,06		780
							minut		sekund		TMU

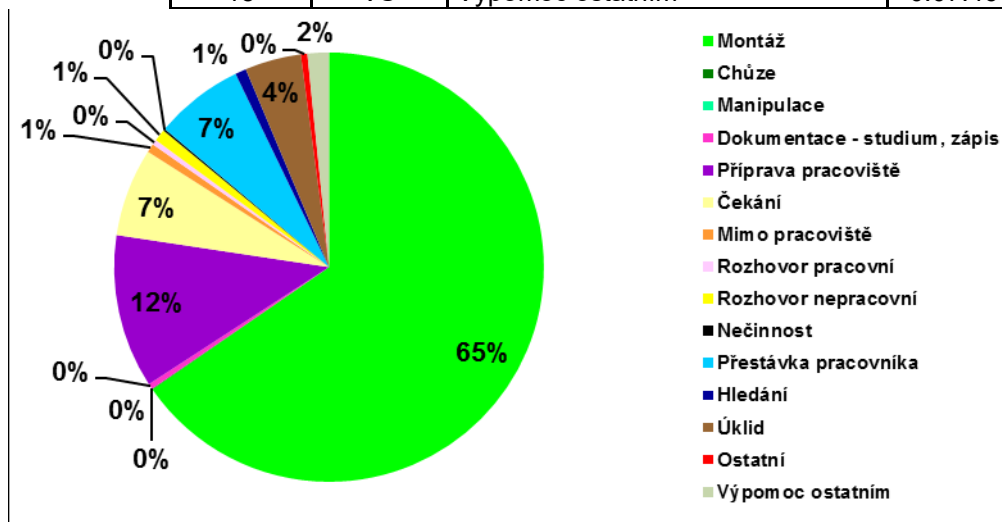
Obrázek 38 Analýza BasicMOST pracoviště PM4-L, vlastní zpracování

## 15.6 Snímek pracovního dne po změně

Na sledovaném pracovišti PM3 byl proveden snímek pracovního dne. Pracovník byl sledován celou směnu. Tento snímek poskytl detailní informace o tom, jak to na pracovišti funguje po aplikaci změn.

Snímek byl pořízen na odpolední směně, která začíná v 14:00 a končí v 22:00. V tabulce a grafu níže jsou zachyceny veškeré činnosti, které pracovník za směnu vykonal.

Kategorie	Symbol	Činnost	Délka trvání
1	MO	Montáž	5:15:01
2	CH	Chůze	0:00:16
3	MA	Manipulace	0:00:00
4	DO	Dokumentace - studium, zápis	0:02:00
5	PP	Příprava pracoviště	0:55:45
6	Č	Čekání	0:32:01
7	MP	Mimo pracoviště	0:03:11
8	RP	Rozhovor pracovní	0:01:52
9	RN	Rozhovor nepracovní	0:04:22
10	NEČ	Nečinnost	0:00:42
11	PP	Přestávka pracovníka	0:32:19
12	HL	Hledání	0:03:59
13	ÚK	Úklid	0:20:25
14	OS	Ostatní	0:02:21
15	VS	Výpomoc ostatním	0:07:46



Graf 4 Analýza pracovníka, vlastní zpracování

Celá směna začínala nejprve pracovním rozhovorem, kde se objasnily cíle směny, tento pracovní rozhovor trval 2 minuty, poté si šel pracovník přichystat pracoviště. Největší podíl z celé směny byla pochopitelně montáž, kterou pracovník strávil 5 hodin a 15 minut. Druhý největší podíl má příprava pracoviště, v tomto případě tento čas rapidně zvedlo předělání

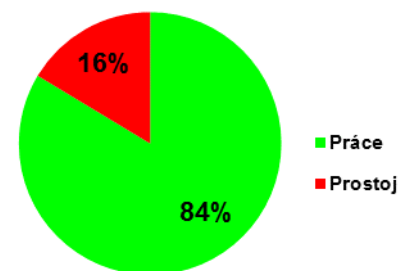
výroby na jinou barevnou variantu clony a bylo tedy potřeba vyměnit veškerý materiál na pracovišti. Při předělání pracoviště PM5 nastal problém a ten způsobil 30 minut čekání pracovníka, než byl stroj opraven a zase spuštěn. Pracovník měl za směnu dvě přestávky, jednu delší, která měla 20 minut a druhá kratší 10 minut, pracovníkovi však občas trval návrat na pracoviště a tudíž celkový čas, který strávil přestávkou je 32 minut. V průběhu směny pracovník stíhal vypomáhat pracovníkům z PM4, kteří měli občas problém stíhat kompletovat clony, celkem touto výpomocí strávil cca 8 minut. Ke konci směny proběhl úklid a příprava pracoviště pro další směnu, celkem to pracovníkovi zabralo 20 minut.

### Práce a prostoj

Pracovník strávil za směnu 6:43 hod. prací což je 84% směny a 1:19 hod. prostojem. V ideálním případě by prostoj měl být pouze 30 minut, což je čas přestávek, které pracovník má. V tomto případě však strávil dalších 32 minut čekáním na opravu stroje a zbylých 15 minut strávil různými činnostmi, jako hledáním nebo rozhovorem s kolegy. Za ideálních podmínek by měl pracovník pracovat za směnu 7:30 hod. V této směně mu však k tomu scházelo 47 minut, ale bylo to především vinou poruchy.

*Tabulka 13 Práce a prostoj, vlastní zpracování*

Činnost	Délka trvání
Práce	6:43:05
Prostoj	1:18:55



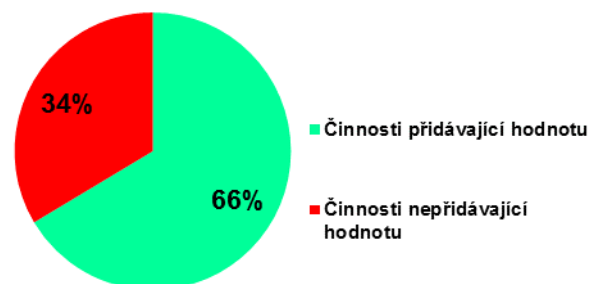
*Graf 5 Práce a prostoj, vlastní zpracování*

### Činnosti přidávající a nepřidávající hodnotu

V následující tabulce a grafu je znázorněn čas činností, které přidávají výrobku hodnotu a které hodnotu nepřidávají. Činnosti, které hodnotu přidávají tak tvoří pouze 66% a z celé směny to je 5:15 hod. Zbylých 2:39 hod a celých 34% hodnotu nepřidávají, jedná se tedy o plýtvání, které by se mělo odstranit, jelikož zákazník za něj není ochoten platit.

*Tabulka 14 Přidávající/nepřidávající hodnotu,  
vlastní zpracování*

Činnost	Délka trvání
Činnosti přidávající hodnotu	5:15:01
Činnosti nepřidávající hodnotu	2:39:13



*Graf 6 Přidávající/nepřidávající hodnotu,  
vlastní zpracování*

## 16 NÁKLADOVÁ ANALÝZA

Realizace a zavedení navrhovaných řešení stálo vybranou společností 175 000,-Kč.

V úvodu projektu bylo uvažováno více variant návrhů, v následující tabulce lze vidět bodové ohodnocení a celkové náklady jednotlivých variant návrhů, podle kterých byla následně vybrána nejlépe vyhovující varianta.

*Tabulka 15 Rozhodovací tabulka variant a návrhů, materiál vybrané společnosti*

Rozhodovací tabulka variant návrhů					
Varianta	V1	V2	V3	V4	V5
BOZP	9	1	9	9	3
Náklady	9	3	1	3	3
Takt	9	1	9	3	1
Balance index	9	1	3	3	1
Úspora místa	3	3	3	3	3
<b>Celkem</b>	<b>42</b>	<b>12</b>	<b>26</b>	<b>24</b>	<b>12</b>
Rozděluje 1 bod (nejméně vyhovující), 3 body (vyhovující), 9 bodů (nejlépe vyhovující)					
náklady	175 000 Kč	186 000 Kč	770 000 Kč	195 000 Kč	183 000 Kč

Z tabulky je jasné vidět, že největšího počtu bodů dosáhla varianta V1, když téměř ve všech hodnocených požadavcích byla nejlépe vyhovující. Z pohledu nákladů na realizaci byla ze všech variant také nejlevnější s celkovými náklady 175 000,- Kč. Tyto náklady byly především využity na úpravu pracoviště PM3 a PM4. Byly použity na nákup trubkového stavebnicového systému, ze kterého byly sestaveny téměř všechny nové objekty. Dále také na prodloužení a zvýšení pásového dopravníku.

Současně však toto opatření zajistí vybrané společnosti finanční úsporu. Té bylo dosaženo především úsporou jednoho pracovníka v pracovním procesu a vzhledem k tomu, že se jedná o 3 směnný provoz, dosahuje roční úspora celkové výše 600 000,- Kč. Uspoření pracovníci z této výrobní linky, byli přeloženi na jiné projekty společnosti.

## ZÁVĚR

Cílem diplomové práce je zefektivnění výrobních procesů výrobní linky DEL s využitím nástrojů štíhlé výroby. Mezi dílčí cíle patří analýza současného stavu výrobního procesu na výrobní lince a následně návrh a realizace nového layoutu vybraných pracovišť a jejich následné analýzy.

Nejprve jsem prostudoval literární zdroje různých autorů, ze kterých jsem následně vycházel v teoretické části práce při charakteristice průmyslového inženýrství a jednotlivých metod, které jsou součástí nástrojů štíhlé výroby. Nejprve jsem však charakterizoval plýtvání ve výrobě, jelikož cílem nástrojů štíhlé výroby je plýtvání odstranit. Následně jsem se zaměřil především na metody, které jsem poté využil v praktické části této práce. Mezi tyto metody nástrojů štíhlé výroby patří štíhlý layout, snímek pracovního dne, spaghetti diagram, BasicMost a mapa hodnotového toku.

V praktické části proběhla nejprve analýza původního stavu výrobní linky. Během této analýzy byly použity metody jako balancování linky, spaghetti diagram a mapa hodnotové toku. Na základě této analýzy bylo zjištěno, že pracoviště PM3 a PM4 nevyužívají veškerý svůj potenciál a je zde prostor na zlepšení. Byl tedy vytvořen projekt a sestaven tým, který následně vytvořil návrh nového layoutu pracoviště. V tomto návrhu byl vzhledem k nevyužitému potenciálu pracoviště jeden pracovník z procesu odebrán. Po úspěšné obhajobě návrhu změny layoutu u sponzora projektu následovala jeho realizace. Po realizaci nového layoutu pracoviště a zaškolení pracovníků proběhly další analýzy, které se porovnály s původními výsledky. Linka byla nově vybalancovaná a její výrobní takt se zvýšil o 0,8s, to však stále stačí pro plnění požadavků zákazníka. I přes vyšší výrobní takt se, zásluhou uspořené pracovníka, parciální produktivita pracovníka za směnu zvýšila o 4 kusy výrobku. V rámci analýzy byl proveden také snímek pracovního dne, který podává detailní pohled na činnosti pracovníka za výrobní směnu. V závěru této práce je vypracována nákladová analýza, ve které jsou vyčísleny náklady projektu, ale hlavně jeho finanční přínos ve formě úspor nákladů pro vybranou společnost.

Díky této práci jsem získal mnoho nových zkušeností a poznatků z praxe. Věřím, že analýza a změny provedené na výrobní lince budou pro vybranou společnost prospěšné a v budoucnu jí poslouží i pro další zlepšování procesů na výrobní lince DEL.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- 5S pro operátory: 5 pilířů vizuálního pracoviště*. Brno: SC&C Partner, c2009, x, 105 s. Shopfloor series. ISBN 978-80-904099-1-0.
- BADIRU, Adedeji Bodunde. Handbook of industrial and systems engineering. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, c2014. Industrial innovation series, 1452 s. ISBN 978-1-4665-1504-8.
- BAUER, Miroslav. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks, 2012, 193 s. ISBN 978-80-265-0029-2.
- DENNIS, Pascal. *Lean production simplified: a plain language guide to the world's most powerful production system*. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, c2016, xiv, 176 s. ISBN 978-1-56327-356-8.
- HEŘMAN, Jan. *Řízení výroby*. Slaný: Melandrium, 2001, 164 s. ISBN 8086175154.
- CHROMJAKOVÁ, Felicita. Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štíhlým řízením procesů. 1. vyd. Žilina: Georg, 2013, 116 s. ISBN 978-80-8154-058-5
- IMAI, Masaaki. *Gemba Kaizen*. Brno: Computer Press, 2005, viii, 314 s. Business books. ISBN 80-251-0850-3.
- IMAI, Masaaki. *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. Brno: Computer Press, c2007, vi, 272 s. Business books. ISBN 978-80-251-1621-0.
- JIRÁSEK, Jaroslav. *Štíhlá výroba*. Praha: Grada, 1998, 199 s. ISBN 8071693944.
- KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006. Management studium, 237 s. ISBN 80-86851-38-9.
- LHOTSKÝ, Oldřich. *Organizace a normování práce v podniku*. Praha: ASPI, 2005, 104 s. Lidské zdroje. ISBN 80-7357-095-5.
- LIKER, Jeffrey K. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Praha: Management Press, 2007, 390 s. Knihovna světového managementu. ISBN 978-80-7261-173-7.
- MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.

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

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

SALVENDY, Gavriel. Handbook of industrial engineering: technology and operations management. 3rd ed. New York: Wiley, 2001, 2796 s. ISBN 0-471-33057-4

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada, 2014, 366 s. Expert. ISBN 978-80-247-4486-5.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby a nákupu*. Praha: Grada, 2007, 378 s. Expert. ISBN 978-80-247-1479-0.

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

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

ZELENÝ, Milan. *Hledání vlastní cesty: listy a reporty o moderním managementu : executive summary*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2011, 319 s. ISBN 978-80-251-1611-

### **Internetové zdroje**

IPA Czech: Ergonomické montážní pracoviště [online]. 2016 [cit. 2017-03-16]. Dostupné z: <http://www.ipaczech.cz/cz/tisk-a-media/aktuality/ergonomicke-montazni-pracoviste>

Six Sigma Material. *Six Sigma Material: Spaghetti diagram* [online]. 2013 [cit. 2017-03-17]. Dostupné z: <http://www.six-sigma-material.com/Spaghetti-Diagram.html>



## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

PDV Průběžná doba výroby

VAi Value Added Index

VSM Value Stream Mapping

## SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1 Výrobní linka modelu T (zdroj: <a href="https://corporate.ford.com/history.html">https://corporate.ford.com/history.html</a>)</i>	14
<i>Obrázek 2 Metody a nástroje moderního průmyslového inženýrství, zdroj: (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 95).....</i>	16
<i>Obrázek 3 Typické situace, ve kterých vzniká plýtvání ve výrobě; (Zdroj: Košturiak, Frolík et al., 2006, s. 19) .....</i>	17
<i>Obrázek 4 Štíhlá výroba (zdroj: Košturiak, Frolík, 2006, s.23) .....</i>	21
<i>Obrázek 5 Kroky samostatné údržby (zdroj: Mašín, Vytlačil 2000, s. 244) .....</i>	23
<i>Obrázek 6 Pracoviště před úpravou (zdroj: <a href="http://www.ipaczech.cz/cz/tisk-a-media/aktuality/ergonomicke-montazni-pracoviste">http://www.ipaczech.cz/cz/tisk-a-media/aktuality/ergonomicke-montazni-pracoviste</a> .....</i>	25
<i>Obrázek 7 Pracoviště po úpravě (zdroj: <a href="http://www.ipaczech.cz/cz/tisk-a-media/aktuality/ergonomicke-montazni-pracoviste">http://www.ipaczech.cz/cz/tisk-a-media/aktuality/ergonomicke-montazni-pracoviste</a>).....</i>	25
<i>Obrázek 8 Technologické uspořádání (zdroj: Tuček a Bobák, 2006, s. 236).....</i>	28
<i>Obrázek 9 Předmětné uspořádání (zdroj: Tuček a Bobák, 2006, s. 238).....</i>	29
<i>Obrázek 10 Proces standardizace (zdroj: Tomek, 2007, s. 72) .....</i>	31
<i>Obrázek 11 Vizualizace ve výrobě (zdroj: <a href="http://www.ipaslovakia.sk">www.ipaslovakia.sk</a>) .....</i>	34
<i>Obrázek 12 Spaghetti diagram kanceláře (zdroj: <a href="http://www.leanprogression.co.uk">www.leanprogression.co.uk</a>).....</i>	37
<i>Obrázek 13 Ikony pro mapování hodnotového toku (zdroj: Mašín, 2003, s. 46) .....</i>	38
<i>Obrázek 14 Organizační struktura společnosti zdroj: internetové stránky společnosti .....</i>	43
<i>Obrázek 15 Sluneční clona VW Scirocco, materiál vybrané společnosti .....</i>	46
<i>Obrázek 16 Layout výrobní linky DEL, materiál vybrané společnosti .....</i>	47
<i>Obrázek 17 zásoba rámečků a PVC folií, vlastní pracování .....</i>	48
<i>Obrázek 18 Svaření rámečku s PVC folií, vlastní pracování.....</i>	48
<i>Obrázek 19 Svařený rámeček, vlastní pracování.....</i>	48
<i>Obrázek 20 Kompletace sluneční clony, vlastní pracování .....</i>	49
<i>Obrázek 21 Kompletace výztuh, vlastní pracování.....</i>	49
<i>Obrázek 22 Sváření obvodu, vlastní pracování .....</i>	50
<i>Obrázek 23 Dopravník, vlastní pracování .....</i>	50
<i>Obrázek 24 Pracoviště ořezu, vlastní pracování .....</i>	50
<i>Obrázek 25 Vkládání čepů, vlastní pracování .....</i>	51
<i>Obrázek 26 Konečná kontrola, vlastní pracování .....</i>	51
<i>Obrázek 27 Původní layout pracoviště, vlastní pracování .....</i>	53

<i>Obrázek 28</i> původní stav PM3, vlastní pracování .....	54
<i>Obrázek 29</i> Původní stav PM4, vlastní pracování .....	54
<i>Obrázek 30</i> Spaghetti diagram pracovníku na PM3, vlastní zpracování .....	59
<i>Obrázek 31</i> Grafické znázorněné VSM, vlastní zpracování.....	62
<i>Obrázek 32</i> Časový harmonogram, vlastní zpracování .....	70
<i>Obrázek 33</i> Návrh nové layoutu pracoviště, materiál vybrané společnosti .....	72
<i>Obrázek 34</i> Nový stůl na vkládání zrcátka a krytky, vlastní zpracování .....	75
<i>Obrázek 35</i> Válečková trať, vlastní zpracování.....	75
<i>Obrázek 36</i> Spaghetti diagram pracovníka na PM3 v novém layoutu, vlastní zpracování .....	76
<i>Obrázek 37</i> MOST pracoviště PM3, vlastní zpracování.....	80
<i>Obrázek 38</i> Analýza BasicMOST pracoviště PM4-L, vlastní zpracování .....	81

**SEZNAM TABULEK**

<i>Tabulka 1 Výsledky modulární výroby při výrobě oděvů (zdroj: Tuček, 2000, s. 243).....</i>	<i>30</i>
<i>Tabulka 2 Vývoj stavu zaměstnanců v letech 2012 – 2015, Zdroj: výroční zpráva společnosti .....</i>	<i>42</i>
<i>Tabulka 3 Pracovní místa na lince DEL, vlastní zpracování .....</i>	<i>44</i>
<i>Tabulka 4 Časy operací na PM3, vlastní zpracování .....</i>	<i>55</i>
<i>Tabulka 5 Časy operací na PM4-L, vlastní zpracování .....</i>	<i>56</i>
<i>Tabulka 6 Časy operací na PM4-P, vlastní zpracování .....</i>	<i>57</i>
<i>Tabulka 7 SWOT analýza projektu, vlastní zpracování .....</i>	<i>64</i>
<i>Tabulka 8 Logický rámec, vlastní zpracování .....</i>	<i>66</i>
<i>Tabulka 9 Riziková analýza RIPRAN, zdroj: Vlastní zpracování .....</i>	<i>68</i>
<i>Tabulka 10 Vysvětlivky, vlastní zpracování .....</i>	<i>69</i>
<i>Tabulka 11 Nové časy operací na PM3, vlastní zpracování.....</i>	<i>77</i>
<i>Tabulka 12 Časy operací na PM4-L, vlastní zpracování .....</i>	<i>78</i>
<i>Tabulka 13 Práce a prostoj, vlastní zpracování .....</i>	<i>83</i>
<i>Tabulka 14 Přidávající/nepřidávající hodnotu, vlastní zpracování .....</i>	<i>84</i>
<i>Tabulka 15 Rozhodovací tabulka variant a návrhů, materiál vybrané společnosti ...</i>	<i>85</i>

**SEZNAM GRAFŮ**

<i>Graf 1 objemu výroby na lince DEL, vlastní zpracování.....</i>	<i>45</i>
<i>Graf 2 Původní balancování linky DEL, vlastní zpracování .....</i>	<i>58</i>
<i>Graf 3 Nové balancování linky DEL, vlastní zpracování .....</i>	<i>79</i>
<i>Graf 4 Analýza pracovníka, vlastní zpracování.....</i>	<i>82</i>
<i>Graf 5 Práce a prostoj, vlastní zpracování.....</i>	<i>83</i>
<i>Graf 6 Přidávající/nepřidávající hodnotu, vlastní zpracování.....</i>	<i>84</i>