

**Projekt balancování výrobní linky na výrobu  
zpětných zrcátek ve společnosti Magna Slovteca,  
s.r.o.**

Bc. Mário Janík

---

Diplomová práce  
2019

 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: 2018/2019

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Mário Janík**  
Osobní číslo: **M16450**  
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**  
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Projekt balancování výrobní linky na výrobu zpětných zrcátek ve společnosti Magna Slovteca, s. r. o.**

Zásady pro vypracování:

### Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

#### I. Teoretická část

- Proveďte literární rešerši problematiky balancování linek.

#### II. Praktická část

- Proveďte analýzu současného stavu vybraného pracoviště.
- Navrhněte projekt s cílem zvýšení efektivity výrobní linky.
- Zhodnoťte navržený projekt a jeho dopady pro společnost.

### Závěr

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

Seznam odborné literatury:

**BRAU, Sebastian J.** Lean manufacturing 4.0: the technological evolution of lean. Boca Raton: American Lean SD, 132 s. ISBN 978-15-393-2294-8.

**GREENE, Jack.** Industrial engineering: theory, practice and application: business and production management, productivity and capacity. North Charleston: CreateSpace, 2013, 411 s. ISBN 978-148-2301793.

**CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA.** Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra. Žilina: GEORG, 2011, 138 s. ISBN 978-80-89401-26-0.

**CHROMJAKOVÁ, Felicita, David TUČEK a Roman BOBÁK.** Projektování výrobních procesů pro Průmysl 4.0. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2017, 105 s. ISBN 978-80-7454-680-8.

**KOŠTURIÁK, Ján.** Vlastní cestou: jak v podnikání rozvíjet výkonnost, výjimečnost a vášeň. Praha: PeopleComm, 2016, 275 s. ISBN 978-80-87917-21-3.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Kateřina Gálová**  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů  
Datum zadání diplomové práce: **14. prosince 2018**  
Termín odevzdání diplomové práce: **16. dubna 2019**

Ve Zlíně dne 14. prosince 2018

L.S.

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

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

**PROHLÁŠENÍ AUTORA  
BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE**

**Prohlašuji, že**

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

**Prohlašuji,**

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

Ve Zlíně 16.04.2019

Jméno a příjmení: Be. Mária Janík

.....  
podpis diplomanta

## **ABSTRAKT**

Diplomová práca sa zaoberá riešením problematiky v oblasti balancovania liniek vo výrobnjej firme. Hlavným cieľom práce je zvýšenie produkcie zrkadiel verzie powerfold aspoň o 5%. Čiastkovým cieľom práce je nájsť spôsob, ako čo najrýchlejšie firme vrátiť vynaložené náklady na obstaranie kolaboratívneho robota. Teoretická časť sa zaoberá problematikou štíhlej výroby, mapovaním hodnotových tokov a analýzou práce, zatiaľ čo praktická časť pojednáva o firme a jej súčasnom stave, analyzuje súčasný problém, ktorý je predmetom projektu a sleduje príčiny vzniku obmedzení. Projektová časť je zameraná na zvýšenie produktivity výrobnjej linky a balancovanie jednotlivých činností

Kľúčové slová: štíhla výroba, VSM, mapovanie hodnotových tokov, pracovisko, úzke miesto, výrobný proces, balancovanie linky

## **ABSTRACT**

The diploma thesis is aimed to the topic of line balancing in manufacturing company. The main goal of the thesis is to increase production of powerfold back mirror by 5% minimum. Particular goal is to find the quickest way, how to refund invested funds on cooperative machine. There are explained topics of lean manufactory in the theoretical part, value stream mapping and labour analysis. Practical part of this thesis talks about company, its current situation, analyses current problem and uncovers reasons of creating bottle neck in production. Project part is aimed to increasing of productivity and balancing every assembly work.

Keywords: Lean production, VSM, Value stream mapping, bottle neck, constraints, assembly proces, line balancing

Touto cestou chcem vyjadriť veľkú vďaku Ing. Kateřine Gálovej, vedúcej mojej diplomovej práce, za jej odborné poznatky, cenné pripomienky a ochotu pomôcť pri spracovaní diplomovej práce.

PodĎakovanie patrí aj spoločnosti Magna Slovteca, s. r. o. a pánovi Ing. Marošovi Víťazovi za to, že som mohol spracovať diplomovú prácu v ich závode v Novom Meste nad Váhom. Veľká vďaka patrí pánovi Marekovi Kasalovi z oddelenia Lean Six Sigma, ktorý mi venoval svoj čas, ochotne pomáhal a vytrvalo odpovedal na všetky moje otázky.

*„Kde je vôľa, tam je cesta“*

*Viktor Frankl*

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 PRIEMYSELNÉ INŽINIERSTVO</b> .....	<b>12</b>
1.1 KTO JE PRIEMYSELNÝ INŽINIER .....	12
1.2 HISTÓRIA PRIEMYSELNÉHO INŽINIERSTVA.....	13
1.3 VYBRANÉ NÁSTROJE PRIEMYSELNÉHO INŽINIERSTVA .....	15
1.4 VÝVOJ PRIEMYSLU .....	18
1.4.1 Industry 4.0 .....	19
Negatíva .....	20
Pozitíva .....	20
<b>2 ŠTÍHLE RIADENIE PODNIKU</b> .....	<b>22</b>
2.1 PÔVOD ŠTÍHLEHO RIADENIA .....	23
2.2 ŠTÍHLY PODNIK .....	23
2.3 ŠTÍHLA ADMINISTRATÍVA .....	24
2.4 ŠTÍHLA LOGISTIKA .....	24
2.5 ŠTÍHLY VÝVOJ .....	25
2.6 ŠTÍHLA VÝROBA A JEJ PRVKY .....	25
2.7 PLYTVANIE.....	26
2.8 SYSTÉM ŤAHU A TLAKU.....	27
2.9 USPORIADANIE VÝROBY .....	29
2.9.1 Technologické usporiadanie výroby .....	29
2.9.2 Predmetné usporiadanie výroby .....	29
2.9.3 Bunkové usporiadanie pracoviska.....	30
2.10 ŠTÍHLE PRACOVISKO .....	30
2.10.1 Metódy merania práce .....	31
2.10.2 Organizácia pracoviska .....	31
2.10.3 Vizualizácia a štandard .....	32
2.11 MAPOVANIE HODNOTOVÉHO TOKU .....	33
2.11.1 Pridaná hodnota pri operáciach a výrobných bunkách.....	34
2.11.2 Analýza pridanej hodnoty pomocou časových štúdií.....	34
2.11.3 Analýza pridanej hodnoty pomocou metódy vopred určených časov .....	35
Technika MOST .....	36
2.11.4 Analýza pridanej hodnoty vo výrobných bunkách.....	37
2.12 BOTTLE NECK – TEÓRIA OBMEDZENIA .....	38
2.13 INOVÁCIE .....	38
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>40</b>
<b>3 PREDSTAVENIE SPOLOČNOSTI</b> .....	<b>41</b>
3.1 HISTÓRIA SPOLOČNOSTI .....	41
3.1.1 História Magna Slovteca, s. r. o. ....	42

3.2	SÚČASNOSŤ .....	42
3.3	VÍZIA, POSLANIE, POLITIKA .....	43
3.4	ZÁKAZNÍCKE PORTFÓLIO .....	44
<b>4</b>	<b>PROJEKT .....</b>	<b>46</b>
4.1	POPIS PROJEKTU .....	46
4.2	POPIS VÝROBKU .....	46
4.3	LAYOUT VÝROBNEJ LINKY .....	47
4.4	VÝROBNÝ PROCES .....	48
	STANICA 75 .....	48
	STANICA 80 .....	49
	STANICA 85 .....	49
	STANICA 90 .....	49
	STANICA 100 .....	49
	STANICA 110 .....	49
	STANICA 120 .....	50
	STANICA 130 .....	50
4.5	SWOT .....	50
4.5.1	Silné stránky .....	50
4.5.2	Slabné stránky .....	51
4.5.3	Príležitosti .....	51
4.5.4	Hrozby .....	52
4.6	LOGICKÝ RÁMEC .....	54
4.7	RIPRAN .....	55
4.8	ČASOVÝ HARMONOGRAM PROJEKTU .....	57
<b>5</b>	<b>MERANIA A ANALÝZY SÚČASNÉHO STAVU .....</b>	<b>58</b>
5.1	MAPOVANIE HODNOTOVÝCH TOKOV .....	58
5.2	MERANIE PROCESNÝCH ČASOV .....	59
5.3	ANANLÝZA DÁT .....	65
	MOST – STANICA 75 .....	65
	MOST – STANICA 80 .....	66
	MOST – STANICA 85 .....	66
	MOST – STANICA 90 .....	67
	MOST – STANICA 100 .....	67
	MOST – STANICA 110 .....	68
	MOST – STANICA 120 .....	68
	MOST – STANICA 130 .....	69
<b>6</b>	<b>BALANCOVANIE LINKY – NÁVRHY ZMIEN .....</b>	<b>70</b>
6.1.1	Krok č. 1 - vytvorenie skladu medzi stanicami 85 – 90 .....	70
6.1.2	Krok č. 2 - zvýšenie štandardu rozpracovanosti na MIN 2 MAX 2 .....	72
6.1.3	Krok č. 3 - reorganizácia pracovných činností medzi stanicami 110 a 120 .....	72
6.1.4	Krok č. 4 - úprava ergonómie na stanici 100 .....	75
6.1.5	Krok č. 5 - presun operácie zo stanice 80 na stanicu 75 .....	77
6.1.6	Predpoklad zvýšenia výroby pri zachovaní rovnakých nákladov .....	79



6.1.7	Porovnanie východiskového stavu s pôvodným stavom.....	81
6.1.8	Výpočet návratnosti kolaboratívneho robota .....	81
6.2	PREDPOKLADANÉ JEDNORÁZOVÉ NÁKLADY NA REALIZÁCIU ZMIEN .....	82
6.3	ÚPRAVA ŠTANDARDOV PRACOVNÝCH POSTUPOV .....	83
6.3.1	Štandard – Stanica 75 .....	84
6.3.2	Štandard – Stanica 80 .....	84
6.3.3	Štandard – Stanica 110 .....	84
6.3.4	Štandard – Stanica 120 .....	84
6.4	VSM – MAPOVANIE HODNOTOVÝCH TOKOV LINKY PO ÚPRAVE.....	84
<b>7</b>	<b>VYHODNOTENIE PROJEKTU.....</b>	<b>86</b>
	UDRŽATELNOSŤ ZMIEN .....	87
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>89</b>
	<b>ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY .....</b>	<b>91</b>
	<b>ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK.....</b>	<b>94</b>
	<b>ZOZNAM OBRÁZKOV .....</b>	<b>95</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>97</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>98</b>

## ÚVOD

V súčasnosti sme svedkami neustáleho zvyšovania požiadaviek na úroveň kvality a množstva produkováných výrobkov. Pokiaľ chce firma držať krok s dobou, sú neustále zlepšovania a inovácie alfa a omega úspechu. Práve firmy, ktoré sú schopné pružne reagovať na potreby zákazníkov v dostatočnej rýchlosti a kvalite, majú veľký potenciál na to, aby sa ich výrobky stávali obľúbenejšími a zákazníci spokojnejšími.

Vzhľadom k ekonomickej orientácii slovenskej a českej republiky na automobilový priemysel, je táto diplomová práca vhodným doplnkom do spomenutej problematiky. Na subkontraktorov v automobilovom priemysle sú kladené stále vyššie nároky na kvalitu nimi dodávaných výrobkov. Každý kvalitný výrobok je však výsledkom práce veľkého množstva výrobných, THP a riadiach pracovníkov. Zoštíhľovanie výrobných procesov, efektívne riadenie jednotlivých operácií, správna forma zásobovania, sú všetko atribúty, ktoré pomáhajú znižovať náklady na výrobu výrobku a robiť tak výrobok zákaznícky prijateľnejší.

Diplomová práca sa venuje analyzovaniu činností v rámci výrobných buniek, na ktorej dochádza k výrobe spätných zrkadiel pre automobilku Volkswagen.

Teoretická časť tejto práce je venovaná histórii a vývoju priemyslového inžinierstva. Taktiež sa zaoberá tým, aká je úloha priemyslového inžiniera v súčasnosti a časť práce je venovaná aj vývoju priemyslu – od prvej až po štvrtú priemyselnú revolúciu. Práca je rešeršou aj rozsiahlej problematiky zoštíhľovania, kde sa venuje prvkom štíhlej výroby, popisuje metódy merania pracovných činností a na záver teoretickej časti definuje spôsoby mapovania toku hodnôt.

Praktická časť predstavuje postupnú analýzu jednotlivých pracovných činností v rámci výrobných buniek pre výrobu spätných zrkadiel pre modelový rad Volkswagen Tiguan. Metóda MOST zachytáva normy spotreby času pre jednotlivé stanoviská. Následne je v praktickej časti realizované balancovanie linky, kde je zreteľne vidieť postupnú realizáciu zmien a ich vplyv na výsledný čas, potrebný pre zhotovenie finálneho produktu. Výstupom je súbor opatrení, ktoré sú pretavené do podoby mapovania hodnotových tokov.

Projektová časť v sebe nesie dôležité časti pre realizáciu samotných zmien, vrátane analýzy silných, slabých stránok, príležitostí a hrozieb a taktiež analýzu rizík, ktoré so sebou realizácia projektu nesie. Na záver sú všetky zmeny aplikované do štandardov pracovných postupov, aby uvedené zmeny mohli byť trvalo aplikované vo výrobnom procese.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 PRIEMYSELNÉ INŽINIERSTVO

Chromjaková (2013, str. 13) vo svojej knihe popisuje „Priemyselné inžinierstvo“ ako súbor jednotlivých činností, ktoré smerujú k eliminovaniu plytvania, zvyšovaniu tvorby pridanej hodnoty a zároveň spôsob ako čo najefektívnejšie vzájomne prepojiť väzby medzi výrobnými a administratívnymi procesmi s cieľom dosiahnuť požadovaný pracovný výkon. Predpokladom pre dosahovanie požadovaných cieľov v zlepšovaní, je využívanie poznatkov z ekonómie, sociológie, psychológie a účtovníctva.

Podľa Mašína a Vytlačila (1996, str. 79) predstavuje pojem „Priemyselné inžinierstvo“ interdisciplinárny odbor, ktorý v sebe zahŕňa projektovanie, zavadzanie a zlepšovanie integrovaných systémov ľudí, strojov, materiálu, práce a energií s cieľom dosiahnuť čo najvyššiu produktivitu. Práve vysoká produktivita predstavuje rozhodujúci faktor, od ktorého závisí úspech alebo neúspech jednotlivca, firmy, regiónu, krajiny alebo hospodárskeho zoskupenia krajín.

Z vyššie uvedených definícií vyplýva, že osoba priemyselného inžiniera dopĺňa špecializované činnosti vo výrobných či nevýrobných spoločnostiach a spoločne štartujú proces multiinovácií v rámci projektového tímu. Priemyselný inžinier je teda článok, ktorý má za úlohu:

- analyzovať a navrhovať opatrenia, ktoré zlepšujú spôsob, akým vykonávajú svoje úlohy jednotlivci alebo stroje,
- navrhovať a inštalovať systémy, ktoré zaisťujú lepšiu integráciu vykonávaných úloh, ktoré sú súčasťou skupiny,
- určuje, predpovedá a hodnotí dosiahnuté výsledky jednotlivých činností procesov. (Chromjaková, 2013, str. 7)

### 1.1 Kto je priemyselný inžinier

Mašín a Vytlačil (1996, str. 81) vo svojej publikácii definujú priemyselné inžinierstvo ako profesiu človeka, ktorý upozorňuje ostatné inžinierske profesie, že existuje niečo ako obchodná realita.

Priemyselný inžinier je človek, ktorý svojim nadhľadom a všeobecnými znalosťami problematiky PI, prispieva ku skvalitňovaniu práce a zvyšovaniu výkonnosti. Pomáha prekonávať častú medzeru medzi manažérmi a líniovými pracovníkmi.

Priemyslový inžinier je svojim spôsobom aj tlmočník, ktorý je od odborných pracovníkov schopný ďalej tlmočiť technicky nevzdelanému manažérovi to, čo odborníci zamýšľajú realizovať a naopak. Priemyslový inžinier tvorí funkciu akéhosi „nárazníka“. Nezaobrá sa len „robotmi“, strojmi a technikou, ale v nemalej miere pracuje tiež s menej zručnými pracovníkmi. Má za úlohu tlmočiť neefektívnemu pracovníkovi požiadavky manažérov tak, aby pracovník mal záujem na rozvoji vlastných schopností a pracovných zručností.

Priemyslový inžinier je mozog modernej prevádzky. Chce zabezpečiť fungovanie jednotlivých prevádzkových činností tak, aby s minimom úsilia a zdrojov, firma dosahovala maximálny možný efekt.

Znalosti priemyslového inžiniera môžu byť využité vo všetkých, nie len výrobných oblastiach. Od nemocníc, cez armády až po vedu, výskum, či vývoj. Tým, že je priemyselný inžinier svojim rozhľadom schopný tlmočiť v rôznych oblastiach svoje myšlienky a nápady, je oblasť priemyslového inžiniera schopná prežiť dlhšie, než oblasť priemyslu tak, ako ho z minulosti poznáme. Ak je počas recesie postihnutá oblasť priemyslu, priemyslový inžinier môže nájsť svoje uplatnenie v procesných oblastiach – napríklad v zdravotníctve – nemocniciach, bankách, stavitelstve alebo v oblasti obchodu či služieb.

Viac ako špecialista, je priemyslový inžinier všestranne rozhladený pracovník, ktorý je schopný vnímať celok, v rámci neho spájať a koordinovať prácu jednotlivých špecialistov a zvládať nové, doposiaľ nepoznané úlohy. Priemyslový inžinier berie za svoje podnikové ciele – zvyšovanie zisku, produktivity a kvality a zameriava sa na neustále zlepšovanie procesov či odstraňovanie plytvania. (Mašín, Vytlačil, 1996, str. 81)

## 1.2 História priemyselného inžinierstva

Ako uvádzajú Mašín a Vytlačil vo svojej knihe (1996, str. 77), termín „priemyselné inžinierstvo“ je prekladom anglického termínu industrial engineering, ktorý sa pre označenie tohoto najmladšieho inžinierskeho oboru začal využívať v jeho kolíske – Spojených štátoch amerických. Za dobu, počas ktorej obor PI existuje, sa stal synonymom produktivity pre všetky vyspelé krajiny. Elementárne princípy PI sú známe všade, no aj napriek tomu možno v jednotlivých regiónoch pozorovať vplyv prevažujúcich prvkov typických pre oblasti:

- Amerika,
- Nemecko,
- Japonsko. (Mašín a Vytlačil, 1996, 88)

Podľa Chromjakovej (2013, str. 4) bol vplyvom „renesančného človeka“ Fredericka W. Taylora medzi rokmi 1858 – 1915 dosiahnutý historický míľnik. Taylor položil základy časových štúdií práce a započal tak používanie základných pravidiel vedeckého prístupu k nárastu výkonnosti podniku. Svoju stratégiu aplikoval najmä v oblasti nárastu produktivity robotníkov, prepojených s vysokou efektívnosťou ďalších naväzujúcich pracovných pozícií vo svojich závodoch. Jeho stratégia bola zameraná hlavne na stanovenie konkrétnej pracovnej úlohy, na základe merania časov stanoviť najefektívnejšiu pracovnú metódu, zaučiť do novo vytvorenej pracovnej metódy ďalších pracovníkov a stanoviť odmenu za splnenie úlohy v stanovenom čase. Dnes by sme mohli povedať, že zastával teóriu, že pracovisko je tak výkonné, ako výkonné je jeho najslabšie miesto.

V časoch priemyselnej revolúcie reprezentovali myšlienky priemyslového inžinierstva aj veľikáni ekonomických teórií, ako napríklad Adam Smith, Thomas Malthus, David Ricardi a John Stuart Mill.

Vplyv na PI v oblasti povahy práce, znalostí človeka a prepojenie s pohybovými štúdiami práce a časovými štúdiami mali manželia Frank B. Gilbreth a Lilian M. Gilbreth. Vďaka ich dobrej znalosti psychológie človeka pochopili správanie jednotlivca na pracovisku a tomu prispôbili metódy zvyšovania produktivity práce. Rozdelili ľudskú prácu do 17 „therbligov“, ktoré označovali jednotlivé pohybové činnosti (hľadanie, uchopenie, odloženie, a iné). Okrem spomínaných „otcov“ PI, sa na historickom vývoji tejto disciplíny podielali aj Frank Gilbreth, ktorý sa venoval pohybu na pracovisku. Do kompaktnej metódy integroval časové a pohybové štúdie. Mogensen Gantt sa orientoval na zlepšovanie procesov plánovania a rozvrhovania projektov. V oblasti bezpečnosti práce prezentoval svoje poznatky Hopf. Emerson zasa naopak svoju pozornosť venoval efektívnemu riadeniu kvality produktu a procesu. Významným míľnikom v oblasti merania ľudskej práce, bolo zavedenie metriky MTM Haroldom B. Maynardom . (Mašín, Vytlačil, 1996, str. 85)

Okrem amerických otcov priemyslového inžinierstva nemožno opomenúť ani japonských priemyslových inžinierov. Medzi veľikánov japonska v tejto oblasti patril Shigeo Shingo z Toyoty, ktorý sa zaslúžil o skracovanie doby výmeny (SMED), zásobovanie práve teraz (JIT), zavedenie systému poka-yoke, ktorý eliminuje vznik väd v dôsledku nepozornosti.

Európskymi zástancami priemyselného inžinierstva bol napríklad uznávaný Kjell B. Zandin. Vďaka ktorému došlo vo firme MAYNARD ku zavedeniu nového systému merania práce, tzv. MOST. (Mašín, Vytlačil, 1996, s. 86)

Posledných pár desaťročí prešla oblasť PI zásadným vývojom. Nástupom automatizovaných systémov, počítačom riadených zariadení, rozvrhovaní výrobných procesov, využívaním simulačných 3D modelov sa profesia priemyselného inžiniera stáva dokonalejšou. Vzrastajú požiadavky na kreativitu, schopnosť byť inovatívny a byť schopný pragmaticky aplikovať vybrané metódy v praktickom živote firmy. V poslednej dobe možno pozorovať zvyšujúce sa nároky na oblasť PI. Čo predovšetkým vplýva na rast požiadaviek priemyslových inžinierov je najmä:

- vývoj nových materiálov a radikálne produktové inovácie (v oblasti nanotechnológie, biotechnológie, mikrotechnológie),
- expanzia automatizovaných výrobných technológií a systémov (knowledge management, data mining systems, rozvoj biznis systémov a globalizácia),
- špecializácia výrobných a logistických oblastí (zásobovanie JIT) a skracovanie životných cyklov výrobkov v súčasnosti,
- životné prostredie – a jeho neustále skvalitňovanie. (Chromjaková, 2013, s. 4)

### 1.3 Vybrané nástroje priemyselného inžinierstva

V súčasnej dobe sme svedkami toho, že rôzne odvetvia národného hospodárstva dosahujú vďaka dostupnosti zdrojov skokové zlepšenia svojich kapacitných a kvalitatívnych možností. Vždy sa ale nájde proces alebo činnosť v rámci sledu operácií, ktorú môžeme analyzovať a následne vylepšiť. Každé zlepšenie jedného procesu je začiatkom zlepšenia procesu iného. Podniky na ceste za svojou štihlosťou využívajú rôzne analýzy a zlepšovania procesov. Medzi ne patrí napr.

- a) Metódy merania a analyzovania práce – predstavuje súbor nástrojov a metód, ktorých cieľom je analyzovanie a meranie vykonávanej činnosti. Hlavným cieľom je odhalenie plytvania a určenie normy spotreby času. Najčastejšie používanými nástrojmi sú snímok pracovného dňa, či chronometráž, alebo nástroje vopred určených časov, ktorými zástupcami sú MTM či MOST.

- b) CEZ – Celková efektívnosť zariadenia (OEE) je ukazovateľ efektívnosti využívania strojného zariadenia. Možná hodnota CEZ predstavuje maximálne 100%, pričom je dôležité, aby sa vzorec

$$CEZ = \text{DOSTUPNOSŤ} \times \text{RÝCHLOSŤ} \times \text{KVALITA}$$

čo najviac približoval hodnote 100%. V podniku by u vedúcich riadiacich pracovníkov a zodpovedných pracovníkov mala byť snaha o neustále zlepšovanie OEE, či už skracovania časov výmeny, pretypovaním výroby, zvyšovaním prietoku kvalitných výrobkov či zvyšovanie pracovného času stroja. (API ©, 2005-2019)

- c) VSM – Value Stream Mapping alebo mapovanie hodnotových tokov predstavuje podľa Rothera (2017, s. 54) príležitosť, pre sledovanie toku materiálu a informácií a s nimi súvisiacej priebežnej doby výroby. Ďalším dôležitým atribútom je identifikovanie a zníženie plytvania na všetkých úrovniach podniku. Buď medzi jednotlivými bunkami, alebo v rámci podniku, alebo medzi viacerými podnikmi.

Toyota Production System definuje 7 druhov plytvania:

1. nadbytočné zásoby,
2. nadprodukcia,
3. zbytočné pohyby,
4. čakanie v procesoch,
5. zložité procesy,
6. chyby,
7. doprava. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 52)

- d) TOC – Theory of Constraints – alebo takzvaná teória obmedzenia. Táto teória je založená na schopnosti odhaliť slabiny výrobného procesu a následne tieto slabiny odstrániť. Následne pokračovať v odstraňovaní ďalších slabých miest. (API ©, 2005-2019)
- e) KAIZEN – Neustále zlepšovanie jednotlivca, procesu, oddelenia, firmy. Kaizen sa podľa Košturiaka (2010, s. 1) opiera o tri hlavné piliere. Prvým je osobnostný kaizen, ktorý zlepšuje jednotlivca (neustále snaha o zlepšenie svojich schopností a nadania). Druhým pilierom Kaizenu je vytváranie dôvery a vzájomnej spolupráce. Zlepšovanie je tímová aktivita v tíme by malo byť dosiahnutie konsenzu (win-win). Tretím pilierom Kaizenu je organizácia systému riešenia problémov v podniku. Takýto problém je potrebné najskôr zachytiť a identifikovať príčiny. Následne navrhnúť



okamžité zlepšenie a pre ostatné prípady zabezpečiť systém workshopov, ktoré zabezpečia neustále zlepšovanie medzi jednotlivými procesmi.

- f) KANBAN – podľa Dlabáča (API ©, 2005-2018) – predstavuje KANBAN akúsi oznamovaciu kartu, resp. informáciu. Predstavuje systém riadenia výroby pomocou kariet. Podstatou je vytvorenie dodávateľsko – odberateľského okruhu, v ktorom koluje presne definovaný počet kariet. Karta vydaná odberateľom dáva dodávateľovi informáciu zahájiť výrobu či dodávku v požadovanom množstve. Kanban môže byť uplatňovaný ako vo vnútri podniku (interný) tak mimo podnik (externý).

V súvislosti so zavádzaním moderných nástrojov konceptu industrie 4.0 je v súčasnosti veľmi často implementovaným zlepšením aplikácia eKanbanu. Štandardné karty v súčasnosti nahrádzajú senzory a čidlá. Ako príklad je možné uviesť senzory aplikované v zásobníku, kde je každý úbytok zaznamenaný. Tento snímač prostredníctvom bezdrátových sietí komunikuje so softvérom a tento indikuje zodpovednej osobe nízky stav zásob. Veľkosť dodávky je realizovaná prostredníctvom cloudových riešení vzhľadom k potrebe zásob. (Chromjaková, Tuček, Bobák, 2017, s. 93)

- g) 5S – SEIRI, SIETON, SEISO, SEIKETSU, SHITSKUE – predstavuje elementárnu techniku priemyslového inžiniera, na vytvorenie a udržanie čistého a prehľadného pracoviska. Táto technika sleduje odstránenie zbytočných vecí z pracoviska, organizovanie nástrojov podľa dôležitosti a následné udržovanie čistoty na pracovisku. (API ©, 2005-2019)
- h) Six Sigma – Töpfer (2008, s. 43) popisuje túto metodiku ako nástroj riadenia kvality. Ide o štatistický nástroj, ktorého cieľom je dosiahnuť maximálne  $6\sigma$  čo predstavuje 3,4 nezhôd na milión možností. Nezhoda v tomto prípade znamená čokoľvek, čo môže viesť ku nespokojnosti zákazníka. Six Sigma predstavuje jednoznačnú orientáciu na cieľ, resp. kvalitu a úrovni nulových defektov. Tento nástroj kvality, ako uvádza Greene (2013, s. 31) bol pôvodne vyvinutý firmou Motorola, ktorá hľadala spôsoby, ako identifikovať a odstrániť príčinu a následky väd a chýb vo výrobných a obchodných procesoch.
- i) Paretovo pravidlo - Brau (2016, s. 94) vo svojej publikácii hovorí o tomto pravidle ako o kritickom parametri, ktorý rozhoduje o tom, ktorým činnostiam sa v rámci analýz venovať.

Paretov zákon predstavuje všeobecné pravidlo, ktorá prináša výsledky naprieč časovým spektrom. Teda nie len v dlhodobom horizonte ale taktiež strednom a krátkodobom horizonte. Hovorí o tom, že 20% lean činností, generuje 80% zlepšení v produktivite a naopak.

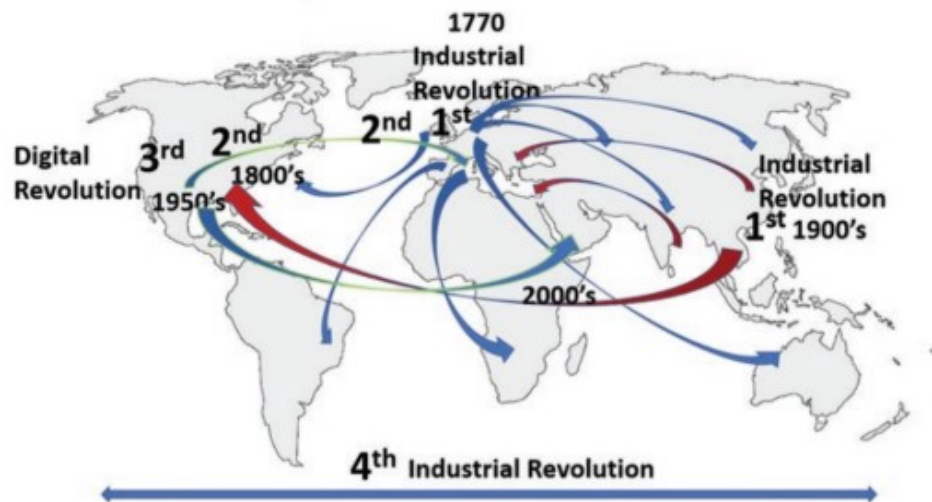
## 1.4 Vývoj priemyslu

Z pohľadu historického vývoja priemyslu vo svete, sme svedkami neustálych zásadných zmien. Úplne prvým skokom v poznaní a technike, bolo vynájdenie parného stroja v roku 1698 Thomasom Saverym. Túto prvú priemyselnú revolúciu môžeme rozdeliť do dvoch častí. Na začiatku, v pradiarenstve ľudia využívali jednoduché nástroje, ktoré v dôsledku využívania vody a pary zvýšili produktivitu výroby až osemnásobne. Poznanie týchto zákonitostí o necelé jedno storočie neskôr viedlo k vynájdeniu parných lodí a lokomotív, čo znamenalo ďalší prelom v rýchlosti prepravy, efektívnosti logistiky a zvýšenie produkcie ťažby železa až tridsať-násobne. (Desouttertools, © 2019)

V poradí druhá revolúcia je známa zavedením a využívaním elektrickej energie, vďaka ktorej mohli byť využívané montážne linky, dôsledkom čoho došlo k výraznému rozšíreniu automatizácie. V 19. storočí, otec masovej výroby, Henry Ford, prebral myšlienku dopravníkov z bitúniku v Chicagu, čo znamenalo obrovský prelom vo výrobe automobilov. Odvtedy prestalo jedno pracovisko vyrábať celé auto, ale každé pracovisko na výrobku uskutočnilo malú časť operácií následkom čoho sa zvýšil počet vyrobených automobilov osemnásobne. Od Forda sa nechal inšpirovať aj náš Európsky podnikateľ svetového mena, Tomáš Baťa. (Desouttertools, © 2019)

Nárast využívania moderných technológií, internetu a počítačových sietí, v 20. storočí, viedol k nárastu počtu robotov a robotizovaných systémov vo výrobe. Tie sú schopné vďaka programovateľným prvkom, zastúpiť prácu človeka nielen v priemyselnej výrobe, čo v konečnom dôsledku viedlo ku znižovaniu potreby ľudského kapitálu. (Desouttertools, © 2019)

Aktuálne spoločnosť stojí na prahu absolútnych zmien v oblasti priemyslu a ekonomiky. Zmeny, ktorým spoločnosť čelí v súvislosti s Industry 4.0 predstavujú viac než len roboty vo výrobe. Informačné technológie, cloudové riešenia, schopnosť systémov učiť sa a prepojenie kyberpriestoru s výrobným systémom vedie ku vzniku inteligentných systémov, vďaka čomu môže byť výroba úplne autonómna.



Obrázok 1 – Západo-východná dynamika priemyselnej revolúcie  
(Skilton, Hovsepian, 2018, s. 5)

#### 1.4.1 Industry 4.0

Industry 4.0 sama o sebe predstavuje revolúciu na úrovni kyberneticko-fyzického systému v hodnotovom reťazci a decentralizovanú inteligenciu vo výrobe, produkcií, logistike, dodávateľskom reťazci a predovšetkým priemysle. Najviac sa však koncept Industry 4.0 hodí do oblasti výroby. Kyberneticko-fyzický systém umožňuje prepájať ľudí, výrobky a stroje. (Ustundak, Cevikcan, 2018, s. 4)

Ide o takzvaný internet vecí, kedy veľké množstvá dát, ktoré sú zberané v priebehu procesu môžu byť spracovávané, vyhodnocované a kontrolované prostredníctvom software, čo smeruje k efektívnejšej produkcií, riadeniu procesov a zvyšovaniu kvality. (Iscoop ©, 2016 – 2020)

Ako uvádza Ondra (Průmyslové inženýrství ©, 2018), predpokladom smart factory sú nasledujúce parametre:

- JIT – materiálové zásoby a komponenty do výroby sú dodávané presne vtedy, keď je to potrebné, netvorí sa teda žiadne, resp. minimálne zásoby.
- Výrobné zariadenia sú schopné medzi sebou komunikovať a predchádzať tak vzniku neštandardných situácií.
- Okrem komunikácie robotov medzi sebou, komunikuje s nimi aj výrobok, ktorý im odovzdáva informácie o tom ako má vyzerieť, a čo s ním majú jednotlivé zariadenia robiť.
- Zaistenie Poka-Joke a Jidoka, kedy sa na výrobku eliminuje vznik rôznych defektov.

- Dopravu tovaru a výrobkov zabezpečujú plne automatizované AGV vozidlá.
- Zákazník až do poslednej chvíle môže ovplyvniť špecifikáciu výrobku.

### **Negatíva**

Množstvo senzorov, snímačov, úložisk, softvérových a hardvérových požiadaviek, sú nevyhnutné predpoklady pre fungovanie moderného systému. Dôležité je všetko správne nastaviť a zosúladiť s podnikovým informačným systémom. Nehovoriac o starších strojoch a zariadeniach, ktoré takýmito snímačmi disponovať nemusia. V takom prípade má firma dodatočné náklady na ich obstaranie, napojenie, zosieťovanie a správne prepojenie s ostatnými funkčnými systémami.

Ďalším negatívom môže byť množstvo dát, ktoré sú systémy schopné zaznamenávať a merať. Nie všetky dáta majú pre firmu pridanú hodnotu. Niektoré sú úplne zbytočné a zaberajú priestor v úložisku, iné sú zasa podstatné, no je náročne určiť, akým spôsobom výstup z nich kvantifikovať, nakoľko je potrebné rozlíšiť dáta a informácie. Dokonca ich správne spracovanie a uchovávanie, obzvlášť v dnešnej dobe môže predstavovať nemalé náklady.

Každý pokrok predstavuje predpoklad pre ďalšie zlepšovanie. To isté platí aj v Industry 4.0. Firmy, ktoré úspešne implementovali a aj využívali prvky industry 4.0, chcú aj naďalej svoje procesy zlepšovať. Preto každé zlepšenie po jeho úspešnom implementovaní vyvolá ďalšie náklady pre ďalšie zlepšenie. Náklady vo forme dodatočných investícií na zlepšovanie rýchlosti a funkčnosti software, hardware, internetového prepojenia a podobne. (Průmyslové inženýrství ©, 2018).

### **Pozitíva**

Inovácie a zlepšenia sú typické pre firmy, ktoré sa snažia ísť s dobou. Industry 4.0 v súčasnosti predstavuje síce veľké prvotné investície, je to však spôsob, ako udržať krok s dobou, získať tak drahocenné skúsenosti a ako zostať na vlně doby. Taktiež môže byť zavedenie Industry 4.0 vo firme spôsob, ako lepšie produkovať a predovšetkým marketingovo spopularizovať svoje výrobky.

Oblasť, kde je možné v súčasnosti vidieť pozitívne výsledky aplikácie Industry 4.0 je predovšetkým logistika. Práve tu je možné vďaka Industry 4.0 vidieť úspory v rámci lepšej vyjednávacej pozície v dodávateľskom reťazci. Lepšia deľba práce a úspora fixných

nákladov predstavujú úspory z rozsahu, ktoré zavedenie Industry 4.0 prináša. (Průmyslové inženýrství ©, 2018).

## 2 ŠTÍHLE RIADENIE PODNIKU

Ako hovorí Brau (2016, s. 128) vo svojej publikácii, z dôvodu globalizácie trhov, bude rozdiel medzi inováciami a tradičným spôsobov výroby v jednotlivých firmách faktor, ktorý rozhodne o ich prežití alebo zániku. Je teda rozhodujúcim prvkom prežitia štíhla výroba?

Chromjaková a Rajnoha (2011, s. 44) popisuje Lean výrobu ako komplexné riešenie systému v podniku, orientovaný predovšetkým na zmenu myslenia v oblasti riadenia a organizácie výrobných konceptov. Cieľom takého lean konceptu je dosiahnutie efektívneho riadenia a optimalizácie procesov za predpokladu zvyšovania produktivity, tvorby pridanej hodnoty a efektivity.

Ako uvádza autor Bob Emiliani, štíhly proces začína v „štíhlom prístupe“ a myslení. Je nevyhnutné, smerovať svoju pozornosť novým a inovatívnym smerom a opustiť zaužívané. Zatiaľ čo človek s lean prístupom kritizuje a hľadá stále nové možnosti riešenia, človek s klasickým prístupom vidí všetko cez pomyselné ružové okuliare.

Tabuľka 1 – Porovnanie prístupov riadenia (Průmyslové inženýrství ©, 2017)

Tradičný prístup myslenia	Moderný "lean" prístup myslenia
"Je to super."	"Hľadajte možnosť zlepšiť sa."
Zavedenie leanu je cieľový stav.	Zavedenie leanu je nevyhnutný krok k zlepšeniu. Len lean nestačí.
"Naša firma je najlepšia."	"Existuje priestor pre zlepšenie."
Zisk je pre akcionárov.	Zisk je pre ľudí a rozvoj firmy.
Lean vedie k udržateľným výsledkom.	Udržateľné výsledky neexistujú. Existuje rast alebo pokles.
Cieľový stav "Lean" dosiahnete za 7 rokov.	Lean nie je cieľový stav. Nasleduje ďalšie zlepšovanie.
Zvýšenie produktivity = zníženie zamestnancov	Zamestnanci sú kapitál a potenciál, ktorý sa dá využiť inde.
V "Leane" sa zlepšuje z dola hore.	Zlepšenie prichádza od vedúcich k pracovníkom.
Vodcovské schopnosti sú skvelé.	Prečo ne byť lepší líder ako doteraz?
Lean sa týka ľudí dolu.	Ak lean, tak pre všetkých - od riaditeľa po najnižšie postaveného pracovníka.
Cena = náklady + zisk	Zisk = cena - náklady

## 2.1 Pôvod štíhleho riadenia

Sakichi Toyoda a jeho syn Kiichiro, založili v tridsiatych rokoch 20. storočia automobilku Toyota. Ich prístup k zlepšovaniu produkčného toku neskôr dospel a stal sa známy ako Toyota Production System (TPS), neskôr známy ako lean production. V srdci výrobného programu bol kladený dôraz na používanie jednoduchých systémov, ktoré sa automaticky zastavili (poka-yoke). Taktiež boli používané montážne linky, ktoré mohli operátori zastaviť keď detekovali nejaký druh chyby (systém známy ako jidoka). Bezchybné výrobky boli následne posúvané ďalej interným zákazníkom, čo zamedzilo vzniku ďalšieho plytvania.

Aby sa zamedzilo nedostatku zdrojov, Toyota zaviedla produkčný systém, ktorý sa nespoliehal na predpokladané výrobné množstvá, ale začal používať systém ťahu. V rámci systému ťahu, komponenty potrebné u interných zákazníkov boli dodávané podľa potreby, nie podľa plánu (just in time).

Systém, ktorý vychádza z celkového množstva objednávok v určitom čase a následne ich rozvrhuje tak, že totožné množstvá a totožný mix budú vyrábané každý deň (heijunka). (McCarthy, Rich, 2004, s. 24)

## 2.2 Štíhly Podnik

Ako píše Chromjaková (2013, s. 42), koncept štíhleho podniku je známy od konca minulého storočia kedy v dôsledku kontinuálneho zvyšovania konkurencieschopnosti podniku došlo k mechanizácií a automatizácií výrobných procesov. Koncept štíhlosti je predovšetkým najviac známy v súvislosti s výrobou, no nie je to však jediné miesto jeho využitia. Lean filozofia prechádza všetkými oddeleniami podniku.



Obrázok 2 – Štruktúra štíhleho podniku (Chromjaková 2013, s. 42)

### 2.3 Štíhla administratíva

Predstavuje aplikovanie takých opatrení v rámci administratívnych činností, ktoré zamedzia tvorbe plytvania v administratíve.

Ako uvádza Košturiak (IPA ©, 2012) celkový priebežný čas je výsledkom spolupráce medzi výrobou a administratívou. Dlhé procesné časy pritom spočívajú veľmi často v administratívnych činnostiach. Podľa štatistík z prieskumu podnikov, až 50% z priebežnej doby výroby sú činnosti prevažne administratívneho charakteru. Ide najmä o:

- komunikačné problémy medzi oddeleniami, ľuďmi a internými informačnými systémami,
- komunikačné ťažkosti vo vzťahu k zákazníkom a dodávateľom,
- množstvo zbytočných porád a byrokracie,
- chybná synchronizácia a nadväznosť administratívnych činností,
- poruchy a chyby na počítačoch, kopírovacích zariadeniach a tlačiarňach,
- neznalosť a nízka úroveň kvalifikácie pracovníkov – obsluhy softvérových programov.

Preto by štíhla administratíva mala byť súhrou kvalitnej vizualizácie, dobrej komunikácie, tímovej práce, efektívneho managementu času a porád, lepších a kvalitnejších procesov v dôsledku štíhleho layoutu a dobre navrhnutých štandardov.

### 2.4 Štíhla logistika

Ako hovoria štatistiky IPA Slovakia:

- Oblasť prepravy, skladovania a manipulácie s tovarom predstavuje prácu až pre 25% pracovníkov.
- Skladovanie, manipulácia a preprava zaberie približne 55% disponibilných plôch.
- Preprava, skladovanie a manipulácia predstavuje 87% času k pomeru celkovému času, ktorý materiál strávi v podniku.
- Vyššie spomenuté parametre tvoria až 70% celkových nákladov na výrobok. Čo v prípade správnej štíhlej logistiky, môže usporiť 15% celkových nákladov.

Dôraz na zoštíhľovanie logistiky je teda opodstatnený a takáto štíhla logistiky by mala pozostávať z neustáleho zlepšovania činností, kvalitného informačného systému, štandardov



logistických procesov, dobrej spolupráce v rámci dodávateľsko – odberateľského reťazca a predovšetkým v optimalizácii logistickej siete (IPA ©, 2017)

## 2.5 Štíhly vývoj

Predstavuje takú koncepciu, ktorá eliminuje rôzne formy plytvania už pri vývoji produktu. Štíhly vývoj má za úlohu predpokladať výrobné procesy a navrhnuť výrobu výrobku tak, aby sa pri jej realizácii vyskytovalo čo najmenej komplikácií.

Debnár (IPA ©, 2017) tvrdí, že, predpoklad pre úspešný lean design spočíva v:

- 1) presnom definovaní požiadaviek zákazníka a funkcie výrobku,
- 2) identifikácií funkcie, ktorá spĺňa požiadavky najvyššej kvality a čo najnižších nákladov,
- 3) oddelenie nepotrebných a zbytočných nákladových položiek,
- 4) načúvanie hlasu zákazníka pri vývoji,
- 5) osvojenie prvkov zoštíhlovania procesov a redukcie nákladov.

## 2.6 Štíhla výroba a jej prvky

Štíhla výroba predstavuje efektívne, produktívne, komplexné a rozumné riadenie procesov vo výrobných a priemyselných podnikoch. Takáto výroba má všetky predpoklady na to, aby dokonale uspokojila konkrétnu požiadavku zákazníka na výrobok, špecializovala svoju činnosť na efektívne produkovanie výrobných dávok a zabezpečila plynulý materiálový a informačný tok vo výrobnom procese. Koncept štíhlej výroby pochádza z japonskej Toyoty a za otcov Lean výroby sú považovaní Taichii Ohno a Shingeo Shingo.

Nevyhnutné predpoklady pre štíhlu výrobu sa vyskytujú už v dodávateľskom reťazci – optimálne v dodávkach just in time. Teda vtedy, keď to výroba potrebuje. Ideálne v takom zložení, aby dodávané komponenty pozostávali z čo najmenej variabilných častí. Takýto komponent by mal „tiecť“ výrobou v tvare bunky, aby výrobok prešiel čo najkratšiu trasu a bolo na ňom možné uskutočniť kvalifikovanými pracovníkmi čo najviac operácií, ktoré budú výrobku pridávať hodnotu. Optimálne pri nulovej chybovosti výstupu. Ak by malo dôjsť ku chybe, je dobré, aby systém bol schopný pracovníka upozorniť na možný vznik chyby. Pre lepšiu orientáciu, aj nových aj starých pracovníkov, by mal byť takýto postup štandardizovaný, dobre a jednoducho zobrazený, aby bol ľahko pochopiteľný. V prípade poruchy stroja alebo zmeny sortimentu, by prechod na nové produkty mali zabezpečiť

kvalifikovaní pracovníci v čo najkratšom čase. Ideálne, údržbu vykonávať v čase, kedy táto servisná činnosť neobmedzí výrobu. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s 44)

## 2.7 Plytvanie

Ako popisuje Imai (2005, s. 79) vo svojej knihe Kaizen, dôležité pre štihlu výrobu sú také procesy, pri ktorých ľudia alebo stroje pridávajú výrobku pridanú hodnotu. Z pohľadu pracoviska a ľudského kapitálu, práve tu vznikajú rôzne druhy plytvania. Práve od eliminácie plytvania závisí miera úspešnosti zoštíhľovania procesu výroby. Taiichi Ohno, výkonný riaditeľ spoločnosti Toyota definoval základné druhy plytvania – tzv. Muda. (Womack, Jones, 2003, s. 16) Poznáme 7 základných druhov plytvania. Sú to:

- Nadbytočné zásoby, práve táto položka plytvania je kardinálnym problémom v oblasti zoštíhľovania. Dôležité je teda odhaliť, v akej miere sú zásoby správne a v akej nie. Zásoby sú nie len materiálové. Hovoríme aj o rôznych rozpracovaných výrobkoch, dieloch, polotovaroach, dokonca aj finálnych produkoch, ktoré svojou prítomnosťou nepridávajú hodnotu v aktuálnom čase, ale generujú dodatočné náklady vo forme zvýšených požiadaviek na skladovanie, manipuláciu a ľudský kapitál. Kľúčom k úspechu v tvorbe zásob, je optimálna metóda Just-In-Time, kedy sa polotovar či surovina, dostane na správne miesto práve vtedy, kedy je najviac potrebná. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 47)
- Nadprodukcia – podľa Imai (2005, s 80) je nadprodukcia len akýmsi obranným faktorom zodpovedného pracovníka pred možnými komplikáciami vo výrobe. Vytvára falošný pocit bezpečia a často je produkovaná „len pre istotu“ vo väčšej miere, než požaduje zákazník na konci procesu. Práve tu dochádza k najväčším prehreškom voči plytvaniu. Ak sa vyrába viacej než je potrebné, utrpia tým stratu materiálové zásoby, ľudský potenciál, stroje – čo sa môže prejaviť vo zvýšenej potrebe údržby, spotreba energií, zásobovacia réžia, doprava, administratíva a na vrchole pyramídy – finančné prostriedky podniku.
- Doprava nemusí nevyhnutne znamenať, iba dopravu výrobku z výroby k zákazníkovi. NVA – Non Value Added je najväčším problémom pri preprave. Surovina či výrobok v tejto fáze nepridáva žiadnu pridanú hodnotu ani producentovi ani samotnému zákazníkovi. Problém v rámci dopravy, je pohyb samostatných surovín a polotovarov. Zo skladu do výroby, medzi výrobnými operáciami, pracovníkmi, stanovišťami, medziskladmi a podobne. Riziko, ktorému sa takýto „nadpohyb“

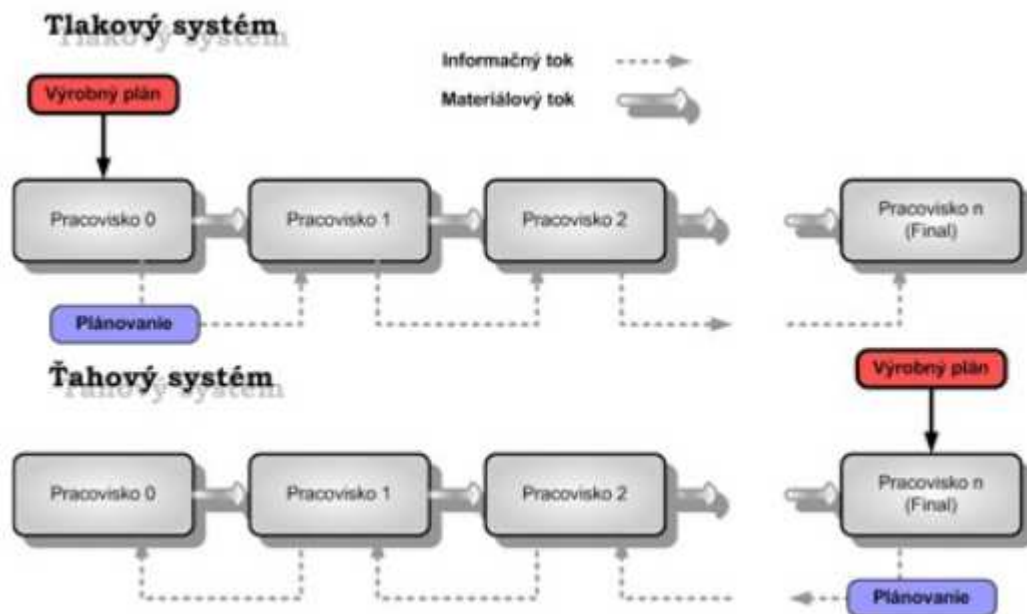
surovín vystavuje, je jeho poškodenie prípadne strata a vyššia časová a administratívna náročnosť na jeho sledovanie.

- Zbytočné pohyby predstavujú prvok, ktorý keď sa odstráni, je možné dosiahnuť viditeľných úspor v krátkom čase. Zbytočné pohyby v sebe zahŕňajú najmä rôzne presuny pracovných úloh, zlú ergonómiu pracoviska, presun materiálov a informácií medzi operátormi, hľadanie náradia a nástrojov na pracovisku a mnohé iné.
- Čakanie – ľudové príslovie hovorí, že čas sú peniaze. Preto každé čakanie, či už vo výrobe, logistike alebo administratíve predstavuje čas, kedy firma prichádza o potencionálny zárobok. Takéto čakanie býva niekedy náročné odhaliť. Nakoľko sa môže vyskytovať v rôznych podobách. Čakať môže výroba na zásoby, pracovník na vykonanie svojich operácií na výrobku, logistika na tovar a zákazník na svoj výrobok. Preto je dôležité takéto čakanie odhaliť a eliminovať. (Chromjaková a Rajnoha 2011, s. 48)
- Opravy a zmätky – zmätok = peniaze vyhodené do koša. Dôležité je v štádiu technologickej a technickej prípravy výroby, navrhnuť a nadefinovať výrobu výrobku tak aby parametre a kvalita produktu bola taká, ako zákazník požaduje. Zodpovedný úsek za prípravu výroby tým uľahčí prácu operátorom, usporí náklady na recyklovanie vadného kusu a vo finálne v plnej miere uspokojí zákazníka.
- Plytvanie vo výrobe sa často vyskytuje vtedy, keď na činnosti pri finalizácii vplývajú všetky ostatné druhy plytvania. Výroba, ako element, ktorý má pridávať hodnotu produktu, v tejto fáze dopláca na nezrovnalosti v oddeleniach podniku.

## 2.8 Systém ťahu a tlaku

Systém ťahu alebo takzvaný pull systém predstavuje taký výrobný systém, ktorý obmedzuje množstvo rozpracovanej výroby vo vnútri systému.

Systém tlaku je taký, ktorý žiadno neredukuje rozpracovanosť vo vnútri výrobného systému a tak umožňuje hromadiť výrobu, možno často aj bez opodstatnenia. (Průmyslové inženýrství ©, 2017)



Obrázok 3 – Tlakový a ťahový systém (Průmyslové inženýrství ©, 2017)

V súvislosti s efektívnym riadením systému ťahu sa v súčasnosti aplikujú metódy:

- Kanban – predstavuje systém riadenia just in time. Ide o signalizačné karty (z japončiny vývesné štítky) alebo informácie, ktoré informujú dodávateľa, že konkrétny pracovník či linka, materiál spotreboval a potrebuje dodať ďalší. (IPA ©, 2017)
  - Využívaním kanbanu dochádza k znižovaniu veľkosti výrobných dávok, čo umožňuje lepšie reflektovať potreby zákazníka.
  - Menšia výrobná dávka = menší počet dielov vo výrobe = menšie požiadavky na skladovacie priestory.
  - Kanbanom dochádza k sprehľadneniu výrobných tokov, pretože všetky potrebné informácie sú na Kanban tabuli

Pri používaní kanban kariet, podľa Dušana Kučera (IPA ©, 2017), je nevyhnutné dodržiavať pravidlá:

- nasledujúci proces musí odoberať dielce z predchádzajúceho procesu podľa údajov príslušnej kanban karty,
- prideľovanie výroby je bez karty kanban neprípustné,
- nekvalitné dielce sa z predchádzajúcej operácie nepreberajú,
- pri nezhode sa výroba zastavuje,
- manipulácia s dielcami je možná len s kanban kartou,

- množstvo kanban kariet v obehu musí byť v súlade s potrebou finálnej montáže.
- Just in time – je v užšom zmysle slova metóda, kedy je materiál dodaný do výroby v tom čase, kedy je potrebný. V širšom zmysle slova JIT znamená, že materiál je nielen dodávaný do výroby vtedy keď je potrebný, ale je aj nakúpený v tom istom čase.

Hlavným zmyslom tejto metódy je znižovanie materiálu v zásobovacom reťazci, čo vedie k zníženiu nákladov na materiál, skladovanie a jeho prepravu v rámci firmy. Podľa článku Pavla Ondru (Průmyslové inženýrství ©, 2017) je veľmi náročné odhadnúť presné množstvá materiálu, ktoré má firma držať vo forme poistnej zásoby. Ak by držala materiál na úrovni dennej spotreby, táto varianta tiež pravdepodobne nie je JIT. Žiadúce je predovšetkým znižovanie zásob v okolí stanovnísk, kde sa produktu pridáva hodnota. Teda priamo na výrobnéj linke. Optimálne je, zásobovať celú radu procesov materiálu práve vtedy, keď je ho potreba.

## 2.9 Usporiadanie výroby

Vhodné usporiadanie jednotlivých pracovísk, ktorými výrobok pri výrobe prechádza má významný vplyv na efektivitu a rýchlosť výroby. Rozlišujeme nasledujúce, jednotlivé usporiadanie výroby.

### 2.9.1 Technologické usporiadanie výroby

Tento pohľad usporiadania výroby predstavuje také riešenie, kedy sú na jednom mieste sústredené rovnaké technológie. V praxi to znamená, že výrobná firma má oddelenie zvarovania, sústružnícku dielňu, lisovňu a lakovňu. Hlavnou výhodou takéhoto riešenia výroby je to, že kedykoľvek je možné použitie jedného zariadenia nahradiť za iné. Toto riešenie je vhodné pri výrobe výrobkov v malých seriách, dokonca až kusoch. V súvislosti so zoštíhlovaním výroby, takéto usporiadanie nie je úplne ideálnym riešením. Nevýhodou takéhoto riešenia môžu byť zvýšené časové alebo finančné náklady na manipuláciu s výrobkom.

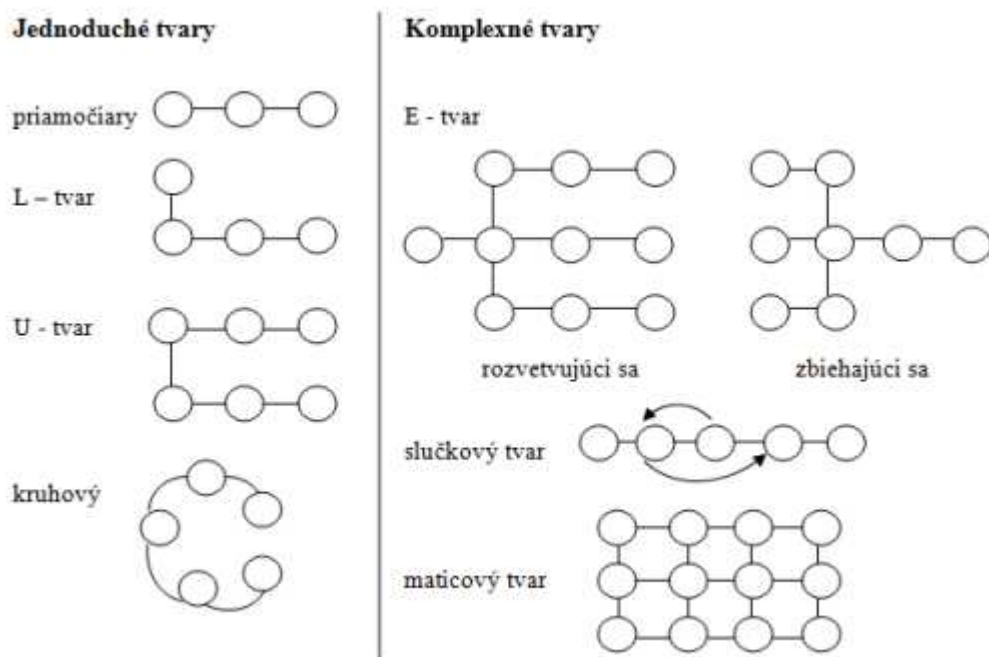
### 2.9.2 Predmetné usporiadanie výroby

Ak sú jednotlivé technológie umiestnené za sebou a výrobok nimi prechádza v tom poradí, v akom sú naň jednotlivé technológie aplikované, potom hovoríme o predmetnom usporiadaní výroby. Tento typ výroby sa vyznačuje nízkou mierou prispôsobivosti pri zmene sortimentu a vysokou mierou vstupných nákladov na obstaranie takéhoto riešenia výroby.

Takýto systém má svoje výhody aj nevýhody. Za výhody považujeme efektívnu a kvalitnú výrobu, ktorá sa vďaka jednoduchým činnostiam stáva „automatizovanou“. Pracovníci pri nej vykonávajú viacmenej stále to isté, čo môže mať negatívny vplyv na ich zručnosti a schopnosti.

### 2.9.3 Bunkové usporiadanie pracoviska

Podľa Mašina a Vytlačila (1996, s. 125) sú v tradičných výrobných zastúpené technologické usporiadania výroby. Čo v praxi vedie, ako bolo spomenuté vyššie, k neefektívnemu využívaniu pracovného času, kapacít, prepravy a zásob. Pod vplyvom rýchlo meniaceho sa trhového prostredia a zvyšovania nárokov na kvalitu a kvantitu, začalo dochádzať k formovaniu výrobných procesov do tvaru buniek. Bunka predstavuje základný kameň modernej výrobkovo orientovanej organizácie. Je to také usporiadanie, ktoré umožňuje pracovníkom efektívne vytvárať pridanú hodnotu na výrobku. Najčastejšie sú používané bunky v tvare U, nakoľko takáto bunka umožňuje pracovníkom rýchlu manipuláciu so vstupmi a ich rýchly presun medzi pracoviskami.



Obrázok 4 – Typy usporiadania výrobných buniek (Tuček a Bobák, 2006, s. 247)

### 2.10 Štíhle pracovisko

Pojem štíhle pracovisko predstavuje také rozvrhnutie pracovného priestoru, ktoré má za primárny cieľ odstrániť prvky plytvania vo všetkých jednotlivých činnostiach, ktoré

pracovník na pracovišti vykonáva. Nielenže „lean“ odstraňuje plytvanie, ale dokáže významne usporiť miesto, ktoré môže byť využité iným, efektívnejším spôsobom.

Základné prvky, ktoré sú typické pre štíhly layout:

- skracovanie pohybových trás pracovníka,
- znižovanie zbytočnej manipulácie s produktom,
- schopnosť výroby sa v čo najkratšom čase prispôbiť zmene sortimentu,
- variabilita zariadení – možnosť usporiadať výrobu podľa sortimentu,
- skracovanie priebežnej doby výroby výrobku,
- eliminácia potreby medzioperačných skladov,
- One piece flow – tok jedného výrobku výrobou.

(Košturiak a Frolík, 2006, s. 135)

### 2.10.1 Metódy merania práce

Ako hovorí Greene (2013, s. 134), hlavným účelom merania práce je zistiť a vymedziť čas potrebný na čiastkové úlohy a následne tieto získané informácie premeniť do pracovných očakávaní, ktoré je možné prakticky realizovať. Meranie práce je v súčasnosti základnou a nevyhnutnou činnosťou priemyslového inžiniera. Pri meraní pracovných činností a operácií sa najčastejšie používajú dva druhy merania práce.

- Priame merania, kedy sú prostredníctvom záznamov (videozáznamov alebo poznámok) a stopiek zaznamenávané časové intervaly realizovania práce. Ide o snímok pracovného dňa a chronometráž. Cieľom je získanie informácií o tom, v akom pomere vykonáva produktívne a neproduktívne činnosti. Tieto merania sú náročné na čas strávený v spoločnosti pracovníkov.
- Nepriame merania – sú metódy vopred určených časov, napríklad MOST, či MTM analýza. Výhodou týchto metód je objektívny pohľad na pracovné činnosti a je možné ich využiť takmer všade, v závislosti od doby, počas ktorej je práca vykonávaná. (MTM1 – MTM5).

### 2.10.2 Organizácia pracoviska

Organizácia pracoviska je v ideálnom prípade také usporiadanie, ktoré je jednoduché na pochopenie aj pre nových pracovníkov. Zabezpečenie vysokej úrovne organizácie pracoviska možno zabezpečiť prostredníctvom štandardu 5S. Predstavuje:

- Organizácia – selektovanie len potrebných pracovných pomôcok a nástrojov.
- Usporiadanie – uloženie potrebných predmetov tak, aby ich mohol každý využiť - na dosah alebo do vzdialenosti podľa frekvencie používania.
- Čistenie – udržiavanie stále čistého pracoviska.
- Upratovanie – má za cieľ eliminovať hľadanie.
- Disciplína – dodržiavanie vyššie uvedených pravidiel. (Tuček, Bobák, 2006, s. 117)

### 2.10.3 Vizualizácia a štandard

Každé zlepšovanie by malo byť zakončené štandardom a vizuálom. Štandard prehľadne popisuje spôsob, akým má byť proces vykonávaný, v akom čase a poradí. Podľa Košturiaka a kolektívu (2010, s. 205) vizuál slúži k rýchlemu a jednoduchému pochopeniu situácie, odhaleniu abnormality, odchýlky či problému procesu. Vizuál má napomáhať k tomu, aby pracovník nestrácal čas, a aby bolo ihneď zrejmé, či proces prebieha podľa štandardu alebo nie

Štandard slúži na:

- redukcii variability a opravu chýb,
- zvýšenie bezpečnosti,
- uľahčenie komunikácie,
- zviditeľnenie problémov,
- pomoc tréningu a vzdelávania,
- zvýšenie pracovnej disciplíny,
- uľahčenie reakcie na problémy,
- vyjasnenie pracovných procedúr.

Postup tvorby štandardu:

1. Definovanie procesov
2. Upresnenie, kde proces začína a kde končí
3. Rohodnutie o spôsobe tvorby štandardu:
  - Pre produkt alebo skupinu produktov
  - Pre jedno pracovné miesto alebo viacej pracovných miest
  - Pre jednotlivé typy zariadení



1. Vytvorenie operačného štandardu – popisanie vykonávaných činností operátora, parametre a kritické body procesu, postup odstránenia abnormalít
2. Oboznámenie a overenie správnosti, zrozumiteľnosti, prehľadnosti operačného štandardu s operátormi procesu
3. Implementácia, kontrola fungovania v prevádzke, prípadné korekcie. (Košturiak a kol., 2010, s. 205)

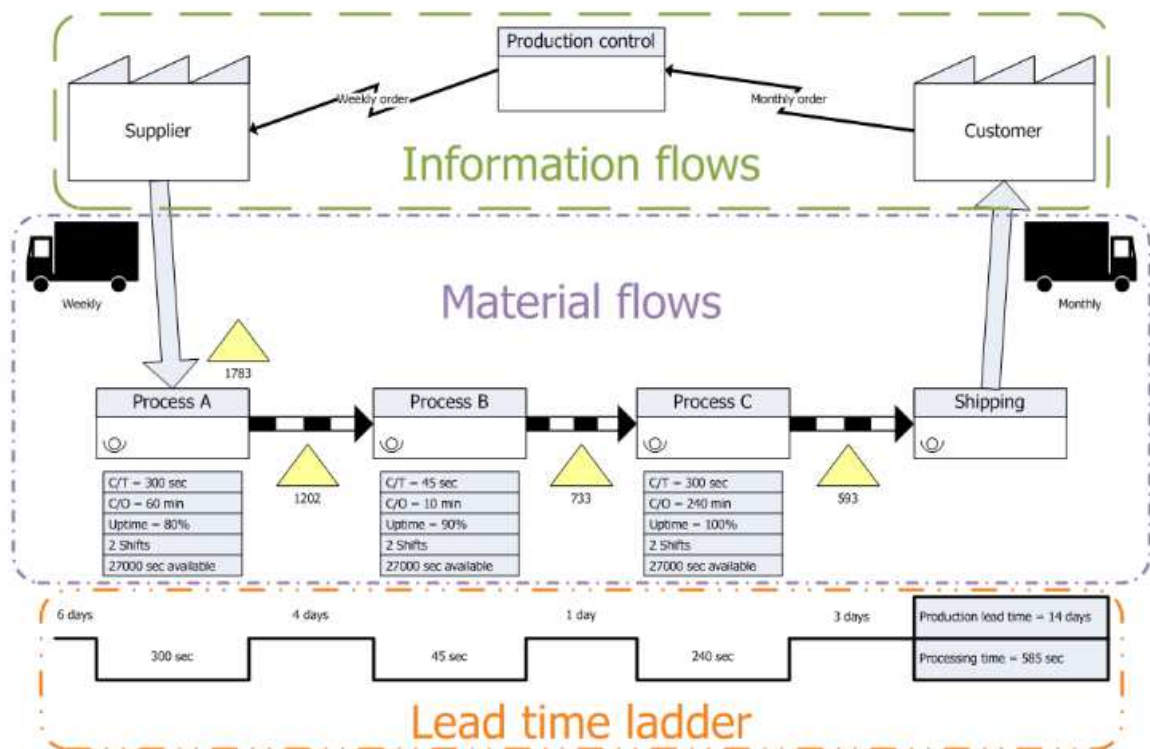
## 2.11 MAPOVANIE HODNOTOVÉHO TOKU

Mapovanie toku hodnôt, z angličtiny takzvané Value Stream Mapping predstavuje jeden z dôležitých konceptov štíhlej výroby. Ide o moderný nástroj priemyslového inžiniera, vďaka ktorému firmy môžu odhaliť a znížiť straty v určitom procese. Podľa Chromjakovej (2013, str. 51) je kľúčovým prvkom mapa toku hodnôt. S jej pomocou dokáže tým pracovníkov popísať v grafickej forme všetky činnosti produkčného systému kontinuálne tak, ako vzniká zadaním požiadavky zákazníka a končiac odovzdaním hotového produktu zákazníkovi. Podstatou je charakterizovať všetky činnosti zastúpené v produkčnom systéme z hľadiska toho, či pridávajú alebo nepridávajú hodnotu finálnemu výrobku. Poznáme dva typy máp:

- Current map – mapa súčasného stavu – popisuje súčasný hodnotový tok produkčným systémom
- Future state map – mapa budúceho stavu – popisuje nový, štíhlejší hodnotový tok. Jej súčasťou je návrh plánu implementácie kľúčových zmien pre zlepšenie toku produkčným systémom.

Základnými konceptami pre správne vyhotovenie VSM sú:

- Materiálový tok – predstavuje priebeh dielu cez výrobný systém. Spravidla býva vo VSM z ľava do prava. Preto dodávatelia sú na ľavej strane a odberateľ a zákazník na pravej strane. Dôležité je sa pri materiálovom toku zamerať na tie časti, ktoré sú predmetom analýzy.
- Informačný tok – prehľadne zobrazuje priebeh informácií výrobou. Ide o informácie, ktoré priamo vstupujú do procesu – informácia o tom, čo treba vyrábať, v akých množstvách a kvalite. Nositeľmi týchto informácií sú napríklad objednávky, kanbanové karty apod. (Průmyslové inženýrství ©, 2017)



Obrázok 5 Príklad VSM (Průmyslové inženýrství ©, 2017)

### 2.11.1 Pridaná hodnota pri operáciach a výrobných bunkách

Ako hovorí Mašín (2003, str. 29), časová analýza, pri ktorej dochádza v rámci jednotlivých výrobných či montážnych operácií ku tvorbe pridanej hodnoty, je veľmi úzko naviazaná práve na ľudské pohyby, ktoré sú pri nej vykonávané.

Tie môžeme rozdeliť na efektívnu prácu – výrobku je pridávaná pridaná hodnota, neefektívnu prácu – pohyb, ktorý je nevyhnutnou súčasťou napríklad montáže, ale výrobku nepridáva hodnotu. Plytvanie – pohyby, ktoré ani nevytvárajú pridanú hodnotu, ani nie sú nevyhnutne potrebné k manipulácii s výrobkom.

Z pohľadu metód priemyselného inžinierstva, sú pre určenie produktívnych a neproduktívnych činností využívané predovšetkým:

### 2.11.2 Analýza pridanej hodnoty pomocou časových štúdií

Pri pozorovaní pracovných činností je viditeľné, že celkový výstup pracovníka pozostáva z jednotlivých čiastkových činností. Tieto predstavujú takzvané elementy. Elementom je napríklad konkrétna činnosť, kedy pracovník - vezme z prepravky svetlo, umiestni ho do zkradla a toto svetlo priskrutkuje ku zrkadlu. Časové „ocenenie“ jednotlivých elementov,

predstavuje takzvané časové štúdie. Je to určitá dĺžka trvania pracovných elementov a operácií. Pri takejto analýze s väčšou pravdepodobnosťou odhalíme plytvanie a prípadne nedostatky, ktoré sa na pracovisku vyskytujú.

Praktické časové štúdie podliehajú nasledovným parametrom:

- príprava vhodnej tabuľky pre zapisovanie hodnôt,
- dobrá znalosť toku materiálu, pracovného prostredia a jednotlivých činností,
- dobrá znalosť pracovného prostredia – zostrojenie layoutu,
- vyhotovenie videozáznamu z jednotlivých činností,
- identifikácia pracovných elementov (činností),
- časové námery jednotlivých elementov,
- identifikácia nepravidelných činností,
- zistenie elementov, ktoré výrobku nepridávajú žiadnu hodnotu,
- spracovanie výsledkov meraní a následná analýza výsledkov. (Mašín, 2003, s. 28):

Vzorec pre výpočet pridanej hodnoty je nasledovný (Mašín, 2003, s. 29):

$$\text{VA Index} = \frac{\text{čas, kedy je produktu pridávaná hodnota}}{\text{celková priebežná doba, po ktorú produkt vzniká}}$$

### 2.11.3 Analýza pridanej hodnoty pomocou metódy vopred určených časov

Predstavuje akúsi sofistikovanejšiu formu merania práce. Metóda vopred určených časov vychádza z logiky, že každá činnosť má už popredu definovaný čas potrebný na jej uskutočnenie. Časovou jednotkou pri využívaní týchto systémov je jednotka merania času, ktorú označujeme TMU – Time Measurement Unit). Predstavuje 1/100 000 hodiny, čo znamená, že je 1TMU = 0,036 s, resp. 1s = 27,8 TMU. Výhodou týchto systémov je, že odpadá problém subjektivity stanovenia úrovne výkonnosti, pretože vopred určené časy základných pohybov predstavujú priemerný výkon priemerného pracovníka, tj. úroveň výkonnosti 100%. Je možné tak vopred stanoviť časy aj budúcich, zatiaľ len naprojektovaných pracovných metód. V súčasnosti sa najviac využívajú tieto metódy:

- MTM – meranie času pracovných metód, ktoré rozkladá manuálnu prácu do 10 základných pohybov,
- UAS – univerzálny rozborový systém odvodený od MTM, s vyššou rýchlosťou rozboru, dostatočnou presnosťou a malým počtom dát – vhodný pre sériovú výrobu,

- MOST – využíva skutočnosť, že ľudskú prácu je možné popísať univerzálnymi sekvenčnými modelmi aktivít, namiesto popisu pomocou detailných a nezávislých základných pohybov – docieľujú tak najvyššiu rýchlosť rozboru. (Mašín, 2003, s. 33)

### Technika MOST

Technika MOST vychádza z predpokladu, že väčšina činností operátorov na linke sa opakujú v určitých časových frekvenciách, pričom činnosti sú stále tie isté. Napríklad operátor vezme komponent, uchozí, presunie na iné miesto a vloží napríklad do vopred pripravenej stanice. Môžeme povedať, že obyčajné premiestnenie objektu pozostáva zo štandardnej sekvencie pohybov.

Táto metóda je vďaka svojej jednoduchšej štruktúre rýchlejšia, než iné techniky merania. Nevyžaduje sa, aby sa operácie podrobne rozkladali do definovaných sekvenčných modelov. Predom definované sekvenčné modely sú na analytických formulároch vytlačené, takže pre analytika zostáva len doplniť premenné čísla indexov.

Techniku MOST môžeme rozdeliť do troch typov, podľa početností jednotlivých operácií. Poznáme:

- A. BASIC – MOST – operácie na strednej úrovni, ktoré budú vykonávané pravdepodobne viac ako 150 krát a menej ako 1.500 krát za týždeň. Operácie v tejto kategórii majú spravidla rozsah od niekoľkých sekúnd po 10 minút. Typický čas pre BASIC-MOST je 0,5 – 3 minúty. Môžeme povedať, že väčšina operácií vo väčšine priemyslových oborov spadá do tejto kategórie.
- B. MAXI – MOST – slúži pre analyzovanie operácií, ktoré sa budú vykonávať menej než 150 krát za týždeň. Dĺžka operácie v tejto kategórii môže byť od menej než 2 minúty po niekoľko hodín. MAXI-MOST je vhodné pre ťažké montáže
- C. MINI – MOST – predstavuje najdetailnejšiu a najpresnejšiu analýzu pracovných metód. Používa sa pri analyzovaní činností, ktoré budú opakované viac než 1.500 x za týždeň. Operácie, ktoré majú tak vysokú početnosť, majú väčšinou veľmi nízke dĺžky cyklov – menej než 1,6 minúty. Typické číslo je 10 sekúnd. Taktiež je táto metóda vhodná pre analyzovanie činností, kedy vzdialenosti pre dosiahnutie sú kratšie než 25 centimetrov. Zároveň je nutné podotknúť, že je táto metóda MOST nevhodná pre analyzovanie operátorov, ktorí musia pre svoje činnosti spraviť viac

ako 2 kroky, kde by sa musel operátor zohnúť alebo prenášať bremeno s váhou viac ako 5 kilogramov. (Mašín, 2003, str. 41)

Work Measurement Technique	Total TMU Produced Per Analyst Hour
MTM – 1	300
MTM – 2	1000
MTM – 3	3000
MiniMOST®	4000
BasicMOST®	12,000
MaxiMOST®	25,000

Obrázok 6 - Vhodnosť techniky vopred určených časov podľa TMU za hodinu  
(Zandin, 2003, s. 17)

#### 2.11.4 Analýza pridanej hodnoty vo výrobných bunkách

V súčasnosti, kedy sú kladené stále väčšie nároky na rýchlosť a kvalitu zásobovania, stále viacej firiem je obmedzených jednak výrobnými kapacitami, ale aj takzvaným taktovým časom.

Takt je nosným atribútom zoštíhlovania. V praxi to znamená nasledovné (Mašín, 2003, s. 42):

$$\text{TAKT} = \frac{\text{Čistý pracovný fond za obdobie}}{\text{počet požadovaných výrobkov za dané obdobie}}$$

Takt predstavuje podporu pre synchronizáciu hodnotových tokov. Je to tempo, v ktorom musí proces produkovať výrobky podľa aktuálnych potrieb zákazníka. Ideálne tempo je vtedy, ak čas taktu je totožný s časom cyklu. V opačnom prípade, ak je takt time nižší než cyklový čas, vzniká nadvýroba, čo vedie k zvyšovaniu rozpracovanosti výrobkov. Ak je čas cyklu vyšší ako čas taktu, dochádza k nesplneniu požiadaviek zákazníka. Firma v takomto prípade musí využívať ďalšie kapacity, prípadne práce nadčas.

Dôležité je pomerovanie súčtu časov, ktoré pridávajú hodnotu v operáciách, s celkovým počtom operácií x čas taktu:

$$\text{VA-index}_{\text{bunka}} = \frac{\text{súčet časov pridávania hodnoty v operáciách}}{\text{celkový počet operácií x čas taktu}}$$

Takéto analyzovanie hodnotových tokov je základom optimalizácie pracovísk a ľudskej práce. (Mašín, 2003, str. 44)

## 2.12 Bottle neck – teória obmedzenia

Košturiak a Chal' (2008, s. 145) vo svojej knihe píšú o TOC ako o metodike, ktorá systematicky vyhľadáva a odstraňuje obmedzenia v systémoch. Vychádza sa pri tom z poznania, že výkon každého systému je výkonom jeho najslabšieho miesta.

TOC pristupuje k obmedzeniu v 5 krokoch

- 1.) nájdenie obmedzenia,
- 2.) vyťaženie obmedzenia,
- 3.) podriadiť všetko obmedzeniu – pretože určuje výkon celého systému,
- 4.) zvýšiť výkon obmedzenia,
- 5.) vrátiť sa ku kroku 1.

Pre systematické definovanie problémov využíva: strom súčasnej reality – logické usporiadanie problémov nájdenie kľúčových problémov, diagram konfliktov, strom budúcej reality – plánovanie zmeny, strom predpokladov – definícia prekážok, rizík a predpokladov pre elimináciu, strom premien – akčný plán.

## 2.13 Inovácie

Vyššie uvedené parametre štíhlej firmy sú čistkovým predpokladom pre dosahovanie dlhodobých úspechov vo firme. Druhá polovica úspechu spočíva podľa Košturiaka (2016, s. 150) v neustálom inovovaní výrobku. Ako uvádza autor, firma by sa mala stavať k inováciám iniciatívne a mala by si klásť odpoveď na tieto tri zásadné otázky:

- Uvádza firma v súčasnej dobe na trh inováciu, ktorá má potenciál nárastu tržieb 50% do troch rokov?
- Má firma pripravené inovačné projekty, ktoré do štyroch rokov prinesú nárast tržieb o 50%?
- Má firma pripravené inovácie, ktoré v horizonte päť rokov prinesú nárast tržieb o 50%?

V prípade, že odpoveď na otázky je negatívna, je potrebné hľadať kompromis v súčasnej produktovej štruktúre a produkty začať inovovať. Zákazník chce vždy produkt kvalitnejší,

lacnejší a dostupnejší. Priestor, ako zlúčiť tieto požiadavky zákazníka do jedného celku, spočíva v hľadaní v oblastiach:

- Komunikácia – lepšie komunikačné schopnosti zákazník – dodávateľ,
- Ekológia – hľadanie možností nižších dopadov produktu na životné prostredie,
- Bezpečnosť – ako vyrobiť bezpečnejší produkt z pohľadu používania,
- Cena – hľadať možnosti, ako produkt inovovať s nižším dopadom na cenu pre zákazníka,
- Kvalita – použitie iných, modernejších materiálov,
- Služba – servis pre zákazníka v priebehu výrobného procesu, pred predajom a po predaji výrobku,
- Design – posúvanie atraktívnosti produktu pre konečných užívateľov,
- Riziko – znižovanie rizík, ktoré vyplývajú z dodávateľsko – odberateľského vzťahu,
- Dostupnosť – využívanie súčasných produktov aj pre iných zákazníkov,
- Rýchlosť - schopnosť uspokojiť zákazníka tak, aby nečakal,
- Jednoduchosť – koncepcia výrobku tak, aby prinášal čo najviac úžitku a čo najmenej starostí. (Košturiak, 2016, s. 151)

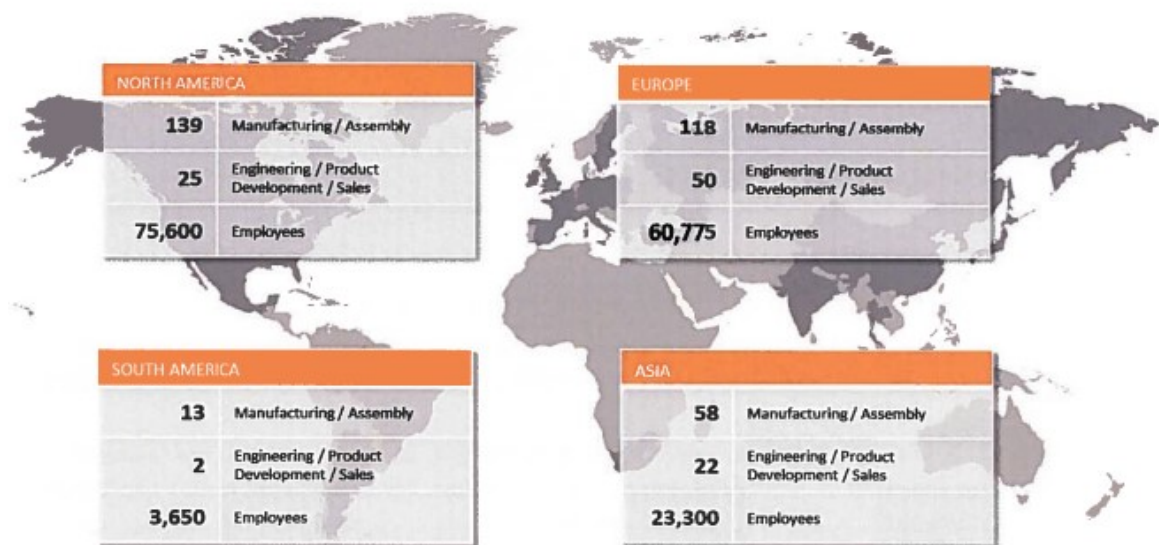
## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**



### 3 PREDSTAVENIE SPOLOČNOSTI

Spoločnosť Magna patrí medzi popredných dodávateľov rôznych komponentov do automobilového priemyslu. Z pohľadu skupiny MAGNA, do holdingu patrí 328 výrobných prevádzok a 99 vývojových centier. Spolu skupina MAGNA zamestnáva po celom svete viac ako 163.000 zamestnancov.

V Európe je Magna zastúpená s počtom 118 výrobných závodov, 50 vývojových centier a viac ako 60.000 zamestnancov. (výročná správa, 2017)



Obrázok 7 - Rozloženie prevádzok podľa regiónov (výročná správa 2017)

#### 3.1 História spoločnosti

Spoločnosť Magna bola založená v roku 1957. Od roku 1961 je verejne obchodovateľnou na burze cenných papierov. Magna svojou produktovou štruktúrou predstavuje dodávateľa do automobilového priemyslu s diverzifikovaným portfóliom.

Navrhuje, vyvíja a vyrába automobilové systémy, zostavy, moduly a komponenty, vyvíja a montuje kompletne vozidlá, predovšetkým na účely predaja výrobcovi originálnych zariadení (OEM) osobných a ľahkých nákladných vozidiel v Severnej Amerike, Južnej Amerike, Európe a Ázii. V roku 2016 skupina MAGNA zaznamenala obrat v rámci celej skupiny vo výške 36,4 mld. Eur. Kľúčové oblasti výrobkov sú sedacie systémy do vozidiel,

exteriérové súčasti, konštrukčné a hnacie ústrojenstvá a kompletné inžinierstvo vozidiel. (výročná správa, 2017)

### 3.1.1 História Magna Slovteca, s. r. o.

Slovenská pobočka – MAGNA SLOVTECA, s. r. o. bola založená 17. júna 1994 a v rámci skupiny patrí do vízie MAGNA Vissions. Zaoberá sa výrobou a dodávkami vnútorných a vonkajších spätných zrkadiel pre automobily. Popri činnosti výroby, zabezpečuje pobočka v Novom Meste nad Váhom aj podporné aktivity: obchod, vývoj, projekty, nákupné a administratívne činnosti. Magna Slovteca dodáva svoje produkty všetkým významným producentom automobilov nielen v Európe. Poprednými zákazníkmi automobilky sú zvučné značky Ford, PSA, VW, Renault, Nissan, Toyota, Suzuki a Jaguar – Land Rover.

Magna Slovteca, s. r. o. získala v roku 2010 Automotive Lean Production Award. Toto ocenenie získala vďaka zoštíhlovaniu výrobných procesov, ktoré boli zamerané na služby zákazníkom. V konkurencii viac ako 60 popredných dodávateľov do automobilového priemyslu vyhrala prvé miesto. (výročná správa, 2017)

## 3.2 Súčasnosť

V rámci zvyšovania integrácie externých procesov v spoločnosti, boli pred niekoľkými rokmi definované kroky na vytvorenie vlastného vývojového centra v Magna Slovteca. Hlavnými úlohami tohoto centra a jeho tímu vývojárov je vývoj a konštrukcia vonkajších, vnútorných zrkadiel, smerových svetiel a elektronických komponentov, ktoré sú súčasťou finálnych výrobkov. Dnes môžeme povedať, že tieto aktivity úspešne napredujú, čoho dôkazom sú interne realizované projekty ako Suzuki Vitara, Suzuki Sx 4, Renault Twingo, Daimler Smart, Lada X-ray. Aktuálne spoločnosť pracuje na nových projektoch Toyota 160B, PSA R8, PSA T34, Jaguar Land Rover L551 a BMW. Umiestnenie vývojového centra vo výrobnej lokalite je výhodne z viacerých hľadísk.

Kľúčové je hľadisko schopnosti vzhľadom na fakt, že ak má spoločnosť potrebné know-how, vie komplexný proces vývoja výrazne zoštíhliť a minimalizovať náklady potrebné na vývoj výrobku. Je to trend, ktorým sa uberá stále viac firiem. Rovnako aj projektová zodpovednosť za všetky fázy projektu je v kompetencii projektových manažérov Magna Slovteca, čo nie je bežné pre iných dodávateľov pôsobiach v automobilovom priemysle na Slovensku, kde hlavné riadiace zložky projektu sú lokalizované v centráloch zahraničných

spoločností mimo výrobný závod. Výrobná spoločnosť sa tým pádom mení na spoločnosť poskytujúca komplexný servis svojim zákazníkom.

Technické oddelenie spolu s vývojovým tímom poskytuje svoje know-how zákazníkovi už pri začiatku vývojových prác a projektoch. Priame prepojenie vývojového centra s výrobou prispieva ku zlepšeniu návrhov jednotlivých komponentov aj produktov firmy MAGNA. Konštruktéri majú vďaka silnému vývojárskému zázemiu možnosť pracovať so špičkovými nástrojmi typu Catia V5, NX a Altium. Pre efektívnu prácu pri navrhovaní sú využívané výsledky softvérových analýz, ako napríklad pevnostnú analýzu FEA a optickú simuláciu pre svetelné komponenty. Celkové náklady preinvestované vo vývoji v roku 2017 predstavovali 1.008 tisíc Eur.

Z pohľadu priemyselného inžinierstva je dôležité spomenúť, že spoločnosť MAGNA má implementované všetky najnovšie metódy riadenia efektívnej výroby.

- Magna Factory (MAFACT) standard
- Visual Management
- KPI Management
- 5S Standard
- STD work approach
- TPM methodology
- Do-jo station
- QRQC Methodology
- Practical problém solving
- MTM line balancing
- VAVE aktivity
- Lean Six sigma aktivity
- Kanban a Kaizen (výročná správa, 2017)

### **3.3 Vízia, poslanie, politika**

Spoločnosť Magna Slovteca, s. r. o. chce v rámci segmentu výroby spätných zrkadiel z dlhodobého hľadiska zastávať jednotku na trhu. Neustále zlepšuje firemné prostredie a prístup k riadeniu firmy, čo predstavujú okrem iného aj systémy:

- kvality podľa IATF 16949,
- environmentu podľa ISO 14001,

- bezpečnosti a ochrany zdravia podľa OHSAS 18001,
- energetické manažmentu ISO 50001,
- laboratórneho testovania ISO/IEC 17025,
- problematiky životného prostredia STN EN ISO 14001:2007.

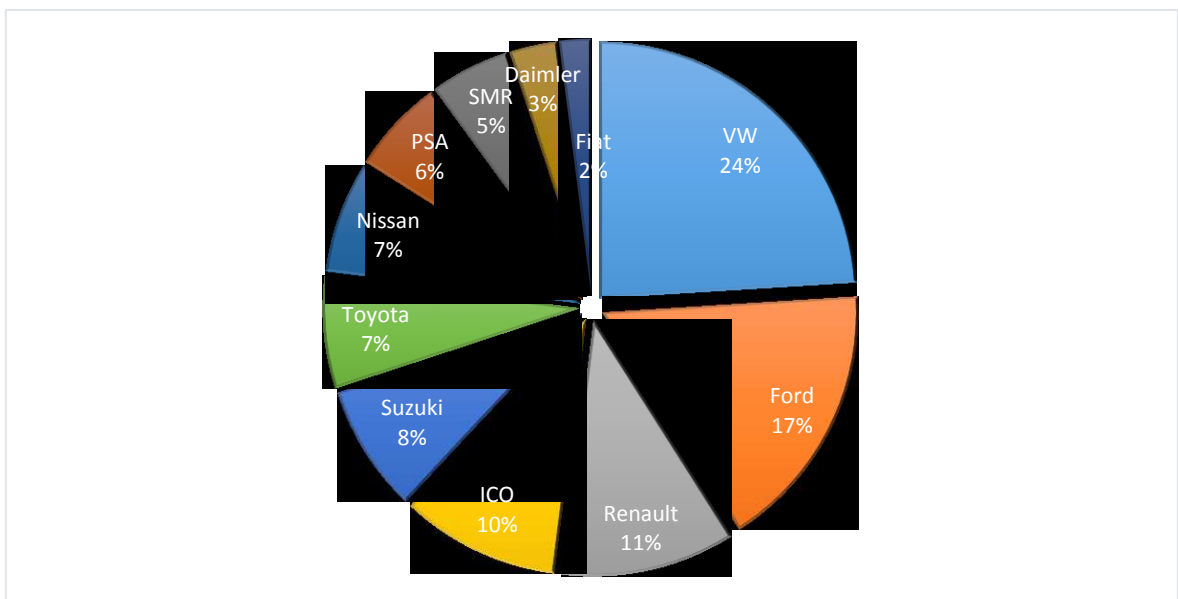
Dôsledným systémovým riadením a monitoringom MAGNA zabezpečuje:

- dodávanie kvalitných produktov a služieb
- maximalizáciu bezpečnosti pri ich použití
- minimalizáciu dopadov na životné prostredie pri ich použití alebo likvidácií
- trvalé znižovanie energetickej náročnosti a spotreby energií. (výročná správa, 2017)

### 3.4 Zákaznícke portfólio

K hlavným produktom, ktoré tvoria významné zastúpenie v odbytovom pláne sú vonkajšie a vnútorné spätné zrkadlá. Ročne spoločnosť vyrobí približne 4,7 milióna kusov vnútorných zrkadiel a približne 2,7 milióna vonkajších spätných zrkadiel. Prevažná časť výroby, takmer 90% je exportovaných do zahraničia, predovšetkým do európskych krajín. Okrem Európy má spoločnosť zákazníkov aj v Ázii, čo môže do budúcnosti predstavovať zaujímavý podiel odbytu v prípade možných budúcich komplikácií v európskom priestore.

Podiel, akým sa jednotliví zákazníci podielajú na tržbách je možné rozdeliť nasledovne:



Obrázok 8 - Podiel zákazníkov podľa účasti na tržbách na úrovni matky Magna (výročná správa 2017)



Obrázok 9 – Zákaznicke portfólio (výročná správa 2017)

## 4 PROJEKT

### 4.1 Popis projektu

**Názov projektu:** Balancovanie výrobnéj linky na výrobu spätných zrkadiel vo firme Magna Slovteca, s. r. o.

Zámerom projektu je vybalancovanie linky, ktorá je zameraná na výrobu spätných zrkadiel pre nemeckú automobilku Volkswagen, konkrétne jej model Tiguan. Výrobný proces na linke je prispôsobený vždy konkrétnemu typu výrobku, nakoľko na tejto linke sú vyrábané tri typy spätných zrkadiel, a to: sklopné zrkadlo, nazývané powerfold, zrkadlo s kamerovým systémom a obyčajné spätné zrkadlo bez schopnosti sklopenia a bez kamier.

**Hlavný cieľ projektu:**

- vybalancovať výrobu produktu – powerfold (sklopné zrkadlo) tak, aby došlo k zvýšeniu počtu vyrobených výrobkov aspoň o 5%

**Čiastkové ciele:**

- Prepočet návratnosti investície vynaloženej na obstaranie kolaboratívneho robota MTS na stanici 75 z dodatočne získaných zdrojov
- Návrh úprav linky s cieľom vynaložiť čo najmenšie náklady na úpravu

### 4.2 Popis výrobku

Predmetom projektovej časti je analýza toku komponentu – spätného zrkadla pre VW Tiguan. Spätné zrkadlo pre Volkswagen Tiguan pozostáva z približne 19 dielov. Jeho celkový rozmer je 32 x 15 x 15 cm (d x š x v). Zrkadlo je automaticky sklopné po uzamknutí vozidla (interne nazývaný powerfold). Jednotlivé diely sú postupne montované do jedného celku na 8 stanoviskách. Výrobná bunka je v tvare U a umožňuje vysokú mieru disponibility s výrobkom. Jednotlivé pracovné procesy sú rozdelené tak, aby výrobok mohol na základe systému ťahu kontinuálne prechádza montážou.

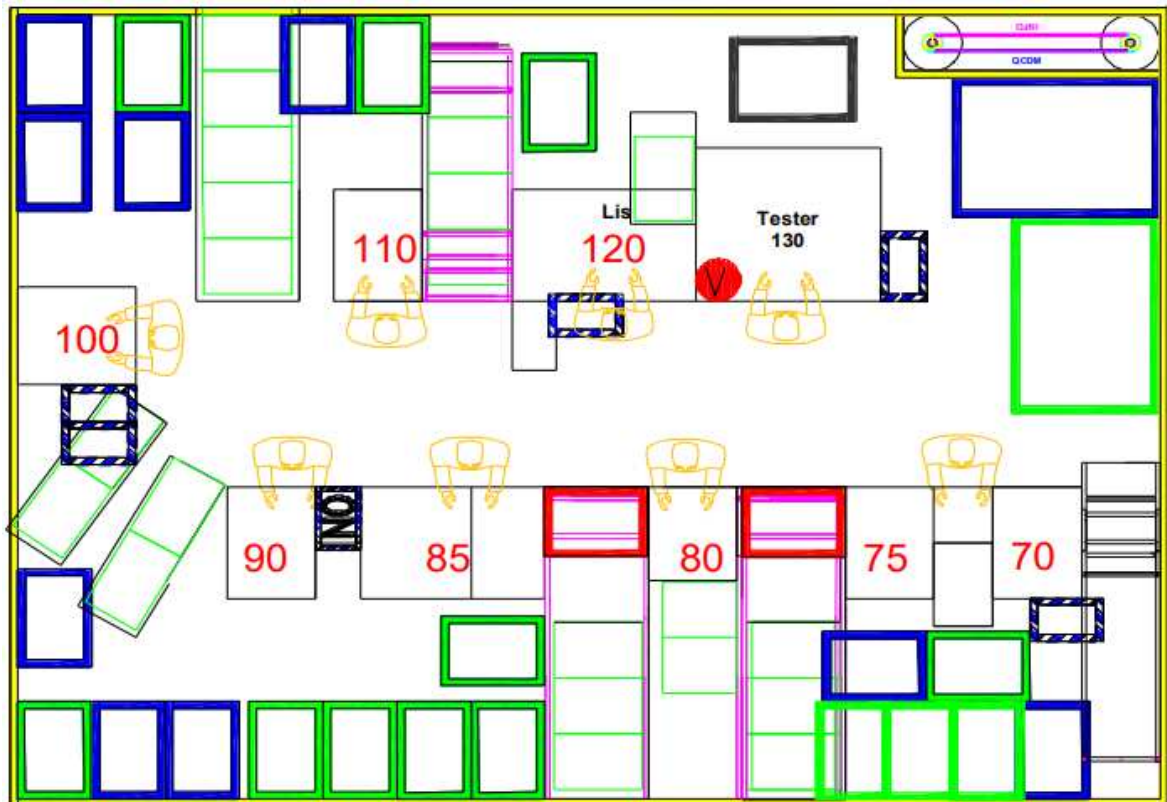


*Obrázok 10 - Spätné zrkadlo VW Tiguan, verzia PowerFold (youtube)*

### **4.3 Layout výrobnéj linky**

Výrobná linka je špecializovaná a technicky upravená podľa špecifických požiadaviek zákazníka. Linka pozostáva v prípade výroby powerfoldu z 8 pracovísk usporiadaných v tvare U, cez ktoré polotovary postupne prechádzajú. Takéto špecializované linky typu V7 sú vo firme dve.

Vyrábaný komponent - powerfold „tečie“ výrobou od stanoviška 75, ktoré samotný mechanizmus sklápania montuje až po stanoviško 130, ktoré finálny produkt otestuje.



Obrázok 11 - Layout výrobnéj linky VW7 (Interný zdroj Magna Slovteca, s. r. o.)

#### 4.4 Výrobný proces

##### STANICA 75

Výroba powerfoldu začína na pracovisku č. 75, aj napriek tomu, že na layout-e je vidieť aj pracovisko 70. To je využívané len na montáž kamery, čo nie je predmetom tohto projektu. Pracovník na stanici 75 vychádza z materiálov, ktorými sú výstužná doska, detend disk, skrutka, zväzok káblov a mechanizmus sklápania - powerfold.

Operátor v prvom kroku vyberie výstužnú dosku z krabice, ktorú následne upevní do prípravku na montáž. V druhom kroku si spojí káblový zväzok s mechanizmom powerfold. Tento následne vloží do výstužnej dosky v prípravku a druhý koniec káblového zväzku pripojí do testera. Následne dochádza k spusteniu kolaboratívneho robota značky MTS, ktorý nahrádza činnosť pracovníka pri skrutkovaní. Robot automaticky priskrutkuje powerfold k výstužnej doske a nalisuje vopred vložený detend disk. Po ukončení procesného času robota, pracovník vyberie zostavu z prípravku a posunie ju na stanisko 80.



**STANICA 80**

Operátor na stanici 80 zoberie z predchádzajúceho stanoviska zostavu, ku ktorej následne pripevní nacvaknutím spodný vonkajší kryt. Ten je potrebné pred umiestnením vizuálne skontrolovať, aby na ňom neboli nedostatky typu škrabance, nedostreky, prestreky. Keď sú diely - kryt a výstužná doska s powerfoldom k sebe pripevnené, pracovník nasunie na káblový zväzok tesnenie a celý zväzok káblov uloží do vodiacej ryhy výstužnej dosky. Ku správne uloženiu káblovania pracovník používa nástroj na zatlačanie, nikdy však nie skrutkovač, nakoľko by mohlo dôjsť k poškodeniu káblovania. Nohu následne spojí s predpripraveným krytom s výstužnou doskou. Takto pripravenú zostavu pošle na ďalšie pracovisko

**STANICA 85**

Stanovisko 85 zabezpečuje montáž správneho fungovania sklápania zrkadla. Vstupmi do montážnej činnosti na tejto stanici sú pružina, klzné a zaist'ovacie podložky. Tu operátor v prvom kroku nasunie nohu zrkadla do primazávača a skontroluje správnosť namazania. Následne celú zostavu pracovník umiestni do stojana, aby mohol vykonať ďalšie činnosti. Po nasunutí pružiny, klzných podložiek a zaist'ovacej podložky, následne spustí činnosť lisu, ktorý výstužnú dosku a nohu zrkadla do seba zapracuje. Lis zabezpečí aj kontrolu sklopnosti a funkčnosť výstuh. Takto zalisovaná zostava môže pokračovať na ďalšie pracovisko.

**STANICA 90**

Stanovisko 90 má za úlohu upevniť zostavu do prípravku, na ňu následne priskrutkuje klip smerovky dvoma skrutkami. Dôležitou časťou v tejto operácii je správne vedenie káblovania cez výrezy v zostave. Pracovník prevedie potrebné káble cez jednotlivé vodiace kanály, aby operátor na nasledujúcej linke mohol pripojiť ďalšie komponenty.

**STANICA 100**

Pracovisko 100 montuje na zrkadlo dielce – spodné svetlo, motor zrkadla a ochranný rám. Najskôr pracovník vyberie z pripravenej prepravky spodné svetlo, ktoré pripojí ku kabeláži a osadí do zostavy. Následne zapojí a priskrutkuje jednou skrutkou motor a troma skrutkami ochranný vonkajší rám zrkadla. Takto zhotovenú zostavu posunie na pracovisko 110.

**STANICA 110**

Šieste pracovisko na zostavu pripevní kryt nohy a gumové tesnenie.

## STANICA 120

Predposledná operácia zabezpečuje praktickú funkčnosť spätného zrkadla. Pracovník na stanovisku 120 nalepí na základnú dosku sklo, ktoré následne vloží do lisu a ten sklo zalisuje. Takto zalisované sklo potom nacvakne na zostavu pripravenú z predchádzajúcej operácie a posunie je na výstupnú kontrolu poslednému pracovisku.

## STANICA 130

Pracovisko 130 je finálnym cieľom spätného zrkadla. Dôležitým parametrom je funkčnosť samotného sklápania. Táto funkčnosť je preverená na karuselovom testovacím stroji, ktoré testuje schopnosť zrkadla plniť elementárnu funkciu a sklopnosť.

## 4.5 SWOT

SWOT analýza predstavuje maticu, ktorej cieľom je analyzovanie vnútorného a vonkajšieho prostredia podniku. Vnútorným prostredím sa zaoberajú silné a slabé stránky (Strengths-Weaknesses), externými vplyvmi sa zaoberajú príležitosti a hrozby (Opportunities – Threats). Predstavuje východisko pre definovanie stratégie podniku alebo organizácie, ktorá je prienikom súladu medzi možnosťami podniku a vonkajším prostredím. (Euro Ekonóm ©, 2004 – 2019)

### 4.5.1 Silné stránky

- kvalitné stroje a zariadenia
- kvalifikovaný a špecializovaný personál
- tok jedného výrobku – OPF
- špecializovaná výroba
- kvalitná úroveň dodávateľsko – odberateľských vzťahov
- vysoká úroveň kvality výrobkov

Medzi najdôležitejšie silné stránky firmy z pohľadu výroby patria kvalitné stroje a strojné zariadenia. Vďaka moderným zariadeniam je možné veľmi pružne reagovať na prípadné zmeny vo výrobnom programe. Jednotlivé stanoviská v bunke je možné variabilne upravovať podľa aktuálnej situácie a je možné ich použiť v prípade potreby aj pri výrobe iných výrobkov.

Keďže spoločnosť Magna Slovteca už dlho svoje procesy riadi efektívne, silné zázemie kvalitných procesných a priemyselných inžinierov predstavuje dobrý základ pre ďalší rozvoj podniku.

V rámci efektívneho riadenia, spoločnosť plošne aplikuje metódu – tok jedného výrobku, kedy je v celej výrobe naprieč výrobkovým spektrom minimálna rozpracovanosť.

Kvalitná úroveň dodávateľsko – odberateľských vzťahov spolu so špecializovanou výrobou sú atribúty ktoré spolu úzko súvisia. Magna vždy zvyšuje štandard a kvalitu v súlade s požiadavkami zákazníkov. Tí zasa ochotne a pružne reagujú na prípadné zmeny.

#### 4.5.2 Slabné stránky

- procesné časy „robotov“
- fluktuácia pracovníkov
- medzioperačné čakanie
- zákaznícky takt
- zásobovanie linky materiálom
- množstvo úkonov pri montáži výrobku

Zákaznícky takt je chrbticou celého výrobného programu. Množstvá požadované od zákazníka firme zväzujú ruky v prípade nečakaných výpadkov alebo strát v dôsledku chybnnej výroby. Ovpływňujúcim faktorom z pohľadu zákaznického taktu sú aj procesné časy robotov, ktoré nemožno skrátiť či nejak ovplyvniť.

Aj napriek tomu, že firma zásobuje výrobu JIT, toto platí predovšetkým z pohľad zásobovania dodávateľ – externý sklad. Priamo vo výrobe je potrebné vytvárať zásoby a je teda nutné pri stanoviskách vytvárať materiálové rezervy.

V súvislosti s množstvom úkonov pri montáži výrobku sa vyskytuje aj medzioperačné čakanie. Chyba na stanovisku pred určitou operáciou, vytvára čakanie v ďalších krokoch.

V poslednej dobe je možné pozorovať trend častej zmeny zamestnania, resp. problém obsadiť voľné pracovné pozície. Táto problematika predstavuje potencionálne hrozby, ktoré môžu bytostne ohroziť výrobu vzhľadom na zameranie firmy Magna na automobilový priemysel.

#### 4.5.3 Príležitosti

- záujem vedenia o neustále zlepšovanie

- opätovná kontrola procesov
- zvýšenie motivácie pracovníkov
- skrátenie procesných časov
- zlepšenie pracovných postupov
- zníženie počtu chybných výrobkov

Za najväčšiu príležitosť považujem predovšetkým záujem vedenia o neustále zlepšovanie procesov. Pracovné postupy a procesy sú vo firme zavedené minimálne už 2 roky. Od zavedenia kolaboratívneho robota boli aktualizované pracovné postupy len na jednom zo stanovísk. Komplexná analýza operácií je teda príležitosť, ako ísť s dobou a celkový výstup výroby vylepšiť.

#### 4.5.4 Hrozby

- závislosť na automotíve
- nezáujem pracovníkov o zmenu
- údržba/poruchy strojov
- sila a vplyv zákazníka
- únik dát/know how
- neochota dodávateľov prispôbiť sa zmenám

Spoločnosť Magna má svoju prevádzku Novom Meste nad Váhom špecializovanú na výrobu spätných zrkadiel. Je teda bytostne závislá na produkcii a odbyte na trhu s autami. V prípade krízy by ťažko nahrádzala svoju výrobu iným výrobným portfóliom.

Hrozba, ktorá môže z projektu vyplynúť je nezáujem pracovníkov akceptovať akékoľvek zmeny, ktoré by prispeli k zlepšeniu a zefektívneniu výroby.

Nahrádzanie ľudskej práce strojovou automatizovanou činnosťou je v súbehu s trendami, údržba a poruchy strojov však môžu výrazne obmedziť výkon.

Swot analýza pozostáva z parametrov (S/W/O/T), hodnotenia – pričom jednotlivé položky hodnotil interný pracovník spoločnosti Magna Slovteca (PI) s váhou dopadu 1,5 a študent Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně (UTB) s váhou dopadu 1.

Tabuľka 2 – SWOT analýza (Vlastné spracovanie)

Silné stránky	VÁHA		HODNOTA	Slabé stránky	VÁHA		HODNOTA
	PI	UTB			PI	UTB	
	1,5	1			1,5	1	
Kvalitné stroje a zariadenia	4	4	10	Procesné časy "robotov"	-4	-4	-10
Kvalifikovaný personál	3	3	7,5	Fluktuácia pracovníkov	-5	-5	-12,5
One piece flow	3	4	8,5	Medzioperačné čakanie	-3	-3	-7,5
Špecializovaná výroba	4	5	11	Zákaznícky Takt Time	-2	-4	-7
Kvalitné dodávateľsko - odberateľské vzťahy	3	2	6,5	Zásobovanie linky materiálom	-1	-1	-2,5
Vysoká úroveň kvality výrobkov	4	4	10	Počet operácií pri montáži	-2	-1	-4
<b>SPOLU</b>			<b>53,5</b>	<b>SPOLU</b>			<b>-43,5</b>

Príležitosti	VÁHA		HODNOTA	Hrozby	VÁHA		HODNOTA
	PI	UTB			PI	UTB	
	1,5	1			1,5	1	
Záujem vedenia na zlepšení	3	3	7,5	Závislosť na automotive	-4	-4	-10
Opätovná kontrola procesov	3	3	7,5	Nezáujem pracovníkov o zmenu	-4	-3	-9
Zvýšenie motivácie pracovníkov	2	3	6	Údržba/poruchy strojov	-3	-2	-6,5
Skrátenie procesných časov	3	5	9,5	Síla a vplyv zákazníka	-4	-5	-11
Zlepšenie pracovných postupov	4	4	10	Únik dát/know-how	-2	-2	-5
Zníženie počtu chybných výrobkov	2	3	6	Neochota dodávateľov prispôbiť sa zmenám	-3	-4	-8,5
<b>SPOLU</b>			<b>46,5</b>	<b>SPOLU</b>			<b>-50</b>

<b>Maximalizácia pozitívnych vplyvov</b>	<b>100</b>	<b>Minimalizácia negatívnych vplyvov</b>	<b>-93,5</b>
<b>Rozdiel</b>			<b>6,5</b>

Výsledok Swot analýzy je, že v rámci projektu je potrebné maximalizovať Silné stránky 53,5b a príležitosti 46,5b a minimalizovať Slabé stránky – 43,5b a hrozby – 50b.

#### 4.6 Logický rámec

Realizovaný projekt je zameraný na vylepšenie procesu výroby spätných zrkadiel Volkswagen Tiguan. Projekt pozostáva z časových meraní, odhalenia plytvania a následne vylepšenie procesu. Logický rámec predstavuje ciele, ktorým predchádza postup ich dosahovania. Body, ktoré sú obsahom logického rámca spadajú pod metódu DMAIC – Definovať, merať, analyzovať, zlepšiť, kontrolovať. Úspešnosť projektu je do veľkej miery závislá práve od správnej analýzy a získania vstupných dát.

Tabuľka 3 Logický rámec projektu (Vlastné spracovanie)

	Popis	Objektívne overiteľné ukazovatele	Nástroje overenia	Predpoklady + možné riziká
<b>Zámer projektu</b>	Zväčšenie výstupu na linke o 5%	Nárast produkcie	Merateľný počet zhotovených kusov, rýchlejšie tržby	X
<b>Cieľ projektu</b>	Zvýšenie výstupu na montážnej linke	Počet výrobkov za smenu	Softvér na meranie výstupu, štatistika vyrobených kusov SAP	Podpora Focus Factory Managera a správna analýza východiskového stavu
	Znižovanie čakania a zvyšovanie pridanej hodnoty			
	Eliminácia časového plýtvania			
	Zvýšenie produktivity práce			
<b>Výstupy</b>	Meranie východiskového stavu	Grafické vyobrazenie celkových časov operátorov	Súbor výstupov	Lepšie ohodnotený zamestnanec za väčší výstup
	Analýza východiskového stavu			
	Štandardizácia			
	Priestor pre zlepšenie			
<b>Kľúčové aktivity</b>	Meranie činností jednotlivých pracovníkov	Dáta firmy, vlastné merania, snímky, pozorovania a kontrola	Kontrola a analýza opatrení a vplyv opatrení na výstup linky	Dobrá a pravidelná komunikácia s vedúcim DP vo firme, jeho profesionálny dohľad, spolupráca s pracovníkmi - manipulácie, zásobovania, výrobnými pracovníkmi a následné odobrenie projektu oddelením Lean
	Analyzovanie			
	Tvorba štandardu pre meranie činností			
	Zistenie úzkych miest a balancovanie liniek			
	Vyhotovenie grafov pre konzultáciu			
	Konzultácia s Lean pracovníkom			
	Analýza možného stavu po aplikácii opatrení			
	Kontrola opatrení			
	Vytvorenie štandardov			

## 4.7 Ripran

Pre vyjadrenie hodnoty rizika využívame analýzu rizika projektov, takzvanú RIPRAN analýzu. Vďaka nej je možné prehľadne identifikovať a vidieť riziká, ktoré môžu negatívne ovplyvniť výsledok projektu a taktiež zobrazuje scenáre, ktoré ku konkrétnej hrozbe vedú.

Tabuľka 4 – Riziková analýza (Vlastné spracovanie)

P.č.	Hrozba	Pravdepodobnosť	Scenár	Dopad na projekt	Hodnota rizika	Katégoria P-nosti	Katégoria dopadu	Katégoria Rizika	Návrh Opatrenia
1	Nezáujem zo strany firmy	10%	Ukončenie spolupráce s firmou	90%	9%	NP	VD	SHR	Dobré vzťahy s vedením
			Neobhájenie diplomovej práce	90%	9%	NP	VD	SHR	
2	Nedostatočná znalosť problematiky	60%	Nekvalitný výstup	70%	42%	SP	SD	SHR	Včasná príprava teoretických znalostí
			Chybná interpretácia výsledkov	70%	42%	SP	SD	SHR	
3	Nedostatočná príprava	30%	Projekt bez výpovednej hodnoty	40%	12%	NP	MD	NHR	Záujem o problematiku Zvládnutie Time-managementu
			Práca pod časovým stresom	50%	15%	NP	MD	NHR	
4	Nedostatok času na realizáciu	90%	Neodovzdanie diplomovej práce včas	60%	54%	SP	SD	SHR	Včasné realizovanie projektu
			Skreslená realita	30%	27%	NP	SD	NHR	Konzultácie s poverenými
5	Nedostatok podkladov pre spracovanie	60%	Neobhájenie diplomovej práce	70%	42%	SP	VD	VHR	Vyvinutie maximálneho úsilia
			Nekvalitný výstup	60%	36%	SP	SD	SHR	Správny rešerš literatúry
6	Chybné dáta od firmy	10%	Práca nebude vecne a pravdivo reflektovať potreby	40%	4%	NP	SD	NHR	Akceptovanie rizika
			Skreslený výstup projektu	70%	7%	NP	MD	NHR	Akceptovanie rizika
7	Zlé merania	60%	Práca s chybnými meraniami	90%	54%	SP	VD	VHR	Kvalitatívny prístup
			Napätie na pracovisku	30%	18%	SP	MD	NHR	Akceptovanie rizika
8	Nezáujem pracovníkov	90%	Nemožnosť realizovať projekt	90%	81%	VP	VD	VHR	Výrobná úroveň komunikácie s ľuďmi
			Úsilie na zmenu bude zbytočné	40%	36%	SP	MD	NHR	Predstavenie výhod pre pracovníka
9	Nízky rozpočet na uskutočnenie zmeny	60%	Nezrealizovanie projektu	90%	54%	SP	VD	VHR	Snaha minimalizovať náklady s maxim. Efektom
			Narušenie vzťahov s firmou	20%	12%	NP	MD	NHR	Akceptovanie rizika
10	Nenaplnenie očakávaných cieľov	70%	Ukončenie spolupráce s firmou	90%	63%	SP	VD	VHR	Budovanie dobrých vzťahov s vedením
			Neúspešné štátnice	40%	28%	NP	VD	SHR	Snaha robiť veci s najlepším úmyslom

Tabuľka 5 – Typy pravdepodobností (ripran., © 2014)

Kategoríe pravdepodobnosti		
Nízka pravdepodobnosť	NP	pod 33%
Stredná pravdepodobnosť	SP	33% - 66%
Vysoká pravdepodobnosť	VP	nad 66%

Tabuľka 6 Kategoria dopadu (ripran., © 2014)

Kategoría dopadu		
Malý nepriaznivý dopad	MD	Dopad vyžadujúci určitý zásah do plánu (alebo)
		Škoda do 0,5% z celkovej hodnoty projektu
Stredný nepriaznivý dopad	SD	Ohrozenie termínu, nákladov, zdrojov niektorej činnosti čo bude vyžadovať mimoriadne zásahy do plánu (alebo)
		Škoda od 0,51 do 19,5% z hodnoty projektu
Veľký nepriaznivý dopad	VD	Ohrozenie cieľa projektu (alebo)
		Ohrozenie koncového termínu projektu (alebo)
		Možnosť prekročenia celkového rozpočtu (alebo)
		Škoda cez 20% z hodnoty projektu

Tabuľka 7 Matica hodnoty rizika (ripran., © 2014)

Priradenie hodnoty rizika			
	Veľký nepriaznivý dopad na projekt <b>VD</b>	Stredný nepriaznivý dopad na projekt <b>SD</b>	Malý nepriaznivý dopad na projekt <b>MD</b>
Vysoká pravdepodobnosť <b>VP</b>	Vysoká hodnota rizika <b>VHR</b>	Vysoká hodnota rizika <b>VHR</b>	Stredná hodnota rizika <b>SHR</b>
Stredná pravdepodobnosť <b>SP</b>	Vysoká hodnota rizika <b>VHR</b>	Stredná hodnota rizika <b>SHR</b>	Nízka hodnota rizika <b>NHR</b>
Nízka pravdepodobnosť <b>NP</b>	Stredná hodnota rizika <b>SHR</b>	Nízka hodnota rizika <b>NHR</b>	Nízka hodnota rizika <b>NHR</b>





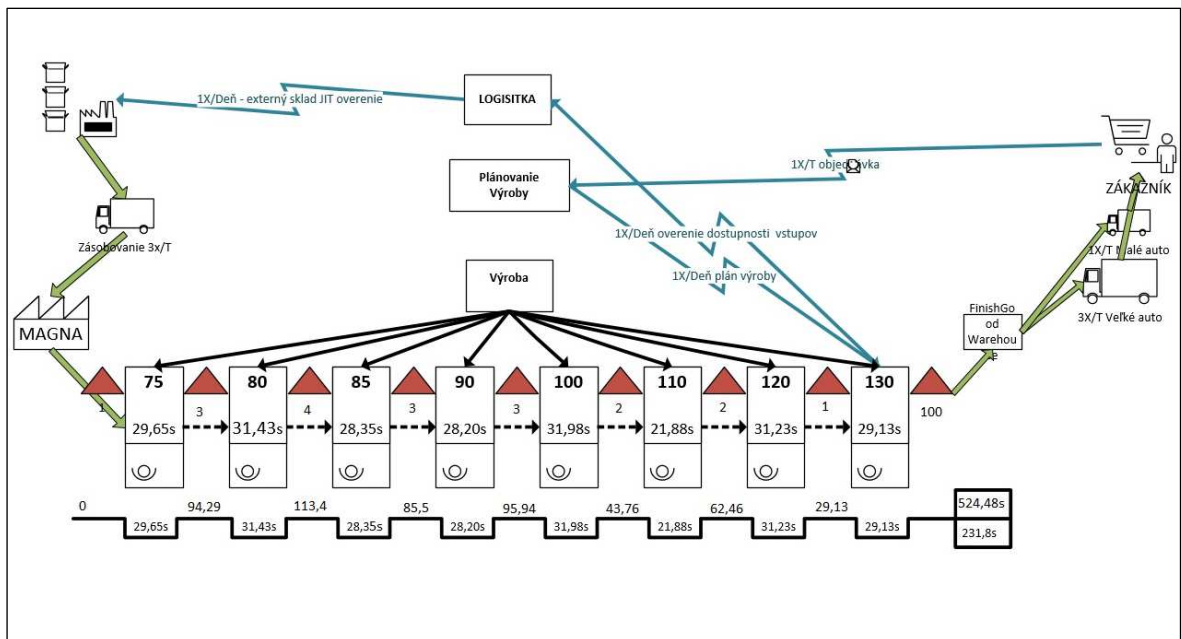
## 5 MERANIA A ANALÝZY SÚČASNÉHO STAVU

Primárnym limitujúcim faktorom pri balancovaní a analýze procesných časov je zákaznícky takt. Každých 36 sekúnd zákazník odoberie jeden kus zrkadla. Linka vyrába v dvojsmennej prevádzke, 5 dní v týždni a čistý pracovný čas po odpočítaní nábehových kontrol, páуз a čistiacich procesov je 7,25 hodiny.

TPM v rámci jednotlivých pracovísk prebieha predovšetkým v čase víkendov, kedy výrobná linka nevyrába. Operatívne po skončení smeny pracovníci údržby zabezpečujú odstránenie drobných nedostatkov.

### 5.1 Mapovanie hodnotových tokov

Mapovanie hodnotových tokov predstavuje v tomto prípade vizualizáciu toho, akým spôsobom výrobok smeruje od doby, kedy vstúpi do bunky až po jeho uloženie do exportnej bedne. Samozrejme je dôležité pri mapovaní hodnotových tokov zmapovať aj informačné a výrobné toky.



Obrázok 12 – Súčasná mapa hodnotových tokov (vlastné spracovanie)

Tabuľka 1 – Priebežná doba výroby, VA, NVA, VA Index pred úpravou (vlastné spracovanie)

PDV (s)	VA (s)	NVA (s)	VA Index
756,28	231,8	524,48	0,305

## 5.2 Meranie procesných časov

Pre zabezpečenie objektivity výstupných dát merania pracovných časov je dôležité, aby linka vyrábala v čase meraní v štandardnom režime – so zaučenými pracovníkmi, v zabehnutom móde, bez výnimočných javov alebo problémov.

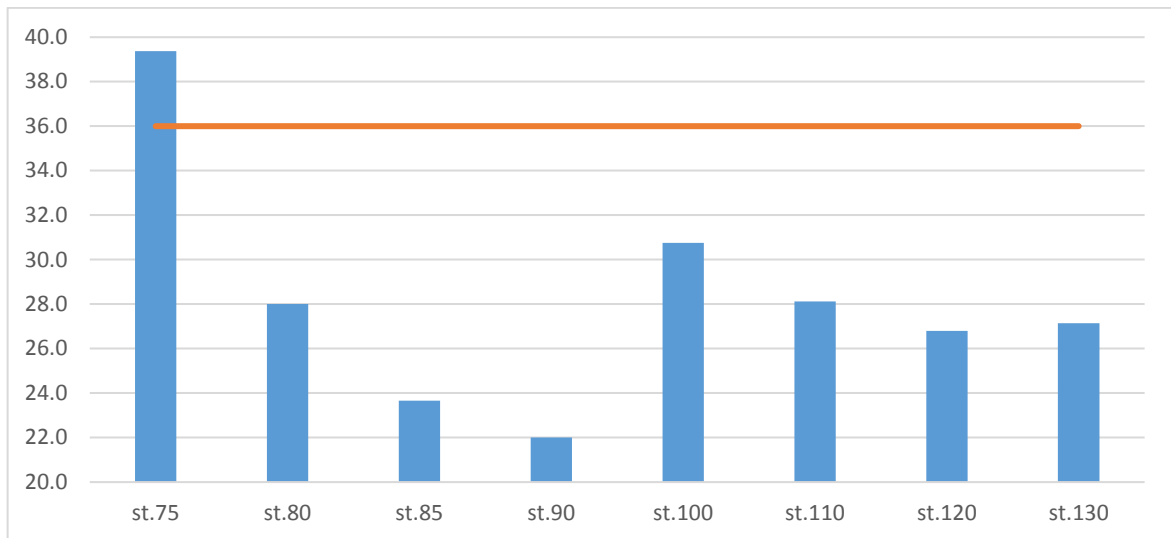
Pri analýze časov sme nebrali do úvahy výsledky prvých meraní, kedy na pracovisku práve v čase merania bol zaučaný nový pracovník na linke 75.

### Prvé meranie zo dňa 25.01.2019

Prvé meranie sme realizovali práve v čase, kedy na linke boli zaškolovalí noví pracovníci. Proces zaučenia nových pracovníkov trval približne dva týždne, kým pracovník dosahoval približné časy podľa aktuálnych štandardov. Preto sme časy z prvého merania nebrali do úvahy, nakoľko poskytovali skreslenú realitu o výkone.

Tabuľka 2 – Hodnoty časov (s) z prvého merania (vlastné spracovanie)

STANICA	5NB857502AC-9B9 ILU,PWFD	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Priemer	Výkon	t- upravený
75	Nový	37	37	41	38	38	43	42	39			39,4	nový	
80	Dimi	27	27	27	28	31						28,0		
85	Bed	27	23	21								23,7		
90	Mar	22	26	23	19	20						22,0		
100	Nový	32	32	33	30	30	34	28	27			30,8	nový	
110	Sen	30	29	30	27	27	29	26	27			28,1		
120	Iman	27	23	26	29	29						26,8		
130	Zame	23	28	26	28	27	29	29				27,1		



Obrázok 13 – Graf časov (s) z prvého merania (vlastné spracovanie)

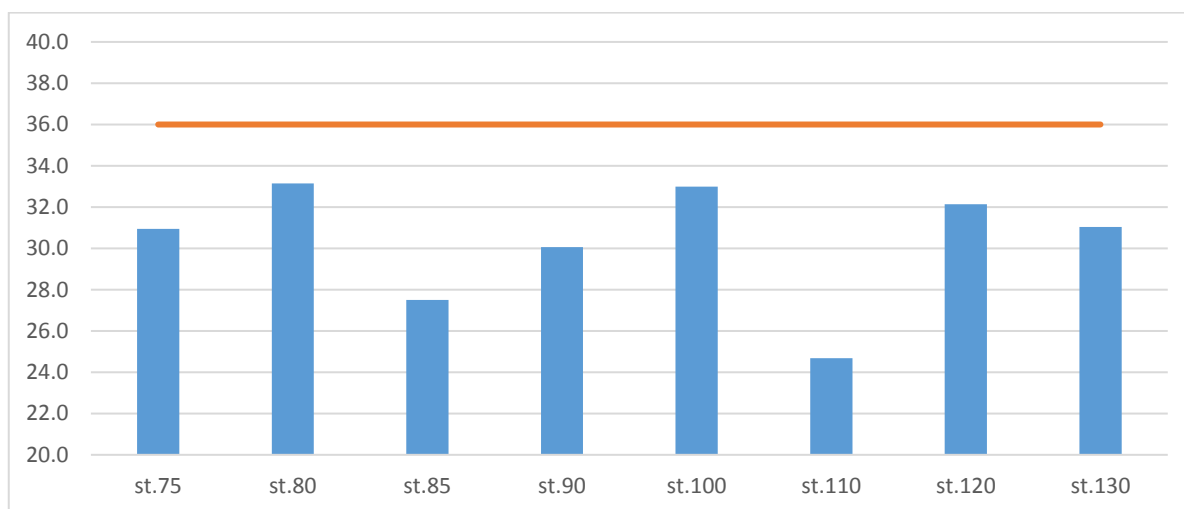
### Druhé meranie zo dňa 29.01.2019

V čase druhého merania už bola situácia na výrobnjej bunke štandardná. Všetci pracovníci boli riadne zaškolení a pracovali podľa pracovných postupov. Výroba išla v štandardnom režime bez odchýlok a mimoriadnych situácií. Pri každom pracovníkovi bol po meraniach čas upravený o výkon nasledovne:

- Ak činnosti, ktoré robil boli vykonávané s presnými pohybmi a bez plytvania, čas takéhoto pracovníka zostal na úrovni 100%, ktoré predstavujú ŠTANDARD.
- Ak pracovník svoju činnosť robil rýchlo a presne (bez nadbytočných pohybov a rôznych zbytočných manipulácií), jeho nameraný čas bol upravený o +5% alebo +10%, nakoľko v porovnaní s ostatnými pracovníkmi robil svoju činnosť lepšie, než sa od neho očakáva. Výsledný čas činností pracovníka by teda zodpovedal štandardne dlhšiemu času, ktorý je potrebný na uskutočnenie tej konkrétnej činnosti. Takýto pracovník je teda výkonnejší a jeho časy sú NADŠTANDARDNÉ.
- V prípade, že pracovník robil nadmerné pohyby v rámci svojich činností, predmety mu padali z ruky, musel viackrát zostavu prechytiť, čas takého pracovníka bol upravený o -5% alebo - 10%, nakoľko robil pohyby navše, ktoré sú nežiadúce. Takýto pracovník bol teda PODŠTANDARDOM a jeho činnosti by sa dali robiť rýchlejšie a precíznejšie.

Tabuľka 3 - Hodnoty časov (s) z druhého merania (vlastné spracovanie)

STANICA	5NB857501AK-9B9 ILU,PWFD,SWA	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Priemer	Vykon	t-upraveny
75	Sth	28	27	40	25	27	32	31	29	27	28	29,5	105%	30,9
80	Mart	26	30	38	33	31	30	26	32	25	31	30,1	110%	33,1
85	Ima J	25	27	28	32	28	27	27	26	29	27	27,5	100%	27,5
90	Vish	31	32	29	26	27	34	29	32	31	31	30,1	100%	30,1
100	Iman L	32	41	22	35	33	32	28	31	28	32	31,4	105%	33,0
110	Iry	23	24	25	25	26	25	30	23	23	25	24,7	100%	24,7
120	Dzu	29	29	30	30	28	28	29	32	28	30	29,2	110%	32,1
130	Zame	30	32	33	33	33	28	33	26	32	29	31,0	100%	31,0



Obrázok 14 - Graf časov (s) z druhého merania (vlastné spracovanie)

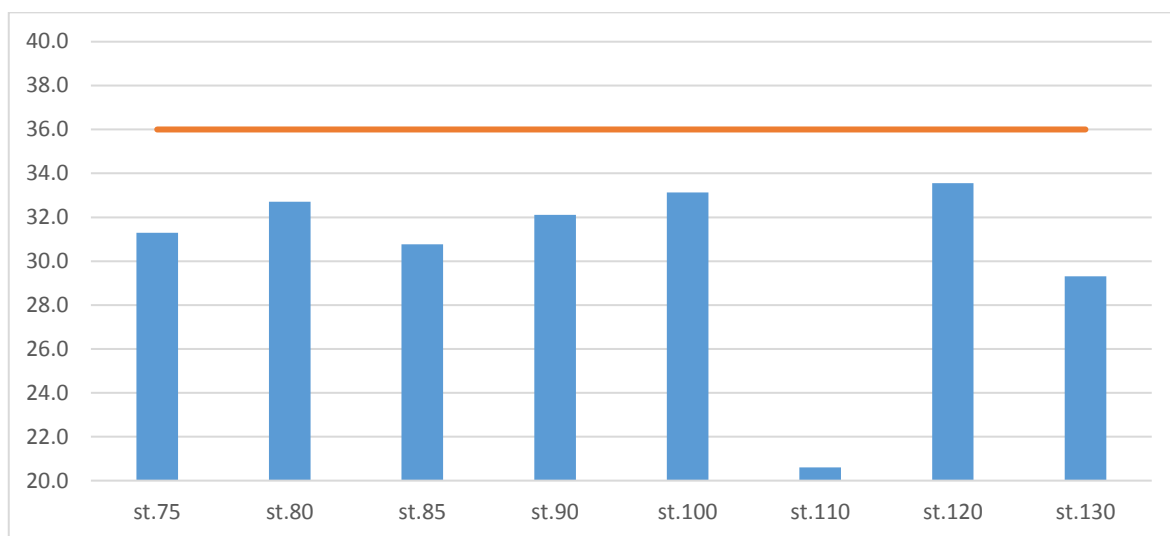
### Tretie meranie zo dňa 30.01.2019

Tretia časť získavania vstupných údajov pre ďalšie analýzy prebiehala vo štvrtok, 30.01.2019. Oranžovou farbou sú vyznačené časy, ktoré predstavujú najdlhšie trvajúce procesy a teda v ďalšom analyzovaní budeme pracovať na ich zlepšení.

Tabuľka 4 - Hodnoty časov (s) z tretieho merania (vlastné spracovanie)

STANICA	5NB857501AH-9B9 ILU,PWFD,SWA	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Priemer	Vykon	t-upraveny
75	Sth	32	25	29	30	33	38	32	28	36	31	31,3	100%	31,3
80	Mart	31	38	28	29	35	35	34	36	30	31	32,7	100%	32,7
85	Ima	31	34	36	29	31	29	33	37	32	33	32,4	95%	30,8
90	Vish	35	31	35	34	39	36	32	34	31	33	33,8	95%	32,1
100	Save	26	28	34	30	32	36	33	29	34	34	31,6	105%	33,1
110	Rusl	20	21	19	22	21	23	19	20	21	21	20,6	100%	20,6

<b>120</b>	<b>Dzu</b>	32	32	29	30	27	27	26	34	35	34	<b>30,5</b>	110%	<b>33,6</b>
<b>130</b>	<b>Lob</b>	27	29	25	33	30	31	28	29	32	31	<b>29,3</b>	100%	<b>29,3</b>



Obrázok 15 - Graf časov (s) z tretieho merania (vlastné spracovanie)

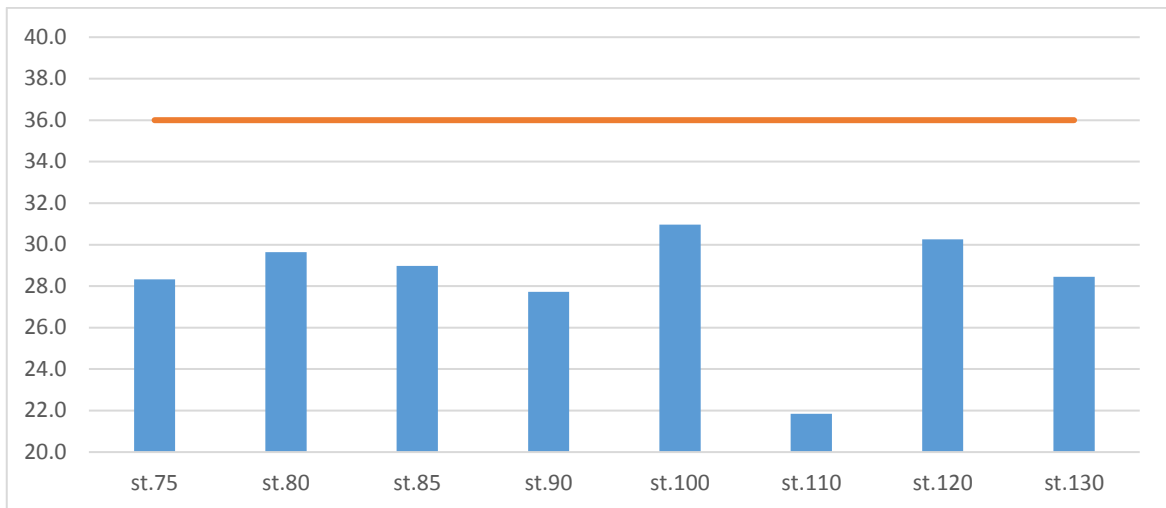
Graf na obrázku 13 zobrazuje časy, ktoré boli usporiadané v tabuľke vyššie.

### Štvrté meranie zo dňa 11.02.2019

Predposledné, štvrté meranie bolo s malými komplikáciami. Pracovník na stanici 110 musel nečakane opustiť pracovisko z dôvodu hygienickej prestávky. Preto jeho časy nie sú kompletne, zodpovedajú však štandardným časom.

Tabuľka 5 - Hodnoty časov (s) zo štvrtého merania (vlastné spracovanie)

STANICA	ILU,PWFD	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Priemer	Vykon	t-upraveny
75	Mart	35	33	28	25	26	27	28	26	27	28	<b>28,3</b>	100%	<b>28,3</b>
80	Dimi	25	33	26	25	27	24	28	27	29	26	<b>26,9</b>	110%	<b>29,6</b>
85	Ties	28	27	30	26	25	27	30	26	23	35	<b>27,6</b>	105%	<b>29,0</b>
90	Zav	22	23	23	25	26	25	27	26	32	23	<b>25,2</b>	110%	<b>27,7</b>
100	Vish	28	28	33	29	27	30	29	25	24	28	<b>28,1</b>	110%	<b>31,0</b>
110	Gre	22	21	22	22	21	22					<b>21,9</b>	100%	<b>21,9</b>
120	Dzui	26	27	30	28	23	28	26	24	26	27	<b>26,3</b>	115%	<b>30,2</b>
130	Lob	26	28	26	28	34	23	28	31	30	31	<b>28,4</b>	100%	<b>28,4</b>



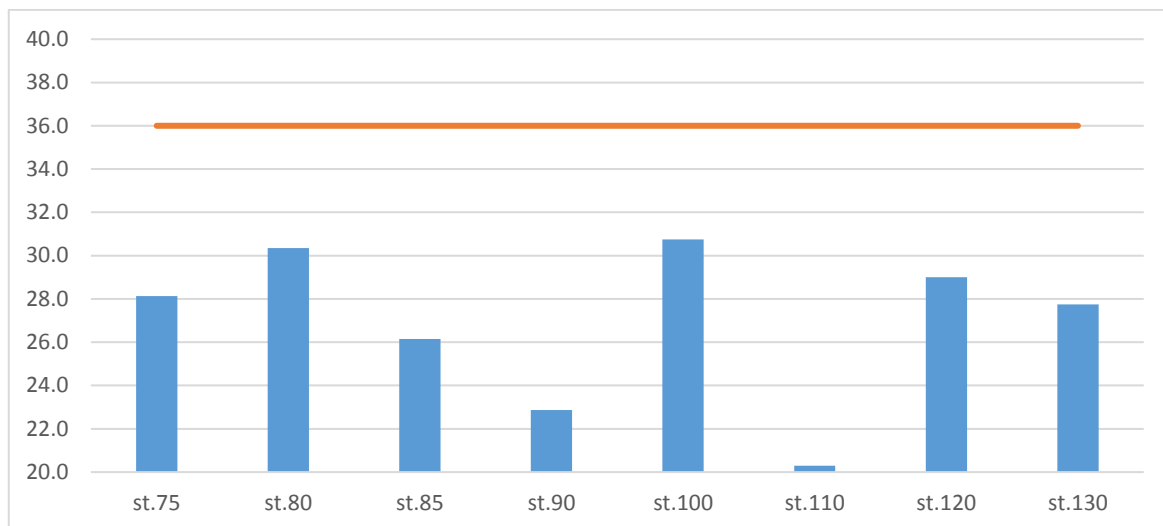
Obrázok 16 - Graf časov (s) zo štvrtého merania (vlastné spracovanie)

### Piate meranie zo dňa 15.03.2019

Posledné meranie neobsahuje všetkých desať námerov, nakoľko išlo rannú smenu, ktorá sa v čase meraní striedala so smenou odpoľudňajúcou.

Tabuľka 6 - Hodnoty časov (s) zo štvrtého merania (vlastné spracovanie)

STANICA	ILU,PWFD	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Priemer	Vykon	t-upraveny
st.75	Tat	28	30	27	30	27	27					28,1	100%	28,1
st.80	Cos	28	29	28	28	27	34					28,9	105%	30,3
st.85	Zav	23	25	22	21	24	34					24,9	105%	26,1
st.90	Tat M	20	22	22	23	22	22					21,8	105%	22,9
st.100	Vish	31	34	32	30	28	31					30,8	100%	30,8
st.110	Dani	20	22	16	19	22	22					20,3	100%	20,3
st.120	Dzui	24	27	28	22	30	27					26,4	110%	29,0
st.130	Lob	25	25	30	28	30	29					27,8	100%	27,8



Obrázok 17 - Graf časov (s) z piateho merania (vlastné spracovanie)

Tabuľka 7 zobrazuje priemerné hodnoty zo všetkých meraní, okrem merania prvého. To sme nebrali do úvahy z dôvodu školenia nového pracovníka

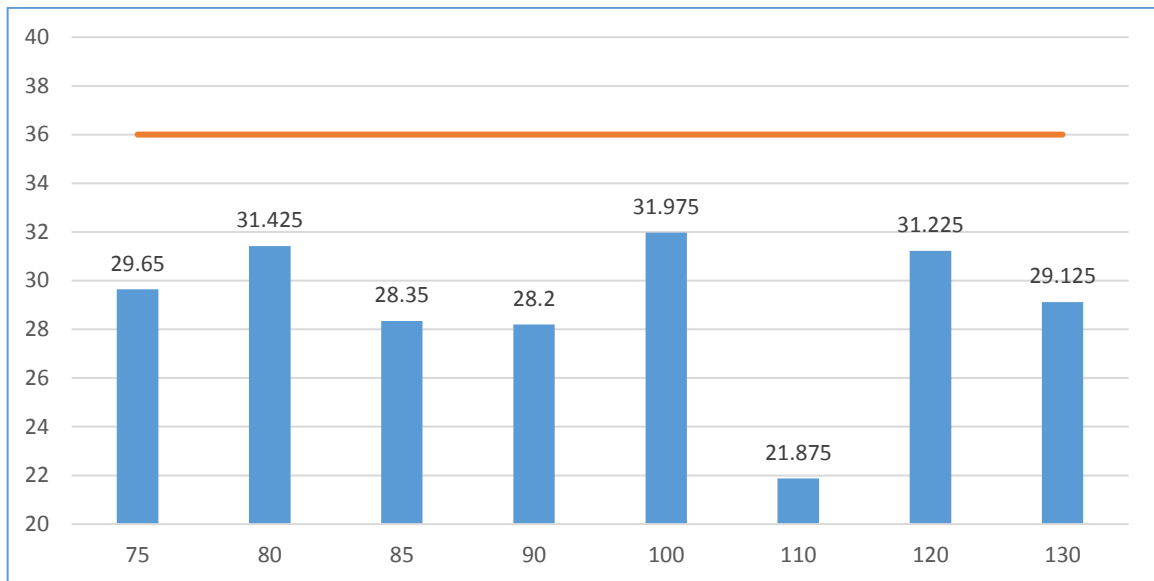
Tabuľka 7 – Sumár priemerných časov zo všetkých meraní (vlastné spracovanie)

STANICA	29.1.2019	30.1.2019	11.2.2019	15.3.2019	Priemerný výsledok (s)
75	30,9	31,3	28,3	28,1	29,65
80	33,1	32,7	29,6	30,3	31,425
85	27,5	30,8	29	26,1	28,35
90	30,1	32,1	27,7	22,9	28,2
100	33	33,1	31	30,8	31,975
110	24,7	20,6	21,9	20,3	21,875
120	32,1	33,6	30,2	29	31,225
130	31	29,3	28,4	27,8	29,125

Tabuľka 8 – Tabuľka úzkých miest (vlastné spracovanie)

ČINNOSŤ	STANICA							
	75	80	85	90	100	110	120	130
Priem. Čas	29,65	31,425	28,35	28,2	31,975	21,875	31,225	29,125





Obrázok 18 – Graf úzkých miest (vlastné spracovanie)

### 5.3 Ananlyza dát

Po uskutočnení námerov sme použili metódu MOST pre určenie východiskových časov na jednotlivých staniách. Tieto časy budú slúžiť ako norma spotreby pre zistenie, či pracovníci svoje činnosti realizujú rýchlejšie alebo pomalšie v porovnaní s reálnymi námermi.

#### MOST – Stanica 75

Tabuľka 9 – MOST – pre stanicu 80 (vlastné spracovanie)

Činnosť	Pozn	Premiestnenie						Nástroj						TMU	TMU x 10	Sek.			
		A	B	G	A	B	P	A	A	B	G	A	B				P	A	
Uchopí výstužnú dosku		1	0	1													2	20	Norma spotreby času
Vloží dosku do robota					1	0	6										7	70	
Uchopí kábel		1	0	1													2	20	
Uchopí PWFLD		1	0	1													2	20	
Zapojí PWFLD ku káblu					1	0	6										7	70	
Vloží PWFLD + kábel do robota					1	0	6										7	70	
Pustí robota		1	0	1													2	20	
Procesný čas robota	21 s x 27,4																58,3	583,8	
Vyberie výrobok		1	0	1													2	20	
Odloží na vedľajšiu stanicu					1	0	1												
Zoberie DTNSDK		1	0	1													2	20	
Vloží DTNSDK do robota					1	0	6										7	70	
Spolu																	98,3	983,8	

**MOST – Stanica 80**

Tabuľka 10 - MOST – pre stanicu 80 (vlastné spracovanie)

Činnosť	Pozn	Premiestnenie						Nástroj						TMU	TMU x 10	Sek		
		A	B	G	A	B	P	A	A	B	G	A	B				P	A
Vyberie kryt z prepravky		3	0	3												6	60	Norma spotreby času
Uchopí kábel s PWFLDom		3	0	1				3								7	70	
Prevlečie kábel cez kryt					1	0	6									7	70	
Naklipuje dosku na kryt					1	0	6									7	70	
Položí zostavu					1	0	1									2	20	
Vyberie nohu z prepravky		3	0	3				3								9	90	
Uchopí nástroj – T									1	0	1					2	20	
Umiestni kábel do nohy												1	0	6		7	70	
Odloží T-nástroj												1	0	1	3	5	50	
Uchopí zostavu, ustaví tesnenie		3	0	1	0	0	6									10	100	
Zacvakne klipy tesnenia					1	0	6									7	70	
Odloží zostavu ďalej					3	0	1	3								7	70	
Spolu																76	760	

**MOST – Stanica 85**

Tabuľka 11 - MOST – pre stanicu 85 (vlastné spracovanie)

Činnosť	Poznámka	Premiestnenie						Nástroj						TMU	TMU x 10	Sek		
		A	B	G	A	B	P	A	A	B	G	A	B				P	A
Uchopí zostavu zo stola		3	0	1												4	40	Norma spotreby času
Nasunie nohu do primazávača					3	0	6									9	90	
Primazávač	1 s x 27,8							1								2,78	27,8	
Uchopí a vloží pružinu		1	0	1	1	0	1									4	40	
Vloží zostavu do lisu					1	0	3									4	40	
Zapojí test					1	0	6									7	70	
Vyberie čiernu podl + nasadí		1	0	1	1	0	3									6	60	
Vyberie klznu podl. + nasadí		1	0	1	1	0	3									6	60	
Vyberie zaisť podl + nasadí		1	0	1	1	0	3									6	60	
Spustí lis		1	0	1												2	20	
Procesný čas lisu	10 s x 27,8															27,8	278	
Spolu																78,58	785,8	

**MOST – Stanica 90**

Tabuľka 12 - MOST – pre stanicu 90 (vlastné spracovanie)

Činnosť	Poznámka	Premiestnenie							Nástroj							TMU	TMU x 10	Sek
		A	B	G	A	B	P	A	A	B	G	A	B	P	A			
Zoberie zostavu zo st 85		3	0	1												4	40	Norma spotreby času
Vloží zostavu do prípravku					3	0	6									9	90	
Uchopí káble		1	0	1												2	20	
Uchopí smerovku z prepravky		1	0	1												2	20	
Vloží smerovku do zrkadla					1	0	6									7	70	
Uchopí skrutkovačku, skrutkuje 2x									1	0	1	1	0	6	1	10	100	
Uchopí + ustaví 1 kábel		1	0	1	1	0	6	1								10	100	
Uchopí + zapojí 2 kábel		1	0	1	1	0	6	1								10	100	
Uchopí + zapojí 3 kábel		1	0	1	1	0	6	1								10	100	
Uchopí + ustaví 3 kábel		1	0	1	1	0	6	1								10	100	
Spolu																0	740	26,62

**MOST – Stanica 100**

Tabuľka 13 - MOST – pre stanicu 100 (vlastné spracovanie)

Činnosť	Poznámka	Premiestnenie							Nástroj							TMU	TMU x 10	Sek.
		A	B	G	A	B	P	A	A	B	G	A	B	P	A			
Odoberie zostavu zo stola		3	0	1												4	40	Norma spotreby času
Ustaví zostavu do prípravku					1	0	6	1								8	80	
Odoberie svetlo + umiestni		1	0	1	1	0	6									9	90	
Odoberie motor		1	0	1												2	20	
Zapojí motor					1	0	6									7	70	
Umiestni motor do zrkadla					1	0	6									7	70	
Odoberie skrutku + vloží skrutku		1	0	3	1	0	6									11	110	
Uchopí šrobovačku									1	0	1					2	20	
Šrobuje											1	0	6			7	70	
Odoberie kryt + nasadí kryt		3	0	1	1	0	6									11	110	
Uchopí šrobovačku + šrobuje 2x									1	0	1	1	0	#		15	150	
Vyberie zostavu + odloží		1	0	1	3	0	1	1								7	70	
Spolu																0	900	

**MOST – Stanica 110**

Tabuľka 14 - MOST – pre stanicu 110 (vlastné spracovanie)

Činnosť	Poznámka	Premiestnenie							Nástroj							TMU	TMU x 10	Sek
		A	B	G	A	B	P	A	A	B	G	A	B	P	A			
Odoberie zostavu zo stola		3	0	1												4	40	Norma spotreby času
Ustaví do prípravku					3	0	6									9	90	
Odoberie tesnenie č. 1		3	0	1												4	40	
Odoberie tesnenie č. 2		1	0	1												2	20	
Spojí tesnenia zaklipovaním					3	0	6									9	90	
Nasunie tesnenie na nohu					1	0	6									7	70	
Zaklipuje tesnenie					1	0	3									4	40	
Zoberie šrób		1	0	1												2	20	
Uchopí šrobovačku					1	0	1		1	0	1					4	40	
Šrobuje												1	0	6		7	70	
Vyberie zostavu - presun		1	0	1												2	20	
Vloží zostavu do prípravku 120					3	0	6	3								12	120	
Spolu																0	660	

**MOST – Stanica 120**

Tabuľka 15 - MOST – pre stanicu 120 (vlastné spracovanie)

Činnosť	Poznámka	Premiestnenie							Nástroj							TMU	TMU x 10	Sek	
		A	B	G	A	B	P	A	A	B	G	A	B	P	A				
Odoberie nosnú dosku + ustaví		1	0	1	1	0	6									9	90	Norma spotreby času	
Odoberie výhrevnú fólu		1	0	1												2	20		
Odlepí ochrannú fóliu z výhrevu		1	0	3												4	40		
Nalepí výhrevnú fólu					1	0	6									7	70		
Odoberie sklo + nalepí		1	0	1	1	0	6									9	90		
Uchopí perko + uloží perko		1	0	1	1	0	6									9	90		
Naklipuje perko na sklo					1	0	6									7	70		
Vloží zostavu do lisu					1	0	6									7	70		
Spustí lis		1	0	1												2	20		
Procesný čas lisu	7 s x 27,8															19,46	194,6		
Uchopí zostavu		1	0	1												2	20		
Zapojí ohrev ku sklu					1	0	6									7	70		
Zaklipuje sklo do zrkadla					1	0	6									7	70		
Spolu																0	914,6		<b>32,9</b>

## MOST – Stanica 130

Tabuľka 16 - MOST – pre stanicu 130 (vlastné spracovanie)

Činnosť	Poznámka	Premiestnenie						Nástroj						TMU	TMU x 10	Sek		
		A	B	G	A	B	P	A	A	B	G	A	B				P	A
Odoberie zostavu zo stola		3	0	1				3								7	70	Norma spotreby času
Vloží zostavu do testu					1	0	6									7	70	
Uchopí kábel + zapojí test		1	0	1	1	0	6									9	90	
Spustí test		1	0	1												2	20	
Procesný čas testu	2 s x 27,8															8,34	83,4	
Uchopí utierku		1	0	1												2	20	
Čistí zrkadlo - za použitia utierky					3	0	1	1								5	50	
Vyberie zrkadlo z testu		1	0	1												2	20	
Získa kontrolnú nálepku		1	0	1												2	20	
Nalepí kontrolnú nálepku					1	0	3									4	40	
Vizuálna kontrola	4 s x 27,8															11,12	111,2	
Odloží					6	0	3	6								15	150	
Spolu																74,46	744,6	

Pri porovnaní námerov s normou (MOST) je zrejmé, že väčšinou operátori pracujú v takom tempe, v akom by podľa štandardu - metódy MOST mali. V 4 prípadoch sú dokonca rýchlejší. Toto zistenie by mohlo viesť k zavedeniu opatrenia – zníženiu časov.

Tabuľka 17 – Porovnanie reálnych časov s MOST (vlastné spracovanie)

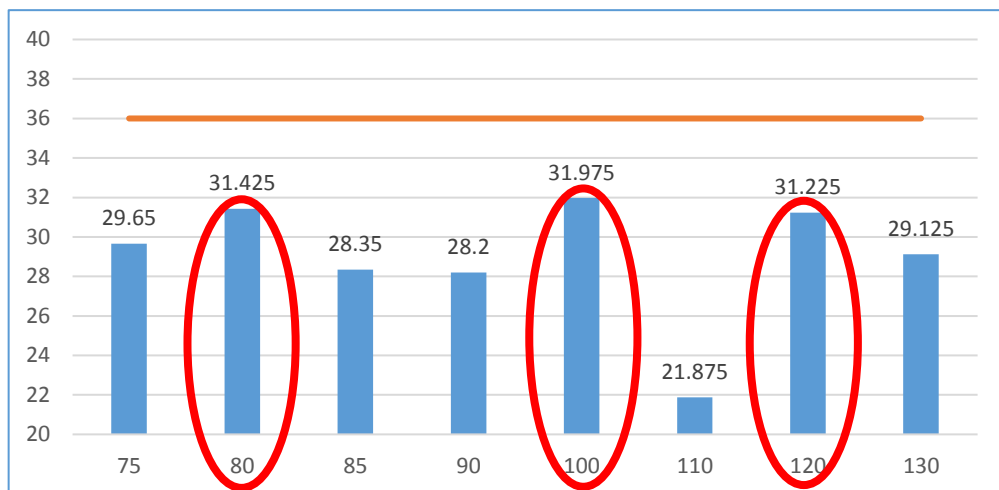
ČINNOSŤ	STANICA							
	75	80	85	90	100	110	120	130
Námery (s)	29,65	31,425	28,35	28,2	31,975	21,875	31,225	29,125
MOST (s)	35,39	27,34	28,27	26,619	32,374	23,741	32,89	26,78

Návrhy na zlepšenie však v tomto prípade vychádzajú nie zo znižovania disponibilného času pracovníka v prípade, že je rýchlejší ako mu ukladá štandard. Racionalizácia procesov a ich zlepšenie spočíva v analýze možností, ako jednotlivé pracovné operácie lepšie rozložiť medzi pracovníkov

## 6 BALANCOVANIE LINKY – NÁVRHY ZMIEN

Analýza získaných dát a videozáznamov predstavovala priestor pre vznik viacerých možných zmien a zlepšení, ktoré je možné v rámci výrobnjej linky uskutočniť. Ide predovšetkým o zlepšenia, ktoré vedú k rovnomernému rozloženiu pracovných činností. Pri návrhu odporúčaní a zlepšení vychádzame z grafu priemerných hodnôt časov jednotlivých stanovišok. Ako môžeme vidieť na grafe nižšie, stanoviská 80, 100 a 120 predstavujú činnosti, ktoré sú najviac vytážené.

Návrhy zlepšenia sa týkajú predovšetkým týchto troch stanovišok. Navrhované opatrenia budú viesť k rovnomernejšiemu vytáženiu pracovníkov na stanoviskách.



Obrázok 19 – Časy staníc, ktoré sú predmetom balancovania  
(vlastné spracovanie)

### 6.1.1 Krok č. 1 - vytvorenie skladu medzi stanicami 85 – 90

Prvým opatrením, ktoré má zamedziť vzniku čakania je implementácia odkladacieho priestoru medzi stanoviskami 85 a 90.

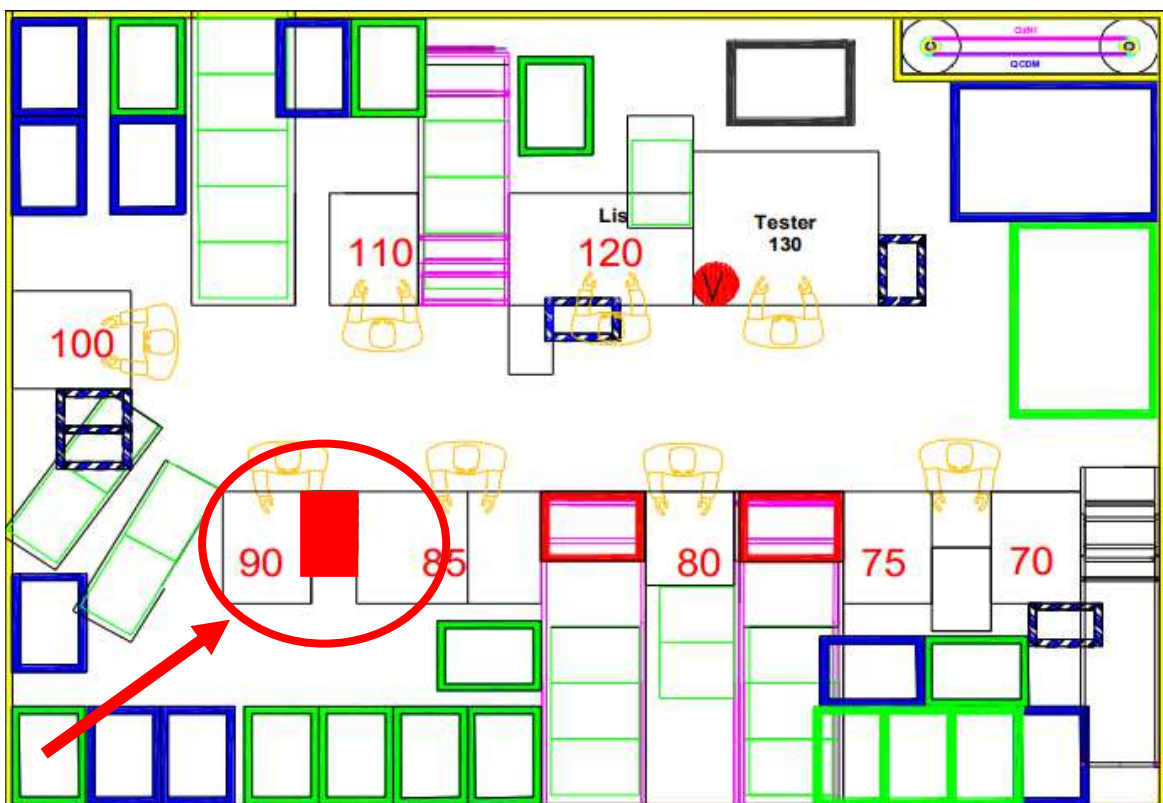
Ak by medzi stanicami vznikol odkladací priestor pre aspoň 1 a maximálne 2 kusy zrkadiel, operátor na stanici 85 minimalizuje čakanie nakoľko hotový kus za stanicou 85 odloží a môže pracovať na ďalšom výrobku. Ide teda o vytvorenie skladu, ktorý eliminuje čakanie.

Obrázok 20 – Porovnanie pracoviska pred (vľavo) a po (vpravo) vytvorení odkladacieho priestoru (vlastné spracovanie)



Obrázok 21 – Layout po zavedení odkladacieho priestoru

(interný materiál Magna Slovteca, s. r. o.)



### 6.1.2 Krok č. 2 - zvýšenie štandardu rozpracovanosti na MIN 2 MAX 2

Aktuálne spoločnosť pri aplikovaní systému ťahu kladie dôraz na rozpracovanosť výrobkov na úrovni min 1 max 1, ktorý pracovníci na základe štandardov podľa možností dodržiavajú. Tento systém je úsporný a efektívny až do chvíle, kedy sa na niektorom zo stanovišok neobjaví chyba alebo čakanie.

Pri pozorovaní a meraniach sa stanoviško 100 javilo ako úzke miesto. Keďže systém ťahu, ktorý aktuálne linka využíva umožňuje rozpracovanosť min 1 max 1, v takomto prípade musel pracovník na linke 90 čakať, kým si pracovník na stanovišku 100 dokončí svoju činnosť a následne odoberie z prípravku zo stanice 90 rozpracovaný výrobok.

Zavedenie štandardu min 2 max 2 zníži čakanie na stanici 90 a umožní ďalej vykonávať činnosti na stanici 90 s rezervou + 1 kus.



Obrázok 22 – Pracovná doska pred a po zavedení štandardu MIN 2 MAX 2

(vlastné spracovanie)

### 6.1.3 Krok č. 3 - reorganizácia pracovných činností medzi stanicami 110 a 120

Ako je možné vidieť na obrázku 17, stanoviško 110 je podstatne menej vyťažené v porovnaní s ostatnými stanoviškami. Úlohou tohoto pracoviska je navlečenie krytu nohy a skrutkovanie plastového tesnenia.

Stanoviško 120 (obrázok 17) je zasa jedno z najviac vyťažených. Preto sme sa v rámci zlepšovania zamerali na to, ako možno na tých dvoch stanoviškách prerozdeliť pracovné činnosti. Dospeli sme k názoru, že prípravok, na ktorom zapája a vkladá sklo do mechanizmu zrkadla stanica 120 by sa dal otočiť ku stanici č. 110.

Po úprave pracovísk, stanica 110 navlečie a priskrutkuje tesnenie a navyše zapojí ohrev skla a vloží sklo do zrkadla.



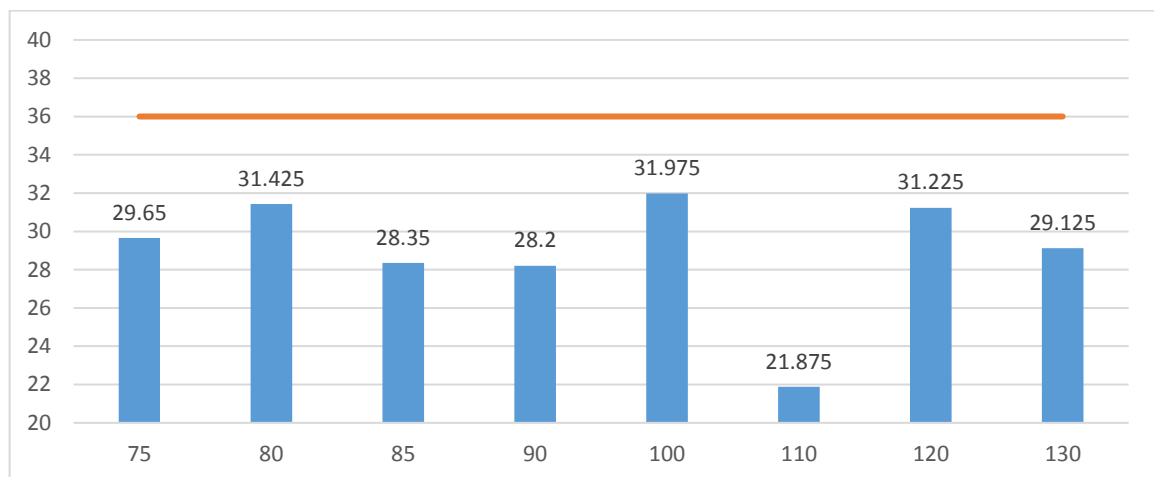
Týmto zlepšením dôjde k rovnomernejšiemu zapojeniu pracovníkov do výroby a zníženie času na stanici 120 približne o 6 sekúnd.

Tabuľka 18 - Časy staníc 110 a 120 pred úpravou (vlastné spracovanie)

STANICA	STANICA - Pred úpravou							
	75	80	85	90	100	110	120	130
Priem. Čas	29,65	31,425	28,35	28,2	31,975	21,875	31,225	29,125

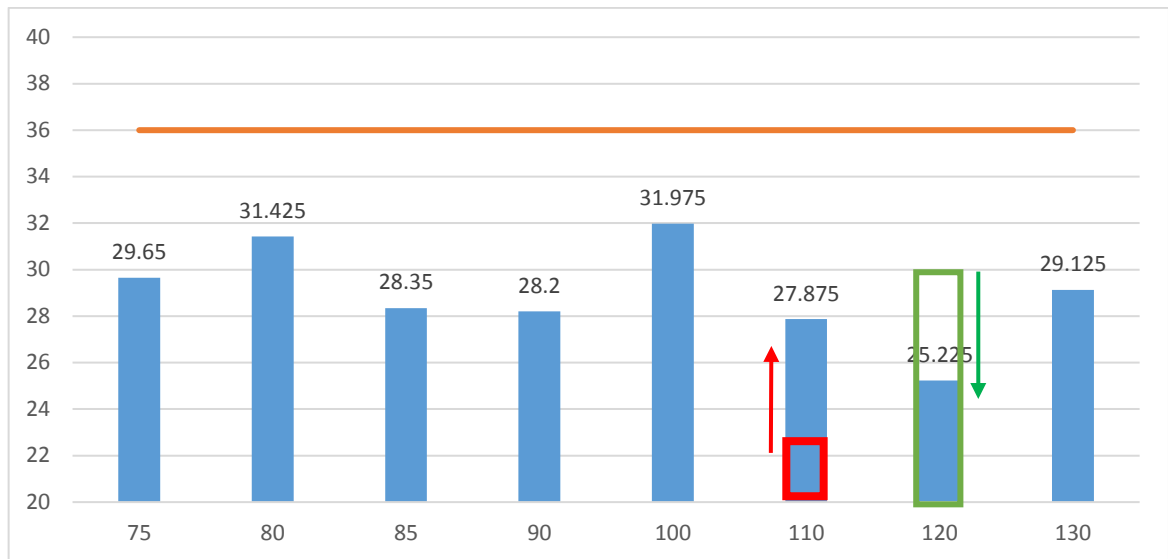
Tabuľka 19 - Časy staníc 110 a 120 po realizovaní úprav (vlastné spracovanie)

STANICA	STANICA - PO ÚPRAVE							
	75	80	85	90	100	110	120	130
Priem. Čas	29,65	31,425	28,35	28,2	31,975	27,875	25,225	29,125



Obrázok 23 - Graf časov staníc pred úpravou (vlastné spracovanie)

Po reorganizácii činností medzi stanicami 110 a 120, došlo k zníženiu času o 6 sekúnd na stanici 120 a stanica 110 bola upravená o pracovnú činnosť zo stanice 120, čo spôsobilo nárast montážneho času o 6 sekúnd.



Obrázok 24 - Graf časov staníc po úprave (vlastné spracovanie)

Na obrázku 23 je vidieť realizácia riešenia medzi stanicami 110 a 120. Otočením prípravku, ktorý bol pôvodne umiestnený tak, aby na ňom mohol vykonávať činnosti operátor zo stanice 120, došlo k reorganizácii pracovných činností tak, že operáciu, ktorú vykonával pracovník na stanovisku 120, teraz vykonáva pracovník zo stanice 110. Ide o činnosť pripojenia výhrevu zrkadla a umiestnenie skla do zostavy.



Obrázok 25 – Prípravok medzi stanicami 110 a 120

(vlastné spracovanie)

#### 6.1.4 Krok č. 4 - úprava ergonómie na stanici 100

Úlohou pracovníka na pracovisku 100 je montáž spodného svetla zrkadla, osadenie a skrutkovanie motora a skrutkovanie plastového krytu zrkadla. Ku svojim činnostiam pracovník využíva 2 skrutkovačky. Jedna skrutkovačka s automatickým podávačom skrutiek slúži na skrutkovanie spodného svetla zrkadla a krytu, druhá skrutkovačka bez podávača slúži na skrutkovanie motora. Využívanie dvoch typov skrutkovačiek je práve z dôvodu rôznych veľkostí skrutiek.

Pri skrutkovaní motora pracovník siahne pravou rukou po skrutke umiestnenej v zásobníku na pravej strane pracoviska. Následne skrutku umiestni do vodiaceho otvoru motora a pravou rukou zoberie skrutkovačku. V súčasnosti je teda nutné prechytávanie skrutiek, čo spôsobuje nadmerný pohyb a manipuláciu.

V prípade, že by celý zásobník so skrutkami pre motor bol umiestnený po ľavej strane stanoviska, pracovník by nemusel použiť 2 x pravú ruku a následne skrutku kvôli uchopeniu skrutkovača prechytávať.

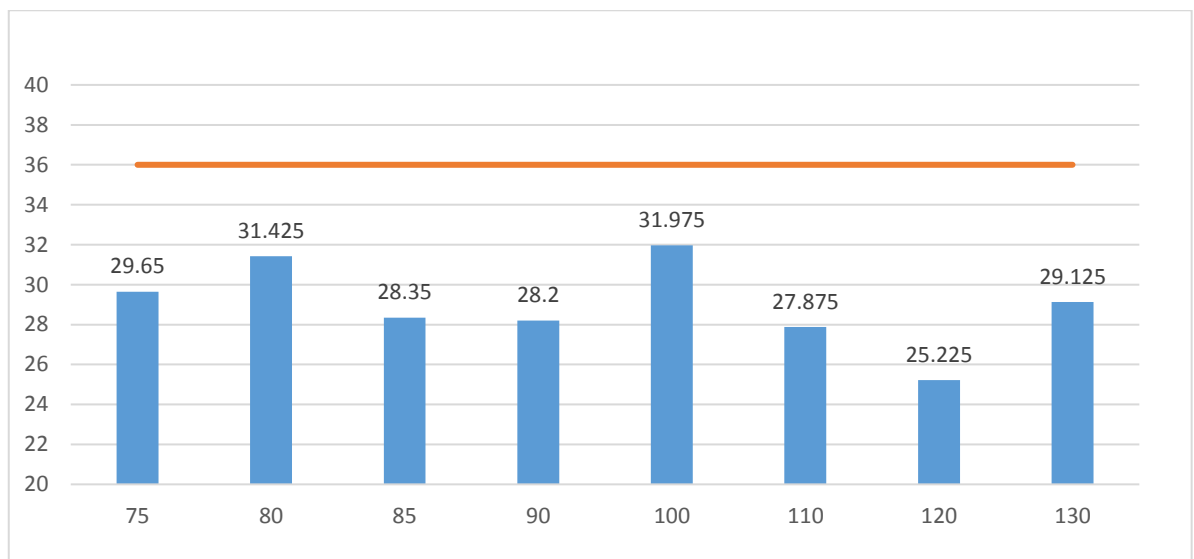
Súčasne by ľavou rukou mohol uchopiť skrutku a pravou rukou by mohol vziať skrutkovač. Toto opatrenie by znamenalo úsporu približne 3 sekundy.

Tabuľka 20 – Časy staníc pred úpravou (vlastné spracovanie)

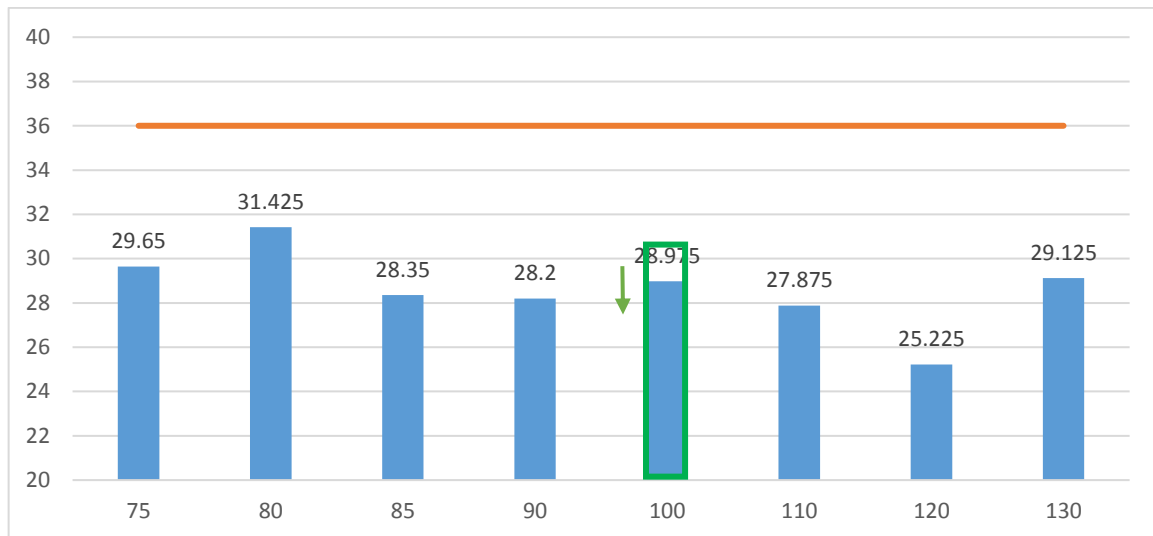
STANICA	STANICA – pred úpravou							
	75	80	85	90	100	110	120	130
Priem. Čas	29,65	31,425	28,35	28,2	31,975	27,875	25,225	29,125

Tabuľka 21 – Časy staníc po úprave (vlastné spracovanie)

STANICA	STANICA – po úprave							
	75	80	85	90	100	110	120	130
Priem. Čas	29,65	31,425	28,35	28,2	28,975	27,875	25,225	29,125



Obrázok 26 – Grafy staníc pred úpravou (vlastné spracovanie)



Obrázok 27 – Graf stanice 100 po úprave (vlastné spracovanie)

Obrázok 25 zobrazuje čas stanice 110 po úprave. Úprava spočíva v premiestnení zásobníka škrutiek z pravej strany stanice na ľavú, čo predstavuje zníženie operačného času stanice o 3 sekundy.

### 6.1.5 Krok č. 5 - presun operácie zo stanice 80 na stanicu 75

Prvé pracovisko (č. 75) pri montáži PowerFold verzie zrkadla je vybavené kolaboratívnym robotom. Najskôr pracovník spojí zväzok káblov ku PowerFold mechanizmu, ten následne vloží do robota. Robot MTS má za úlohu plne automaticky priskrutkovať PowerFold k výstužnej doske a taktiež osadiť detend disk. Procesný čas robota je 21 sekúnd. Po skončení procesného času pracovník zostavu vyberie a odloží

Pracovník na stanici 80 zoberie zostavu zo stanice 75. Cez kryt zrkadla prevlečie zväzok káblov a následne umiestni káble do vodiacej drážky nohy. Nakoniec navlečie na nohu a káble tesnenie nohy.

V priebehu procesného času robota, ktorý je 21 sekúnd, pracovník zapája PowerFold ku zväzku káblov, čo predstavuje čas približne 6,7 sekundy. Zvyšok procesného času robota – 14,3 sekundy pracovník čaká na ukončenie procesu.

V priebehu zostávajúceho procesného času (14,3 sekundy) môže pracovník 75 z pracoviska 80 prevziať jednu jeho úlohu. Navlečie PowerFold s káblami cez kryt zrkadla, zaklipuje kryt zrkadla k výstužnej doske a odloží na sklad operátorovi 80. Táto činnosť trvá 8,66 s, čo zníži odpad – čakanie na 5,64 sekundy namiesto 21 sekúnd.

Toto je možné uskutočniť po nábehu prvého kusu výroby, teda od druhého zrkadla.

Tabuľka 22 – Čas stanice 80 pred balancovaním

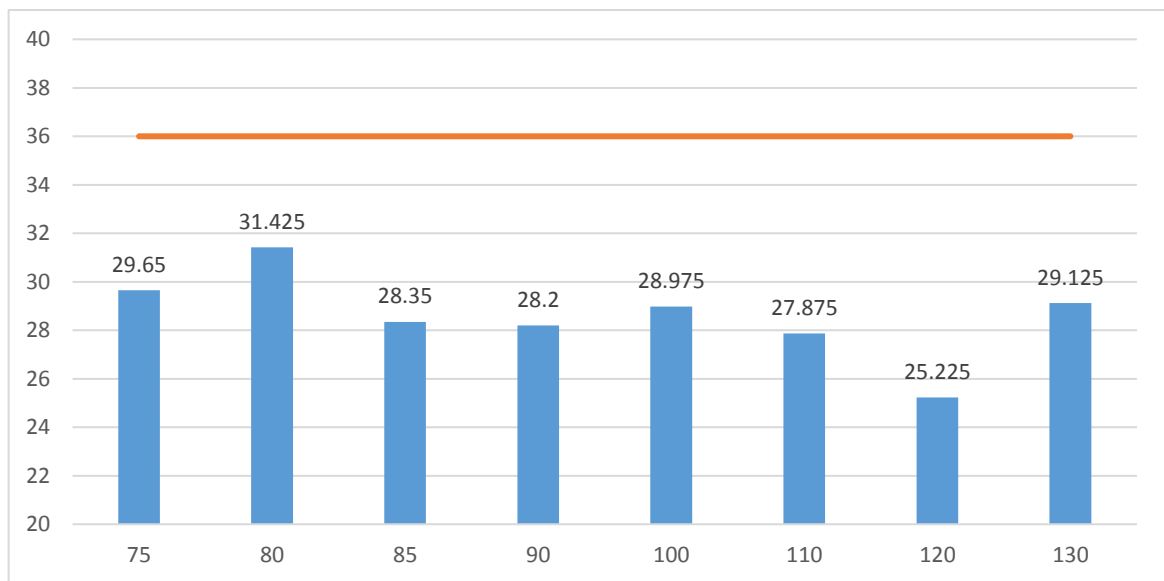
(vlastné spracovanie)

STANICA	STANICA							
	75	80	85	90	100	110	120	130
Priem. Čas	29,65	31,425	28,35	28,2	28,975	27,875	25,225	29,125

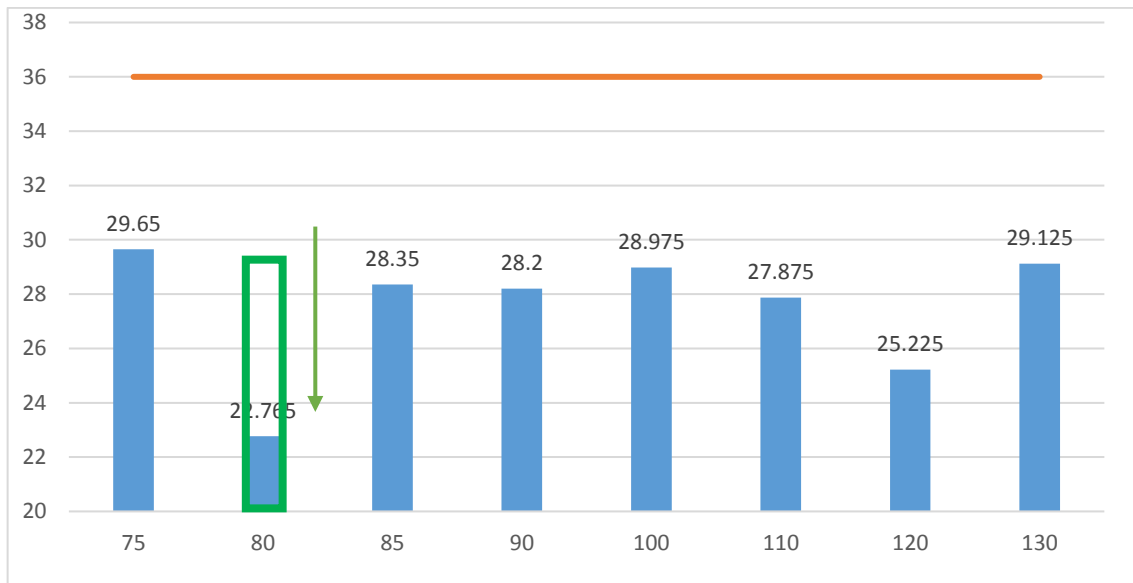
Tabuľka 23 – Čas stanice 80 po balancovaní

(vlastné spracovanie)

STANICA	STANICA							
	75	80	85	90	100	110	120	130
Priem. Čas	29,65	22,765	28,35	28,2	28,975	27,875	25,225	29,125



Obrázok 28 – Časy staníc pred balancovaním linky 80 (vlastné spracovanie)



Obrázok 29 – Časy staníc po vybalancovaní stanoviska 80 (vlastné spracovanie)

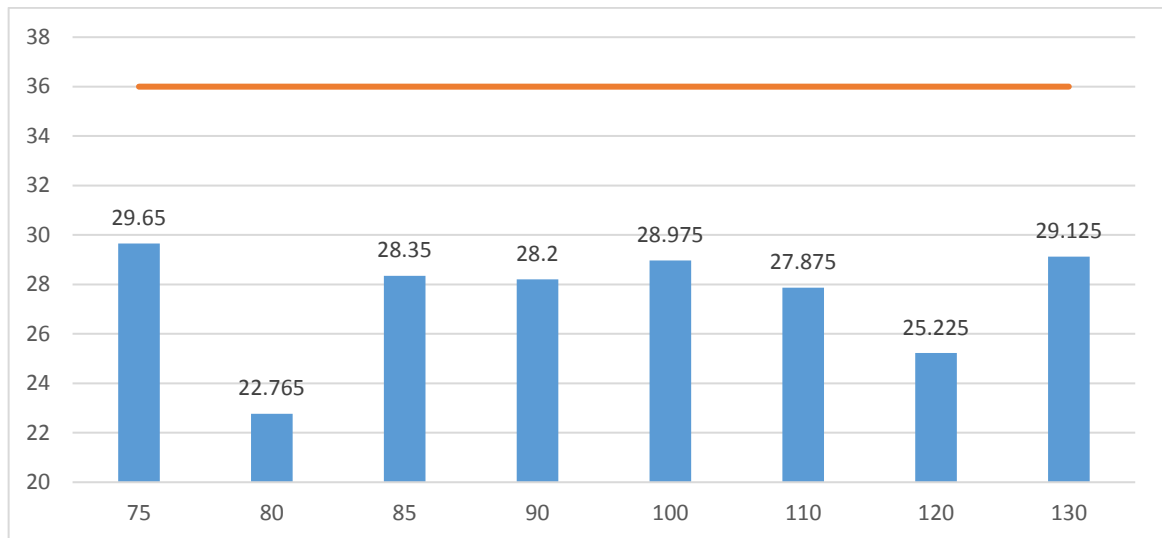
Ako môžeme vidieť na obrázku 27, balancovanie vo vzťahu k pracoviskám 75 a 80 znamenalo následovné. Zo stanice 80 bola jedna činnosť presunutá na stanicu 75, ktorej sa však čas kompletácie nezvýšil, nakoľko novú činnosť vykonáva v rámci procesného času robotu. Odstránili sme teda plýtvanie vo forme čakanie a čas kompletácie zostal rovnaký.

#### 6.1.6 Predpoklad zvýšenia výroby pri zachovaní rovnakých nákladov

Po celkovom balancovaní jednotlivých stanovišiek sa úzke miesto preseunulo na stanicu 75. Toto úzke miesto je ohraničené procesným časom robotu. V tabuľke 27 (Nerealizované odporúčania) je uvedené odporúčanie, ktoré by na stanici 75 mohlo znížiť čas potrebný na kompletáciu. Toto riešenie je však veľmi náročné, nakoľko by musela byť realizovaná zásadná zmena v logistike subkontraktorov a taktiež v baleniach. Vybalancovaná linka by teda po úpravách mohla vyzerat' takto:

Tabuľka 24 – Časy vybalancovanej linky (vlastné spracovanie)

STANICA	Vybalancovaná linka							
	75	80	85	90	100	110	120	130
Priem. Čas	29,65	22,765	28,35	28,2	28,975	27,875	25,225	29,125
Rozdiel (s)	-	- 8,66	-	-	- 3	+ 6	- 6	-



Obrázok 30 - Graf linky po balancovaní (vlastné spracovanie)

Vychádzajme z predpokladu, že pôvodná ročná objednávka zrkadiel na úrovni 999 999 bola zmluvne dohodnutá na základe kapacitných možností linky. Keďže analýzou a balancovaním došlo k zníženiu procesných časov, je možné za rovnakú pracovnú dobu vyrobiť väčšie množstvo zrkadiel pri zachovaní rovnakých mzdových nákladov.

Aplikovaním uvedených zmien by sa zvýšila produkcia zo súčasných 106 kusov za hodinu na 113 kusov za hodinu. Pri dvoch smenách – ranná a odpoľudňajšia je teda za 52 týždňov v roku výstup vyšší o 26 tisíc kusov na jednej linke. Keďže sú linky dve, ročný výstup by mohol byť až o 52 tisíc kusov vyšší.

V absolútnom finančnom vyjadrení, 1 usporená sekunda na zákazníckom takte = 1.000€/mesačne dodatočný príjem.

Zlepšenie výrobného potenciálu môže viesť k zväčšeniu objednaného množstva od zákazníka, čo by v tomto konkrétnom prípade (pôvodný TCT 36s, nový TCT 33,5) viedlo k navýšeniu mesačných tržieb o 2.500€ na 1 linku, ročných o 60.000€ za obe linky.

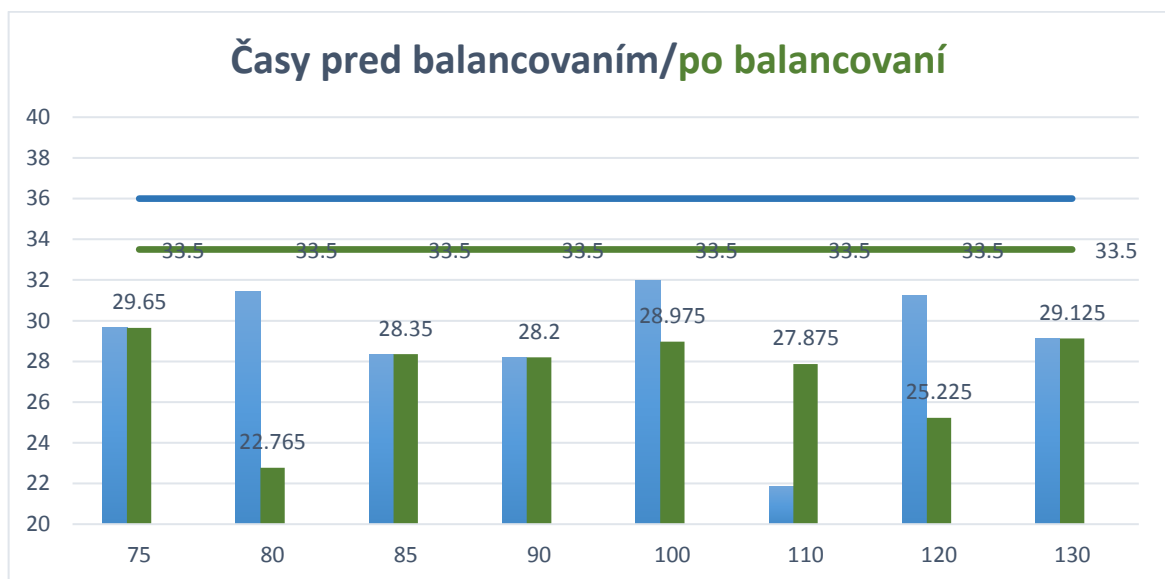


### 6.1.7 Porovnanie východiskového stavu s pôvodným stavom

Tabuľka 25 – Porovnanie časov staníc pred a po balancovaní

(vlastné spracovanie)

STANICA	STANOVISKO							
	75	80	85	90	100	110	120	130
Pôvodný	29,65	31,425	28,35	28,2	31,975	21,875	31,225	29,125
Nový	29,65	22,765	28,35	28,2	28,975	27,875	25,225	29,125



Obrázok 31 – Graf časov a zákaznického taktu pred balancovaním a po balancovaní (vlastné spracovanie)

### 6.1.8 Výpočet návratnosti kolaboratívneho robota

Cieľom tejto diplomovej práce nebolo len zvýšenie produkcie aspoň o 5% ale taktiež nájsť spôsob, ako vynaloženú investíciu na kolaboratívneho robota v čo najkratšom čase vrátiť.

Cena obstarania vrátane obstarávacích nákladov predstavuje sumu 32.000€

$$\text{Návratnosť robota} = \frac{32.000\text{€}}{2.500\text{€}}$$

Pri predpoklade navýšenia tržieb o 2.500€ mesačne na linke, dôjde k navráteniu obstarávacích nákladov robota za 12,8 mesiaca.

## 6.2 Predpokladané jednorázové náklady na realizáciu zmien

Čiastkovým cieľom analýz bolo aj dosiahnutie úpravy pracoviska s vynaložením čo najmenších investičných nákladov na úpravu. Odporúčania zmien prezentované v tejto diplomovej práci sú také, ktoré pre firmu predstavujú relatívne nízke náklady na realizáciu zmien. Realizované zmeny a ich finančné náklady sú zoradené v tabuľke 26 nižšie.

Tabuľka 26 – Náklady na technické zmeny pracoviska (vlastné spracovanie)

STANICA	NÁVRH ZLEPŠENIA	REALIZOVATEĽNÉ	NÁKLADOVÁ POLOŽKA	NÁKLAD v €	
75	<b>+1 ČINNOSŤ</b> - navlčenie káblovania s PWFLDom cez kryt zrkadla	Po odsúhlasení Štandardu	S	Zmena štandardu pracovného postupu - réžia lean pracovníci	0 €
80	<b>-1 ČINNOSŤ</b> - presun prevlečenia káblov cez kryt na st. 75	Po odsúhlasení Štandardu	S	Zmena štandardu pracovného postupu - réžia lean pracovníci	0 €
85	Vytvorenie skladu medzi pracoviskami	do 7 dní od návrhu zlepšenia		Kúpa pevnej plastovej vaničky a jej montáž	100 €
90					
100	Reorganizácia pracoviska, zlepšenie ergonómie, presun pracovného náradia na ľavú stranu	do 7 dní od návrhu zlepšenia		Náklady na demontáž a presun zásobníka šróbov na ľavú stranu montážneho boxu	40 €
110	<b>+1 ČINNOSŤ</b> - osadenie skla do zrkadla	Po odsúhlasení Štandardu	S	Otočenie prípravku ku stanovisku 110	50 €
120	<b>-1 ČINNOSŤ</b> - presun osadenia skla do zrkadla na st. 110	Po odsúhlasení Štandardu	S		
130					
<b>ODHADOVANÉ JEDNORÁZOVÉ NÁKLADY NA ÚPRAVU PRACOVISKA SPOLU</b>					<b>190 €</b>

Tabuľka 27 – Personálne náklady na projekt (vlastné spracovanie)

Pracovník	Faktor vzniku nákladov	Hodinová sadzba - Brutto(Eur)	Počet hodín	SPOLU BRUTTO
Lean manager	Asistencia pri balancovaní a návrhu opatrení	10,8	98	1 058 €
Údržbár	Realizácia zmien - motnáže, úpravy pracoviska	5,9	6	35 €
<b>ODHADOVANÉ PERSONÁLNE NÁKLADY SPOLU</b>				<b>1 094 €</b>

Celkové náklady, ktoré vyplývajú z realizácie projektu, vrátane personálnych a technických nákladov sú vo výške 1.284€

Okrajovo možno spomenúť aj návrhy na zlepšenie, ktoré nemôžu byť realizované z dôvodu technologickej náročnosti na zmenu alebo z dôvodu vysokej finančnej investície, rep. náročnosti vyčíslenia finančných dopadov.

Tabuľka 28 – Nerealizované odporúčania (vlastné spracovanie)

STANICA	NÁVRH ZLEPŠENIA	NEREALIZOVATEĽNÉ	NÁKLADOVÁ POLOŽKA	NÁKLAD v €
75	<b>Zmena v dodávkach a baleniach - PWFDL spojený s káblom príde na linku už od zákazníka</b>	Dodávateľ káblov je zo slovenska, dodávateľ PWFLD je z rakúska - náročné na kompletáciu	Náklady na logisitku komponentov, zmenu balenia	Know-how zákazníka
80	Pracovník zo st. 80 úplne nahradí pracovníka zo st 75, nakoľko komponenty budú pripravené na vloženie do lisu	Nemožno realizovať - vysoké náklady na zmenu balení a logisitku komponentov medzi dodávateľmi		
85				
90				
100	<b>Aplikácia druhej skrutkovacej stanice s podávačom</b>	Vysoké obstarávacie náklady	Náklady na kompresor, mechanizmus podávača, novú vŕtačku s podávačom	8.000
110				
120				
130				
<b>ODHADOVANÉ NEREALIZOVANÉ TECHNOLOGICKÉ NÁKLADY SPOLU</b>				<b>8.000</b>

### 6.3 Úprava štandardov pracovných postupov

V spoločnosti Magna Slovteca je pre každú stanicu vypracovaný štandard pracovného postupu. Tieto štandardy zodpovedajú situácií pred balancovaním. Keďže balancovaním došlo k rovnomernejšiem rozdeleniu pracovných činností, je potrebné aktualizovať štandardy na staniach 75, 80, 110 a 120. Ostatné štandardy zodpovedajú situácií pred úpravami a nie je teda potrebné ich meniť.

### 6.3.1 Štandard – Stanica 75

Pôvodný štandard na stanici 75 bol upravený o parametre (príloha I) :

- Pracovník v priebehu procesného času spája PWFLD s káblovým zväzkom
- Pracovník v priebehu procesného času robota prevezme činnosť zo stanice 80 – prevlečie káblový zväzok cez kryt zrkadla, naklipuje zostavu na zrkadlo, odloží na stanicu 80

### 6.3.2 Štandard – Stanica 80

Pôvodný štandard na stanici 80 bol upravený o parametre (príloha II):

- Pracovník nerealizuje navlčenie zväzku káblov s PWFLD cez kryt zrkadla s naklipovaním

### 6.3.3 Štandard – Stanica 110

Pôvodný štandard na stanici 110 bol upravený o parametre (príloha III):

- Pracovník navyše oproti svojim úlohám vloží zrkadlo do prípravku medzi stanicami 110 a 120, zapojí výhrev zrkadla a vloží zostavu so sklom do zrkadla

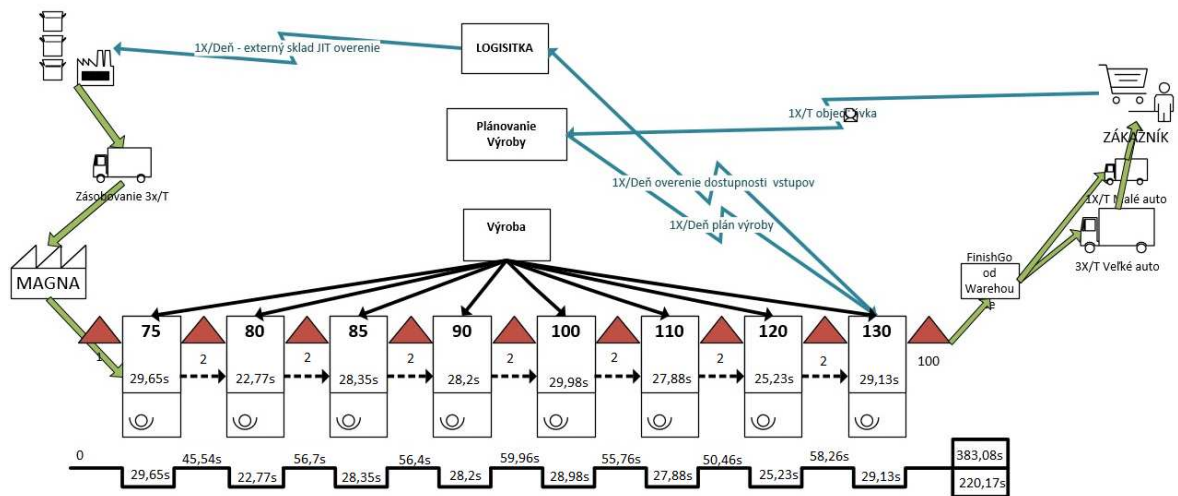
### 6.3.4 Štandard – Stanica 120

Pôvodný štandard na stanici 120 bol upravený o parametre (príloha IV):

- Pracovník nerealizuje zapojenie výhrevu zrkadla a vloženie zostavy – skla do zrkadla

## 6.4 VSM – Mapovanie hodnotových tokov linky po úprave

Realizácia úprav mala vyplv na tvorbu pridanej hodnoty. Zatiaľ čo pred balancovaním linky bol VA Index = 30,5 % z dôvodu vysokej rozpracovanosti, po úprave by koeficient pridanej hodnoty mal dosahovať 36,5 %. Výrobok strávi podstatne menej času na linke a zredukuje sa rozpracovanosť výrobkov.



Obrázok 32 – Mapovanie hodnotových tokov po úprave  
(vlastné spracovanie)

Tabuľka 29 – Priebežná doba výroby, VA, NVA, VA Index po úprave  
(vlastné spracovanie)

PDV (s)	VA (s)	NVA (s)	VA Index
603,25	220,17	383,08	0,365

## 7 VYHODNOTENIE PROJEKTU

V rámci realizácie projektu boli odprezentované viaceré zmeny, ktoré firme môžu usporiť nemalé finančné prostriedky. Nižšie sú zhrnuté všetky realizovateľné zmeny, ktoré majú priamy alebo nepriamy dopad na zlepšenie výrobného procesu na linke VW7.

- V rámci projektu došlo k vybalancovaniu linky, na ktorej sa vyrábajú spätné zrkadlá pre jedného z najväčších zákazníkov spoločnosti Magna Slovteca, s. r. o. – automobilku Volkswagen.
- Metóda MOST slúžila k vyhodnoteniu a porovnaniu, či pracovníci svoje činnosti vykonávajú štandardne alebo sa odchyľujú od času potrebného na realizáciu konkrétnej činnosti podľa normy spotreby času.
- Analýzou časov operátorov sme zistili, že pracoviská sú nerovnomerne vyťažené. Niektorí operátori musia zvládať viacej úloh, než ostatní. Išlo predovšetkým o pracovníkov na stanoviskách 80, 100 a 120.
- Pracovné činnosti boli analyzované a rozvrhnuté tak, aby všetci pracovníci, pokiaľ to situácia na linke dovolí, boli vyťažení rovnomerne.
- Presun činností z pracoviska 80 na pracovisko 75 bol realizovaný z dôvodu, že pracovník na stanici 75 má k dispozícii robota, ktorý automaticky zabezpečuje skrutkovanie a nahrádza čiastočne prácu človeka. Prítomnosť operátora je však stále nevyhnutná. V priebehu procesného času robota je teda v dôsledku navrhovaných úprav eliminované čakanie pracovníka. Čakanie bolo nahradené činnosťou zo stanice 80. Realizáciou zmien došlo k zníženiu čakania z 21 sekúnd na 5,64 sekundy.
- Analýzou a pozorovaním operátora na linke 100 sme zistili, že pracovisko je možné z ergonomického hľadiska vylepšiť. Zmena spočíva v presune zásobníka šróbov z pravej strany na ľavú stranu stanice. Takáto zmena umožní pracovníkovi v jednom čase jednou rukou brať skrutku a druhou zároveň uchopiť skrutkovač. Predtým bolo potrebné zariadenia prechytávať, čo spôsobovalo plytvanie v hodnote až 3 sekúnd.
- Zásadný vplyv na rovnomerné rozloženie pracovných síl má opatrenie medzi stanoviskami 110 a 120. Zatiaľ čo pracovník na stanici 120 takmer nestíhal, pracovník na stanici 110 mal dostatok času na pomalú realizáciu svojich činností. Jednoduchým otočením prípravku, na ktorom sa v rámci pracoviska 120 realizujú montáže komponentov a prerozdelením pracovných činností došlo k balancovaniu týchto dvoch stanovísk.

- Ďalšia úprava sa týkala rozpracovanosti. Aktuálny štandard rozpracovanosti hovorí o stave MIN1 MAX1. Takéto nastavenie však občas komplikovali situáciu. Tvorilo sa čakanie a v prípade chyby alebo potreby dodávky materiálu na niektorej zo staníc, ďalšie nemohli pracovať. Taktiež občas pracovníci v prípade nestíhania, tvorili vyššiu nerovnomernú rozpracovanosť. Preto sme zaviedli štandard rozpracovanosti MIN2 MAX2, ktorý má zabezpečiť, že vždy bude mať každá stanica čo robiť bez ohľadu na situáciu, ktorá je na predchádzajúcom stanovisku.
- Taktiež došlo k vytvoreniu odkladacieho priestoru medzi stanicami 85 a 90. Tento krok výrazne zjednodušil prácu operátorovi na stanici 85, nakoľko on mohol začať robiť činnosti na ďalšom výrobku až v momente, kedy mu nasledujúci pracovník zo stanice 90 odobral zostavu z prípravku.
- Celkový efekt úprav spočíva v tom, že rovnomerným rozložením linky sme objavili skrytý potenciál, ktorý pri súčasnom nastavení a zákaznickom takte 36 sekúnd umožňuje vyrábať 106 kusov za hodinu. Potenciál linky je až 113 kusov, čo znamená väčšie množstvo objednávok na úrovni zákaznického taktu 33,5 sekundy. Mesačne táto úspora času predstavuje navýšenie tržieb o 2.500€ pri zachovaní rovnakých mzdových nákladov. Hlavný cieľ projektu sa teda podarilo naplniť. Namiesto požadovaných 5% je výstup z linky vyšší o 6,6%
- Z pohľadu návratnosti investovaných prostriedkov do kolaboratívneho robota na stanici 75, by sa táto investícia vrátila spoločnosti za približne 385 dní.

### **Udržateľnosť zmien**

Zmeny, ktoré sme realizovali sú zapracované do štandardu pracovných postupov. Upravené štandardy sú súčasťou príloh tejto práce. Z celkového počtu 8 štandardov boli upravené 4, a to na pracoviskách 75, 80, 110 a 120. Predovšetkým u týchto stanovísk došlo k zásadným zmenám v pracovných postupoch. Ostatné štandardy – pre stanoviská 85, 80, 100, 130 zostali zachované.

Prezentácia navrhnutých riešení je súčasťou porady generálneho managementu. Porada vedúcich pracovníkov je vždy v pondelok. Reorganizáciu pracovísk je možné realizovať ihneď po schválení štandardov, ktoré musia odsúhlasiť procesný inžinier, inžinier kvality a výrobný riaditeľ spoločnosti.

O realizácii zmien je potrebné informovať smenových majstrov, predákov a operátorov jednotlivých staníc. Toto oznámenie zmien bude súčasťou operatívnej porady, ktorá býva každý týždeň v pondelok pred začiatkom výrobného procesu.



## ZÁVĚR

V diplomovej práci som sa venoval balancovaniu výrobnéj linky, ktorá slúži na výrobu spätných zrkadiel pre strategického zákazníka spoločnosti, nemeckú automobilku Volkswagen. Zástupca z produktového portfólia, ktorému je diplomová práca venovaná, je spätné zrkadlo s mechanizmom sklápania, interne nazývaná PowerFold. Okrem PowerFold-u linka kompletuje aj variant spätného zrkadla – kamera alebo variant – obyčajný. Cieľom, ktorý som si v diplomovej práci stanovil bolo vybalancovanie linky tak, aby výstup z linky bol vyšší aspoň o 5%. Sekundárny cieľ bol nájsť spôsob, ako v čo najkratšej dobe firme vrátiť vynaloženú investíciu na obstaranie kolaboratívneho robota.

Teoretická časť práce sa venuje rešerovaniu literárnych zdrojov, ktoré sú zamerané predovšetkým na zoštiehľovanie výroby. Bližšie špecifikuje nástroje, ktoré sa štíhľou výrobou zaoberajú a prispievajú k jej aplikovaniu v praxi. Popísané sú známe metódy, ktoré sa často využívajú, okrem iných napríklad metóda vopred určených časov MOST. Teória sa venuje aj usporiadaniu pracoviska s cieľom zistiť, aké praktické usporiadanie je najviac efektívne. Nemalá pozornosť je venovaná mapovaniu hodnotových tokov a úzkym miestam.

Praktická časť diplomovej práce popisuje informácie ako o histórii, tak aj súčasnosti spoločnosti, jej vízií a poslaní. Popisuje, aké normy kvality a zoštiehľovania firma v súčasnosti využíva a taktiež definuje dôležitých obchodných partnerov spoločnosti.

Vo fáze definície projektu sa venujem cieľom práce, popisu výrobku, ktorým sa v rámci návrhov zlepšovania zaoberám. Časť je venovaná popisu výroby výrobku po jednotlivých staniach. Zistenie aktuálneho stavu času výroby výrobku je zobrazené na mape hodnotových tokov.

Projektová časť práce sa zaoberá SWOT analýzou v rámci výrobného procesu. Neoddeliteľnou súčasťou projektovej časti je riziková analýza, logický a časový rámec. Realizácia celého projektu trvala 14 týždňov, z toho podstatnú časť zabrali merania a pozorovania priamo na výrobnéj bunke.

Analytická časť práce pozostáva predovšetkým z meraní časov, ktoré sú potrebné na kompletáciu výrobku – spätného PowerFold-u a taktiež z rozsiahlych návrhov a zmien, ktoré pomôžu efektívnejšie a lepšie generovať produkciu. Celkovo bolo navrhnutých 9 návrhov, z ktorých 6 bolo realizovaných. Ich dopad na dodatočné náklady je minimálny, nakoľko parameter – minimum nákladov na zmenu – bol kľúčovou požiadavkou pri zadávaní

projektu. Celkové náklady, po zohľadnení mzdových nákladov lean pracovníka a pracovníka údržby a technologických nákladov na zmenu pracovísk predstavuje čiastku 1.284€. V tejto čiastke sú zohľadnené aj náklady na Lean pracovníka, ktorý so mnou vo výrobe a pri analýze strávil 98 hodín. Tento náklad však reálne nepredstavuje dodatočný náklad, nakoľko je zoštiehlovanie procesov jeho hlavná náplň práce.

Ciele, definované na začiatku práce boli úspešne splnené. Primárne si práca kládla za cieľ zvýšiť množstvo vyrobených zrkadiel o 5%. Cieľový stav je kapacitné navýšenie produkcie zo 106 kusov za hodinu, na 113 kusov, čo znamená nárast produkcie nie o 5, ale o 6,6%. V priamej návaznosti na splnenie tohoto cieľa vyplýva, že vďaka správne balancovaniu linky spoločnosť môže mesačne dosahovať na tržbách o 2.500€ na linke viac, než je tomu v súčasnosti. Balancovanie odhalilo priestor pre zvýšenie výrobných kapacít linky, pri súčasnom zachovaní mzdových nákladov. Ak zoberieme do úvahy, že vo firme sú dve takéto linky, dodatočne hovoríme o navýšení tržieb o 60.000€ za rok.

Sekundárny cieľ – návratnosť obstarávacích nákladov na kolaboratívneho robota na linke 75 bol taktiež úspešne splnený. Ak investícia na robota predstavuje čiastku 32.000€, táto prvotná investícia sa firme vráti po balancovaní linky - pri vyšších tržbách o 12,8 mesiaca. Výsledky analýz a súbor návrhov opatrení môžu byť prínosné nielen vo forme vyšších tržieb, ale taktiež môže spoločnosť vďaka nim akceptovať vyššie objemy objednávok, nakoľko dôsledkom balancovania je zníženie zákaznického taktu z 36 s na 33,5 s. Toto opatrenie znamená v absolútnom vyjadrení približne o 52 tisíc kusov vyrobených zrkadiel ročne navyše na oboch linkách.

**ZOZNAM POUŽITÉJ LITERATURY**

- BRAU, Sebastian J., [2016]. *Lean manufacturing 4.0: the technological evolution of lean : practical guide on the correct use of technology in lean projects Kanban, 5S, TPM, Kaizen, VSM, 6Sigma, SMED OEE, Hoshin Kanri, Gemba, JIT, TPS, PDCA...* Boca Raton: American Lean SD, iii, 132 s. ISBN 978-15-393-2294-8.
- BOBÁK, Roman, 2001. *Výrobní systémy*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 170 s. ISBN 8073180154.
- GREENE, Jack, c2013. *Industrial engineering: theory, practice & application : business and production management, productivity and capacity*. [North Charleston: CreateSpace], 411 s. ISBN 9781482301793.
- CHROMJAKOVÁ, Felicita, 2013. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štitlým řízením procesů*. Žilina: Georg, 116 s. ISBN 978-80-8154-058-5.
- CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA, 2011. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: GEORG, 138 s. ISBN 978-80-89401-26-0.
- CHROMJAKOVÁ, Felicita, David TUČEK a Roman BOBÁK, 2017. *Projektování výrobních procesů pro Průmysl 4.0*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 105 s. ISBN 978-80-7454-680-8.
- IMAI, Masaaki, 2005. *Gemba Kaizen*. Brno: Computer Press, viii, 314 s. Business books. ISBN 80-251-0850-3.
- KOŠTURIÁK, Ján, 2010. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: Computer Press, v, 234 s. Business books. ISBN 978-80-251-2349-2.
- KOŠTURIÁK, Ján, 2016. *Vlastní cestou: jak v podnikání rozvíjet výkonnost, výjimečnost a vášně*. Praha: PeopleComm, 275 s. ISBN 978-80-87917-21-3.
- KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. *Štitlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 237 s. Management studium. ISBN 80-86851-38-9.
- KOŠTURIÁK, Ján a Ján CHAL, 2008. *Inovace: vaše konkurenční výhoda!*. Brno: Computer Press, viii, 164 s. ISBN 978-80-251-1929-7.
- MAŠÍN, Ivan, c2003. *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 80 s. ISBN 80-902235-9-1.
- MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 1996. *Cesty k vyšší produktivitě: strategie založená na průmyslovém inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 254 s. ISBN 8090223508.

MCCARTHY, Dennis a Nick RICH. *Lean TPM: a blueprint for change*. Amsterdam: Elsevier Butterworth Heinemann, 2004, xv, 193 s. ISBN 978-0-7506-5857-7

ROTHER, Mike, 2017. *Toyota kata: systematickým vedením lidí k výjimečným výsledkům*. Praha: Grada Publishing, 285 s. ISBN 978-80-271-0435-2.

SKILTON, Mark a Felix HOVSEPIAN. *The 4th industrial revolution: responding to the impact of artificial intelligence on business*. Cham: Springer, [2018], xxxv, 322 s. ISBN 978-3-319-62478-5.

TÖPFER, Armin, 2008. *Six sigma: koncepce a příklady pro řízení bez chyb*. Brno: Computer Press, x, 508 s. Praxe manažera. ISBN 978-80-251-1766-8.

USTUNDAG, Alp a Emre CEVIKCAN. *Industry 4.0: managing the digital transformation*. Cham, Switzerland: Springer, [2018], xviii, 286 s. Springer series in advanced manufacturing. ISBN 978-3-319-57869-9.

WOMACK, James P. a Daniel T. JONES. *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. New York: Free Press, c2003, 396 s. ISBN 0-7432-4927-5.

ZANDIN, Kjell B. *MOST work measurement systems*. 3rd ed., rev. and expanded. Boca Raton: CRC Press/Taylor & Francis, 2003, xxiv, 519 s. Industrial engineering. ISBN 0-8247-0953-5

Academy of Productivity and Innovations, 2015. *API* [online]. Želevčice: Ing. Jaroslav Dlabáč, Ph.D. [cit. 2019-04-05]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25793n-cesta-ke-stihlemu-podniku>

Desoutter Industrial Tools. *Desoutter Industrial Tools* [online]. Nitra: Desoutter, 2019 [cit. 2019-04-05]. Dostupné z: <https://www.desouttertools.sk/priemysel-4-0/novinky/538/priemyselna-revolucia-od-priemyslu-1-0-az-po-priemysel-4-0>

Euro Ekonóm. *Euro Ekonóm* [online]. Košice: EuroEkonóm.sk, 2015 [cit. 2019-04-03]. Dostupné z: <https://www.euroekonom.sk/manazment/strategicka-diagnostika/swot-analyza/>

I-SCOOP. *I-SCOOP* [online]. Belgicko: i-SCOOP bvba, 2019 [cit. 2019-04-05]. Dostupné z: <https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/>

IPA Slovakia. *IPA* [online]. Žilina: Monika Cigáneková, 2017 [cit. 2019-03-23]. Dostupné z: <https://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/stihla-logistika>

IPA Slovakia. *IPA* [online]. Žilina: Róbert Debnár, 2017 [cit. 2019-03-23]. Dostupné z: <https://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/stihly-vyvoj>

IPA Slovakia. *IPA* [online]. Žilina: prof. Ing. Ján Košturiak, Ph.D., 2012 [cit. 2019-03-20]. Dostupné z: <https://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/lean-administrativa-stihla-administrativa-lean-office>

IPA Slovakia. *IPA* [online]. Žilina: Dušan Kučerák, 2017 [cit. 2019-03-21]. Dostupné z: <https://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/kanban>

KRIŠŤAK, Jozef © 2012, MTM - Methods Time Measurement. IPA Czech [online]. [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/mtm-methods-time-measurement>

Průmyslové inženýrství. *Průmyslové inženýrství*[online]. Zlín: Bob Emiliani, 2018 [cit. 2019-03-20]. Dostupné z: <http://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/zavadeni-leanu-v-organizaci-1/>

Průmyslové inženýrství. *Průmyslové inženýrství*[online]. Zlín: Kateřina Gálová, 2017 [cit. 2019-04-03]. Dostupné z: <http://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/mapovani-hodnotovych-toku-3-cast-zaklady-mapovani/>

Průmyslové inženýrství. *Průmyslové inženýrství* [online]. Zlín: Pavel Ondra, 2018 [cit. 2019-04-01]. Dostupné z: <http://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/just-in-time-co-to-vlastne-je/>

Průmyslové inženýrství. *Průmyslové inženýrství* [online]. Zlín: Pavel Ondra, 2017 [cit. 2019-03-26]. Dostupné z: <http://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/push-vs-pull-rozdil-vyrobnimi-systemy-push-a-pull/>

Průmyslové inženýrství. *Průmyslové inženýrství* [online]. Zlín: Pavel Ondra, 2017 [cit. 2019-04-05]. Dostupné z: <http://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/chytra-tovarna-prumyslu-4-0/>

Průmyslové inženýrství. *Průmyslové inženýrství* [online]. Zlín: Pavel Ondra, 2010 [cit. 2019-03-20]. Dostupné z: <http://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/industry-4-0-co-funguje-a-co-nikoli/>

RIPRAN - Metoda pro analýzu projektových rizik. *RIPRAN* [online]. Lysice: [www.acsa.cz](http://www.acsa.cz), 2014 [cit. 2019-03-05]. Dostupné z: <https://ripran.cz/>

**ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK**

VSM	Value stream mapping
CEZ	Celková efektivnost' zariadenia
PI	Priemyselné inžinierstvo
SMED	Single Minute Exchange of Die
MOST	Mainard Operation Sequence Technique
JIT	Just in time
TOC	Theory of constraints
PWFLD	Power Fold mirror
TCT	Takt time
VA	Value added
TOC	Theory of constraints

**ZOZNAM OBRÁZKOV**

<i>Obrázok 1 – Západo-východná dynamika priemyselnej revolúcie (Skilton, Hovsepián, 2018, s. 5) .....</i>	19
<i>Obrázok 2 – Štruktúra štíhleho podniku (Chromjaková 2013, s. 42) .....</i>	23
<i>Obrázok 3 – Tlakový a ťahový systém (Průmyslové inženýrství ©, 2017) .....</i>	28
<i>Obrázok 4 – Typy usporiadania výrobných buniek (Tuček a Bobák, 2006, s. 247) ...</i>	30
<i>Obrázok 5 Příklad VSM (Průmyslové inženýrství ©, 2017) .....</i>	34
<i>Obrázok 6 - Vhodnosť techniky vopred určených časov podľa TMU za hodinu (Zandin, 2003, s. 17) .....</i>	37
<i>Obrázok 7 - Rozloženie prevádzok podľa regiónov (výročná správa 2017) .....</i>	41
<i>Obrázok 8 - Podiel zákazníkov podľa účasti na tržbách na úrovni matky Magna (výročná správa 2017).....</i>	44
<i>Obrázok 9 – Zákaznícke portfólio (výročná správa 2017) .....</i>	45
<i>Obrázok 10 - Spätne zrkadlo VW Tiguan, verzia PowerFold (youtube) .....</i>	47
<i>Obrázok 11 - Layout výrobnéj linky VW7 (Interný zdroj Magna Slovteca, s. r. o.) ...</i>	48
<i>Obrázok 12 – Súčasná mapa hodnotových tokov (vlastné spracovanie) .....</i>	58
<i>Obrázok 13 – Graf časov (s) z prvého merania (vlastné spracovanie) .....</i>	60
<i>Obrázok 14 - Graf časov (s) z druhého merania (vlastné spracovanie).....</i>	61
<i>Obrázok 15 - Graf časov (s) z tretieho merania (vlastné spracovanie).....</i>	62
<i>Obrázok 16 - Graf časov (s) zo štvrtého merania (vlastné spracovanie) .....</i>	63
<i>Obrázok 17 - Graf časov (s) z piateho merania (vlastné spracovanie) .....</i>	64
<i>Obrázok 18 – Graf úzkých miest (vlastné spracovanie) .....</i>	65
<i>Obrázok 19 – Časy staníc, ktoré sú predmetom balancovania.....</i>	70
<i>Obrázok 20 – Porovnanie pracoviska pred (vľavo) a po (vpravo) vytvorení odkladacieho priestoru (vlastné spracovanie) .....</i>	71
<i>Obrázok 21 – Layout po zavedení odkladacieho priestoru .....</i>	71
<i>Obrázok 22 – Pracovná doska pred a po zavedení štandardu MIN 2 MAX 2.....</i>	72
<i>Obrázok 23 - Graf časov staníc pred úpravou (vlastné spracovanie) .....</i>	73
<i>Obrázok 24 - Graf časov staníc po úprave (vlastné spracovanie) .....</i>	74
<i>Obrázok 25 – Pripravok medzi stanicami 110 a 120.....</i>	75
<i>Obrázok 26 – Grafy staníc pred úpravou (vlastné spracovanie).....</i>	76
<i>Obrázok 27 – Graf stanice 100 po úprave (vlastné spracovanie) .....</i>	77
<i>Obrázok 28 – Časy staníc pred balancovaním linky 80 (vlastné spracovanie).....</i>	78

---

<i>Obrázok 29 – Časy staníc po vybalancovaní stanoviska 80 (vlastné spracovanie) ...</i>	<i>79</i>
<i>Obrázok 30 - Graf linky po balancovaní (vlastné spracovanie).....</i>	<i>80</i>
<i>Obrázok 31 – Graf časov a zákaznického taktu pred balancovaní a po.....</i>	<i>81</i>
<i>Obrázok 32 – Mapovanie hodnotových tokov po úprave .....</i>	<i>85</i>



**SEZNAM TABULEK**

<i>Tabuľka 1 – Hodnoty zistené z VSM (vlastné spracovanie)</i> .....	58
<i>Tabuľka 2 – Hodnoty časov (s) z prvého merania (vlastné spracovanie)</i> .....	59
<i>Tabuľka 3 - Hodnoty časov (s) z druhého merania (vlastné spracovanie)</i> .....	61
<i>Tabuľka 4 - Hodnoty časov (s) z tretieho merania (vlastné spracovanie)</i> .....	61
<i>Tabuľka 5 - Hodnoty časov (s) zo štvrtého merania (vlastné spracovanie)</i> .....	62
<i>Tabuľka 6 - Hodnoty časov (s) zo štvrtého merania (vlastné spracovanie)</i> .....	63
<i>Tabuľka 7 – Sumár priemerných časov zo všetkých meraní (vlastné spracovanie)</i> ...	64
<i>Tabuľka 8 – Tabuľka úzkých miest (vlastné spracovanie)</i> .....	64
<i>Tabuľka 9 – MOST – pre stanicu 80 (vlastné spracovanie)</i> .....	65
<i>Tabuľka 10 - MOST – pre stanicu 80 (vlastné spracovanie)</i> .....	66
<i>Tabuľka 11 - MOST – pre stanicu 85 (vlastné spracovanie)</i> .....	66
<i>Tabuľka 12 - MOST – pre stanicu 90 (vlastné spracovanie)</i> .....	67
<i>Tabuľka 13 - MOST – pre stanicu 100 (vlastné spracovanie)</i> .....	67
<i>Tabuľka 14 - MOST – pre stanicu 110 (vlastné spracovanie)</i> .....	68
<i>Tabuľka 15 - MOST – pre stanicu 120 (vlastné spracovanie)</i> .....	68
<i>Tabuľka 16 - MOST – pre stanicu 130 (vlastné spracovanie)</i> .....	69
<i>Tabuľka 17 – Porovnanie reálnych časov s MOST (vlastné spracovanie)</i> .....	69
<i>Tabuľka 18 - Časy staníc 110 a 120 pred úpravou (vlastné spracovanie)</i> .....	73
<i>Tabuľka 19 - Časy staníc 110 a 120 po realizovaní úprav (Vlastné spracoavnie)</i> .....	73
<i>Tabuľka 20 – Časy staníc před úpravou (vlastné spracovanie)</i> .....	76
<i>Tabuľka 21 – Časy staníc po úprave (vlastné spracovanie)</i> .....	76
<i>Tabuľka 22 – Čas stanice 80 pred balancovaním (vlastné spracovanie)</i> .....	78
<i>Tabuľka 23 – Čas stanice 80 po balancovaní (vlastné spracovanie)</i> .....	78
<i>Tabuľka 24 – Časy vybalancovanej linky (vlastné spracovanie)</i> .....	79
<i>Tabuľka 25 – Porovnanie časov staníc před a po balancovaní</i> .....	81
<i>Tabuľka 26 – Náklady na technické zmeny pracoviska (vlastné spracovanie)</i> .....	82
<i>Tabuľka 27 – Personálne náklady na projekt (vlastné spracovanie)</i> .....	82
<i>Tabuľka 28 – Nerealizované odporúčania (vlastné spracovanie)</i> .....	83
<i>Tabuľka 29 – Zákaznícky takt, priebežná doba výroby a %VA</i> .....	85

## SEZNAM PŘÍLOH




Príloha P I – Štandard pracoviska 75

Príloha P II – Štandard pracoviska 80

Príloha P III – Štandard pracoviska 110

Príloha P IV – Štandard pracoviska 120

## PŘÍLOHA P I: ŠTANDARD PRACOVISKA 75

Štandard pracovného postupu S75 (PWFLD)			
Projekt:	Tiguan PWFLD	Pracovisko:	75
Činnosť:	Montáž PWFLD, prevlečenie krytu cez káble		
Ochranné pracovné prostriedky:	 		
Vstupné komponenty:	Doska, detend disk, kryt zrkadla, káblový zväzok		

PČ	ČO	AKO	PREČO
1	Odobráť dosku z krabice a vložiť do robota	Podľa vodiaceho tvaru prípravku	
2	Predpripravený PWFLD s káblom vložiť do disku	Pred spustením výroby pripraviť 1 kus PWFLD, pripojiť ku káblom	
3	Spustiť robota	1.) Spustiť robota, tlačidlom ŠTART	
4		2.) V priebehu procesného času robota, zapojiť PWFLD ku káblu, odložiť na začiatok procesu	Vždy 1 kus predzhotovený
5		3.) Zostavu, ktorá čaká pred stanicou 80, prevlečiť cez kryt zrkadla, naklípovať na kryt zrkadla	1 kus predzhotovený
6	Vložiť detend-disk do robota	Dbáť na správne vloženie disku do robota	
7	Vybrať zostavu z robota a odložiť ku stanici 80	Hotová zostava čaká na ďalší procesný čas robota, aby mohla byť spracovaná - viď PČ 4	



	Zodpovedné osoby	Meno	Podpis
Schválil:	Inžinier procesov	Ing. Procesný	
	Inžinier kvality	Ing. Kvalitný	
	Výrobný riaditeľ	Ing. Zodpovedný	
Navrhuje	Študent	Bc. Janík	

Dátum: 16.04.2019

STRANA

51/1

## PŘÍLOHA P II: ŠTANDARD PRACOVISKA 80

Štandard pracovného postupu S80 (PWFLD)			
Projekt:	Tiguan PWFLD	Pracovisko:	80
Činnosť:	Montáž tesnenia nohy, uloženie káblu do nohy		
Ochranné pracovné prostriedky:	 		
Vstupné komponenty:	Tesnenie nohy, noha, zostava - káblový zväzok s PWFLD nakliповaný na kryt zrkadla		

PČ	ČO	AKO	PREČO
1	Odobráť zostavu - kábel s PWFLD a krytom	Vizuálne skontrolovať viditeľné poškodenia, škrabance	Požiadavka zákazníka
2	Zobrať tesnenie zo zásobníka		
3	Navliecť tesnenie na káblový zväzok	Z otvorenej strany káblového zväzku	
4	Odoberať nohu zo zásobníka		
5	Uložiť káble do vodiacej drážky nohy	Použiť nástroj s tupým zakončením, nikdy nie šrobovák	Požiadavka zákazníka
6	Nakliповáť tesnenie nohy na nohu	Tvar tesnenia a drážka na umiestnenie tesnenia majú rovnaký tvar. Zapadajú do seba - sklaďka	
7	Odlížiť zostavu na medzisklad	Dbáť na to, že na medzisklade je vždy vložená mäkká pena	Abý sa nepoškrabalo zrkadlo



	Zodpovedné osoby	Meno	Podpis
Schválil:	Inžinier procesov	Ing. Procesný	
	Inžinier kvality	Ing. Kvalitný	
	Výrobný riaditeľ	Ing. Zodpovedný	
Navrhuje	Študent	Bc. Janík	

Dátum: 16.04.2019

STRANA

51/1

## PŘÍLOHA P III: ŠTANDARD PRACOVISKA 110

Štandard pracovného postupu S110 (PWFLD)			
Projekt:	Tiguan PWFLD	Pracovisko:	110
Činnosť:	Montáž tesnenia, skrutkovanie krytu nohy, uloženie skla do zrkadla		
Ochranné pracovné prostriedky:	 		
Vstupné komponenty:	Kryt nohy, tesnenie, skrutka, sklo zo stanice 120		

PČ	ČO	AKO	PREČO
1	Odobráť kus zo stola	Vizuálne skontrolovať viditeľné poškodenia, škrabance	
2	Vložiť kus do prípravku		
3	Výberať tesnenia zrkadiel z prepraviek, následne ich spojiť klípom	Tesnenie spájať oboma rukami, v jednej ruke jedno tesnenie, v druhej ruke druhé	
4	Výbrať tesnenie nohy a nasunúť na nohu	Dbáť na správne otočenie tesnenia - gumou nahor (zapadá do komponentu - skladačka)	Tesní s ka roseniou dveri
5	Odobráť skrutku, umiestniť skrutku a priskrutkovať kryt nohy	Použitie 1 ks skrutky	
6	Výberať diel z prípravku 110 a vložiť do prípravku medzi stanicami 110 a 120	Dbáť na to, aby v prípravku 120 vždy bola vložená fólia proti poškrabaniu	Požiadavka zákazníka
7	Zobrať predprípravené sklo, zapojiť výhrev	V priebehu zapájania kontrolovať viditeľné poškodenia na skle	
8	Vložiť sklo do zrkadla v prípravku	Naklipovať sklo zatlačením oboma rukami na stred skla, dbať na jemné zaobchádzanie	



	Zodpovedné osoby	Meno	Podpis
Schválil:	Inžinier procesov	Ing. Procesný	
	Inžinier kvality	Ing. Kvalitný	
	Výrobný riaditeľ	Ing. Zodpovedný	
Navrhuje	Študent	Bc. Janík	

Dátum: 16.04.2019

STRANA

51/1

## PŘÍLOHA P IV: ŠTANDARD PRACOVISKA 120

Štandard pracovného postupu S120 (PWFLD)			
Projekt:	Tiguan PWFLD	Pracovisko:	120
Činnosť:	Usovanie skla		
Ochranné pracovné prostriedky:	 		
Vstupné komponenty:	Doska, sklo, tlmiace perko		

PČ	ČO	AKO	PREČO
1	Výberá dosku a sklo z prepraviek	Oboma rukami súčasne vyberá oba komponenty naraz	
2	Odtŕhnuť fóliu z dosky, nalepiť sklo na dosku	Podľa tvaru dosky aplikovať prilepením sklo na dosku	
3	Aplikovať tlmiace perko	Naklipovať do vodiacej drážky	Tlmiť otrasy
4	Zafixovať	Vložiť do lisu, spustíť lis zeleným tlačidlom	
5	Odložiť sklo na dokončenie	Odložiť zariadenie - sklo pracovníkovi 110	Reorganizácia činnosti

	Zodpovedné osoby	Meno	Podpis
Schválil:	Inžinier procesov	Ing. Procesný	
	Inžinier kvality	Ing. Kvalitný	
	Výrobný riaditeľ	Ing. Zodpovedný	
Navrhuje	Študent	Bc. Janík	

Dátum: 16.04.2019

STRANA

51/1

